

CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

CUP E3 1 805000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006
DELIBERA G.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 42/2009

INTERCONNESSIONE A35-A4
PROGETTO DEFINITIVO

INTERCONNESSIONE A35-A4
AMBIENTE

00001 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

PROGETTAZIONE:



CONSORZIO B.B.M.

VERIFICA:

PER IL CONSORZIO
IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

PER IL CONSORZIO
IL DIRETTORE TECNICO
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDR

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO											PROGR.		DATA:	
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PARTI DOC.	STATO	REV.	MARZO	2015
60417	04	RA	D	I	I1	00	001	00	00	003	00	A	01	SCALA:	

ELABORAZIONE PROGETTUALE

IL PROGETTISTA
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

REVISIONE

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
A	00	EMISSIONE	04/03/2015	PIACENTINI	04/03/2015	MAZZOLI	04/03/2015	MAZZOLI
A	01	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA BREBEMI	25/03/2015	PIACENTINI	25/03/2015	MAZZOLI	25/03/2015	MAZZOLI

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

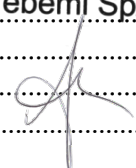
Società di Progetto
Brebemi SpA

INDICE

1	PREMESSA	7
2	ATMOSFERA	9
2.1	Meteoclimatologia.....	9
2.1.1	Caratteri meteoclimatologici regionali	9
2.1.2	Caratteri meteoclimatologici locali	10
2.1.3	Analisi serie storiche centralina Aeronautica Militare	12
2.1.4	Centraline Arpa (Provincia di Brescia)	17
2.2	Qualità dell'aria	17
2.2.1	PRQA - Piano Regionale della Qualità dell'Aria.....	18
2.2.1.1	Inventario delle emissioni.....	20
2.2.1.2	Emissioni totali in Lombardia e Provincia di Brescia	22
2.2.2	PRIA – Piano Regionale Interventi qualità dell'Aria	27
2.2.3	Zonizzazione del territorio	28
2.2.4	Rete di monitoraggio Arpa Lombardia.....	32
2.2.4.1	Stazioni fisse.....	37
2.2.4.2	Campagne laboratori mobili	58
2.3	Stima e valutazione impatti in fase di cantiere.....	59
2.3.1	Velocità e distanza di sedimentazione delle particelle.....	60
2.3.2	Valutazione rateo di deposizione	62
2.3.3	Valutazione dell'impatto	64
2.4	Stima e valutazione impatti in fase di esercizio.....	64
2.4.1	Qualità dell'aria 2014.....	64
2.4.1.1	Biossido di azoto (NO ₂).....	66
2.4.1.2	Biossido di zolfo (SO ₂).....	66
2.4.1.3	Monossido di Carbonio (CO)	66
2.4.1.4	Benzene (C ₆ H ₆).....	67
2.4.1.5	Polveri fini (PM ₁₀ e PM _{2,5})	67
2.4.2	Modello di simulazione	67
2.4.3	Costruzione dell'input meteorologico	68
2.4.3.1	Velocità e direzione del vento	68
2.4.3.2	Temperatura.....	70
2.4.3.3	Precipitazioni.....	71
2.4.3.4	Andamento dello strato limite planetario	72
2.4.3.5	Velocità di frizione.....	73
2.4.4	Scenari di simulazione	73
2.4.4.1	Scenario 2018	74
2.4.4.2	Scenario 2033	77
2.4.5	Caratterizzazione delle emissioni da traffico veicolare.....	79
2.4.5.1	Generalità sull'inquinamento da traffico autoveicolare	79
2.4.5.2	Composizione del parco circolante.....	81
2.4.5.3	Fattori di emissione del traffico.....	82
2.4.6	Risultati	82
2.4.6.1	Sezione 1	84
2.4.6.2	Sezione 2	95
2.4.6.3	Sezione 3	106
2.4.6.4	Sezione 4	117
2.5	Conclusioni	128
2.6	Riferimenti	130

APPROVATO SDR


Società di Progetto
Brebemi SpA



3	SUOLO E SOTTOSUOLO	131
3.1	Inquadramento geologico	131
3.1.1	Evoluzione Geologica	131
3.1.2	Formazioni Geologiche dell'area di studio.....	131
3.1.3	Tettonica	133
3.2	Inquadramento geomorfologico	134
3.3	Caratterizzazione geotecnica.....	135
3.3.1	Indagini geognostiche	136
3.3.2	Inquadramento geotecnico	137
3.3.3	Parametri geotecnici	137
3.4	Caratterizzazione chimico fisica delle aree adiacenti all'autostrada A4.....	138
3.5	Siti contaminati	139
3.5.1	La normativa nazionale.....	139
3.5.2	La normativa regionale	139
3.5.3	I siti contaminati e bonificati regionali.....	140
3.5.4	Ritrovamento di rifiuti abbandonati.....	142
3.6	Rischio sismico e dissesto idrogeologico	142
3.6.1	Rischio Sismico	142
3.6.2	Sismicità Locale	145
3.6.3	Dissesto Idrogeologico.....	147
3.6.3.1	Quadro Sintetico distribuzione processi dissesto bacini e corsi d'acqua.....	148
3.6.3.2	Valutazione del Rischio Idraulico e Idrogeologico a Livello Comunale.....	150
3.6.3.3	Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (R4).....	151
3.7	Pedologia.....	152
3.7.1	Caratterizzazione e Distribuzione Areale dei Suoli	153
3.7.2	Capacità d'uso dei Suoli	156
3.7.3	Valore Naturalistico dei Suoli	158
3.8	Uso del suolo.....	160
3.9	Stima e valutazione impatti su suolo e sottosuolo.....	161
3.9.1	Analisi degli impatti sulla Geologia più superficiale	161
3.9.1.1	Fase di cantiere	161
3.9.1.2	Fase di esercizio	162
3.9.2	Pedologia	164
3.9.2.1	Fase di Cantiere	164
3.9.2.2	Fase di Esercizio.....	167
3.9.3	Uso del suolo.....	167
3.9.3.1	Fase di Cantiere	168
3.9.3.2	Fase di Esercizio.....	170
4	AMBIENTE IDRICO	171
4.1	Ambiente idrico superficiale.....	171
4.1.1	Idrologia.....	171
4.1.1.1	Reticolo idrografico.....	171
4.1.1.2	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).....	176
4.1.1.3	Perimetrazione delle Fasce Fluviali.....	178
4.1.2	Qualità delle Acque Superficiali	180
4.1.2.1	La rete di monitoraggio regionale	181
4.1.2.2	La rete di monitoraggio provinciale	182
4.1.2.3	Lo stato delle acque superficiali	188

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

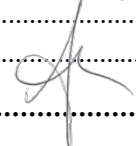


4.2	Ambiente idrico sotterraneo.....	193
4.2.1	Inquadramento idrogeologico generale.....	194
4.2.2	Inquadramento bacino idrogeologico area Oglio-Mincio.....	196
4.2.3	Corpi idrici sotterranei.....	199
4.2.4	Qualità delle Acque Sotterranee.....	199
4.2.4.1	La rete di monitoraggio regionale.....	201
4.2.4.2	La rete di monitoraggio provinciale.....	203
4.2.4.3	Lo stato delle acque sotterranee.....	205
4.3	Vulnerabilità acquiferi e acque superficiali.....	210
4.3.1	Capacità Protettiva dei Suoli Acque Superficiali.....	210
4.3.2	Capacità Protettiva dei Suoli Acque Profonde.....	212
4.4	Stima e valutazione impatti sull'ambiente idrico.....	213
4.4.1	Rapporto Opera-Sistema Idrico Superficiale.....	214
4.4.1.1	Fase di cantiere.....	214
4.4.1.2	Fase di Esercizio.....	215
4.4.2	Rapporto Opera-Sistema Idrico Sotterraneo.....	215
4.4.2.1	Fase di Cantiere.....	216
4.4.2.2	Fase di Esercizio.....	217
5	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA E ECOSISTEMI.....	218
5.1	Stato attuale della componente.....	218
5.1.1	Inquadramento Fisiografico e Climatico Area di Studio.....	218
5.1.2	Vegetazione e Flora.....	218
5.1.2.1	Metodologia.....	218
5.1.2.2	Vegetazione Potenziale.....	218
5.1.2.3	Vegetazione Reale.....	219
5.1.3	Fauna ed Ecosistemi.....	226
5.1.3.1	Presenze Faunistiche.....	227
5.1.3.2	Caratterizzazione Faunistica dei Corsi d'acqua.....	227
5.1.3.3	Ecosistemi.....	232
5.2	Valutazione e stima degli impatti.....	235
5.2.1	Vegetazione e Flora.....	236
5.2.1.1	Impatti Diretti.....	236
5.2.1.2	Impatti Indiretti.....	237
5.2.1.3	Conclusioni.....	239
5.2.2	Fauna e Ecosistemi.....	239
5.2.2.1	Frammentazione.....	239
5.2.2.2	Inquinamento acustico.....	241
5.2.2.3	Inquinamento Luminoso.....	242
5.2.2.4	Conclusioni.....	243
5.2.3	Misure di Mitigazione.....	244
5.2.3.1	Frammentazione.....	245
5.2.3.2	Inquinamento Acustico.....	253
5.2.3.3	Inquinamento Luminoso.....	253
6	SALUTE PUBBLICA.....	257
6.1	Stato attuale della componente.....	257
6.1.1	Tassi di mortalità nei distretti dell'ASL.....	258
6.1.2	Mortalità per cause: importanza e peso relativo.....	261
6.1.2.1	Patologia tumorale.....	263

6.1.2.2	Malattie del sistema circolatorio.....	263
6.1.2.3	Traumi e avvelenamenti.....	264
6.1.2.4	Patologie del sistema respiratorio.....	264
6.1.3	Mortalità per cause: trend nell'ASL di Brescia.....	264
6.1.3.1	Trend mortalità per Tumori Maligni.....	264
6.1.3.2	Trend mortalità per Tumori alle Vie Respiratorie.....	265
6.1.3.3	Trend mortalità per Malattie del sistema cardio-cerebro-vascolare.....	266
6.1.3.4	Trend mortalità per Malattie del sistema respiratorio.....	268
6.1.4	Morbilità della Popolazione.....	270
6.1.5	Incidentalità Stradale.....	271
6.1.5.1	La situazione in Europa.....	271
6.1.5.2	La situazione in Italia.....	273
6.1.5.3	La situazione in Lombardia.....	278
6.1.5.4	La situazione in Provincia di Brescia.....	282
6.1.5.5	Incidentalità dell'Autostrada A4 Tratta Milano-Brescia.....	288
6.2	Stima qualitativa e quantitativa degli impatti.....	288
6.2.1	Impatti dell'Inquinamento atmosferico.....	288
6.2.2	Impatti dell'Inquinamento acustico.....	289
6.2.3	Incidentalità stradale.....	290
7	RUMORE E VIBRAZIONI.....	292
7.1	Stato attuale della componente.....	292
7.1.1	Premessa.....	292
7.1.2	Quadro di Riferimento Legislativo.....	292
7.1.3	Inquadramento territoriale e ricettori sensibili.....	293
7.1.4	Classificazione Acustica del Territorio.....	293
7.1.5	Analisi del Clima Acustico.....	296
7.2	Valutazione e Stima degli Impatti per la Componente Rumore.....	297
7.2.1	Impatti prodotti in Fase di Cantiere.....	297
7.2.1.1	Tipologia e Descrizione dei Cantieri.....	297
7.2.1.2	Livelli di Potenza Sonora del Macchinario.....	298
7.2.1.3	Calcolo dei Livelli d'Impatto.....	298
7.2.1.4	Interventi di mitigazione del rumore per i cantieri.....	298
7.2.1.5	Considerazioni conclusive.....	300
7.2.2	Impatti prodotti in Fase di Esercizio.....	300
7.2.2.1	Verifica del modello.....	301
7.2.2.2	Flussi di traffico usati nelle simulazioni.....	302
7.2.2.3	Risultati delle simulazioni.....	303
7.3	Vibrazioni.....	304
7.3.1	Generalità.....	304
7.3.2	Quadro di Riferimento Legislativo.....	307
7.3.2.1	Norma ISO 2631/2.....	307
7.3.2.2	Norma UNI 9614.....	309
7.3.2.3	Norma UNI 9916.....	310
7.3.3	Caratterizzazione del Territorio Interessato.....	310
7.3.4	Stima degli Impatti.....	311
7.3.5	Conclusioni.....	312
8	PAESAGGIO.....	313

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA




8.1	Stato attuale della componente	313
8.2	Inquadramento del contesto paesaggistico	314
8.3	Il Piano Paesaggistico Regionale	315
8.4	Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia.....	321
8.5	L'area di intervento.....	322
8.5.1	Caratteri paesaggistici	322
8.5.2	Principali vicende storiche	326
8.5.3	Condizioni percettive	328
8.6	Rapporto opera-componente	334
8.7	Interventi di mitigazione ed inserimento paesaggistico	336
8.8	Conclusioni	338

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 7 di 338
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

1 PREMESSA

Il Quadro di Riferimento Ambientale è composto da:

1. individuazione dell'ambito territoriale interessato dallo Studio di Impatto Ambientale, dei fattori e delle componenti interessate dal progetto;
2. analisi delle componenti ambientali, con una descrizione dello stato attuale delle componenti ambientali negli ambiti territoriali studiati.

Le seguenti informazioni hanno lo scopo di definire l'ambito territoriale (Sito e Area Vasta) considerato nel presente Studio di Impatto Ambientale e di inquadrarlo all'interno dell'area di riferimento corrispondente alla Provincia di Brescia e alla Regione Lombardia.

Il settore investigato parte dall'estremo orientale dell'area interessata dal tracciato autostradale BreBeMi ed interessa le opere di connessione con la tangenziale sud di Brescia e la rete stradale locale.

Il progetto prevede la realizzazione di un intervento stradale di natura compensativa e rafforzativa della funzione viabilistica primaria prevedendo l'allargamento a quattro corsie della viabilità esistente passando da strada di categoria C1 a strada di categoria A e realizzando poi l'interconnessione con l'Autostrada A4.

Limitatamente alla fase di cantierizzazione, sono interessate anche le aree dove saranno installate le attrezzature, gli impianti e le strutture per la realizzazione delle attività di cantiere e per l'approvvigionamento dei materiali inerti per le opere.

Nel presente Studio di Impatto Ambientale il "Sito" coincide con la superficie direttamente occupata dalla realizzazione dell'opera.

Lo studio ha esteso l'analisi dello stato attuale delle varie componenti ambientali ad un'Area Vasta di circa 5 km per lato della sede stradale. L'estensione dell'Area Vasta soggetta alle potenziali influenze derivanti dalla realizzazione del progetto è definita in funzione della componente analizzata.

Il limite dell'Area Vasta comprende i seguenti Comuni, tutti ubicati in Provincia di Brescia: Castegnato, Ospitaletto, Rovato, Travagliato, Torbole-Casaglia, Cazzago San Martino, Roncadelle, Castel Mella, Gussago, Lograto.

Sulla base dell'analisi delle potenziali interferenze ambientali determinate dalla realizzazione del progetto, lo studio ha approfondito le indagini sulle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Ambiente Idrico, sia per quanto riguarda le acque superficiali che quelle sotterranee;
- Suolo e Sottosuolo, dal punto di vista Morfologico, Geologico, del Rischio (sismico ed idrogeologico), Pedologico e di Uso del Suolo;
- Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi;
- Salute Pubblica;
- Rumore e Vibrazioni;
- Paesaggio.

Lo stato attuale delle componenti ambientali sopra citate è stato studiato nei seguenti ambiti:

Società di Progetto
Brebemi SpA




- Atmosfera e Qualità dell'Aria, Ambiente Idrico, Suolo e Sottosuolo, Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi, Paesaggio: Area Vasta ed Area di Studio interessata dalla realizzazione del progetto;
- Salute Pubblica: a causa delle modalità con cui sono disponibili i dati statistici inerenti la Sanità Pubblica, l'area considerata coincide con il territorio dei Comuni, delle Province e delle ASL coinvolti. Le valutazioni in merito all'incidentalità sono sviluppati in base ai dati statistici disponibili presso le fonti;
- Rumore e Vibrazioni: l'area di indagine è limitata alle zone limitrofe al Sito.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 9 di 338
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

2 ATMOSFERA

In questo documento, viene analizzato e valutato l'impatto dovuto alle emissioni inquinanti, sia per la fase di cantiere necessaria alla realizzazione dell'infrastruttura, che per la fase di esercizio dell'autostrada nella configurazione di progetto.

Nei paragrafi 2.1 e 2.2, viene descritto il contesto ambientale nel quale sarà inserita l'opera, dal punto di vista della qualità dell'aria sia a livello regionale che locale; nei paragrafi 2.3 e 2.4, sarà effettuata la stima delle fonti inquinanti, differente per ognuna delle due fasi, e saranno valutati gli effetti in termini di ricaduta degli inquinanti nelle aree adiacenti l'opera stessa. In particolare, la stima della dispersione in atmosfera degli inquinanti, dovuta a traffico veicolare in condizioni di esercizio della strada, è stata effettuata attraverso la simulazione con il modello di dispersione atmosferica CALINE3.

2.1 Meteorologia

L'analisi delle condizioni meteorologiche è rilevante per lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera ed è pertanto indispensabile per fornire valutazioni attendibili sulla situazione dell'inquinamento atmosferico.

2.1.1 Caratteri meteorologici regionali

L'area interessata dal progetto, compresa in Provincia di Brescia, si trova nella parte centrale della Valle Padana ed è caratterizzata da un clima prettamente continentale, attenuato però sia dall'influenza del Mare Adriatico, sia dalla protezione della Catena Alpina, che la ripara dalle correnti fredde provenienti dall'Europa Settentrionale.

Il massiccio alpino e la catena prealpina influiscono inoltre sulla circolazione dell'atmosfera, bloccando le perturbazioni che provengono dall'Atlantico settentrionale ed approfondendo in loco quelle mediterranee: in questo modo le masse d'aria umide, provenienti dall'Adriatico, trovano un facile accesso verso la pianura, ma incontrano una situazione orografica tale da non permettere un loro rapido deflusso verso il Mar Ligure.

Durante la stagione invernale il raffreddamento per radiazione dei bassi strati atmosferici può dar luogo alla formazione di uno strato d'aria fredda, nel quale vi è assenza di circolazione, che determina periodi ristagno della nebbia e persistenza delle inversioni termiche.


Il passaggio dall'inverno alla primavera, così come dall'autunno all'inverno, è solitamente rapido e, sebbene situazioni di tempo stabile e di scarsa circolazione di masse d'aria si verifichino in primavera non meno frequentemente che in inverno, il riscaldamento diurno è in primavera sufficientemente intenso da distruggere l'inversione termica notturna.

La primavera è una stagione di tempo poco nuvoloso, caratterizzata da notti relativamente umide e da periodi di pioggia più o meno frequenti, in cui le precipitazioni hanno spesso carattere di rovescio ed in maggio si cominciano a notare i primi temporali di tipo estivo.

Durante l'estate una leggera area di bassa pressione di origine termica si sviluppa durante il pomeriggio, per poi scomparire durante la notte; talvolta tale depressione si approfondisce e persiste per parecchi giorni: in questo caso, qualora vi siano infiltrazioni di aria fredda attraverso i valichi alpini, si ha una notevole attività temporalesca.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 10 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

Durante il giorno ad un'area di alta pressione persistente sull'alta Pianura Padana si contrappone una situazione opposta presente sulla fascia alpina e prealpina. Durante le ore pomeridiane e serali, le masse pesanti di aria fredda presenti sui rilievi scivolano verso il basso, andando a rimpiazzare quelle di aria calda presente sulla pianura: l'effetto di tale fenomeno è evidente nelle ore notturne.

Se la consistenza delle infiltrazioni di aria fredda è particolarmente elevata, risulta comune il verificarsi di fenomeni di carattere temporalesco.

L'autunno è caratterizzato dall'alternarsi di perturbazioni che provengono dal Golfo di Genova e che danno luogo ad abbondanti precipitazioni, spesso a carattere di rovescio, che si ripetono per alcuni giorni, e a cui succedono periodi di scarsa nuvolosità.

I dati meteoroclimatici a larga scala indicano una significativa variazione del clima negli ultimi 20 anni rispetto al ventennio precedente. In particolare, sulla base di quanti riportato in "Il Clima in Italia nell'Ultimo Ventennio" di Mario Giuliacci, risulta che:

- nel Nord Italia le temperature minime sono incrementate di 0,7 °C e quelle massime di 0,3 °C;
- le piogge, sempre nel Nord Italia, sono diminuite di oltre il 15%, con un incremento della pioggia autunnale del 40%;
- le nebbie sono significativamente diminuite (-44% a Milano Linate e - 28% a Piacenza).

Interessante l'interpretazione, fornita dal Generale Giuliacci, di quest'ultimo fenomeno che può essere attribuito a:

- incremento delle temperature minime;
- riduzione, nell'area considerata, delle emissioni di biossido di zolfo (90%), con conseguente minore disponibilità dei nuclei di condensazione necessari affinché l'umidità atmosferica condensi e formi le minute gocce di acqua che determinano la nebbia.

Per la caratterizzazione climatologica di dettaglio sono state anzitutto ricercate le stazioni meteorologiche che potessero rappresentare in maniera significativa la situazione della zona in esame.

2.1.2 Caratteri meteoroclimatologici locali

Nell'area in esame sono presenti alcune centraline meteorologiche appartenenti alla rete ARPA di Monitoraggio della Regione Lombardia e alla rete Aeronautica Militare, di seguito riportate:

- Centralina ARPA di Ospitaletto (BS) per i valori di direzione e velocità del vento; la stazione, dista ca. 1,5 km dall'area di intervento;
- Centralina Aeronautica Militare di Brescia Ghedi, che copre il periodo dal 1952 al 1991 per i parametri di interesse; la stazione dista dall'area d'indagine ca. 20 km.

La localizzazione delle stazioni è riportata nelle figure che seguono:

Società di Progetto
Brebemi SpA





Figura 2-1 - Ubicazione centralina Arpa Ospitaletto

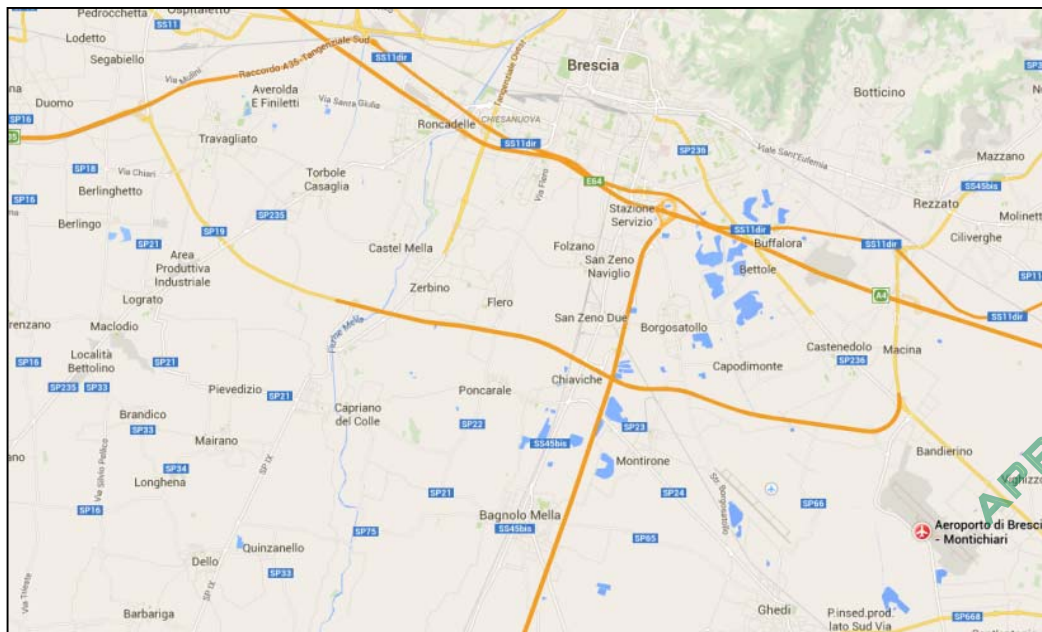


Figura 2-2 - Ubicazione centralina Aeronautica Militare di Brescia Ghedi

In generale le stazioni meteorologiche appartenenti alla Rete ARPA di Monitoraggio della Regione Lombardia non sono dotate di tutti gli strumenti idonei ad una caratterizzazione meteorologica completa, mancando di parametri importanti quali inversioni termiche, classi di stabilità atmosferica o essendo in funzione da periodi di tempo che non consentono una generalizzazione dei dati da esse ricavabili.

Si deve infatti rilevare che le serie di dati meteorologici hanno significato se si riferiscono ad intervalli di tempo superiori a 10 anni: informazioni da campagne annuali o, addirittura, mensili possono solo essere considerate a fini informativi, ma non possono essere considerate significative.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Inoltre si deve considerare che le centraline ARPA sono state ideate ed ubicate principalmente per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico; la loro posizione è quindi spesso stata stabilita in aree urbanizzate, ad alta densità abitativa, che presuppongono spesso la presenza di ostacoli orografici che

possono facilmente alterare i valori meteorologici misurati (velocità e direzione del vento in primis). Sono state comunque indicate nel seguito le principali stazioni Arpa presenti sul territorio nelle vicinanze del sito.

Le serie storiche registrate della stazione dell'Aeronautica Militare, sono invece in grado di coprire un arco di tempo sufficientemente ampio e di fornire dati maggiormente rappresentativi.

2.1.3 Analisi serie storiche centralina Aeronautica Militare

I dati sono stati rilevati nella stazione di Brescia Ghedi, situata ad una distanza minima dall'area di costruzione di 20 km.

Le informazioni climatologiche sono tratte da pubblicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

L'analisi ha riguardato i seguenti parametri meteorologici: temperatura, precipitazioni, umidità relativa, direzione e velocità del vento, nebbia e classi di stabilità atmosferica.

Regime Termico

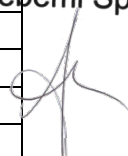
Nella Tabella 2-1 vengono riportati i dati relativi alle temperature annuali minime, medie e massime di Brescia Ghedi.

Dai dati si osserva che le temperature media massime annuali sono comprese tra 18,6 (1988) e 16,1 °C (1972), mentre le temperature medie minime sono comprese tra 6,8 (1977) e 9,6°C (1961)

Anno	Media	Massima	Minima
1952	13,2	17,5	8,0
1953	13,6	17,8	8,1
1954	12,3	16,6	7,7
1955	13,0	17,1	8,5
1956	12,3	16,2	7,8
1957	13,2	17,3	9,0
1958	13,6	17,5	9,2
1959	13,5	17,6	9,1
1960	12,9	16,7	8,9
1961	14,0	18,4	9,6
1962	12,5	17,0	8,4
1963	12,2	16,5	8,6
1964	12,4	17,0	8,2
1965	11,4	16,2	7,0
1966	12,4	17,1	7,8
1967	12,3	17,3	7,6
1968	11,9	16,7	7,5
1969	11,7	16,5	7,2
1970	11,7	16,5	7,3
1971	12,0	16,8	7,6
1972	11,9	16,1	8,0
1973	11,9	17,0	7,2
1974	12,5	17,5	8,0
1975	12,1	17,1	7,3

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



Anno	Media	Massima	Minima
1976	12,0	16,6	7,7
1977	11,4	16,4	6,8
1978	12,3	16,9	7,8
1979	11,7	16,8	7,0
1980	11,8	16,7	7,3
1981	12,7	17,4	8,1
1982	12,2	17,6	7,2
1983	11,7	16,4	7,3
1984	12,1	16,7	7,4
1985	12,2	17,2	7,6
1987	12,1	16,8	7,6
1988	12,6	18,6	9,3
1989	12,0	17,4	8,0
1990	12,7	18,6	8,7
1991	12,1	17,8	8,2
Media 40 Anni	12,4	17,1	7,9

Tabella 2-1 - Temperature Medie Annue (in °C)

Regime Pluviometrico

I valori medi delle precipitazioni mensili rilevate nella stazione di Brescia Ghedi sono riportati nella Tabella 2-2.

Dai dati disponibili emerge che i valori massimi sono distribuiti su tutti i mesi dell'anno: il massimo assoluto è stato registrato nell'ottobre del 1953 (413 mm).

Anche i valori minimi non mostrano una specifica distribuzione stagionale: si riscontrano diversi mesi estivi ed invernali caratterizzati da assenza di precipitazioni.

Considerando le precipitazioni totali annuali, si riscontra come l'anno con le precipitazioni più elevate sia stato il 1959 (1.379 mm), mentre il meno piovoso sia stato il 1952 (575 mm); il valore medio del periodo si attesta attorno a 872 mm di pioggia.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
1952	24	28	22	57	37	75	65	39	31	66	61	70	575
1953	5	6	0	104	34	47	102	139	160	413	10	35	1.055
1954	36	62	35	97	101	94	31	91	45	53	74	57	776
1955	21	76	34	0	55	62	128	90	240	37	59	38	840
1956	39	4	57	79	101	47	32	13	77	51	72	8	580
1957	64	89	20	93	138	138	47	38	55	85	110	51	928
1958	33	33	45	217	19	194	21	90	2	115	100	149	1.018
1959	21	0	117	96	144	144	129	125	86	142	173	202	1.379
1960	67	95	113	40	21	142	101	75	177	223	123	87	1.264
1961	66	15	1	104	151	65	94	24	10	109	124	88	893
1962	38	34	54	74	118	25	29	11	5	62	135	34	619
1963	91	78	90	73	145	94	58	73	51	10	155	49	967
1964	5	61	159	116	92	69	48	120	16	155	40	87	968
1965	42	0	75	72	143	80	118	108	98	18	123	38	915
1966	7	47	14	102	49	26	83	155	141	197	124	20	965

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
1967	13	48	38	58	57	43	27	134	73	22	82	21	616
1968	12	120	11	30	98	133	44	165	39	51	119	66	888
1969	62	68	36	60	33	144	15	48	55	0	75	34	630
1970	102	42	86	27	78	40	55	140	10	71	99	49	799
1971	89	42	62	44	82	84	56	26	14	33	99	63	694
1972	134	128	54	70	48	67	150	46	67	27	43	75	909
1973	79	28	13	55	21	143	77	117	79	52	35	49	748
1974	60	46	128	27	131	111	62	87	166	87	145	77	1.127
1975	19	57	17	63	34	9	177	123	209	297	86	35	1.126
1976	155	97	73	57	143	72	175	183	16	60	32	71	1.134
1977	146	103	56	97	133	74	61	50	16	79	28	83	926
1978	71	74	96	101	10	33	19	101	106	66	68	95	840
1979	70	25	133	36	92	181	30	29	39	207	123	23	988
1980	4	2	48	38	102	68	130	67	133	129	0	86	807
1981	164	22	45	12	86	81	85	155	34	203	174	60	1.121
1982	2	27	80	61	98	40	27	49	63	44	0	85	576
1983	22	61	76	102	209	57	50	78	72	61	71	65	924
1984	166	15	167	31	101	91	24	50	36	60	94	38	873
1985	83	92	51	123	57	55	76	11	43	18	58	19	686
1987	52	133	22	66	63	71	50	24	35	116	58	46	736
1988	70	30	66	54	153	67	0	16	29	93	15	0	593
1989	4	57	38	177	45	80	186	176	62	12	27	4	868
1990	8	14	62	79	78	63	26	95	0	89	49	67	630
1991	31	25	15	29	103	54	100	112	71	198	77	1	816
Media 40 Anni	56	51	59	72	87	81	71	84	68	98	81	57	872

Tabella 2-2 - Precipitazioni Medie Mensili e Annue (in mm)

Regime Igrometrico

Nella Tabella 2-3 vengono riportati gli accoppiamenti temperatura e umidità relativa, con la distribuzione delle frequenze annuali.

Temperatura (°C)	Umidità Relativa (%)							
	0-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	Totale
-24,9 - -20	0	0	0	0	0	0	0	0
-19,9 - -15	0	0	0	0	0	0	0	0
-14,9 - -10	0	0,01	0	0,01	0,12	0,39	0,65	1,18
-9,9 - -5	0,02	0,06	0,16	0,24	1,3	3,18	8,52	13,48
-4,9 - 0	0,16	0,45	1,25	3,05	5,52	16,67	42,27	69,37
0,1- 5	0,93	2,12	4,97	9,17	14,98	33,22	69,17	134,56
5,1- 10	2,91	4,14	8,59	13,44	23,17	49,92	64,47	166,64
10,1- 15	4,34	6,1	12,71	19,39	29,24	55,17	48,1	150,98
15,1- 20	4,32	10,57	18,14	25,97	38,22	60,81	35,1	150,98
20,1- 25	5,8	17,48	31,51	34,68	30,95	23,11	7,46	150,98
25,1- 30	6,32	22,17	31,64	16,63	4,09	0,93	0,09	81,87
30,1- 35	1,8	5,28	5,27	0,92	0,06	0,01	0	13,34
35,1-40	0,09	0,04	0	0	0	0	0	0,13

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

Temperatura (°C)	Umidità Relativa (%)							Totale
	0-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	
40,1- 45	0,01	0	0	0	0	0	0	0,1
Totale	26,72	68,41	114,25	123,49	147,67	243,4	276,03	1.000

Tabella 2-3 - Temperatura e Umidità Relativa: Distribuzione delle Frequenze (%) Annuali Rilevate

Dall'elaborazione dei dati emerge che la massima frequenza annuale, 69,17‰, corrisponde ad una temperatura di 0,1÷0,5°C ed ad un'umidità relativa compresa tra il 91 e 100%. Inoltre dalla tabella emerge anche come i periodi di elevata umidità (U.R. > 90%) siano molto frequenti 27,6%.

Regime Anemologico

Nella Tabella 2-4 sono riportate le frequenze dei venti raggruppate in sei classi di velocità (nodi) e in dodici classi di direzione del vento a cui se ne aggiunge una per i venti variabili.

Settori		Classi di Velocità (nodi)						Totale
N.	Gradi	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	24-99	
1	0,0-22,5		2,42	1,25	0,57	0,19	0,11	4,54
2	22,5-45,0		4,71	2,58	1,22	0,51	0,07	9,09
3	45,0-67,5		8,6	10,14	6,42	3,32	0,55	29,03
4	67,5-90,0		15	19,85	15,8	7,18	0,67	58,5
5	90,0-112,5		14,37	18,64	13,01	4,06	0,35	50,43
6	112,5-135,0		12,14	13,99	8,24	2,46	0,13	36,96
7	135,0-157,5		10,84	8,57	3,36	0,6	0,05	23,42
8	157,5-180,0		8,35	4,39	1,13	0,08	0	13,95
9	180,0-202,5		4,94	2,05	0,49	0,07	0,01	7,56
10	202,5-225,0		6,02	2,31	0,59	0,12	0,01	9,05
11	225,0-247,5		10,52	5,54	1,66	0,2	0	17,93
12	247,5-270,0		16,4	11,17	4,3	0,84	0,08	32,8
13	270,0-292,5		21,44	17,51	7,81	1,96	0,12	48,85
14	292,5-315,0		17,31	13,61	6,02	1,34	0,08	38,36
15	315,0-337,5		7,15	5,27	2,3	0,68	0,07	15,48
16	337,5-360,0		3,49	2,47	1,05	0,42	0,05	7,48
Variabili			0,02	0,01	0,01	0	0,02	0,06
Calme	(0-1 nodi)	596,53						596,53
Totale		596,53	163,73	139,36	73,98	24,03	2,37	1.000

Tabella 2-4 - Direzioni del Vento in Funzione delle Classi di Velocità: Distribuzioni delle Frequenze Annuali (%)

Dalla Tabella 2-4 si evince che sono predominanti i venti variabili con velocità tra 0 - 1 nodo (le cosiddette "calme di vento") e tra 2-4, con una leggera predominanza della direzione da Est (56,74‰ tra 90° e 112,5°).

Stabilità Atmosferica

La stabilità atmosferica, di norma definita attraverso il gradiente termico verticale esistente, ovvero attraverso le variazioni della temperatura dell'aria con la quota, costituisce un parametro molto importante per gli studi concernenti la dispersione degli inquinanti in aria. Infatti da essa dipendono le modalità della dispersione nello strato limite atmosferico.

Per lo studio dei problemi di diffusione si utilizza la classificazione della stabilità atmosferica in sei categorie o classi di stabilità definite secondo la seguente Tabella 2-5.

Categoria A	situazione estremamente instabile; turbolenza termodinamica molto forte; shear del vento molto debole.
Categoria B	situazione moderatamente instabile; turbolenza termodinamica media; shear del vento moderato.
Categoria C	situazione debolmente instabile; turbolenza molto debole; shear del vento moderato-forte.
Categoria D	situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica); turbolenza termodinamica molto debole; shear del vento forte.
Categoria E	situazione debolmente stabile; turbolenza termodinamica molto debole; shear del vento forte.
Categoria F + G	situazione stabile o molto stabile; turbolenza termodinamica assente; shear del vento molto forte.

Tabella 2-5 - Classi di Stabilità di Pasquill-Gilford

La nebbia, definita in meteorologia come meteora che riduce la visibilità a meno di un chilometro, non viene classificata in nessuna classe ma rappresenta una categoria a parte, data la particolare struttura dell'atmosfera caratterizzata dalla presenza di un'inversione di temperatura.

Nella Tabella 2-6 è riportata la frequenza mensile della distribuzione delle classi di stabilità, da cui si può notare la predominanza assoluta delle classi neutra (41,9%) e stabile (28,6%).

Classe	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
A	0	0,96	22,18	41,01	91,29	107,77	147,78	126,12	69,43	15,17	0	0	51,38
B	26,94	56,52	87,71	96,91	133,53	190,79	204,31	126,91	144,13	101,22	36,81	25,98	101,99
C	11,33	31,71	49,59	55,76	52,94	55,61	51,18	45,86	44,44	21,42	14,34	11,02	36,95
D	483,57	533,08	481,13	513,52	406,51	308,35	228,56	329,25	308,25	438,81	527,06	459,58	419,06
E	36	37,08	52,52	47,35	46,4	50,44	49,57	37,26	37,55	29,19	34,22	30,41	40,64
F+G	229,96	243,73	291,05	243,63	268,45	286,91	318,46	334,2	393,49	354,16	255,33	229,35	286,93
Nebbia	212,21	96,91	15,81	1,81	0,88	0,13	0,13	0,39	2,7	40,03	132,25	243,66	63,06
Totale	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
n° Osse.	7.945	7.254	7.844	7.729	7.953	7.553	7.464	7.675	7.403	7.844	7.743	7.892	92.299

Tabella 2-6 - Classi di Stabilità: Distribuzione delle Frequenze Mensili e Annuali Stazione di Brescia Ghedi

Si osservi la rilevante presenza di ore di nebbia, dato confermato dall'elevato numero di ore in cui vi è contemporanea presenza di basse temperature ed elevata umidità atmosferica.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Lo studio effettuato sui dati sopra riportati ha evidenziato le seguenti caratteristiche meteorologiche dominanti:

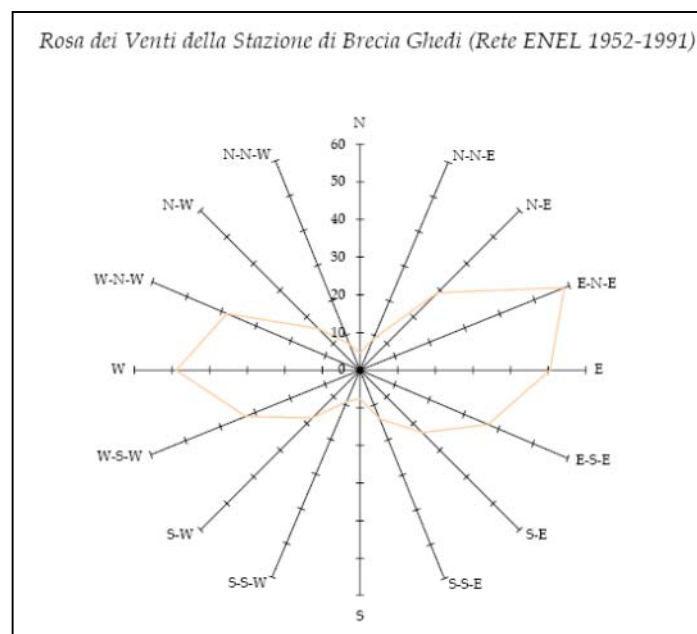
- il regime termico si attesta su una temperatura media di 12,4 °C;



- la piovosità si presenta uniforme per buona parte dell'anno, con massimi nei mesi primaverili e autunnali; la precipitazione media annuale del periodo è di circa 872 mm;
- il regime igrometrico registra le frequenze più elevate, circa il 50% del tempo totale, per un'umidità relativa compresa tra l'81% ed il 100%; numerose sono anche le combinazioni tra bassa temperatura e alta umidità, indice della facile formazione di nebbie;
- le caratteristiche diffuse dell'atmosfera indicano una netta prevalenza della classe neutra (40%) e molto stabile (28%); le ore di nebbia si attestano su un valore pari a circa il 6% del tempo totale.

Un'analisi di dettaglio è stata dedicata al regime anemologico, in quanto di fondamentale importanza nei processi di diffusione e trasporto degli inquinanti.

Nella figura che segue è riportata la rosa dei venti della stazione di Brescia Ghedi.



La Figura mostra come la direzione prevalente del vento è sulla direttrice ENE-WSW, in accordo con l'orientamento della catena alpina; le calme, rappresentate dai venti deboli di intensità inferiore all'1 m/s, sono pari al 59% e rappresentano una quota consistente del tempo totale.

2.1.4 Centraline Arpa (Provincia di Brescia)

Nei dintorni del sito sono presenti le centraline Arpa delle stazioni di Via Ziziola, Bargnano e Chiari (Brescia) per il monitoraggio dei parametri meteorologici. Tali dati sono stati utilizzati per la stima e valutazione degli impatti in fase di esercizio esposti al paragrafo 2.4.

2.2 Qualità dell'aria

Nel corso del presente studio, allo scopo di determinare lo stato di qualità dell'aria, a livello regionale come a livello locale, sono state ricercate tutte le fonti di informazioni attualmente disponibili, ed in particolare sono state utilizzati i dati provenienti da:

Società di Progetto
Brebem SpA

- PRQA - Piano Regionale della Qualità dell'Aria 2007, avente come obiettivi principali: la definizione dello stato di qualità dell'aria, l'individuazione e la caratterizzazione delle fonti di inquinamento e la stima dell'evoluzione futura dell'inquinamento atmosferico;
- PRIA – Piano Regionale degli interventi per la qualità dell'aria 2013, che costituisce il nuovo strumento di pianificazione e di programmazione per Regione Lombardia in materia di qualità dell'aria, aggiornando ed integrando quelli già esistenti. Il PRIA è dunque lo strumento specifico mirato a prevenire l'inquinamento atmosferico e a ridurre le emissioni a tutela della salute e dell'ambiente;
- D.G.R. 30.11.2011, n. 2605 di adeguamento della zonizzazione del territorio regionale in zone e agglomerati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi dell'art. 3 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 - revoca della D.G.R. n. 5290/07;
- Rete ARPA di Monitoraggio della Qualità dell'Aria: è stata effettuata l'analisi dei dati di concentrazione di inquinanti in atmosfera delle stazioni poste nell'intorno dell'area di intervento per il periodo di osservazione degli anni 2012 e 2013.


2.2.1 PRQA - Piano Regionale della Qualità dell'Aria

Il Piano Regionale di Qualità dell'Aria (PRQA), formalmente avviato con DGR Lombardia n. 35196 del 20 marzo 1998, che ne stabilisce i criteri, le risorse e le procedure per la predisposizione e ne assegna la competenza al "Servizio Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale" della Direzione Generale Tutela Ambientale, nasce come strumento di supporto alle politiche regionali, provinciali e comunali, nel processo di risanamento atmosferico, ricomprendendo e ricalibrando tutte le iniziative avviate con i precedenti piani alla luce del nuovo quadro ambientale e socio-economico del territorio regionale.

Dal punto di vista normativo il documento risponde, in prima istanza, a quanto richiesto dall'art. 3 del DPCM 28 marzo 1983 - che introduce per la prima volta la necessità dei piani di risanamento per il miglioramento progressivo della qualità dell'aria - ed alle competenze assegnate alle Regioni sulla base dell'art. 4 del DPR 203/88, degli art. 3, 5 e 7 del DM 20 maggio 1991, dell'art. 84 del D. Lgs. n.112 del 31 marzo 1998 e, più recentemente, del D. Lgs. n.96 del 30 marzo 1999.

In un'ottica più ampia mirata alla protezione della popolazione, degli ecosistemi e del patrimonio culturale di un determinato territorio dagli effetti dell'inquinamento atmosferico, il PRQA ha come obiettivo primario quello di realizzare e gestire uno strumento, facilmente aggiornabile, in grado di:

- rilevare, in ogni momento, lo stato di qualità dell'aria e confrontarlo con i valori limite prestabiliti dalle normative nazionali vigenti a protezione della salute delle persone e dell'ambiente;
- stimare l'evoluzione dello stato di qualità dell'aria, sia nel breve che nel medio e lungo periodo;
- supportare la Regione nell'individuazione di provvedimenti da adottare al fine di mantenere lo stato di qualità dell'aria entro i limiti prestabiliti; tali provvedimenti possono consistere in interventi strutturali, cioè in modifiche permanenti dei processi antropici che generano le emissioni, e in interventi di emergenza, che consistono nella riduzione temporanea di emissioni in aree particolarmente critiche e in limitazioni delle esposizioni della popolazione o di alcuni settori particolarmente vulnerabili della popolazione. Pur essendo principalmente orientato, per sua natura, a supportare le politiche di interventi strutturali, il PRQA ha inteso altresì fornire indicazioni sulle aree più esposte alla necessità di modelli previsionali capaci di valutare l'evoluzione di episodi di inquinamento acuto;
- stimare e successivamente verificare l'efficacia dei provvedimenti adottati, intervenendo, se necessario, con ulteriori azioni.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 19 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

Tra gli obiettivi, va inoltre ricordato che la Regione Lombardia ha predisposto il PRQA allo scopo di conglobare, in un unico documento organico, tutti gli altri strumenti pianificatori e programmatori già in essere o previsti in tema di risanamento dell'aria.

Il P.R.Q.A. ha permesso di:

- Conoscere il territorio identificando i diversi bacini aerologici omogenei ai fini della valutazione della qualità dell'aria e delle caratteristiche meteo-climatiche.
- Ciò ha portato nel 2001 alla zonizzazione del territorio lombardo attraverso la d.g.r. n.6501 del 19/10/2001, recentemente aggiornata dalla d.g.r. n. 5290 del 02/08/2007.
- Conoscere le fonti inquinanti realizzando l'inventario regionale delle emissioni INEMAR.
- Monitorare gli inquinati strutturando la rete di monitoraggio della qualità dell'aria
- Contestualizzare i riferimenti normativi integrando i diversi livelli normativi (comunitario, nazionale e regionale)
- Identificare gli indicatori necessari per impostare ed attuare i piani e programmi per il miglioramento della qualità dell'aria
- Definire le priorità di intervento nei principali settori responsabili dell'inquinamento.

Il 4 agosto 2005 la Giunta Regionale della Lombardia, con DGR n. 580, ha approvato il documento "Misure Strutturali per la Qualità dell'Aria in Regione Lombardia - 2005-2010", con i seguenti obiettivi:

- agire in forma integrata sulle diverse sorgenti dell'inquinamento atmosferico
- individuare obiettivi di riduzione ed azioni da compiere, suddividendoli in efficaci nel breve, medio e lungo termine
- ordinare in una sequenza di priorità, in base al rapporto costo/efficacia, le azioni da compiere.

Le misure proposte per il breve e medio periodo riguardano:

- emissioni da traffico veicolare
- emissioni da sorgenti stazionarie ed "off road"
- risparmio energetico e uso razionale dell'energia (edilizia civile ed industriale, attività e cicli produttivi)
- settori dell'agricoltura e dell'allevamento

Le misure di lungo periodo sono invece rivolte a:


- ricerca e sviluppo del "vettore energetico" idrogeno e delle infrastrutture per la produzione, il trasporto, lo stoccaggio
- sviluppo e diffusione delle "celle a combustibile", comunque alimentate

L'11 dicembre 2006 è stata approvata la Legge n. 24/2006 "Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente".

A proseguimento di quanto individuato nel 2005 con le "Misure strutturali per la qualità dell'aria in Lombardia 2005-2010" la nuova legge regionale 24/06 si è inserita nel percorso di attuazione della normativa comunitaria e nazionale in materia di qualità dell'aria, intendendo rafforzare l'impegno regionale nell'attivazione di un quadro di programmazione - coordinamento negli indirizzi e nelle linee di intervento per il raggiungimento dei livelli di qualità dell'aria fissati dalla CE a tutela della salute e dell'ambiente, tramite la riduzione dell'inquinamento con azioni integrate su tutte le sorgenti (breve-lungo periodo) in rapporto alle condizioni meteo-climatiche di bacino.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Con la D.G.R. n.VII/5547 del 10 ottobre 2007 è stato approvato l'aggiornamento del P.R.Q.A. che intende raccogliere in modo coordinato l'insieme delle nuove conoscenze acquisite dal 2000 ad oggi, configurandosi come lo strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle politiche di gestione del territorio riguardanti le azioni di miglioramento dei livelli di inquinamento atmosferico.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 20 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

Il Piano permette un'azione complessiva di miglioramento della qualità dell'aria, che si orienta essenzialmente in due direzioni:

- la prima riguarda **azioni di risanamento** da attuare in quelle parti del territorio in cui vi sono situazioni di criticità, dove si intende mettere in atto misure volte ad ottenere il rispetto degli standard di qualità dell'aria
- la seconda si configura come **prevenzione e mantenimento dei livelli di qualità dell'aria** laddove non si hanno condizioni di criticità con attuazione di misure volte ad evitare un deterioramento delle condizioni esistenti

In sintesi, il PRQA ha previsto:

- una fase conoscitiva - valutativa;
- una fase propositiva - previsiva;
- una fase di gestione del piano, in cui attraverso la definizione di indicatori standard si è cercato di utilizzare il PRQA come strumento di controllo e gestione della qualità dell'aria.

Le postazioni regionali sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa territoriale e della tipologia del territorio. Nello specifico, la rete di rilevamento è suddivisa in 11 sottoreti provinciali, ciascuna di esse afferente, in termini di manutenzione e analisi dati, ai singoli Dipartimenti Provinciali di ARPA Lombardia.

I dati forniti dalle centraline fisse, vengono integrati con quelli rilevati durante campagne temporanee di misura mediante 20 laboratori mobili e 57 campionatori gravimetrici per il rilevamento del particolato fine.

Si rimanda al paragrafo 3.2.4 per l'analisi dei dati delle centraline ARPA ubicate nei pressi dell'area oggetto del presente piano.

2.2.1.1 Inventario delle emissioni

In Lombardia, per la stima e l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, viene utilizzato da anni il sistema IN.EM.AR. (INventario EMISSIONI ARia), sviluppato nell'ambito del Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA) e gestito, a partire dal 2002, dall'Unità Operativa "Modellistica Atmosferica e Inventari di ARPA Lombardia".

I dati finali dell'ultimo inventario, relativi all'anno 2010 versione finale, fruibili al pubblico e liberamente scaricabili dal sito web di INEMAR (<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarDatiWeb/Risultati+Regionali>), sono disponibili fino a risoluzione comunale, dettagliati per tipo di attività SNAP (*Selected Nomenclature for sources of Air Pollution*) e tipo di combustibile. I dati sono riferiti sia ai macroinquinanti d'interesse a fini di risanamento della qualità dell'aria (SO₂, NO_x, COVNM, CO, NH₃, PM_{2,5}, PM₁₀, PTS) che ai principali gas climalteranti allo scopo di ridurre il surriscaldamento globale (CO₂, CH₄, N₂O).

Le informazioni raccolte per creare l'inventario sono varie e provengono da numerose fonti. Indicatori di attività (consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità incenerita, etc.), dati statistici socio-economici (popolazione, addetti, etc.) e territoriali (destinazione d'uso, copertura del suolo, etc.) necessari per la disaggregazione spaziale delle emissioni. Per quanto riguarda le metodologie di stima ed i fattori di emissione si fa riferimento a fonti bibliografiche nazionali

Società di Progetto:
Brebemi SpA

APPROVATO SDR

(<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/italian-greenhouse-gas-inventory-1990-2009-3>) che internazionali, tra cui le principali sono: - EMEP/EEA GuideBook: (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>), IPCC Good Practice Guidance: (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>), US-EPA Air Pollutant Emission Factor Library: (<http://www.apecf-library.fi/>).

L'inventario permette di quantificare con dettaglio comunale gli inquinanti emessi da diverse fonti suddivise nei "macrosettori" elencati nella tabella che segue:

1. Produzione di energia e trasformazione dei combustibili	7. Trasporti su strada
2. Combustione non industriale	8. Altre sorgenti mobili e macchinari
3. Combustione nell'industria	9. Trattamento e smaltimento rifiuti
4. Processi produttivi	10. Agricoltura
5. Estrazione e distribuzione combustibili	11. Altre sorgenti e assorbimenti
6. Uso di solventi	

Le emissioni considerate per l'inventario 2010 riguardano i principali macroinquinanti (SO₂, NO_x, CO, COV- composti organici volatili, CH₄ metano, CO₂ biossido di carbonio, N₂O ossido nitroso, NH₃ ammoniaca), le polveri totali, il PM₁₀ e il PM_{2.5}.


Considerando le emissioni di PM₁₀ ripartite per combustibile, riassunte nella tabella che segue, si evidenzia come la combustione della legna sia in assoluto la fonte più importante di PM₁₀ primario, maggiore della somma delle emissioni da motori diesel (traffico + off road) e delle emissioni non da combustione (che comprendono una gamma molto ampia di classi, dall'usura dei freni e pneumatici, alle attività di cava, agricoltura, ecc). Un analogo contributo lo si ha quindi anche sul PM_{2.5}, anch'esso evidenziato in tabella.

Combustibile	PM ₁₀ [t/anno]	PM _{2.5} [t/anno]
benzina verde	213	213
carbone	156	133
diesel	3.542	3.532
gas di raffineria	91	91
gasolio	107	107
GPL	6,8	6,8
kerosene	17	16
legna e similari	10.550	10.328
metano	199	185
olio combustibile	242	232
altro	368	319
senza combustibile	5.837	3.366
Totale	21.330	18.529

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 22 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

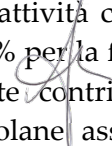
2.2.1.2 Emissioni totali in Lombardia e Provincia di Brescia

Da Tabella 2-7 a Tabella 2-10 è mostrano il quadro riassuntivo regionale delle emissioni in atmosfera di tutti gli inquinanti per ogni macrosettore. I dati di emissione mostrati sono in t/anno, ad eccezione delle emissioni di CO₂ che sono in kt/anno, e in percentuale.

Nella tabella 2-09 sono presentate le stime delle emissioni atmosferiche della Provincia di Brescia suddivise per fonte, mentre in tabella 2-10 sono visualizzati i contributi percentuali delle diverse fonti. Dalle tabelle si possono trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle seguenti sostanze inquinanti nella Provincia di Brescia:

- SO₂: la maggiore sorgente a livello provinciale e costituita dalla combustione industriale (67%), in particolare dai processi di combustione con contatto nella produzione di rame ed alluminio di seconda fusione. I processi produttivi, in particolare quelli relativi all'acciaio in forni elettrici, costituiscono la seconda sorgente per questo inquinante. Un ulteriore contributo è dato dalla combustione industriale in caldaie e turbine di combustibili contenenti zolfo.
- NO_x: la maggiore sorgente di ossidi di azoto è costituita dal trasporto su strada (53%). La combustione industriale costituisce la seconda sorgente (17%).
- COV: le emissioni di composti organici volatili sono da ricondursi principalmente alle emissioni biogeniche da foreste (39%). Le coltivazioni con utilizzo di fertilizzanti costituiscono la seconda sorgente per importanza (24%), maggiore dell'utilizzo di solventi per la verniciatura in ambiente industriale e domestico (10%).
- CH₄: la maggiore sorgente di metano è costituita dall'agricoltura sotto forma di emissioni per fermentazione enterica o da trattamento di reflui da allevamenti (52%). Le emissioni di metano da discarica costituiscono la seconda importante sorgente di questo inquinante (33%);
- CO: la maggior sorgente è il monossido di carbonio e costituita dalla combustione di legna o similari in impianti residenziali (29%). Il trasporto su strada costituisce la seconda sorgente per importanza (29%) mentre i processi produttivi dell'industria siderurgica costituiscono la terza (24%).
- CO₂: il trasporto su strada costituisce la maggiore sorgente per le emissioni di biossido di carbonio (35%). Altre importanti sorgenti sono costituite dalle attività di combustione in ambito industriale (30%) e residenziale (26%).
- N₂O: le emissioni di monossido di di azoto sono legate essenzialmente alla gestione di reflui in allevamento (74%). Altre attività agricole contribuiscono per un altro 12% alle emissioni di questo inquinante.
- NH₃: anche le emissioni di ammoniaca sono legate essenzialmente alla gestione di reflui in allevamento (92%). Le attività legate all'uso di fertilizzanti in agricoltura contribuiscono per un ulteriore 6% alle emissioni.
- PM_{2.5} , PM₁₀ e PTS: l'inventario individua nella combustione di legna o similari in impianti residenziali la maggiore fonte di emissione di particolato. L'importanza di tale attività cresce al diminuire della dimensione del particolato considerata essendo nell'ordine del 48% per la frazione PM_{2.5}. Il trasporto su strada, nel complesso, costituisce la seconda sorgente contribuendo all'incirca per il 27% alle emissioni di particolato. Per le frazioni più grossolane assumono

Società di Progetto
Bressem SPA



importanza anche le emissioni dovute all'allevamento cui sono dovute il 12% delle emissioni di particolato totale.

- CO₂ eq : come per la CO₂ il comparto che concorre in misura maggiore alle emissioni di gas climalteranti e quello del trasporto su strada (26%). Rimangono importanti la combustione industriale e la combustione, in particolare di gas naturale, in impianti residenziali. Altri importanti contributi alle emissioni di gas climalteranti derivano dai comparti a maggior emissione di metano quali quello agricolo e quello dello smaltimento rifiuti.
- Precursori O₃: le maggiori emissioni di composti precursori dell'ozono sono dovute al traffico veicolare ed alle emissioni biogeniche da foreste decidue e di conifere. Le emissioni dovute all'agricoltura costituiscono poi una sorgente superiore all'uso di solventi in ambito industriale o domestico.
- Tot Acidificanti: Le maggiori emissioni di sostanze acidificanti sono da ricondursi sostanzialmente alle attività di trattamento reflui connesse agli allevamenti. Il trasporto su strada costituisce una seconda sorgente, ma di magnitudine decisamente inferiore, per questa classe di inquinanti.

Per quanto concerne invece i contributi emissivi dei singoli macrosettori, sempre per la Provincia di Brescia, si possono fare le seguenti considerazioni:

- nel macrosettore 1 le emissioni più rilevanti sono riconducibili al SO₂, derivanti dall'utilizzo dell'olio combustibile nelle centrali; le emissioni del settore 5 (miniere di carbone, estrazione di olio/gas e compressione di gas nelle tubature) sono invece poco rilevanti;
- le emissioni nel macrosettore 2 sono rilevanti per il settore residenziale;
- nel macrosettore 3 (combustione industriale) le emissioni principali sono dovute a SO₂, NO_x e CO;
- nel macrosettore 4 (processi produttivi) le emissioni principali sono dovute a CO, SO₂ e COV. I COV sono emessi dai processi nelle industrie chimiche organiche (tra cui la produzione di pesticidi) e da altre industrie (carta, legno, pane). L'emissione di CO può essere ricondotta ai processi nell'industria dei metalli (acciaierie e fonderie);
- nel macrosettore 5 (estrazione e distribuzione di combustibili fossili) le emissioni di COV sono attribuibili allo stoccaggio ed alla movimentazione dei prodotti petroliferi, mentre vi sono emissioni di CH₄ dalla distribuzione del gas naturale;
- nell'ambito del macrosettore 6 (uso di solventi), la verniciatura dà il contributo maggiore sul totale dei COV emessi dal macrosettore. Gli altri contributi alle emissioni di COV possono provenire dalla sintesi e dalla lavorazione di prodotti chimici (vernici, inchiostri, farmaceutica), dall'industria della stampa e dall'uso di solventi domestici;
- per quanto concerne il trasporto su strada (macrosettore 7) si osserva che il traffico contribuisce per il 29% alle emissioni totali di CO, per il 53% degli NO_x totali, per il 26% delle PM_{2.5} e 27% delle PM₁₀.
- nel macrosettore 8 le emissioni più rilevanti possono essere riconducibili ai veicoli agricoli;



- nel macrosettore 9 si nota il rilevante contributo alle emissioni di CH₄ riconducibili alle attività agricole (fermentazione enterica o da trattamento di reflui da allevamenti) e alle discariche di rifiuti;
- in agricoltura (macrosettore 10) l'emissione di NO_x è imputabile all'utilizzo di fertilizzanti azotati nelle colture vegetali; l'emissione di CH₄ è presente nel settore della gestione dei reflui zootecnici ed avviene principalmente nelle lagune di stoccaggio reflui; l'utilizzo di fertilizzanti è responsabile dell'emissione di N₂O. Per l'ammoniaca invece la fonte emissiva principale è quella delle lagune dei reflui zootecnici con fattori di emissione molto elevati soprattutto per i bovini e le scrofe.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
1-Produzione energia e trasformazione combustibili	5.330	9.280	1.266	785	4.051	15.689	378	24	508	530	538	15.822	13.045	370
2-Combustione non industriale	1.188	13.961	12.764	7.186	94.178	18.829	635	196	10.282	10.451	10.990	19.177	40.257	352
3-Combustione nell'industria	7.349	21.589	3.686	666	16.179	11.721	442	362	680	852	1.259	11.872	31.813	720
4-Processi produttivi	3.914	3.396	14.703	175	23.675	4.486	53	56	359	844	1.011	4.506	21.453	199
5-Estrazione e distribuzione combustibili			8.325	95.891								2.014	9.667	
6-Usi di solventi	0,6	90	79.812		53			91	47	86	114	1.222	79.928	7,3
7-Trasporto su strada	125	79.232	20.738	1.577	86.719	19.730	633	1.388	4.699	6.034	7.519	19.960	126.962	1.808
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	216	13.625	2.283	25	7.278	1.486	56	2,6	609	620	628	1.503	19.707	303
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	570	2.925	1.531	90.258	1.563	1.135	456	469	99	107	133	3.172	6.535	109
10-Agricoltura	59	784	67.692	220.877	3.080		10.561	97.034	657	1.208	2.230	7.912	72.080	5.726
11-Altre sorgenti e assorbimenti	14	65	65.740	4.743	1.608	-4.432	1,7	7,0	589	597	602	-4.332	66.063	2,3
Totale	18.765	144.949	278.540	422.182	238.383	68.644	13.216	99.629	18.529	21.330	25.025	82.829	487.510	9.598

Tabella 2-7 - Quadro Riassuntivo delle Emissioni Totali in Regione Lombardia (Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia (2014), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2010 - dati finali. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
Produzione energia e trasformazioni combustibili	28 %	6,4 %	0,5 %	0,2 %	1,7 %	23 %	2,9 %	0,0 %	2,7 %	2,5 %	2,1 %	19 %	2,7 %	3,9 %
Combustione non industriale	6,3 %	9,6 %	4,6 %	1,7 %	40 %	27 %	5 %	0,2 %	55 %	49 %	44 %	23 %	8 %	3,7 %
Combustione nell'industria	39 %	15 %	1,3 %	0,2 %	6,8 %	17 %	3,3 %	0,4 %	3,7 %	4,0 %	5,0 %	14 %	6,5 %	7,5 %
Processi produttivi	21 %	2,3 %	5,3 %	0,0 %	9,9 %	7 %	0,4 %	0,1 %	1,9 %	4,0 %	4,0 %	5,4 %	4,4 %	2,1 %
Estrazione e distribuzione combustibili			3,0 %	23 %								2,4 %	2,0 %	
Usi di solventi	0,0 %	0,1 %	29 %		0,0 %			0,1 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	1,5 %	16 %	0,1 %
7-Trasporto su strada	0,7 %	55 %	7,4 %	0,4 %	36 %	29 %	4,8 %	1,4 %	25 %	28 %	30 %	24 %	26 %	19 %
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	1,2 %	9 %	0,8 %	0,0 %	3,1 %	2,2 %	0,4 %	0,0 %	3,3 %	2,9 %	2,5 %	1,8 %	4,0 %	3,2 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	3,0 %	2,0 %	0,5 %	21 %	0,7 %	1,7 %	3,4 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	3,8 %	1,3 %	1,1 %
Agricoltura	0,3 %	0,5 %	24 %	52 %	1,3 %		80 %	97 %	3,5 %	5,7 %	9 %	10 %	15 %	60 %
Altre sorgenti e assorbimenti	0,1 %	0,0 %	24 %	1,1 %	0,7 %	-6,5 %	0 %	0,0 %	3,2 %	2,8 %	2,4 %	-5,2 %	14 %	0,0 %
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabella 2-8 - Distribuzione percentuale delle emissioni in Regione Lombardia (Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia(2014), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2010 - dati finali. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasformazioni combustibili	241	390	10	13	79	280	1,1	0,8	42	55	60	281	494	16
Combustione non industriale	140	1.812	1.880	1.112	13.960	2.341	89	31	1.509	1.533	1.613	2.392	5.641	46
Combustione nell'industria	2.309	4.124	363	116	5.189	2.714	87	31	147	187	309	2.744	5.966	154
Processi produttivi	673	1.748	1.878	91	10.911	1.130	31	4,7	134	313	363	1.141	5.212	59
Estrazione e distribuzione combustibili			1.125	12.010								252	1.293	
Usi di solventi	0,1	15	10.249		9,2			0,3	5,3	6,9	9,3	150	10.268	0,3


Società di Progetto
Brebemi SpA

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Trasporto su strada	20	12.738	2.832	228	13.029	3.154	97	238	738	953	1.198	3.189	19.809	292
Altre sorgenti mobili e macchinari	18	2.461	310	4,6	913	223	12	0,5	123	126	129	226	3.413	54
Trattamento e smaltimento rifiuti	67	468	365	34.961	174	252	46	50	7,5	10	17	1.001	1.445	15
Agricoltura		82	12.775	54.885			2.896	27.870	112	280	550	2.050	13.644	1.641
Altre sorgenti e assorbimenti	1,7	8,1	20.722	1.942	198	-1.193	0,2	0,8	69	70	70	-1.152	20.781	0,3
Totale	3.470	23.846	52.507	105.362	44.462	8.901	3.259	28.227	2.887	3.534	4.317	12.274	87.965	2.287

Tabella 2-9 - Inventario delle Emissioni in Atmosfera della Provincia di Brescia [t/anno](Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia(2014), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2010 - dati finali. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
Produzione energia e trasformazioni combustibili	7 %	2 %	0 %	0 %	0 %	3 %	0 %	0 %	1 %	2 %	1 %	2 %	1 %	1 %
Combustione non industriale	4 %	8 %	4 %	1 %	31 %	26 %	3 %	0 %	52 %	43 %	37 %	19 %	6 %	2 %
Combustione nell'industria	67 %	17 %	1 %	0 %	12 %	30 %	3 %	0 %	5 %	5 %	7 %	22 %	7 %	7 %
Processi produttivi	19 %	7 %	4 %	0 %	25 %	13 %	1 %	0 %	5 %	9 %	8 %	9 %	6 %	3 %
Estrazione e distribuzione combustibili			2 %	11 %								2 %	1 %	
Uso di solventi	0 %	0 %	20 %		0 %			0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	12 %	0 %
Trasporto su strada	1 %	53 %	5 %	0 %	29 %	35 %	3 %	1 %	26 %	27 %	28 %	26 %	23 %	13 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	1 %	10 %	1 %	0 %	2 %	3 %	0 %	0 %	4 %	4 %	3 %	2 %	4 %	2 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	2 %	2 %	1 %	33 %	0 %	3 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	8 %	2 %	1 %
Agricoltura		0 %	24 %	52 %			89 %	99 %	4 %	8 %	13 %	17 %	16 %	72 %
Altre sorgenti e assorbimenti	0 %	0 %	39 %	2 %	0 %	-13 %	0 %	0 %	2 %	2 %	2 %	-9 %	24 %	0 %
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabella 2-10 - Inventario delle Emissioni in Atmosfera della Provincia di Brescia [contributi percentuali](Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia(2014), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2010 - dati finali. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 27 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

2.2.2 PRIA – Piano Regionale Interventi qualità dell’Aria

Il **Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell’Aria (PRIA)** costituisce il nuovo strumento di pianificazione e di programmazione per Regione Lombardia in materia di qualità dell’aria, aggiornando ed integrando quelli già esistenti. Il PRIA è dunque lo strumento specifico mirato a prevenire l’inquinamento atmosferico e a ridurre le emissioni a tutela della salute e dell’ambiente.

Il PRIA è predisposto ai sensi della normativa nazionale e regionale:

- il D. Lgs n. 155 del 13.08.2010, che ne delinea la struttura e i contenuti;
- la Legge Regionale n. 24 dell’11.12.2006 “Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell’ambiente” e la delibera del Consiglio Regionale n. 891 del 6.10.2009, “Indirizzi per la programmazione regionale di risanamento della qualità dell’aria”, che ne individuano gli ambiti specifici di applicazione.

L’obiettivo strategico, previsto nella d.C.R. 891/09 e coerente con quanto richiesto dalla norma nazionale, è raggiungere livelli di qualità dell’aria che non comportino rischi o impatti negativi significativi per la salute umana e per l’ambiente. Gli obiettivi generali della pianificazione e programmazione regionale per la qualità dell’aria sono pertanto:

- rientrare nei valori limite nelle zone e negli agglomerati ove il livello di uno o più inquinanti superi tali riferimenti;
- preservare da peggioramenti nelle zone e negli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti siano stabilmente al di sotto dei valori limite.

Con DGR n. 2603 del 30.11.2011 la Giunta ha deliberato l’avvio di procedimento per l’approvazione del PRIA, comprensivo della Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

Il 26 luglio 2012 si è tenuta la prima Conferenza di Valutazione, alla quale hanno partecipato i soggetti competenti in materia ambientale e gli Enti territorialmente interessati, individuati in coerenza con il D.d.u.o. 2876/12 (Allegati A e B).

La partecipazione dei soggetti e i settori del pubblico interessati all’iter decisionale (Allegato C del D.d.u.o. n. 2876/2011) è avvenuta con la convocazione del Forum pubblico nell’ambito degli Stati generali dell’aria, il 26 e 27 settembre 2012 e attraverso il sito www.statigeneralidellaria.it.


Con **DGR n. 4384 del 7.11.2012** la Giunta ha preso atto della **proposta di Piano**, unitamente alla **Proposta di Rapporto Ambientale, Sintesi non tecnica e Studio di incidenza**, pubblicati sul BURL del 13.11.2012 e depositati **fino al 07.01.2013** (termine dei 60 giorni previsti dalla normativa) per la presentazione delle osservazioni da parte del pubblico.


La proposta di Piano si articola in una componente di inquadramento normativo, territoriale e conoscitivo e in una componente di individuazione dei settori di intervento e delle relative misure da attuarsi secondo una declinazione temporale di breve, medio e lungo periodo. Si tratta di 91 misure strutturali che agiscono su tutte le numerose fonti emissive nei tre grandi settori della produzione di inquinanti atmosferici. Le misure previste sono 40 per il settore dei trasporti, 37 per l’energia e il riscaldamento, 14 per le attività agricole. Ciascuna è corredata da indicatori e analizzata sotto il profilo dei risultati attesi in termini di miglioramento della qualità dell’aria e di riduzione delle emissioni, e sotto il profilo dell’impatto sociale, dei tempi di attuazione e della fattibilità tecnico-economica.

Il 26 novembre 2012 si è svolto l’incontro con gli Enti gestori dei siti Natura 2000 ai fini della formulazione della Valutazione di incidenza.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Breseni SPA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 28 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

L'8 gennaio 2013 si sono svolti la **seconda Conferenza di Valutazione** e il **Forum pubblico conclusivo**, importanti momenti di condivisione a valle del periodo di deposito dei documenti relativi al PRIA. La fase di consultazione relativa alla proposta di Piano e di Rapporto Ambientale pertanto si è conclusa. Sulla base delle osservazioni pervenute, della valutazione di incidenza e del parere motivato dell'Autorità competente per la VAS, il Piano potrà essere aggiornato ed integrato e quindi, infine, approvato dalla Giunta secondo le tempistiche dettate dalla normativa inerente la VAS.

Con **d.d.s. 22 luglio 2013 n. 6951** "Valutazione ambientale (VAS) del Piano regionale degli interventi per la qualità dell'aria (PRIA) - formulazione del parere motivato" l'Autorità competente per la procedura di VAS- Direzione generale Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo - Struttura Fondamenti, Strategie per il governo del territorio e VAS - ha formulato **parere positivo** circa la compatibilità ambientale della proposta di Piano individuando prescrizioni e indicazioni.

Nella seduta del 6 settembre 2013, con delibera n. 593, la Giunta ha approvato definitivamente il PRIA.

2.2.3 Zonizzazione del territorio

La zonizzazione del territorio regionale è prevista 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" - che in particolare, all'art.3 prevede che le regioni e le province autonome provvedano a sviluppare la zonizzazione del proprio territorio ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente o ad un suo riesame, nel caso sia già vigente, per consentire l'adeguamento ai criteri indicati nel medesimo d.lgs.155/2010.

La Regione Lombardia con la D.G.R. 30.11.2011, n. 2605 ha messo in atto tale adeguamento della zonizzazione, revocando la precedente (varata con d.G.R n. 5290 del 2007) e presentando pertanto la ripartizione del territorio regionale nelle seguenti zone e agglomerati:

- Agglomerato di Bergamo
- Agglomerato di Brescia
- Agglomerato di Milano
- Zona A - pianura ad elevata urbanizzazione;
- Zona B - pianura
- Zona C - montagna
- Zona D - fondovalle

Gli agglomerati di Bergamo, Brescia e Milano sono individuati in base ai criteri di cui all'Appendice 1 al D.lgs. 155/2010 e caratterizzati da:

- popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure inferiore a 250.000 abitanti e densità di popolazione per km2 superiore a 3.000 abitanti;
- più elevata densità di emissioni di PM10 primario, NOX e COV;
- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione);
- alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico.


La Zona A - pianura ad elevata urbanizzazione è un'area caratterizzata da:

- più elevata densità di emissioni di PM10 primario, NOX e COV;

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 29 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione);
- alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico;

Zona B – pianura è un’area caratterizzata da:

- alta densità di emissioni di PM10 e NOX , sebbene inferiore a quella della Zona A;
- alta densità di emissioni di NH3 (di origine agricola e da allevamento);
- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica, caratterizzata da alta pressione);
- densità abitativa intermedia, con elevata presenza di attività agricole e di allevamento.

Tale ripartizione vale per tutti gli inquinanti monitorati ai fini della valutazione della qualità dell’aria, mentre per l’ozono vale l’ulteriore suddivisione della zona C in:

- Zona C1 - area prealpina e appenninica
- Zona C2 - area alpina

La Zona C - montagna è un’area caratterizzata da:

- minore densità di emissioni di PM10 primario, NOx, COV antropico e NH3;
- importanti emissioni di COV biogeniche;
- orografia montana;
- situazione meteorologica più favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- bassa densità abitativa;

e costituita, relativamente alla classificazione riferita all’ozono, da:

- Zona C1- zona prealpina e appenninica:
 - fascia prealpina ed appenninica dell’Oltrepo Pavese, più esposta al trasporto di inquinanti provenienti dalla pianura, in particolare dei precursori dell’ozono;
- Zona C2 - zona alpina:
 - fascia alpina, meno esposta al trasporto di inquinanti provenienti dalla pianura.
- Zona D - fondovalle Area caratterizzata da:
 - porzioni di territorio dei Comuni ricadenti nelle principali vallate delle zone C ed A poste ad una quota sul livello del mare inferiore ai 500 m (Valtellina, Val Chiavenna, Val Camonica, Val Seriana e Val Brembana);
 - situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (frequenti casi di inversione termica).

Nelle figure che seguono sono riportate le mappe della zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti (ad esclusione dell’ozono) e la mappa della zonizzazione per l’ozono.

Società di Progetto
Brebemi SpA



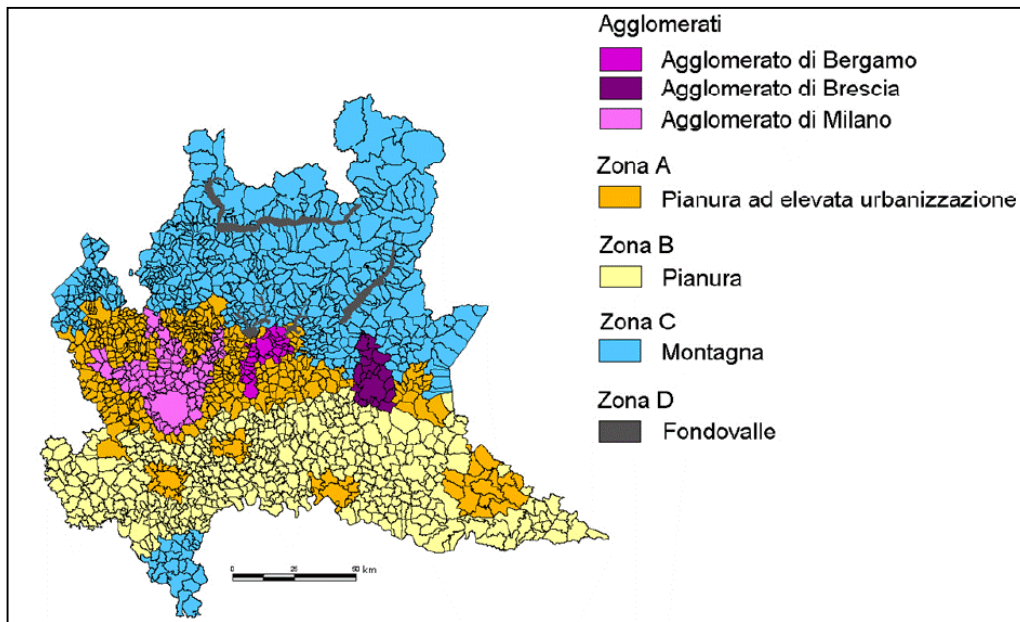



Figura 2-3 –Zonizzazione territorio regionale per tutti inquinanti (escluso Ozono)

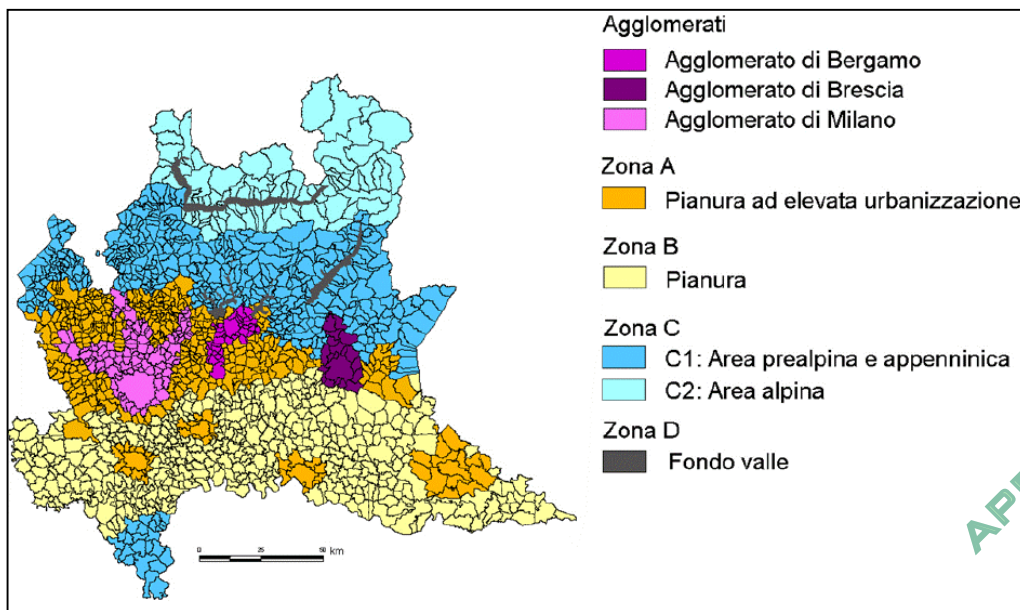


Figura 2-4 –Zonizzazione territorio regionale per Ozono

La zonizzazione della Provincia di Brescia è riportata nella figura che segue:

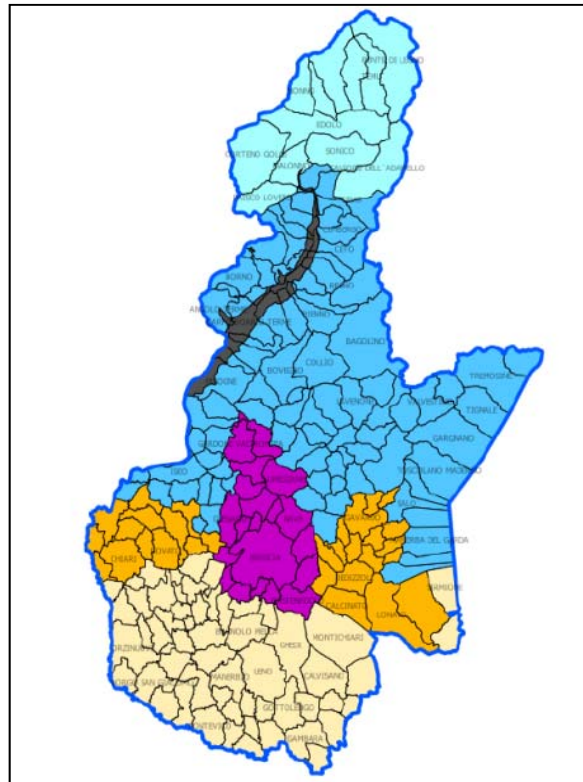


Figura 2-5 –Zonizzazione Provincia di Brescia

La classificazione dei Comuni della provincia di Brescia nell'intorno del tracciato in progetto all'interno degli agglomerati e delle zone A, B, C e D in relazione a tutti gli inquinanti, ad esclusione dell'ozono è riportata nella tabella che segue:

Comune	Provincia	Zona di appartenenza
Brescia	BS	AGG BS
Castegnato	BS	A
Castel Mella	BS	AGG BS
Ospitaletto Castegnato	BS	A
Roncadelle	BS	AGG BS
Travagliato	BS	B

La ripartizione del territorio regionale lombardo in zone e agglomerati è riportato nella tabella che segue:

Zona	Comuni	%	Residenti 2008	%	Superficie (ha)	%
A	404	26,13%	2.839.657	28,90%	441.901	18,51%
AGG BG	37	2,39%	422.629	4,30%	28.799	1,21%
AGG BS	20	1,29%	392.782	4,00%	39.752	1,67%
AGG MI	107	6,92%	3.593.025	36,57%	114.392	4,79%
B	449	29,04%	1.461.573	14,87%	748.961	31,38%
C	425	27,49%	765.626	7,79%	803.322	33,65%
D	104	6,73%	350.849	3,57%	209.826	8,78%
Regione	1546	100%	9.826.141	100%	2.386.953	100%

 Società di Progetto
Brebemi SpA

La ripartizione in zone e agglomerati per ambiti provinciali (Brescia) è esposta nella tabella che segue:

Provincia	Zona	Cumuni	Residenti 2008	Superficie (ha)
Brescia	A	30	269.638	55.476
	AGG BS	20	392.782	39.752
	B	57	310.949	113.369
	C	76	182.164	213.723
	D	23	76.555	52.509
	Totale	206	1.232.088	474.830

2.2.4 Rete di monitoraggio Arpa Lombardia

La rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA Lombardia è costituita da più di 152 stazioni fisse (tra stazioni pubbliche e stazioni private, queste ultime afferenti a grandi impianti industriali quali centrali termoelettriche, raffinerie, inceneritori) che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria).

Le specie di inquinanti monitorate in continuo sono riportate nella tabella che segue. A seconda del contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Pertanto, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Inquinante	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2.5	Benzene
Postazione di misura	42	143	59	78	75	34	27

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio rispettando i criteri di definiti dal D. Lgs. 155/2010.

Nel 2013 è stato istituito il Centro Regionale per il Monitoraggio della Qualità dell'Aria suddiviso in quattro aree territoriali che gestiscono in termini di manutenzione e analisi dati, le stazioni dell'intera rete di rilevamento ARPA. Nello specifico la suddivisione è la seguente:

- AREA NORD: Bergamo Como, Lecco, Sondrio
- AREA OVEST: Milano, Monza e Brianza, Varese
- AREA EST: Brescia, Mantova
- AREA SUD: Cremona, Lodi, Pavia

I dati forniti dalle stazioni fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne temporanee di misura mediante 10 laboratori mobili, 57 campionatori utilizzati per il rilevamento del particolato fine, oltre che altra strumentazione avanzata quale ad esempio Contatori Ottici di Particelle e analizzatori di Black Carbon.

Come periodo di riferimento della qualità dell'aria sono stati utilizzati i dati disponibili delle centraline della sottorete provinciale di Brescia nell'intorno del sito in oggetto relativamente agli anni 2012 e 2013 (fonti: Rapporti annuali sulla qualità dell'aria Anno 2013 e 2013).

Società di Progetto
Brebemi SpA

Il censimento delle stazioni ha rilevato come, a livello locale, nel raggio di circa 10 km dal tracciato siano presenti n. 4 stazioni fisse e n. 1 campagna mobile di rilevamento della qualità dell'aria appartenenti alla rete ARPA. Le caratteristiche delle stazioni sono riportate nella tabella che segue, mentre l'ubicazione delle centraline fisse e mobili è mostrata nelle figure 2-3 e 2-4.

Comune	Nome Stazione	Prov	Inquinanti Monitorati	Tipo stazione
Brescia	Broletto	BS	PM10, PM2.5, NO2, CO	Fissa
Brescia	Villaggio Sereno	BS	PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3	Fissa
Brescia	Via Ziziola	BS	NO2, SO2, CO, O3, C6H6	Fissa
Ospitaletto	Ospitaletto	BS	NO2, CO	Fissa
Rodengo Saiano	Campagna nel Comune di Rodengo Saiano	BS	SO2, NO2, O3, PM10, Benzene	Mobile

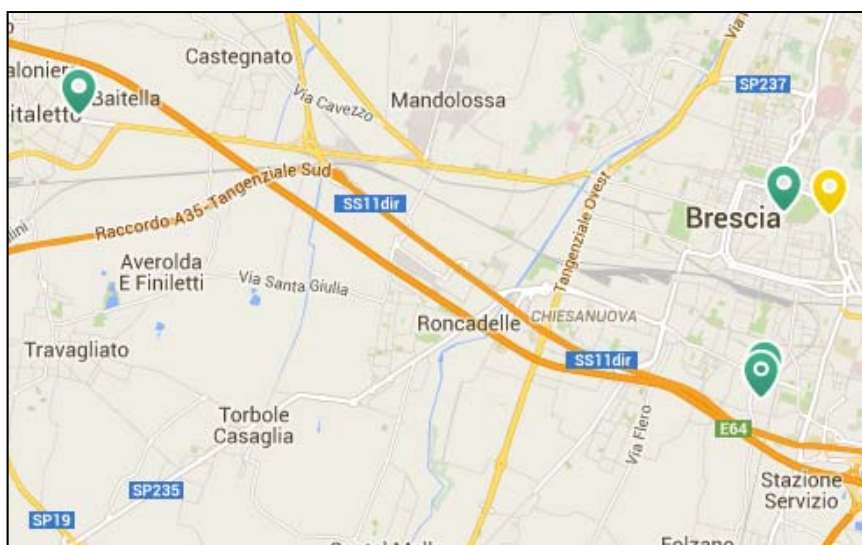


Figura 2-6 - Ubicazione stazioni fisse

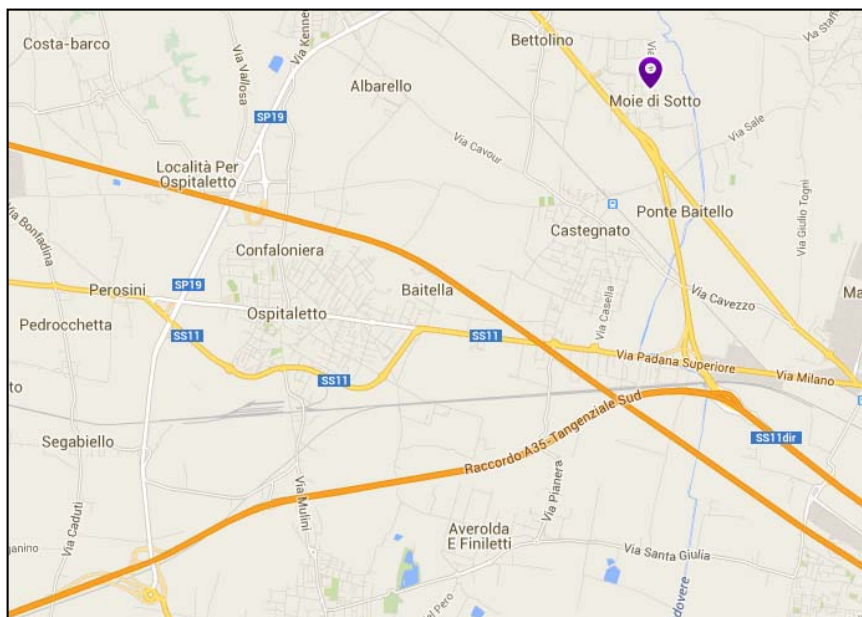


Figura 2-7 Ubicazione campagne laboratori mobili

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

I principali inquinanti aerodispersi possono essere classificati schematicamente in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli secondari. I primi vengono immessi nell'atmosfera direttamente dalle sorgenti, antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera successivamente, a seguito di reazioni

chimiche o fisiche che coinvolgono altre specie, sia primarie che secondarie. Le concentrazioni di un inquinante primario dipendono significativamente dalla distanza tra il punto di misura e le sorgenti, mentre le concentrazioni di un inquinante secondario, essendo prodotto dai suoi precursori già dispersi nell'aria ambiente, risultano in genere diffuse in modo più omogeneo sul territorio.

Nella tabella che segue sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione:


Inquinante			Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo	SO ₂	*	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto	NO ₂	*/**	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio	CO	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono	O ₃	**	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine	PM10	*/**	Insieme di particelle raccolte da un sistema con efficienza di selezione definita dalla UNI-EN12341/2001, pari a 50% per un diametro aerodinamico uguale ai 10 µm, efficienza maggiore per dimensioni inferiori, efficienza nulla per diametro aerodinamico superiore a 16 µm. E' prodotto principalmente da combustioni e per azioni meccaniche (erosione, attrito, ecc.), ma anche per processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.
Idrocarburi non Metanici / Benzene	IPA / C ₆ H ₆	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali

Tabella 2-11 - Principali sorgenti emissione per inquinanti atmosferici

L'importanza della determinazione degli inquinanti atmosferici è conseguente all'influenza che tali sostanze hanno sulla salute degli esseri viventi e sull'ambiente in generale.

Gli inquinanti atmosferici hanno effetti diversi sui vari organismi a seconda della concentrazione atmosferica, del tempo di permanenza e delle loro caratteristiche fisico-chimiche. D'altro canto anche la sensibilità di piante ed animali agli inquinanti atmosferici è differente a seconda delle peculiarità degli organismi stessi e del tempo di esposizione cui sono sottoposti. Ne consegue che la valutazione degli effetti sull'ambiente e sulla salute è complessa ed articolata.

Gli apparati più soggetti agli effetti delle sostanze immesse in atmosfera sono quelli deputati alla respirazione e alla fotosintesi. Le sostanze più dannose sono quelle di tipo gassoso e le particelle più sottili che riescono ad arrivare nelle profondità dell'apparato respiratorio e fotosintetico superando le barriere di difesa presenti nelle vie aeree superiori e negli apparati fogliari. Le patologie conseguenti possono perciò interessare i bronchi, il parenchima o la pleura così come il floema fogliare.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 35 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

La conoscenza dei meccanismi di azione degli inquinanti necessita di ulteriori approfondimenti poiché, se da un lato si hanno informazioni sugli effetti acuti provocati da una singola sostanza, dall'altro non sono ben noti gli effetti cronici delle miscele di inquinanti a concentrazioni poco elevate. D'altronde recenti indagini segnalano un aumento proprio delle patologie bronchiali e polmonari e dei danni alla vegetazione conseguenti al peggioramento degli ambienti sottoposti alla pressione antropica. Questi segnali rendono evidente l'urgenza di approfondire le relazioni tra il degrado della qualità dell'aria e l'incremento delle malattie respiratorie e di esaminare la tossicità dello smog fotochimico sulle piante.

Tuttavia è molto difficile stabilire se e in che misura l'inquinamento dell'aria è responsabile di una malattia respiratoria o della morte di una pianta. Infatti è necessario calcolare l'influsso di tutti i fattori potenzialmente influenti come l'effetto combinato della miscela di sostanze presenti in atmosfera e lo stato di salute e sociale del paziente, piuttosto che il succedersi di eventi siccitosi che possono rendere più sensibile la vegetazione a certi inquinanti.

Per misurare e caratterizzare la miscela di sostanze nocive presenti nell'aria si possono utilizzare diversi tipi di indicatore. La nicotina, ad esempio, è un indicatore molto specifico per l'intero miscuglio di sostanze tossiche prodotte dalla combustione del tabacco. Gli ossidi di azoto (NO_x) sono indicatori non specifici, nel senso che quanto più elevata è la loro concentrazione, tanto è maggiore l'inquinamento atmosferico nel suo complesso. Dagli studi epidemiologici più recenti emerge un'evidenza medica e scientifica dovuta all'esposizione al particolato fine (particelle di dimensione inferiore ai 10 µm) e ultrafine (particelle di dimensione inferiore a 0.1 µm). Il particolato atmosferico di queste dimensioni riesce a penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Si parla infatti di frazione "respirabile" per le particelle di diametro al di sotto di 10 µm, e toracica per quelle più piccole di 2.5 µm.

Il Decreto Legislativo n° 155 del 13/08/2010 ha recepito la direttiva quadro sulla qualità dell'aria 2008/50/CE, istituendo a livello nazionale un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il decreto stabilisce i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM10 e introduce per la prima volta un valore limite per il PM2.5, pari a 25 µg/m³ per l'anno 2015.

Per quest'ultimo inquinante fissa inoltre l'obiettivo di riduzione nazionale dell'esposizione: la media delle concentrazioni di PM2.5 misurate in aree urbane rappresentative dell'esposizione media della popolazione deve diminuire di una percentuale prefissata dal triennio 2008-2010 al triennio 2018-2020 anche laddove si avessero valori inferiori al valore limite.

Il decreto fissa inoltre i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di informazione per l'ozono, e i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Rispetto alla tempistica entro cui i valori limite devono essere raggiunti, conformemente a quanto previsto dalla norma europea, è introdotta la possibilità di derogare ai limiti di PM10, NO₂ e benzene per un periodo di tempo limitato, se è stato attuato un piano di risanamento secondo quanto previsto dalla norma, e, per il PM10, se sussistono condizioni meteorologiche sfavorevoli.

Società di Progetto
Brebemi SpA

E' richiesto, inoltre, che in alcune stazioni venga misurata non solo la massa del particolato atmosferico, ma anche la sua composizione, al fine di poter stimare in modo più approfondito la sua pericolosità e le dinamiche di formazione, valutando meglio il contributo delle principali sorgenti e misurando i composti tossicologicamente più rilevanti.

Il decreto stabilisce che per le zone in cui i livelli di inquinanti presenti nell'aria ambiente superano un valore limite o un valore-obiettivo, le regioni devono provvedere a predisporre piani per la qualità dell'aria, al fine di conseguire il relativo valore limite o valore-obiettivo predefinito. Per le aree, invece, in cui i livelli di inquinanti sono inferiori ai valori limite, le regioni devono adottare le misure necessarie per preservare la migliore qualità dell'aria che risulti compatibile con lo sviluppo sostenibile.

Nelle successive tabelle, da Tabella 2-12 a Tabella 2-14 sono riassunti i limiti previsti dalla normativa nazionale per i diversi inquinanti. In particolare, in tabella Tabella 2-12 sono riportati i valori limite ed obiettivo per la protezione della salute umana, in tabella Tabella 2-13 le soglie di informazione ed allarme relativa a SO₂, NO₂ ed ozono e in Tabella 2-14 sono da ultimo riportati i valori obiettivo e i livelli critici per la protezione della vegetazione.

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
SO ₂	Limite orario	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte all'anno
	Limite giornaliero	125 µg/m ³ da non superare per più di 3 giorni all'anno
NO ₂	Limite orario	200 µg/m ³ media oraria da non superare per più di 18 volte all'anno
	Limite annuale	40 µg/m ³ media annua
CO	Limite giornaliero	10 mg/m ³ come MM8
O ₃	Valore obiettivo	120 µg/m ³ come MM8 da non superarsi per più di 25 volte all'anno
PM10	Limite giornaliero	50 µg/m ³ da non superarsi per più di 35 giorni all'anno
	Limite annuale	40 µg/m ³ media annua
PM2.5	Limite annuale	25 µg/m ³ media annua (dal 2015)
Benzene	Limite annuale	5 µg/m ³ media annua
B(a)P	Valore obiettivo	1 ng/m ³ media annua
As	Valore obiettivo	6 ng/m ³ media annua
Cd	Valore obiettivo	5 ng/m ³ media annua
Ni	Valore obiettivo	20 ng/m ³ media annua
Pb	Limite annuale	0.5 µg/m ³ media annua

Tabella 2-12 - Obiettivi e limiti di legge per la protezione della salute umana (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

Inquinante	Tipo di soglia	Valori soglia
SO ₂	Soglia di allarme	500 µg/m ³ misurata su tre ore consecutive
NO ₂	Soglia di allarme	400 µg/m ³ misurata su tre ore consecutive
O ₃	Soglia di Informazione	180 µg/m ³ media oraria
	Soglia di allarme	240 µg/m ³ media oraria

Tabella 2-13 - Soglie di allarme ed informazione (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

Inquinante	Criticità o obiettivi	Valori
SO ₂	Livello critico annuale	20 µg/m ³
	Livello critico invernale (1 ott – 31 mar)	20 µg/m ³
Ossidi di Azoto	Livello critico annuale	30 µg/m ³ di NOx
Ozono	Protezione della vegetazione	AOT40 18.000 µg/m ³ ·h come media su 5 anni AOT40 calcolato dal 1 maggio al 31 luglio
	Protezione delle foreste	AOT40 18.000 µg/m ³ ·h come media su 5 anni AOT40 calcolato dal 1 aprile al 30 settembre

Tabella 2-14 - Valori obiettivo e livelli critici per la protezione della vegetazione

APPROVATO SDP

 Società di Progetto
Brebemi SpA

2.2.4.1 Stazioni fisse

Nel seguito si analizzano le concentrazioni ed i trend dei vari inquinanti e si confrontano con i limiti di legge. Tutti i dati utilizzati per le elaborazioni relativi a SO₂, CO, ossidi di azoto, C₆H₆ e O₃, anche riferiti ad anni precedenti al 2013 e 2012, sono normalizzati secondo fattori di conversione calcolati in condizioni standard (20°C - 101.3 kPa).

Biossido di Zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas la cui presenza in atmosfera è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo, quali carbone, petrolio e derivati. Per quanto riguarda il traffico veicolare, che contribuisce alle emissioni solo in maniera secondaria, la principale sorgente di biossido di zolfo è costituita dai veicoli con motore diesel. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio al gas naturale le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

Nella Tabella 2-15 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010.

Stazione	Anno	Dati sintesi		D. Lgs. 155/2010	
		Rendimento (%)	Media annua (µg/m ³)	N° sup. media 1h > 350 µg/m ³ (limite: non più di 24 volte/anno)	N° sup. media 24h > 125 µg/m ³ (limite: non più di 3 volte/anno)
Villaggio Sereno	2012	91	5,4	0	0
	2013	91	3,8	0	0

Tabella 2-15 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Dai risultati esposti nella tabella sopra riportata, il valore della concentrazione media annua risulta abbondantemente al di sotto dei limiti normativi.

Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti mensili del Biossido di Zolfo rilevati presso la postazione di Villaggio Sereno a Brescia.

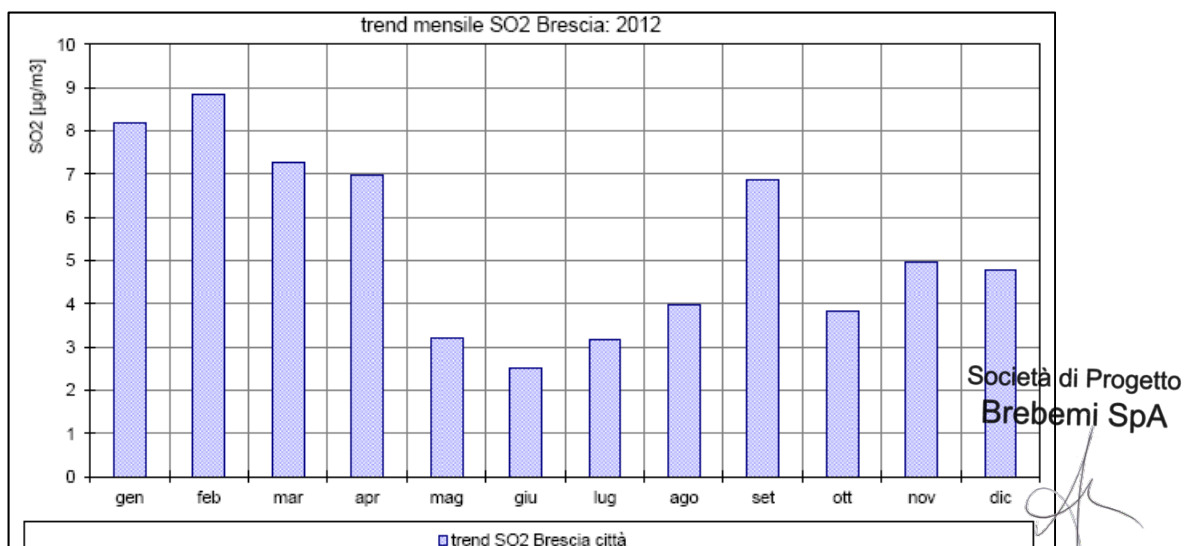


Figura 2-8 - Andamento trend mensile SO₂ stazione Villaggio Sereno Anno 2012

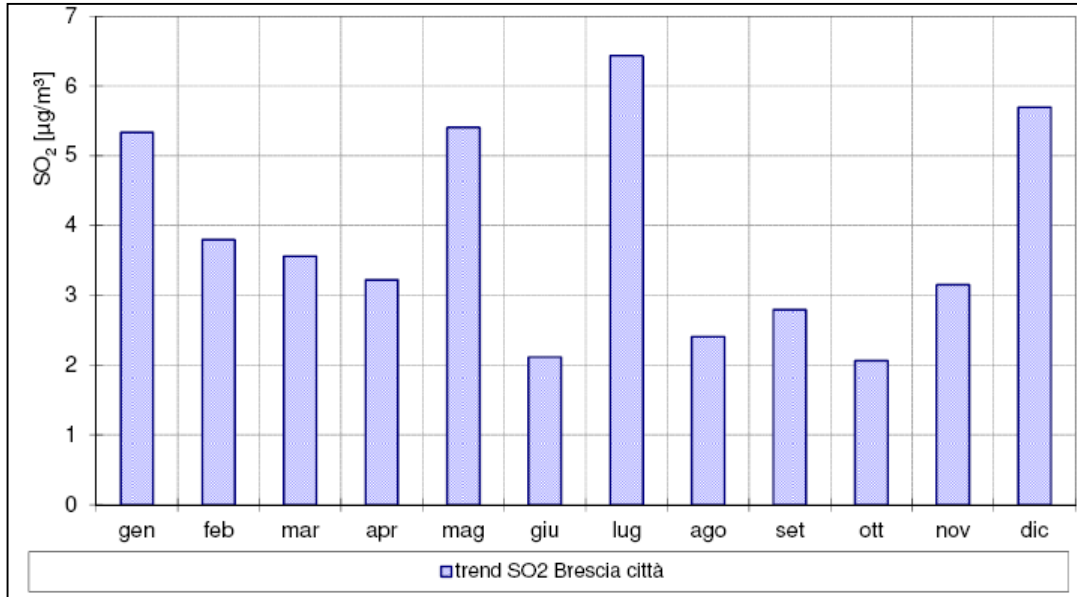


Figura 2-9 - Andamento trend mensile SO2 stazione Villaggio Sereno Anno 2013

Nella successiva figura è riportato il trend annuale delle concentrazioni di SO2 relativo alla stazione Villaggio Sereno.

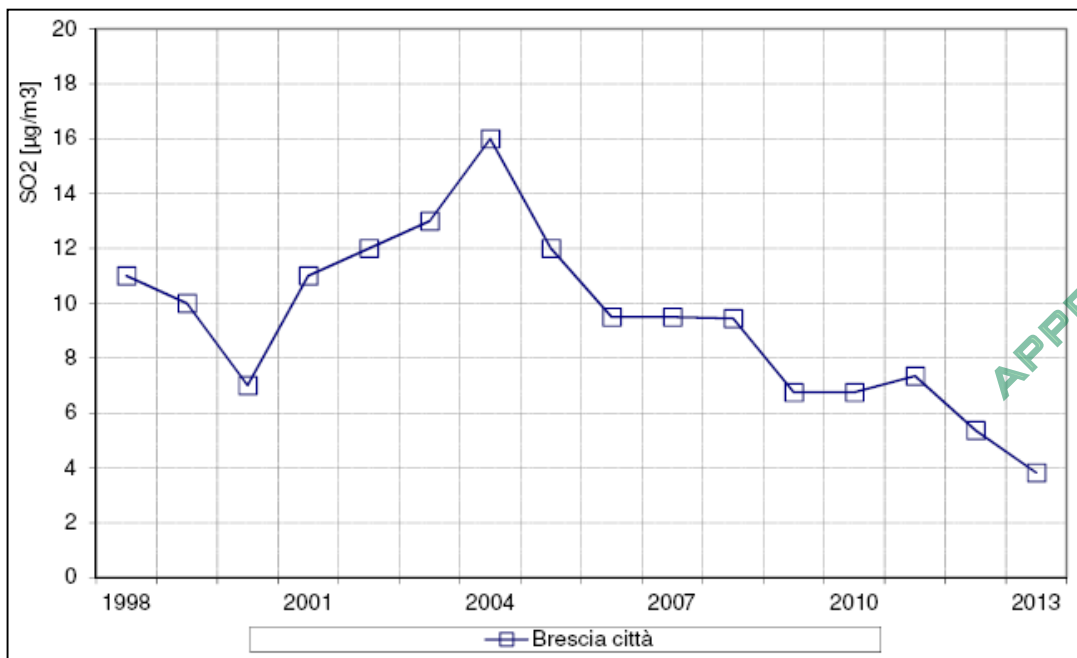


Figura 2-10 - Andamento trend annuale SO2 stazione Villaggio Sereno

Come si osserva nel grafico l'andamento della concentrazione di SO2 ha subito una diminuzione costante nel corso degli anni.

Ossidi di Azoto (NOx)

Gli ossidi di azoto in generale (NOx), vengono prodotti durante i processi di combustione a causa della reazione che, ad elevate temperature, avviene tra l'azoto e l'ossigeno contenuto nell'aria. Pertanto tali ossidi vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza,

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDR

ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

L'NO₂ è un inquinante perlopiù secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell'NO, relativamente poco tossico.

Nella Tabella 2-16 sono riportati i livelli misurati e confrontati con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010.

Stazione	Anno	Rendimento (%)	NO ₂ Protezione della salute umana D. Lgs. 155/2010		NO _x Protezione degli ecosistemi D. Lgs. 155/2010
			media 1h > 200 mg/m ³ (limite: non più di 18 volte/anno)	Media anno (limite: 40 µg/m ³)	Media anno (limite: 30 µg/m ³)
BS Broletto	2012	100	2	43	n.a.
	2013	99	0	42	n.a.
BS Ziziola	2012	98	0	39	n.a.
	2013	97	4	36	n.a.
BS Villaggio Sereno	2013	91	0	38	n.a.
Ospitaletto	2012	97	0	41	n.a.
	2013	97	0	38	n.a.

Tabella 2-16 - Informazioni di sintesi NO_x e confronto dei valori misurati con la normativa (n.a. non applicabile: non sono calcolati i parametri relativi alla protezione degli ecosistemi perché tali stazioni non corrispondono alle prescrizioni dell'All. III paragrafo 3 punto 2 del D. Lgs. 155/2010)

Dai risultati esposti nella tabella sopra riportata, si evince che:

- la concentrazione media oraria risulta abbondantemente al di sotto dei limiti normativi;
- la concentrazione media annua rimane al di sopra del limite di riferimento (con uno scarto entro il 10%) per tutte le centraline in entrambi gli anni di osservazione. Nel 2013 i dati rilevati dalla centralina di BS Ziziola e Ospitaletto risultano conformi ai limiti legislativi;
- per le centraline non sono calcolati parametri relativi alla protezione degli ecosistemi perché tali stazioni non corrispondono alle prescrizioni dell'All. III paragrafo 3 punto 2 del D. Lgs. 155/2010.

Di seguito si riporta l'andamento dei valori medi, minimi e massimi registrati mensilmente in Provincia di Brescia negli anni presi a riferimento (2012 e 2013).

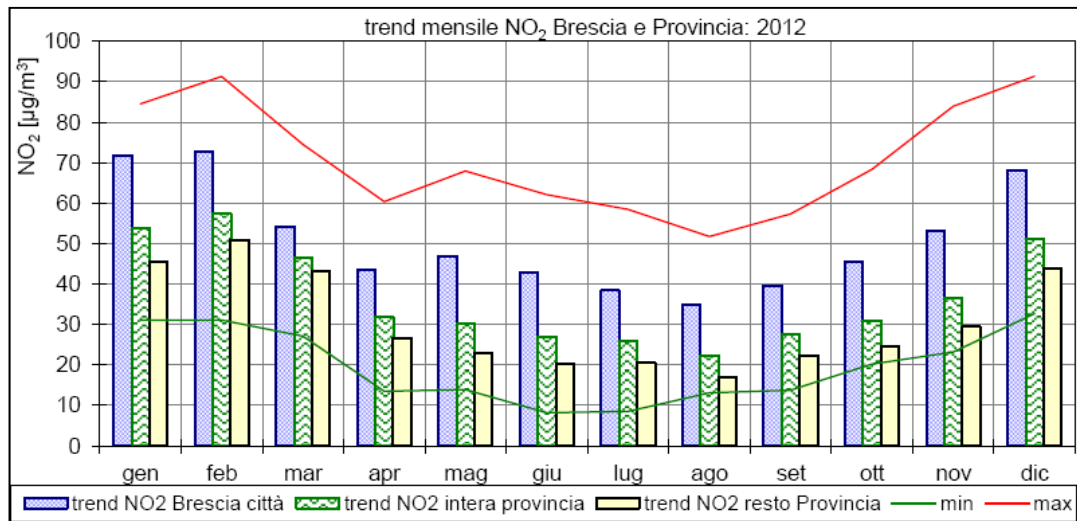


Figura 2-11 - Andamento mensile biossido di azoto rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2012

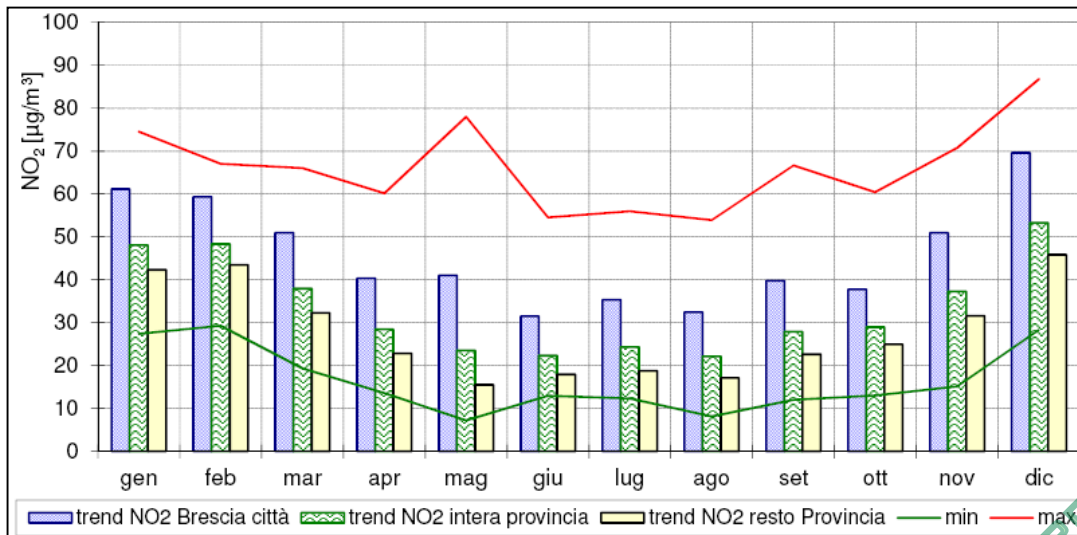


Figura 2-12 - Andamento mensile biossido di azoto rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2013

I due grafici mostrano un andamento simile nei due anni di osservazione. Risulta evidente un picco nelle concentrazioni coincidente con i mesi più freddi dove le caratteristiche diffusive dell'atmosfera favoriscono l'accumulo di inquinanti; nel periodo tra marzo e fine agosto il livello di inquinamento scende costantemente fino a raggiungere il minimo in coincidenza con la chiusura estiva delle industrie e soprattutto con la riduzione del volume di traffico.

Nella successiva figura è riportato il trend annuale delle concentrazioni di NO₂ relativo alla Provincia di Brescia.

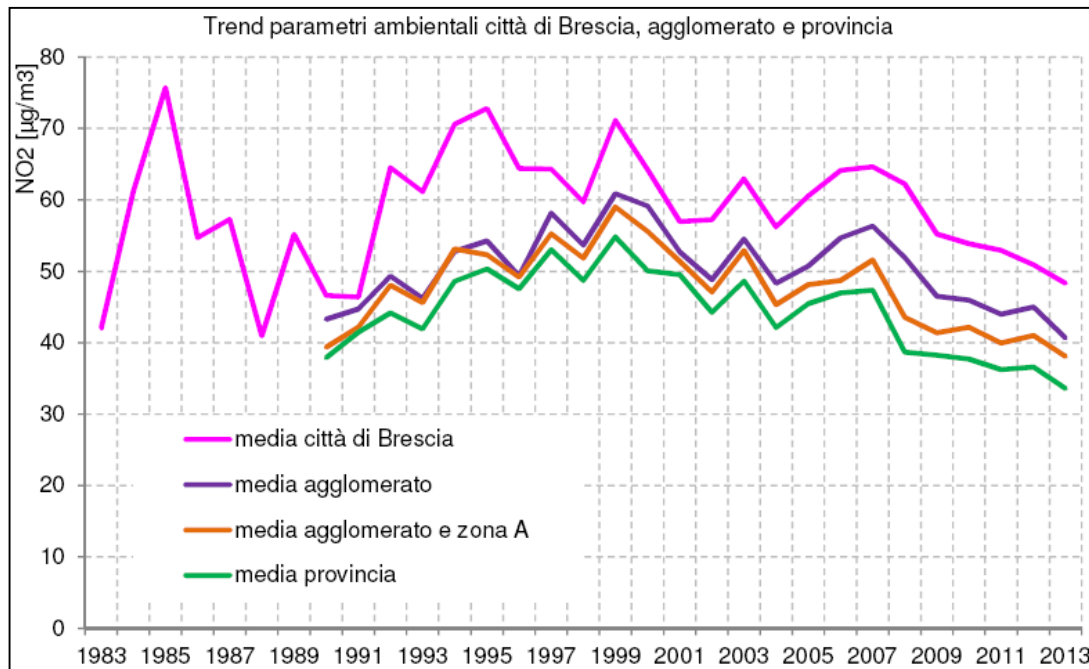


Figura 2-13 - Andamento annuale biossido di azoto rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas risultante da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, e da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina.

Nella tabella che segue sono riportati i livelli misurati e confrontati con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010.

Stazione	Anno	Dati sintesi			
		Rendimento (%)	Media annua (mg/m³)	Max Media 8h (mg/m³)	N° sup. media mobile 8 h > 10 mg/m³
BS Broletto	2012	98	0,5	2,4	0
	2013	96	0,5	3,3	0
BS Ziziola	2012	97	0,6	2,5	0
	2013	97	0,5	2,7	0
Ospitaletto	2012	98	0,6	2,7	0
	2013	97	0,5	1,8	0

Tabella 2-17 - Informazioni di sintesi CO e confronto dei valori misurati con la normativa

 Società di Progetto
Brebemi SpA

Per tutte le stazioni prese in esame il valore della concentrazione media mobile, resta abbondantemente al di sotto dei limiti di legge.

Di seguito si riporta l'andamento mensile di CO rilevato presso le postazioni della Provincia di Brescia negli anni presi a riferimento (2012 e 2013).

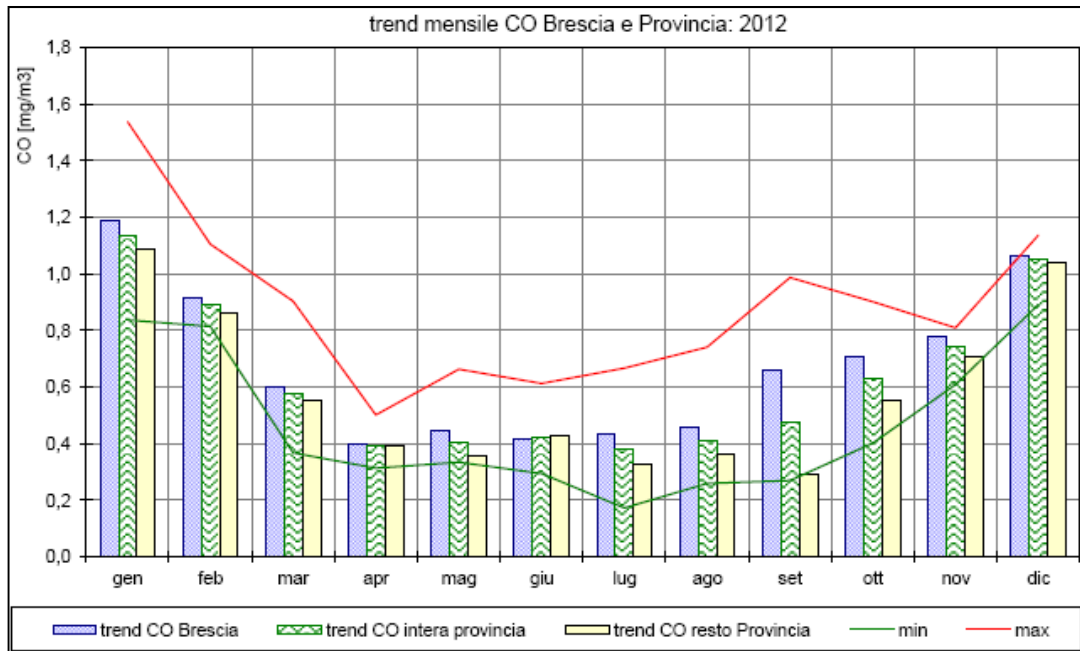


Figura 2-14 - Andamento mensile CO rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2012

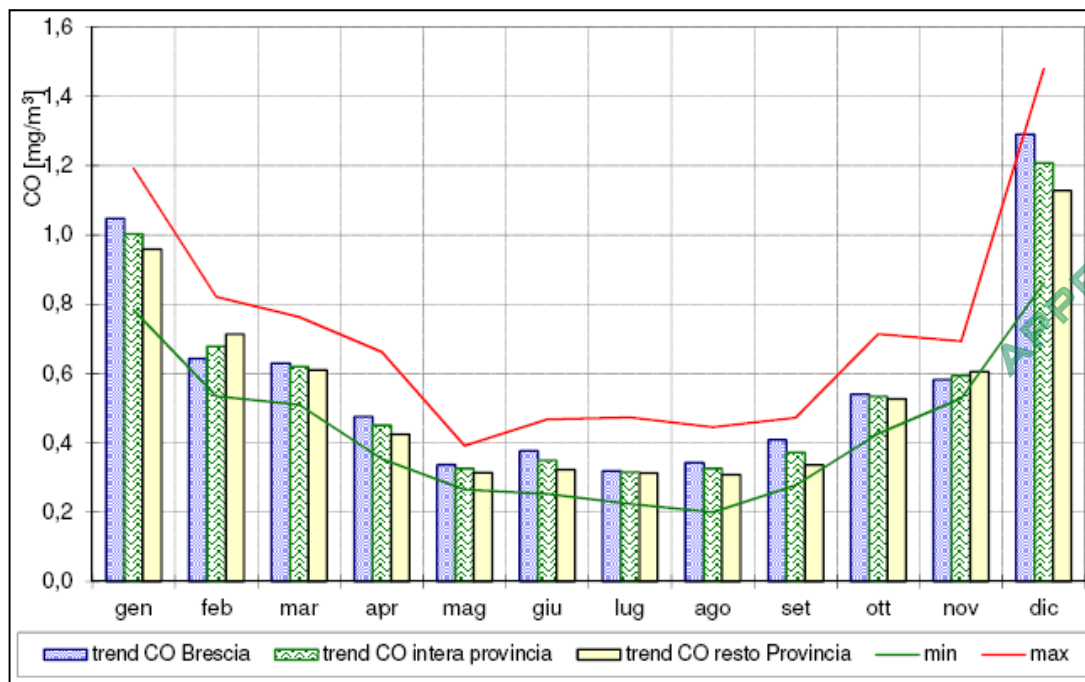


Figura 2-15 - Andamento mensile CO rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2013

Nella successiva figura è riportato il trend annuale delle concentrazioni di CO relativo alla Provincia di Brescia.

Società di Progetto
Brebemi SpA

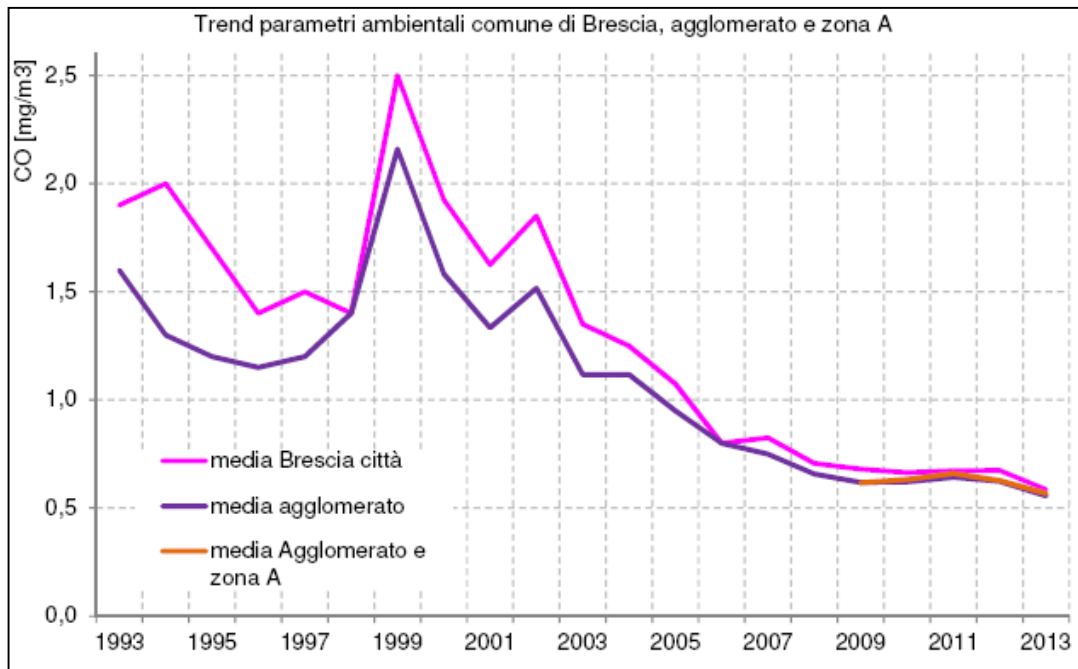


Figura 2-16 - Andamento annuale CO rilevato presso le postazioni di Brescia città, agglomerato e zona A

Ozono (O₃)

L'ozono è un inquinante secondario, che non ha quindi sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), favorite dalle alte temperature e dal forte irraggiamento solare. Tali reazioni portano alla formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrito (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico.

Nella tabella che segue sono riportati i livelli misurati e confrontati con i valori di riferimento definiti dal D. Lgs. 155/2010.

Stazione	Anno	Dati sintesi		Giorni di supero della soglia di informazione (180 µg/m ³)	Giorni di supero della soglia di allarme (240 µg/m ³)
		Rendimento (%)	Media annua (µg/m ³)		
BS Villaggio Sereno	2012	--	--	--	--
	2013	89	48	16	0
BS Ziziola	2012	97	46	4	0
	2013	99	47	12	0

 Tabella 2-18 - Informazioni di sintesi O₃ e confronto dei valori misurati con la normativa

In Tabella 2-19 è riportato il confronto con i valori bersaglio e gli obiettivi definiti dal D. Lgs. 155/2010. Società di Progetto
Brebemi SpA

L'AOT40 (*Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb*) è la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (40 ppb) e 80 µg/m³ rilevate da maggio a luglio in orario 8:00 - 20:00, ora solare dell'Europa centrale (CET). Il valore obiettivo è 18.000 µg/m³*h come media su 5 anni.

Viene riportato anche il calcolo dell'indicatore SOMO35 (*Sum Of Means Over 35*) per l'Ozono. SOMO35 è la somma, calcolata per tutti i giorni dell'anno, delle eccedenze, al di sopra del valore di cut-off di 35 ppb, del massimo giornaliero delle medie su 8 ore. Tale indicatore, la cui valutazione non costituisce un obbligo di legge, è stato applicato dal programma CAFE (Amann et al., 2005) per il calcolo degli effetti sanitari attribuibili all'ozono.

Stazione	Anno	Protezione salute umana		Protezione vegetazione		SOMO35 µg/m ³ *gior no
		Media 8h > 120 µg/m ³ (max 25 gg/anno)	Media 8h >120 (µg/m ³) mediando su ultimi 3 anni (max 25 gg)	AOT40 mag-lug ultimi 5 anni (limite: 18 mg/m ³ *h)	AOT40 mag-lug (mg/m ³ *h)	
BS Villaggio Sereno	2012	--	--	--	--	--
	2013	69	(*)	(*)	36,6	9167
BS Ziziola	2012	54	59	30,1	26,4	6879
	2013	61	65	30,8	33,1	7542

Tabella 2-19 - Confronto con i valori bersaglio e gli obiettivi definiti dal D. Lgs. 155/10 (*: per questo punto è disponibile un solo anno di dati)

Sulla base dei dati riportati nelle tabelle, per la stazione monitorata, si possono fare le seguenti considerazioni:

- la soglia di informazione è stata superata per 16 giorni nell'anno 2013;
- il livello di allarme rimane rispettato durante tutto l'arco di tempo monitorato;
- non si sono registrati superamenti del limite massimo giornaliero per la protezione della vegetazione.

Di seguito si riporta l'andamento mensile di O₃ rilevato presso le postazioni della Provincia di Brescia negli anni presi a riferimento (2012 e 2013).

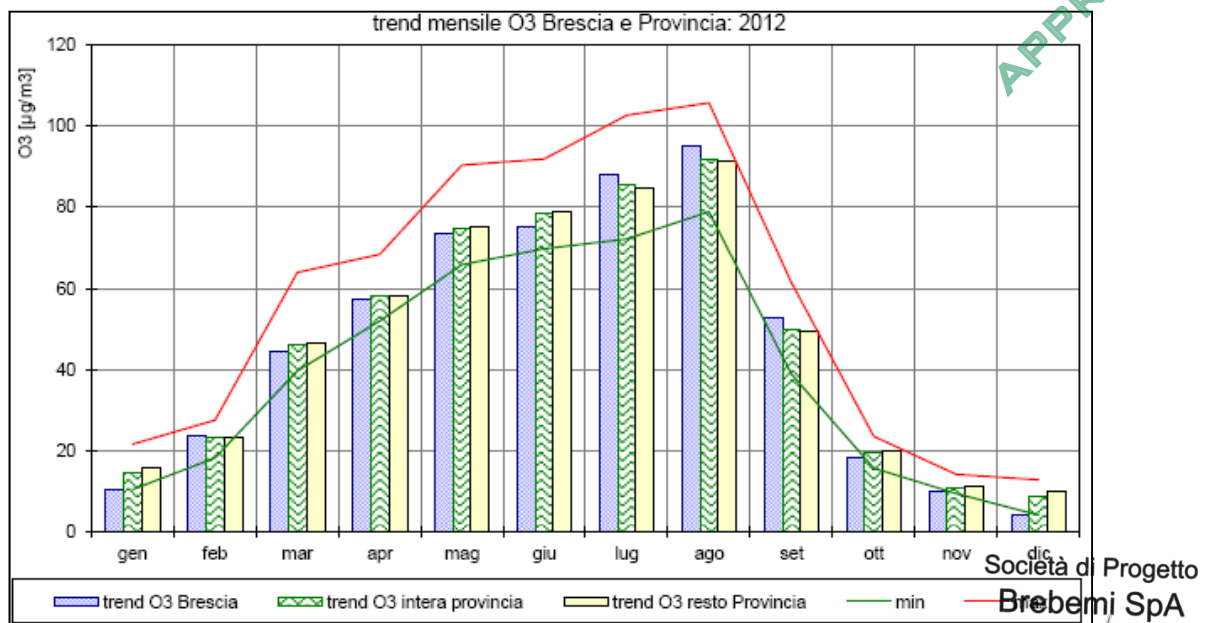


Figura 2-17 - Andamento mensile O₃ rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2012

Società di Progetto
Brebemi SpA

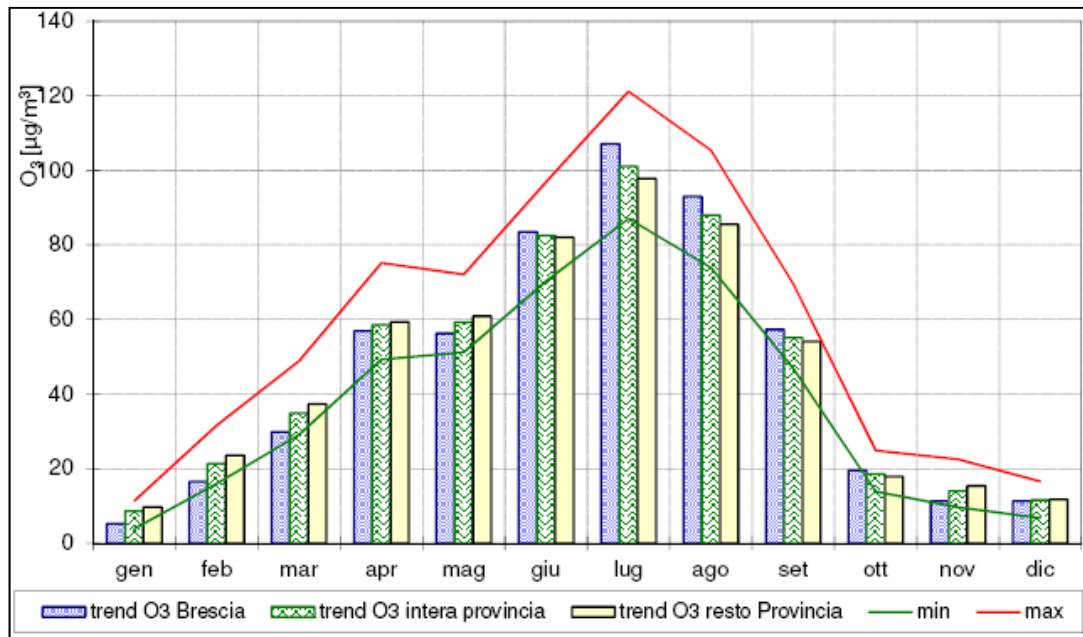


Figura 2-18 – Andamento mensile O3 rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2013

Come si può notare dai grafici sopra riportati, la concentrazione media giornaliera sale vistosamente durante i mesi caldi tra Aprile e Settembre. Le condizioni per la formazione di ozono presuppongono infatti l'intervento della radiazione solare che, in presenza di particolari composti come NOx e i COV, funziona da catalizzatore nella produzione dell'inquinante stesso.

Nella successiva figura è riportato il trend annuale delle concentrazioni di O3 relativo alla Provincia di Brescia.

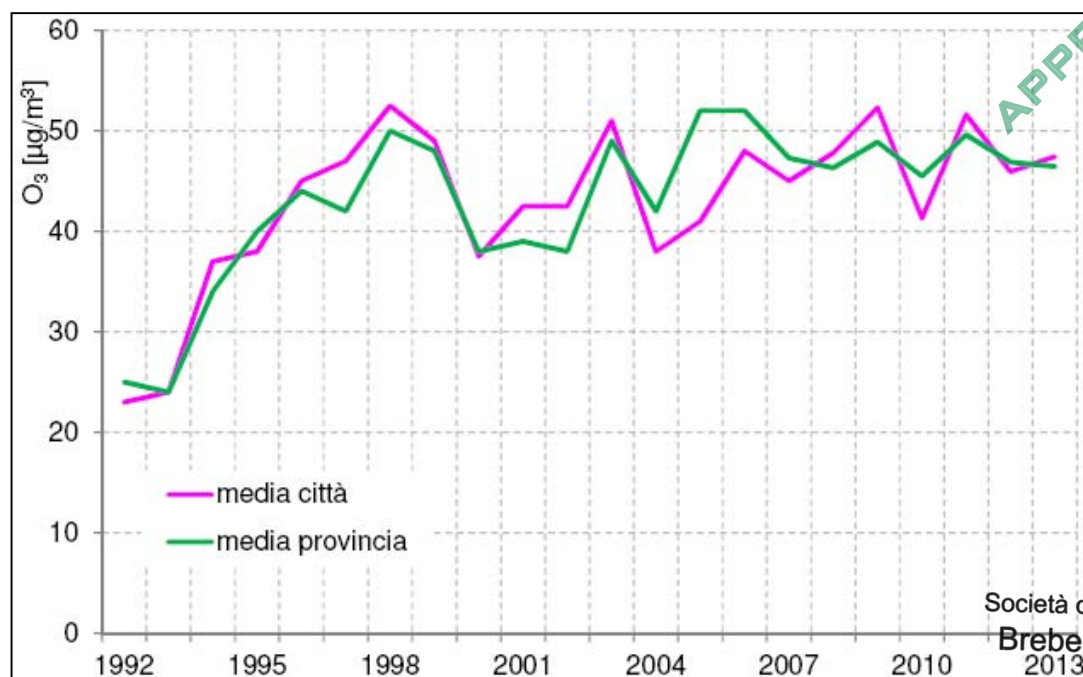


Figura 2-19 - Andamento annuale O3 rilevato presso le postazioni di Brescia città e Provincia

Benzene (C₆H₆)

Il benzene (C₆H₆) è il più comune e largamente utilizzato degli idrocarburi aromatici. Viene sintetizzato a partire dal petrolio e utilizzato in svariati processi industriali come solvente, come antidetonante nella benzina e come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi.

La maggior parte del benzene presente nell'aria deriva da combustione incompleta di combustibili fossili: le principali fonti di emissione sono il traffico veicolare (soprattutto da motori a benzina) e diversi processi di combustione industriale.

Nella tabella che segue sono riportati i livelli misurati e confrontati con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010.

Stazione	Anno	Dati di sintesi Rendimento(%)	Protezione salute umana media anno (limite: 5 µg/m ³)
BS Via Ziziola	2012	93	1,9
	2013	88	1,8

Dai risultati esposti nella tabella sopra riportata, il valore della concentrazione media annua risulta abbondantemente al di sotto dei limiti normativi.

Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti mensili e trend annuale del Benzene per la città di Brescia.

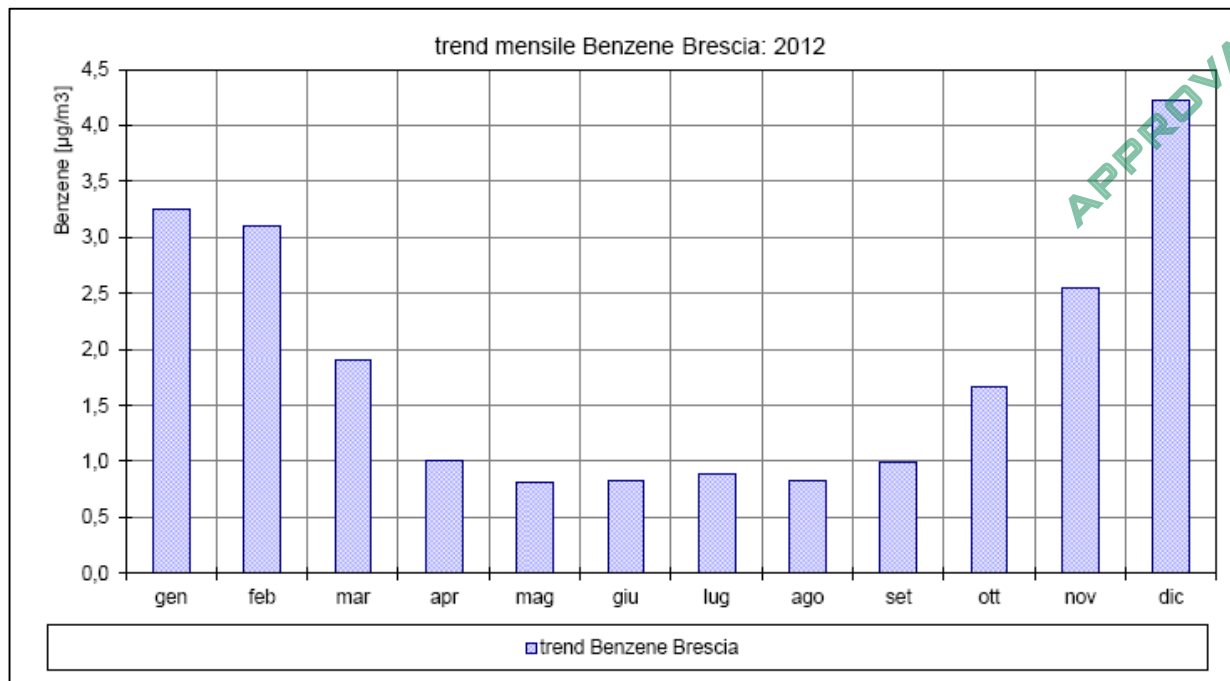


Figura 2-20 - Andamento mensile Benzene stazione Via Ziziola Brescia Anno 2012 Società di Progetto
Brebemi SpA



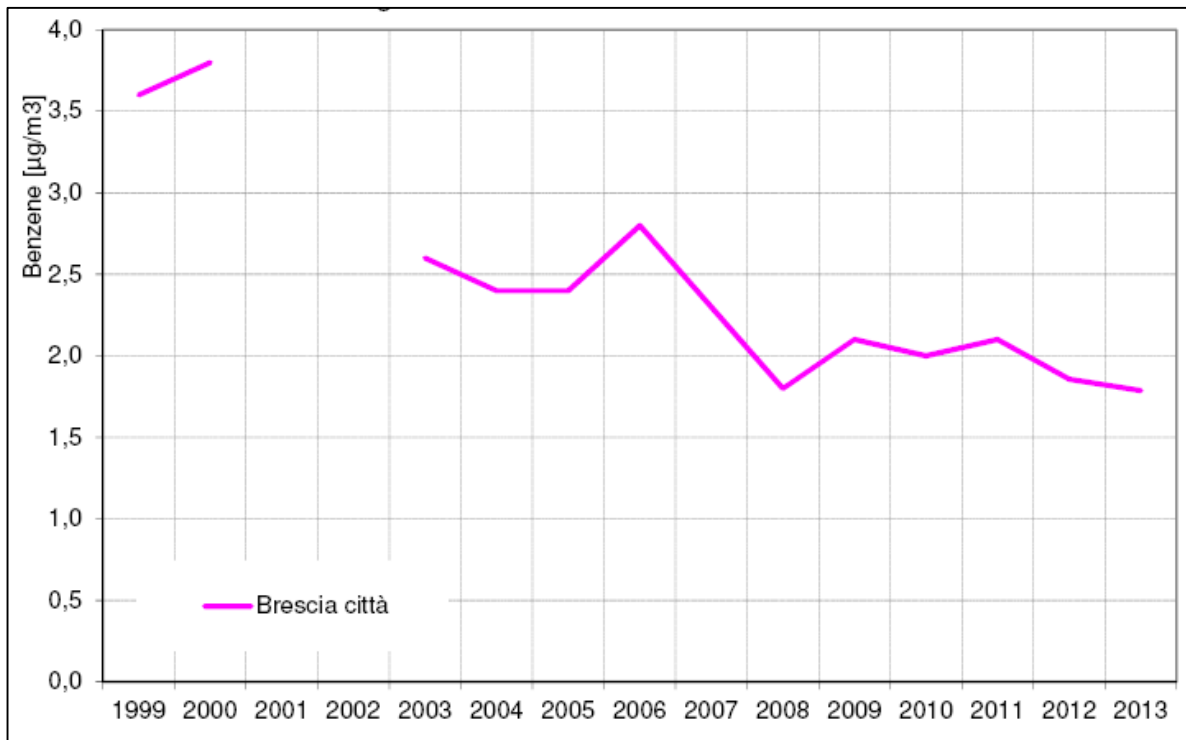


Figura 2-21 – Trend media annuale Benzene

Particolato atmosferico aerodisperso

Il particolato atmosferico aerodisperso è costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido, esclusa l'acqua, presenti in sospensione nell'aria per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Tali particelle possono avere diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e fisiche.

Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali); non vanno tuttavia trascurati i fenomeni di risospensione causati dalla circolazione dei veicoli, le attività di cantiere e alcune attività agricole.

Considerata la normativa europea (UNI EN12341/2001), si definisce PM10 la frazione di particelle raccolte con strumentazione avente efficienza di selezione e raccolta stabilita dalla norma e pari al 50% a 10 µm (diametro aerodinamico). In modo del tutto analogo viene definito il PM2.5 (UNI EN14907/2005).

La legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle medie annuali per il PM10 e per il PM2.5 e il valore limite sulla concentrazione giornaliera per il PM10.

La tabella che segue riporta la casistica degli episodi acuti di inquinamento atmosferico, intesi come situazioni di superamento del limite orario o giornaliero (ove previsto) verificatisi nell'intero anno nelle singole postazioni.

Società di Progetto
Bressem SPA



Stazione	Anno	Dati sintesi	Protezione salute umana	
		Rendimento (%)	Media annua Limite (40 µg/m³)	n. superamento limite giornaliero (50 µg/m³) <35
BS Broletto	2012	99	41	94
	2013	99	35	71
BS Villaggio Sereno	2012	97	40	106
	2013	91	39	83

Tabella 2-20 - Informazioni di sintesi PM10 e confronto dei valori misurati con la normativa

Sulla base dei dati sopra riportati, per la stazione monitorata, si possono fare le seguenti considerazioni:

- il livello medio annuale viene superato in entrambe le stazioni nell'anno 2012;
- il numero di superamenti limite giornalieri viene superato in entrambe le stazioni per i due anni di osservazione.

Di seguito si riporta l'andamento mensile di PM10 rilevato presso le postazioni della Provincia di Brescia negli anni presi a riferimento (2012 e 2013).

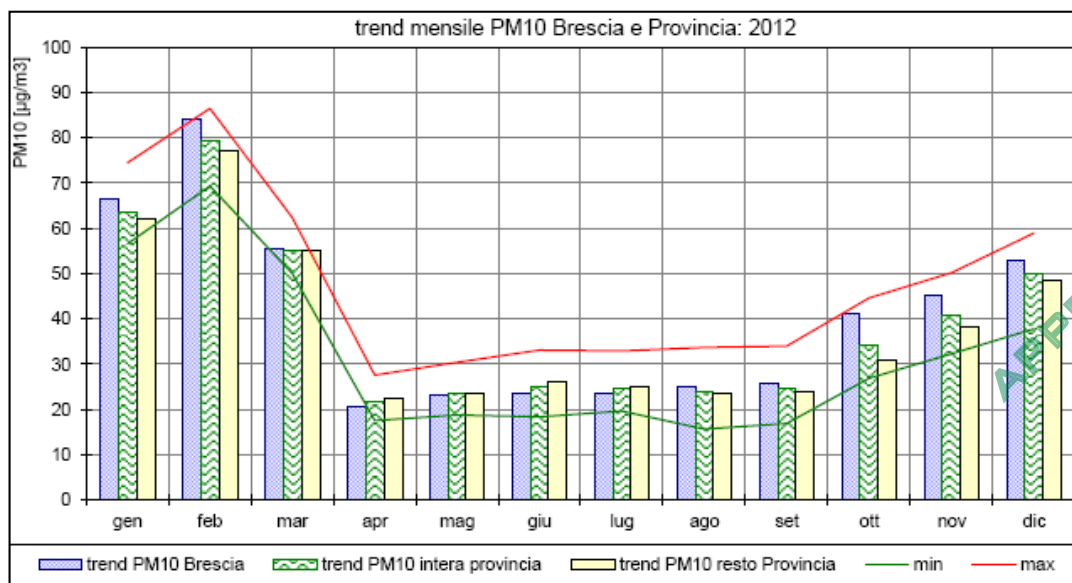


Figura 2-22 - Andamento mensile PM10 rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2012

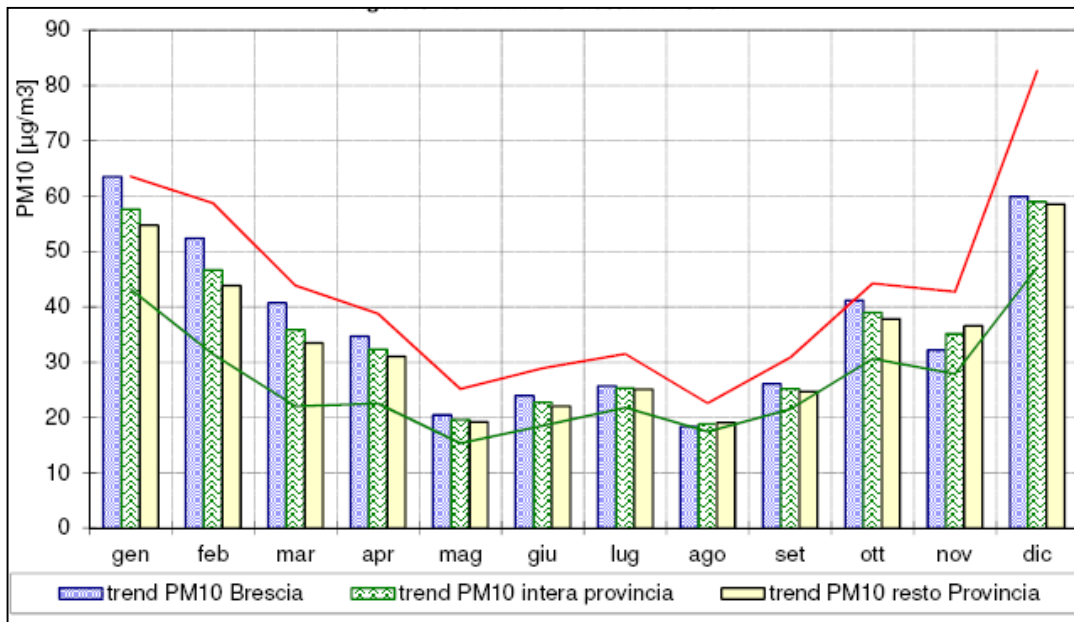


Figura 2-23 - Andamento mensile PM10 rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2013

Dalle figure sopra riportate si nota come le concentrazioni più alte di PM10 si rilevano durante i mesi invernali, in coincidenza dell'accensione degli impianti di riscaldamento. Inoltre le condizioni di stabilità atmosferica tipiche di questo periodo tendono ad aggravare questa situazione causando la persistenza di valori elevati per diversi giorni.

E' ragionevole pensare che in entrambe le stazioni, situate in una zona urbana, il contributo del traffico veicolare si sommi a quello degli impianti termici di origine civile, a riprova di questo fatto i valori minimi si registrano durante i mesi estivi, dove allo spegnimento degli impianti civili si sovrappone la diminuzione del traffico.

Nella successiva figura è riportato il trend annuale delle concentrazioni di PM10 relativo alla Provincia di Brescia.

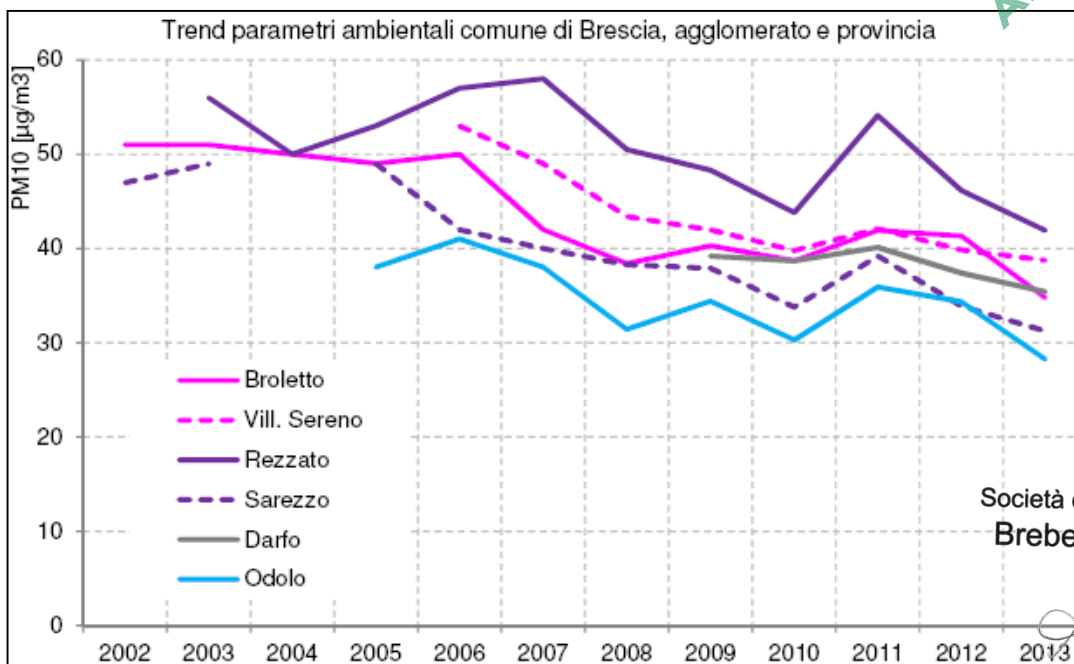


Figura 2-24 - Andamento annuale PM10 rilevato presso le postazioni di Brescia città, agglomerato e Provincia

Società di Progetto
Brebemi SpA

Per quanto concerne il PM2.5, come già accennato, il D. Lgs. 155/10 ha introdotto il valore limite sulla media annuale pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1/01/2015. Ai fini del conseguimento del valore obiettivo, la normativa vigente stabilisce dei valori di obiettivo di avvicinamento a partire dal 2008. Veniva infatti permesso, al 2008, un superamento del valore obiettivo del 20% (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$): tale valore è stato uniformemente ridotto anno per anno fino a conseguire il valore obiettivo nel 2015. I relativi valori obiettivo sono sintetizzati nella tabella che segue:

Anno	Valore obiettivo PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
2008	30
2009	29
2010	29
2011	28
2012	27
2013	26
2014	26
2015	25

Nella tabella che segue si riporta la media annuale relativa alle stazioni e agli anni di interesse (2012 e 2013)

Stazione	Anno	Rendimento (%)	Media annua Limite (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
BS Broletto	2012	--	-- (*)
	2013	34	25 (*)
BS Villaggio Sereno	2012	98	30
	2013	85	31

Tabella 2-21 - Informazioni di sintesi PM2.5 e confronto dei valori misurati con la normativa (*= la misura è funzione dalla fine del mese di Agosto 2013)

Di seguito si riporta l'andamento mensile di PM10 rilevato presso le postazioni della Provincia di Brescia negli anni presi a riferimento (2012 e 2013).

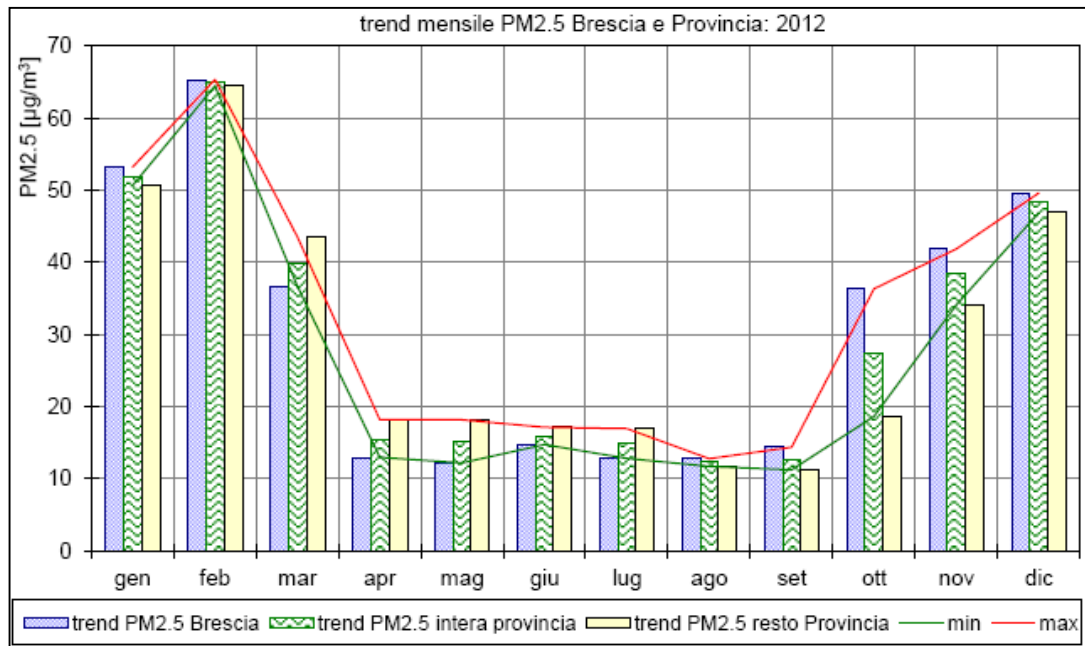


Figura 2-25 - Andamento mensile PM10 rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2012

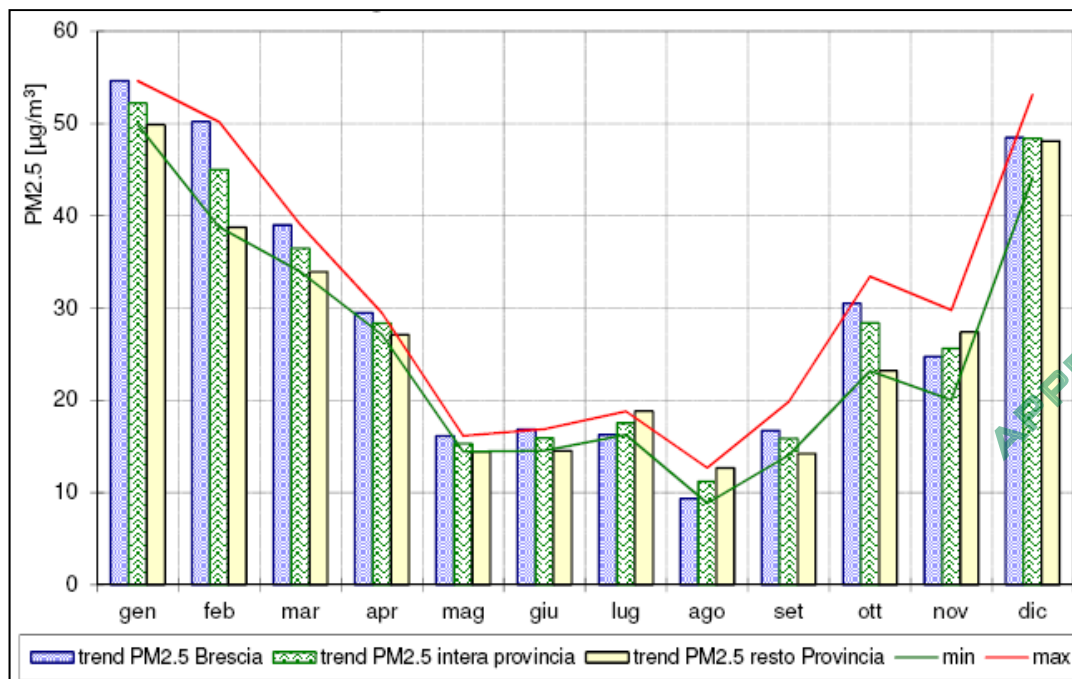


Figura 2-26 - Andamento mensile PM10 rilevato presso le postazioni di Brescia città e provincia Anno 2013

Nella successiva figura è riportato il trend annuale delle concentrazioni di pm2.5 relativo alla Provincia di Brescia.

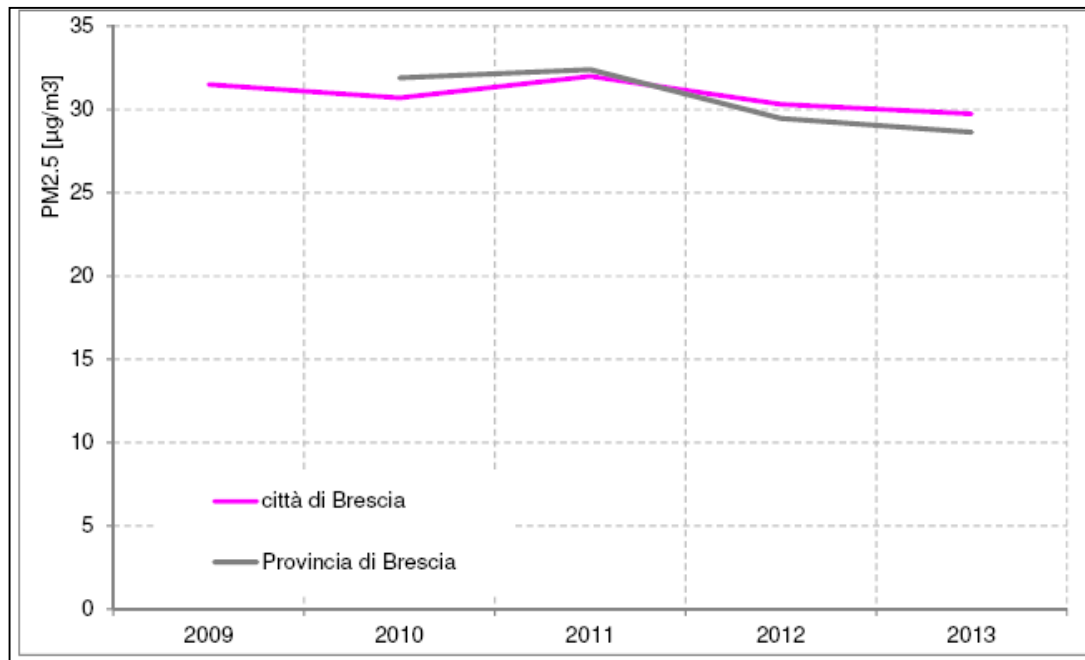


Figura 2-27 - Andamento annuale PM2.5 rilevato presso le postazioni di Brescia e Provincia

Benzo(a)pirene nel PM10

Tra gli IPA è normato il solo Benzo(a)pirene (B(a)P), per il quale è stabilito un limite di 1 ng/m³ per la concentrazione media annuale. La concentrazione di IPA misurata varia in funzione della stagione: essendo composti ad elevata volatilità le concentrazioni maggiori si misurano nella stagione invernale.

In Lombardia la rete di misura per il B(a)P è stata attivata a partire da aprile 2008 (secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/07; attualmente la normativa di riferimento è il D. Lgs. 155/2010), ed è stata integrata nel 2012 con il sito di Bergamo Meucci. Attualmente comprende i seguenti siti:

Zona (ai sensi della d.G.R 2605/11)	Siti di misura
Agglomerati urbani	Milano Senato, Milano Pascal, Meda, Brescia Villaggio Sereno, Bergamo Meucci
A	Mantova S. Agnese, Varese Copelli, Magenta, Casirate d'Adda
B	Soresina, Schivenoglia
C	Moggio
D	Darfo, Sondrio via Paribelli

Tabella 2-22 - Siti di misura del benzo(a)pirene in Lombardia

Nella tabella che segue sono riportati i dati misurati a partire dal 2009 nelle stazioni riportate nella tabella precedente:

Stazioni	Zona	Media Annuale [Valore obiettivo: 1 ng/m ³]				
		2009	2010	2011	2012	2013
Milano-Senato	Agg. MI	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3
Milano-Pascal	Agg. MI	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4
Meda	Agg. MI	1,3	0,9	1,2	1,1	1,4
Bergamo-Meucci	Agg. BG	-	-	-	0,6	0,4
Brescia-V. Sereno	Agg. BS	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
Mantova-S. Agnese	A	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5
Varese-Copelli	A	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Magenta	A	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5
Casirate d'Adda	A	0,6	0,6	0,9	0,8	0,5
Soresina	B	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4
Schivenoglia	B	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4
Moggio	C	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1
Sondrio-Paribelli	D	1,1	0,7	1,1	1,3	1,8
Darfo	D	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4

Tabella 2-23 - Valori medi annuali di benzo(a)pirene in Lombardia nel periodo 2009-2013

Nella figura che segue sono stati confrontati gli andamenti mensili delle concentrazioni di B(a)P rilevate presso le postazioni di BS Villaggio Sereno e Darfo nel 2013.

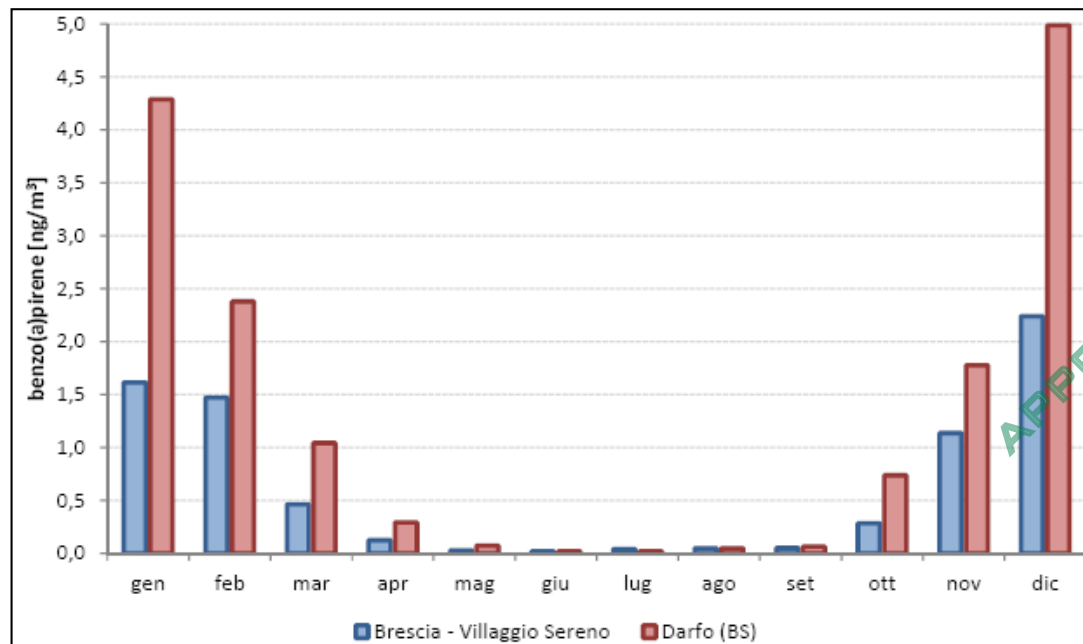


Figura 2-28 – Confronto andamento mensile concentrazioni di B(a)P nel 2013 stazioni di BS Villaggio Sereno e Darfo

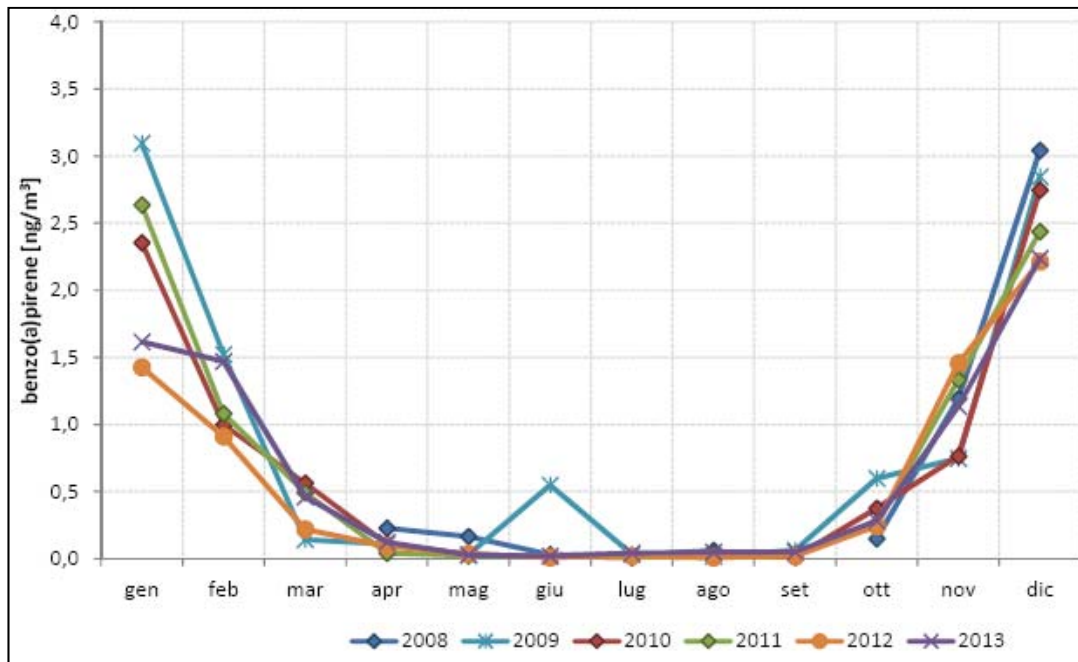


Figura 2-29 – Andamento mensile concentrazioni di B(a)P nel 2013 nella stazione di BS Villaggio Sereno

Metalli pesanti nel PM10

Nel 2007 la normativa nazionale (D.L. 152/07), aveva introdotto la misura di Arsenico, Cadmio e Nichel nella frazione del PM10, stabilendo un valore obiettivo della concentrazione media annuale da raggiungere entro il 31 dicembre 2012, mentre per il Piombo la normativa di riferimento era il D.M. 60/02.

Attualmente la normativa di riferimento per tutti i metalli citati è il D. Lgs. 155/2010.

La misura è stata attivata in generale in Lombardia a partire dal 1° aprile 2008. Nel 2012 è stato attivato il sito di Bergamo Meucci.

In Lombardia i punti di misura per questi metalli sono gli stessi di quelli in cui si monitora il B(a)P, elencati nella precedente Tabella 2-23.

Nelle successive tabelle, da Tabella 2-24 a Tabella 2-27, sono riportati i valori relativi alle concentrazioni medie annue dei metalli normati dal D. Lgs. 155/10 a partire dal 2009.

Stazioni	Zona	Media Annuale [limite: 0.5 µg/m³]				
		2009	2010	2011	2012	2013
Milano-Senato	Agg. MI	0,032	0,027	0,018	0,025	0,024
Milano-Pascal	Agg. MI	0,034	0,029	0,028	0,022	0,017
Meda	Agg. MI	0,037	0,034	0,030	0,027	0,025
Bergamo-Meucci	Agg. BG	-	-	-	0,014	0,013
Brescia-V. Sereno	Agg. BS	0,014	0,033	0,035	0,027	0,028
Mantova-S. Agnese	A	0,007	0,010	0,006	0,005	0,003
Varese-Copelli	A	0,005	0,008	0,004	0,008	0,005
Magenta	A	0,018	0,015	0,020	0,020	0,013
Casirate d'Adda	A	0,017	0,017	0,018	0,010	0,014
Soresina	B	0,015	0,014	0,014	0,012	0,007
Schivenoglia	B	0,008	0,009	0,011	0,004	0,003
Moggio	C	0,003	0,012	0,008	0,004	0,012
Sondrio-Paribelli	D	0,012	0,012	0,008	0,009	0,008
Darfo	D	0,007	0,013	0,015	0,012	0,016

Tabella 2-24 - Concentrazioni medie annue di Piombo in Lombardia

Stazioni	Zona	Media Annuale [Valore obiettivo: 6 ng/m³]				
		2009	2010	2011	2012	2013
Milano-Senato	Agg. MI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Milano-Pascal	Agg. MI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Meda	Agg. MI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bergamo-Meucci	Agg. BG	-	-	-	< 2	< 2
Brescia-V. Sereno	Agg. BS	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Mantova-S. Agnese	A	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Varese-Copelli	A	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Magenta	A	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Casirate d'Adda	A	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Soresina	B	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Schivenoglia	B	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Moggio	C	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Sondrio-Paribelli	D	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Darfo	D	2,1	< 2	< 2	< 2	< 2

Tabella 2-25 - Concentrazioni medie annue di Arsenico in Lombardia

Stazioni	Zona	Media Annuale [Valore obiettivo: 5 ng/m ³]				
		2009	2010	2011	2012	2013
Milano-Senato	Agg. MI	1,2	0,9	0,3	0,4	0,3
Milano-Pascal	Agg. MI	1,4	1,1	0,5	0,5	0,3
Meda	Agg. MI	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4
Bergamo-Meucci	Agg. BG	-	-	-	0,3	0,3
Brescia-V. Sereno	Agg. BS	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6
Mantova-S. Agnese	A	0,3	1,6	0,2	<0,2	<0,2
Varese-Copelli	A	0,3	0,2	<0,2	0,2	<0,2
Magenta	A	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3
Casirate d'Adda	A	1,0	0,9	0,4	0,3	0,2
Soresina	B	1,0	0,9	0,3	0,3	<0,2
Schivenoglia	B	0,3	0,3	0,2	<0,2	<0,2
Moggio	C	0,3	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Sondrio-Paribelli	D	1,0	0,8	0,2	0,2	<0,2
Darfo	D	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4

Tabella 2-26 - Concentrazioni medie annue di Cadmio in Lombardia

Stazioni	Zona	Media Annuale [Valore obiettivo: 20 ng/m ³]				
		2009	2010	2011	2012	2013
Milano-Senato	Agg. MI	4,8	5,3	16,9	9,5	8,3
Milano-Pascal	Agg. MI	5,3	5,3	8,6	<4,2	<4,2
Meda	Agg. MI	4,8	4,6	<4,2	<4,2	<4,2
Bergamo-Meucci	Agg. BG	-	-	-	8,7	10,3
Brescia-V. Sereno	Agg. BS	<2	17,5	10,5	5,1	6,6
Mantova-S. Agnese	A	2,4	9,5	12,9	6,9	<4,2
Varese-Copelli	A	5,9	5,8	17,0	6,7	6,9
Magenta	A	4,8	4,6	17,6	5,8	5,9
Casirate d'Adda	A	3,5	4,4	16,9	4,5	<4,2
Soresina	B	6,8	<4,2	4,2	6,7	<4,2
Schivenoglia	B	3,0	5,4	9,5	6,1	<4,2
Moggio	C	12,1	4,3	5,5	<4,2	6,8
Sondrio-Paribelli	D	4,7	<4,2	11,0	7,2	<4,2
Darfo	D	8,6	18,1	10,8	8,7	4,8

Tabella 2-27 - Concentrazioni medie annue di Nichel in Lombardia

Nelle successive figure da Figura 2-30 a Figura 2-33 sono messe a confronto le concentrazioni medie annue rilevate nella stazione di rilevamento di interesse per il presente studio (BS Villaggio Sereno). Nei grafici è evidenziato il valore obiettivo o limite fissato dal citato D. Lgs. 155/2010.

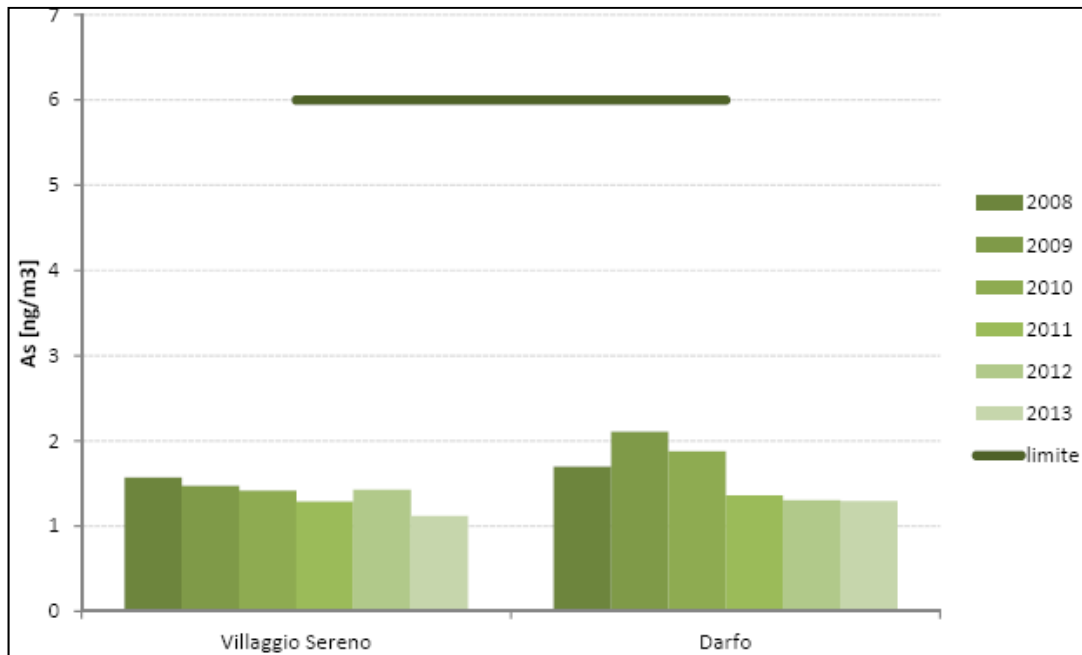


Figura 2-30 – Concentrazioni medie annue di As (ng/m3) nella Stazione di Villaggio Sereno

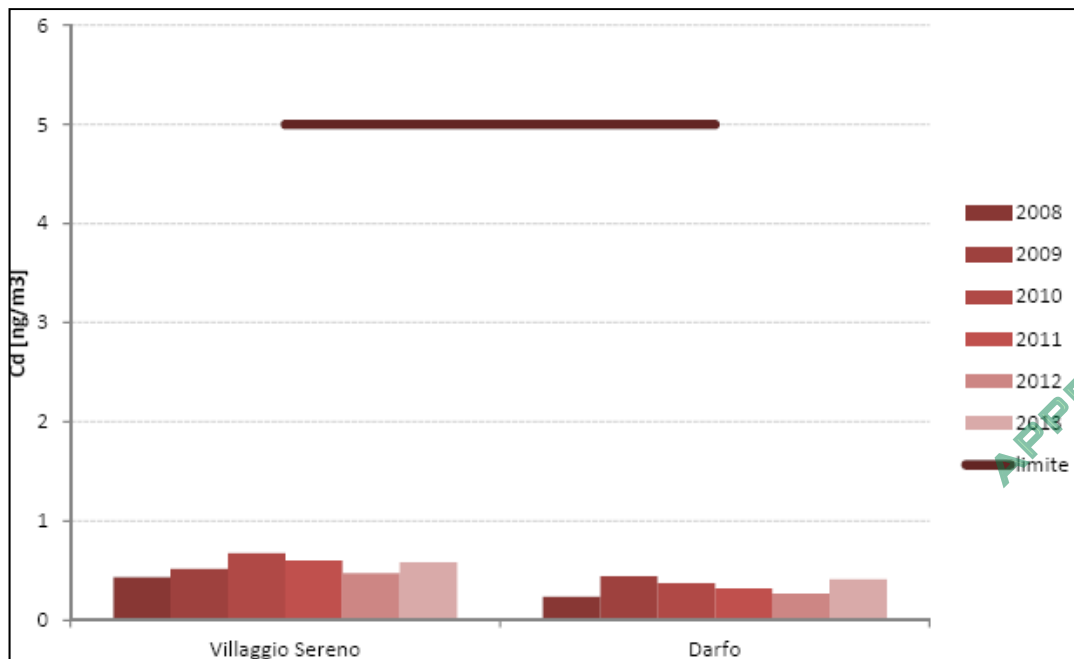


Figura 2-31 - Concentrazioni medie annue di Cd (ng/m3) nella Stazione di Villaggio Sereno

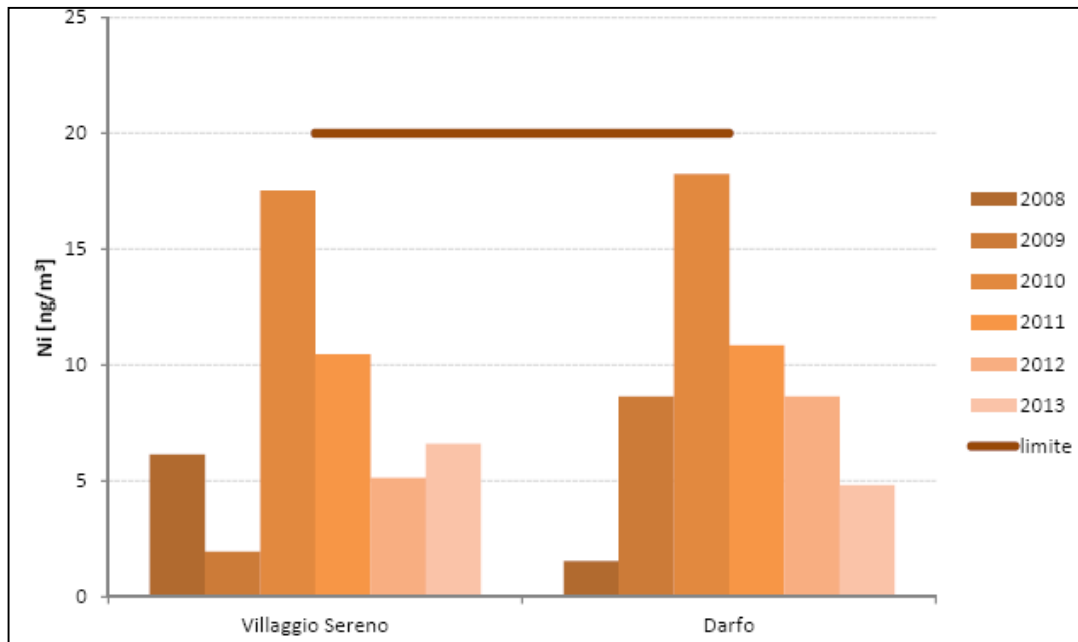


Figura 2-32 – Concentrazioni medie annue di Ni (ng/m³) nella Stazione di Villaggio Sereno

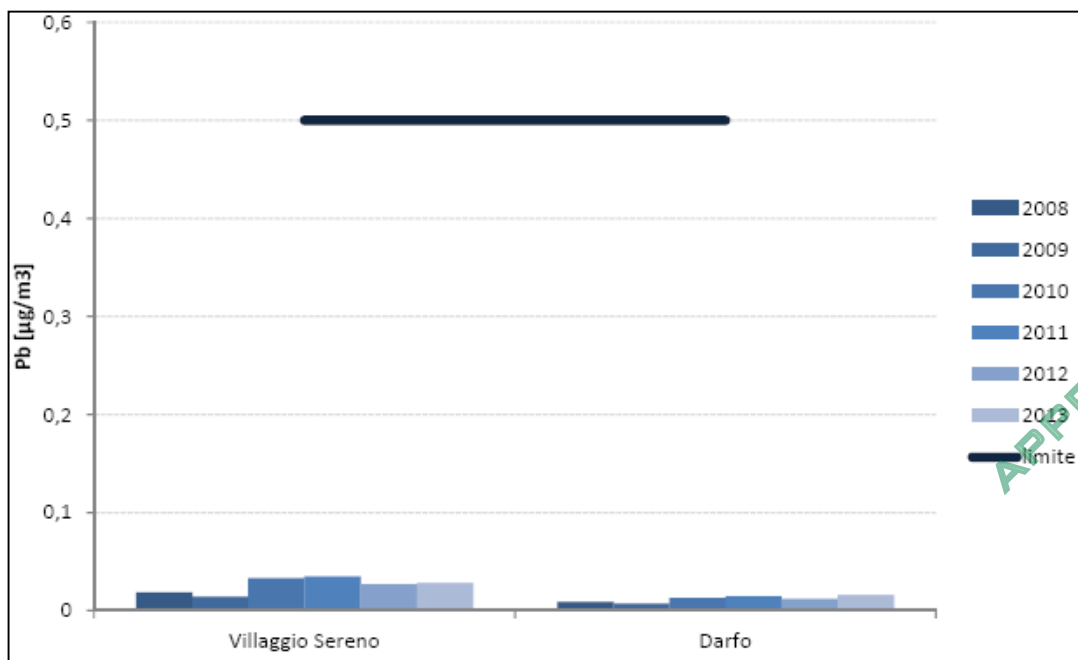


Figura 2-33 – Concentrazioni medie annue di Pb (ng/m³) nella Stazione di Villaggio Sereno

2.2.4.2 Campagne laboratori mobili

Nelle vicinanze dell'area in oggetto sono state eseguite le seguenti campagne mobili ARPA:

- campagna ubicata nella campagna di Rodengo Saiano per il monitoraggio dei parametri NO_x, O₃, PTS, eseguita nel periodo 17/05/2013-30/06/2013.

Società di Progetto
Brebemi SpA

La tabella che segue riporta i risultati degli inquinanti monitorati e i rendimenti strumentali (%):

Campagna con Laboratorio Mobile a Rodengo Saiano						
CO	% Rend.	Media (mg/m ³)	Max Media 1 h (mg/m ³)	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni sup. Valore Limite	Periodo
						17/05/13 – 30/06/13
SO ₂	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Valore Limite		Periodo
	80	3.1	6.3	0		17/05/13 – 30/06/13
NO ₂	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Valore Limite		Periodo
	88	17	66	0		17/05/13 – 30/06/13
O ₃	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Max Media 8 h (µg/m ³)	Nr. giorni sup. Liv. Informazione	Periodo
						17/05/13 – 30/06/13
PM ₁₀	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. prot.salute		Periodo
	98	22	42	0		17/05/13 – 30/06/13
Benzene	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Max Media 8 h (µg/m ³)	Max Media 24h (µg/m ³)	Periodo
	85	0.2	1.6	0.5	0.3	17/05/13 – 30/06/13

2.3 Stima e valutazione impatti in fase di cantiere


Per la stima e valutazione degli impatti in fase di cantiere, si riporta nel seguito la sintesi di quanto calcolato per il tracciato autostradale BreBeMi nel SIA del 2003. Tale calcolo risulta assai conservativo dal momento che per l'opera in oggetto saranno movimentati quantitativi di terra molto inferiori rispetto a quelli stimati per il precedente tracciato.

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

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

Società di Progetto
Bredem SpA

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

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 60 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

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

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

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

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

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

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

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

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

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

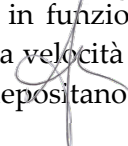
2.3.1 Velocità e distanza di sedimentazione delle particelle

La distanza di potenziale spostamento delle particelle dipende dalla quota di emissione, dalla velocità di sedimentazione e dal grado di turbolenza dell'atmosfera. Nel seguito è riportata una sintesi delle principali caratteristiche del fenomeno.

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

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

Società di Progetto
Brebemi SpA



La maggior parte delle particelle il cui diametro è compreso tra 30 e 100 μm sedimentano entro un centinaio di metri dalla sorgente.

Le particelle più piccole, in particolare quelle con diametro compreso tra 15 e 30 μm , hanno velocità di sedimentazione molto più basse e depositano a distanza maggiori.

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

Le particelle di diametro compreso tra 15 e 30 μm sono quelle maggiormente importanti poiché hanno una velocità di sedimentazione non trascurabile ma al contempo riescono a raggiungere distanze sino a 1.000 metri ed oltre dal cantiere e quindi ad impattare aree lontane; inoltre, ogni singola zona è influenzata dalle emissioni di polveri di questa granulometria provenienti dai cantieri autostradali (e quindi mobili) durante un lungo periodo di tempo, corrispondente a quello in cui il cantiere stesso si sposta di circa 1.000 metri.

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

Considerando le suddette velocità di deposizione è possibile calcolare la distanza alla quale si depositeranno le particelle in funzione della velocità del vento e dell'altezza di emissione. La Figura 2-34 e Figura 2-35 che seguono riportano le distanze di deposizione in funzione di questi parametri rispettivamente per particelle di diametro pari a 30 e 10 μm . Nella successiva Tabella 2-28 viene indicata la distanza massima di deposizione in funzione della velocità del vento, per particelle emesse a 5 metri da terra.

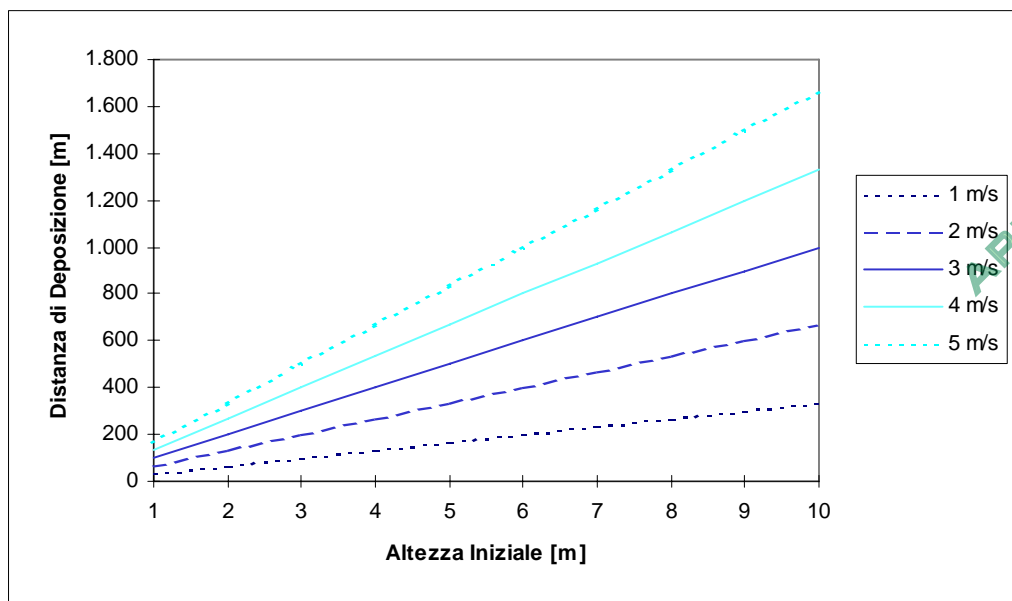


Figura 2-34 – Distanza di Deposizione delle Particelle di 30 μm , in Funzione dell'Altezza di Emissione e delle Velocità del Vento

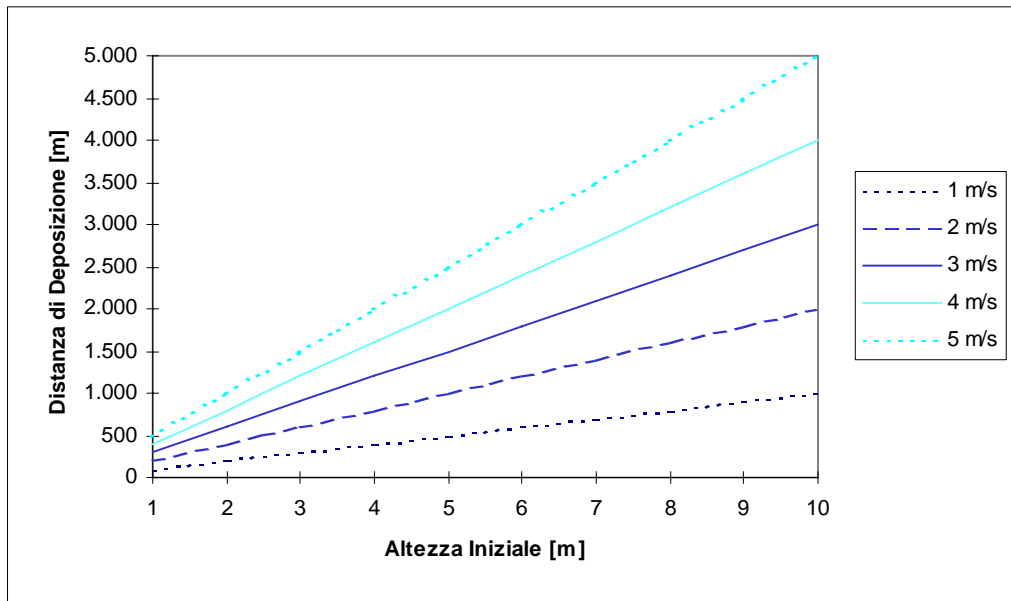


Figura 2-35 – Distanza di deposizione delle particelle di 10 µm, in Funzione dell'Altezza di Emissione e delle Velocità del Vento

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

Tabella 2-28 - Distanza di massima di deposizione

APPROVATO SDP

Nel caso di un cantiere l'altezza di emissione della particella può oscillare tra 1 e 5 metri in relazione alla modalità con la quale la particella viene rilasciata (ad esempio dal cassone di un camion, dalla benna di una pala meccanica, dalle ruote di un mezzo in movimento, dall'azione del vento su di un cumulo).

2.3.2 Valutazione rateo di deposizione

Una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere è al momento difficilmente elaborabile. In generale l'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori riportati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente, che permettono di classificare un'area in base agli indici di polverosità riportati nella Tabella 2-29.

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

 Società di Progetto
Brebemi SpA

Classe di Polverosità	Polvere Totale Sedimentabile (mg/m ² /giorno)	Indice Polverosità
V	> 600	Elevata

Tabella 2-29 - Classi di Polverosità in Funzione del Tasso di Deposizione

Possono essere svolti dei calcoli parametrici che permettono di individuare l'ordine di grandezza della deposizione attesa. A tal fine è stato impostato un modello di calcolo che permette di stimare la frazione di particelle che si deposita in alcune fasce di distanza dalla sorgente emittente (Figura 2-36).

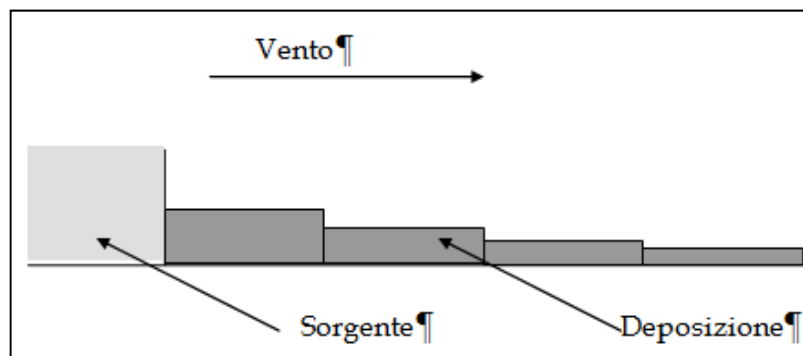


Figura 2-36 – Modello di deposizione delle polveri

Il modello calcola un fattore di deposizione sottovento alla sorgente, ammettendo un movimento terra unitario (1.000 m³) e che la sorgente sia rappresentabile mediante un flusso di polvere uniformemente distribuito su di una superficie rettangolare verticale di 1 metro di base ed altezza variabile parametricamente. Si ammette che la deposizione di polvere, sottovento alla sorgente, sia funzione della sola distanza dalla sorgente stessa e che i fenomeni di dispersione laterale delle polveri siano trascurabili. È stato quindi calcolato un fattore di deposizione dal quale ricavare la deposizione effettiva, kg/m².giorno, dal fattore di deposizione mediante:

- moltiplicazione per la movimentazione terra, in migliaia di m³;
- divisione per la larghezza del cantiere (in metri);
- divisione per il tempo di emissione (in giorni).

Il fattore di deposizione (funzione della velocità del vento, dell'altezza di emissione e del diametro delle particelle) è stato calcolato parametricamente nelle seguenti ipotesi:

- Quantità di polvere emessa: si è assunto un fattore di emissione di 165 kg per 1.000 tonnellate movimentate;
- Frazione compresa tra 15 e 30 μm: variabile tra 10 e 30% del totale rilasciato;
- Modalità di emissione: le polveri siano inizialmente uniformemente distribuite in altezza, con altezza massima di emissione di 5 e 10 metri;
- Velocità del vento: 3 e 5 m/s;
- Velocità di sedimentazione: compresa tra 1 e 3 cm/s.

Sulla base di tali ipotesi si sono ottenuti i risultati riportati in Tabella 2-30, riferiti alla fascia dei 100-200 metri di distanza dalla sorgente.

Frazione Particelle tra 10 e 30 μm (%)	Altezza Massima di Emissione (m)	Velocità del Vento (m/s)	Diametro (μm)	Deposizione nella Fascia Distante 100-200 (kg/m)
10	5	3	15	0,01
30	5	3	15	0,03
10	5	3	30	0,03
30	5	3	30	0,10
10	5	5	15	0,01
30	5	5	15	0,02
10	5	5	30	0,02
30	5	5	30	0,06
10	10	3	15	0,01
30	10	3	15	0,02
10	10	3	30	0,02
30	10	3	30	0,05
10	10	5	15	0,00
30	10	5	15	0,01
10	10	5	30	0,01
30	10	5	30	0,03

Tabella 2-30 - Massa di Polveri che si deposita in determinate fasce di distanza dalla sorgente (kg per 1.000 t movimentate)

2.3.3 Valutazione dell'impatto

L'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori riportati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente, che permettono di classificare un'area in base agli indici di polverosità riportati nella Tabella 2-29.

Una stima qualitativa, ipotizzando un volume totale di terra movimentata per l'intero tracciato autostradale BreBeMi di circa 3.000.000 di m^3 , e considerando le emissioni mediamente distribuite, portava ad un valore di polvere totale sedimentabile di circa $180 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{giorno}$, corrispondente ad un indice di polverosità "bassa".

In via fortemente cautelativa si ritiene che tale valore possa essere considerato valido anche per l'opera di completamento in oggetto, in quanto risulta da movimentare un quantitativo di terra pari a ca. 425.000 m^3 , valore notevolmente inferiore a quello della precedente valutazione.

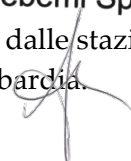
Tra le opere di mitigazione possibile si individuano la bagnatura delle piste di cantiere e dei cumuli di materiali e l'installazione di impianti lavaruote opportunamente collocati all'ingresso delle aree di cantiere.

2.4 Stima e valutazione impatti in fase di esercizio

2.4.1 Qualità dell'aria 2014

I dati orari e giornalieri (per il particolato) di qualità dell'aria misurati durante l'anno 2014 dalle stazioni di monitoraggio prossime all'area in esame sono stati ottenuti dal sito internet di ARPA Lombardia.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Le stazioni di qualità dell'aria vengono classificate in funzione del principale tipo di sorgente da cui sono maggiormente influenzate le loro misure, e del tipo di zona in cui sono ubicate.

Il tipo di stazione è definito come segue:

- **Traffico:** la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico.
- **Industriale:** 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 qualsiasi delle tre zone descritte sopra.

Il tipo di zona in cui è ubicata la stazione di monitoraggio è da intendersi come segue:

- **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.

Sono stati analizzati i dati delle stazioni della rete di monitoraggio più prossime alla zona in esame (Figura 2-37). La stazione di monitoraggio più vicina alla zona di interesse è Ospitaletto. Poiché essa non misura tutti gli inquinanti di interesse sono state considerate anche alcune stazioni di monitoraggio di Brescia. La tipologia delle stazioni è riepilogata in Tabella 2-31. La tabella elenca inoltre per ogni stazione gli inquinanti monitorati e di interesse per questo studio.

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Inquinanti
Ospitaletto	Suburbana	Traffico	NO ₂ , CO
Brescia – Via Ziziola	Suburbana	Fondo	C ₆ H ₆
Brescia – Villaggio Sereno	Urbana	Fondo	PM ₁₀
Brescia – Broletto	Urbana	Traffico	PM ₁₀ , PM _{2.5}

Tabella 2-31 - Tipologia delle stazioni di monitoraggio della rete di rilevamento di ARPA Lombardia.

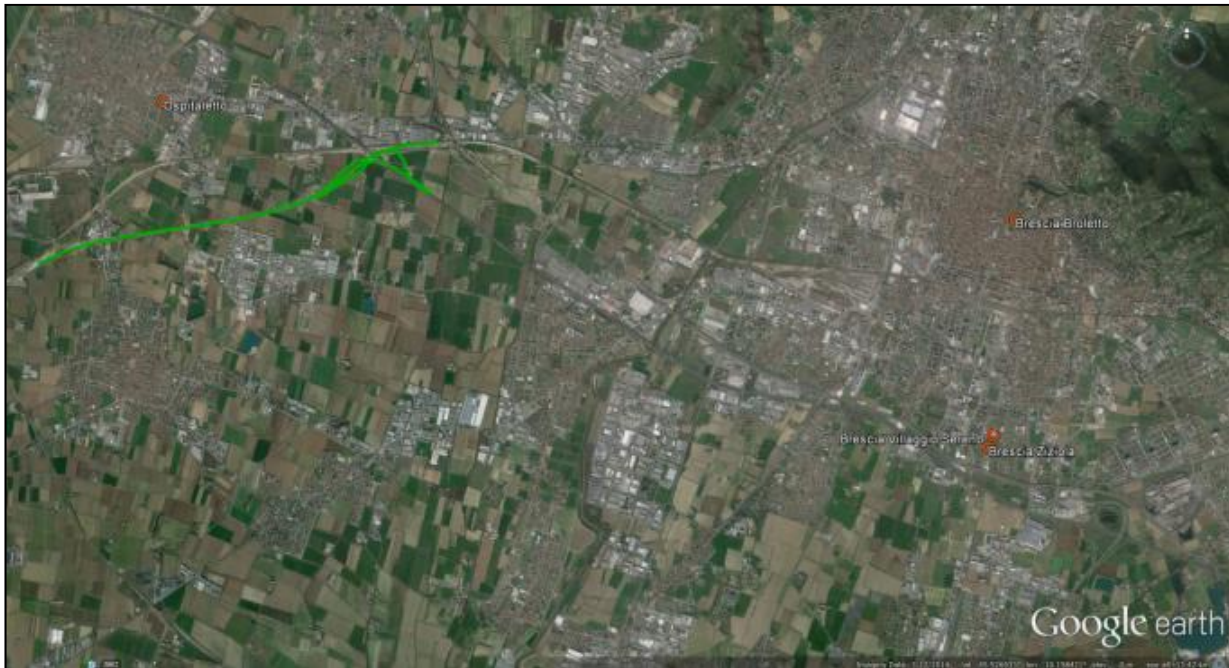


Figura 2-37 – Posizione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (cerchi arancioni) e zona di intervento

Nel seguito verranno descritte e commentate le statistiche di interesse normativo (D. Lgs. 155/2010) ottenute a partire dai dati (orari per i gas e giornalieri per il particolato) disponibili direttamente nel sito internet di ARPA Lombardia. Si osserva che al momento della stesura del presente documento la relazione di qualità dell'aria della provincia di Brescia per l'anno 2014 non è disponibile.

2.4.1.1 Biossido di azoto (NO₂)

L'analisi dei dati orari di NO₂ ha mostrato una validità delle osservazioni della centralina di Ospitaletto superiore al 98%.

La massima media oraria di biossido di azoto misurata durante l'anno 2014 è pari a 101 µg/m³, mentre il percentile 99.79 è pari a 83 µg/m³.

La media annuale è invece pari a 33 µg/m³. Tutte le statistiche si mantengono quindi sotto i corrispondenti valori limite stabiliti dal D. Lgs. 155/2010.

2.4.1.2 Biossido di zolfo (SO₂)

Nessuna delle stazioni di monitoraggio considerate ha dati validi di biossido di zolfo. Si osserva comunque che tale inquinante viene emesso in misura trascurabile dal traffico autostradale.


2.4.1.3 Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è stato misurato dalla centralina di Ospitaletto durante l'anno 2014 con una validità pari al 96% circa.

La massima concentrazioni media mobile di 8 ore è stata pari a 2.2 mg/m³, risultando ~~Brechemi SpA~~ del valore limite di 10 mg/m³ stabilito dal D. Lgs. 155/2010.

Società di Progetto
Brechemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 67 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

2.4.1.4 Benzene (C₆H₆)

Il benzene è stato misurato dalla centralina di Brescia Ziziola durante l'anno 2014 con una validità pari al 98% circa.

La concentrazione media annuale è stata pari a 0.7 µg/m³, risultando quindi minore del valore limite di 5 µg/m³ stabilito dal D. Lgs. 155/2010.

2.4.1.5 Polveri fini (PM₁₀ e PM_{2,5})

I dati di PM₁₀ sono disponibili dal sito internet di ARPA Lombardia come medie giornaliere per le centraline di monitoraggio Brescia Broletto e Brescia Villaggio Sereno. Essi sono stati processati per determinare le medie annuali, il numero di superamenti del valore limite della media giornaliera e il percentile 90.41 delle medie giornaliere.

La Tabella 2-32 riassume le statistiche calcolate per il PM₁₀ per entrambe le stazioni di monitoraggio. La media di 24 ore ha superato il limite di 50 µg/m³ stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per un numero di volte superiore al numero massimo consentito, pari a 35 in un anno. La media annuale si è invece mantenuta minore del corrispondente valore limite di 40 µg/m³ stabilito dal D.Lgs. 155/2010.

Il PM_{2,5} viene misurato nella sola stazione Broletto e la media annuale vale 20 µg/m³, da confrontare con il valore limite di 25 µg/m³ da raggiungere entro il 31 dicembre 2015.

Parametro	Broletto	Villaggio Sereno
Validità (%)	94.5	91
Massima media di 24 ore (µg/m ³)	114	104
Superamenti del limite di 50 µg/m ³	44	50
Percentile 90.41 (µg/m ³)	57	58
Media annuale (µg/m ³)	30	33

Tabella 2-32 - Statistiche relative al PM₁₀ misurato durante l'anno 2014 dalle stazioni Brescia Broletto e Brescia Villaggio Sereno

2.4.2 Modello di simulazione

Per le simulazioni presentate in questo studio è stato utilizzato il modello di dispersione CALINE3.

CALINE3 (Benson, 1979) è indicato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (US-EPA) come il modello di riferimento per lo studio dell'inquinamento primario da traffico autoveicolare (US-EPA, 2005) in orografia semplice e per distanze non superiori a circa 50 km. Tale modello appartiene alla categoria dei modelli gaussiani, per la cui trattazione si rimanda ad esempio a Seinfeld e Pandis (1998). Il modello tiene espressamente conto della forma lineare della sorgente e della turbolenza indotta dal moto degli autoveicoli.

I dati di ingresso richiesti da questo modello riguardano le caratteristiche geometriche dei tratti stradali (coordinate degli estremi, larghezza, quota al di sopra del suolo), la tipologia di ogni tratto stradale (a raso, interrato, in barriera, ponte) e del dominio di calcolo (posizione e quota dei recettori in corrispondenza dei quali si calcolano le concentrazioni). Per ogni tratto stradale sono inoltre necessari i fattori di emissione di ciascun inquinante. E' inoltre necessario disporre dei parametri meteorologici che influenzano la dispersione degli inquinanti: velocità e direzione del vento, altezza dello strato di rimescolamento, classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford. Le variabili meteorologiche con media oraria devono avere natura puntuale.

Società di Progetto
Brebemi SpA



2.4.3 Costruzione dell'input meteorologico

Per la costruzione dell'input meteorologico di CALINE3 sono state utilizzate le misure della stazione ARPA Lombardia di Bargnano, situata a circa 11 km a sud dalla zona oggetto dello studio, in un'area rurale simile a quella dell'area di studio. Si osserva che non sono presenti ostacoli orografici tra la zona di studio e la stazione di misura. Tale stazione è stata preferita a quella di Chiari perché più completa, e a quella di Brescia via Ziziola poiché collocata in contesto simile all'area di intervento. In alcuni casi si è reso necessario l'utilizzo dei dati della stazione di Chiari per "compensare" i pochi dati mancanti di Bargnano; i dati di Brescia Ziziola sono stati utilizzati per la sola pressione atmosferica.

I dati delle stazioni ARPA Lombardia sono stati integrati con le misure di copertura nuvolosa effettuate presso la stazione meteorologica di Montichiari (METAR codice ICAO: LIPO). I dati di Ghedi (METAR codice ICAO: LIPL) non sono stati utilizzati perché caratterizzati da numerosi giorni mancanti.

2.4.3.1 Velocità e direzione del vento

La rosa dei venti ottenuta dall'analisi delle misure effettuata con il software WindRose PRO3¹ è riportata in Figura 2-38 e in Figura 2-39 sovrapposta a Google Earth. Si osserva che la direzione del vento più probabile è Ovest (11.2% delle probabilità), seguita da Est (9.0% delle probabilità). Le calme di vento, definite in questa analisi come le misure caratterizzate da un'intensità inferiore a 0.5 m/s, interessano il 3.7% delle misure orarie effettuate.

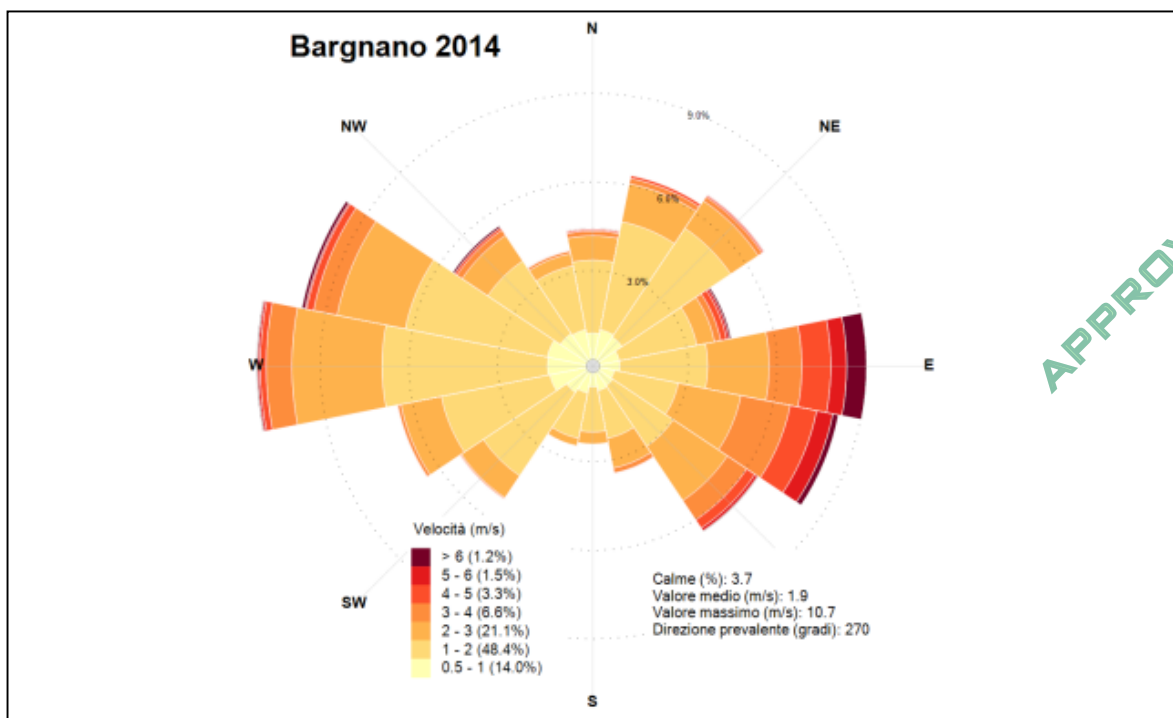


Figura 2-38 – Rosa dei venti della stazione Bargnano relativa all'intero anno 2014

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

¹ <http://www.enviroware.com/portfolio/windrose-pro3/>

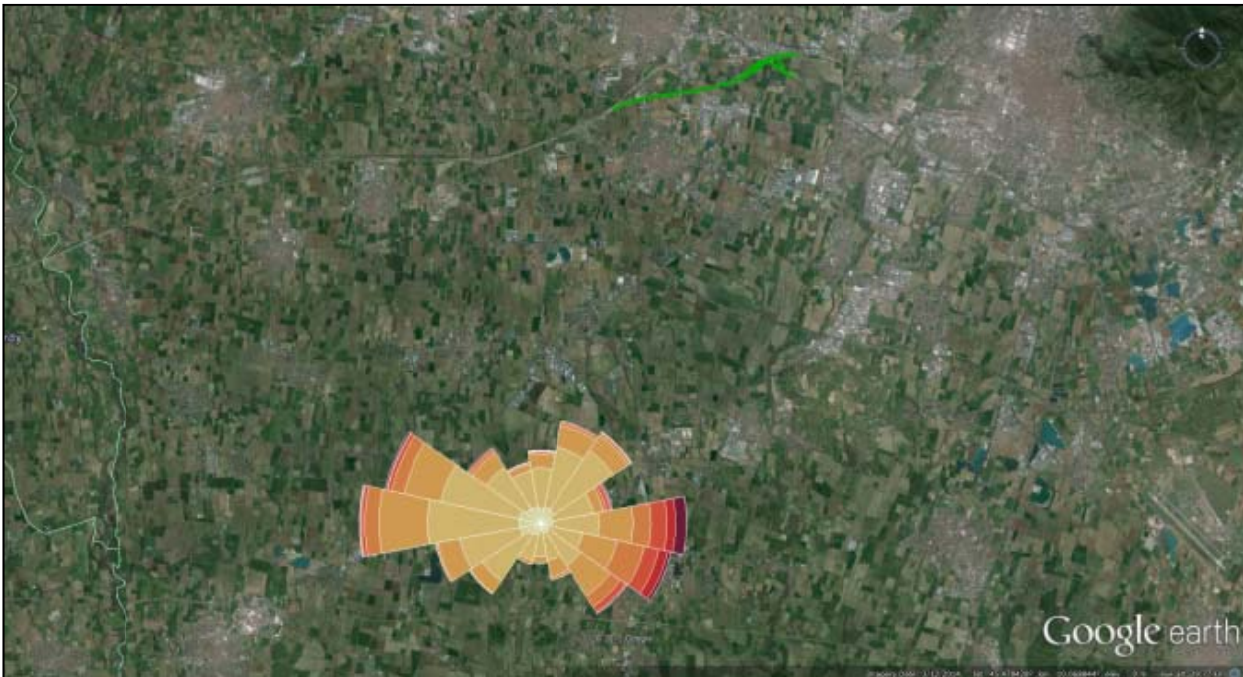


Figura 2-39 – Rosa dei venti della stazione Bargnano relativa all'intero anno 2014 sovrapposta a Google Earth

La Figura 2-40 mostra la distribuzione delle velocità del vento misurate nel 2014. La probabilità di avere vento con intensità inferiore ai 2 m/s è circa del 62%, mentre venti di intensità inferiore a 1 m/s interessano il 13% dei casi (incluso anche le calme). Velocità del vento elevate (superiori ai 5 m/s) si manifestano per circa il 3% delle ore dell'anno. I venti più intensi provengono dalle direzioni Est e Est Sud Est. Il massimo valore di velocità del vento registrato durante l'anno 2014 è 10.7 m/s.

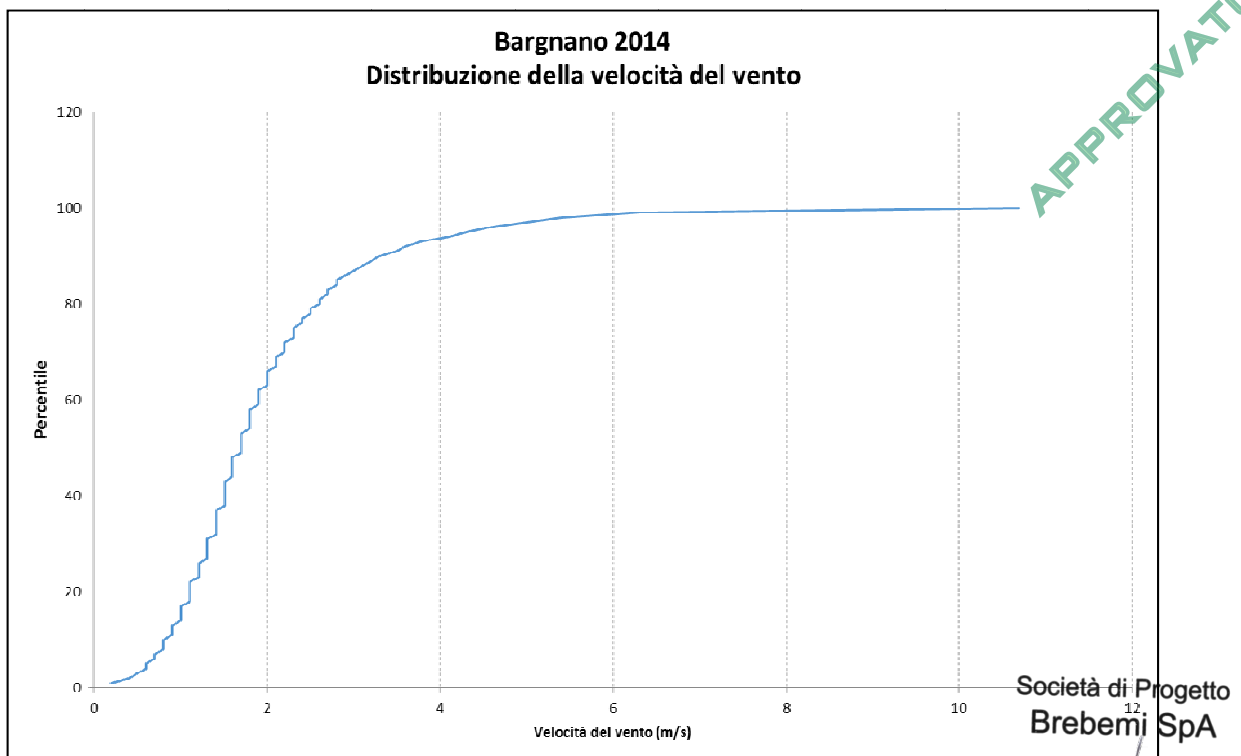


Figura 2-40 – Distribuzione della velocità del vento nel periodo di misura (2014)



In Figura 2-41 è riportata la distribuzione media oraria delle direzione del vento. I venti provenienti dall'arco orientale sono molto frequenti durante le ore notturne e diminuiscono durante le ore centrali della giornata. Tale diminuzione è a beneficio dei venti dell'arco occidentale che invece presentano un andamento opposto.

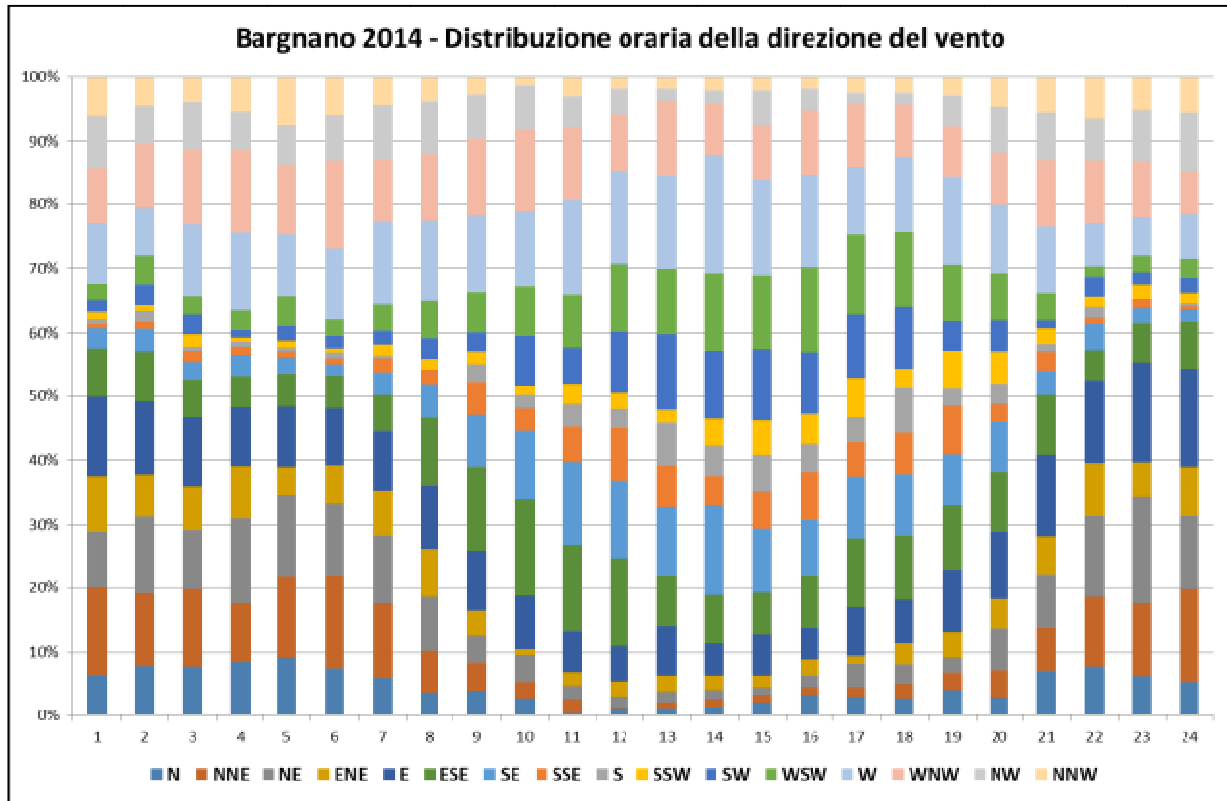


Figura 2-41 – Distribuzione media oraria delle direzioni del vento

2.4.3.2 Temperatura

L'andamento mensile delle temperature minime, medie e massime registrate dalla stazione di Bargnano durante l'anno 2014 è mostrato in Figura 2-42. Il valore minimo assoluto di temperatura, 6.3 °C, è stato misurato nel mese di dicembre, mentre la massima temperatura assoluta, pari a 36.0 °C, è stata misurata in giugno. Le temperature medie mensili non sono mai negative, e vanno dai 5.2 °C di dicembre ai 22.6 °C di giugno.

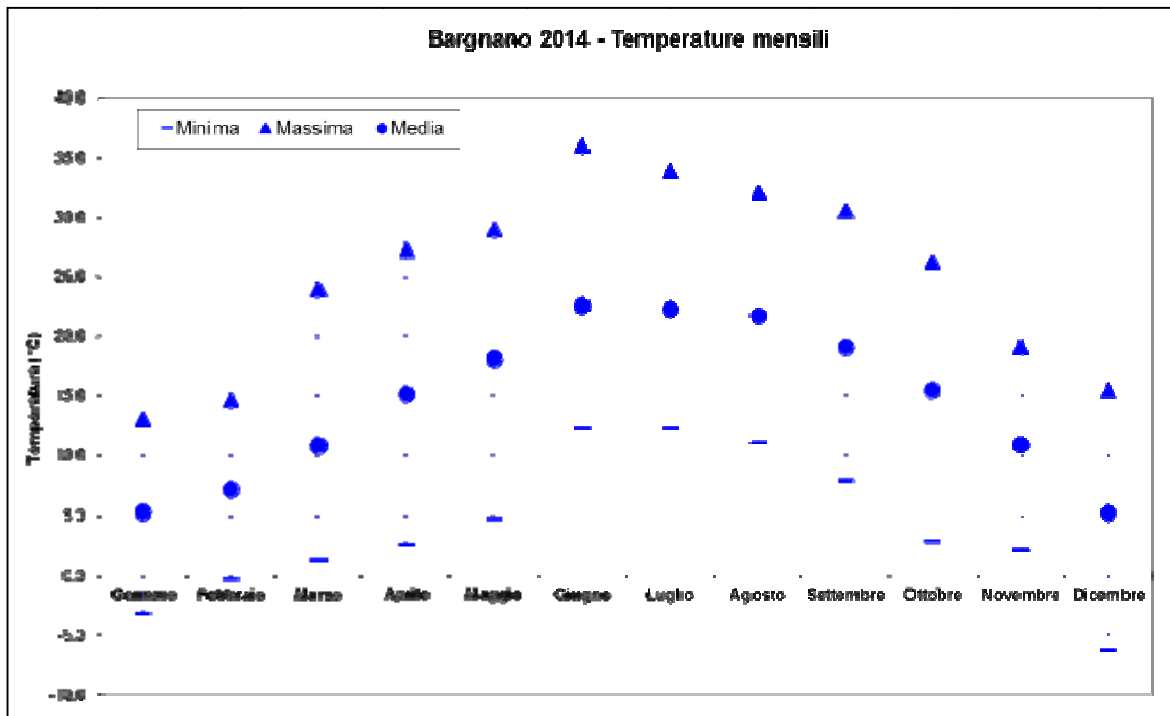


Figura 2-42 – Andamento mensile dei valori minimo, medio e massimo delle temperature nell’anno 2014

2.4.3.3 Precipitazioni

La Figura 2-41 mostra l’andamento mensile delle precipitazioni massime orarie e cumulate registrate dalla stazione di Bagnano. Si osserva che il mese più secco è stato marzo, caratterizzato da una precipitazione totale di circa 24 mm. Il mese caratterizzato dalle maggiori precipitazioni è stato novembre, con un totale mensile di circa 226 mm. La precipitazione totale annuale è stata pari a 1304 mm.

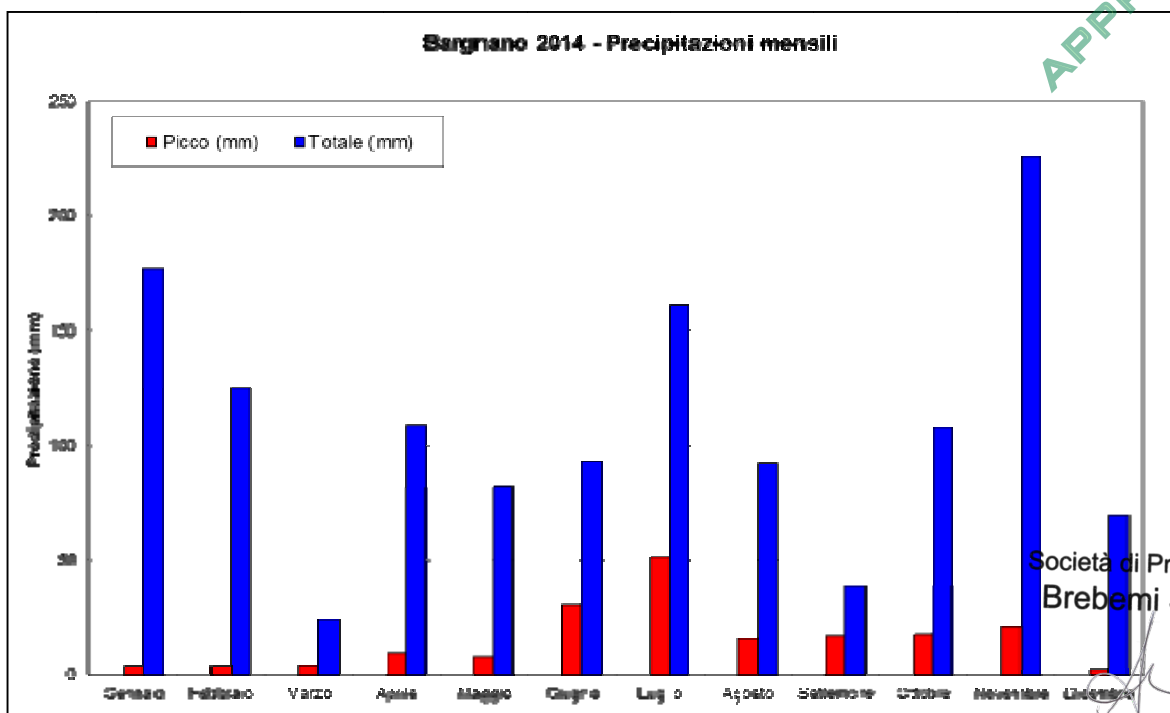



Figura 2-43 – Andamento delle precipitazioni di picco e cumulate mensili nell’anno 2014

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 72 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

2.4.3.4 Andamento dello strato limite planetario

Una rassegna esaustiva sui metodi di calcolo dell'altezza dello strato limite, cioè la parte di troposfera direttamente influenzata dalla presenza della superficie terrestre, è stata condotta da Siebert et al. (2000). Nei casi stabile e neutro le formule più attendibili sono quelle diagnostiche che forniscono l'altezza del PBL (Planetary Boundary Layer) in funzione della turbolenza meccanica e/o convettiva. Nel caso convettivo il processo di crescita del PBL è non stazionario e le formule prognostiche sono da preferirsi a quelle diagnostiche. La scala temporale per la variazione dell'altezza del PBL è molto più breve rispetto a quella dei casi stabile e neutro.

Casi stabile e neutro

Per calcolare l'altezza del PBL nei casi stabile e neutro è stata adottata la formula di Zilitinkevich (1989). Nel caso neutro (classe D) l'altezza del PBL dipende solamente dalla turbolenza meccanica (u^*), mentre nel caso stabile essa è funzione anche della turbolenza convettiva che, assieme alla turbolenza meccanica, è contenuta nella formulazione della lunghezza di Monin Obukhov.

La formula di Zilitinkevich (1989) è la seguente:

$$h = \frac{u_*}{f} \left(\frac{1}{\Lambda_0} + \frac{\sqrt{\mu}}{kC_h} \right)^{-1}$$

dove $\Lambda_0 = 0.3$, e $C_h = 0.85$, e

$\mu = \frac{ku_*}{fL}$ con $k = 0.4$ (costante di von Karman), f parametro di Coriolis (1/s), u^* velocità di frizione (m/s) e L lunghezza di Monin Obukhov (m).

Caso instabile

Nel caso instabile l'altezza del PBL è stata calcolata con il metodo prognostico descritto da Batcharova e Gryning (1991). Tale metodo considera l'effetto spin up, cioè il fatto che aria proveniente dalla libera troposfera che entra nel mixing layer per entrainment deve aggiustare il suo livello energetico a quello medio del PBL. Questo effetto assume particolare importanza (Fisher et al., 1998) per:

- condizioni prossime alla neutralità (presenza di flusso convettivo di bassa entità dalla superficie verso l'atmosfera),
- piccoli valori dell'altezza del PBL (tipicamente nella transizione notte/giorno).


L'equazione utilizzata è quindi la seguente:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \langle w'\Theta' \rangle_0 \left[\frac{\gamma_\Theta h^2}{(1+2A)h - 2kBL} + \frac{c_T u_*^2}{\beta(1+A)h - kBL} \right]^{-1}$$

dove γ_Θ è il gradiente di temperatura nello strato sopra il PBL (K/m), β è il parametro di galleggiamento ($m/(K s^2)$), $A = 0.2$, $B = 2.5$, $c_T = 8$. Il flusso turbolento di calore al suolo ($\langle w'\Theta' \rangle_0$) si ottiene invertendo l'espressione della lunghezza di Monin Obukhov una volta nota la velocità di frizione:

Società di Progetto
Brebem SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 73 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

$$L = -\frac{u_*^3}{k\beta \langle w' \Theta' \rangle_0}$$

2.4.3.5 Velocità di frizione

Il bilancio energetico, necessario per ottenere la lunghezza di Monin Obukhov, viene calcolato come indicato in Bellasio et al. (1994). Note la lunghezza di Monin Obukhov L , la rugosità z_0 , la velocità del vento u e l'altezza dell'anemometro z , si ottiene la velocità di frizione u^* invertendo la formula seguente:

$$u(z) = \frac{u_*}{k} \left(\ln \frac{z}{z_0} - \Psi_m \left(\frac{z}{L} \right) \right)$$

dove k è la costante di von Karman ($k=0.4$). La funzione universale è data da (e.g. Zannetti, 1990):

$$\Psi_m = \begin{cases} -5 \frac{z}{L} & L > 0 \\ 0 & \frac{1}{L} = 0 \\ \ln \left(\frac{1+x^2}{2} \left(\frac{1+x}{2} \right)^2 \right) - 2 \operatorname{arctg}(x) + \frac{\pi}{2} & L < 0 \end{cases}$$

dove $x = (1 - 16 z/L)^{0.25}$.

2.4.4 Scenari di simulazione

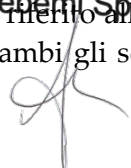
La configurazione di progetto, sulla quale è stata basata la simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera, prevede la presenza di differenti tipologie stradali:

- Tratti di autostrada a quattro corsie sia in trincea che in rilevato;
- Rampe di accesso agli svincoli (Travagliato Ovest, Travagliato Est)
- Svincoli di accesso (Travagliato Ovest, Travagliato Est e interconnessione con Tangenziale Sud)
- Rampe di accesso autostrada A4;
- Casello autostradale.

Il tratto occidentale dell'autostrada è stato simulato come una trincea con una profondità media di 8 m, per una lunghezza di poco inferiore ai 3 km, mentre il tratto Est della strada, è stata simulata come un rilevato di altezza media pari a 2,5 m. Lo svincolo di accesso verso la A4 è stato simulato come una sopraelevata. Le aree di intervento vengono mostrate in Figura 2-44. Vengono evidenziati: lo svincolo di Travagliato Ovest (punto 1), lo svincolo di Travagliato Est (punto 2) e l'interconnessione tra A4/A35 e tangenziale (punto 3).

I potenziali impatti sull'atmosfera, dovuti alle emissioni da traffico veicolare, sono stati valutati considerando due scenari caratterizzati da orizzonti temporali distinti. Il primo scenario è riferito all'anno 2018 (**Scenario 2018**), mentre il secondo è riferito all'anno 2033 (**Scenario 2033**). Per entrambi gli scenari vengono indicati i flussi veicolare durante l'ora di punta mattutina invernale.

Società di Progetto
Brehemi SpA



APPROVATO SDR



Figura 2-44 – Aree di intervento

2.4.4.1 Scenario 2018

I flussi veicolari durante l'ora di punta mattutina invernale relativamente allo scenario 2018 vengono mostrati da Tabella 2-33 a Tabella 2-36, essi vengono inoltre schematizzati in Figura 2-45 e in Figura 2-46. I flussi veicolari sono distinti nelle due macrocategorie "veicoli leggeri" e "veicoli pesanti". Si osserva che i numeri riportati in giallo sono importanti solo ai fini della costruzione della rete stradale per il modello di simulazione, in quanto indicano i "nodi" utilizzati.

Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)			
Manovre	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A - B	1400	300	1700
A - C	510	20	530
B - A	1200	300	1500
B - C	50	30	80
C - A	590	10	600
C - B	70	30	100

Tabella 2-33 –Flussi agli svincoli durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Ovest – Scenario 2018

	Totale flussi ingresso			Totale flussi uscita		
	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A	1910	320	2230	1790	310	2100
B	1250	330	1580	1470	330	1800
C	660	40	700	560	50	610

Tabella 2-34 –Flussi totali in ingresso e uscita durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Ovest – Scenario 2018

Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)			
Manovre	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A - B	30	0	30
A - C	260	170	430
A - D	1000	140	1140
A - E	180	20	200
B - A	50	0	50
B - D	30	0	30
B - E	40	0	40
C - A	290	180	470
D - A	690	130	820
D - B	10	0	10
D - E	10	0	10
E - A	220	20	240
E - B	60	0	60
E - D	50	0	50

Tabella 2-35 –Flussi agli svincoli durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Est e interconnessione – Scenario 2018

	Totale flussi ingresso			Totale flussi uscita		
	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A	1470	330	1800	1250	330	1580
B	120	0	120	100	0	100
C	290	180	470	260	170	430
D	710	130	840	1080	140	1220
E	330	20	350	230	20	250

Tabella 2-36 –Flussi totali in ingresso e uscita durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Est e Interconnessione – Scenario 2018

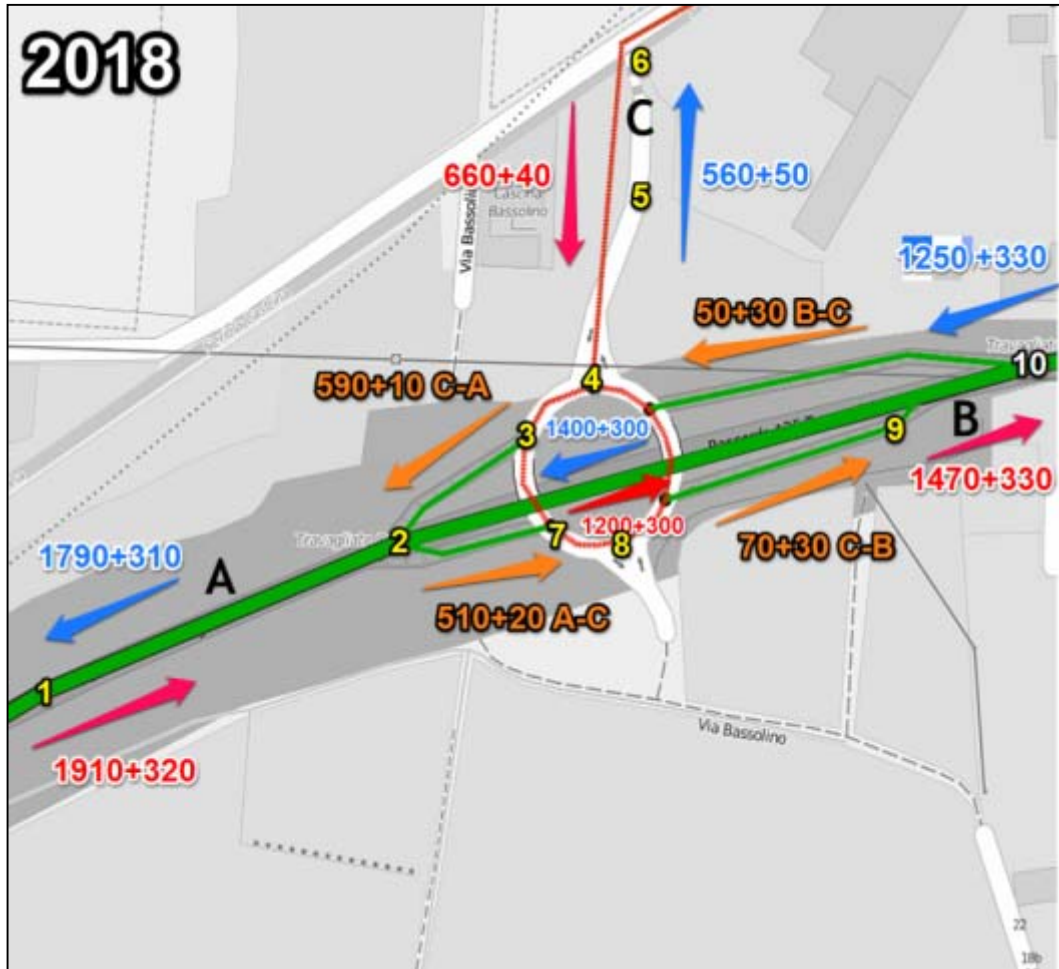
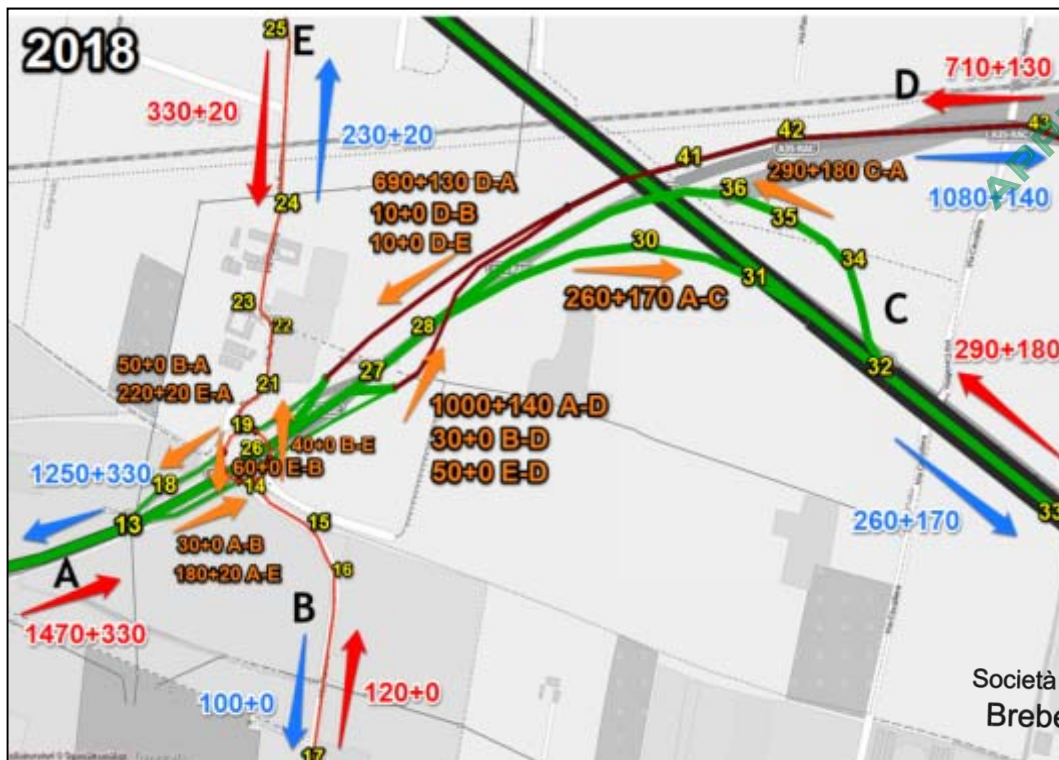


Figura 2-45 – Flussi veicolari durante l'ora di punta del mattino – Travagliato Ovest – Scenario 2018



Società di Progetto
Brebemi SpA

Figura 2-46 – Flussi veicolari durante l'ora di punta del mattino – Travagliato Est e Interconnessione – Scenario 2018

[Handwritten signature]

2.4.4.2 Scenario 2033

I flussi veicolari durante l'ora di punta mattutina invernale relativamente allo scenario 2033 vengono mostrati da Tabella 2-37 a Tabella 2-40, essi vengono inoltre riepilogati in Figura 2-47 e in Figura 2-48. I flussi veicolari sono distinti nelle due macrocategorie "veicoli leggeri" e "veicoli pesanti".

Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)			
Manovre	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A - B	1710	420	2130
A - C	450	10	460
B - A	1650	440	2090
B - C	60	30	90
C - A	560	10	570
C - B	50	30	80

Tabella 2-37 –Flussi agli svincoli durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Ovest – Scenario 2033

	Totale flussi ingresso			Totale flussi uscita		
	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A	2160	430	2590	2210	450	2660
B	1710	470	2180	1760	450	2210
C	610	40	650	510	40	550

Tabella 2-38 –Flussi totali in ingresso e uscita durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Ovest – Scenario 2033

Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)			
Manovre	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A - B	70	10	80
A - C	320	200	520
A - D	1110	200	1310
A - E	260	40	300
B - A	90	0	90
B - D	30	0	30
B - E	60	10	70
C - A	470	200	670
D - A	850	240	1090
D - B	10	0	10
D - E	50	0	50
E - A	300	30	330
E - B	90	10	100
E - D	60	0	60

Tabella 2-39 –Flussi agli svincoli durante l'ora di punta del mattino - Travagliato Est e interconnessione – Scenario 2033

	Totale flussi ingresso			Totale flussi uscita		
	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi
A	1760	450	2210	1710	470	2180
B	180	10	190	170	20	190
C	470	200	670	320	200	520
D	910	240	1150	1200	200	1400
E	450	40	490	370	50	420

Tabella 2-40 –Flussi totali in ingresso e uscita durante l’ora di punta del mattino - Travagliato Est e Interconnessione – Scenario 2033

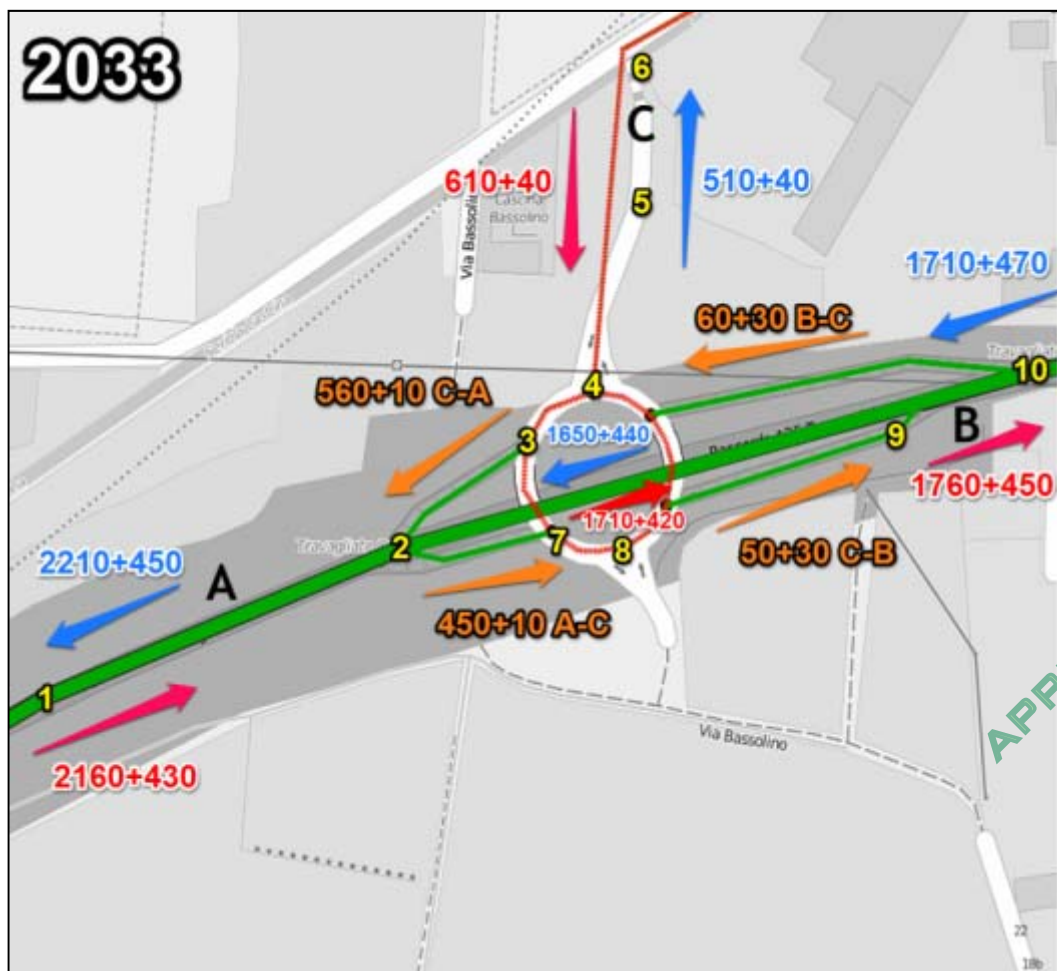


Figura 2-47 – Flussi veicolari durante l’ora di punta del mattino – Travagliato Ovest – Scenario 2033

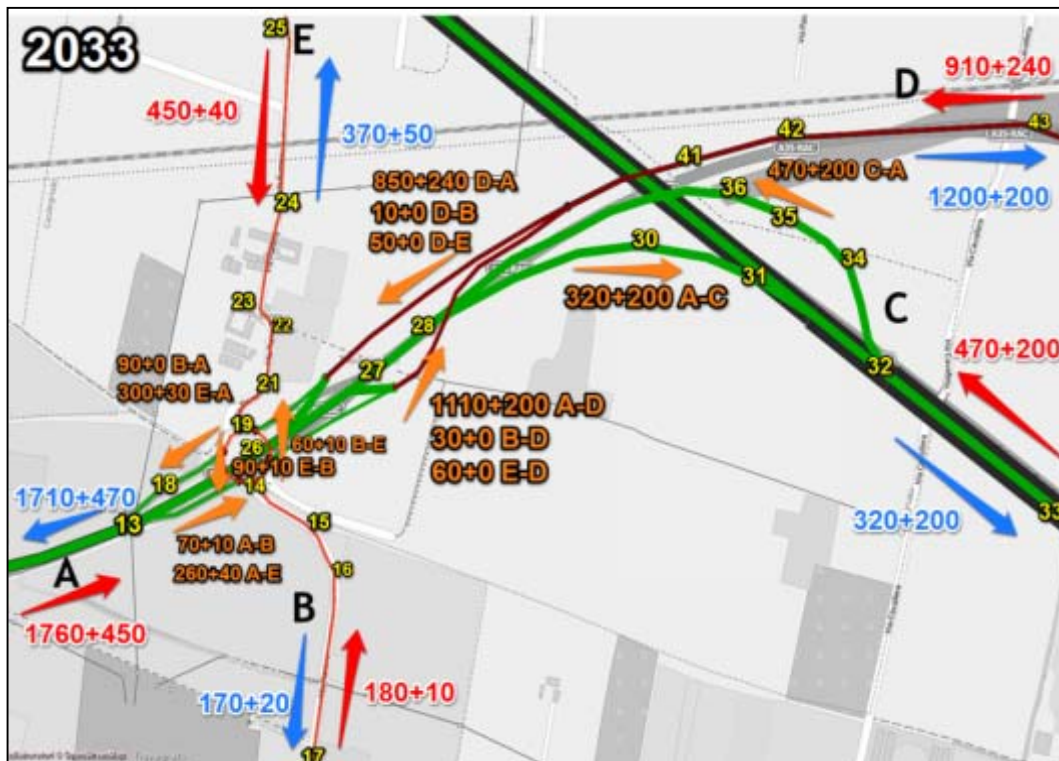


Figura 2-48 – Flussi veicolari durante l’ora di punta del mattino – Travagliato Est e Interconnessione – Scenario 2033

2.4.5 Caratterizzazione delle emissioni da traffico veicolare

2.4.5.1 Generalità sull’inquinamento da traffico autoveicolare

Il settore del trasporto stradale fornisce un importante contributo alle emissioni totali nazionali degli inquinanti². Nel 2008, le emissioni di inquinanti tipici delle emissioni da trasporto quali: monossido di carbonio, composti organici volatili non metanici, ossidi di azoto, PM₁₀ e PM_{2,5}, hanno costituito rispettivamente il 43.2%, 26.5%, 51.8%, 23.5% e 26.0% del totale. Considerando invece i gas serra anidride carbonica, metano e protossido di azoto, i contributi del settore dei trasporti stradali al totale nel 2008 sono rispettivamente: 24.3%, 0.8% e 3.3%.

Le automobili, che costituiscono gran parte del parco circolante nazionale (70.1%), sono responsabili delle quote maggiori di emissioni di monossido di carbonio (51.3%), particolato (42.7% e 40.7% rispettivamente del PM₁₀ e PM_{2,5} totali) ed anidride carbonica (59.8%). Si noti che i ciclomotori, che rappresentano l’8.4% del parco, sono responsabili del 51.5% delle emissioni di composti organici volatili non metanici. Ai veicoli commerciali pesanti, che costituiscono l’1.9% del numero totale, va invece attribuito il contributo maggiore alle emissioni di ossidi di azoto (40.7%). I motocicli (12.2% del parco) emettono prevalentemente monossido di carbonio (26,9% del totale emesso) e composti organici volatili non metanici (11.6% del totale emesso). Ai veicoli commerciali leggeri (7.3% del parco) sono imputabili prevalentemente emissioni di particolato (23.5% e 24.4% rispettivamente del totale emesso di PM₁₀ e PM_{2,5}), anidride carbonica (15.3% del totale emesso) e ossidi di azoto (14.0% del totale). Infine autobus e pullman, nonostante il numero esiguo (0.2%) rispetto al totale del parco circolante, sono responsabili del 5.9% degli ossidi di azoto totali.

Si riporta di seguito il contributo dell’inquinamento proveniente dal settore dei trasporti stradali in relazione alle altre fonti emissive presenti sul territorio nazionale per alcuni inquinanti

Società di Progetto
Brebemi SpA

² Dati Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale Rapporti 124/2010 – I.S.P.R.A.

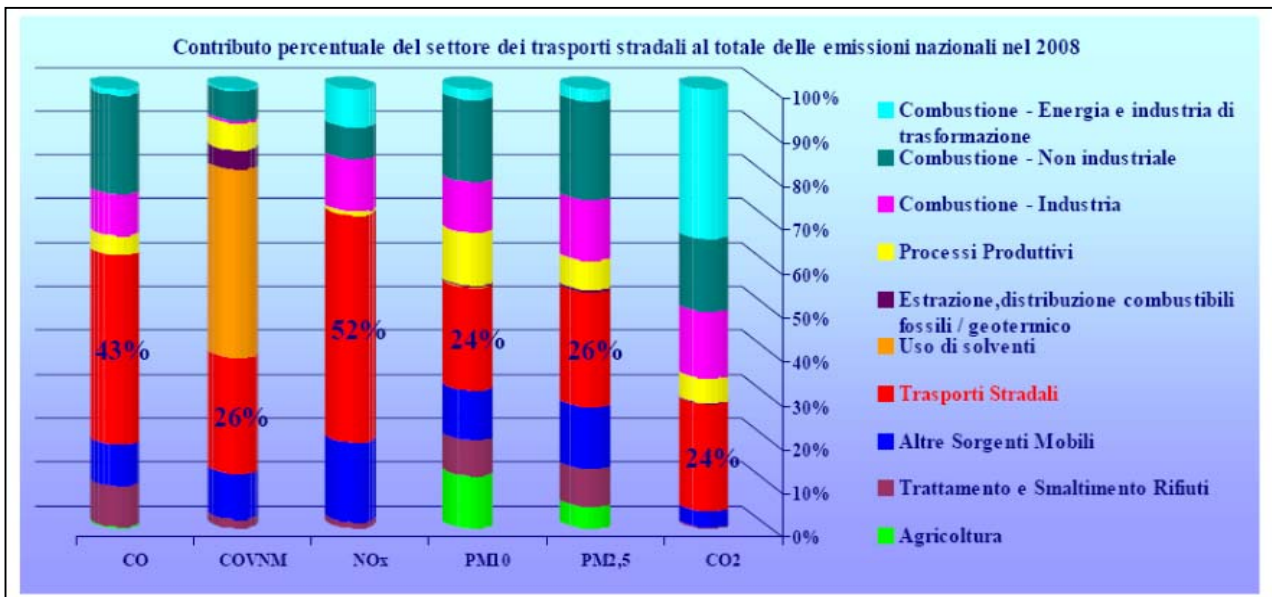


Figura 2-49 – Contributo percentuale del settore trasporti stradali al totale delle emissioni nazionali nell’anno 2008

Risulta evidente la preponderanza delle emissioni provenienti dai trasporti stradali rispetto al resto delle attività presenti sul territorio nazionale per sostanze inquinanti quali il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto ed il particolato. Mentre il contributo alle emissioni totali, di composti organici volatili non metanici ed anidride carbonica, rimane inferiore, nel caso dei primi, a quello proveniente dall’uso dei solventi e nel caso dell’anidride carbonica a quello derivante dalla combustione nel settore energetico e nell’industria di trasformazione.

Considerando l’intervallo dal 1990 al 2008, si assiste ad una generica diminuzione del contributo emissivo del settore dei trasporti stradali in relazione all’evoluzione dei valori di emissione.

Per il monossido di carbonio, risulta una riduzione delle emissioni da traffico stradale del -76.6%. La diminuzione risulta imputabile all’ingresso nel mercato di modelli dotati di nuove tecnologie in grado di limitare le emissioni, fenomeno cui comunque si contrappone un forte aumento della numerosità del parco e delle percorrenze totali.

Le emissioni di composti organici volatili non metanici, hanno evidenziato un aumento nei primi anni novanta (raggiungono il massimo nel 1993), iniziano poi a diminuire fino al 2008 mostrando una decrescita rispetto alle altre fonti emissive, pari al 69.2% rispetto al 1990. Le motivazioni dell’abbattimento delle emissioni vanno ricercate nel rinnovo del parco veicolare, quindi nell’introduzione di nuove tecnologie, che hanno ad esempio permesso di ridurre le emissioni evaporative, rilevanti per i veicoli alimentati a benzina.

Le emissioni nazionali di ossidi di azoto, mostrano una generale riduzione dal 1990, fortemente condizionata dalla riduzione riscontrabile del 42.8% nel 2008. Anche in tal caso l’introduzione nel mercato di veicoli stradali dotati di nuove tecnologie ha permesso l’abbattimento delle emissioni, anche se in parte compensato dall’aumento delle percorrenze e del parco veicoli.

Le emissioni di PM₁₀ e PM_{2,5}, mostrano una generale tendenza alla diminuzione, le emissioni derivanti da trasporto stradale dal 1990 si riducono nel caso del PM₁₀ del 36.3% e nel caso del PM_{2,5} del 40.1%. L’adozione di migliori tecnologie e la dotazione di dispositivi antiparticolato per i modelli più recenti di veicoli diesel spiega l’abbattimento delle emissioni.

L'andamento delle emissioni di anidride carbonica, sono caratterizzate da un trend crescente, registrano dal 1990 un incremento del 22.0 %.

2.4.5.2 Composizione del parco circolante

La composizione del traffico relativamente all'anno 2013 è stata ottenuta da ACI3. E' stato ipotizzato che il parco circolante sulla BREBEMI sia quello relativo all'Italia settentrionale, pertanto sono state prese in considerazione le flotte relative all'Italia nord occidentale e nord orientale. La distribuzione del parco circolante così ottenuto è mostrata in Figura 2-50. Si osserva che oltre tre quarti dei veicoli sono costituiti da autovetture.

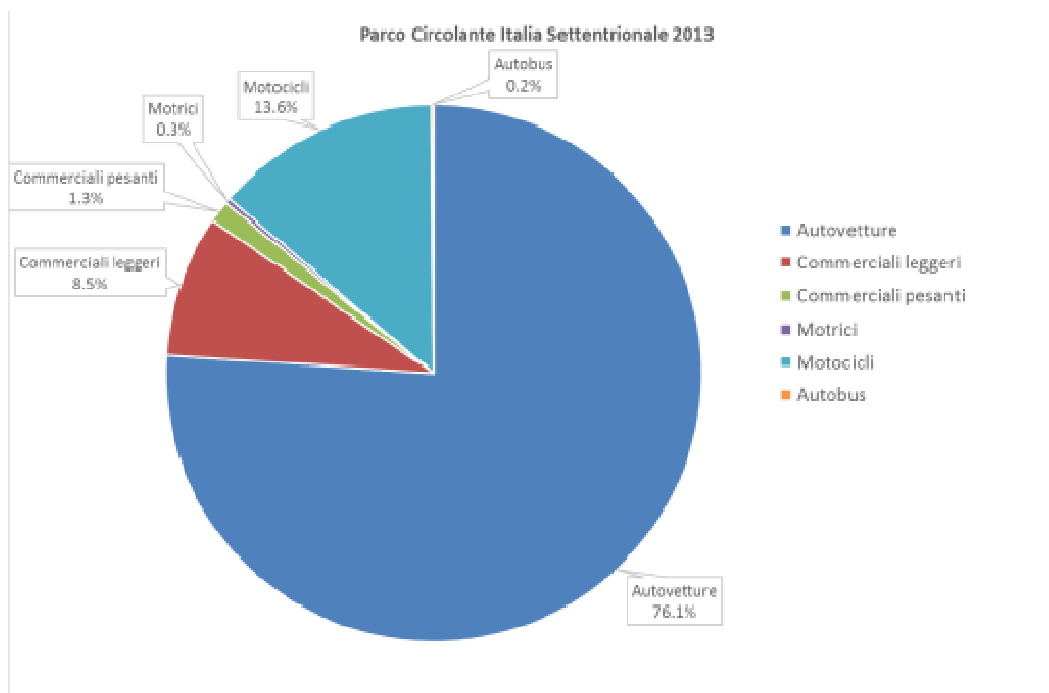


Figura 2-50 – Parco circolante 2013 per l'Italia settentrionale

Per la simulazione dello scenario 2018 è stato ipotizzato che il parco veicolare rimanga essenzialmente equivalente a quello del 2013. Per quanto riguarda lo scenario 2033 sono state invece considerate le previsioni dell'Unione Petrolifera (2012) che indicano per il 2025 una suddivisione praticamente identica tra autovetture alimentate a benzina e a gasolio (Tabella 2-41), mentre l'attuale suddivisione è nettamente a favore delle autovetture a benzina, almeno nell'Italia settentrionale (53% contro 39%). In mancanza di ulteriori proiezioni i dati del 2025 sono stati ritenuti rappresentativi anche per il 2033. E' stato inoltre ipotizzato che tutti i veicoli circolanti nel 2033 siano caratterizzati da una tecnologia almeno pari alle più recenti disponibili attualmente, cioè Euro 5 e 6. Infine si è ipotizzato che la distribuzione in peso dei mezzi pesanti rimanga invariata.

Benzina	Gasolio	GPL	Metano	Ibrida benzina
46.4	43.5	6.1	2.8	1.2

Tabella 2-41 – Distribuzione percentuale del tipo di alimentazione delle autovetture nel 2025

Società di Progetto
Brebemi SpA

2.4.5.3 Fattori di emissione del traffico

Sono stati utilizzati i fattori di emissione tipici del parco veicolare italiano determinati dall'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (I.S.P.R.A.)⁴. Tali dati sono stati calcolati utilizzando la metodologia COPERT4 e si riferiscono all'anno 2012. Una volta definito il parco circolante come indicato sopra, è stato dapprima ottenuto un fattore di emissione tipico per autovetture, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, motrici, motocicli e autobus, tali fattori sono stati quindi combinati per ottenere un fattore di emissione relativo a veicoli leggeri (autovetture più motocicli) e veicoli pesanti (i rimanenti). Questa procedura ha portato a determinare i fattori di emissione riportati in Tabella 2-42 e Tabella 2-43 rispettivamente per lo scenario 2018 e 2033. Si osserva che il fattore di emissione di NMVOC include anche la componente evaporativa.

Macroclasse 2018	CO	NO _x	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀
Veicoli leggeri	3.018	0.529	0.001	0.823	0.024
Veicoli pesanti	1.014	1.751	0.002	0.129	0.131

Tabella 2-42 – Fattori di emissione (g/km) per lo scenario 2018

Macroclasse 2033	CO	NO _x	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀
Veicoli leggeri	1.222	0.166	0.001	0.292	0.009
Veicoli pesanti	0.627	0.355	0.001	0.027	0.019

Tabella 2-43 – Fattori di emissione (g/km) per lo scenario 2033

2.4.6 Risultati

La stima degli impatti è stata condotta mediante le simulazioni della dispersione di inquinanti in atmosfera per gli scenari emissivi precedentemente descritti. La concentrazione al suolo degli inquinanti emessi è stata calcolata per mezzo del modello di dispersione atmosferica CALINE3.


CALINE3 appartiene alla lista degli strumenti suggeriti dalla US-EPA in situazioni di terreno semplice o moderatamente complesso e il suo utilizzo sul dominio in esame è giustificato poiché l'area in esame si trova in una zona essenzialmente pianeggiante.

Le simulazioni sono state condotte utilizzando l'anno di riferimento meteorologico 2014. Poiché gli scenari riguardano l'ora di punta mattutina sono stati considerati i dati meteorologici di tre ore ogni giorno: l'ora di punta, l'ora precedente e l'ora successiva. In questo modo si evita di simulare la dispersione durante ore che non hanno nulla a che vedere con gli scenari, ad esempio ore serali caratterizzate da meteorologia molto diversa rispetto al periodo in cui avvengono le emissioni. Il numero totale di ore meteorologiche simulate, è pari a 1087. Al termine delle simulazioni per ogni inquinante è stata considerata la condizione peggiore, cioè la concentrazione più elevata, predetta all'interno delle 1087 ore meteorologiche. Quindi nel seguito verranno rappresentate le massime concentrazioni medie orarie predette dal modello durante l'intero periodo su ogni punto di output.

Si osserva che la trasformazione degli ossidi di azoto (NO_x) in biossido di azoto (NO₂) è stata effettuata applicando un fattore di conversione pari a 0,25. Tale coefficiente tiene in considerazione che in fase di

Società di Progetto
Brebemi SpA

⁴ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/>

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 83 di 338
---	---------------------------------	---	------------	---------------------

emissione la maggior parte di NO_x è costituita da NO, ed è inoltre in accordo con il rapporto tra i fattori di emissione di NO₂ e NO_x del traffico veicolare ricavati dai fattori di emissione dell'I.S.P.R.A.

Le massime concentrazioni orarie sono state determinate lungo le quattro sezioni ortogonali alle tratte stradali mostrate in Figura 2-51. Ogni sezione si estende per tre km in direzione Nord e Sud dalla strada, quindi la lunghezza totale di ogni sezione è di 6 km. La scelta della disposizione delle sezioni lungo le quali determinare le concentrazioni massime orarie, è stata fatta in maniera da avere una rappresentatività dei diversi tipologici stradali che costituiscono il progetto

La sezione 1, rappresentativa del tratto in trincea, interseca la strada nel punto di coordinate E=584258, N=5043299, essa attraversa a Nord la città di Ospitaletto (a partire da circa 1 km di distanza), e a Sud la città di Travagliato (a partire da circa 800 m di distanza).

La sezione 2, rappresentativa del tratto in rilevato poco distante dalla trincea, interseca la strada nel punto di coordinate E= 585248, N=5043480, essa passa poco a Est rispetto a Ospitaletto e Travagliato.

La sezione 3, rappresentativa del tratto in rilevato, interseca la strada nel punto di coordinate E= 586522, N= 5043844, essa si estende a Nord sino a Romiglia e a Sud sino a Persello.

La sezione 4, rappresentativa del tratto in cui si innestano o partono numerosi svincoli, interseca la strada nel punto di coordinate E= 586986, N= 5044166.

Nel seguito, per ogni semi-sezione, verranno presentati contemporaneamente i risultati relativi ai due scenari, in modo tale da evidenziare le variazioni. Si osserva inoltre che verranno rappresentate sempre le massime medie orarie che risultano sempre minori dei limiti di legge, sia riferiti alla media oraria, sia riferiti a periodi temporali più lunghi. Ad esempio, lungo la sezione 1 la massima media oraria per il monossido di carbonio è pari a 2638 µg/m³, che risulta di per sé minore del limite di legge di 10 mg/m³ (10000 µg/m³); è ovvio che la media mobile di otto ore di monossido di carbonio avrà un valore minore rispetto alla massima media oraria.



Figura 2-51 – Sezioni di calcolo delle concentrazioni

[Handwritten signature]

APPROVATO SDR

Poiché i grafici seguenti rappresentano la massima concentrazione oraria predetta durante tutte le ore meteorologiche, può accadere che gli andamenti non siano monotoni decrescenti con la distanza, ma mostrino alcuni picchi. Tali picchi sono dovuti al fatto che per alcune condizioni meteorologiche particolari (per direzione e/o velocità del vento, altezza di rimescolamento, ecc.) il massimo valore di concentrazione non venga predetto vicino al bordo della carreggiata ma ad una certa distanza da essa.

2.4.6.1 Sezione 1

In questo paragrafo, vengono mostrati nelle figure seguenti ed in forma tabellare, gli andamenti della massima concentrazione oraria in funzione della distanza dalla strada lungo la sezione 1; la distanza viene considerata dal centro della strada. Nelle tabelle di seguito, vengono riportati i valori massimi delle concentrazioni orarie dei vari inquinanti nei due scenari considerati.

Come si può osservare i limiti di legge degli inquinanti normati non vengono mai superati (vedi tab. 2-12 par. 2.2.4 – Limiti di legge ai sensi del D. Lgs 155/2010), in particolare i valori di SO₂ sono praticamente trascurabili. Per i COVNM non esiste un limite di legge. I valori di concentrazione diminuiscono rapidamente allontanandosi dalla carreggiata e le concentrazioni predette per lo scenario 2033 sono sempre minori rispetto a quelle predette per lo scenario 2018, fa eccezione SO₂, che mantiene valori praticamente uguali.

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀
2018	2.638,0	187,1	0,7	692,1	43,4
2033	1.410,9	65,1	0,9	306,0	13,8

Tabella 2-44 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 1 in direzione Nord – Scenari 2018 e 2033

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀
2018	1.832,2	133,9	0,5	479,2	31,4
2033	944,5	46,5	0,7	214,4	9,8

Tabella 2-45 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 1 in direzione Sud – Scenari 2018 e 2033

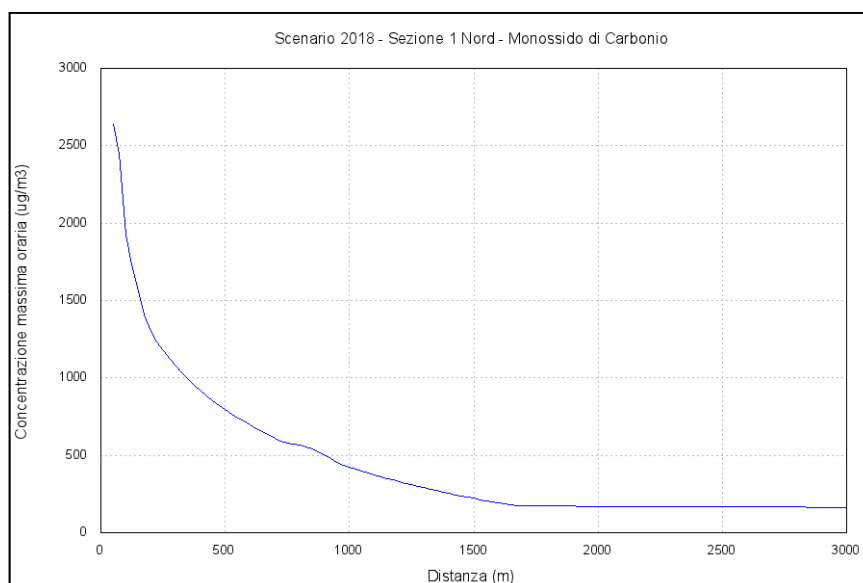


Figura 2-52 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



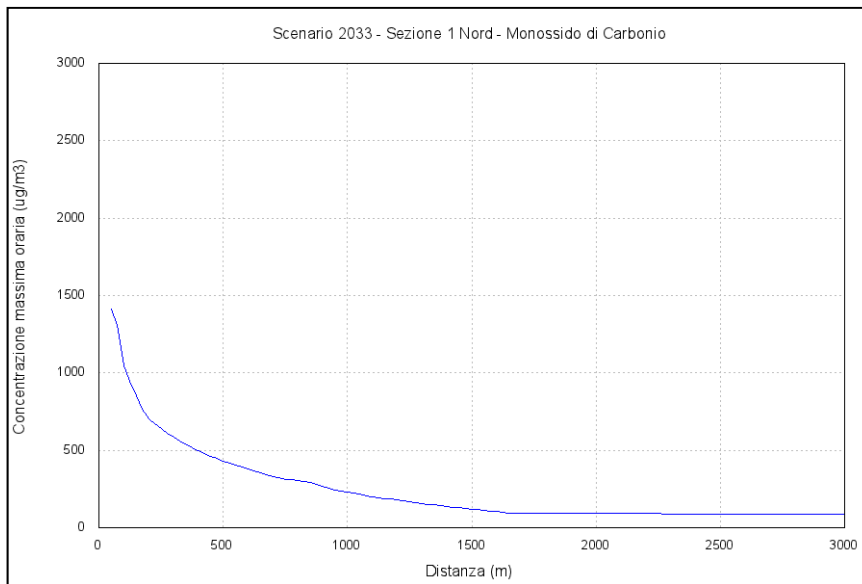


Figura 2-53 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2033

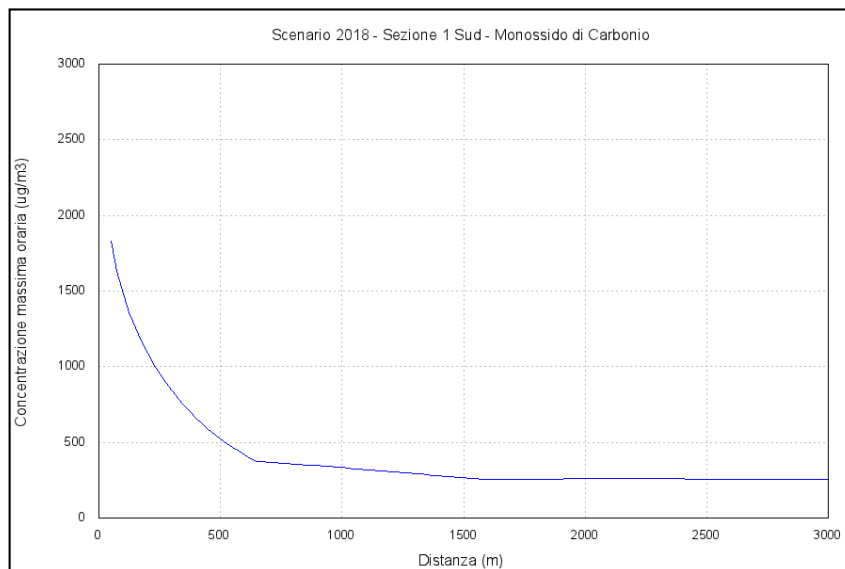


Figura 2-54 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2018

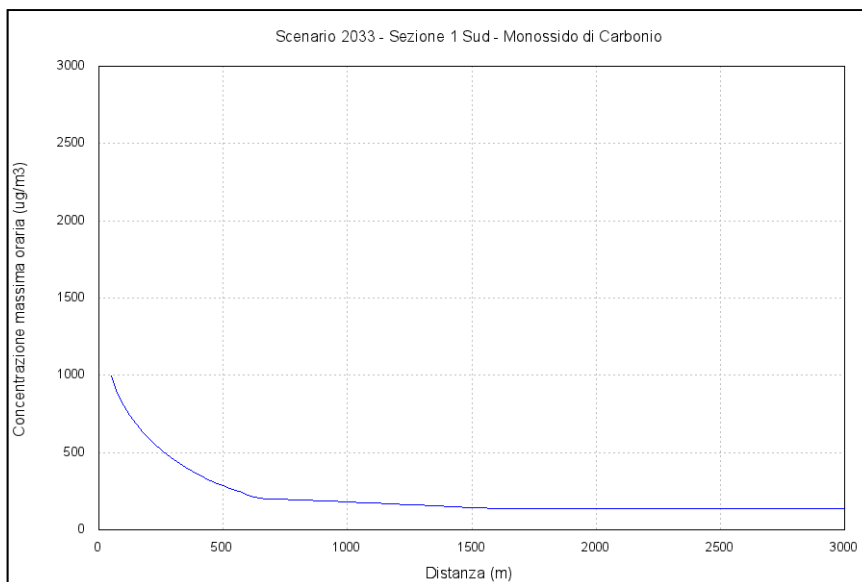


Figura 2-55 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

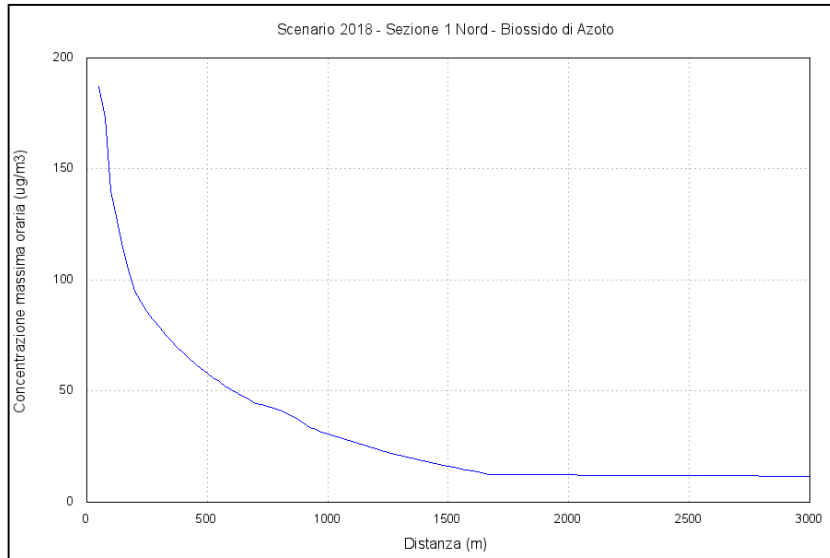


Figura 2-56 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2018

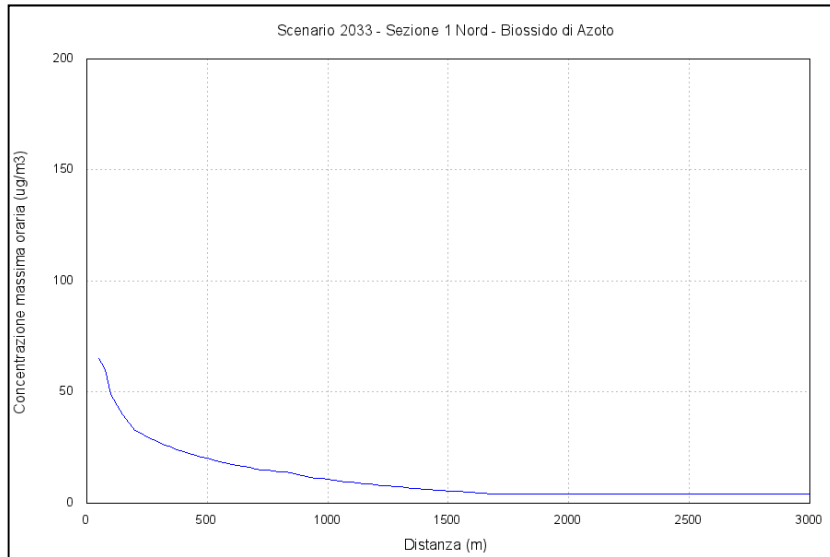


Figura 2-57 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2033

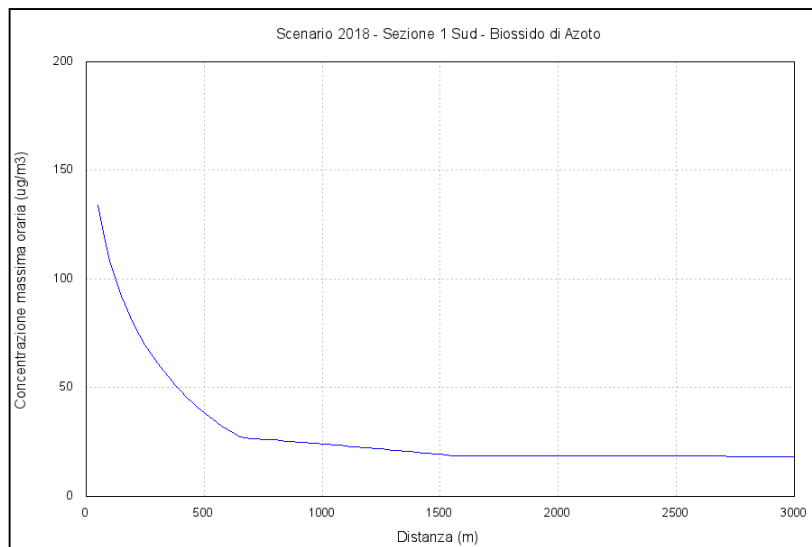


Figura 2-58 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

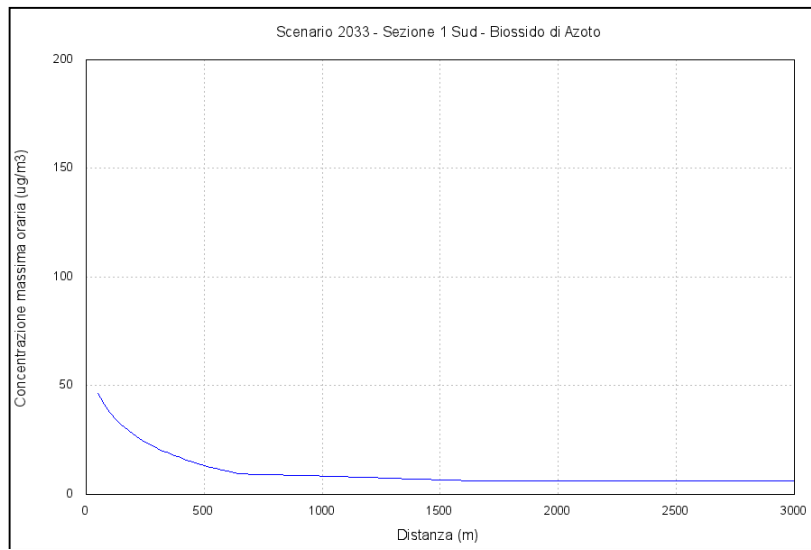


Figura 2-59 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2033

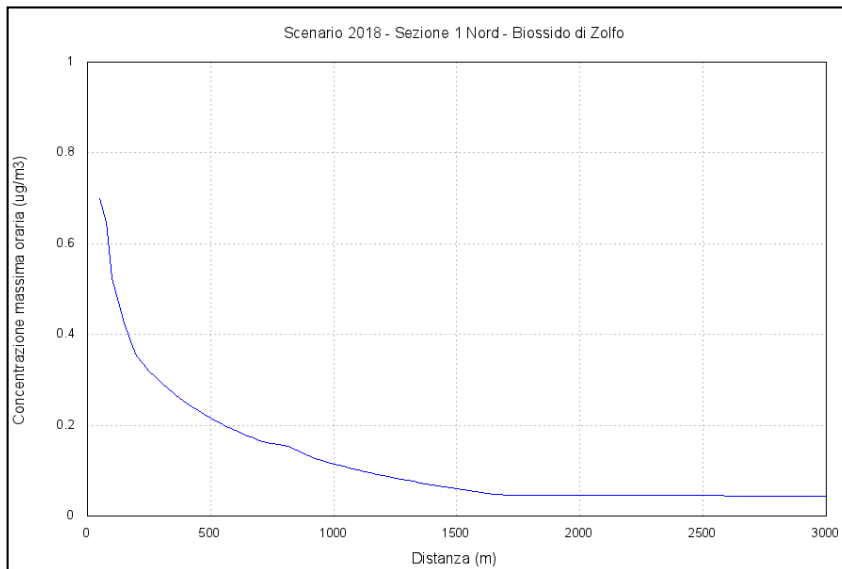


Figura 2-60 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2018

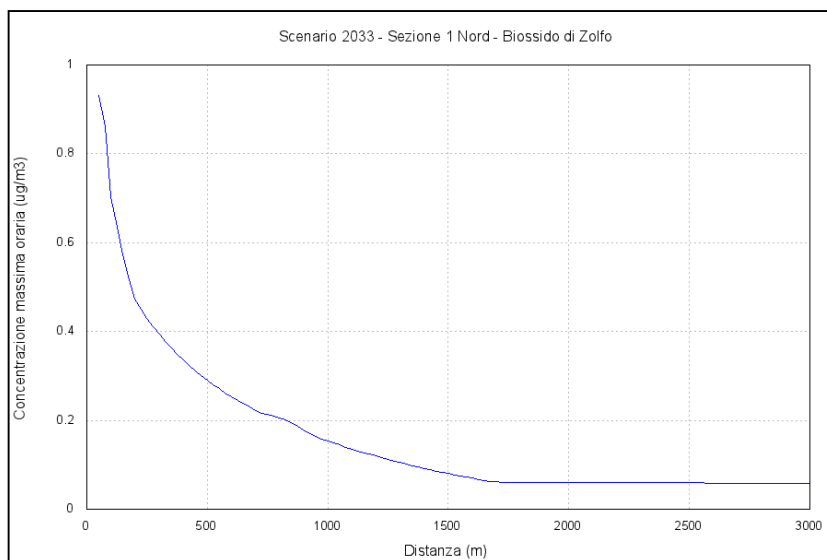


Figura 2-61 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

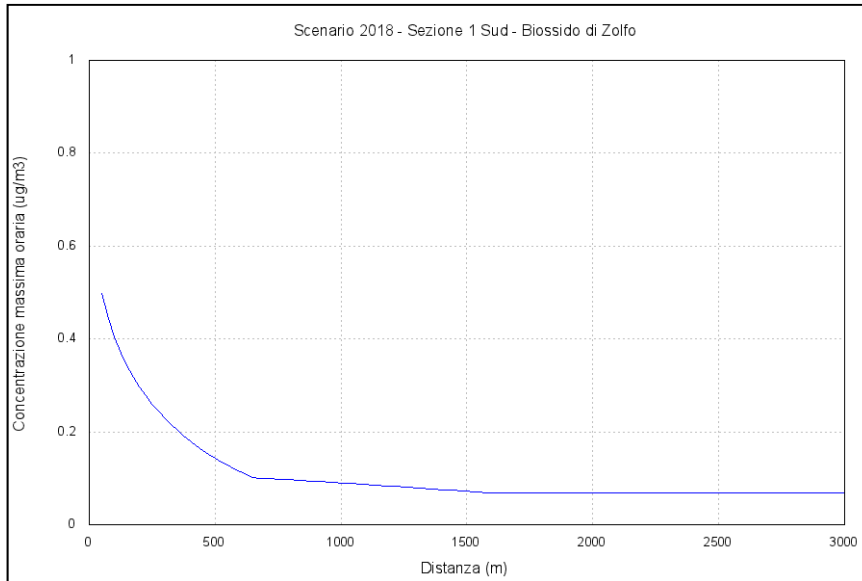


Figura 2-62 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2018

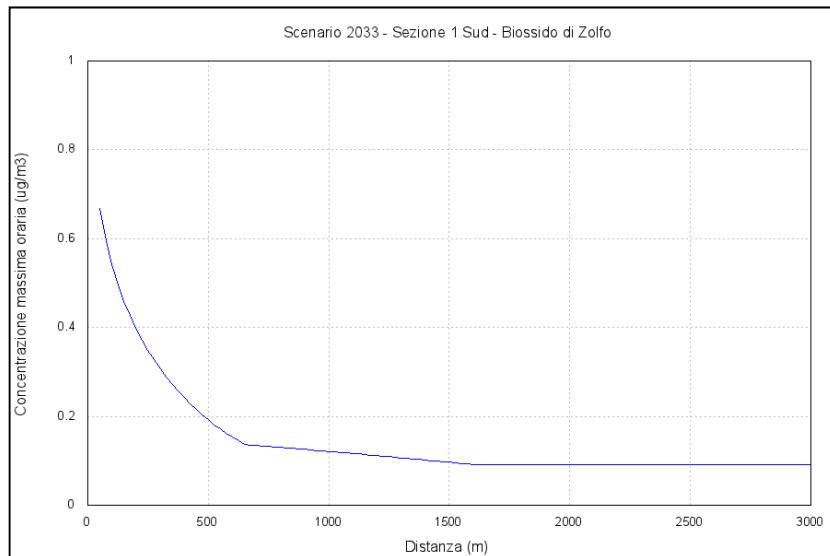


Figura 2-63 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2033

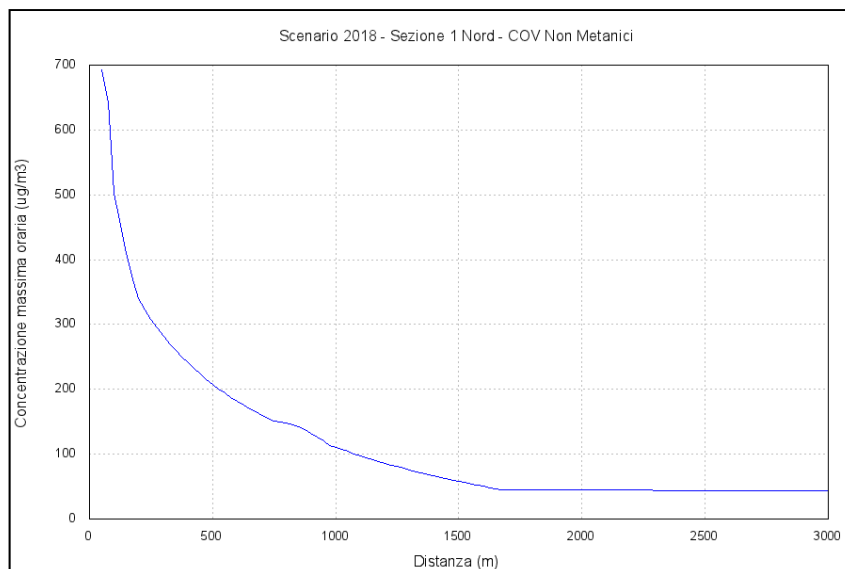


Figura 2-64 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



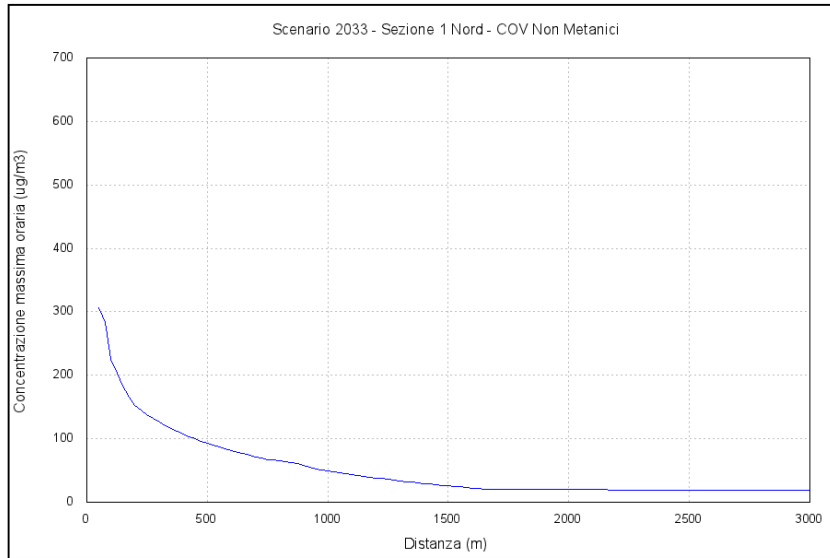


Figura 2-65 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2033

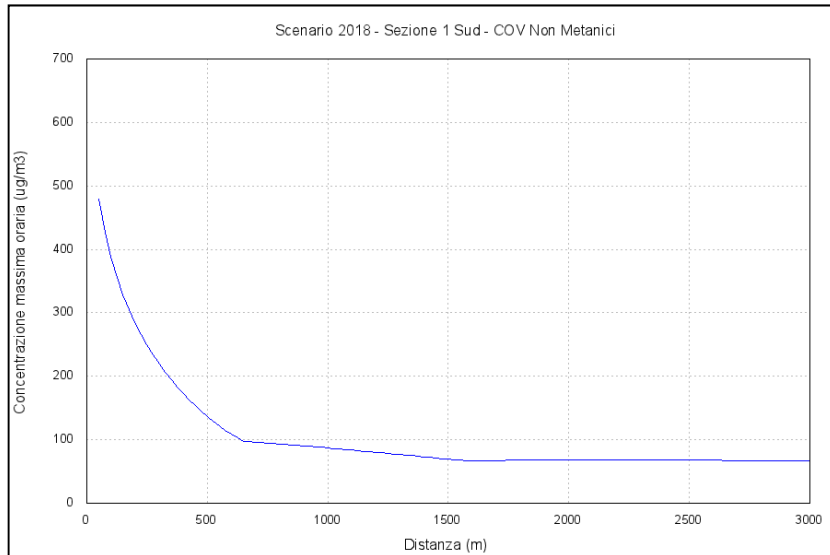


Figura 2-66 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2018

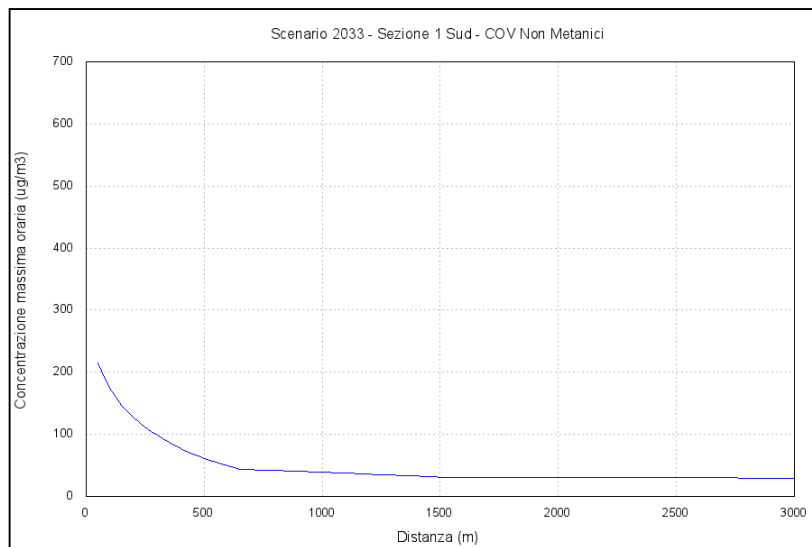


Figura 2-67 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

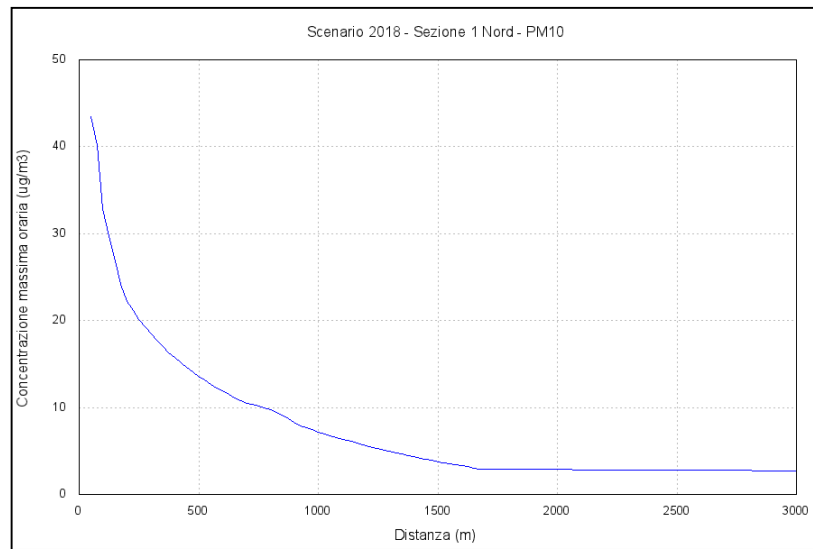


Figura 2-68 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2018

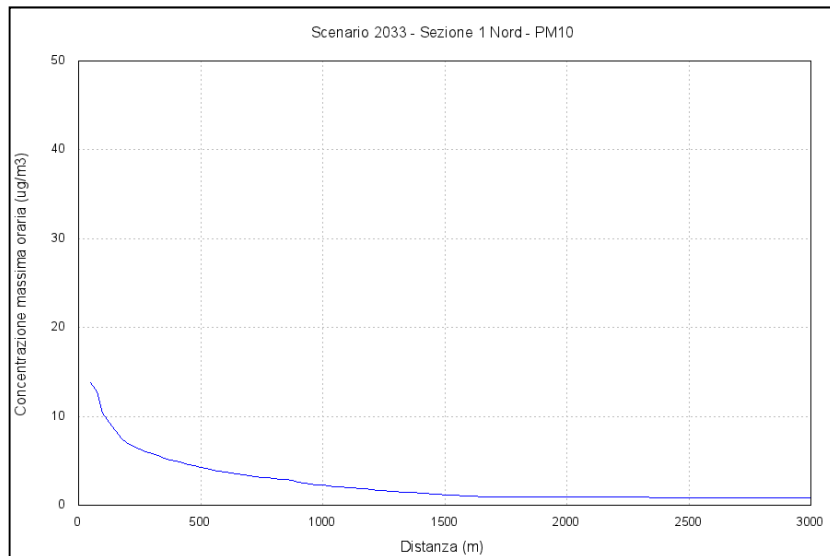


Figura 2-69 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2033

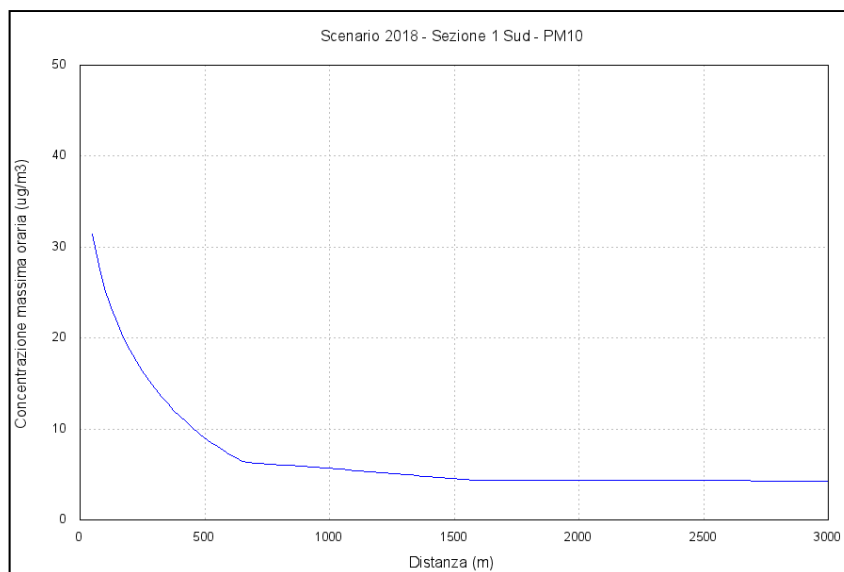


Figura 2-70 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

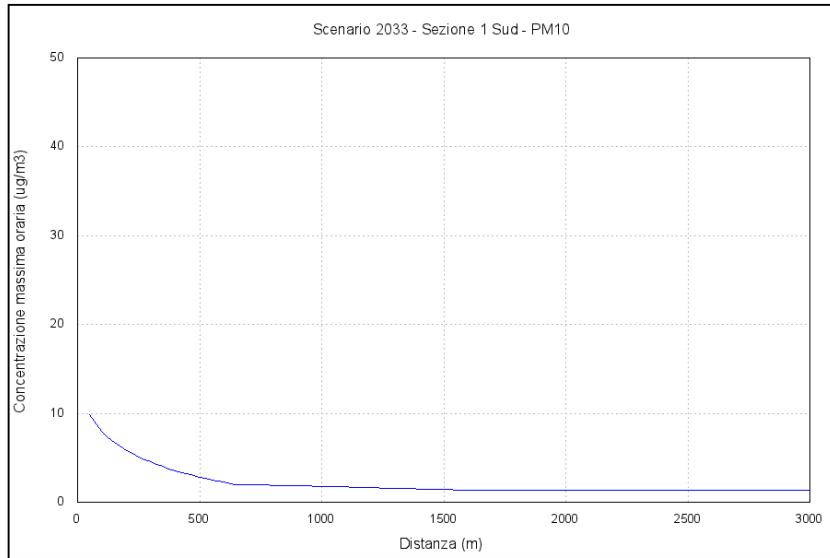


Figura 2-71 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

Sezione 1 - Nord - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	2.638,02	0,70	692,05	43,43	187,08	1550	206,69	0,06	54,08	3,52	15,05
75	2.445,99	0,65	641,85	40,12	172,99	1575	199,41	0,05	52,17	3,40	14,52
100	1.920,43	0,52	502,25	32,91	140,34	1600	192,47	0,05	50,36	3,28	14,01
125	1.732,93	0,47	453,19	29,72	126,70	1625	185,71	0,05	48,59	3,17	13,52
150	1.563,78	0,43	408,92	26,84	114,41	1650	178,99	0,05	46,83	3,05	13,03
175	1.408,41	0,38	368,26	24,20	103,13	1675	172,59	0,05	45,16	2,94	12,56
200	1.298,45	0,35	339,60	22,24	94,83	1700	171,73	0,05	44,98	2,89	12,36
225	1.235,25	0,34	323,07	21,15	90,21	1725	171,69	0,05	44,97	2,88	12,36
250	1.178,29	0,32	308,18	20,17	86,04	1750	171,64	0,05	44,96	2,88	12,35
275	1.126,48	0,31	294,63	19,28	82,25	1775	171,58	0,05	44,95	2,88	12,34
300	1.078,07	0,29	281,97	18,45	78,71	1800	171,52	0,05	44,93	2,88	12,34
325	1.034,20	0,28	270,50	17,70	75,50	1825	171,44	0,05	44,91	2,88	12,33
350	993,49	0,27	259,85	17,00	72,52	1850	171,36	0,05	44,89	2,87	12,32
375	954,79	0,26	249,74	16,34	69,69	1875	171,27	0,05	44,87	2,87	12,31
400	919,26	0,25	240,44	15,73	67,09	1900	171,18	0,05	44,84	2,87	12,30
425	885,88	0,24	231,72	15,15	64,65	1925	171,08	0,05	44,82	2,87	12,29
450	853,79	0,23	223,33	14,60	62,30	1950	170,97	0,05	44,79	2,86	12,28
475	824,05	0,22	215,55	14,09	60,12	1975	170,85	0,05	44,76	2,86	12,27
500	795,88	0,22	208,18	13,61	58,06	2000	170,73	0,05	44,73	2,86	12,26
525	768,60	0,21	201,05	13,14	56,07	2025	170,61	0,05	44,70	2,86	12,25
550	743,17	0,20	194,40	12,70	54,21	2050	170,48	0,05	44,67	2,85	12,24
575	718,89	0,20	188,05	12,29	52,43	2075	170,34	0,05	44,63	2,85	12,23
600	695,26	0,19	181,87	11,88	50,70	2100	170,20	0,05	44,60	2,85	12,22
625	673,11	0,18	176,08	11,50	49,08	2125	170,06	0,05	44,56	2,84	12,20
650	652,00	0,18	170,56	11,14	47,54	2150	169,91	0,05	44,52	2,84	12,19
675	632,12	0,17	165,36	10,80	46,08	2175	169,76	0,05	44,48	2,84	12,18
700	611,76	0,17	160,04	10,47	44,59	2200	169,60	0,05	44,44	2,84	12,17
725	592,59	0,16	155,02	10,36	43,79	2225	169,44	0,05	44,40	2,83	12,15
750	580,73	0,16	151,58	10,20	43,23	2250	169,28	0,05	44,36	2,83	12,14
775	575,25	0,16	150,28	10,00	42,48	2275	169,11	0,05	44,31	2,83	12,13
800	567,33	0,15	148,34	9,75	41,55	2300	168,95	0,05	44,27	2,82	12,11
825	556,55	0,15	145,65	9,46	40,41	2325	168,77	0,05	44,23	2,82	12,10
850	542,42	0,15	142,08	9,11	39,04	2350	168,60	0,05	44,18	2,82	12,09
875	525,42	0,14	137,75	8,72	37,49	2375	168,42	0,05	44,14	2,81	12,07
900	505,24	0,13	132,58	8,29	35,74	2400	168,24	0,05	44,09	2,81	12,06
925	481,63	0,13	126,49	7,90	33,78	2425	168,06	0,04	44,04	2,81	12,04
950	455,89	0,12	119,83	7,66	32,71	2450	167,88	0,04	43,99	2,80	12,03
975	435,50	0,12	113,93	7,43	31,73	2475	167,69	0,04	43,95	2,80	12,01
1000	422,16	0,11	110,44	7,20	30,75	2500	167,51	0,04	43,90	2,80	12,00
1025	409,46	0,11	107,12	6,99	29,83	2525	167,32	0,04	43,85	2,79	11,98
1050	397,11	0,11	103,89	6,78	28,93	2550	167,13	0,04	43,80	2,79	11,97
1075	385,10	0,10	100,75	6,57	28,05	2575	166,94	0,04	43,75	2,78	11,96
1100	373,19	0,10	97,63	6,37	27,18	2600	166,74	0,04	43,70	2,78	11,94
1125	361,81	0,10	94,66	6,17	26,35	2625	166,55	0,04	43,65	2,78	11,93
1150	350,74	0,10	91,76	5,98	25,55	2650	166,36	0,04	43,60	2,77	11,91
1175	339,74	0,09	88,88	5,80	24,74	2675	166,16	0,04	43,55	2,77	11,90
1200	329,24	0,09	86,14	5,62	23,98	2700	165,96	0,04	43,50	2,77	11,88
1225	319,01	0,09	83,46	5,44	23,23	2725	165,77	0,04	43,45	2,76	11,87
1250	308,84	0,08	80,80	5,27	22,49	2750	165,57	0,04	43,39	2,76	11,85
1275	299,13	0,08	78,26	5,10	21,78	2775	165,37	0,04	43,34	2,76	11,83
1300	289,66	0,08	75,78	4,94	21,09	2800	165,17	0,04	43,29	2,75	11,82
1325	280,24	0,08	73,32	4,78	20,41	2825	164,97	0,04	43,24	2,75	11,80
1350	271,25	0,07	70,97	4,63	19,75	2850	164,77	0,04	43,19	2,75	11,79
1375	262,48	0,07	68,67	4,48	19,11	2875	164,57	0,04	43,13	2,74	11,77
1400	253,76	0,07	66,39	4,33	18,48	2900	164,37	0,04	43,08	2,74	11,76
1425	245,43	0,07	64,21	4,19	17,87	2925	164,17	0,04	43,03	2,73	11,74
1450	237,31	0,06	62,09	4,05	17,28	2950	163,97	0,04	42,98	2,73	11,73
1475	229,40	0,06	60,02	3,91	16,70	2975	163,77	0,04	42,93	2,73	11,71
1500	221,53	0,06	57,96	3,78	16,13	3000	163,57	0,04	42,87	2,72	11,70
1525	214,01	0,06	55,99	3,65	15,58						

Figura 2-72 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2018

Sezione 1 - Sud - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM _{NOX} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM _{NOX} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
50	1.832,20	0,50	479,17	31,40	133,91	1550	258,93	0,07	67,75	4,41	18,85
75	1.633,20	0,44	427,12	28,00	119,38	1575	257,18	0,07	67,34	4,36	18,60
100	1.483,34	0,40	387,92	25,44	108,44	1600	257,30	0,07	67,37	4,34	18,59
125	1.359,51	0,37	355,53	23,32	99,41	1625	257,41	0,07	67,40	4,34	18,59
150	1.256,85	0,34	328,67	21,56	91,92	1650	257,52	0,07	67,43	4,34	18,60
175	1.167,79	0,32	305,38	20,04	85,43	1675	257,62	0,07	67,46	4,34	18,60
200	1.087,49	0,30	284,37	18,67	79,57	1700	257,71	0,07	67,49	4,34	18,60
225	1.016,85	0,28	265,89	17,46	74,42	1725	257,81	0,07	67,51	4,34	18,60
250	952,98	0,26	249,19	16,37	69,77	1750	257,89	0,07	67,54	4,34	18,61
275	894,64	0,24	233,92	15,37	65,51	1775	257,97	0,07	67,56	4,34	18,61
300	839,91	0,23	219,60	14,44	61,53	1800	258,04	0,07	67,58	4,34	18,61
325	790,44	0,22	206,66	13,60	57,92	1825	258,11	0,07	67,60	4,34	18,61
350	744,50	0,20	194,65	12,81	54,58	1850	258,17	0,07	67,61	4,34	18,61
375	700,96	0,19	183,25	12,07	51,40	1875	258,23	0,07	67,63	4,34	18,61
400	661,01	0,18	172,80	11,39	48,50	1900	258,28	0,07	67,65	4,34	18,61
425	623,70	0,17	163,04	10,75	45,78	1925	258,33	0,07	67,66	4,34	18,61
450	588,01	0,16	153,70	10,14	43,18	1950	258,38	0,07	67,67	4,34	18,61
475	555,08	0,15	145,09	9,58	40,78	1975	258,41	0,07	67,68	4,34	18,61
500	524,12	0,14	136,99	9,05	38,53	2000	258,44	0,07	67,69	4,34	18,61
525	494,42	0,14	129,22	8,55	36,36	2025	258,46	0,07	67,70	4,34	18,61
550	466,93	0,13	122,02	8,08	34,36	2050	258,49	0,07	67,71	4,34	18,60
575	440,94	0,12	115,23	7,63	32,47	2075	258,51	0,07	67,72	4,34	18,60
600	415,95	0,11	108,69	7,21	30,65	2100	258,52	0,07	67,72	4,34	18,60
625	392,74	0,11	102,62	6,81	28,96	2125	258,53	0,07	67,72	4,34	18,60
650	373,61	0,10	97,78	6,44	27,37	2150	258,53	0,07	67,73	4,34	18,59
675	371,02	0,10	97,10	6,30	26,93	2175	258,53	0,07	67,73	4,34	18,59
700	368,34	0,10	96,40	6,26	26,74	2200	258,53	0,07	67,73	4,34	18,59
725	365,66	0,10	95,70	6,21	26,54	2225	258,52	0,07	67,72	4,33	18,58
750	362,94	0,10	94,99	6,16	26,34	2250	258,50	0,07	67,72	4,33	18,58
775	360,12	0,10	94,25	6,12	26,14	2275	258,48	0,07	67,72	4,33	18,58
800	357,30	0,10	93,51	6,07	25,93	2300	258,46	0,07	67,71	4,33	18,57
825	354,44	0,10	92,76	6,02	25,73	2325	258,44	0,07	67,71	4,33	18,57
850	351,47	0,10	91,99	5,97	25,51	2350	258,41	0,07	67,70	4,33	18,56
875	348,52	0,09	91,21	5,92	25,30	2375	258,37	0,07	67,69	4,33	18,56
900	345,53	0,09	90,43	5,87	25,08	2400	258,33	0,07	67,68	4,33	18,55
925	342,44	0,09	89,62	5,82	24,86	2425	258,29	0,07	67,67	4,32	18,55
950	339,38	0,09	88,82	5,76	24,63	2450	258,24	0,07	67,66	4,32	18,54
975	336,28	0,09	88,01	5,71	24,41	2475	258,19	0,07	67,65	4,32	18,53
1000	333,07	0,09	87,17	5,66	24,18	2500	258,13	0,07	67,63	4,32	18,53
1025	329,89	0,09	86,34	5,60	23,95	2525	258,07	0,07	67,62	4,32	18,52
1050	326,69	0,09	85,50	5,55	23,72	2550	258,00	0,07	67,60	4,32	18,51
1075	323,45	0,09	84,65	5,50	23,48	2575	257,94	0,07	67,59	4,31	18,51
1100	320,13	0,09	83,78	5,44	23,24	2600	257,86	0,07	67,57	4,31	18,50
1125	316,84	0,09	82,92	5,38	23,01	2625	257,79	0,07	67,55	4,31	18,49
1150	313,52	0,08	82,05	5,33	22,77	2650	257,71	0,07	67,53	4,31	18,49
1175	310,13	0,08	81,16	5,27	22,52	2675	257,63	0,07	67,51	4,31	18,48
1200	306,79	0,08	80,29	5,22	22,28	2700	257,54	0,07	67,49	4,30	18,47
1225	303,43	0,08	79,40	5,16	22,04	2725	257,45	0,07	67,46	4,30	18,46
1250	299,98	0,08	78,50	5,10	21,79	2750	257,36	0,07	67,44	4,30	18,45
1275	296,58	0,08	77,61	5,04	21,55	2775	257,26	0,07	67,42	4,30	18,44
1300	293,18	0,08	76,72	4,99	21,31	2800	257,17	0,07	67,39	4,30	18,43
1325	289,70	0,08	75,81	4,93	21,06	2825	257,06	0,07	67,36	4,29	18,43
1350	286,28	0,08	74,91	4,87	20,81	2850	256,95	0,07	67,34	4,29	18,42
1375	282,86	0,08	74,02	4,81	20,56	2875	256,84	0,07	67,31	4,29	18,41
1400	279,38	0,08	73,11	4,76	20,31	2900	256,73	0,07	67,28	4,29	18,40
1425	276,01	0,07	72,22	4,70	20,07	2925	256,61	0,07	67,25	4,28	18,39
1450	272,55	0,07	71,31	4,64	19,82	2950	256,49	0,07	67,22	4,28	18,38
1475	269,12	0,07	70,42	4,58	19,58	2975	256,37	0,07	67,19	4,28	18,37
1500	265,66	0,07	69,51	4,53	19,33	3000	256,24	0,07	67,15	4,28	18,36
1525	262,30	0,07	68,63	4,47	19,09						

Figura 2-73 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 1 in direzione Sud - Scenario 2018


 Società di Progetto
Brebemi SpA



Sezione 1 - Nord - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOCC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOCC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	1.410,90	0,93	305,96	13,75	65,06	1550	111,32	0,07	24,01	1,10	5,21
75	1.306,11	0,86	283,38	12,72	60,15	1575	107,37	0,07	23,15	1,06	5,02
100	1.044,95	0,70	225,36	10,34	48,87	1600	103,59	0,07	22,34	1,02	4,85
125	943,46	0,63	203,46	9,33	44,12	1625	99,92	0,07	21,55	0,99	4,67
150	851,89	0,57	183,70	8,43	39,85	1650	96,28	0,06	20,76	0,95	4,50
175	767,77	0,52	165,55	7,60	35,92	1675	92,80	0,06	20,01	0,92	4,34
200	704,82	0,47	152,00	6,97	32,96	1700	91,84	0,06	19,86	0,90	4,27
225	670,52	0,45	144,61	6,63	31,36	1725	91,79	0,06	19,85	0,90	4,26
250	639,61	0,43	137,94	6,33	29,91	1750	91,75	0,06	19,84	0,90	4,26
275	611,49	0,41	131,88	6,05	28,59	1775	91,70	0,06	19,83	0,90	4,26
300	585,21	0,39	126,21	5,79	27,36	1800	91,65	0,06	19,82	0,90	4,25
325	561,39	0,38	121,08	5,55	26,25	1825	91,59	0,06	19,81	0,90	4,25
350	539,28	0,36	116,31	5,33	25,21	1850	91,53	0,06	19,80	0,90	4,25
375	518,27	0,35	111,78	5,13	24,23	1875	91,47	0,06	19,79	0,90	4,25
400	498,97	0,34	107,62	4,93	23,33	1900	91,41	0,06	19,77	0,90	4,24
425	480,84	0,32	103,72	4,75	22,48	1925	91,34	0,06	19,76	0,90	4,24
450	463,40	0,31	99,96	4,58	21,66	1950	91,27	0,06	19,74	0,90	4,23
475	447,25	0,30	96,47	4,42	20,91	1975	91,20	0,06	19,73	0,89	4,23
500	431,94	0,29	93,17	4,27	20,19	2000	91,12	0,06	19,71	0,89	4,23
525	417,11	0,28	89,98	4,12	19,50	2025	91,04	0,06	19,70	0,89	4,22
550	403,29	0,27	87,00	3,99	18,85	2050	90,96	0,06	19,68	0,89	4,22
575	390,09	0,26	84,15	3,86	18,23	2075	90,88	0,06	19,66	0,89	4,22
600	377,24	0,25	81,38	3,73	17,63	2100	90,80	0,06	19,65	0,89	4,21
625	365,20	0,25	78,78	3,61	17,07	2125	90,71	0,06	19,63	0,89	4,21
650	353,71	0,24	76,31	3,50	16,53	2150	90,62	0,06	19,61	0,89	4,20
675	342,87	0,23	73,97	3,39	16,02	2175	90,53	0,06	19,59	0,89	4,20
700	331,81	0,22	71,58	3,28	15,50	2200	90,44	0,06	19,57	0,89	4,19
725	321,39	0,22	69,34	3,18	15,02	2225	90,35	0,06	19,55	0,89	4,19
750	313,23	0,21	67,27	3,13	14,80	2250	90,26	0,06	19,53	0,88	4,18
775	309,70	0,21	66,61	3,09	14,58	2275	90,16	0,06	19,51	0,88	4,18
800	304,86	0,21	65,66	3,03	14,30	2300	90,07	0,06	19,49	0,88	4,17
825	298,51	0,20	64,39	2,95	13,96	2325	89,97	0,06	19,47	0,88	4,17
850	290,37	0,19	62,72	2,86	13,52	2350	89,87	0,06	19,45	0,88	4,17
875	280,74	0,19	60,73	2,75	13,03	2375	89,77	0,06	19,43	0,88	4,16
900	269,46	0,18	58,38	2,63	12,46	2400	89,67	0,06	19,41	0,88	4,16
925	256,38	0,17	55,62	2,50	11,81	2425	89,57	0,06	19,39	0,88	4,15
950	243,21	0,16	52,63	2,40	11,36	2450	89,47	0,06	19,37	0,88	4,15
975	235,87	0,16	50,89	2,33	11,02	2475	89,37	0,06	19,34	0,88	4,14
1000	228,61	0,15	49,32	2,26	10,68	2500	89,26	0,06	19,32	0,87	4,14
1025	221,69	0,15	47,83	2,19	10,36	2525	89,16	0,06	19,30	0,87	4,13
1050	214,96	0,14	46,38	2,12	10,04	2550	89,05	0,06	19,28	0,87	4,13
1075	208,42	0,14	44,96	2,06	9,74	2575	88,95	0,06	19,26	0,87	4,12
1100	201,94	0,14	43,56	2,00	9,44	2600	88,84	0,06	19,23	0,87	4,12
1125	195,74	0,13	42,23	1,93	9,15	2625	88,74	0,06	19,21	0,87	4,11
1150	189,71	0,13	40,93	1,88	8,87	2650	88,63	0,06	19,19	0,87	4,11
1175	183,72	0,12	39,63	1,82	8,59	2675	88,53	0,06	19,16	0,87	4,10
1200	178,00	0,12	38,40	1,76	8,32	2700	88,42	0,06	19,14	0,87	4,10
1225	172,43	0,12	37,20	1,70	8,06	2725	88,32	0,06	19,12	0,86	4,09
1250	166,89	0,11	36,00	1,65	7,80	2750	88,21	0,06	19,10	0,86	4,08
1275	161,60	0,11	34,86	1,60	7,55	2775	88,10	0,06	19,07	0,86	4,08
1300	156,45	0,11	33,75	1,55	7,31	2800	88,00	0,06	19,05	0,86	4,07
1325	151,32	0,10	32,64	1,50	7,07	2825	87,89	0,06	19,03	0,86	4,07
1350	146,43	0,10	31,58	1,45	6,85	2850	87,78	0,06	19,01	0,86	4,06
1375	141,66	0,10	30,55	1,40	6,62	2875	87,68	0,06	18,98	0,86	4,06
1400	136,91	0,09	29,53	1,35	6,40	2900	87,57	0,06	18,96	0,86	4,05
1425	132,38	0,09	28,55	1,31	6,19	2925	87,46	0,06	18,94	0,86	4,05
1450	127,97	0,09	27,60	1,27	5,98	2950	87,36	0,06	18,91	0,86	4,04
1475	123,66	0,08	26,67	1,22	5,78	2975	87,25	0,06	18,89	0,85	4,04
1500	119,38	0,08	25,75	1,18	5,58	3000	87,14	0,06	18,87	0,85	4,03
1525	115,30	0,08	24,87	1,14	5,39						

Figura 2-74 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 1 in direzione Nord - Scenario 2033

Sezione 1 - Sud - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM _{VOC} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM _{VOC} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
50	994,45	0,67	214,43	9,84	46,53	1550	140,51	0,09	30,32	1,39	6,56
75	886,53	0,60	191,16	8,77	41,48	1575	138,63	0,09	29,91	1,37	6,47
100	805,26	0,54	173,63	7,97	37,68	1600	138,07	0,09	29,84	1,36	6,42
125	738,11	0,50	159,15	7,31	34,54	1625	138,11	0,09	29,85	1,36	6,42
150	682,44	0,46	147,14	6,76	31,94	1650	138,14	0,09	29,85	1,36	6,43
175	634,14	0,43	136,72	6,28	29,68	1675	138,17	0,09	29,86	1,36	6,43
200	590,60	0,40	127,33	5,85	27,64	1700	138,20	0,09	29,87	1,36	6,43
225	552,29	0,37	119,06	5,47	25,85	1725	138,22	0,09	29,88	1,36	6,43
250	517,65	0,35	111,59	5,13	24,23	1750	138,25	0,09	29,88	1,36	6,43
275	486,01	0,33	104,76	4,81	22,76	1775	138,27	0,09	29,89	1,36	6,43
300	456,32	0,31	98,36	4,52	21,37	1800	138,29	0,09	29,90	1,36	6,43
325	429,49	0,29	92,57	4,26	20,12	1825	138,31	0,09	29,90	1,36	6,43
350	404,57	0,27	87,19	4,01	18,95	1850	138,32	0,09	29,90	1,36	6,43
375	380,96	0,26	82,10	3,78	17,85	1875	138,33	0,09	29,91	1,36	6,43
400	359,28	0,24	77,42	3,56	16,84	1900	138,34	0,09	29,91	1,36	6,43
425	339,04	0,23	73,05	3,36	15,89	1925	138,36	0,09	29,92	1,36	6,43
450	319,68	0,22	68,88	3,17	14,99	1950	138,37	0,09	29,92	1,36	6,43
475	301,81	0,20	65,02	2,99	14,15	1975	138,37	0,09	29,92	1,36	6,43
500	285,01	0,19	61,40	2,83	13,37	2000	138,37	0,09	29,92	1,36	6,43
525	268,90	0,18	57,92	2,67	12,61	2025	138,37	0,09	29,92	1,36	6,43
550	253,98	0,17	54,70	2,52	11,92	2050	138,37	0,09	29,92	1,36	6,43
575	239,88	0,16	51,66	2,38	11,26	2075	138,37	0,09	29,93	1,36	6,42
600	226,32	0,15	48,73	2,25	10,63	2100	138,36	0,09	29,93	1,36	6,42
625	213,72	0,14	46,01	2,12	10,04	2125	138,36	0,09	29,92	1,36	6,42
650	202,68	0,14	43,76	2,01	9,48	2150	138,35	0,09	29,92	1,36	6,42
675	201,28	0,13	43,46	1,99	9,39	2175	138,34	0,09	29,92	1,36	6,42
700	199,83	0,13	43,14	1,97	9,32	2200	138,33	0,09	29,92	1,36	6,42
725	198,38	0,13	42,83	1,96	9,25	2225	138,31	0,09	29,92	1,36	6,42
750	196,90	0,13	42,51	1,94	9,18	2250	138,30	0,09	29,92	1,36	6,42
775	195,37	0,13	42,18	1,93	9,11	2275	138,28	0,09	29,91	1,36	6,42
800	193,85	0,13	41,85	1,91	9,04	2300	138,26	0,09	29,91	1,36	6,41
825	192,30	0,13	41,52	1,90	8,97	2325	138,24	0,09	29,91	1,36	6,41
850	190,69	0,13	41,17	1,88	8,89	2350	138,22	0,09	29,90	1,36	6,41
875	189,09	0,13	40,83	1,86	8,82	2375	138,19	0,09	29,90	1,36	6,41
900	187,47	0,13	40,48	1,85	8,74	2400	138,16	0,09	29,89	1,36	6,41
925	185,80	0,12	40,12	1,83	8,66	2425	138,14	0,09	29,89	1,35	6,41
950	184,14	0,12	39,76	1,82	8,59	2450	138,10	0,09	29,88	1,35	6,40
975	182,46	0,12	39,39	1,80	8,51	2475	138,07	0,09	29,88	1,35	6,40
1000	180,72	0,12	39,02	1,78	8,43	2500	138,04	0,09	29,87	1,35	6,40
1025	179,00	0,12	38,65	1,77	8,35	2525	138,00	0,09	29,86	1,35	6,40
1050	177,26	0,12	38,27	1,75	8,27	2550	137,96	0,09	29,85	1,35	6,40
1075	175,51	0,12	37,89	1,73	8,19	2575	137,92	0,09	29,85	1,35	6,39
1100	173,71	0,12	37,50	1,71	8,10	2600	137,88	0,09	29,84	1,35	6,39
1125	171,92	0,12	37,12	1,70	8,02	2625	137,84	0,09	29,83	1,35	6,39
1150	170,13	0,11	36,73	1,68	7,94	2650	137,79	0,09	29,82	1,35	6,39
1175	168,29	0,11	36,33	1,66	7,85	2675	137,75	0,09	29,81	1,35	6,38
1200	166,48	0,11	35,94	1,64	7,77	2700	137,70	0,09	29,80	1,35	6,38
1225	164,65	0,11	35,54	1,62	7,68	2725	137,65	0,09	29,79	1,35	6,38
1250	162,78	0,11	35,14	1,61	7,59	2750	137,60	0,09	29,78	1,35	6,38
1275	160,94	0,11	34,74	1,59	7,51	2775	137,55	0,09	29,77	1,35	6,37
1300	159,09	0,11	34,34	1,57	7,42	2800	137,49	0,09	29,76	1,35	6,37
1325	157,21	0,11	33,93	1,55	7,34	2825	137,44	0,09	29,75	1,35	6,37
1350	155,35	0,10	33,53	1,53	7,25	2850	137,38	0,09	29,74	1,35	6,37
1375	153,50	0,10	33,13	1,52	7,16	2875	137,32	0,09	29,72	1,35	6,36
1400	151,61	0,10	32,72	1,50	7,08	2900	137,26	0,09	29,71	1,34	6,36
1425	149,78	0,10	32,33	1,48	6,99	2925	137,20	0,09	29,70	1,34	6,36
1450	147,90	0,10	31,92	1,46	6,90	2950	137,13	0,09	29,68	1,34	6,35
1475	146,04	0,10	31,52	1,44	6,82	2975	137,07	0,09	29,67	1,34	6,35
1500	144,17	0,10	31,11	1,42	6,73	3000	137,00	0,09	29,66	1,34	6,35
1525	142,34	0,10	30,72	1,41	6,65						

Figura 2-75 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 1 in direzione Sud 

2.4.6.2 Sezione 2

In questo paragrafo vengono mostrati nelle figure seguenti ed in forma tabellare, gli andamenti della massima concentrazione oraria in funzione della distanza dalla strada lungo la sezione 2; la distanza viene

considerata dal centro della strada. Nelle tabelle di seguito, vengono riportati i valori massimi delle concentrazioni orarie dei vari inquinanti nei due scenari considerati.

Come si può osservare, anche per questa sezione i limiti di legge degli inquinanti normati non vengono mai superati (vedi tab. 2-12 par. 2.2.4 – Limiti di legge ai sensi del D. Lgs 155/2010), in particolare i valori di SO₂ sono praticamente trascurabili. Per i COVNM non esiste un limite di legge. I valori di concentrazione diminuiscono rapidamente allontanandosi dalla carreggiata e le concentrazioni predette per lo scenario 2033 sono sempre minori rispetto a quelle predette per lo scenario 2018, fa eccezione SO₂, che mantiene valori praticamente uguali.

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NM VOC	PM ₁₀
2018	2.019,2	147,7	0,6	528,0	34,6
2033	1.099,2	51,4	0,7	237,0	10,9

Tabella 2-46 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 2 in direzione Nord – Scenari 2018 e 2033

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NM VOC	PM ₁₀
2018	1.662,8	119,8	0,4	435,2	28,0
2033	890,3	41,4	0,6	192,5	8,7

Tabella 2-47 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 2 in direzione Sud – Scenari 2018 e 2033

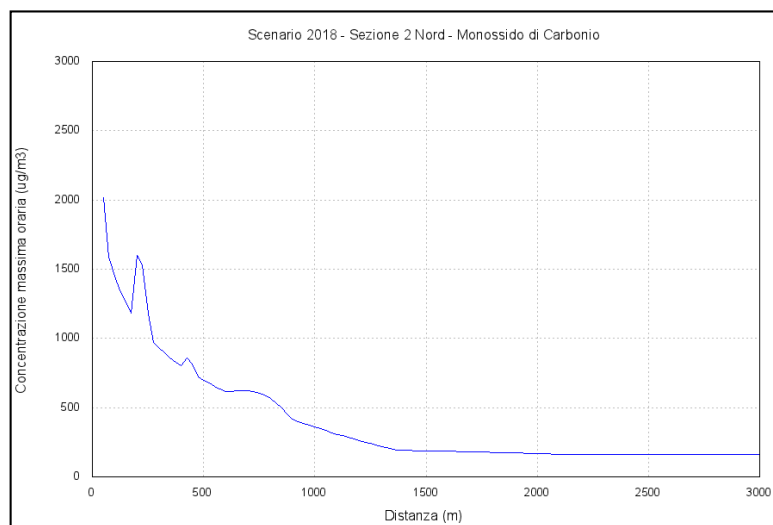


Figura 2-76 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2018

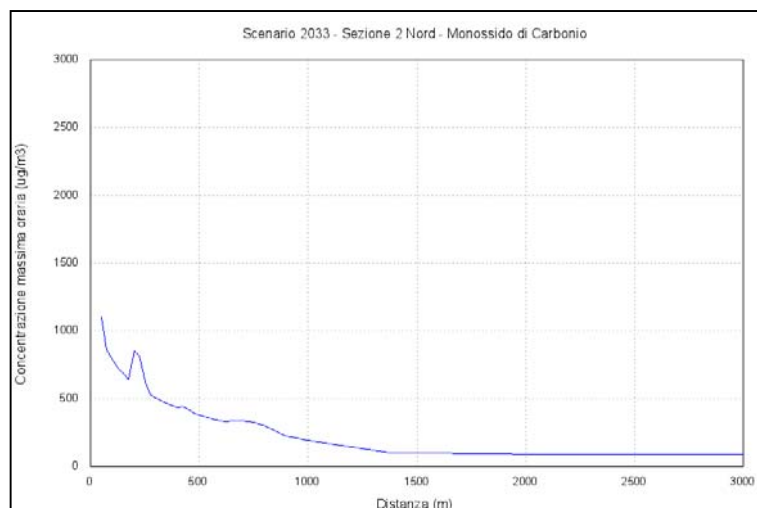


Figura 2-77 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



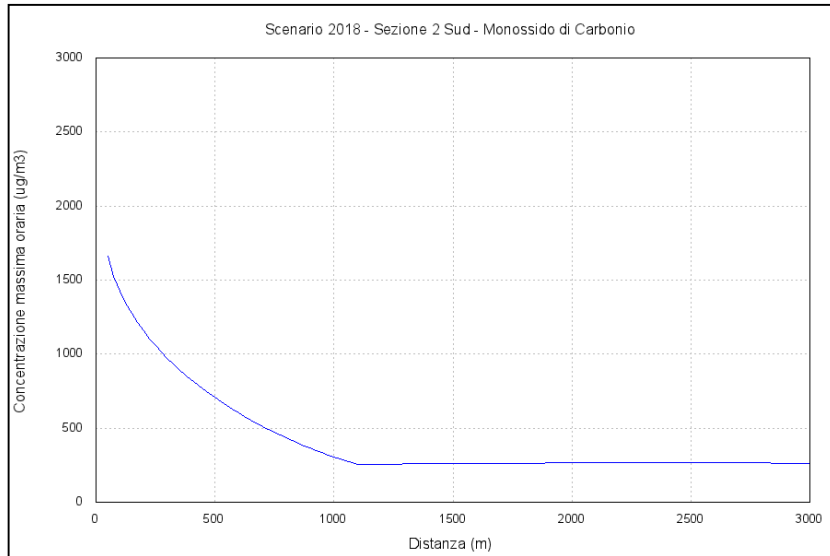


Figura 2-78 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2018

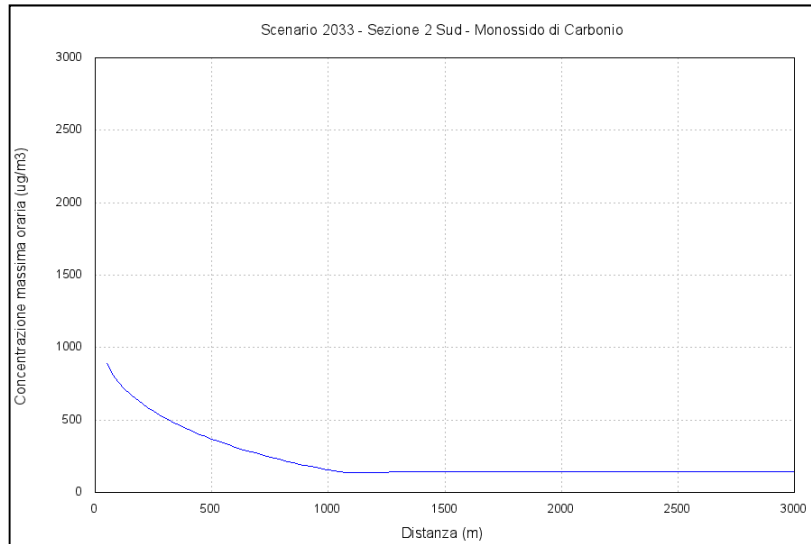


Figura 2-79 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2033

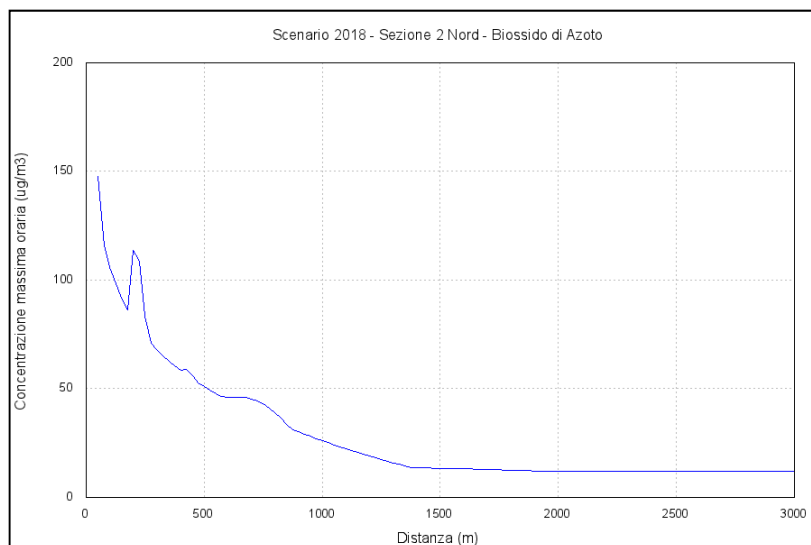


Figura 2-80 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

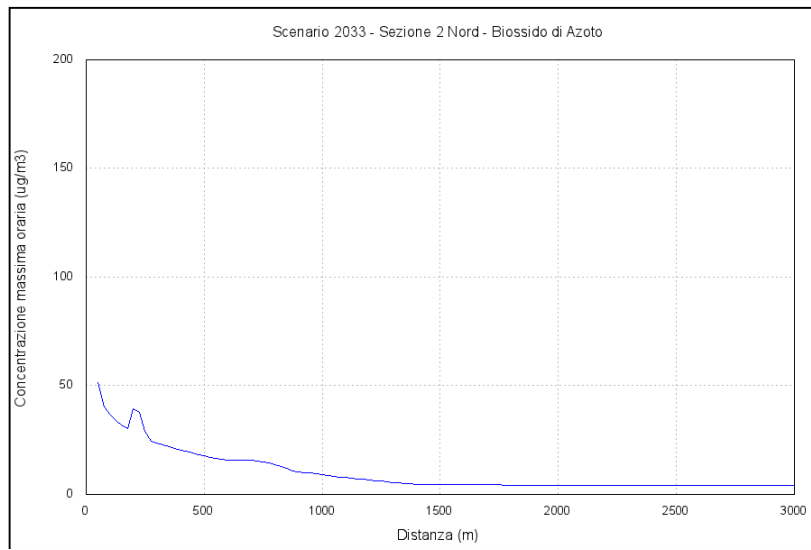


Figura 2-81 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2033

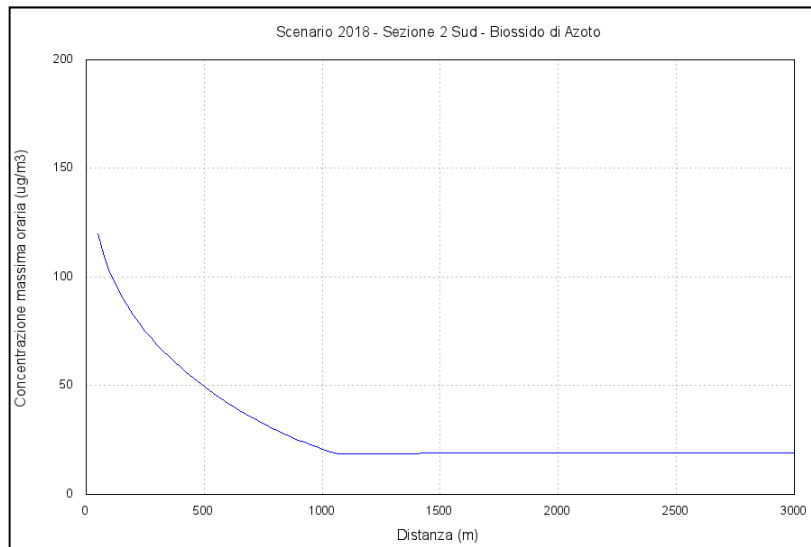


Figura 2-82 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2018

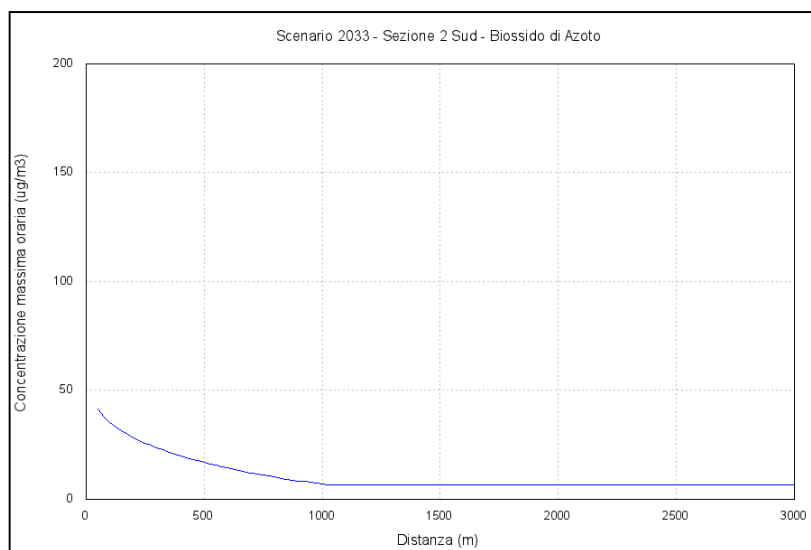


Figura 2-83 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



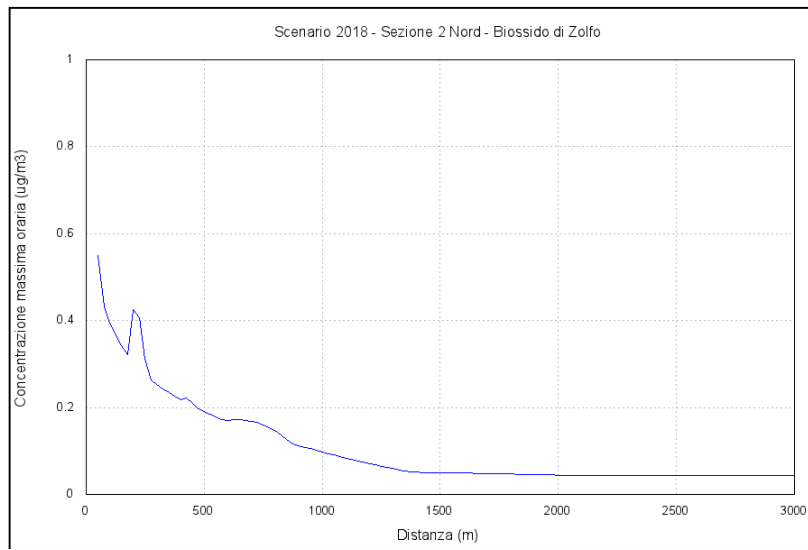



Figura 2-84 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2018

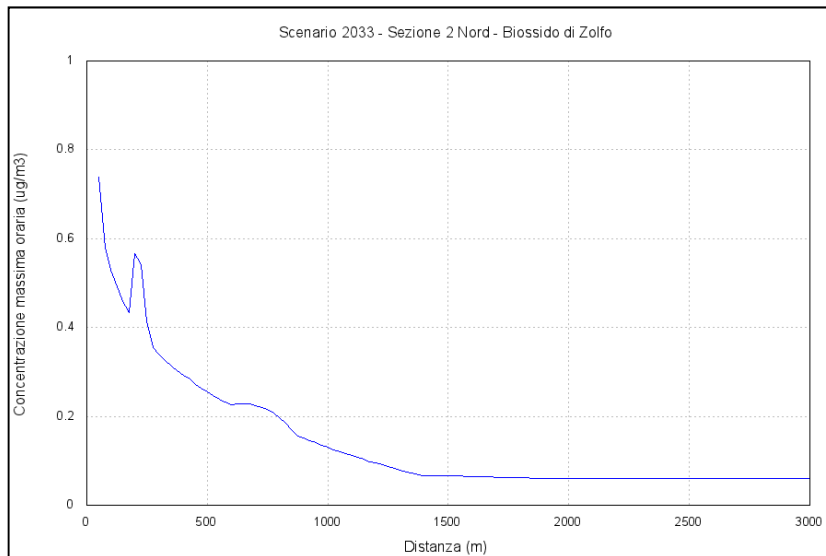


Figura 2-85 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2033

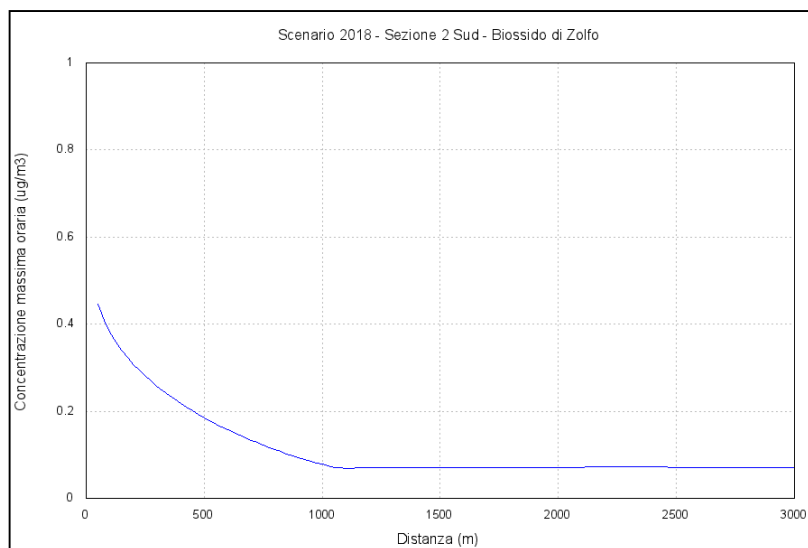


Figura 2-86 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

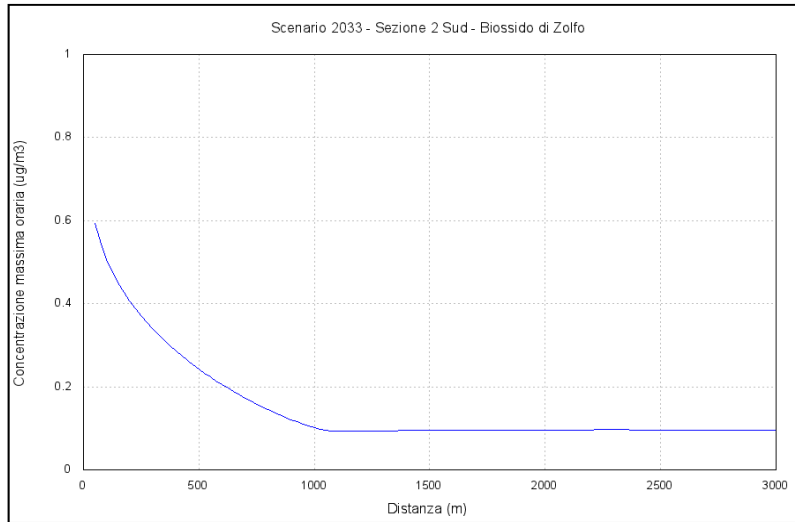


Figura 2-87 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2033

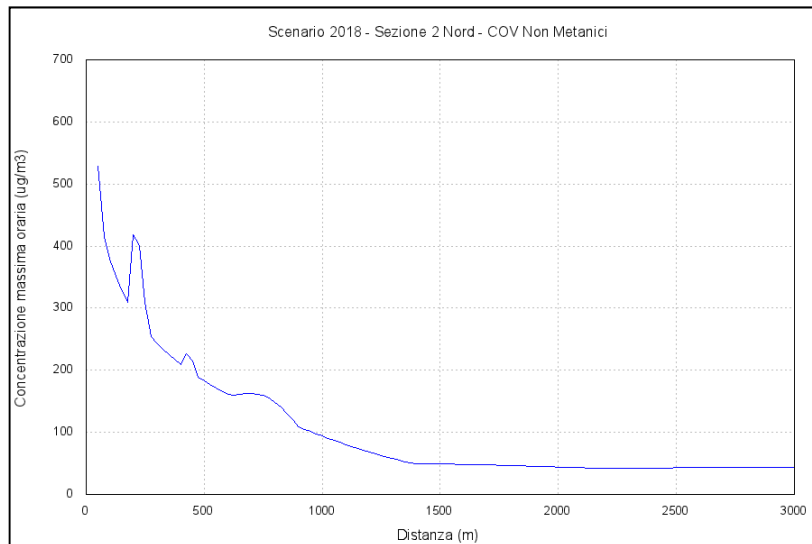


Figura 2-88 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2018

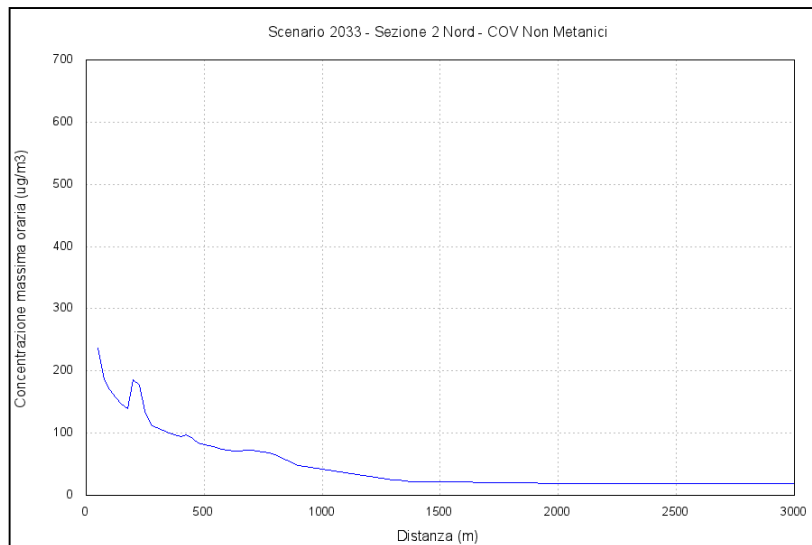


Figura 2-89 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brehami SpA

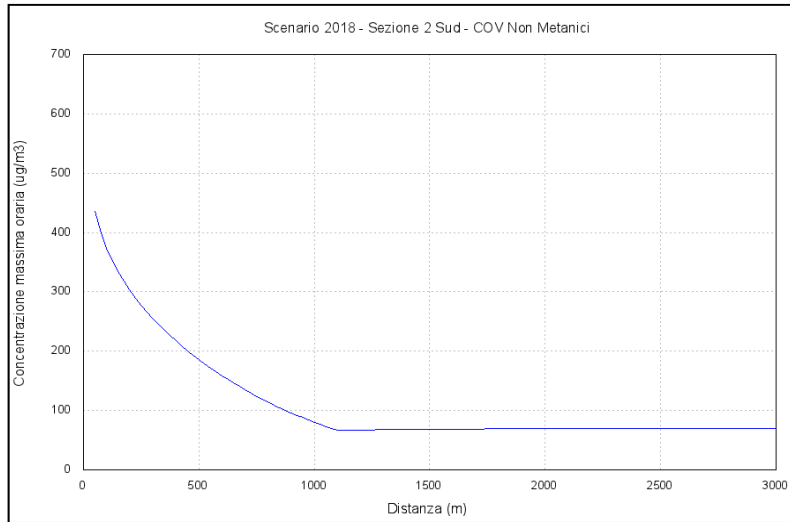


Figura 2-90 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2018

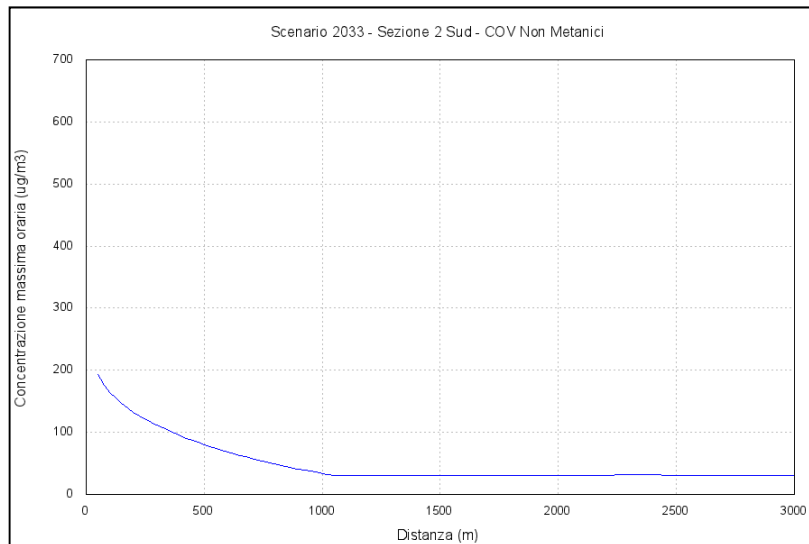


Figura 2-91 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2033

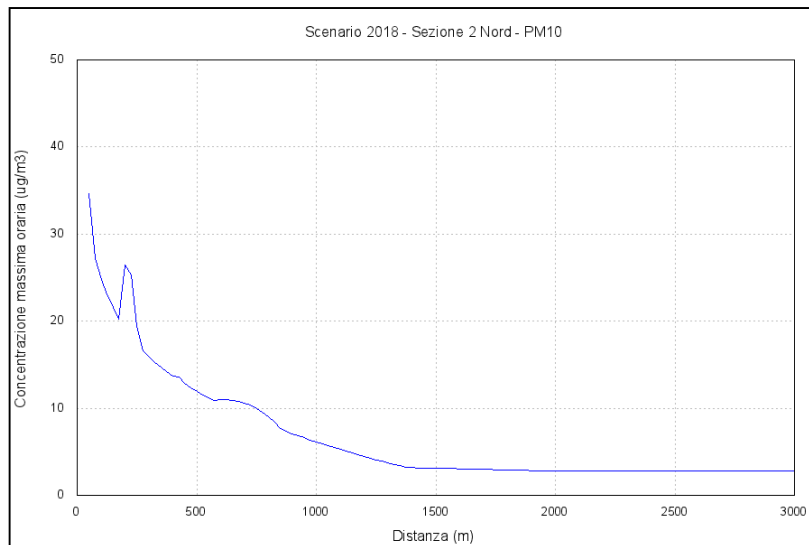


Figura 2-92 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebem SpA

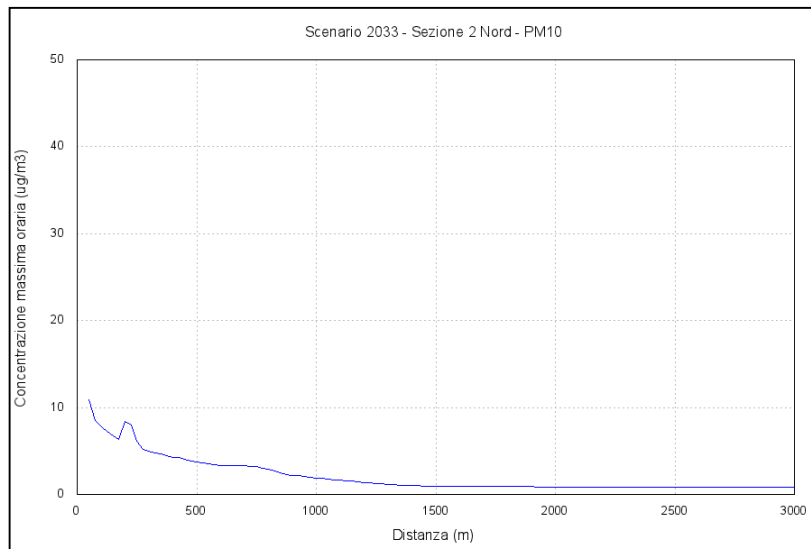


Figura 2-93 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2033

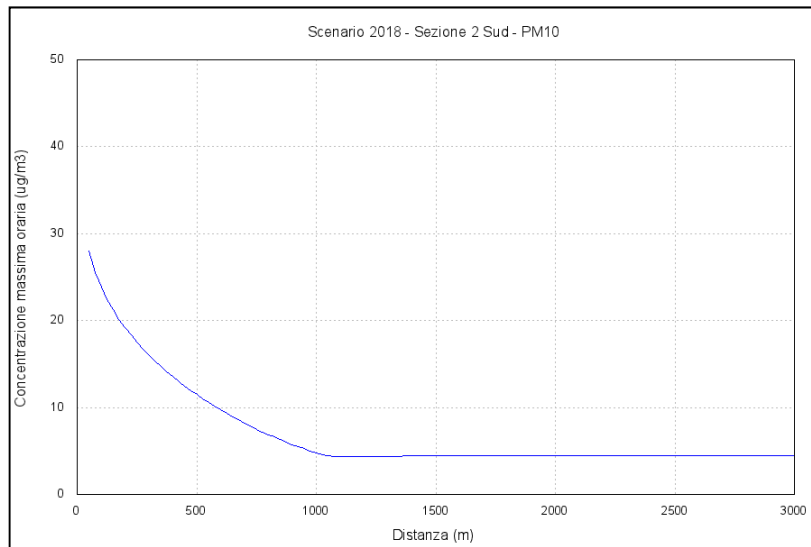


Figura 2-94 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2018

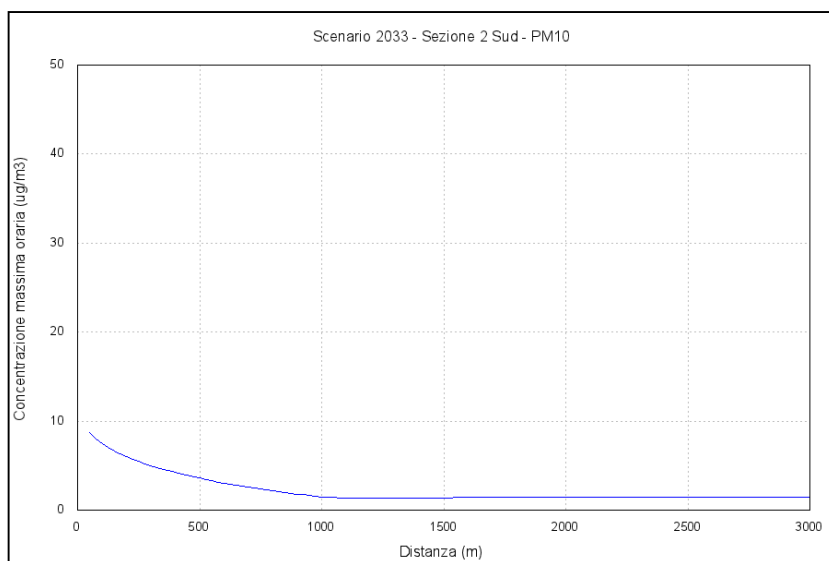


Figura 2-95 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

Sezione 2 - Nord - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	2.019,22	0,55	528,04	34,64	147,67	1550	186,30	0,05	48,85	3,09	13,28
75	1.586,33	0,43	414,89	27,17	115,88	1575	185,49	0,05	48,64	3,07	13,21
100	1.450,18	0,39	379,29	24,84	105,92	1600	184,65	0,05	48,42	3,06	13,14
125	1.344,59	0,37	351,68	23,02	98,19	1625	183,76	0,05	48,19	3,04	13,07
150	1.258,09	0,34	329,06	21,53	91,85	1650	182,87	0,05	47,96	3,02	13,00
175	1.184,99	0,32	309,95	20,28	86,50	1675	181,96	0,05	47,72	3,00	12,93
200	1.597,11	0,43	418,75	26,49	113,87	1700	181,02	0,05	47,48	2,99	12,86
225	1.528,76	0,41	400,87	25,32	108,89	1725	180,06	0,05	47,23	2,97	12,78
250	1.176,65	0,31	308,64	19,41	83,56	1750	179,06	0,05	46,97	2,95	12,70
275	972,30	0,26	254,34	16,62	70,92	1775	178,05	0,05	46,71	2,93	12,62
300	932,28	0,25	243,87	15,93	67,98	1800	177,04	0,05	46,45	2,91	12,55
325	894,95	0,24	234,11	15,29	65,25	1825	176,00	0,05	46,18	2,89	12,47
350	861,26	0,23	225,30	14,71	62,78	1850	174,94	0,05	45,90	2,87	12,38
375	830,03	0,23	217,14	14,17	60,49	1875	173,85	0,05	45,62	2,85	12,30
400	800,87	0,22	209,51	13,67	58,36	1900	172,76	0,05	45,33	2,83	12,22
425	858,83	0,22	225,99	13,57	59,08	1925	171,66	0,05	45,05	2,81	12,13
450	816,95	0,21	215,00	12,88	56,10	1950	170,55	0,05	44,76	2,79	12,05
475	722,80	0,20	189,10	12,33	52,65	1975	169,43	0,04	44,47	2,77	11,97
500	699,56	0,19	183,02	11,94	50,95	2000	168,27	0,04	44,16	2,77	11,88
525	677,45	0,18	177,23	11,56	49,34	2025	167,12	0,04	43,86	2,77	11,84
550	656,10	0,18	171,65	11,19	47,78	2050	165,97	0,04	43,56	2,77	11,84
575	635,64	0,17	166,30	10,94	46,29	2075	164,80	0,04	43,26	2,77	11,84
600	615,56	0,17	161,05	10,96	46,12	2100	163,63	0,04	42,95	2,77	11,84
625	613,28	0,17	159,85	10,96	46,26	2125	163,10	0,04	42,69	2,77	11,84
650	619,73	0,17	161,73	10,91	46,23	2150	163,14	0,04	42,70	2,77	11,84
675	623,45	0,17	162,90	10,81	45,95	2175	163,20	0,04	42,71	2,77	11,84
700	623,07	0,17	163,02	10,62	45,36	2200	163,24	0,04	42,73	2,77	11,84
725	617,68	0,17	161,83	10,35	44,38	2225	163,26	0,04	42,73	2,77	11,84
750	606,46	0,16	159,10	9,99	43,01	2250	163,27	0,04	42,74	2,77	11,84
775	588,91	0,15	154,69	9,53	41,24	2275	163,30	0,04	42,74	2,77	11,84
800	564,81	0,15	148,55	8,99	39,05	2300	163,34	0,04	42,75	2,77	11,84
825	534,47	0,14	140,73	8,36	36,51	2325	163,38	0,04	42,77	2,77	11,84
850	497,80	0,13	131,23	7,67	33,61	2350	163,43	0,04	42,78	2,77	11,84
875	456,69	0,12	120,51	7,33	31,29	2375	163,47	0,04	42,79	2,77	11,84
900	415,20	0,11	108,94	7,08	30,22	2400	163,50	0,04	42,80	2,77	11,84
925	400,85	0,11	104,88	6,83	29,17	2425	163,54	0,04	42,81	2,77	11,84
950	386,79	0,10	101,20	6,59	28,15	2450	163,58	0,04	42,82	2,77	11,85
975	372,75	0,10	97,53	6,35	27,12	2475	163,62	0,04	42,83	2,77	11,85
1000	359,28	0,10	94,00	6,12	26,14	2500	163,66	0,04	42,84	2,77	11,85
1025	346,08	0,09	90,55	5,90	25,18	2525	163,70	0,04	42,86	2,77	11,85
1050	333,18	0,09	87,18	5,67	24,24	2550	163,75	0,04	42,87	2,77	11,85
1075	320,54	0,09	83,87	5,46	23,31	2575	163,79	0,04	42,88	2,77	11,85
1100	307,92	0,08	80,57	5,24	22,39	2600	163,83	0,04	42,89	2,77	11,85
1125	295,86	0,08	77,42	5,04	21,51	2625	163,87	0,04	42,90	2,77	11,85
1150	284,09	0,08	74,34	4,83	20,65	2650	163,91	0,04	42,91	2,77	11,86
1175	272,62	0,07	71,34	4,64	19,81	2675	163,95	0,04	42,92	2,77	11,86
1200	261,45	0,07	68,42	4,45	19,00	2700	163,98	0,04	42,93	2,77	11,86
1225	250,41	0,07	65,53	4,26	18,19	2725	164,02	0,04	42,94	2,77	11,86
1250	239,88	0,06	62,78	4,08	17,42	2750	164,06	0,04	42,95	2,77	11,86
1275	229,57	0,06	60,08	3,90	16,67	2775	164,09	0,04	42,96	2,77	11,86
1300	219,57	0,06	57,46	3,73	15,94	2800	164,13	0,04	42,97	2,77	11,86
1325	209,91	0,06	54,94	3,56	15,23	2825	164,16	0,04	42,98	2,77	11,86
1350	200,36	0,05	52,44	3,40	14,54	2850	164,19	0,04	42,99	2,77	11,87
1375	191,30	0,05	50,11	3,25	13,87	2875	164,22	0,04	43,00	2,77	11,87
1400	190,59	0,05	49,95	3,17	13,63	2900	164,25	0,04	43,01	2,77	11,87
1425	189,95	0,05	49,79	3,16	13,58	2925	164,27	0,04	43,01	2,77	11,87
1450	189,29	0,05	49,62	3,15	13,52	2950	164,30	0,04	43,02	2,77	11,87
1475	188,59	0,05	49,44	3,13	13,47	2975	164,32	0,04	43,03	2,77	11,87
1500	187,85	0,05	49,25	3,12	13,40	3000	164,34	0,04	43,03	2,77	11,87
1525	187,09	0,05	49,05	3,10	13,34						

Figura 2-96 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2018

Sezione 2 - Sud - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NM VOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NM VOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	1.662,77	0,45	435,51	27,96	119,79	1550	261,63	0,07	68,48	4,44	18,97
75	1.523,27	0,41	399,04	25,56	109,55	1575	261,90	0,07	68,55	4,44	18,99
100	1.424,27	0,38	373,16	23,85	102,28	1600	262,16	0,07	68,62	4,44	19,00
125	1.342,91	0,36	351,90	22,44	96,30	1625	262,41	0,07	68,69	4,45	19,02
150	1.273,17	0,34	333,67	21,23	91,17	1650	262,65	0,07	68,75	4,45	19,03
175	1.211,61	0,32	317,58	20,17	86,64	1675	262,89	0,07	68,81	4,45	19,04
200	1.155,08	0,31	302,81	19,19	82,47	1700	263,12	0,07	68,88	4,46	19,06
225	1.104,46	0,29	289,58	18,32	78,75	1725	263,33	0,07	68,93	4,46	19,07
250	1.057,59	0,28	277,33	17,50	75,30	1750	263,54	0,07	68,99	4,46	19,08
275	1.013,87	0,27	265,91	16,75	72,08	1775	263,74	0,07	69,04	4,46	19,09
300	972,79	0,26	255,17	16,04	69,06	1800	263,93	0,07	69,09	4,47	19,11
325	933,22	0,25	244,83	15,36	66,16	1825	264,11	0,07	69,14	4,47	19,12
350	896,45	0,24	235,21	14,72	63,46	1850	264,29	0,07	69,19	4,47	19,13
375	861,43	0,23	226,06	14,12	60,89	1875	264,45	0,07	69,23	4,47	19,14
400	827,96	0,22	217,31	13,55	58,44	1900	264,61	0,07	69,27	4,47	19,14
425	795,96	0,21	208,94	13,00	56,10	1925	264,75	0,07	69,31	4,48	19,15
450	764,67	0,20	200,75	12,46	53,82	1950	264,96	0,07	69,37	4,48	19,16
475	735,22	0,19	193,05	11,96	51,67	1975	265,21	0,07	69,44	4,48	19,18
500	706,91	0,19	185,65	11,48	49,61	2000	265,37	0,07	69,48	4,48	19,18
525	679,62	0,18	178,50	11,01	47,63	2025	265,39	0,07	69,48	4,48	19,19
550	653,30	0,17	171,62	10,57	45,72	2050	265,36	0,07	69,48	4,48	19,18
575	627,93	0,16	164,97	10,14	43,88	2075	265,43	0,07	69,50	4,48	19,19
600	602,89	0,16	158,42	9,71	42,07	2100	265,51	0,07	69,52	4,48	19,19
625	579,24	0,15	152,22	9,31	40,37	2125	265,58	0,07	69,54	4,49	19,20
650	556,39	0,14	146,24	8,93	38,72	2150	265,65	0,07	69,55	4,49	19,20
675	534,18	0,14	140,42	8,56	37,13	2175	265,71	0,07	69,57	4,49	19,20
700	512,78	0,13	134,81	8,20	35,59	2200	265,75	0,07	69,58	4,49	19,20
725	491,70	0,13	129,29	7,85	34,08	2225	265,79	0,07	69,59	4,49	19,21
750	471,75	0,12	124,06	7,52	32,66	2250	265,82	0,07	69,60	4,49	19,21
775	452,44	0,12	118,99	7,20	31,28	2275	265,84	0,07	69,61	4,49	19,21
800	433,78	0,11	114,10	6,89	29,95	2300	265,86	0,07	69,61	4,49	19,21
825	415,75	0,11	109,37	6,59	28,67	2325	265,87	0,07	69,62	4,49	19,21
850	397,92	0,10	104,69	6,30	27,41	2350	265,87	0,07	69,62	4,49	19,20
875	381,06	0,10	100,27	6,02	26,21	2375	265,87	0,07	69,62	4,49	19,20
900	364,77	0,09	96,00	5,75	25,06	2400	265,85	0,07	69,61	4,49	19,20
925	349,03	0,09	91,86	5,50	23,95	2425	265,83	0,07	69,61	4,48	19,20
950	333,83	0,09	87,87	5,25	22,88	2450	265,80	0,07	69,60	4,48	19,20
975	318,86	0,08	83,94	5,01	21,83	2475	265,77	0,07	69,59	4,48	19,19
1000	304,69	0,08	80,22	4,78	20,84	2500	265,73	0,07	69,58	4,48	19,19
1025	291,05	0,07	76,64	4,55	19,88	2525	265,68	0,07	69,57	4,48	19,18
1050	277,88	0,07	73,18	4,46	19,05	2550	265,62	0,07	69,55	4,48	19,18
1075	266,06	0,07	70,06	4,37	18,66	2575	265,56	0,07	69,54	4,48	19,18
1100	255,65	0,07	66,89	4,36	18,61	2600	265,49	0,07	69,52	4,48	19,17
1125	256,02	0,07	66,99	4,36	18,63	2625	265,42	0,07	69,50	4,48	19,16
1150	256,39	0,07	67,09	4,37	18,65	2650	265,33	0,07	69,48	4,47	19,16
1175	256,76	0,07	67,18	4,37	18,67	2675	265,24	0,07	69,46	4,47	19,15
1200	257,12	0,07	67,28	4,38	18,70	2700	265,15	0,07	69,43	4,47	19,14
1225	257,48	0,07	67,38	4,38	18,72	2725	265,04	0,07	69,40	4,47	19,14
1250	257,83	0,07	67,47	4,39	18,74	2750	264,94	0,07	69,38	4,47	19,13
1275	258,18	0,07	67,56	4,39	18,76	2775	264,82	0,07	69,35	4,47	19,12
1300	258,53	0,07	67,65	4,40	18,78	2800	264,70	0,07	69,31	4,46	19,11
1325	258,87	0,07	67,74	4,40	18,80	2825	264,57	0,07	69,28	4,46	19,10
1350	259,21	0,07	67,83	4,41	18,82	2850	264,44	0,07	69,25	4,46	19,09
1375	259,54	0,07	67,92	4,41	18,84	2875	264,30	0,07	69,21	4,46	19,08
1400	259,86	0,07	68,01	4,41	18,86	2900	264,16	0,07	69,17	4,45	19,07
1425	260,17	0,07	68,09	4,42	18,88	2925	264,01	0,07	69,13	4,45	19,06
1450	260,48	0,07	68,17	4,42	18,90	2950	263,85	0,07	69,09	4,45	19,05
1475	260,78	0,07	68,25	4,43	18,92	2975	263,69	0,07	69,05	4,45	19,04
1500	261,07	0,07	68,33	4,43	18,94	3000	263,52	0,07	69,01	4,44	19,02
1525	261,35	0,07	68,41	4,43	18,95						

Figura 2-97 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2018

Sezione 2 - Nord - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	1,099,22	0,74	237,04	10,88	51,42	1550	98,76	0,07	21,40	0,96	4,56
75	861,45	0,58	185,78	8,52	40,29	1575	98,27	0,07	21,30	0,96	4,54
100	787,58	0,53	169,85	7,79	36,83	1600	97,77	0,06	21,19	0,95	4,52
125	730,27	0,49	157,50	7,22	34,15	1625	97,25	0,06	21,08	0,95	4,49
150	683,31	0,46	147,38	6,76	31,95	1650	96,73	0,06	20,97	0,94	4,46
175	643,62	0,43	138,83	6,36	30,09	1675	96,20	0,06	20,86	0,94	4,44
200	855,36	0,57	185,30	8,36	39,55	1700	95,65	0,06	20,74	0,93	4,41
225	818,24	0,54	177,30	7,99	37,81	1725	95,10	0,06	20,62	0,93	4,39
250	625,25	0,41	135,56	6,10	28,85	1750	94,52	0,06	20,50	0,92	4,36
275	528,08	0,35	113,92	5,22	24,68	1775	93,95	0,06	20,38	0,92	4,33
300	506,32	0,34	109,23	5,00	23,66	1800	93,36	0,06	20,25	0,91	4,30
325	486,02	0,33	104,86	4,80	22,71	1825	92,77	0,06	20,13	0,90	4,27
350	467,69	0,31	100,91	4,62	21,85	1850	92,17	0,06	20,00	0,90	4,25
375	450,69	0,30	97,24	4,45	21,05	1875	91,56	0,06	19,87	0,89	4,22
400	434,82	0,29	93,82	4,30	20,31	1900	90,95	0,06	19,74	0,89	4,19
425	443,40	0,29	96,75	4,25	20,12	1925	90,33	0,06	19,60	0,88	4,16
450	421,18	0,27	91,93	4,03	19,10	1950	89,71	0,06	19,47	0,87	4,13
475	392,30	0,26	84,65	3,87	18,32	1975	89,08	0,06	19,34	0,87	4,13
500	379,64	0,25	81,92	3,75	17,73	2000	88,48	0,06	19,20	0,87	4,13
525	367,58	0,25	79,32	3,63	17,16	2025	88,50	0,06	19,11	0,87	4,13
550	355,94	0,24	76,81	3,52	16,62	2050	88,51	0,06	19,11	0,87	4,13
575	344,78	0,23	74,40	3,41	16,10	2075	88,52	0,06	19,11	0,87	4,13
600	333,83	0,23	72,04	3,32	15,67	2100	88,54	0,06	19,12	0,87	4,13
625	331,72	0,23	71,08	3,34	15,77	2125	88,55	0,06	19,12	0,87	4,13
650	334,32	0,23	71,78	3,35	15,81	2150	88,57	0,06	19,13	0,87	4,13
675	335,38	0,23	72,15	3,34	15,78	2175	88,61	0,06	19,13	0,87	4,13
700	334,21	0,23	72,05	3,31	15,64	2200	88,63	0,06	19,14	0,87	4,13
725	330,33	0,22	71,37	3,25	15,37	2225	88,64	0,06	19,14	0,87	4,13
750	323,39	0,21	70,03	3,16	14,97	2250	88,65	0,06	19,15	0,87	4,13
775	313,16	0,21	67,96	3,05	14,42	2275	88,66	0,06	19,15	0,87	4,13
800	299,54	0,20	65,14	2,90	13,71	2300	88,68	0,06	19,15	0,87	4,13
825	282,75	0,18	61,61	2,72	12,88	2325	88,70	0,06	19,16	0,87	4,13
850	262,74	0,17	57,36	2,52	11,91	2350	88,72	0,06	19,16	0,87	4,13
875	240,53	0,16	52,60	2,30	10,86	2375	88,75	0,06	19,17	0,87	4,13
900	224,42	0,15	48,42	2,22	10,48	2400	88,76	0,06	19,17	0,87	4,13
925	216,59	0,15	46,73	2,14	10,12	2425	88,78	0,06	19,18	0,87	4,13
950	208,91	0,14	45,07	2,06	9,76	2450	88,80	0,06	19,18	0,87	4,14
975	201,24	0,14	43,42	1,99	9,40	2475	88,83	0,06	19,19	0,87	4,14
1000	193,89	0,13	41,83	1,92	9,06	2500	88,85	0,06	19,20	0,87	4,14
1025	186,69	0,13	40,28	1,85	8,72	2525	88,87	0,06	19,20	0,87	4,14
1050	179,64	0,12	38,76	1,78	8,39	2550	88,89	0,06	19,21	0,88	4,14
1075	172,75	0,12	37,27	1,71	8,07	2575	88,91	0,06	19,21	0,88	4,14
1100	165,87	0,11	35,78	1,64	7,75	2600	88,93	0,06	19,22	0,88	4,14
1125	159,30	0,11	34,36	1,57	7,44	2625	88,95	0,06	19,22	0,88	4,14
1150	152,88	0,10	32,98	1,51	7,14	2650	88,97	0,06	19,22	0,88	4,14
1175	146,64	0,10	31,63	1,45	6,85	2675	88,99	0,06	19,23	0,88	4,14
1200	140,55	0,09	30,32	1,39	6,57	2700	89,00	0,06	19,23	0,88	4,14
1225	134,55	0,09	29,02	1,33	6,29	2725	89,02	0,06	19,24	0,88	4,14
1250	128,83	0,09	27,79	1,27	6,02	2750	89,04	0,06	19,24	0,88	4,14
1275	123,21	0,08	26,58	1,22	5,76	2775	89,05	0,06	19,25	0,88	4,14
1300	117,77	0,08	25,40	1,16	5,50	2800	89,07	0,06	19,25	0,88	4,14
1325	112,52	0,08	24,27	1,11	5,26	2825	89,08	0,06	19,25	0,88	4,14
1350	107,34	0,07	23,15	1,06	5,02	2850	89,09	0,06	19,26	0,88	4,14
1375	102,42	0,07	22,09	1,01	4,79	2875	89,11	0,06	19,26	0,88	4,14
1400	101,38	0,07	21,95	0,99	4,69	2900	89,12	0,06	19,26	0,88	4,14
1425	100,98	0,07	21,87	0,99	4,67	2925	89,13	0,06	19,26	0,88	4,14
1450	100,57	0,07	21,78	0,98	4,65	2950	89,14	0,06	19,27	0,88	4,15
1475	100,14	0,07	21,69	0,98	4,63	2975	89,15	0,06	19,27	0,88	4,15
1500	99,69	0,07	21,59	0,97	4,61	3000	89,16	0,06	19,27	0,88	4,15
1525	99,23	0,07	21,50	0,97	4,59						

Figura 2-98 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 2 in direzione Nord - Scenario 2033

Sezione 2 - Sud - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM VOC (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM VOC (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
50	890,28	0,59	192,49	8,75	41,36	1550	142,16	0,10	30,70	1,40	6,62
75	814,31	0,54	176,13	7,99	37,80	1575	142,31	0,10	30,74	1,40	6,63
100	760,33	0,51	164,50	7,46	35,27	1600	142,45	0,10	30,77	1,40	6,64
125	715,94	0,48	154,94	7,02	33,19	1625	142,60	0,10	30,80	1,40	6,64
150	677,87	0,45	146,74	6,64	31,40	1650	142,73	0,10	30,83	1,41	6,65
175	644,26	0,43	139,50	6,31	29,82	1675	142,87	0,10	30,86	1,41	6,65
200	613,39	0,41	132,86	6,00	28,37	1700	142,99	0,10	30,89	1,41	6,66
225	585,75	0,39	126,91	5,72	27,07	1725	143,11	0,10	30,92	1,41	6,66
250	560,17	0,37	121,40	5,47	25,87	1750	143,23	0,10	30,94	1,41	6,67
275	536,33	0,35	116,26	5,23	24,75	1775	143,34	0,10	30,97	1,41	6,67
300	513,94	0,34	111,44	5,01	23,70	1800	143,45	0,10	30,99	1,41	6,68
325	492,39	0,33	106,80	4,80	22,69	1825	143,55	0,10	31,02	1,41	6,68
350	472,38	0,31	102,49	4,60	21,76	1850	143,65	0,10	31,04	1,41	6,69
375	453,35	0,30	98,39	4,41	20,86	1875	143,74	0,10	31,06	1,41	6,69
400	435,18	0,29	94,47	4,23	20,01	1900	143,82	0,10	31,08	1,42	6,69
425	417,84	0,27	90,73	4,06	19,20	1925	143,91	0,10	31,10	1,42	6,70
450	400,89	0,26	87,08	3,89	18,41	1950	144,03	0,10	31,12	1,42	6,70
475	384,97	0,25	83,64	3,73	17,66	1975	144,18	0,10	31,16	1,42	6,71
500	369,69	0,24	80,35	3,58	16,95	2000	144,27	0,10	31,18	1,42	6,71
525	354,98	0,23	77,17	3,44	16,26	2025	144,27	0,10	31,18	1,42	6,71
550	340,82	0,22	74,11	3,30	15,60	2050	144,24	0,10	31,17	1,42	6,71
575	327,18	0,21	71,17	3,16	14,97	2075	144,28	0,10	31,18	1,42	6,71
600	313,76	0,21	68,27	3,03	14,34	2100	144,32	0,10	31,19	1,42	6,71
625	301,10	0,20	65,53	2,91	13,76	2125	144,36	0,10	31,20	1,42	6,71
650	288,88	0,19	62,89	2,79	13,19	2150	144,39	0,10	31,21	1,42	6,72
675	277,04	0,18	60,33	2,67	12,64	2175	144,42	0,10	31,21	1,42	6,72
700	265,64	0,17	57,86	2,56	12,11	2200	144,45	0,10	31,22	1,42	6,72
725	254,44	0,17	55,43	2,45	11,59	2225	144,47	0,10	31,22	1,42	6,72
750	243,85	0,16	53,14	2,35	11,10	2250	144,48	0,10	31,23	1,42	6,72
775	233,62	0,15	50,92	2,25	10,63	2275	144,49	0,10	31,23	1,42	6,72
800	223,75	0,15	48,79	2,15	10,17	2300	144,50	0,10	31,23	1,42	6,72
825	214,23	0,14	46,72	2,06	9,73	2325	144,50	0,10	31,23	1,42	6,72
850	204,83	0,13	44,68	1,97	9,30	2350	144,50	0,10	31,23	1,42	6,72
875	195,96	0,13	42,76	1,88	8,89	2375	144,49	0,10	31,23	1,42	6,72
900	187,41	0,12	40,90	1,80	8,50	2400	144,48	0,10	31,23	1,42	6,72
925	179,15	0,12	39,11	1,72	8,12	2425	144,46	0,10	31,23	1,42	6,72
950	171,19	0,11	37,38	1,64	7,75	2450	144,45	0,10	31,22	1,42	6,72
975	163,36	0,11	35,68	1,56	7,39	2475	144,42	0,10	31,22	1,42	6,72
1.000	155,97	0,10	34,07	1,49	7,06	2500	144,40	0,10	31,21	1,42	6,71
1.025	148,85	0,10	32,53	1,43	6,77	2525	144,36	0,10	31,21	1,42	6,71
1.050	142,28	0,10	31,04	1,40	6,64	2550	144,33	0,10	31,20	1,42	6,71
1.075	139,18	0,09	30,03	1,37	6,50	2575	144,29	0,10	31,19	1,42	6,71
1.100	138,80	0,09	29,95	1,37	6,48	2600	144,25	0,10	31,18	1,42	6,71
1.125	139,01	0,09	30,00	1,37	6,49	2625	144,20	0,10	31,17	1,42	6,70
1.150	139,21	0,09	30,05	1,37	6,50	2650	144,15	0,10	31,16	1,42	6,70
1.175	139,42	0,09	30,09	1,38	6,51	2675	144,09	0,10	31,15	1,42	6,70
1.200	139,62	0,09	30,14	1,38	6,51	2700	144,04	0,10	31,14	1,42	6,70
1.225	139,83	0,09	30,18	1,38	6,52	2725	143,98	0,10	31,12	1,42	6,69
1.250	140,02	0,09	30,23	1,38	6,53	2750	143,91	0,10	31,11	1,41	6,69
1.275	140,22	0,09	30,27	1,38	6,54	2775	143,84	0,10	31,09	1,41	6,69
1.300	140,42	0,09	30,31	1,39	6,55	2800	143,77	0,10	31,08	1,41	6,68
1.325	140,61	0,09	30,36	1,39	6,56	2825	143,69	0,10	31,06	1,41	6,68
1.350	140,80	0,09	30,40	1,39	6,57	2850	143,62	0,10	31,04	1,41	6,68
1.375	140,98	0,09	30,44	1,39	6,57	2875	143,53	0,10	31,03	1,41	6,67
1.400	141,16	0,09	30,48	1,39	6,58	2900	143,45	0,10	31,01	1,41	6,67
1.425	141,34	0,09	30,52	1,39	6,59	2925	143,36	0,10	30,99	1,41	6,66
1.450	141,51	0,09	30,56	1,39	6,60	2950	143,27	0,10	30,97	1,41	6,66
1.475	141,68	0,09	30,60	1,40	6,60	2975	143,17	0,10	30,95	1,41	6,66
1.500	141,84	0,09	30,63	1,40	6,61	3000	143,07	0,10	30,93	1,41	6,65
1.525	142,00	0,10	30,67	1,40	6,62						

Figura 2-99 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 2 in direzione Sud - Scenario 2033

2.4.6.3 Sezione 3

In questo paragrafo vengono mostrati nelle figure seguenti ed in forma tabellare, gli andamenti della massima concentrazione oraria in funzione della distanza dalla strada lungo la sezione 3; la distanza viene considerata dal centro della strada. Nelle tabelle di seguito, vengono riportati i valori massimi delle concentrazioni orarie dei vari inquinanti nei due scenari considerati. Come si può osservare anche per questa sezione i limiti di legge degli inquinanti normati non vengono mai superati (vedi tab. 2-12 par. 2.2.4

– Limiti di legge ai sensi del D. Lgs 155/2010), in particolare i valori di SO₂ sono praticamente trascurabili. Per i COVNM non esiste un limite di legge. I valori di concentrazione diminuiscono rapidamente allontanandosi dalla carreggiata e le concentrazioni predette per lo scenario 2033 sono sempre minori rispetto a quelle predette per lo scenario 2018, fa eccezione SO₂, che mantiene valori praticamente uguali.

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NM VOC	PM ₁₀
2018	1.776,0	125,3	0,5	466,2	29,0
2033	959,3	43,9	0,6	208,6	9,3

Tabella 2-48 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 3 in direzione Nord – Scenari 2018 e 2033

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NM VOC	PM ₁₀
2018	2066,4	145,3	0,5	542,6	33,9
2033	1123,8	51,6	0,7	244,1	10,9

Tabella 2-49 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 3 in direzione Sud – Scenari 2018 e 2033

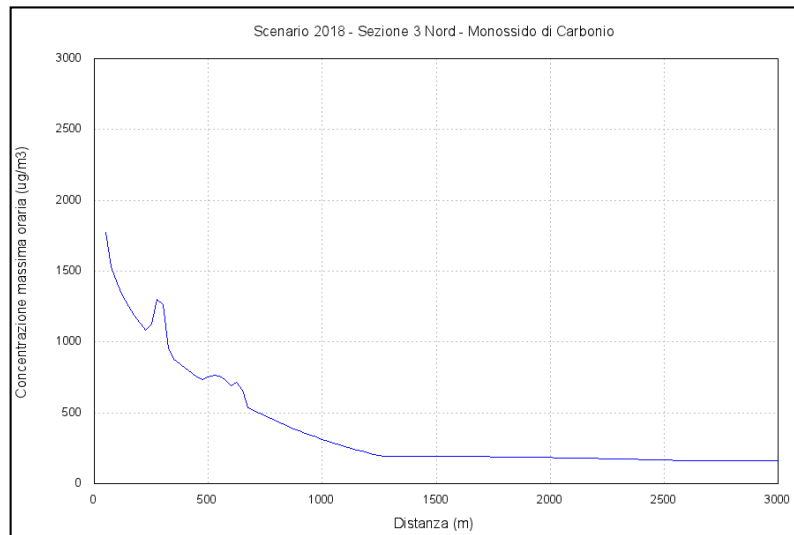


Figura 2-100 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2018

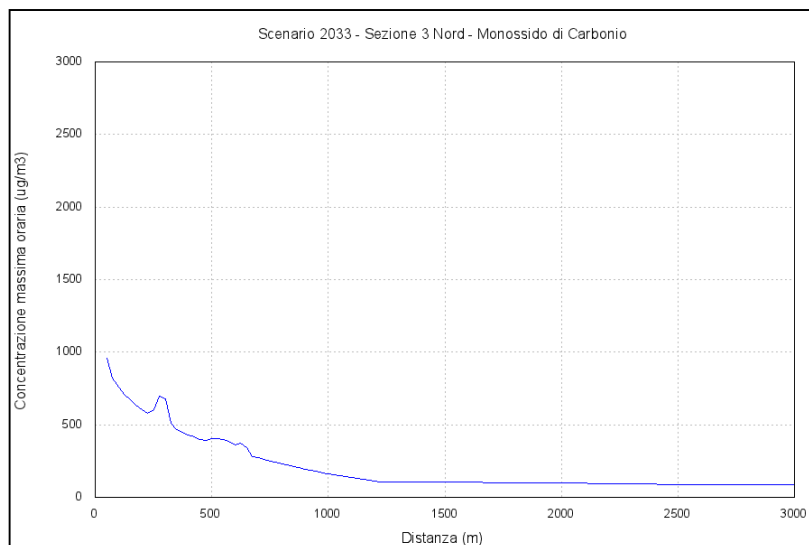


Figura 2-101 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

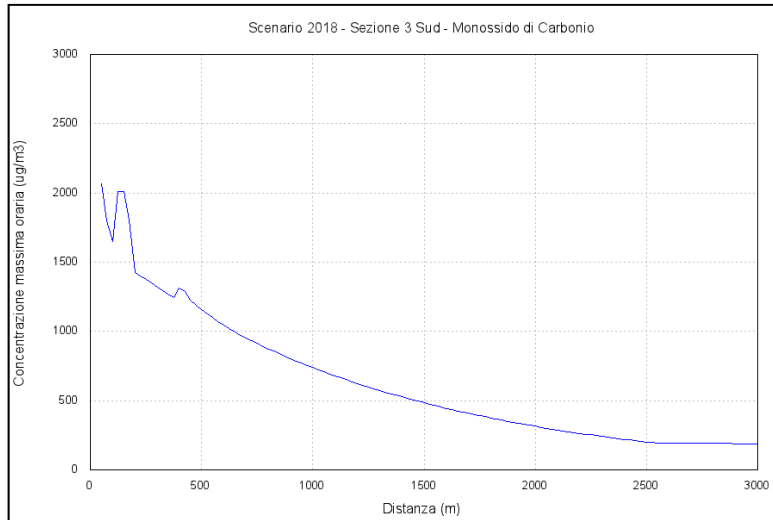


Figura 2-102 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2018

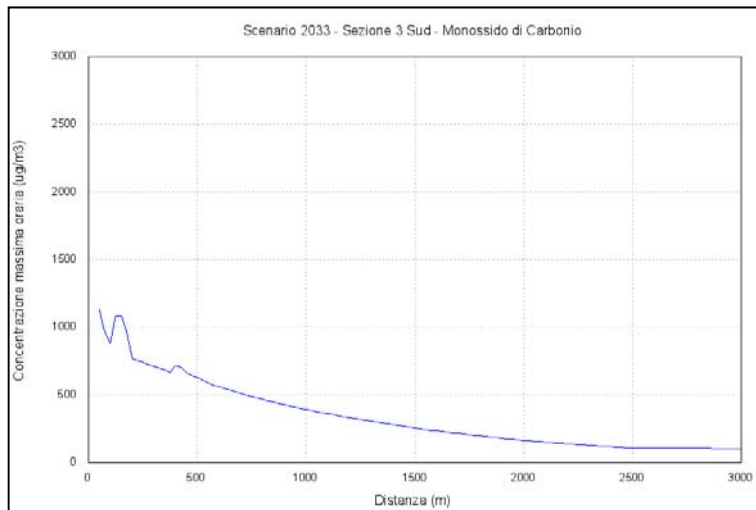


Figura 2-103 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2033

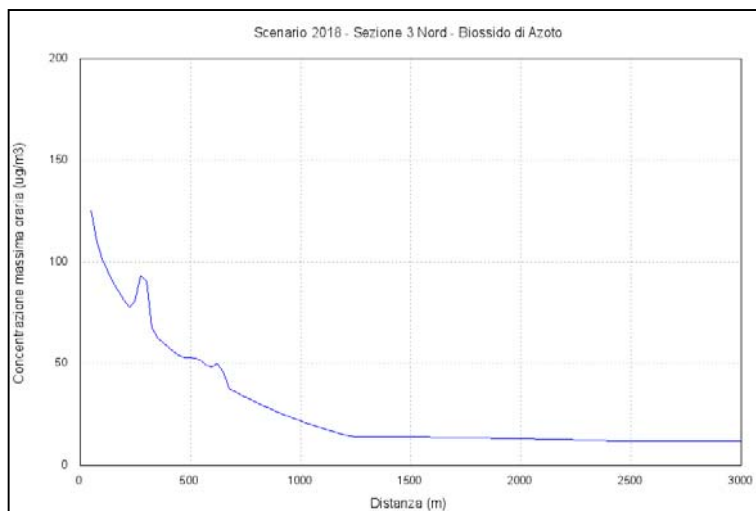


Figura 2-104 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

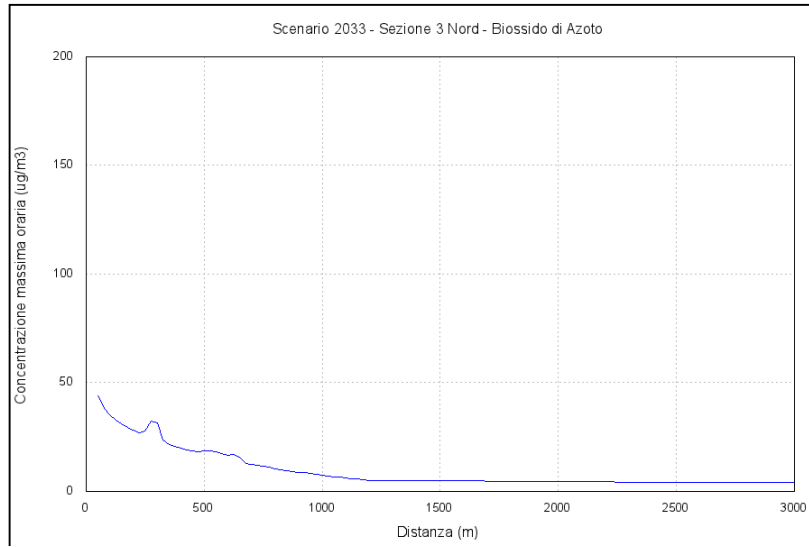


Figura 2-105 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2033

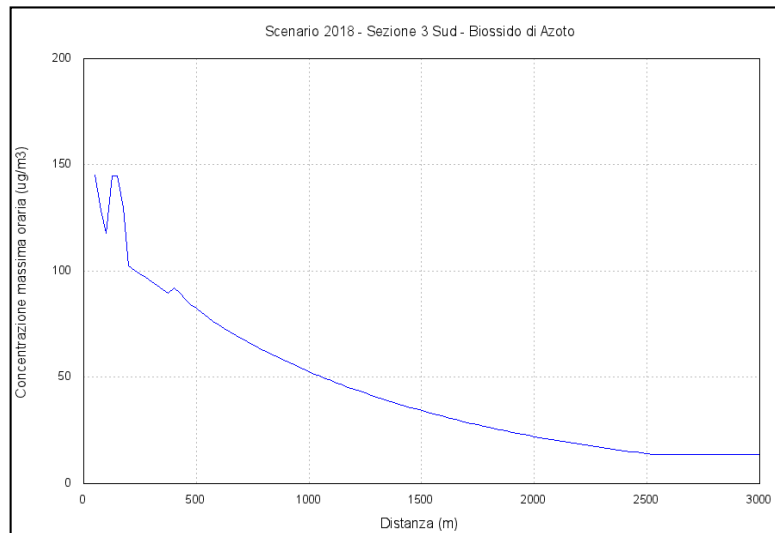


Figura 2-106 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2018

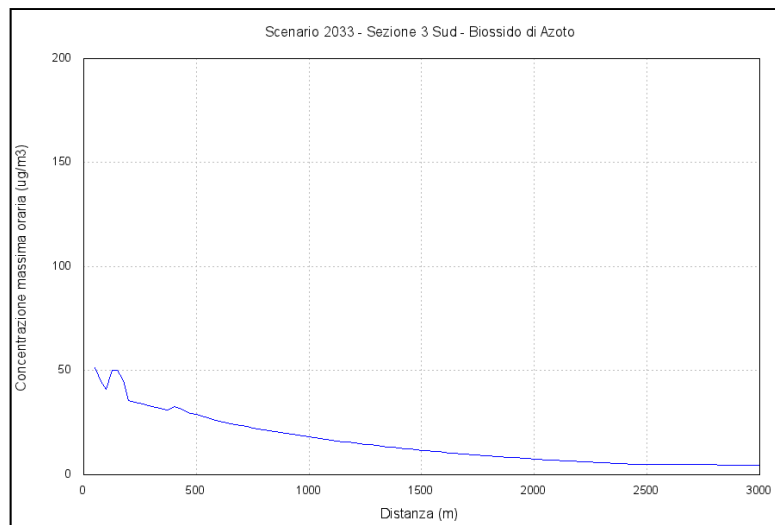


Figura 2-107 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

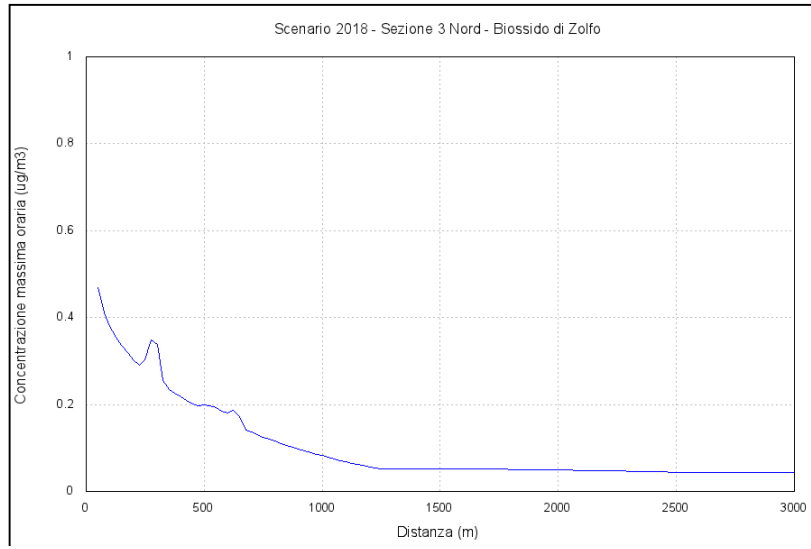


Figura 2-108 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2018

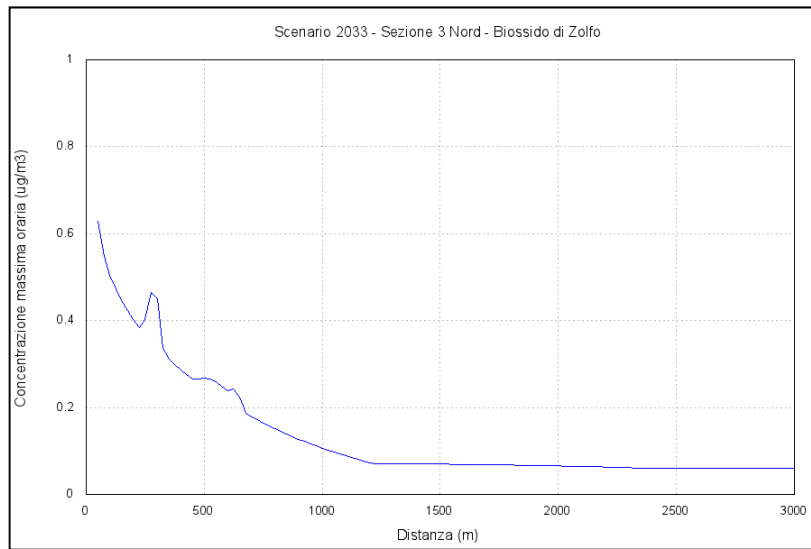


Figura 2-109 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2033

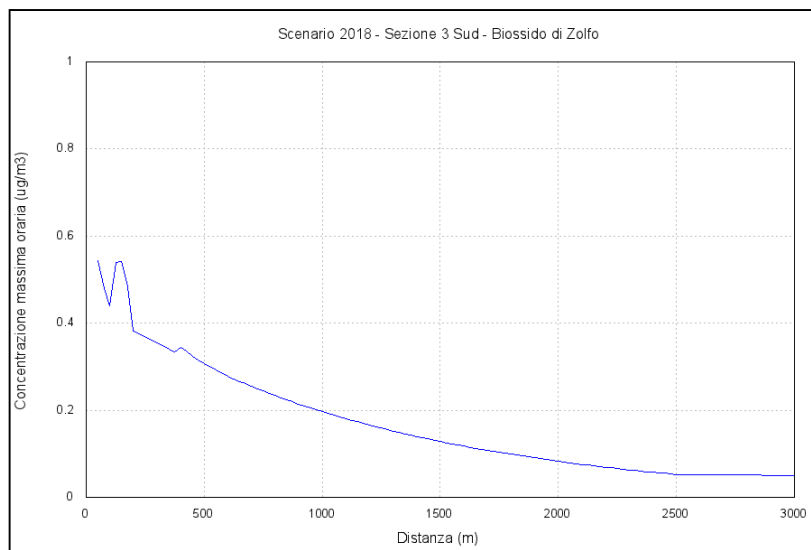


Figura 2-110 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

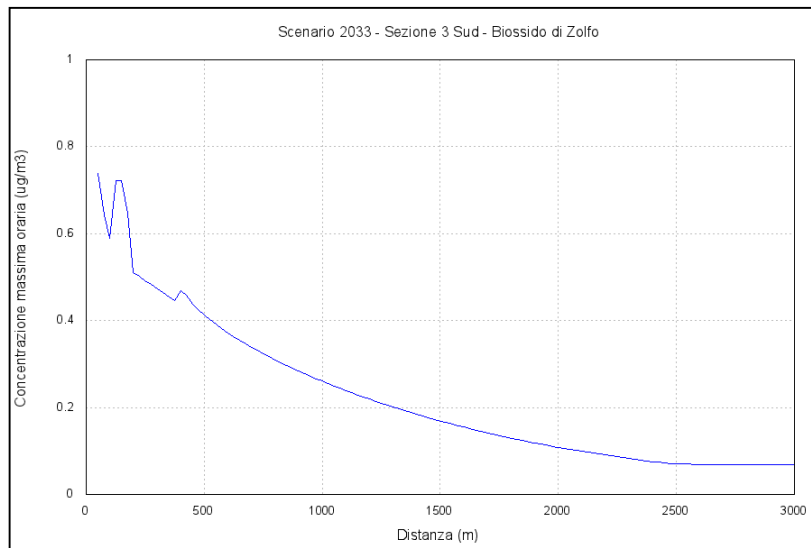


Figura 2-111 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2033

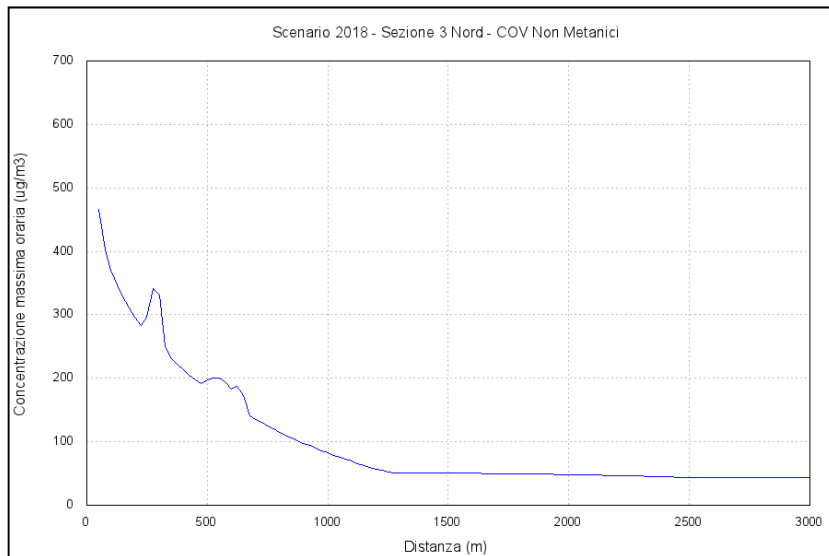


Figura 2-112 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2018

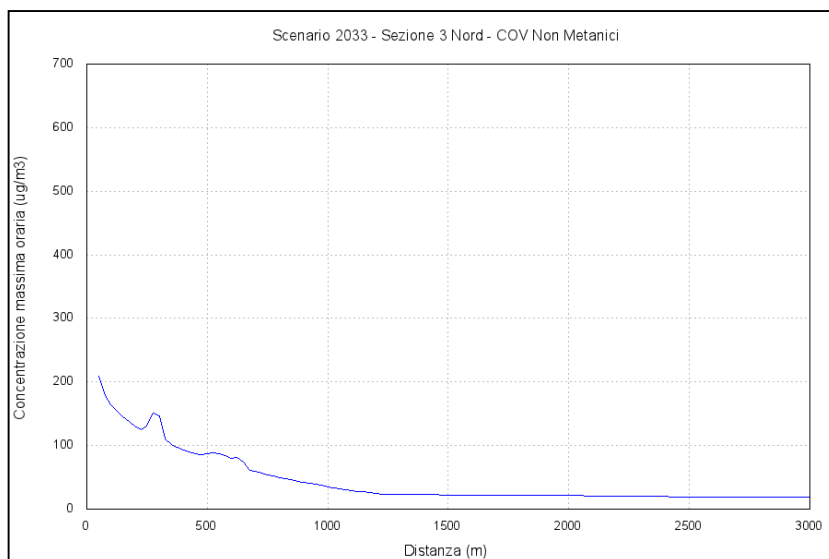


Figura 2-113 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

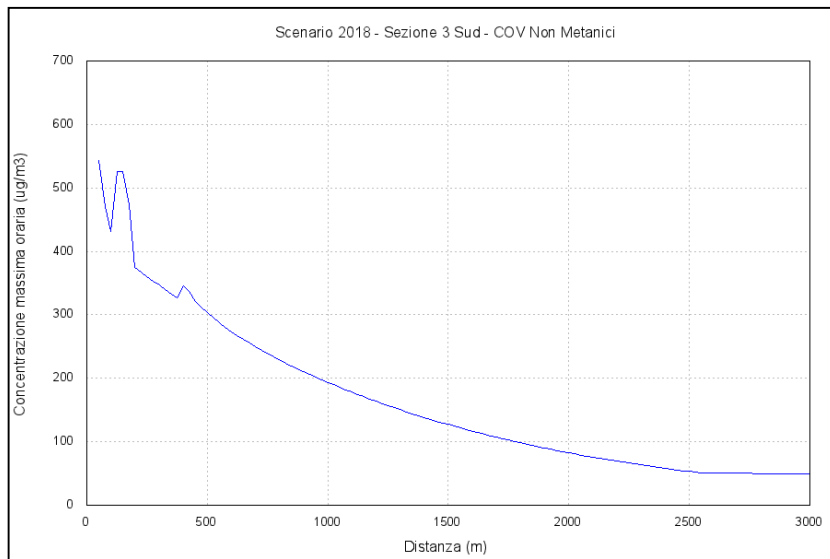


Figura 2-114 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2018

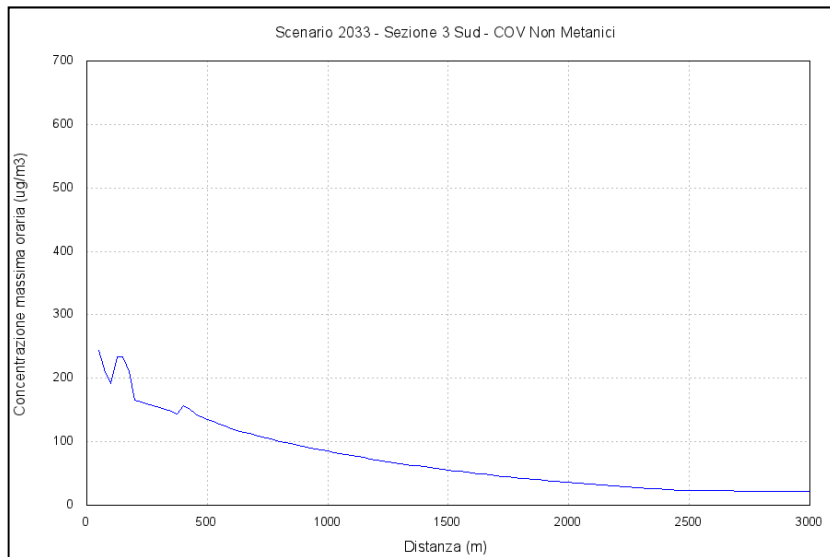


Figura 2-115 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2033

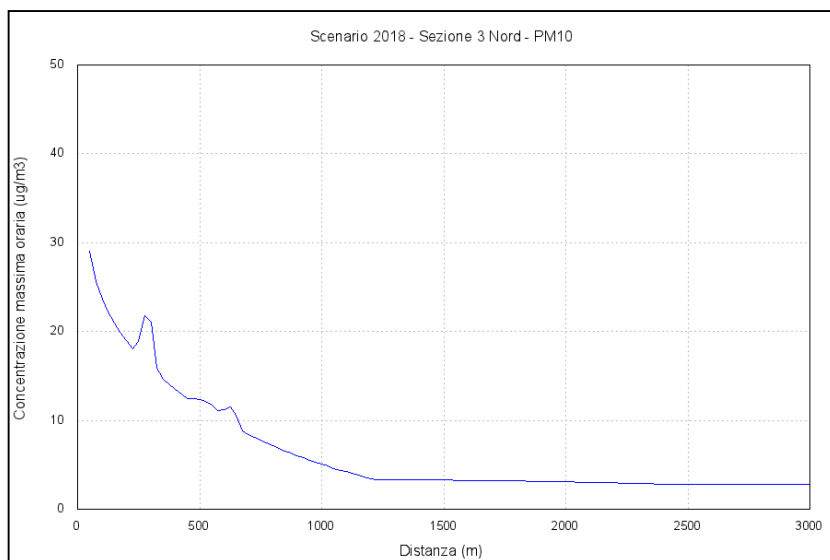


Figura 2-116 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



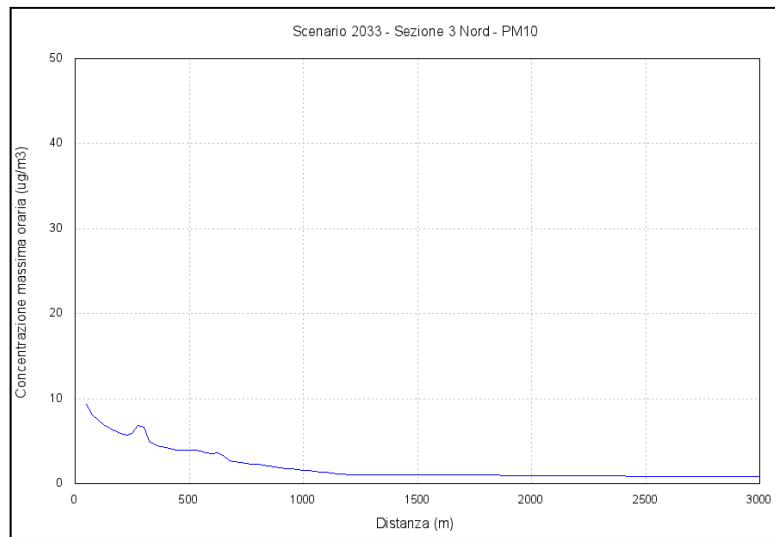


Figura 2-117 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2033

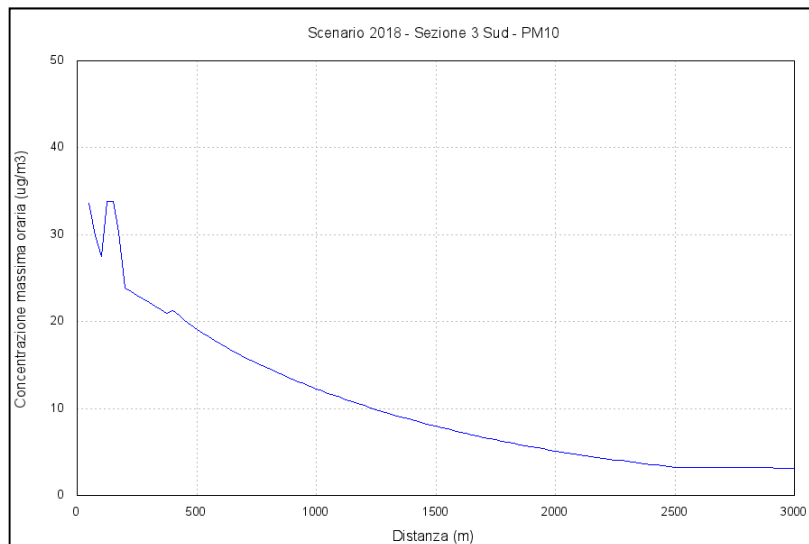


Figura 2-118 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2018

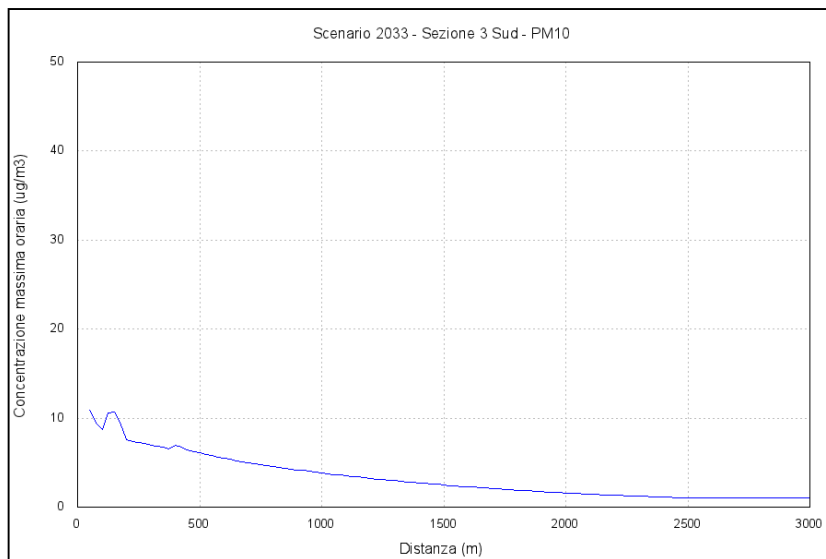


Figura 2-119 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



Sezione 3 - Nord - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	1.776,03	0,47	466,16	29,04	125,33	1550	192,57	0,05	50,41	3,26	13,95
75	1.534,02	0,41	402,02	25,60	109,89	1575	192,27	0,05	50,33	3,26	13,92
100	1.414,68	0,38	370,63	23,70	101,64	1600	191,95	0,05	50,25	3,25	13,89
125	1.324,61	0,36	347,00	22,22	95,26	1625	191,62	0,05	50,16	3,24	13,87
150	1.251,01	0,34	327,72	20,99	89,98	1650	191,26	0,05	50,07	3,23	13,83
175	1.187,42	0,32	311,07	19,91	85,38	1675	190,89	0,05	49,98	3,22	13,80
200	1.131,35	0,30	296,40	18,96	81,29	1700	190,49	0,05	49,88	3,22	13,77
225	1.080,91	0,29	283,21	18,09	77,61	1725	190,08	0,05	49,77	3,21	13,73
250	1.128,87	0,30	295,80	18,87	80,98	1750	189,65	0,05	49,66	3,20	13,69
275	1.303,74	0,35	341,64	21,78	93,46	1775	189,20	0,05	49,54	3,19	13,65
300	1.264,00	0,34	331,25	21,10	90,56	1800	188,72	0,05	49,42	3,18	13,61
325	951,75	0,25	249,45	15,86	68,12	1825	188,23	0,05	49,30	3,17	13,57
350	878,75	0,23	230,34	14,63	62,83	1850	187,71	0,05	49,16	3,16	13,53
375	845,37	0,23	221,61	14,06	60,40	1875	187,17	0,05	49,02	3,15	13,48
400	813,64	0,22	213,31	13,51	58,08	1900	186,61	0,05	48,88	3,14	13,44
425	783,30	0,21	205,37	13,00	55,87	1925	186,03	0,05	48,73	3,12	13,39
450	754,22	0,20	197,76	12,50	53,75	1950	185,42	0,05	48,57	3,11	13,34
475	731,57	0,20	191,47	12,42	53,09	1975	184,80	0,05	48,41	3,10	13,29
500	752,33	0,20	197,38	12,37	53,30	2000	184,15	0,05	48,24	3,09	13,23
525	762,66	0,20	200,55	12,16	52,82	2025	183,47	0,05	48,07	3,07	13,18
550	757,98	0,19	199,73	11,74	51,39	2050	182,78	0,05	47,89	3,06	13,12
575	734,87	0,18	193,99	11,09	48,89	2075	182,06	0,05	47,71	3,04	13,06
600	693,07	0,18	183,24	11,22	48,53	2100	181,32	0,05	47,51	3,03	13,00
625	713,66	0,19	187,55	11,47	49,73	2125	180,56	0,05	47,32	3,02	12,94
650	656,96	0,17	172,61	10,60	45,88	2150	179,78	0,05	47,11	3,00	12,88
675	535,98	0,14	140,66	8,78	37,88	2175	178,97	0,05	46,90	2,98	12,81
700	515,48	0,14	135,29	8,44	36,40	2200	178,14	0,05	46,69	2,97	12,75
725	495,64	0,13	130,09	8,10	34,96	2225	177,29	0,05	46,47	2,95	12,68
750	476,41	0,13	125,06	7,78	33,57	2250	176,42	0,05	46,24	2,94	12,61
775	457,77	0,12	120,18	7,46	32,23	2275	175,52	0,05	46,01	2,92	12,54
800	439,72	0,12	115,45	7,16	30,93	2300	174,61	0,05	45,77	2,90	12,47
825	422,21	0,11	110,87	6,86	29,66	2325	173,67	0,05	45,53	2,88	12,40
850	405,27	0,11	106,43	6,58	28,44	2350	172,71	0,05	45,28	2,87	12,32
875	388,85	0,10	102,13	6,30	27,26	2375	171,74	0,05	45,03	2,85	12,25
900	372,93	0,10	97,96	6,04	26,12	2400	170,74	0,05	44,77	2,83	12,17
925	357,53	0,09	93,92	5,78	25,01	2425	169,72	0,05	44,50	2,81	12,09
950	342,58	0,09	90,00	5,53	23,94	2450	168,69	0,04	44,24	2,79	12,01
975	328,13	0,09	86,22	5,29	22,91	2475	167,64	0,04	43,96	2,77	11,93
1000	314,14	0,08	82,55	5,06	21,91	2500	166,57	0,04	43,68	2,76	11,85
1025	300,59	0,08	79,00	4,83	20,94	2525	165,48	0,04	43,40	2,76	11,85
1050	287,50	0,07	75,56	4,61	20,01	2550	164,81	0,04	43,17	2,77	11,85
1075	274,82	0,07	72,24	4,40	19,10	2575	164,80	0,04	43,17	2,77	11,86
1100	262,58	0,07	69,03	4,20	18,23	2600	164,78	0,04	43,16	2,77	11,86
1125	250,76	0,07	65,93	4,01	17,39	2625	164,77	0,04	43,16	2,77	11,86
1150	239,32	0,06	62,93	3,82	16,58	2650	164,76	0,04	43,16	2,77	11,86
1175	228,29	0,06	60,04	3,64	15,80	2675	164,75	0,04	43,15	2,77	11,86
1200	217,66	0,06	57,25	3,46	15,04	2700	164,74	0,04	43,15	2,77	11,86
1225	207,39	0,05	54,55	3,32	14,32	2725	164,74	0,04	43,15	2,77	11,86
1250	197,47	0,05	51,95	3,32	14,18	2750	164,73	0,04	43,15	2,77	11,86
1275	194,92	0,05	51,00	3,32	14,17	2775	164,72	0,04	43,14	2,77	11,87
1300	194,78	0,05	50,97	3,31	14,16	2800	164,71	0,04	43,14	2,77	11,87
1325	194,62	0,05	50,93	3,31	14,14	2825	164,70	0,04	43,14	2,77	11,87
1350	194,45	0,05	50,89	3,31	14,13	2850	164,70	0,04	43,14	2,77	11,87
1375	194,27	0,05	50,84	3,30	14,11	2875	164,69	0,04	43,13	2,77	11,87
1400	194,07	0,05	50,79	3,30	14,09	2900	164,69	0,04	43,13	2,77	11,87
1425	193,86	0,05	50,74	3,29	14,07	2925	164,69	0,04	43,13	2,77	11,87
1450	193,63	0,05	50,68	3,29	14,05	2950	164,69	0,04	43,13	2,77	11,87
1475	193,38	0,05	50,61	3,28	14,02	2975	164,67	0,04	43,13	2,77	11,87
1500	193,11	0,05	50,55	3,27	14,00	3000	164,66	0,04	43,12	2,77	11,87
1525	192,85	0,05	50,48	3,27	13,98						

Figura 2-120 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2018

Sezione 3 - Sud - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	2.066,43	0,54	542,59	33,62	145,25	1550	464,46	0,12	121,87	7,63	32,87
75	1.797,61	0,48	471,23	29,89	128,42	1575	454,64	0,12	119,30	7,46	32,16
100	1.646,78	0,44	431,57	27,48	117,97	1600	445,02	0,12	116,78	7,30	31,47
125	2.008,23	0,54	525,97	33,79	144,74	1625	435,59	0,12	114,31	7,14	30,79
150	2.007,38	0,54	525,65	33,85	144,94	1650	426,34	0,11	111,89	6,99	30,13
175	1.805,61	0,48	473,04	30,26	129,75	1675	417,28	0,11	109,51	6,83	29,47
200	1.427,23	0,38	374,01	23,84	102,31	1700	408,39	0,11	107,18	6,68	28,84
225	1.400,91	0,38	367,06	23,44	100,54	1725	399,68	0,11	104,90	6,54	28,21
250	1.374,69	0,37	360,16	23,03	98,76	1750	391,15	0,10	102,67	6,40	27,60
275	1.348,56	0,36	353,29	22,61	96,95	1775	382,79	0,10	100,48	6,26	27,00
300	1.322,49	0,35	346,44	22,19	95,12	1800	374,60	0,10	98,33	6,12	26,41
325	1.296,62	0,35	339,65	21,77	93,30	1825	366,56	0,10	96,22	5,98	25,83
350	1.270,81	0,34	332,88	21,34	91,46	1850	358,69	0,09	94,16	5,85	25,27
375	1.244,99	0,33	326,11	20,91	89,62	1875	350,99	0,09	92,14	5,72	24,72
400	1.314,13	0,34	345,22	21,24	91,94	1900	343,43	0,09	90,16	5,60	24,17
425	1.285,33	0,34	337,64	20,79	89,97	1925	336,03	0,09	88,22	5,47	23,65
450	1.225,55	0,32	321,61	20,09	86,65	1950	328,78	0,09	86,32	5,35	23,13
475	1.189,48	0,32	312,04	19,59	84,38	1975	321,66	0,08	84,46	5,24	22,62
500	1.159,42	0,31	304,10	19,14	82,38	2000	314,70	0,08	82,63	5,12	22,12
525	1.129,38	0,30	296,16	18,69	80,41	2025	307,89	0,08	80,85	5,01	21,63
550	1.098,60	0,29	288,02	18,24	78,40	2050	301,20	0,08	79,09	4,90	21,16
575	1.069,57	0,29	280,35	17,81	76,48	2075	294,65	0,08	77,38	4,79	20,69
600	1.042,89	0,28	273,32	17,39	74,68	2100	288,24	0,08	75,70	4,68	20,23
625	1.018,25	0,27	266,84	17,00	72,98	2125	281,96	0,07	74,05	4,58	19,78
650	995,18	0,27	260,78	16,63	71,35	2150	275,81	0,07	72,43	4,47	19,35
675	973,29	0,26	255,04	16,27	69,80	2175	269,78	0,07	70,85	4,37	18,92
700	952,29	0,25	249,54	15,91	68,29	2200	263,88	0,07	69,31	4,28	18,50
725	931,93	0,25	244,21	15,57	66,82	2225	258,10	0,07	67,79	4,18	18,08
750	912,16	0,24	239,03	15,24	65,39	2250	252,44	0,07	66,31	4,09	17,68
775	892,96	0,24	234,01	14,91	64,00	2275	246,91	0,06	64,86	4,00	17,29
800	874,22	0,23	229,10	14,59	62,63	2300	241,49	0,06	63,43	3,91	16,90
825	855,92	0,23	224,31	14,28	61,30	2325	236,18	0,06	62,04	3,82	16,53
850	838,03	0,22	219,63	13,97	60,00	2350	230,99	0,06	60,68	3,73	16,16
875	820,54	0,22	215,06	13,68	58,73	2375	225,90	0,06	59,35	3,65	15,80
900	803,44	0,21	210,59	13,38	57,48	2400	220,92	0,06	58,04	3,57	15,44
925	786,71	0,21	206,21	13,10	56,26	2425	216,05	0,06	56,76	3,49	15,10
950	770,34	0,21	201,93	12,82	55,07	2450	211,28	0,06	55,51	3,41	14,76
975	754,33	0,20	197,74	12,55	53,90	2475	206,61	0,05	54,28	3,33	14,43
1000	738,60	0,20	193,62	12,28	52,75	2500	202,04	0,05	53,09	3,26	14,11
1025	723,24	0,19	189,60	12,02	51,64	2525	197,57	0,05	51,91	3,23	13,86
1050	708,22	0,19	185,67	11,76	50,54	2550	193,34	0,05	50,76	3,22	13,84
1075	693,52	0,18	181,83	11,51	49,47	2575	193,12	0,05	50,61	3,22	13,83
1100	679,12	0,18	178,06	11,26	48,43	2600	192,88	0,05	50,55	3,22	13,81
1125	665,03	0,18	174,37	11,02	47,40	2625	192,65	0,05	50,49	3,21	13,80
1150	651,24	0,17	170,77	10,79	46,40	2650	192,40	0,05	50,42	3,21	13,78
1175	637,71	0,17	167,22	10,56	45,41	2675	192,17	0,05	50,36	3,21	13,76
1200	624,45	0,17	163,76	10,33	44,45	2700	191,98	0,05	50,31	3,20	13,75
1225	611,47	0,16	160,36	10,11	43,51	2725	191,73	0,05	50,25	3,20	13,73
1250	598,70	0,16	157,02	9,90	42,58	2750	191,44	0,05	50,17	3,19	13,71
1275	586,23	0,16	153,75	9,68	41,68	2775	191,11	0,05	50,08	3,19	13,69
1300	574,00	0,15	150,55	9,48	40,79	2800	190,84	0,05	50,01	3,18	13,67
1325	561,97	0,15	147,40	9,27	39,92	2825	190,56	0,05	49,94	3,18	13,65
1350	550,15	0,15	144,31	9,07	39,06	2850	190,28	0,05	49,87	3,17	13,63
1375	538,62	0,14	141,29	8,88	38,23	2875	189,99	0,05	49,79	3,17	13,61
1400	527,35	0,14	138,34	8,69	37,41	2900	189,70	0,05	49,71	3,17	13,59
1425	516,30	0,14	135,44	8,50	36,62	2925	189,40	0,05	49,64	3,16	13,57
1450	505,46	0,13	132,61	8,32	35,83	2950	189,10	0,05	49,56	3,16	13,55
1475	494,84	0,13	129,83	8,14	35,06	2975	188,80	0,05	49,48	3,15	13,52
1500	484,43	0,13	127,10	7,96	34,31	3000	188,50	0,05	49,40	3,15	13,50
1525	474,22	0,13	124,43	7,79	33,58						

Figura 2-121 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2018

Sezione 3 - Nord - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	959,28	0,63	208,59	9,28	43,93	1550	103,69	0,07	22,40	1,02	4,83
75	823,84	0,55	178,38	8,06	38,14	1575	103,49	0,07	22,35	1,02	4,82
100	758,67	0,50	164,15	7,44	35,19	1600	103,28	0,07	22,31	1,02	4,81
125	709,63	0,47	153,49	6,97	32,94	1625	103,06	0,07	22,26	1,01	4,80
150	669,61	0,45	144,83	6,57	31,09	1650	102,83	0,07	22,22	1,01	4,79
175	635,05	0,42	137,36	6,23	29,48	1675	102,59	0,07	22,17	1,01	4,77
200	604,58	0,40	130,79	5,93	28,05	1700	102,33	0,07	22,11	1,01	4,76
225	577,16	0,38	124,88	5,66	26,77	1725	102,07	0,07	22,06	1,00	4,75
250	603,78	0,40	130,65	5,92	28,00	1750	101,79	0,07	22,00	1,00	4,73
275	700,09	0,47	151,51	6,86	32,45	1775	101,51	0,07	21,94	1,00	4,72
300	678,52	0,45	146,86	6,65	31,44	1800	101,21	0,07	21,88	1,00	4,71
325	507,29	0,34	109,83	4,97	23,49	1825	100,90	0,07	21,81	0,99	4,69
350	467,44	0,31	101,22	4,58	21,64	1850	100,58	0,07	21,74	0,99	4,67
375	449,34	0,30	97,31	4,40	20,79	1875	100,24	0,07	21,67	0,98	4,66
400	432,14	0,29	93,60	4,23	19,99	1900	99,90	0,07	21,60	0,98	4,64
425	415,70	0,28	90,06	4,06	19,22	1925	99,54	0,07	21,53	0,98	4,62
450	399,95	0,26	86,66	3,91	18,48	1950	99,17	0,07	21,45	0,97	4,60
475	394,69	0,26	85,21	3,89	18,41	1975	98,79	0,07	21,37	0,97	4,59
500	403,28	0,27	87,41	3,94	18,62	2000	98,40	0,07	21,29	0,97	4,57
525	406,22	0,27	88,36	3,93	18,58	2025	97,99	0,07	21,20	0,96	4,55
550	401,23	0,26	87,56	3,85	18,20	2050	97,58	0,06	21,11	0,96	4,53
575	386,87	0,25	84,66	3,68	17,42	2075	97,15	0,06	21,02	0,95	4,50
600	363,24	0,24	79,69	3,51	16,62	2100	96,71	0,06	20,93	0,95	4,48
625	372,43	0,24	81,06	3,60	17,01	2125	96,26	0,06	20,83	0,94	4,46
650	343,27	0,22	74,68	3,32	15,70	2150	95,79	0,06	20,73	0,94	4,44
675	282,08	0,19	61,22	2,74	12,98	2175	95,32	0,06	20,63	0,93	4,42
700	271,05	0,18	58,84	2,64	12,47	2200	94,83	0,06	20,53	0,93	4,39
725	260,38	0,17	56,53	2,53	11,97	2225	94,33	0,06	20,42	0,92	4,37
750	250,05	0,16	54,30	2,43	11,49	2250	93,83	0,06	20,32	0,92	4,34
775	240,04	0,16	52,14	2,33	11,02	2275	93,31	0,06	20,21	0,91	4,32
800	230,37	0,15	50,05	2,24	10,57	2300	92,78	0,06	20,09	0,91	4,29
825	220,99	0,15	48,02	2,14	10,14	2325	92,24	0,06	19,98	0,90	4,27
850	211,92	0,14	46,06	2,05	9,72	2350	91,69	0,06	19,86	0,90	4,24
875	203,14	0,13	44,16	1,97	9,31	2375	91,13	0,06	19,74	0,89	4,21
900	194,64	0,13	42,32	1,88	8,91	2400	90,56	0,06	19,62	0,88	4,19
925	186,41	0,12	40,54	1,80	8,53	2425	89,98	0,06	19,50	0,88	4,17
950	178,45	0,12	38,82	1,73	8,16	2450	89,92	0,06	19,46	0,88	4,17
975	170,75	0,11	37,15	1,65	7,81	2475	89,91	0,06	19,46	0,88	4,17
1000	163,31	0,11	35,54	1,58	7,46	2500	89,89	0,06	19,45	0,88	4,17
1025	156,11	0,10	33,98	1,51	7,13	2525	89,88	0,06	19,45	0,88	4,17
1050	149,16	0,10	32,47	1,44	6,81	2550	89,87	0,06	19,44	0,88	4,17
1075	142,44	0,09	31,02	1,37	6,50	2575	89,85	0,06	19,44	0,88	4,17
1100	135,96	0,09	29,61	1,31	6,20	2600	89,84	0,06	19,44	0,88	4,17
1125	129,71	0,08	28,26	1,25	5,91	2625	89,83	0,06	19,43	0,88	4,17
1150	123,67	0,08	26,95	1,19	5,63	2650	89,81	0,06	19,43	0,88	4,17
1175	117,85	0,08	25,68	1,13	5,36	2675	89,80	0,06	19,43	0,88	4,17
1200	112,24	0,07	24,47	1,08	5,11	2700	89,79	0,06	19,42	0,88	4,17
1225	106,84	0,07	23,30	1,04	4,93	2725	89,78	0,06	19,42	0,88	4,17
1250	105,43	0,07	22,75	1,04	4,92	2750	89,77	0,06	19,42	0,88	4,17
1275	105,33	0,07	22,73	1,04	4,92	2775	89,76	0,06	19,41	0,88	4,17
1300	105,23	0,07	22,71	1,04	4,91	2800	89,74	0,06	19,41	0,88	4,17
1325	105,11	0,07	22,69	1,04	4,90	2825	89,73	0,06	19,41	0,88	4,17
1350	104,99	0,07	22,66	1,04	4,90	2850	89,72	0,06	19,41	0,88	4,17
1375	104,86	0,07	22,64	1,03	4,89	2875	89,71	0,06	19,40	0,88	4,17
1400	104,72	0,07	22,61	1,03	4,88	2900	89,70	0,06	19,40	0,88	4,17
1425	104,57	0,07	22,58	1,03	4,88	2925	89,69	0,06	19,40	0,88	4,16
1450	104,41	0,07	22,54	1,03	4,87	2950	89,68	0,06	19,39	0,88	4,16
1475	104,24	0,07	22,51	1,03	4,86	2975	89,67	0,06	19,39	0,88	4,16
1500	104,06	0,07	22,47	1,03	4,85	3000	89,65	0,06	19,39	0,88	4,16
1525	103,88	0,07	22,43	1,02	4,84						

Figura 2-122 – Massima concentrazione oraria inquinanti lungo la sezione 3 in direzione Nord - Scenario 2033

Sezione 3 - Sud - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM VOC (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	Distanza (m)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NM VOC (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
50	1.123,75	0,74	244,15	10,90	51,57	1550	244,86	0,16	53,13	2,38	11,28
75	967,70	0,64	209,55	9,47	44,79	1575	239,60	0,16	51,99	2,33	11,03
100	885,44	0,59	191,65	8,68	41,03	1600	234,44	0,15	50,88	2,28	10,79
125	1.081,37	0,72	233,78	10,63	50,26	1625	229,40	0,15	49,78	2,23	10,56
150	1.080,91	0,72	233,61	10,63	50,28	1650	224,45	0,15	48,71	2,18	10,33
175	973,12	0,65	210,50	9,55	45,16	1675	219,60	0,14	47,67	2,14	10,10
200	767,74	0,51	166,16	7,52	35,59	1700	214,85	0,14	46,64	2,09	9,88
225	753,31	0,50	163,00	7,39	34,94	1725	210,20	0,14	45,63	2,04	9,67
250	738,96	0,49	159,86	7,25	34,29	1750	205,65	0,14	44,65	2,00	9,45
275	724,66	0,48	156,75	7,11	33,64	1775	201,18	0,13	43,68	1,95	9,25
300	710,41	0,47	153,65	6,97	32,98	1800	196,81	0,13	42,74	1,91	9,05
325	696,28	0,46	150,58	6,84	32,33	1825	192,53	0,13	41,81	1,87	8,85
350	682,18	0,45	147,53	6,70	31,68	1850	188,33	0,12	40,90	1,83	8,65
375	668,08	0,45	144,47	6,56	31,03	1875	184,23	0,12	40,01	1,79	8,46
400	717,76	0,47	156,14	6,94	32,83	1900	180,20	0,12	39,14	1,75	8,28
425	701,57	0,46	152,61	6,78	32,09	1925	176,26	0,12	38,29	1,71	8,09
450	664,51	0,44	144,25	6,46	30,56	1950	172,40	0,11	37,45	1,67	7,91
475	643,32	0,42	139,55	6,27	29,64	1975	168,62	0,11	36,63	1,64	7,74
500	626,11	0,41	135,77	6,10	28,87	2000	164,92	0,11	35,83	1,60	7,57
525	608,81	0,40	131,97	5,94	28,11	2025	161,30	0,11	35,05	1,56	7,40
550	591,00	0,39	128,04	5,78	27,32	2050	157,75	0,10	34,28	1,53	7,24
575	574,33	0,38	124,37	5,62	26,58	2075	154,27	0,10	33,53	1,50	7,08
600	559,17	0,37	121,05	5,48	25,90	2100	150,87	0,10	32,79	1,46	6,92
625	545,34	0,36	118,04	5,34	25,27	2125	147,54	0,10	32,07	1,43	6,76
650	532,50	0,35	115,25	5,22	24,68	2150	144,28	0,09	31,36	1,40	6,61
675	520,41	0,35	112,63	5,10	24,12	2175	141,08	0,09	30,67	1,37	6,47
700	508,87	0,34	110,13	4,99	23,59	2200	137,95	0,09	29,99	1,34	6,32
725	497,72	0,33	107,72	4,88	23,07	2225	134,90	0,09	29,33	1,31	6,18
750	486,92	0,32	105,38	4,77	22,57	2250	131,90	0,09	28,68	1,28	6,04
775	476,44	0,32	103,12	4,67	22,08	2275	128,97	0,08	28,04	1,25	5,91
800	466,23	0,31	100,92	4,57	21,60	2300	126,11	0,08	27,42	1,22	5,77
825	456,27	0,30	98,77	4,47	21,14	2325	123,30	0,08	26,81	1,19	5,64
850	446,54	0,30	96,67	4,37	20,68	2350	120,56	0,08	26,22	1,17	5,52
875	437,04	0,29	94,62	4,28	20,24	2375	117,87	0,08	25,63	1,14	5,39
900	427,76	0,28	92,62	4,19	19,81	2400	115,24	0,08	25,06	1,11	5,27
925	418,68	0,28	90,66	4,10	19,38	2425	112,67	0,07	24,51	1,09	5,15
950	409,80	0,27	88,74	4,01	18,97	2450	110,15	0,07	23,96	1,06	5,04
975	401,12	0,27	86,87	3,92	18,56	2475	107,69	0,07	23,43	1,04	4,93
1000	392,60	0,26	85,03	3,84	18,16	2500	105,28	0,07	22,90	1,03	4,86
1025	384,29	0,25	83,24	3,76	17,77	2525	104,83	0,07	22,70	1,03	4,85
1050	376,16	0,25	81,48	3,68	17,39	2550	104,69	0,07	22,67	1,02	4,85
1075	368,21	0,24	79,77	3,60	17,02	2575	104,56	0,07	22,64	1,02	4,84
1100	360,42	0,24	78,09	3,52	16,66	2600	104,41	0,07	22,61	1,02	4,83
1125	352,81	0,23	76,44	3,45	16,30	2625	104,27	0,07	22,58	1,02	4,83
1150	345,35	0,23	74,83	3,37	15,96	2650	104,12	0,07	22,54	1,02	4,82
1175	338,05	0,22	73,26	3,30	15,62	2675	103,98	0,07	22,51	1,02	4,81
1200	330,89	0,22	71,71	3,23	15,28	2700	103,85	0,07	22,48	1,02	4,81
1225	323,89	0,21	70,20	3,16	14,96	2725	103,69	0,07	22,45	1,02	4,80
1250	317,01	0,21	68,71	3,09	14,63	2750	103,53	0,07	22,41	1,01	4,79
1275	310,29	0,21	67,26	3,03	14,32	2775	103,35	0,07	22,38	1,01	4,79
1300	303,70	0,20	65,84	2,96	14,01	2800	103,18	0,07	22,34	1,01	4,78
1325	297,23	0,20	64,44	2,90	13,71	2825	103,02	0,07	22,30	1,01	4,77
1350	290,87	0,19	63,07	2,84	13,42	2850	102,85	0,07	22,27	1,01	4,76
1375	284,67	0,19	61,73	2,78	13,13	2875	102,68	0,07	22,23	1,01	4,75
1400	278,61	0,18	60,42	2,72	12,85	2900	102,51	0,07	22,19	1,00	4,75
1425	272,67	0,18	59,14	2,66	12,57	2925	102,34	0,07	22,16	1,00	4,74
1450	266,85	0,18	57,88	2,60	12,30	2950	102,16	0,07	22,12	1,00	4,73
1475	261,15	0,17	56,65	2,54	12,03	2975	101,98	0,07	22,08	1,00	4,72
1500	255,57	0,17	55,44	2,49	11,77	3000	101,80	0,07	22,04	1,00	4,71
1525	250,09	0,17	54,26	2,44	11,52						

Figura 2-123 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 3 in direzione Sud - Scenario 2033

2.4.6.4 Sezione 4

 Società di Progetto
Brebemi SpA

In questo paragrafo vengono mostrati nelle figure seguenti ed in forma tabellare, gli andamenti della massima concentrazione oraria in funzione della distanza dalla strada lungo la sezione 4; la distanza viene considerata dal centro della strada. Nelle tabelle di seguito, vengono riportati i valori massimi delle concentrazioni orarie dei vari inquinanti nei due scenari considerati.

Come si può osservare, anche per questa sezione i limiti di legge degli inquinanti normati non vengono mai superati (vedi tab. 2-12 par. 2.2.4 – Limiti di legge ai sensi del D. Lgs 155/2010), in particolare i valori di SO₂ sono praticamente trascurabili. Per i COVNM non esiste un limite di legge. I valori di concentrazione diminuiscono rapidamente allontanandosi dalla carreggiata e le concentrazioni predette per lo scenario 2033 sono sempre minori rispetto a quelle predette per lo scenario 2018, fa eccezione SO₂, che mantiene valori praticamente uguali.

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀
2018	1.513,1	106,9	0,4	397,1	24,8
2033	818,9	37,6	0,5	177,9	7,9

Tabella 2-50 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 4 in direzione Nord – Scenari 2018 e 2033

Scenario	CO	NO ₂	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀
2018	2114,2	160,0	0,6	550,8	38,0
2033	1135,4	54,2	0,8	242,9	11,5

Tabella 2-51 –Massima concentrazione oraria degli inquinanti (µg/m³) lungo la sezione 4 in direzione Sud – Scenari 2018 e 2033

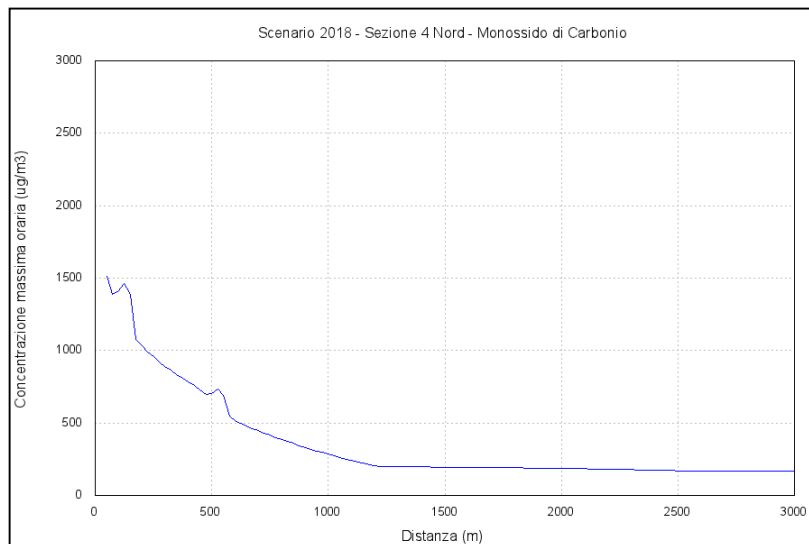


Figura 2-124 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2018

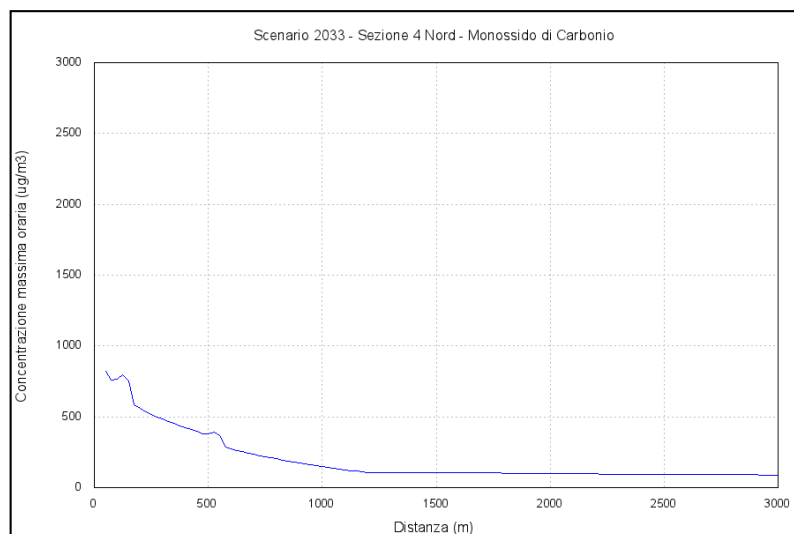


Figura 2-125 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

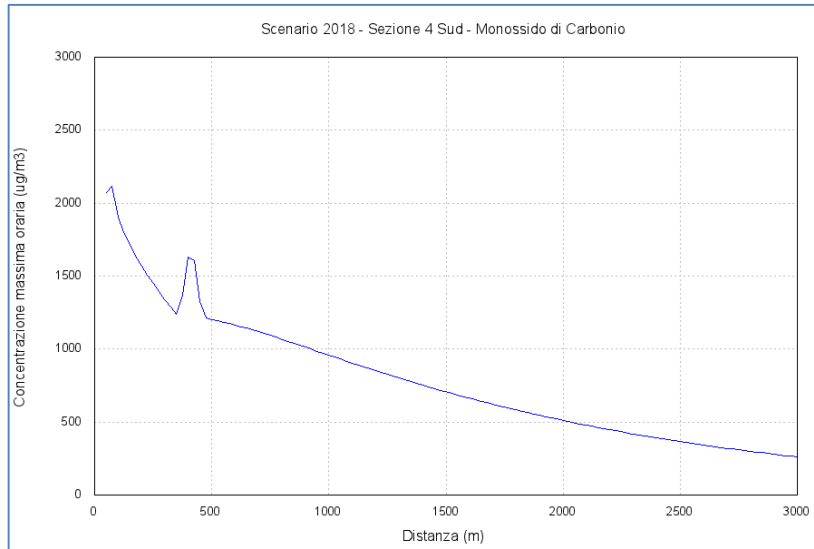


Figura 2-126 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2018

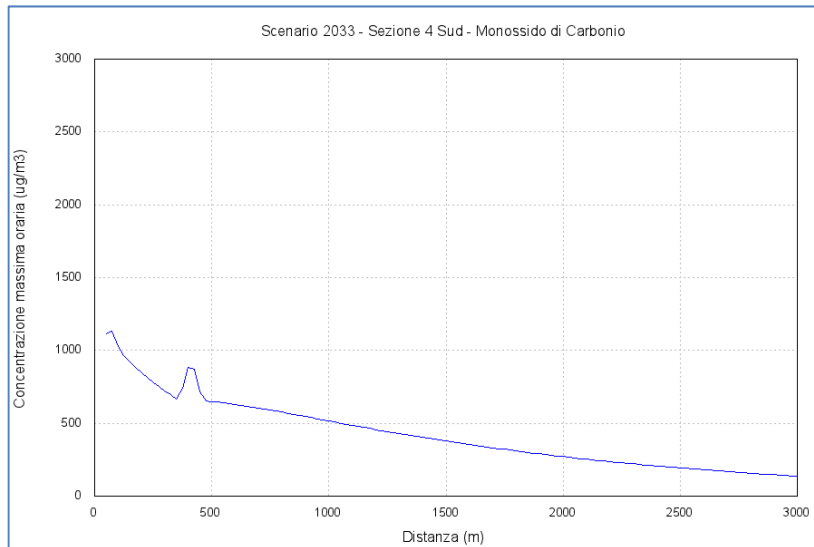


Figura 2-127 – Massima concentrazione oraria di CO lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2033

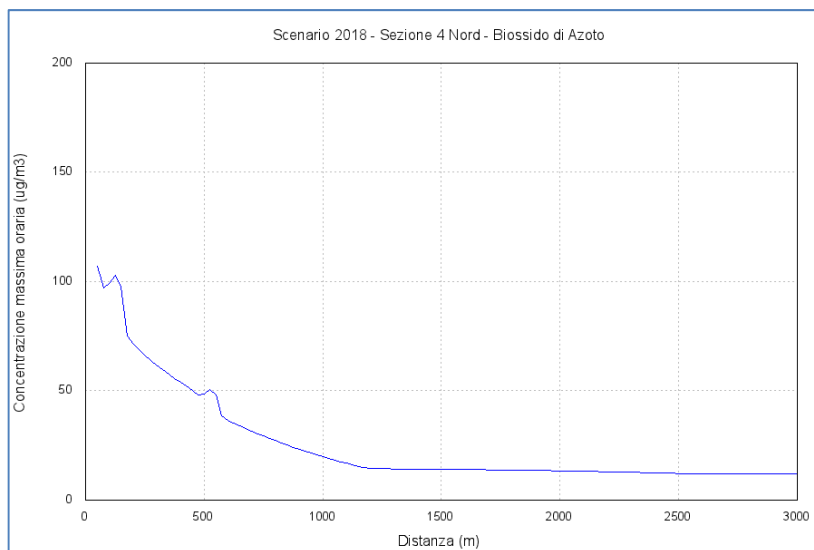


Figura 2-128 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

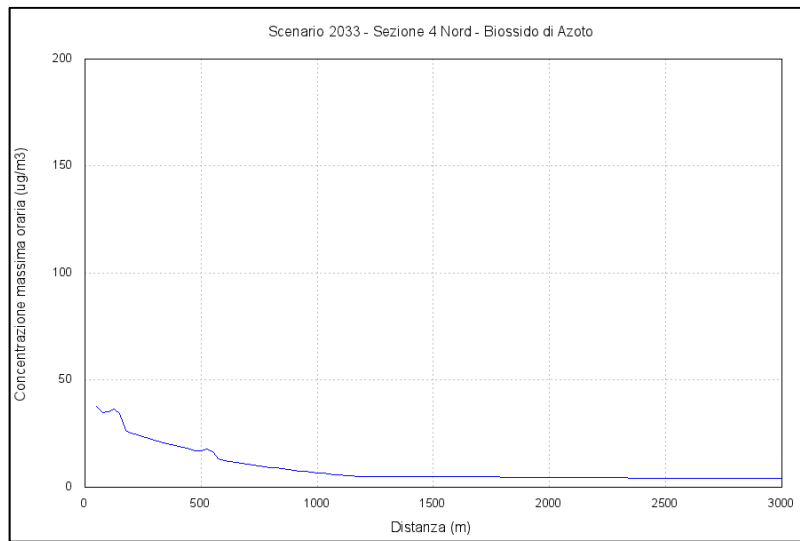


Figura 2-129 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2033

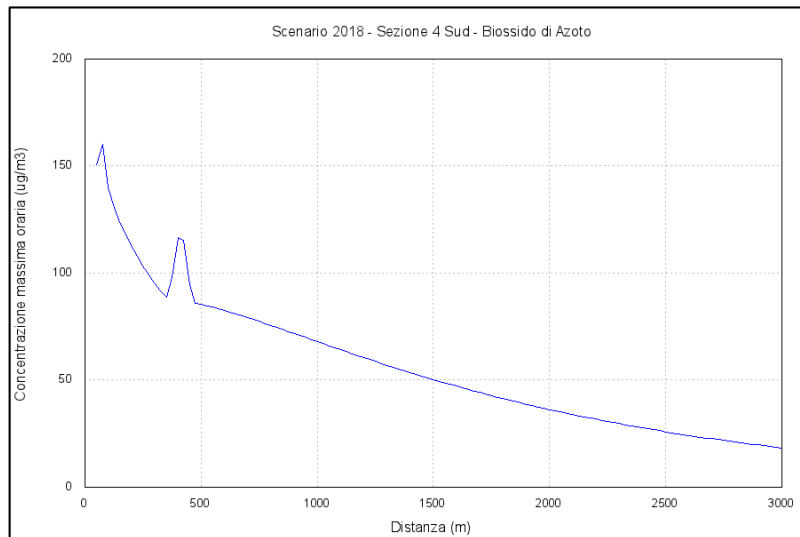


Figura 2-130 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2018

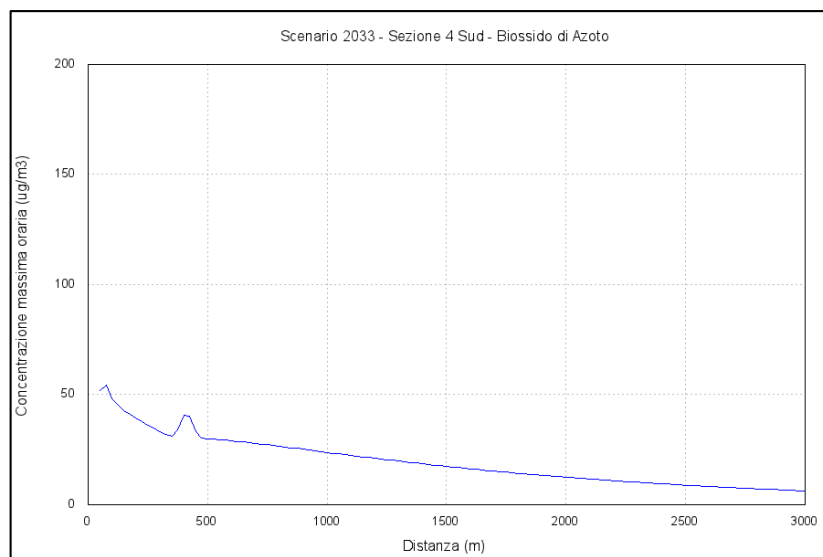


Figura 2-131 – Massima concentrazione oraria di NO₂ lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



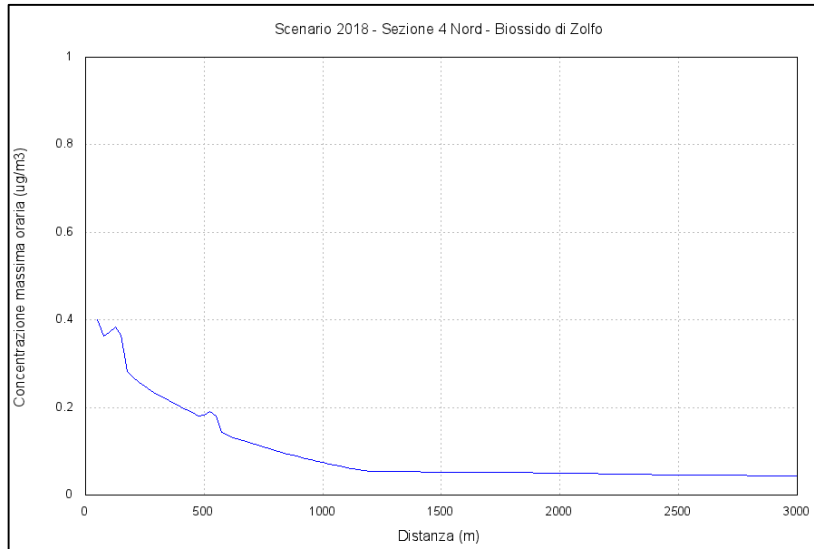


Figura 2-132 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2018

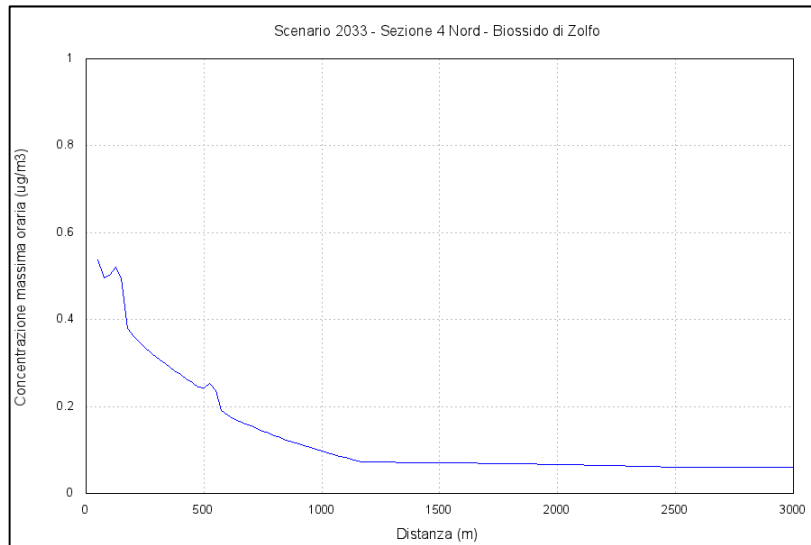


Figura 2-133 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2033

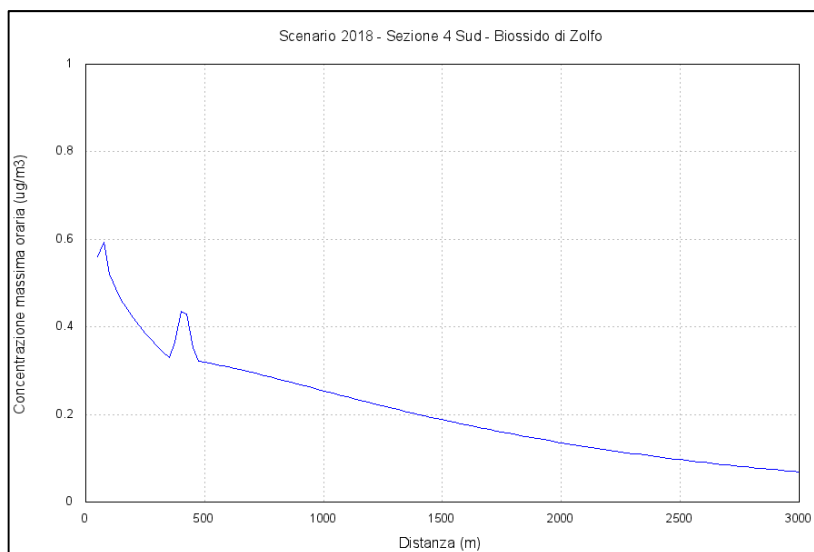


Figura 2-134 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

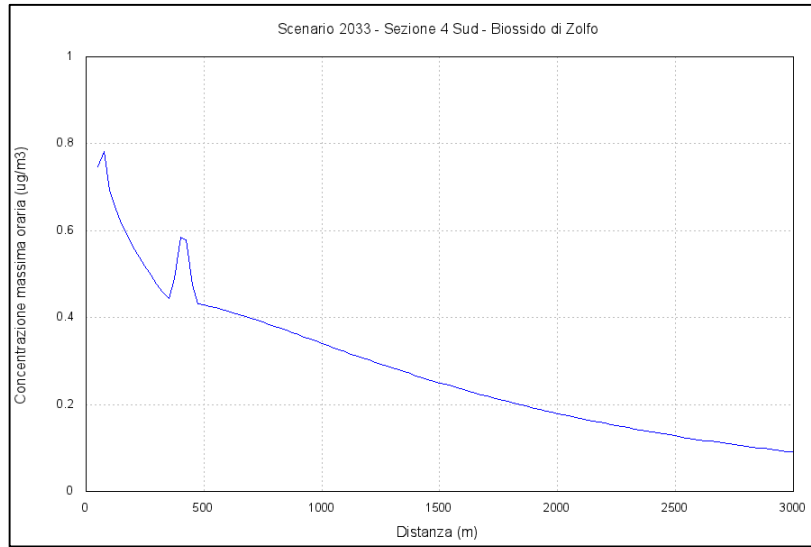


Figura 2-135 – Massima concentrazione oraria di SO₂ lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2033

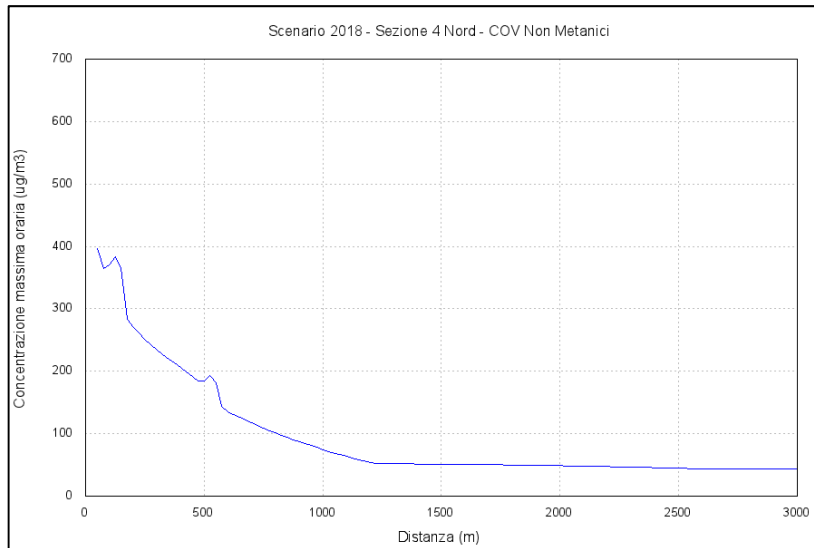


Figura 2-136 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2018

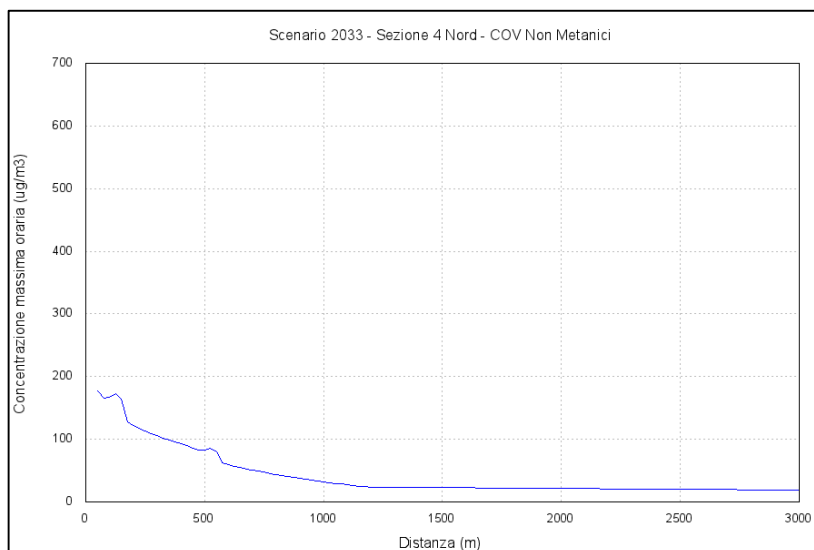


Figura 2-137 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



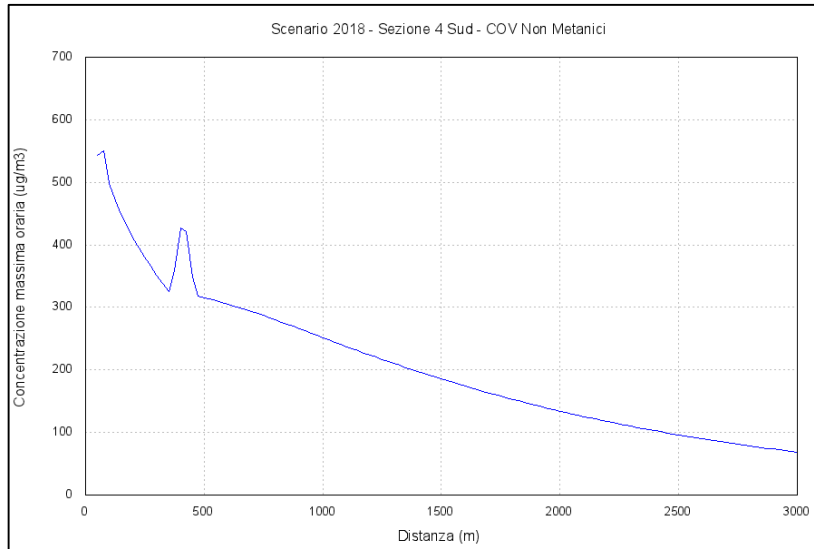


Figura 2-138 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2018

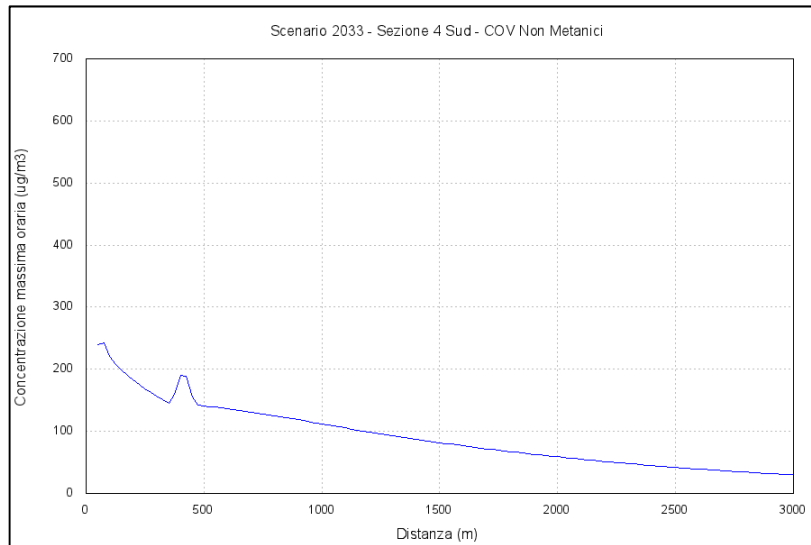


Figura 2-139 – Massima concentrazione oraria di COVNM lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2033

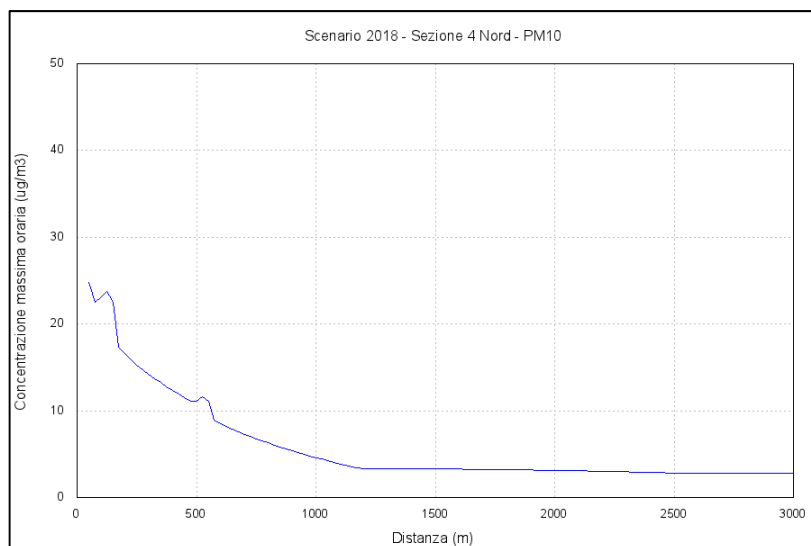


Figura 2-140 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2018

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



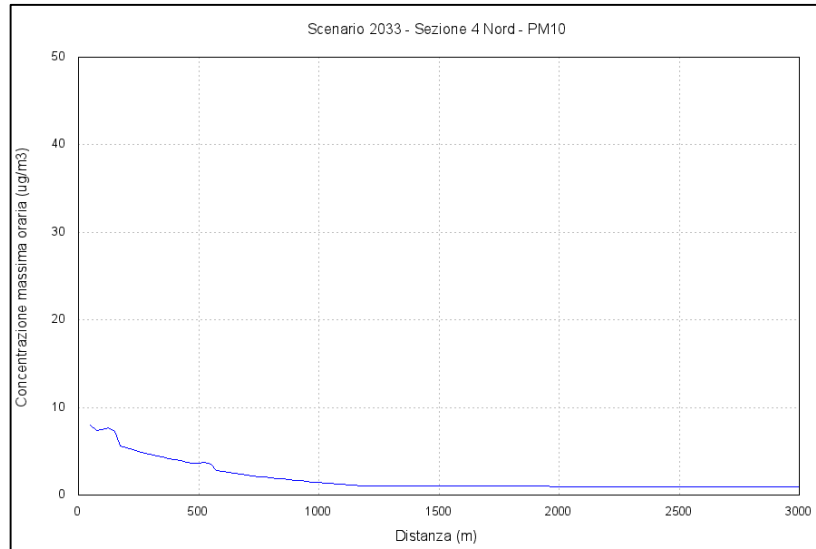


Figura 2-141 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2033

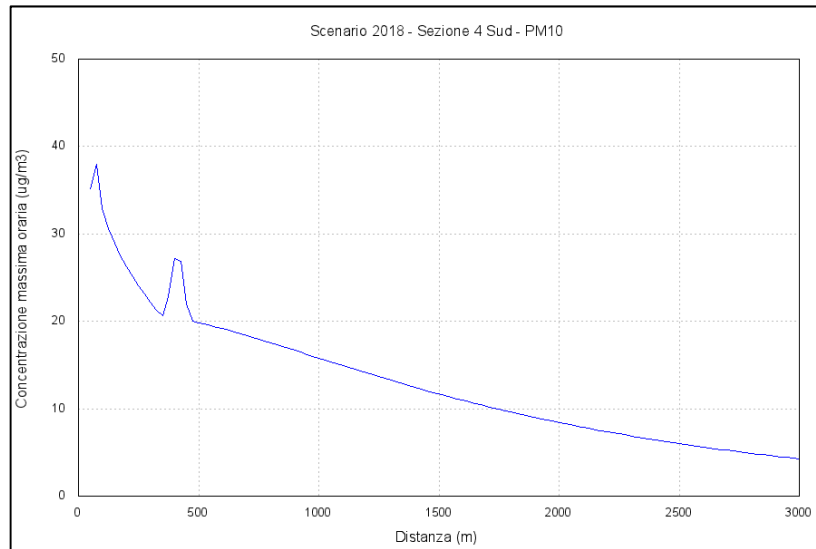


Figura 2-142 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2018

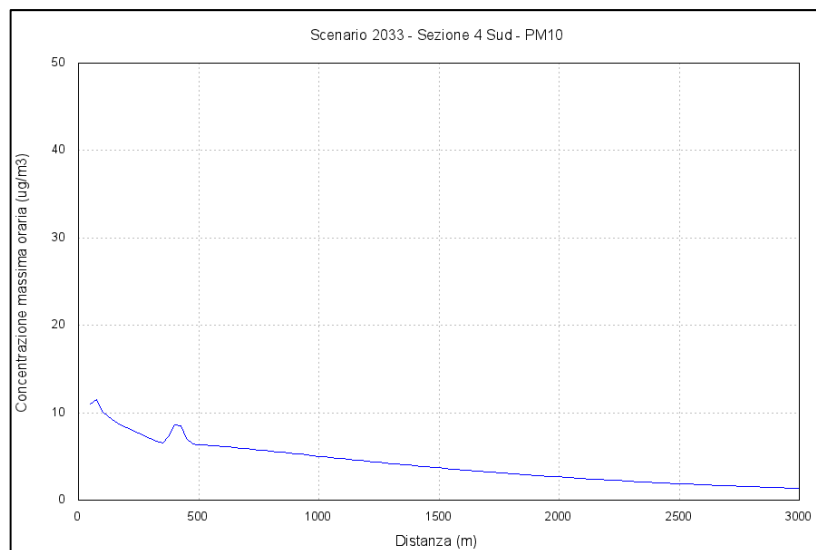


Figura 2-143 – Massima concentrazione oraria di PM₁₀ lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2033

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



Sezione 4 - Nord - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NM VOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NM VOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	1.513,08	0,40	397,09	24,78	106,90	1550	194,61	0,05	50,96	3,28	14,06
75	1.387,02	0,36	364,29	22,48	97,23	1575	194,24	0,05	50,86	3,28	14,03
100	1.412,16	0,37	370,78	22,99	99,31	1600	193,87	0,05	50,76	3,27	14,00
125	1.462,12	0,38	383,91	23,79	102,80	1625	193,49	0,05	50,66	3,26	13,97
150	1.388,49	0,36	364,64	22,54	97,45	1650	193,10	0,05	50,56	3,26	13,94
175	1.077,63	0,28	283,19	17,33	75,12	1675	192,70	0,05	50,46	3,25	13,91
200	1.032,41	0,27	271,36	16,57	71,84	1700	192,29	0,05	50,35	3,24	13,88
225	992,37	0,26	260,88	15,89	68,94	1725	191,87	0,05	50,24	3,23	13,85
250	956,29	0,25	251,43	15,28	66,33	1750	191,44	0,05	50,13	3,23	13,82
275	923,55	0,24	242,85	14,73	63,97	1775	190,99	0,05	50,02	3,22	13,78
300	892,37	0,23	234,69	14,21	61,73	1800	190,53	0,05	49,90	3,21	13,75
325	862,99	0,22	226,99	13,71	59,62	1825	190,05	0,05	49,77	3,20	13,71
350	835,23	0,22	219,71	13,25	57,63	1850	189,56	0,05	49,64	3,19	13,67
375	808,90	0,21	212,82	12,81	55,74	1875	189,06	0,05	49,51	3,18	13,63
400	783,28	0,20	206,10	12,38	53,90	1900	188,54	0,05	49,38	3,17	13,59
425	757,43	0,20	199,32	11,96	52,08	1925	187,99	0,05	49,24	3,16	13,54
450	730,61	0,19	192,26	11,53	50,23	1950	187,43	0,05	49,09	3,15	13,50
475	699,61	0,18	184,08	11,07	48,16	1975	186,86	0,05	48,94	3,14	13,45
500	703,60	0,18	185,12	11,13	48,46	2000	186,26	0,05	48,79	3,13	13,41
525	736,81	0,19	193,86	11,66	50,74	2025	185,64	0,05	48,63	3,12	13,36
550	692,52	0,18	182,09	11,05	48,00	2050	185,02	0,05	48,47	3,10	13,31
575	546,01	0,14	143,30	8,94	38,56	2075	184,37	0,05	48,30	3,09	13,26
600	515,41	0,14	135,23	8,47	36,51	2100	183,70	0,05	48,12	3,08	13,21
625	496,33	0,13	130,22	8,16	35,16	2125	183,01	0,05	47,94	3,07	13,15
650	479,01	0,13	125,69	7,87	33,91	2150	182,30	0,05	47,76	3,05	13,10
675	462,35	0,12	121,32	7,59	32,71	2175	181,57	0,05	47,57	3,04	13,04
700	446,17	0,12	117,09	7,31	31,54	2200	180,82	0,05	47,38	3,03	12,98
725	430,47	0,11	112,98	7,05	30,40	2225	180,07	0,05	47,18	3,01	12,92
750	415,19	0,11	108,98	6,79	29,30	2250	179,29	0,05	46,98	3,00	12,86
775	400,34	0,11	105,09	6,54	28,23	2275	178,48	0,05	46,77	2,98	12,80
800	386,15	0,10	101,37	6,30	27,20	2300	177,66	0,05	46,56	2,97	12,73
825	372,13	0,10	97,70	6,06	26,19	2325	176,82	0,05	46,34	2,95	12,67
850	358,47	0,09	94,12	5,84	25,21	2350	175,96	0,05	46,12	2,93	12,60
875	345,18	0,09	90,64	5,61	24,25	2375	175,08	0,05	45,89	2,92	12,53
900	332,27	0,09	87,26	5,40	23,33	2400	174,20	0,05	45,66	2,90	12,46
925	319,75	0,08	83,98	5,19	22,43	2425	173,28	0,05	45,42	2,89	12,39
950	307,55	0,08	80,78	4,98	21,55	2450	172,36	0,05	45,18	2,87	12,32
975	295,90	0,08	77,73	4,79	20,72	2475	171,41	0,05	44,93	2,85	12,25
1000	284,40	0,07	74,71	4,60	19,89	2500	170,45	0,05	44,68	2,83	12,18
1025	273,19	0,07	71,77	4,41	19,09	2525	169,48	0,05	44,43	2,82	12,10
1050	262,32	0,07	68,92	4,23	18,32	2550	168,50	0,04	44,17	2,80	12,03
1075	251,76	0,07	66,16	4,05	17,56	2575	167,51	0,04	43,92	2,80	12,00
1100	241,54	0,06	63,48	3,88	16,83	2600	166,69	0,04	43,66	2,80	12,00
1125	231,61	0,06	60,87	3,72	16,13	2625	166,59	0,04	43,64	2,80	11,99
1150	222,14	0,06	58,39	3,56	15,45	2650	166,48	0,04	43,61	2,80	11,99
1175	212,81	0,06	55,94	3,41	14,79	2675	166,38	0,04	43,58	2,80	11,98
1200	203,77	0,05	53,57	3,37	14,43	2700	166,28	0,04	43,55	2,79	11,98
1225	199,82	0,05	52,34	3,36	14,39	2725	166,19	0,04	43,53	2,79	11,97
1250	199,28	0,05	52,19	3,35	14,36	2750	166,09	0,04	43,50	2,79	11,97
1275	198,78	0,05	52,06	3,35	14,33	2775	166,00	0,04	43,48	2,79	11,96
1300	198,32	0,05	51,94	3,34	14,30	2800	165,91	0,04	43,45	2,79	11,96
1325	197,89	0,05	51,82	3,33	14,28	2825	165,82	0,04	43,43	2,79	11,95
1350	197,48	0,05	51,71	3,33	14,25	2850	165,74	0,04	43,41	2,79	11,95
1375	197,09	0,05	51,61	3,32	14,23	2875	165,66	0,04	43,38	2,79	11,94
1400	196,72	0,05	51,51	3,32	14,20	2900	165,58	0,04	43,36	2,79	11,94
1425	196,35	0,05	51,42	3,31	14,18	2925	165,50	0,04	43,34	2,79	11,94
1450	196,00	0,05	51,32	3,31	14,16	2950	165,42	0,04	43,32	2,79	11,93
1475	195,66	0,05	51,23	3,30	14,13	2975	165,35	0,04	43,30	2,79	11,93
1500	195,33	0,05	51,15	3,30	14,11	3000	165,28	0,04	43,28	2,78	11,92
1525	194,97	0,05	51,05	3,29	14,08						

Figura 2-144 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 4 in direzione Nord - Scenario 2018

Sezione 4 - Sud - 2018											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOG (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	2.074,52	0,56	542,97	35,20	150,46	1550	685,13	0,18	179,69	11,32	48,72
75	2.114,16	0,59	550,84	37,96	160,03	1575	674,22	0,18	176,83	11,14	47,95
100	1.906,24	0,52	498,28	32,88	139,99	1600	663,47	0,18	174,01	10,96	47,18
125	1.796,61	0,49	470,11	30,59	130,64	1625	652,87	0,17	171,23	10,79	46,42
150	1.711,39	0,46	448,08	28,91	123,73	1650	642,43	0,17	168,49	10,61	45,68
175	1.637,61	0,44	428,95	27,51	117,91	1675	632,14	0,17	165,79	10,44	44,94
200	1.571,18	0,42	411,68	26,28	112,75	1700	622,22	0,17	163,19	10,28	44,23
225	1.508,18	0,40	395,29	25,14	107,93	1725	612,20	0,16	160,57	10,11	43,52
250	1.448,81	0,39	379,81	24,07	103,45	1750	602,34	0,16	157,98	9,95	42,81
275	1.393,77	0,37	365,46	23,10	99,32	1775	592,57	0,16	155,42	9,78	42,11
300	1.340,03	0,36	351,43	22,16	95,33	1800	582,98	0,15	152,91	9,62	41,43
325	1.288,42	0,34	337,94	21,26	91,53	1825	573,53	0,15	150,43	9,47	40,75
350	1.239,34	0,33	324,95	20,62	88,60	1850	564,22	0,15	147,99	9,31	40,09
375	1.367,75	0,37	358,66	22,79	97,86	1875	555,16	0,15	145,61	9,16	39,44
400	1.631,45	0,44	427,65	27,15	116,62	1900	546,07	0,14	143,23	9,01	38,79
425	1.608,67	0,43	421,57	26,85	115,26	1925	537,16	0,14	140,90	8,86	38,15
450	1.327,97	0,35	348,19	22,02	94,69	1950	528,38	0,14	138,60	8,71	37,52
475	1.210,78	0,32	317,56	20,00	86,07	1975	519,73	0,14	136,33	8,57	36,90
500	1.202,86	0,32	315,51	19,85	85,44	2000	511,21	0,14	134,10	8,43	36,29
525	1.194,29	0,32	313,28	19,69	84,77	2025	502,82	0,13	131,90	8,29	35,69
550	1.185,06	0,31	310,88	19,52	84,07	2050	494,76	0,13	129,79	8,15	35,11
575	1.175,23	0,31	308,31	19,35	83,34	2075	486,62	0,13	127,65	8,02	34,53
600	1.164,86	0,31	305,60	19,17	82,57	2100	478,61	0,13	125,55	7,88	33,95
625	1.154,12	0,31	302,79	18,98	81,79	2125	470,72	0,12	123,48	7,75	33,39
650	1.142,74	0,30	299,81	18,79	80,96	2150	462,94	0,12	121,45	7,62	32,83
675	1.130,92	0,30	296,72	18,59	80,11	2175	455,29	0,12	119,44	7,49	32,28
700	1.118,72	0,30	293,52	18,39	79,24	2200	447,76	0,12	117,47	7,37	31,74
725	1.106,21	0,29	290,24	18,18	78,35	2225	440,54	0,12	115,58	7,25	31,23
750	1.093,41	0,29	286,88	17,97	77,45	2250	433,24	0,11	113,66	7,13	30,70
775	1.080,37	0,29	283,45	17,76	76,53	2275	426,05	0,11	111,78	7,01	30,19
800	1.067,41	0,28	280,05	17,55	75,62	2300	418,98	0,11	109,92	6,89	29,68
825	1.054,05	0,28	276,54	17,33	74,68	2325	412,01	0,11	108,10	6,77	29,18
850	1.040,58	0,28	273,00	17,11	73,74	2350	405,16	0,11	106,30	6,66	28,69
875	1.027,28	0,27	269,52	16,90	72,80	2375	398,41	0,11	104,54	6,55	28,21
900	1.013,83	0,27	265,98	16,68	71,85	2400	391,95	0,10	102,84	6,44	27,75
925	1.000,06	0,26	262,36	16,46	70,89	2425	385,41	0,10	101,13	6,33	27,28
950	985,98	0,26	258,66	16,23	69,92	2450	378,98	0,10	99,44	6,22	26,82
975	972,26	0,26	255,05	16,01	68,97	2475	372,65	0,10	97,78	6,12	26,37
1000	958,57	0,25	251,46	15,79	68,01	2500	366,43	0,10	96,15	6,01	25,92
1025	944,90	0,25	247,87	15,57	67,06	2525	360,30	0,10	94,55	5,91	25,48
1050	931,30	0,25	244,29	15,35	66,10	2550	354,28	0,09	92,97	5,81	25,05
1075	917,77	0,24	240,74	15,13	65,16	2575	348,51	0,09	91,46	5,71	24,64
1100	904,35	0,24	237,21	14,91	64,22	2600	342,68	0,09	89,93	5,62	24,22
1125	891,02	0,24	233,71	14,70	63,28	2625	336,94	0,09	88,42	5,52	23,81
1150	878,10	0,23	230,32	14,49	62,38	2650	331,29	0,09	86,94	5,43	23,41
1175	864,99	0,23	226,88	14,28	61,45	2675	325,74	0,09	85,49	5,34	23,01
1200	852,02	0,23	223,47	14,06	60,54	2700	320,28	0,08	84,06	5,24	22,62
1225	839,17	0,22	220,10	13,86	59,64	2725	314,91	0,08	82,65	5,15	22,24
1250	826,42	0,22	216,75	13,65	58,74	2750	309,77	0,08	81,30	5,07	21,87
1275	813,85	0,22	213,45	13,44	57,85	2775	304,57	0,08	79,94	4,98	21,50
1300	801,43	0,21	210,19	13,24	56,98	2800	299,46	0,08	78,60	4,90	21,13
1325	789,40	0,21	207,04	13,04	56,12	2825	294,42	0,08	77,28	4,81	20,77
1350	777,23	0,21	203,84	12,84	55,26	2850	289,46	0,08	75,98	4,73	20,42
1375	765,20	0,20	200,69	12,64	54,41	2875	284,59	0,08	74,70	4,65	20,07
1400	753,32	0,20	197,57	12,45	53,57	2900	279,79	0,07	73,44	4,57	19,73
1425	741,58	0,20	194,49	12,25	52,74	2925	275,20	0,07	72,24	4,50	19,40
1450	729,98	0,19	191,45	12,06	51,91	2950	270,55	0,07	71,02	4,42	19,07
1475	718,53	0,19	188,44	11,87	51,10	2975	265,99	0,07	69,82	4,34	18,75
1500	707,43	0,19	185,53	11,69	50,31	3000	261,50	0,07	68,64	4,27	18,43
1525	696,20	0,18	182,59	11,51	49,51						

Figura 2-145 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 4 in direzione Sud - Scenario 2018

Sezione 4 - Nord - 2033

Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m)	NMVOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	818,94	0,54	177,89	7,95	37,60	1550	105,09	0,07	22,71	1,03	4,89
75	761,68	0,50	166,01	7,33	34,67	1575	104,86	0,07	22,66	1,03	4,88
100	766,47	0,50	166,67	7,42	35,09	1600	104,62	0,07	22,61	1,03	4,87
125	793,88	0,52	172,61	7,69	36,36	1625	104,38	0,07	22,56	1,03	4,85
150	753,89	0,49	163,98	7,29	34,50	1650	104,13	0,07	22,51	1,02	4,84
175	583,62	0,38	127,15	5,62	26,59	1675	103,88	0,07	22,45	1,02	4,83
200	559,23	0,36	121,89	5,38	25,45	1700	103,62	0,07	22,40	1,02	4,82
225	537,63	0,35	117,22	5,17	24,44	1725	103,35	0,07	22,34	1,02	4,81
250	518,13	0,34	113,01	4,97	23,54	1750	103,08	0,07	22,28	1,01	4,79
275	500,42	0,32	109,18	4,80	22,71	1775	102,80	0,07	22,22	1,01	4,78
300	483,52	0,31	105,53	4,63	21,93	1800	102,51	0,07	22,16	1,01	4,77
325	467,58	0,30	102,08	4,48	21,19	1825	102,22	0,07	22,10	1,00	4,75
350	452,51	0,29	98,81	4,33	20,49	1850	101,91	0,07	22,03	1,00	4,74
375	438,22	0,28	95,72	4,19	19,83	1875	101,61	0,07	21,97	1,00	4,72
400	424,27	0,27	92,70	4,05	19,18	1900	101,28	0,07	21,90	1,00	4,71
425	410,12	0,26	89,62	3,92	18,54	1925	100,95	0,07	21,83	0,99	4,69
450	395,28	0,25	86,38	3,77	17,86	1950	100,61	0,07	21,76	0,99	4,67
475	377,85	0,24	82,54	3,61	17,09	1975	100,26	0,07	21,68	0,98	4,66
500	377,13	0,24	82,36	3,61	17,07	2000	99,90	0,07	21,60	0,98	4,64
525	390,20	0,25	85,18	3,74	17,68	2025	99,53	0,07	21,53	0,98	4,62
550	364,62	0,24	79,47	3,51	16,59	2050	99,15	0,07	21,45	0,97	4,60
575	288,93	0,19	62,73	2,81	13,28	2075	98,76	0,07	21,36	0,97	4,58
600	272,23	0,18	59,06	2,65	12,54	2100	98,36	0,07	21,28	0,97	4,56
625	261,82	0,17	56,80	2,55	12,06	2125	97,95	0,07	21,19	0,96	4,55
650	252,49	0,17	54,78	2,46	11,63	2150	97,53	0,06	21,10	0,96	4,52
675	243,52	0,16	52,84	2,37	11,21	2175	97,10	0,06	21,01	0,95	4,50
700	234,83	0,15	50,96	2,28	10,81	2200	96,66	0,06	20,92	0,95	4,48
725	226,39	0,15	49,14	2,20	10,41	2225	96,22	0,06	20,82	0,94	4,46
750	218,19	0,14	47,37	2,12	10,03	2250	95,76	0,06	20,72	0,94	4,44
775	210,23	0,14	45,65	2,04	9,66	2275	95,29	0,06	20,62	0,93	4,42
800	202,62	0,13	44,00	1,97	9,31	2300	94,81	0,06	20,52	0,93	4,39
825	195,11	0,13	42,38	1,89	8,96	2325	94,32	0,06	20,42	0,92	4,37
850	187,80	0,12	40,80	1,82	8,62	2350	93,82	0,06	20,31	0,92	4,35
875	180,69	0,12	39,26	1,75	8,29	2375	93,32	0,06	20,20	0,91	4,32
900	173,80	0,11	37,77	1,68	7,97	2400	92,81	0,06	20,09	0,91	4,30
925	167,11	0,11	36,32	1,62	7,66	2425	92,28	0,06	19,98	0,90	4,27
950	160,60	0,11	34,92	1,56	7,36	2450	91,75	0,06	19,87	0,90	4,25
975	154,40	0,10	33,57	1,49	7,07	2475	91,36	0,06	19,77	0,90	4,23
1000	148,28	0,10	32,25	1,43	6,79	2500	91,29	0,06	19,76	0,89	4,23
1025	142,31	0,09	30,95	1,38	6,51	2525	91,21	0,06	19,74	0,89	4,23
1050	136,53	0,09	29,70	1,32	6,24	2550	91,14	0,06	19,72	0,89	4,23
1075	130,93	0,09	28,49	1,26	5,98	2575	91,07	0,06	19,71	0,89	4,22
1100	125,50	0,08	27,31	1,21	5,73	2600	91,00	0,06	19,69	0,89	4,22
1125	120,24	0,08	26,17	1,16	5,49	2625	90,94	0,06	19,68	0,89	4,22
1150	115,23	0,08	25,09	1,11	5,26	2650	90,87	0,06	19,66	0,89	4,22
1175	110,29	0,07	24,02	1,07	5,06	2675	90,81	0,06	19,65	0,89	4,21
1200	108,77	0,07	23,53	1,07	5,05	2700	90,74	0,06	19,63	0,89	4,21
1225	108,41	0,07	23,45	1,06	5,03	2725	90,68	0,06	19,62	0,89	4,21
1250	108,08	0,07	23,37	1,06	5,02	2750	90,62	0,06	19,60	0,89	4,21
1275	107,77	0,07	23,30	1,06	5,01	2775	90,56	0,06	19,59	0,89	4,20
1300	107,48	0,07	23,24	1,06	4,99	2800	90,51	0,06	19,58	0,89	4,20
1325	107,21	0,07	23,18	1,05	4,98	2825	90,45	0,06	19,56	0,89	4,20
1350	106,95	0,07	23,12	1,05	4,97	2850	90,40	0,06	19,55	0,89	4,20
1375	106,69	0,07	23,06	1,05	4,96	2875	90,34	0,06	19,54	0,89	4,19
1400	106,46	0,07	23,01	1,05	4,95	2900	90,29	0,06	19,53	0,89	4,19
1425	106,22	0,07	22,96	1,04	4,94	2925	90,24	0,06	19,52	0,89	4,19
1450	106,00	0,07	22,91	1,04	4,93	2950	90,19	0,06	19,50	0,89	4,19
1475	105,78	0,07	22,86	1,04	4,92	2975	90,14	0,06	19,49	0,89	4,19
1500	105,56	0,07	22,81	1,04	4,91	3000	90,09	0,06	19,48	0,88	4,18
1525	105,33	0,07	22,76	1,04	4,90						

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebem SpA

Figura 2-146 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 4 in direzione Nord- Scenari 2033




Sezione 4 - Sud - 2033											
Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m)	NMVOCC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)	Distanza (m)	CO (µg/m3)	SO2 (µg/m3)	NMVOCC (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	NO2 (µg/m3)
50	1.112,47	0,75	240,08	10,99	51,94	1550	365,76	0,24	79,29	3,57	16,88
75	1.135,37	0,78	242,91	11,46	54,16	1575	359,82	0,24	78,00	3,51	16,61
100	1.024,20	0,69	220,53	10,17	48,09	1600	353,96	0,23	76,73	3,45	16,34
125	965,82	0,65	208,39	9,54	45,11	1625	348,19	0,23	75,48	3,40	16,07
150	920,47	0,62	198,84	9,07	42,87	1650	342,51	0,23	74,25	3,34	15,81
175	881,20	0,59	190,53	8,66	40,94	1675	336,91	0,22	73,04	3,29	15,55
200	845,83	0,56	183,01	8,30	39,23	1700	331,52	0,22	71,87	3,23	15,30
225	812,24	0,54	175,84	7,95	37,62	1725	326,08	0,22	70,69	3,18	15,05
250	780,57	0,52	169,06	7,63	36,11	1750	320,73	0,21	69,53	3,13	14,80
275	751,18	0,50	162,77	7,34	34,71	1775	315,43	0,21	68,39	3,08	14,55
300	722,46	0,48	156,60	7,05	33,35	1800	310,23	0,21	67,26	3,03	14,31
325	694,83	0,46	150,66	6,78	32,05	1825	305,11	0,20	66,15	2,98	14,08
350	668,80	0,44	144,92	6,54	30,95	1850	300,07	0,20	65,06	2,93	13,84
375	738,62	0,49	160,05	7,23	34,19	1875	295,17	0,20	64,00	2,88	13,62
400	881,66	0,59	190,94	8,63	40,79	1900	290,26	0,19	62,94	2,83	13,39
425	869,62	0,58	188,25	8,52	40,28	1925	285,44	0,19	61,89	2,78	13,17
450	717,52	0,48	155,48	7,01	33,16	1950	280,69	0,19	60,86	2,74	12,95
475	654,10	0,43	141,82	6,38	30,18	1975	276,02	0,18	59,85	2,69	12,73
500	649,92	0,43	140,93	6,34	29,97	2000	271,41	0,18	58,86	2,65	12,52
525	645,36	0,43	139,96	6,29	29,75	2025	266,89	0,18	57,88	2,60	12,31
550	640,42	0,42	138,91	6,24	29,51	2050	262,54	0,17	56,93	2,56	12,11
575	635,14	0,42	137,78	6,19	29,26	2075	258,15	0,17	55,98	2,52	11,90
600	629,53	0,42	136,57	6,13	29,00	2100	253,83	0,17	55,05	2,47	11,70
625	623,71	0,41	135,32	6,07	28,73	2125	249,58	0,16	54,13	2,43	11,51
650	617,51	0,41	133,98	6,01	28,44	2150	245,39	0,16	53,22	2,39	11,31
675	611,06	0,40	132,58	5,95	28,14	2175	241,28	0,16	52,33	2,35	11,12
700	604,38	0,40	131,13	5,88	27,83	2200	237,22	0,16	51,45	2,31	10,93
725	597,51	0,39	129,65	5,82	27,51	2225	233,34	0,15	50,61	2,27	10,75
750	590,48	0,39	128,12	5,75	27,19	2250	229,41	0,15	49,76	2,23	10,57
775	583,30	0,38	126,56	5,68	26,86	2275	225,55	0,15	48,93	2,20	10,39
800	576,15	0,38	125,01	5,61	26,53	2300	221,75	0,15	48,10	2,16	10,22
825	568,78	0,38	123,40	5,54	26,20	2325	218,01	0,14	47,30	2,12	10,04
850	561,35	0,37	121,79	5,47	25,86	2350	214,33	0,14	46,50	2,09	9,87
875	554,04	0,37	120,20	5,40	25,52	2375	210,71	0,14	45,71	2,05	9,70
900	546,63	0,36	118,59	5,32	25,18	2400	207,24	0,14	44,96	2,02	9,54
925	539,00	0,36	116,93	5,25	24,83	2425	203,74	0,13	44,21	1,98	9,38
950	531,18	0,35	115,22	5,17	24,48	2450	200,29	0,13	43,46	1,95	9,22
975	523,57	0,35	113,57	5,10	24,13	2475	196,90	0,13	42,73	1,92	9,07
1000	516,00	0,34	111,92	5,03	23,78	2500	193,57	0,13	42,00	1,88	8,91
1025	508,45	0,34	110,28	4,95	23,44	2525	190,29	0,13	41,29	1,85	8,76
1050	500,93	0,33	108,64	4,88	23,09	2550	187,06	0,12	40,59	1,82	8,61
1075	493,46	0,33	107,02	4,81	22,75	2575	183,98	0,12	39,93	1,79	8,47
1100	486,05	0,32	105,41	4,74	22,41	2600	180,86	0,12	39,25	1,76	8,32
1125	478,70	0,32	103,81	4,67	22,08	2625	177,79	0,12	38,59	1,73	8,18
1150	471,57	0,31	102,26	4,60	21,75	2650	174,77	0,12	37,93	1,70	8,04
1175	464,35	0,31	100,69	4,53	21,42	2675	171,81	0,11	37,29	1,67	7,90
1200	457,21	0,30	99,13	4,46	21,09	2700	168,89	0,11	36,66	1,64	7,77
1225	450,13	0,30	97,60	4,39	20,77	2725	166,02	0,11	36,04	1,61	7,64
1250	443,13	0,29	96,08	4,32	20,44	2750	163,28	0,11	35,44	1,59	7,51
1275	436,21	0,29	94,57	4,26	20,13	2775	160,50	0,11	34,84	1,56	7,38
1300	429,39	0,28	93,09	4,19	19,81	2800	157,78	0,10	34,25	1,53	7,25
1325	422,79	0,28	91,66	4,12	19,51	2825	155,09	0,10	33,67	1,51	7,13
1350	416,12	0,28	90,21	4,06	19,20	2850	152,45	0,10	33,10	1,48	7,01
1375	409,52	0,27	88,78	4,00	18,90	2875	149,85	0,10	32,53	1,46	6,89
1400	403,01	0,27	87,37	3,93	18,60	2900	147,29	0,10	31,98	1,43	6,77
1425	396,59	0,26	85,97	3,87	18,30	2925	144,85	0,10	31,45	1,41	6,66
1450	390,25	0,26	84,60	3,81	18,01	2950	142,38	0,09	30,92	1,38	6,54
1475	383,99	0,25	83,24	3,75	17,72	2975	139,95	0,09	30,39	1,36	6,43
1500	377,93	0,25	81,93	3,69	17,44	3000	137,55	0,09	29,87	1,34	6,32
1525	371,80	0,25	80,60	3,63	17,16						

Figura 2-147 – Massima concentrazione oraria degli inquinanti lungo la sezione 4 in direzione Sud- Scenario 2033

2.5 Conclusioni

Le simulazioni di dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare previsto nell'area di intervento sono state realizzate con il modello di dispersione atmosferica CALINE3 dell'US-

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 129 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

EPA. La meteorologia è stata descritta utilizzando le osservazioni locali della rete di monitoraggio ARPA Lombardia (centralina di Bargnano) per l'anno 2014.

Sono stati considerati due scenari emissivi relativi agli anni 2018 e 2033, per i quali sono disponibili le stime dei flussi di traffico durante l'ora di punta mattutina. Le emissioni da traffico veicolare sono state determinate a partire dai fattori emissivi della banca dati dell'I.S.P.R.A.

I risultati delle simulazioni sono le massime concentrazioni medie orarie calcolate a diverse distanze dall'asse stradale per tutte le condizioni meteorologiche considerate. È stato dunque adottato un approccio conservativo, nel senso che le concentrazioni ottenute sono i massimi valori possibili. Le concentrazioni sono state rappresentate lungo 4 sezioni principali, definite in maniera da rappresentare tutti i tipologici stradali previsti nel presente progetto.

I risultati mostrano che i livelli di concentrazione al suolo rispettano i valori prescritti dalla normativa vigente (D. Lgs. 155/2010). In particolare, si può osservare come nel caso di CO e SO₂, le concentrazioni massime risultano inferiori per svariati ordini di grandezza rispetto i limiti di legge. I valori massimi assoluti, come detto, sempre minori dei rispettivi valori limite, sono comunque contenuti nella fascia di ampiezza pari a poche centinaia di metri dall'asse stradale, e diminuiscono velocemente allontanandosi da esso. Si osserva che i valori massimi orari sono minori anche dei valori limite su periodi temporali più lunghi stabiliti per alcuni inquinanti (ad esempio 10 mg/m³ per la media mobile di 8 ore di CO, o 50 µg/m³ per la media di 24 ore di PM₁₀). È palese che se la massima media oraria è minore di tali limiti, a maggior ragione lo saranno anche le medie sui periodi più lunghi richiesti dalla normativa.


Si osserva inoltre per lo scenario relativo l'anno 2033, un generale miglioramento del contesto emissivo rispetto al 2018; tutti gli inquinanti mostrano valori delle concentrazioni inferiori, ad eccezione dell'SO₂ che rimane praticamente costante, con valori di concentrazione praticamente irrilevanti. Questo è in linea con quanto già indicato al paragrafo 2.4.5.1, ovvero la tendenza ad una diminuzione generale delle emissioni dovute al settore traffico autoveicolare, e può essere dovuto a diversi fattori quali il rinnovo del parco auto, l'ingresso nel mercato di modelli dotati di nuove tecnologie in grado di limitare le emissioni (es. dispositivi antiparticolato).

I valori predetti dal modello sono stati valutati anche alla luce dei valori misurati dalle stazioni fisse di ARPA Lombardia. Ad esempio la stazione di Ospitaletto è ubicata tra la sezione 1 e la sezione 2 a circa 1.6 km di distanza dall'asse stradale in direzione Nord. Essa nel 2014 ha misurato una massima media oraria di NO₂ pari a 100.8 µg/m³, ed una massima media mobile di 8 ore di CO pari a 2163 µg/m³. Per confronto la massima media oraria di NO₂ prevista a 1,6 km di distanza in direzione Nord sulla sezione 1 è pari a circa 45 µg/m³ nel 2018 e circa 15 µg/m³ nel 2033, mentre alla stessa distanza sulla sezione 2 si hanno circa 37 µg/m³ nel 2018 e circa 13 µg/m³ nel 2033. Analogamente, la massima media oraria di CO prevista a 1,6 km di distanza in direzione Nord sulla sezione 1 è pari a circa 220 µg/m³ nel 2018 e circa 119 µg/m³ nel 2033, mentre alla stessa distanza sulla sezione 2 si hanno circa 188 µg/m³ nel 2018 e circa 100 µg/m³ nel 2033. Nel caso particolare del monossido di carbonio si ricorda che il limite di legge è riferito alla media mobile di 8 ore, che avrà valori minori dei massimi orari riportati.

Per quanto riportato sopra, si può quindi concludere con riferimento a entrambi gli scenari analizzati, che l'impatto ambientale riconducibile alle emissioni da traffico auto veicolare, connesso all'esercizio della strada in progetto, non comporta significative variazioni della situazione attuale.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 130 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

2.6 Riferimenti

Batcharova E. and Gryning S. E. (1991) Applied model for the growth of the daytime mixed layer', *Boundary-Layer Meteorol.*, 56, 261-274.

Bellasio R., G. Lanzani, M. Tamponi and T. Tirabassi (1994) Boundary layer parameterisation for atmospheric diffusion models by meteorological measurements at ground level. *Il Nuovo Cimento*, 17C, 163-174.

Benson, Paul E. (1979) CALINE3—A Versatile Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Levels Near Highways and Arterial Streets. Interim Report, Report Number FHWA/CA/TL-79/23. Federal Highway Administration, Washington, DC (NTIS No. PB 80-220841).

Chu, S.H. and E.L. Meyer. (1991) Use of Ambient Ratios to Estimate Impact of NO_x Sources on Annual NO₂ Concentrations. Air and Waste Management Association 84 2th Annual Meeting, June 1991. (AWMA Document Number 91-180.6).

EPA (2010) Applicability of Appendix W Modeling guidance for the 1-hour NO₂ National Ambient Air Quality Standard. Memorandum to Regional Air Division Directors, June 28, 2010.

Seinfeld J.H. and S.N. Pandis (1999) *Atmospheric Chemistry and Physics - From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons. New York.

Seibert, P., Beyrich F., Gryning S.-E., Joffre S., Rasmussen A. and Tercier P (2000) Review and intercomparison of operational methods for the determination of the mixing height, *Atmospheric Environment*, 34, 7, 1001-1027.


Unione Petrolifera (2012) Previsioni di domanda energetica e petrolifera italiana 2012 → 2025

Zilitinkevich, S.S. (1989) Velocity profile, the resistance law and the dissipation rate of mean flow kinetic energy in a neutrally and stably stratified planetary boundary layer, *Boundary-Layer Meteorol.*, 46, 367-387.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 131 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

3 SUOLO E SOTTOSUOLO

In questo capitolo si ricostruisce lo stato della componente suolo e sottosuolo nei territori interessati dall'opera. In particolare vengono approfondite le tematiche riguardanti:

- la geologia e la geomorfologia;
- le caratteristiche geotecniche e lo stato della qualità dei terreni;
- le caratteristiche sismiche e lo stato del dissesto idrogeologico;
- le caratteristiche pedologiche e l'uso dei suoli.

I terreni dell'area in oggetto sono pressoché pianeggianti e con scarsa varietà degli elementi geologici. Le formazioni di interesse si riducono, infatti, ai depositi ghiaioso sabbiosi del Livello Fondamentale della Pianura e ai depositi fluviali attuali e recenti.

3.1 Inquadramento geologico

3.1.1 Evoluzione Geologica

La pianura lombarda è il risultato di un'evoluzione geologica cominciata nel Pliocene e caratterizzata dagli effetti delle glaciazioni quaternarie prima e dall'azione fluviale poi.

Nel passaggio da condizioni glaciali a fluvioglaciali, i cospicui depositi morenici situati al piede delle prealpi sono stati progressivamente smantellati dalle acque superficiali.

L'idrografia superficiale, all'inizio scarsamente gerarchizzata, ha provveduto a ridistribuire uniformemente sul sottostante territorio di pianura, formato da sedimenti marini (Pliocene) e continentali (Pleistocene inferiore), notevoli spessori di materiale.

Successivamente, il contesto idrografico superficiale si è progressivamente organizzato dando luogo alla situazione attuale dove i fiumi Oglio, Serio e Adda rappresentano le più importanti vie di deflusso delle acque superficiali.

3.1.2 Formazioni Geologiche dell'area di studio

Per una miglior comprensione del quadro geologico-stratigrafico, si riportano le descrizioni dei terreni affioranti nel contesto dell'Area di Studio contenuti nella Carta Geologica della Lombardia 1:250.000 (Figura 3-1 e Allegato 01).

Società di Progetto
Brebemi SpA



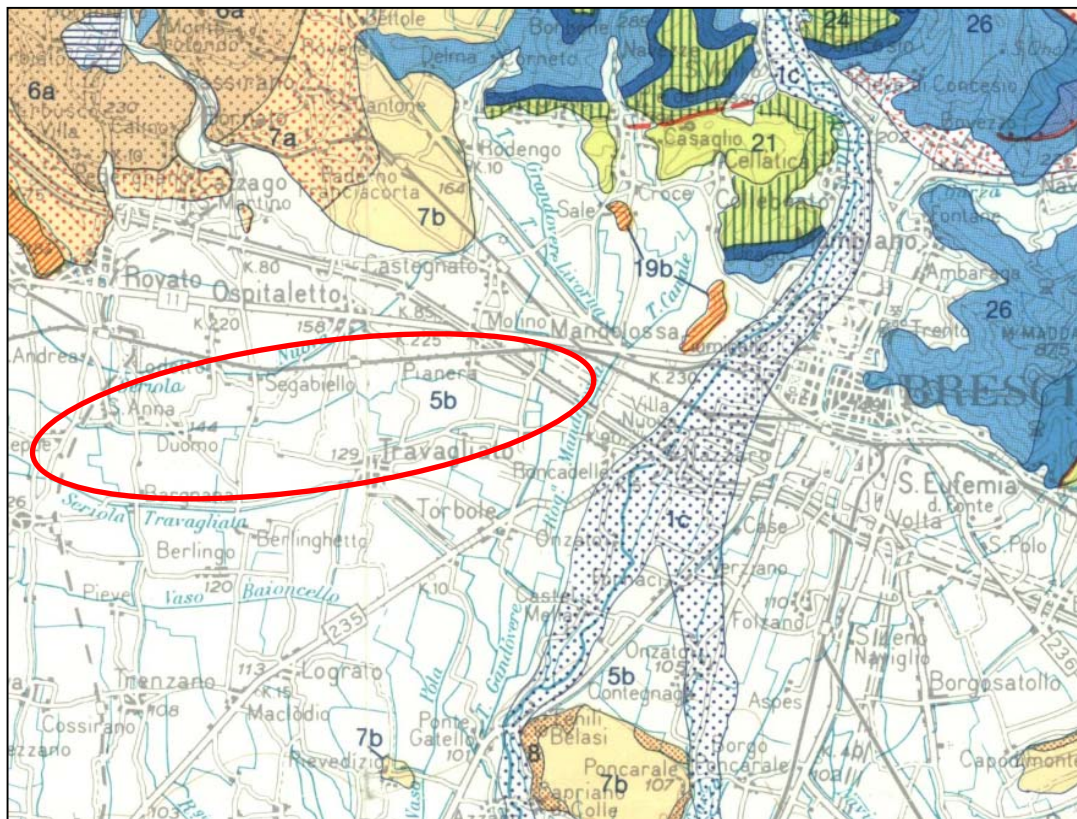


Figura 3-1 – Estratto Carta Geologica Lombardia 1:250.000 (in rosso l'area di interesse)


A partire dai termini più recenti si individuano:

- alluvioni sabbiose e ghiaiose poligeniche (Alluvium Medio e Antico, Olocene). Costituiscono il sistema di terrazzi immediatamente sottostanti al Livello Fondamentale della Pianura e sono caratterizzate da uno strato di alterazione superficiale mancante o molto ridotto;
- alluvioni fluvioglaciali (Wurm-Riss) sabbiose e ghiaiose per lo più non alterate, corrispondenti al Livello Fondamentale della Pianura (Diluvium Recente, Pleistocene superiore). Si tratta di depositi fluvioglaciali derivati dallo smantellamento dei depositi glaciali di provenienza alpina relativi all'ultima glaciazione. Presentano uno strato di alterazione giallo rossiccio generalmente inferiore al metro e con spessori maggiori nella parte settentrionale della pianura.

L'Alluvium antico è costituito in prevalenza da ghiaie poligeniche e sabbie con lenti argilloso-limose. Affiora nel contesto dei terrazzi sviluppati a diverse altezze lungo i corsi d'acqua principali, con dislivelli anche oltre i 20 m rispetto all'alveo attuale. I depositi più antichi sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose. La natura dei clasti è estremamente eterogenea. Prevengono comunque gli elementi derivanti da rocce sedimentarie quali: calcari, calcari marnosi, dolomie e arenarie.

La denominazione di "alluvioni antiche" deriva dal fatto che esse sono ormai morfologicamente stabilizzate, cioè non più soggette all'azione modellatrice del corso d'acqua.

Il Diluvium recente occupa la restante area della pianura. Sotto questa formazione vengono individuati quei depositi di natura ghiaioso-sabbiosa-argillosa che costituiscono il Livello Fondamentale della Pianura (L.F.d.P.). I caratteri litologici non sono uniformi e sono caratterizzati dalla presenza di uno strato superiore di alterazione di 25-70 cm di spessore. Tale strato di natura essenzialmente argilloso-sabbiosa non sempre è conservato a causa del rimaneggiamento operato dalle pratiche agricole e dell'azione della

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 133 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

vegetazione spontanea. In quest'ultimo caso il deposito assume una colorazione bruno-rossastra o bruno-giallastra per la presenza degli acidi umici e presenta spessori dai 20 ai 25 cm.

Nel contesto del Diluvium recente si distinguono una frazione ghiaioso sabbiosa prevalente nella porzione settentrionale della formazione e una frazione a limi e argille prevalente in quella meridionale. Il passaggio tra un tipo e l'altro è per lo più graduale.

Le zone a ghiaie prevalenti, tipiche dell'area in esame, sono caratterizzate da ciottoli arrotondati di dimensioni variabili da medie a grosse con frequente tendenza verso forme ovali. La stratificazione riconoscibile all'interno di questi depositi grossolani è per lo più determinata da una successione di lenti e strati a granulometria diversa, ma composti ciascuno da elementi di dimensioni simili tra loro. Sono frequenti straterelli sabbiosi che si alternano con ghiaie più o meno grossolane.

L'argilla presente negli strati superficiali talora si mescola con la ghiaia e la sabbia fino ad una certa profondità. La presenza di tale materiale nel sottosuolo, salvo eccezioni, è imputabile all'azione di dilavamento delle acque.

Le zone a sabbie prevalenti presentano una composizione sensibilmente più costante di quella ghiaiosa. Le sabbie hanno una grana uniforme anche dove la composizione mineralogica è differente. Il colore varia dal grigio al giallo e nella parte superiore sono alterate come le ghiaie.

Nelle porzioni interessate dalla falda acquifera, i depositi si presentano privi delle componenti granulometriche più fini, dilavate dal movimento sotterraneo delle acque.

Malgrado non affiorino direttamente lungo il tracciato dell'opera, al di sotto dei sopramenzionati depositi si rinvencono conglomerati poligenici a matrice arenacea e cemento carbonatico della formazione del Ceppo Lombardo (Pleistocene inferiore, Pliocene superiore). Questa unità si contraddistingue per la presenza di frequenti banchi massicci sub-orizzontali o intercalazioni lentiformi di arenarie, distribuiti irregolarmente, e di ghiaie e sabbie sciolte, a causa di una disomogenea distribuzione del grado di cementazione. Il contatto con le formazioni ghiaioso-sabbiose soprastanti è fortemente irregolare. L'area di affioramento del Ceppo Lombardo più prossima all'Area di Studio è situata a Cassano d'Adda, lungo la valla incisa dal fiume Adda.

3.1.3 Tettonica

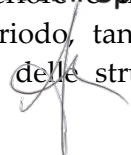
Il tratto di Pianura Padana in esame è stato interessato a partire dal Pliocene da un'intensa attività tettonica che ha disarticolato profondamente il substrato prepliocenico, costituito da formazioni prevalentemente arenacee, marnose e carbonatiche, suddividendolo in zolle più o meno sprofondate e sollevate. I fronti di sovrascorrimento pur presentando un andamento arcuato, sono disposti in generale lungo un allineamento NO-SE e sono interrotti da sistemi di faglie trasverse con direzione da NO-SE a NE-SO.


Nella zona pedemontana alpina, il raccordo fra i fronti sepolti dalla pianura e le strutture alpine più meridionali si attua attraverso un graduale innalzamento del substrato prepliocenico, interessato da faglie plio-quadernarie.

L'attività tettonica deformativa ha raggiunto il massimo sviluppo nel Pliocene inferiore e medio, proseguendo poi fino al Quaternario e coinvolgendo anche i depositi di questo periodo, tanto da determinare brusche e notevoli variazioni di spessore e di facies in corrispondenza delle strutture tettoniche sepolte, riscontrabili anche negli orizzonti più superficiali e recenti.

Società di Progetto

Brebeni SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 134 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

L'attività neotettonica risulta distribuita in modo non uniforme. In particolare gli elementi tettonici rilevati risultano concentrati nelle zone tra Brescia e Verona.

Nel settore della pianura bresciana gli studi stratigrafici esistenti mettono in evidenza elementi riconducibili ad attività tettonica successiva al Pliocene medio, individuando faglie e fratture che interessano i termini inferiori della serie stratigrafica delle colline di Castenedolo e Ciliverghe.

Dati più recenti rilevano inoltre la presenza nella zona tra Montichiari e Brescia di una serie di elementi plicativi e disgiuntivi che interessano i depositi quaternari.

Ad ovest di Brescia, verso i tratti bergamasco e milanese non si riscontrano tracce di elementi tettonici di rilievo.

Sono segnalati invece nell'area del Garda sovrascorrimenti e faglie inverse appartenenti al sistema delle Giudicarie, classificati come attivi.

3.2 Inquadramento geomorfologico

Il tracciato in oggetto si snoda in direzione Est-Ovest, interessando un territorio a morfologia pianeggiante posto a quote per lo più comprese tra 130 e 140 m s.l.m..

Il Livello Fondamentale della Pianura consiste in una superficie pressoché pianeggiante ed uniforme, interrotta soltanto dagli alvei degli attuali corsi d'acqua fiancheggiati da più ordini di terrazzi. Eventuali depressioni di piccola entità possono essere localmente correlate alla presenza di paleoalvei fluviali. Altre irregolarità sono date da scavi e riporti di origine antropica (cave, discariche, rilevati arginali, etc.).

Questo ambito fisiografico occupa quasi interamente la superficie di interesse (Figura 3-2). Al suo interno, a livello regionale, è possibile distinguere tre diverse porzioni, ascrivibili a quelle che sono definite come "alta", "media" e "bassa" pianura.

L'area di studio ricade all'interno della "alta pianura", che si presenta con superfici debolmente ondulate che, come rivela l'analisi dei loro caratteri morfometrici, sono le conoidi pedemontane, costruite in passato dagli apporti dei torrenti fluvioglaciali e successivamente rimodellate dai corsi d'acqua. Questo tratto di pianura ha composizione prevalentemente ghiaiosa o ghiaioso sabbiosa e pendenza media compresa tra 0,8-0,4%.

Società di Progetto
Brebemi SpA



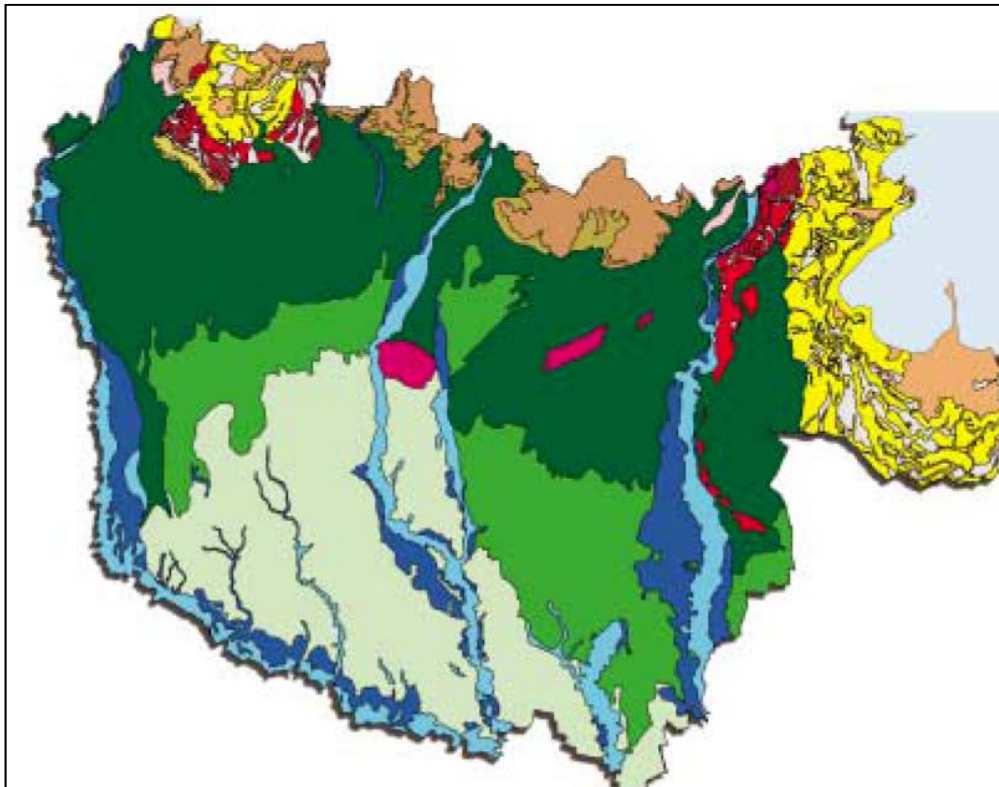



















Figura 3-2 – Estratto tavola ambiti geomorfologici, progetto basi ambientali informative di Pianura, Regione Lombardia (2004)

Legenda

 Rilevi alpini al bordo della pianura - Piano collinare	 Piane glaciali e retroglaciali	 Cordoni morenici recenti	 Mezza pianura (bionorta)
 Rilevi alpini al bordo della pianura - Piani basali	 Cordoni morenici antichi	 Terrazzi antichi	 Zona pianura a meandri
 Fondovalle montani e intermorenici	 Cordoni morenici intermedii	 Terrazzi intermedii	 Terrazzi fluviali
 Rilevi montani isolati nella pianura	 Piane intramontane	 Alta pianura	 Pianure alluvionali attuali e recenti

3.3 Caratterizzazione geotecnica

In generale, da un punto di vista geotecnico, i terreni dell'area di studio presentano le seguenti caratteristiche:

- unità postglaciali (*Alluvium Medio e Antico*). Mostrano caratteristiche geotecniche variabili in funzione della granulometria dominante. La permeabilità è elevata dove prevalgono ghiaie e sabbie, bassa dove prevalgono sabbie limose e limi argillosi. Generalmente presentano buone caratteristiche di drenaggio. I valori di compressibilità sono elevati, soprattutto nelle aree di paleoalveo. La quantità di frazioni fini presenti condiziona la qualità dei terreni che è classificabile come accettabile. Possono presentare potenziali rischi di instabilità in corrispondenza delle scarpate di terrazzo più acclivi;
- complesso fluvio-glaciale Wurm-Riss (*Diluvium Recente*). Sono depositi che presentano buone caratteristiche geotecniche. La permeabilità è solitamente elevata. In generale risultano essere mediamente addensati e con un buon drenaggio superficiale.

Più nel dettaglio la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dal tracciato è stata compiuta in base ai dati provenienti da alcune prove penetrometriche dinamiche del tipo SPT (Standard Penetration Test) ("Progetto Preliminare - Relazione Geotecnica" BreBeMi, Luglio 2003).

APPROVATO SDP

Società di Progetto
BreBeMi SpA

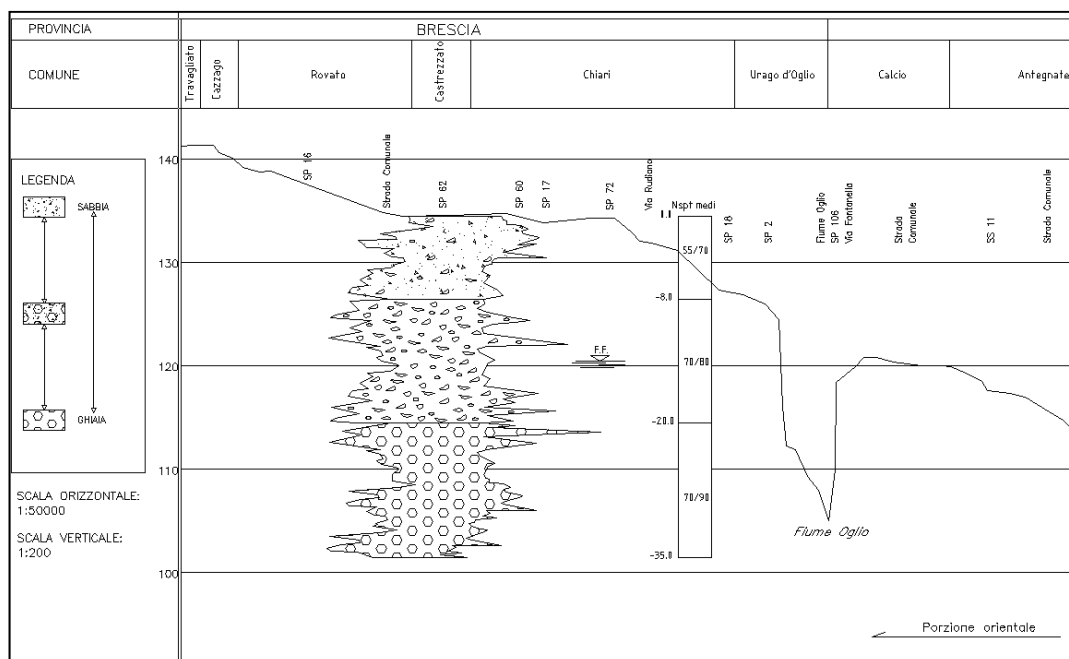



Figura 3-3 – Estratto Sezione stratigrafica (da progetto BreBeMi, 2003)

Dalla sezione stratigrafica di Figura 3-3 si può evincere il progressivo passaggio granulometrico che si ha spostandosi dalla porzione orientale verso quella occidentale del tracciato e approfondendosi lungo le verticali di indagine.

3.3.1 Indagini geognostiche

Le indagini sono state finalizzate allo scopo di definire il profilo geotecnico e le proprietà meccaniche dei terreni necessarie alle verifiche di capacità portante e di interazione terreno-struttura delle opere di fondazione dei manufatti, alla verifica di stabilità delle scarpate in rilevato e in trincea ed inoltre per valutare l'entità delle bonifiche e la possibilità di riutilizzo dei terreni di scavo.

Le campagne di indagine eseguite hanno previsto l'esecuzione di un totale di 44 sondaggi a carotaggio continuo e 21 pozzetti esplorativi.


La prima campagna è stata suddivisa in 3 fasi e nel complesso ha comportato l'esecuzione di 23 sondaggi a carotaggio continuo e 8 pozzetti esplorativi; di seguito è riportata una sintesi delle indagini svolte.

BreBeMi - Lotto 0A			
INDAGINI ESEGUITE IN FASE DI PD			
Campagna d'indagine	Anno	N° Sondaggi	N° Pozzetti
Prima fase	2002÷2003	14	2
Seconda fase	2005	0	1
Terza fase	2007÷2008	6	5
Quarta fase	2008	3	0

La seconda campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di sondaggi e pozzetti esplorativi aggiuntivi, come riportato nella tabella che segue:

BreBeMi - Lotto 0A			
Campagna d'indagine	Anno	N° Sondaggi	N° Pozzetti
PE	2009	21	13

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 137 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Le indagini in sito realizzate in corrispondenza dei sondaggi comprendono: prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT e misure di consistenza con penetrometro tascabile e torvane in corrispondenza dei terreni coesivi.

Inoltre, in alcuni dei fori di sondaggio, sono stati installati piezometri atti a individuare il livello di falda e le sue variazioni stagionali.

Nell'ambito della realizzazione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati campioni sui quali sono state eseguite prove di laboratorio (caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni).

Oltre alle indagini sopra descritte sono state eseguite indagini geofisiche (prospezioni sismiche in foro tipo cross-hole,) in modo da poter integrare le conoscenze sulle caratteristiche sismiche del sottosuolo.

Al fine di definire in maggior dettaglio le caratteristiche degli strati superficiali (profondità inferiore a 2.5÷3 m) sono stati eseguiti pozzetti esplorativi, in corrispondenza dei quali sono state condotte alcune prove di carico su piastra.

3.3.2 Inquadramento geotecnico

Sulla base delle indagini eseguite sono state definite otto unità geotecniche principali, utilizzate per classificare i materiali incontrati lungo le verticali d'indagine e proseguire quindi alla definizione dei profili geotecnici di dettaglio. Sei di queste otto unità compongono la "matrice ghiaioso-sabbiosa" che contraddistingue la maggior parte dei materiali di sottofondo dell'area in oggetto. Tale matrice viene caratterizzata attraverso parametri geotecnici in condizioni drenate, definiti a partire dai risultati di prove penetrometriche standard (SPT). Le rimanenti due unità definiscono materiali coesivi, caratterizzati da parametri geotecnici (descritti, ove possibile, da prove in sito o di laboratorio) sia in condizioni drenate che in condizioni non drenate.

I depositi di natura sabbioso-ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa hanno evidenziato, in genere, caratteristiche meccaniche medio/buone, un grado di addensamento da medio ad alto e una compressibilità medio/bassa. Dalle prove di permeabilità in sito e dalle analisi granulometriche in laboratorio si sono inoltre determinati valori di permeabilità medio-alti (caratteristici, peraltro, dei terreni indagati, spesso caratterizzati dalla presenza di una non trascurabile percentuale di materiali fini, compresa tra il 5 ed il 20%).

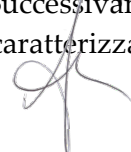
I depositi di natura limosa e argillosa presentano in generale caratteristiche di resistenza al taglio inferiore, maggiore compressibilità e minore permeabilità rispetto a quelli di tipo granulare. Gli strati coesivi sono quindi considerati, ove presenti, critici nei confronti dei cedimenti, della stabilità globale e della capacità portante delle opere previste.


Globalmente, i terreni incontrati presentano caratteristiche idonee alla realizzazione delle opere in progetto, in particolare per quel che riguarda la costruzione dei tratti in trincea, il sostegno dei rilevati di progetto e le fondazioni delle opere d'arte.

3.3.3 Parametri geotecnici

Le informazioni acquisite tramite le indagini geognostiche hanno permesso di definire il modello stratigrafico del terreno di fondazione, caratterizzato dalla presenza di differenti livelli principali suddivisi in funzione della granulometria e del diverso stato di addensamento/compattezza. Successivamente, tramite le prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, si è proceduto alla caratterizzazione geotecnica dei terreni siti in corrispondenza dell'opera in oggetto.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 138 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

La relazione geotecnica del lotto 0A e i relativi profili geotecnici propongono una stratigrafia di progetto da considerare rappresentativa della situazione reale ed utilizzabile per i calcoli finalizzati alla progettazione.

In ogni caso, ai fini della sicurezza, i parametri geotecnici, associati a ciascun livello, sono da considerarsi cautelativi in quanto determinati in funzione delle condizioni maggiormente sfavorevoli riscontrate in sito.

3.4 Caratterizzazione chimico fisica delle aree adiacenti all'autostrada A4

A fronte dell'esiguo tempo a disposizione ed alla limitata possibilità di accesso alle aree in cui ricade l'impronta della futura interconnessione all'autostrada A4, è stato possibile indagare la qualità ambientale del suolo solo in adiacenza all'attuale sedime autostradale della stessa A4, mediante l'effettuazione di un numero modesto di pozzetti.

Nel corso della campagna di indagine sono stati prelevati alcuni campioni di terreno, ricavati dal materiale estratto da 10 saggi realizzati ad una profondità di circa un metro.

Non è stato possibile effettuare sondaggi sulla 3^a corsia dell'A4, a cui le rampe della futura interconnessione dovranno ammorsarsi, pertanto le attività di campionamento sono state limitate solo ad alcune aree rese disponibili bonariamente dai proprietari, al di fuori della recinzione stradale dell'A4, su cui è stata consentita l'esecuzione di un numero limitato di pozzetti.

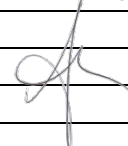
La campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, è stata svolta in data 4-marzo 2015; il set di parametri analitici ricercato è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera.


Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti sono stati assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva in cui sono indicati i pozzetti interessati dal prelievo di campioni ambientali, nonché la profondità di prelievo.

<i>Pozzetto</i>	<i>Prof. campione (m da p.c.)</i>	<i>Superamenti dei limiti di cui al D. Lgs. 152/2006 – Tabella 1 Colonna B</i>
Saggio 1	1.00	No
Saggio 2	1.00	No
Saggio 3	1.00	No
Saggio 4	1.00	No
Saggio 5	1.00	No
Saggio 6	1.00	No
Saggio 7	1.00	No
Saggio 8	1.00	No
Saggio 9	1.00	No
Saggio 10	1.00	No

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 139 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

L'analisi della tabella precedente mostra che tutti i campioni esaminati risultano conformi ai limiti della colonna B. Per un maggiore dettaglio si rimanda a quanto riportato nell'elaborato 60232-00000-A01 del Progetto Definitivo.

3.5 Siti contaminati

3.5.1 La normativa nazionale

Con il termine "sito contaminato" ci si riferisce a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane pregresse o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee tale da rappresentare un rischio per la salute umana.

La legislazione nazionale in materia di bonifica dei siti contaminati, introdotta con il D.M. 471/99, è stata profondamente modificata dal D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. "Norme in materia ambientale" che, alla Parte Quarta, Titolo V "Bonifica di siti contaminati", disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti, in armonia con i principi e le norme comunitari, con particolare riferimento al principio "chi inquina paga".

L'art. 251 del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. prevede che le regioni e le province autonome predispongano l'anagrafe dei siti da bonificare, che contiene: l'elenco dei siti sottoposti ad intervento di bonifica e ripristino ambientale nonché degli interventi realizzati nei siti medesimi; l'individuazione dei soggetti cui compete la bonifica; gli enti pubblici di cui la regione intende avvalersi, in caso d'inadempienza dei soggetti obbligati, ai fini dell'esecuzione d'ufficio.

I contenuti e la struttura dei dati essenziali dell'Anagrafe dei siti da bonificare, sono stati definiti dall'APAT (ora ISPRA) in collaborazione con le Regioni e le ARPA. La prima versione di questi criteri è stata pubblicata nel corso del 2001.

3.5.2 La normativa regionale

Il Piano Regionale di Bonifica è lo strumento funzionale di programmazione e di pianificazione degli interventi con cui Regione Lombardia, in attuazione della normativa vigente e con l'obiettivo di una gestione efficace ed efficiente del proprio territorio e delle proprie risorse, individua i siti sui quali intervenire (azioni di bonifica, messa in sicurezza, ulteriori misure di riparazione e ripristino ambientale) e le priorità degli interventi.


In considerazione dell'evoluzione della normativa vigente in materia di bonifiche, il Piano di Bonifica delle aree contaminate, approvato dalla Regione Lombardia con Delibera della giunta regionale n. 66818 del 11 aprile 1995 e redatto, ai sensi della legge 441/1987, sulla base di linee guida emanate con il D.M. 16 maggio 1989, è stato successivamente integrato dal Consiglio regionale una prima volta, con D.C.R. 17 febbraio 2004, n. 958, in applicazione dell'art. 22, comma 5, del D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, e una seconda volta, con D.C.R. 30 settembre 2008, n. 70, in applicazione a quanto previsto dall'art.245 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

In tal senso il documento individua le priorità di intervento tra:

- i siti inseriti nei programmi di intervento a breve e medio termine di cui al precedente piano regionale che non sono ancora interessati da un'attività di bonifica;

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 140 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- i siti inseriti nell'Anagrafe regionale di cui all'art. 17 dell'ex D.M. 25 Ottobre 1999 n. 471 e dell'art. 251 del D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, per cui è stata riconosciuta una priorità d'azione per l'esistenza di particolari rischi sanitari e ambientali;
- i siti di interesse nazionale ricadenti nel territorio lombardo.

Il Piano prevede periodici aggiornamenti ed integrazione, in funzione delle criticità che dovessero emergere anche a seguito degli ulteriori accertamenti svolti sui siti indicati al punto precedente e della documentazione disponibile agli atti della Regione, necessaria per stabilire le priorità di intervento.

Il Piano di Bonifica costituisce parte integrante del Piano regionale dei Rifiuti per espressa previsione normativa, in coerenza allo stretto rapporto fra la gestione dei rifiuti e bonifica.

L'articolazione del Piano di Bonifica è tracciata dalla Legge Regionale 12 dicembre 2003, n. 26 e successive modificazioni, ove è previsto, all'art.19, comma 3, che: *"La pianificazione regionale è costituita dall'atto di indirizzi, approvato dal Consiglio regionale su proposta della Giunta regionale, e dal programma di gestione dei rifiuti, approvato dalla Giunta regionale e con il quale sono individuate le azioni e i tempi per il raggiungimento degli obiettivi contenuti nell'atto di indirizzi. La pianificazione è sottoposta a revisione ed aggiornamento almeno ogni sei anni."*

Con deliberazione del Consiglio regionale 8 novembre 2011, n. 280 è stato approvato l'Atto di Indirizzi, che indica gli obiettivi per la bonifica dei siti contaminati da perseguire con il programma e le conseguenti azioni da intraprendere.

- Con la Delibera di Giunta Regionale n. X/576 del 2 agosto 2013 è avvenuta la presa d'atto della proposta di programma regionale di gestione dei rifiuti (P.R.G.R.), comprensivo del programma regionale di bonifica delle aree inquinate (P.R.B.), ai sensi della deliberazione della giunta regionale n. 1587 del 20 aprile 2011, di avvio di procedimento per l'approvazione del PRGR, comprensiva della Valutazione Ambientale Strategica (VAS).
- Con Decreto Dirigenziale n. 4422 del 27 maggio 2014 della Struttura Fondamenti, Strategie per il governo del territorio e VAS della Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa Del Suolo di Regione Lombardia l'Autorità competente per la procedura di VAS ha formulato parere positivo circa la compatibilità ambientale della proposta di Programma Regionale di Gestione dei Rifiuti a condizione che siano recepite le indicazioni, raccomandazioni e prescrizioni in esso contenute;
- Con DGR n. 1990 del 20 giugno 2014 la Giunta Regionale ha approvato il programma regionale di gestione dei rifiuti (P.R.G.R.) comprensivo di piano regionale delle bonifiche (P.R.B.) e dei relativi documenti previsti dalla valutazione ambientale strategica (V.A.S.).

3.5.3 I siti contaminati e bonificati regionali


Gli eventi accidentali, gli sversamenti e lo scarico abusivo di rifiuti nel suolo e nel sottosuolo costituiscono le cause principali dei maggiori casi di inquinamento rilevati sul territorio lombardo, inquinamento che interessa in maggiore o minore misura tutte le matrici ambientali (aria, suolo, sottosuolo, acque di falda e superficiali).

In Regione Lombardia sono quasi 900 i siti contaminati, dove sono in corso le attività di bonifica per il risanamento ambientale, e 1.473 i siti bonificati (dati aggiornati al 31 dicembre 2013).

E' opportuno evidenziare che l'obbligo di bonifica decorre dalla necessità di porre in essere sul sito operazioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal progetto approvato dall'Amministrazione precedente. Il progetto può prevedere il raggiungimento delle Concentrazioni

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDR

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 141 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Soglia di Rischio, definite attraverso l'applicazione di idonea Analisi di Rischio sito-specifica, ovvero delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (concentrazioni di riferimento per la definizione di sito potenzialmente contaminato).

Nella tabella che segue si riportano i siti contaminati ricadenti nei Comuni dell'Area Vasta:

Comune	Id Anagrafe	Nome Sito	Indirizzo/località
Castegnato	3497	Ex Discarica di R.S.U.	Pianera
Ospitaletto	14366	Linea AV MI-VR sito OS04-CT101	Tra km 7+900 e 8+350
Roncadelle	10349	Rimozione rifiuti area ex Pietra	F.lli Cervi
Travagliato	2804	Cava Macogna con Cazzago San Martino	Strada vicinale del Fossato
Rovato	6984	Discarica Cogeme Gestioni	S.S. n° 11
Lograto	2619	Remi srl Ecoline srl	IV Novembre, 58

Nella tabella che segue si riportano i siti bonificati al 31/12/2014 ricadenti nei Comuni dell'Area Vasta:

Comune	Id Anagrafe	Nome Sito	Indirizzo/località
Castegnato	13998	Ex Ghial S.p.A.	Franchi, 128/138
Roncadelle	4041	Punto Vendita ERG 1764 Valtrompia Nord	A4
Roncadelle	5280	Top Car	Martiri della Libertà
Castel Mella	2642	Ditta Ghiraf s.r.l.	Via Torbole, 77
Rovato	3596	Alghisi Zincature snc di Alghisi Luigi e C.	Monte Grappa, 52
Rovato	9113	General Electric GE Power Controls Italia	San Donato, 32

Dalle tabelle sopra riportate si evince che il tracciato non interferisce direttamente con nessun sito contaminato e/o bonificato.

Oltre il limite Sud-Est dell'Area Vasta si segnala la presenza del Sito di Interesse Nazionale "Brescia Caffaro", che include le aree del Comune di Brescia che sono state interessate da contaminazione diffusa da PCB, PCDD-PCDF, Arsenico e Mercurio, derivanti, principalmente, dalle attività pregresse dello stabilimento chimico Caffaro S.p.A., ubicato nel Comune di Brescia, attivo dall'inizio del 1900 nella produzione di vari composti derivati dal cloro, fra cui i policlorobifenili (PCB) dal 1930 al 1984.

Il perimetro del Sito di Interesse Nazionale include inoltre tre discariche, che sono state utilizzate, in passato per lo smaltimento di scarti di produzione da parte della Caffaro S.p.A..

Società di Progetto
Brebemi SpA





Figura 3-4 – Perimetrazione SIN Brescia Caffaro

Il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, con il Decreto del 24 Febbraio 2003, ha definito il perimetro dell’area Caffaro quale Sito di Interesse Nazionale "da sottoporre ad interventi di caratterizzazione, di messa in sicurezza d’emergenza, bonifica, ripristino ambientale e attività monitoraggio" relativamente ai terreni, alle rogge, alle discariche e alla falda:

- per la matrice suolo una superficie pari a circa 1.700.900 m² che include oltre allo stabilimento Caffaro S.p.A., aree produttive, agricole, residenziali, pubbliche e tre aree di discarica;
- per il comparto acque sotterranee, un’area più vasta pari a circa 2.100 ha, delimitata sulla base delle evidenze analitiche già disponibili di contaminazione della falda;
- per il sistema delle rogge, un reticolo pari a circa 45 km di tracciato lineare complessivo, ubicato a Sud dell’area Caffaro S.p.A.

3.5.4 Ritrovamento di rifiuti abbandonati

Nel corso delle indagini svolte nella fase di elaborazione del Progetto Definitivo, sono stati rinvenuti dei rifiuti abbandonati da sconosciuti in aree oggetto dei lavori, si veda documentazione fotografica e planimetria allegata al Progetto Definitivo.

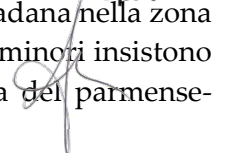
Per ciascuno dei cumuli identificati si procederà ad effettuare specifica caratterizzazione, attribuzione del codice CER e quindi si procederà allo smaltimento in discarica.


3.6 Rischio sismico e dissesto idrogeologico

3.6.1 Rischio Sismico

Le zone sismicamente più attive in Lombardia sono localizzate al margine della pianura padana nella zona di Brescia e all’estremità sud delle Giudicarie nella zona del lago di Garda. Alcuni settori minori insistono sul Lodigiano ed in prossimità di Cremona. Più a sud si segnala la fascia appenninica del parmense-reggiano interessata da una sismicità continua di media energia.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 143 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

I terremoti avvengono tutti nella crosta superiore con ipocentri tra 5 e 15 km circa di profondità.

L'attività sismica è correlabile alla presenza di faglie ancora attive anche se sepolte al disotto di una coltre di depositi alluvionali apparentemente non deformati. La struttura geologica fino a 10 km circa evidenzia numerose superfici di sovrascorrimento nell'area bresciana.

Una ricostruzione del flusso medio tettonico (energia prodotta dai terremoti che attraversa l'unità di superficie nell'unità di tempo) valutato negli ultimi 1000 anni, ha messo in evidenza come in Lombardia i valori più elevati si siano raggiunti al margine della pianura bresciana.

In generale appare evidente una graduale decrescita dell'energia rilasciata dai sismi procedendo da est verso ovest. Tale decremento non avviene in maniera costante e continua, e infatti lungo ipotetici profili est-ovest, si nota come ad aree sismicamente attive siano interposte zone a minore o a bassissima attività, che le distinguono isolandole.

Per quello che riguarda in particolare le aree più vicine al tracciato dell'opera, studi eseguiti anche nel campo macrosismico indicano ovunque una sismicità con caratteri di alta superficialità (10 km) associata a terremoti più significativi, più profondi, localizzati in corrispondenza del basamento rigido padano, che si incunea sotto le strutture sia alpine che appenniniche.

Sismologia Storica

La sismologia storica rappresenta un utile strumento di supporto alle analisi di pericolosità e di rischio sismico connesse ad un dato territorio.

Il quadro dei terremoti storici che hanno colpito l'area in esame è stato ricostruito tramite il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI) realizzato come supporto alle attività del dipartimento della Protezione Civile da un gruppo di lavoro formato da: Istituto Nazionale di Geofisica (ING), Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (GNDT) del CNR, Società di Storia geofisica e Ambiente (SGA) e Servizio Sismico Nazionale (SSN).

L'ultima versione del catalogo è la CPTI11 del Dicembre 2011 (A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11). CPTI11 è stato compilato nell'ambito delle iniziative del Tema Trasversale Coordinato (TTC) INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici".

Il catalogo copre una finestra cronologica che va dal 1005 al 2006.

In base a quanto esposto in precedenza, ai fini del presente studio si è scelto di estrarre dal catalogo i record relativi sia ai Comuni compresi nell'area di studio sia a quelli limitrofi, nei quali il verificarsi di un sisma potrebbe avere degli effetti (risentimenti) sui territori dell'opera in esame.

Elenco degli Eventi Sismici:

Tempo di origine	Area dei massimi effetti	Intensità massima (Imx)	Intensità epicentrale (Io)	MwM	DMwM Società di Progetto	TMwM
27/03/1065	Brescia	8	7	5,14	0,34	Bx
1197	Brescia	NC				
25/12/1222	Basso Bresciano	9	7-8	5,84	0,56	Bx
28/07/1276	Italia sett.	5-6	5	5,12	0,36	Bx
1471	Brescia	F				

Tempo di origine	Area dei massimi effetti	Intensità massima (Imx)	Intensità epicentrale (Io)	MwM	DMwM	TMwM
26/01/1521	Bresciano	D				
01/09/1540	Brescia	5	5	4,30	0,34	Bx
08/03/1593	Bergamo	6-7	6-7	4,93	0,34	Bx
22/08/1606	Bergamo	6-7	6-7	4,93	0,34	Bx
13/06/1642	Bergamo	6-7	6	5,04	0,72	Bx
31/03/1774	Bresciano	7	6	4,72	0,34	Bx
10/09/1781	Media valle dell'Adda	6-7	6-7	4,90	0,67	Bx
12/05/1802	Valle dell'Oglio	8	8	5,64	0,22	Bx
09/08/1839	Bagnolo Mella	5	5	4,30	0,34	Bx
20/02/1868	Monte Baldo	6-7	6-7	4,67	0,68	Bx
12/09/1884	Bassa valle del Serio	6	6	4,85	0,35	Bx
05/01/1892	Garda Occ.	7-8	6-7	5,02	0,15	Bx
24/06/1892	Palazzolo	4-5	4-5	4,09	0,34	Bx
27/11/1894	Franciacorta	6	6	5,07	0,10	Bx
13/01/1909	Bassa padana	6-7	6-7	5,53	0,09	Bx
23/01/1910	Ponte dell'Oglio		5-6	4,51	0,34	Io
23/11/1919	Bresciano	4-5	4-5	4,17	0,45	Bx
31/07/1936	Bresciano	5-6	5	4,38	0,43	Bx
15/05/1951	Lodigiano	6-7	6-7	5,41	0,15	Bx
23/11/1961	Caprino Bergamasco					
30/12/1967	Bassa Padana	6	6	5,11	0,25	Bx
11/01/1975	Trezzo sull'Adda	5-6	5-6	4,45	0,46	Bx
24/05/1987	Garda	6	6	4,74	0,29	Bx
20/11/1991	Alpi Centrali	6				
29/10/1995	Brescia Bergamo	5-6	5-6	4,52	0,09	Bx

Note:
 Imx= intensità massima; Io= intensità epicentrale; MwM= Magnitudo momento; DMwM= Errore associato alla stima di MwM; TMwM= Tipo di magnitudo momento macrosismica (Bx: determinata con il metodo Boxer (Gasperini et al., 1999); Io: determinata da Io con la relazione $Mw = 0.423 \cdot Io + 2.182$ oppure $Mw = 0.45 \cdot Io + 1.01$ per i terremoti etnei)

Tabella 3-1 – Elenco degli eventi sismici

Il terremoto del 1222, conosciuto come terremoto di Brescia e con intensità IX della scala Mercalli, è quello di entità maggiore verificatosi in epoca storica nell'area in esame. Recenti studi hanno permesso di localizzarne l'epicentro nella porzione meridionale del Garda.

A tale evento seguono per intensità: il sisma della Valle dell'Oglio del 1802 (VIII MCS) e quello di Brescia del 1065 (VII MCS).

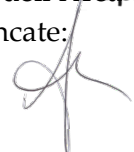
In generale si può osservare come i terremoti di media intensità (V-VI MCS) siano i più numerosi e frequenti mentre gli eventi sismici di intensità maggiore (> VII MCS) siano contraddistinti da tempi di ritorno molto lunghi.

Classificazione Sismica

In questo paragrafo viene trattato lo stato della classificazione sismica nei comuni di interesse interessati dal tracciato dell'opera ai sensi delle norme attualmente vigenti e di seguito elencate:

Società di Progetto

Brebemi SpA



- Con la D.G.R 10 Ottobre 2014, n° X/2487 è stato differito il termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R 11 luglio 2014, n° 2129. Il nuovo termine sarà il 14 Ottobre 2015;
- Con la D.G.R. 11 luglio 2014, n. X/2129, è stato pubblicato l'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia. La delibera, che avrebbe dovuto entrare in vigore il 14 Ottobre 2014, contiene la nuova classificazione sismica e la nuova cartografia. E' funzionale anche al riordino delle disposizioni regionali relative alla vigilanza delle costruzioni in zona sismica e dispone che i Comuni riclassificati aggiornino la componente sismica degli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici.

Nella Tabella che segue è riportato lo stato della classificazione sismica dei comuni compresi nell'Area Vasta e l'indicazione dell'accelerazione massima (AGMAX).

Comune	Zona sismica	AGMAX
Castegnato	3	0,146303
Cazzago S. Martino	3	0,141817
Ospitaletto	3	0,144877
Roncadelle	3	0,147299
Travagliato	3	0,145532

Tabella 3-2 - Classificazione Sismica dei Comuni Compresi nell'Area Vasta

I comuni compresi nell'Area di Studio, risultano compresi tutti in Zona 3 (Sismicità bassa).

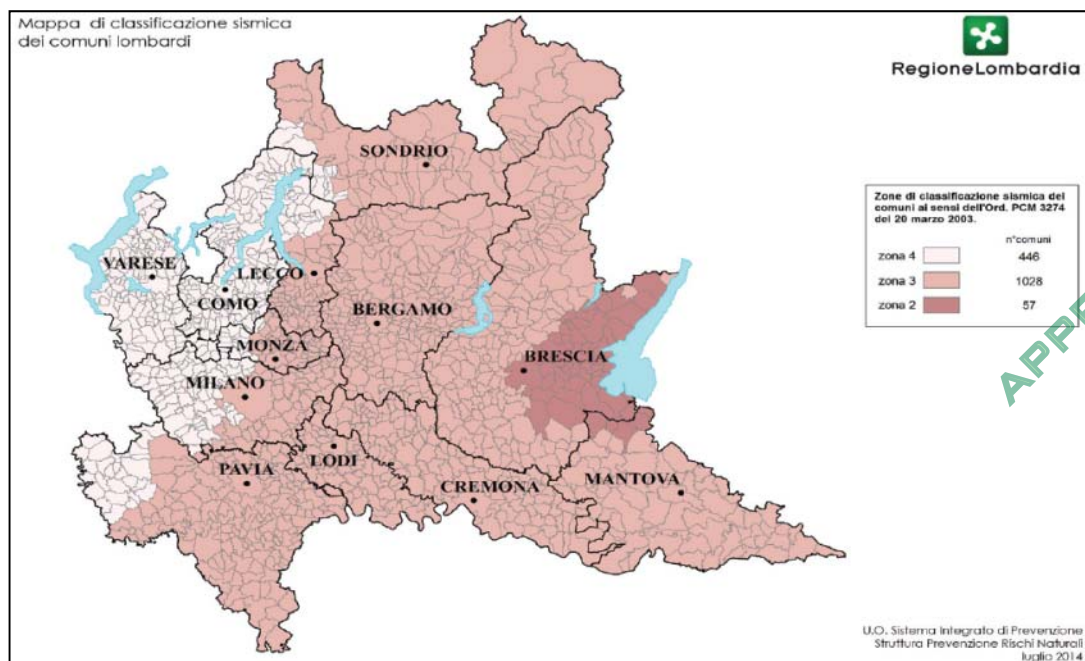



Figura 3-5 – Mappa di classificazione sismica comuni lombardi

3.6.2 Sismicità Locale

Ulteriori informazioni sulla sismicità locale si possono ricavare dalle carte di pericolosità sismica messe a punto dal servizio GNDT del CNR.

Esse nascono da una proposta di classificazione sismica del territorio nazionale basata sulla seguente metodologia (detta di Cornell):

Stato di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 146 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- individuazione nel territorio delle zone o strutture responsabili della sismicità (zone o sorgenti sismogenetiche);
- quantificazione del loro grado di attività;
- calcolo dell'effetto provocato da tali sorgenti con la distanza.

I risultati di questa metodologia sono in genere riferiti ad un certo livello di probabilità in un dato periodo di tempo e illustrano il valore dell'indicatore di pericolosità che si prevede non venga superato nel 90% dei casi in 50 anni. I risultati possono anche essere interpretati come quel valore di scuotimento che nel 10% dei casi si prevede verrà superato in 50 anni, oppure la vibrazione che mediamente si verifica ogni 475 anni (cosiddetto periodo di ritorno).

I due indicatori di pericolosità utilizzati rappresentano due aspetti diversi dello stesso fenomeno. L'accelerazione orizzontale di picco (PGA) illustra l'aspetto più propriamente fisico: si tratta di una grandezza di interesse ingegneristico che viene utilizzata nella progettazione, in quanto definisce le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica. L'intensità macrosismica rappresenta, invece, in un certo senso le conseguenze socio-economiche, descrivendo infatti il grado di danneggiamento causato dai terremoti, una carta di pericolosità in intensità macrosismica si avvicina al concetto di rischio sismico.

Per quanto riguarda l'accelerazione orizzontale di picco, calcolata su un tempo di ritorno di 475 anni, si riscontrano valori decrescenti a partire dalla pianura bresciana, spostandosi verso quella milanese.

Nel tratto di interesse (bresciano) i valori di PGA sono compresi tra 0.20-0.24 g.

Anche in funzione dell'intensità macrosismica del territorio italiano con tempo di ritorno di 475 anni, l'area di studio si colloca alla transizione tra la fascia con valori omogenei pari al VII grado MCS.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Nell'Allegato B delle NTC sono riportati i valori di a_g , F_0 , T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nel relativo intervallo.


Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono state definite le categorie di sottosuolo di riferimento per poter valutare l'effetto della risposta sismica locale, adottando l'approccio semplificato riportato al §3.2.2 delle NTC.

Le NTC raccomandano che la definizione delle categoria sismica di sottosuolo sia eseguita sulla base di misurazioni dirette della velocità di propagazione delle onde di taglio nel terreno, per questo motivo, in prossimità delle opere maggiori, sono state realizzate indagini tipo "cross-hole" sulla base delle quali è stato calcolato l'indicatore $V_{s,30}$ e quindi definita la categoria sismica di sottosuolo da adottare per l'opera.

Sono state inoltre realizzate ulteriori prove tipo cross-hole ubicate in punti significativi del tracciato stradale.

Per quanto riguarda le restanti opere di linea, sono stati calcolati gli indicatori $NSPT_{,30}$ (poiché si tratta di terreni di fondazione in prevalenza di natura incoerente) e $V_{s,30}$ sulla base dei quali è stato possibile definire la categoria sismica di sottosuolo in corrispondenza di determinate verticali lungo l'asse stradale

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 147 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

(in corrispondenza cioè dei sondaggi in cui sono state eseguite le indagini in sito necessarie alla determinazione dei due indicatori).

Basandosi su tali valori puntuali della categoria sismica di sottosuolo e sui profili geotecnici di progetto, si è proceduto ad un'estensione dei risultati di modo da definire la categoria sismica di sottosuolo per tratte omogenee.

In tale processo si sono in generale pesati maggiormente i risultati ottenuti dall'indicatore $V_{s,30}$, più affidabile rispetto all'indicatore NSPT₃₀ in quanto calcolato a partire dai risultati delle prove in sito tipo "cross-hole" e quindi da una misura diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche di taglio nel suolo.

3.6.3 Dissesto Idrogeologico

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi della L. 183/1989, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", approvato con D.P.C.M. del 24/05/2001 rappresenta il principale strumento di pianificazione, programmazione ed azione riguardante gli aspetti idrografici, idrogeologici e di dissesto idraulico inerenti il bacino del fiume Po e costituisce di fatto il riferimento fondamentale in materia di studio e di prevenzione del rischio idrogeologico a cui si devono uniformare gli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica locali (PTCP e PRG).

Obiettivo prioritario del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il Piano rappresenta lo strumento che conclude e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico, coordinando le determinazioni precedentemente assunte con il Piano Stralcio di Ripristino dell'Assetto Idraulico (PS 45), il Piano Stralcio per le Fasce Fluviali (PSFF) ed il Piano Straordinario per le Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (PS 267), in taluni casi precisandoli e adeguandoli alle finalità del piano di bacino.

L'analisi del dissesto idrogeologico che interessa l'Area di Studio è stata quindi condotta attraverso i seguenti elaborati che compongono il PAI:

- Relazione Generale (PAI);
- Atlante dei Rischi Idraulici e Idrogeologici e Piano Stralcio Rischio Idrogeologico (PS267).


Il PAI consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari (PS 45, PSFF, PS 267), apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere interrelato e integrato proprio del piano di bacino.

Rispetto ai Piani precedentemente adottati il PAI contiene per l'intero bacino:

- il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo sui versanti e sui corsi d'acqua, rispetto a quelli già individuati nel PS45;
- l'individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo;
- la definizione degli interventi a carattere non strutturale, costituiti dagli indirizzi e dalle limitazioni d'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico e quindi:
 - o il completamento, rispetto al PSFF, della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino;

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 148 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- o l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella parte del territorio collinare e montano non considerata nel PS267.

Il quadro completo degli elaborati del PAI è il seguente:

1. Relazione generale – Relazione di sintesi
 - Allegato 1: Analisi dei principali punti critici
 - Allegato 2: Programma finanziario
 - Allegato 3: Relazione sulle modifiche ed integrazioni apportate
2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo (Relazione) e allegati
3. Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico
4. Caratteri paesistici e beni naturalistici, storico – culturali e ambientali
5. Quaderno delle opere tipo
6. Cartografia di Piano
7. Norme di attuazione e allegati
8. Tavole di delimitazione delle fasce fluviali
9. Relazione generale al secondo Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

La parte normativa regola le condizioni di uso del suolo secondo criteri di compatibilità con le condizioni a rischio e detta disposizioni per la programmazione di attuazione del Piano stesso.

L'insieme di interventi definiti riguardano:

- la messa in sicurezza dei centri abitati e delle infrastrutture, la salvaguardia delle aree naturali di esondazione dei corsi d'acqua;
- la limitazione degli interventi artificiali di contenimento delle piene;
- gli interventi di laminazione controllata;
- gli interventi diffusi di sistemazione dei versanti;
- la manutenzione delle opere di difesa e degli alvei e del territorio montano;
- la riduzione delle interferenze antropiche con la dinamica evolutiva degli alvei e dei sistemi fluviali.

3.6.3.1 Quadro Sintetico distribuzione processi dissesto bacini e corsi d'acqua

In questo paragrafo si riportano le informazioni dei processi di dissesto che hanno interessato o interessano i bacini dei corsi d'acqua dell'area in esame, contenute nell'"Atlante di Rischi Idraulici ed Idrogeologici" del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Po relative a:

- eventi idrologici critici, fenomeni franosi e torrentizi;
- distribuzione dei principali processi di dissesto censiti.

In merito al primo punto, nell'Atlante è contenuta una ricostruzione cronologica degli eventi idrologici critici che hanno colpito il bacino del fiume Po, compiuta tramite una ricerca storica presso il C.N.R. - I.R.P.I. di Torino. I risultati sono presentati sotto forma di schede sintetiche contenenti le informazioni più significative relative ai diversi sottobacini. Ogni scheda contiene le seguenti informazioni:

- eventi idrologici critici che hanno interessato l'intero sottobacino: classificazione in tre livelli (1°, 2°, 3°) degli eventi più gravi per distribuzione di fenomeni franosi concomitanti all'evento, per diffusione di processi torrentizi impulsivi e per estensione delle aree alluvionate od allagate sul fondovalle principale, sulle sponde lacuali o nei tratti di pianura. Indicazione dei danni a centri

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDR

abitati, infrastrutture ed eventuali vittime (intervallo di tempo considerato mediamente non inferiore a 100 anni, in ogni scheda è segnalato l'effettivo periodo indagato);

- eventi locali: analisi della ricorrenza con cui si sono manifestati, in un singolo luogo o contemporaneamente in più luoghi, fenomeni franosi e/o processi torrentizi nell'ambito di ciascun ambito idrografico montano (o area elementare). (Intervallo di tempo considerato, tra 100 e 50 anni circa, variabile in funzione della continuità dei dati disponibili);
- casi distruttivi: segnalazione degli effetti più gravi prodotti dagli eventi critici o da singoli fenomeni franosi o torrentizi; notizie circa episodi di sbarramento d'alveo per frana o per accumuli torrentizi e di avvallamento di sponda lacustre. Concomitanza dei casi distruttivi con gli eventi critici.

Bacino del Mella

Livello di criticità	Data	Conseguenze
1°	ago 1850 set. 1882	Bacino montano: numerose frane, alluvionamenti torrentizi e processi erosivi con gravi danni alla viabilità ed a centri abitati (decine di case distrutte con vittime nel 1850, alcuni edifici distrutti ed 1 vittima nel 1882). La piena ha investito anche l'abitato di Brescia con gravi danni. Pianura: allagamento ed alluvionamento delle campagne fino alla confluenza in Oglio.
2°	nov. 1968 giu. 1990	Bacino montano: diffuse frane, alluvionamenti torrentizi ed allagamenti anche in centri abitati con distruzione di case e fabbricati industriali, 2 vittime nel 1968. Pianura: locali allagamenti con danni entro centro abitati ed a fabbricati rurali.
3°	nov. 1966 ott. 1976	Bacino montano: locali alluvionamenti con danni alla viabilità. Pianura: tracimazioni ed alcune rotte in destra e sinistra con allagamenti delle campagne e talora di centri abitati.

Tabella 3-3 - Eventi Idrologici Critici Relativi al Periodo 1850 – 1990

Con sensibile ripetitività il bacino del T. Mella risulta colpito da eventi localizzati che, su limitate aree, innescano di volta in volta un discreto numero di frane per lo più superficiali, processi torrentizi talora violenti o ancora alluvionamenti concentrati sul fondovalle principale. In tali circostanze sono talvolta gravemente colpiti alcuni centri abitati.

Situazioni di questo tipo sono avvenute nell'ott. 1896, mag. 1940, apr. 1950, ott. 1953 (distrutte abitazioni nel comune di Nave), mag. 1981

Ricorrenti risultano inoltre gli allagamenti di alcuni quartieri di Brescia per esondazioni del T. Mella e del T. Garza, a partire dal 1876.

Frane ed alluvionamenti torrentizi, manifestatisi in un singolo luogo o contemporaneamente in più luoghi, nel periodo 1940-1990 sono avvenuti mediamente ogni 5 anni. In tale periodo sono da segnalare 3 casi con distruzione di edifici, in 2 dei quali si sono registrate vittime.

Sul Mella fino a Concesio le diffuse erosioni di fondo e di sponda determinano l'innescò di movimenti franosi sulle sponde, che alimentano il trasporto solido.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Bacino dell'Oglio Sublacuale

Livello di criticità	Data	Conseguenze

Livello di criticità	Data	Conseguenze
1°	ott. 1872 ott. 1889 ott. 1976	Rotte e tracimazioni con estesi allagamenti (15.000 ha nel 1872, 25.000 ha nel 1889) e gravi danni.
2°	ott. 1868 mag. 1905 mag. 1926	Rotte e tracimazioni con allagamenti; interruzione della viabilità, danni all'agricoltura.
3°	set. 1882 set. 1960	Rotte o tracimazioni con locali allagamenti e danni all'agricoltura.

 Tabella 3-4 - *Eventi Idrologici Critici Relativi al Periodo 1868 – 1993*

I fenomeni più diffusi del tratto sublacuale dell'Oglio consistono in rotte e tracimazioni con estesi allagamenti e gravi danni.

Lungo tutto il bacino sono state individuate nel complesso 103 conoidi attive o potenzialmente attive. I fenomeni torrentizi più frequenti sono quelli di erosione di sponda. Sono presenti anche dissesti dovuti all'erosione diffusa in rivoli e solchi.

Risultano individuate nel complesso 39 situazioni di dissesto per frane. I fenomeni franosi maggiormente rappresentati sono le frane per colata in roccia (circa il 30% dei casi), seguono le frane per crollo in roccia e quelle con meccanismo evolutivo complesso; sono presenti anche frane in terreni sciolti e deformazioni gravitative profonde; buona parte delle frane segnalate nel bacino non sono classificate.

3.6.3.2 Valutazione del Rischio Idraulico e Idrogeologico a Livello Comunale

Di seguito si riportano i risultati della classificazione del rischio idraulico e idrogeologico contenuta nell'"Atlante dei Rischi Idraulici e Idrogeologici" per i comuni compresi nell'Area di Studio.

In via qualitativa il significato fisico delle classi di rischio individuate dal PAI è riconducibile alle seguenti definizioni, che esprimono le conseguenze attese a seguito del manifestarsi dei dissesti:

- moderato R1 per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
- medio R2 per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- elevato R3 per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- molto elevato R4 per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione.

La Tabella mostra l'elenco per classi di rischio dei comuni interessati dall'opera oggetto del presente studio. La colonna denominata «Rischio totale» indica il grado di rischio espresso secondo i quattro valori numerici a gravosità crescente (da 1 a 4) descritti. A lato, le principali tipologie di dissesto che caratterizzano il rischio vengono identificate (a mezzo del carattere "X") con riferimento al danno socio-economico e infrastrutturale associato.

Comune	Rischio totale	Principali tipologie di dissesto componenti il rischio					
		Conoide	Esondazione	Fluvio torrenti zie	Frana	Valanga	Non specif.
Castegnato	2		X				
Cazzago S. Martino	1		X				
Ospitaletto	2		X				
Roncadelle	4		X				
Travagliato	2		X				

Tabella 3-5 - Elenco dei Comuni per Classi di Rischio

I dati sopra esposti indicano che la totalità dei comuni dell'Area Vasta interessati dall'opera è a rischio di esondazione.

3.6.3.3 Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (R4)


Il PAI ha risposto alle determinazioni della Legge 3 agosto 1998, n. 267, in merito all'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, mediante la verifica delle situazioni in dissesto (Atlante dei Rischi Idraulici e Idrogeologici).

Il PS 267 rappresenta uno strumento di intervento urgente, "straordinario", che si attua in parallelo alla conduzione della fase di osservazioni sul progetto di PAI. Esso si esplicita in azioni a carattere preventivo e temporaneo sulle aree a rischio idrogeologico molto elevato, R4, (perimetrazione e adozione delle misure di salvaguardia) e in interventi a carattere definitivo, strutturali e non, di mitigazione del rischio sulle situazioni a rischio più alto. I contenuti del PS 267 sono pertanto strettamente coordinati con quelli relativi al PAI, in rapporto al quadro conoscitivo di riferimento relativo alle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico nel bacino, al criterio di quantificazione del rischio, alle misure di salvaguardia e la selezione delle aree a rischio più alto.

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della conoscenza, acquisita dall'Autorità di bacino al momento dell'adozione del piano, mediante l'istruttoria compiuta e le risultanze acquisite attraverso le indicazioni delle Regioni, degli Enti locali e del Magistrato per il Po, dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Esse tengono conto sia delle condizioni di rischio attuale sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato individuate sono perimetrate secondo i seguenti criteri:

- Zona 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;
- Zona 2: area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti;
- Zona B-Pr in corrispondenza della fascia B di progetto dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel Piano stralcio delle Fasce Fluviali e nel PAI, aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni;
- Zona I: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 152 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

In particolare le Zone 1 e 2 vengono individuate per fenomeni di instabilità in ambiente collinare e montano, mentre le zone B-Pr e I vengono individuate per i fenomeni di inondazione che interessano i territori di fondovalle e di pianura.

3.7 Pedologia

Scopo dello studio della componente pedologia è la caratterizzazione dei suoli interessati dall'opera in oggetto per la valutazione degli impatti specifici che quest'opera comporta sui suoli.

La Regione Lombardia ha intrapreso nel 2001 la realizzazione di uno strumento di analisi e monitoraggio dell'uso del suolo, attraverso la realizzazione di una banca dati omogenea su tutto il territorio regionale. Tale banca dati, che fotografa la "Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e forestali" è comunemente designata mediante il suo acronimo DUSAF, e viene aggiornata nel tempo grazie a un progetto promosso e finanziato dalle Direzioni Generali Territorio e Urbanistica, Sistemi Verdi e Paesaggio e Agricoltura di Regione Lombardia, realizzato da ERSAF in collaborazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia (ARPA).

La prima versione della banca dati, ottenuta dall'interpretazione di foto aeree eseguite negli anni 1998-1999 (Dusaf 1.0 riclassificata in Dusaf 1.1), è stata successivamente aggiornata utilizzando foto aeree degli anni 2005, 2006 e 2007 (Dusaf 2.0) integrate con informazioni tematiche prodotte dagli enti partecipanti alla IIT della Lombardia. Con l'edizione attuale (Dusaf 4) l'intero territorio regionale è stato aggiornato al 2012.

La banca dati dell'uso del suolo in Lombardia è costruita secondo le specifiche definite dal gruppo di lavoro Uso Suolo del Centro Interregionale (CISIS) e soddisfa i seguenti requisiti:

- integra una componente areale (uso/copertura suolo) ed una lineare (siepi e filari);
- adotta una legenda conforme alla classificazione Corine Land Cover 3° livello;
- utilizza anche dati ausiliarie per una maggiore accuratezza e per la definizione delle classi di legenda 4° e 5° livello;
- segue un criterio di invarianza della struttura geometrica, laddove non si evidenziano variazioni d'uso, nelle fasi di aggiornamento degli strati informativi DUSAF.

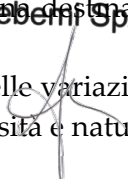
I suoli lombardi sono rappresentati e descritti negli strati informativi realizzati alle scale 1:50.000 e 1:250.000, con un differente contenuto informativo (grado di dettaglio) e una rappresentazione cartografica estesa a differenti porzioni del territorio lombardo. Entrambi sono sorretti da una banca dati pedologica che ne categorizza e descrive gli elementi costitutivi col dettaglio adeguato alla scala di rappresentazione. L'aggiornamento degli strati viene effettuato a cadenza non regolare, quando l'acquisizione di nuovi dati o mutamenti nei criteri interpretativi lo rendono necessario.


Le interpretazioni pedologiche, alla base degli studi Ersaf, consistono in valutazioni della funzionalità dei suoli cioè il comportamento e le risposte attese dagli stessi in relazione alle forme di utilizzazione a cui sono sottoposti. Tali funzionalità si sintetizzano in:

- funzione produttiva, correlata con la possibilità dei suoli di sostenere e favorire la produzione di alimenti, foraggio e biomassa vegetale in genere (presuppone che il suolo abbia una destinazione agricola o naturale e quindi non sia edificato);
- funzione protettiva, sia della qualità dell'ambiente, correlata con le conseguenze delle variazioni di uso del suolo sulla qualità del sistema suolo-aria-acqua, che di tutela della biodiversità e naturalità,

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Bresbeni SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 153 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

correlata con il ruolo che i suoli hanno nel formare gli habitat naturali, nel proteggere la biodiversità;

- funzione di regolazione climatica, riferita in primo luogo alla funzione di sink carbonico assicurato dalla sostanza organica di suoli e vegetazioni;
- funzione di pubblica utilità, correlata con i benefici o gli effetti negativi che la variazione d'uso comporta per la vita della comunità (in termini di erogazione di servizi).

Data la vocazione prettamente agricola di gran parte del territorio interessato dal progetto, l'analisi della componente pedologia ha considerato in particolar modo le superfici non interessate dall'urbanizzazione.

3.7.1 Caratterizzazione e Distribuzione Areale dei Suoli

La distribuzione dei suoli è stata desunta dagli estratti della Carta Pedologica della Lombardia elaborata dall'ERSAF.

Il paesaggio costituisce il modo, personale e soggettivo, in cui ognuno di noi percepisce l'ambiente che lo circonda, in funzione della propria sensibilità e formazione. Tra le sue molteplici componenti, assume grande rilievo la struttura fisica del territorio, di cui il suolo costituisce un elemento significativo. Il suolo e il paesaggio in cui si trova formano un'entità inscindibile e tale deve essere considerata.

Il paesaggio fisico come noi lo percepiamo è la risultante dell'interazione degli stessi fattori che determinano le caratteristiche e le proprietà dei suoli: clima, topografia, geologia, organismi viventi. Pertanto la sua analisi non può prescindere dal considerare i suoli che ne sono parte.

Si parla così di "pedopaesaggio", cioè di una chiave di lettura che permette di capire, collocare e classificare i suoli in relazione all'ambiente nel quale si trovano e si sono evoluti.

La provincia di Brescia è costituita da cinque grandi pedopaesaggi, che di seguito descriviamo, articolati in altri più specifici in dipendenza della variabilità ambientale:

- 1) pedopaesaggio dei rilievi montuosi (P);
- 2) pedopaesaggio degli anfiteatri morenici (M) e dei terrazzi subpianeggianti rilevati sulla pianura (R);
- 3) pedopaesaggio del livello fondamentale della pianura (L);
- 4) pedopaesaggio delle valli fluviali dei corsi d'acqua olocenici (V).

I terreni dell'Area di Studio rientrano all'interno del pedopaesaggio del Livello fondamentale della Pianura (L) e in particolare nell'alta pianura ghiaiosa.

Società di Progetto
Brebemi SpA



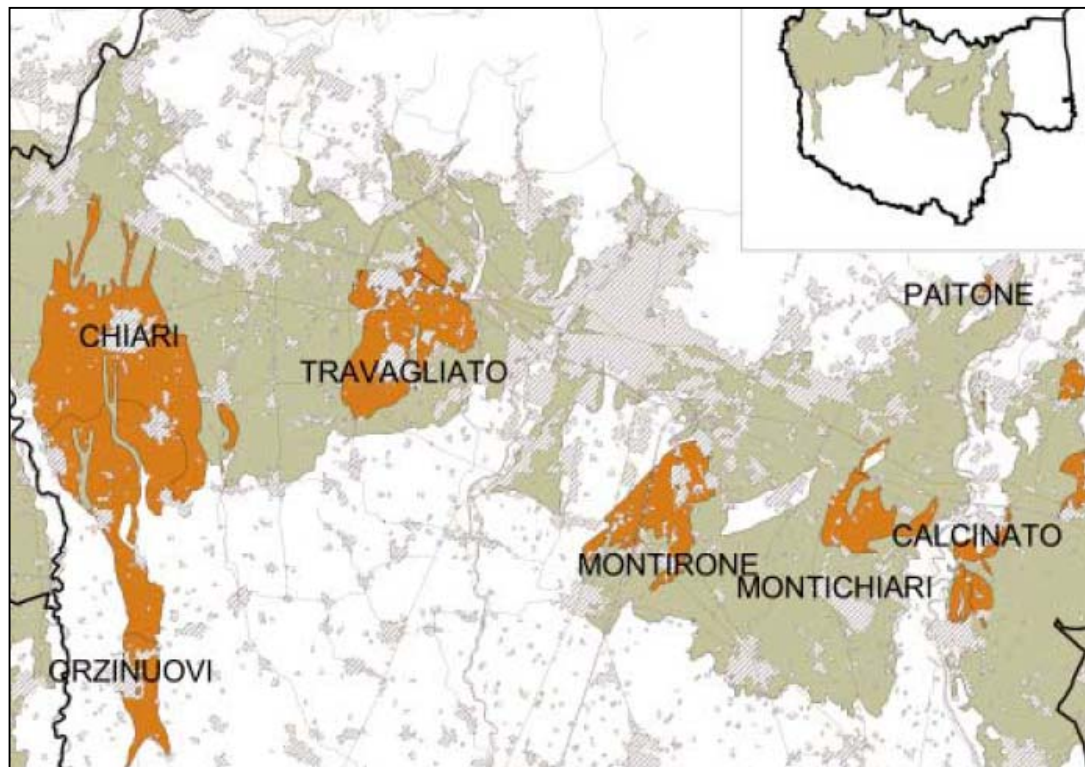



Figura 3-6 – Pedopaesaggio livello fondamentale della Pianura – Alta pianura ghiaiosa (ERSAF)

Di seguito è riportata la descrizione dei suoli interessati dal tracciato in base alla classificazione pedopaesaggistica ERSAF.

Suoli Bruciati franchi, scarsamente ghiaiosi (BTU1) - *Typic Hapludalfs fine loamy over sandy or sandy-skeletal, mixed, active, mesic*

Ambiente e genesi

I suoli Bruciati franchi, scarsamente ghiaiosi sono situati su superfici dell'alta pianura ghiaiosa a morfologia subpianeggiante, caratterizzate da una pietrosità superficiale comune, di medie e piccole dimensioni, e con evidenze di paleoidrografia. La pendenza è nulla (0,1%).


Si sono formati su depositi fluvio-glaciali grossolani calcarei, costituiti da ghiaie con sabbia.

Essi sono presenti sia con diffusione omogenea entro l'unità cartografica, che in complesso, associati a suoli moderatamente profondi, con scheletro frequente, a drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata (APO1); sono suoli utilizzati prevalentemente a seminativi avvicendati.

Caratteri del suolo

I suoli BTU1 mostrano, a partire dalla superficie, i seguenti caratteri:

- Topsoil (orizzonte Ap) spesso 30 cm, di colore bruno giallastro scuro, tessitura media e scheletro molto piccolo e scarso, reazione subacida, CSC media e TSB alto.
- Subsoil (orizzonte Bt) con spessore totale di circa 50 cm, di colore da bruno a bruno rossastro, tessitura da media a moderatamente fine, scheletro piccolo da scarso a comune, molte pellicole di argilla e, nella parte superiore, comuni pellicole di Fe-Mn, reazione neutra, CSC da bassa a media, TSB alto.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 155 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- Substrato (orizzonti BC, C e Ck) a partire da circa 80 cm, tessitura da media a grossolana, scheletro piccolo da comune a frequente, calcarei nella parte superiore e fortemente calcarei in quella inferiore con reazione da neutra ad alcalina, CSC bassa, TSB alto.

Caratteri funzionali

I suoli BTU1 sono moderatamente profondi (profondità utile di 95 cm), limitati da un orizzonte sabbioso ricco di scheletro; hanno drenaggio buono, permeabilità moderata, capacità di ritenzione idrica alta e un moderato rischio di incrostamento superficiale.

Proprietà applicative: i suoli BTU1 sono adatti all'uso agricolo con moderate limitazioni legate alla profondità utile, che impone l'adozione di opportune pratiche conservative e una scelta oculata delle colture da praticare (sottoclasse LCC: IIs); essi sono adatti all'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici, con lievi limitazioni dovute alla tessitura tendenzialmente fine dell'orizzonte superficiale, e sono adatti a quella dei fanghi di depurazione, con moderate limitazioni a causa della bassa CSC.

Hanno inoltre una capacità protettiva moderata, a causa della permeabilità, nei confronti delle acque sotterranee ed una capacità protettiva elevata nei confronti di quelle superficiali.

Questi suoli non presentano, infine, peculiarità ambientali di rilievo.

Indicazioni gestionali

I suoli BTU1 non presentano limitazioni severe ed importanti e sono adatti all'utilizzo agricolo; nella loro gestione si deve considerare il moderato rischio di degrado fisico per la possibilità di incrostamento superficiale che, dopo eventi piovosi di una certa importanza può comportare la "sigillatura" e il collasso degli aggregati strutturali, e impone qualche restrizione alla percorribilità in campo.

Occorre considerare inoltre la lieve vulnerabilità che essi manifestano nei confronti dell'inquinamento delle acque sotterranee che impone una specifica attenzione nelle pratiche di concimazione e di utilizzo dei fitofarmaci, nel rispetto dell'ambiente.

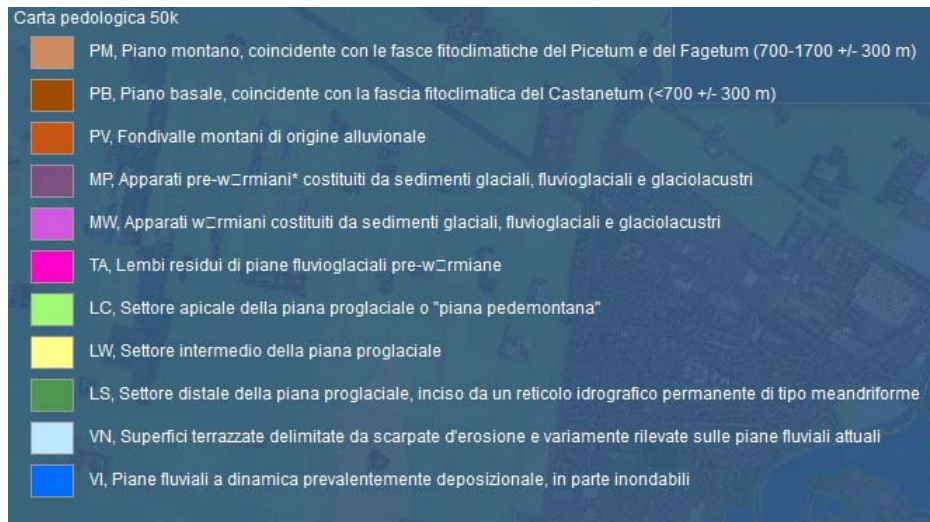
Nella figura che segue si riporta l'estratto della carta pedologica, a scala 1:50.000, redatta da ERSAF (Figura 3-7 e Allegato 02).

Società di Progetto
Brebemi SpA






Figura 3-7 – Carta pedologica (ERSAF) (in rosso l'area di interesse)



APPROVATO SDR

3.7.2 Capacità d'uso dei Suoli

La capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification, abbreviata in "LCC") è una classificazione finalizzata a valutarne le potenzialità produttive per utilizzazioni di tipo agro-silvopastorale, sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della risorsa suolo.

La cartografia relativa a questa valutazione è un documento indispensabile alla pianificazione del territorio in quanto consente di operare le scelte più conformi alle caratteristiche dei suoli e dell'ambiente in cui sono inseriti.

I suoli vengono classificati essenzialmente allo scopo di metterne in evidenza i rischi di degradazione derivanti da usi inappropriati. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli

Società di Progetto
Brebemi SpA

[Handwritten signature]

agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi.

Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità con limitazioni d'uso crescenti (Figura 3-8 e Allegato 3).

Le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe, l'ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

Suoli adatti all'agricoltura

1	Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture.
2	Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative.
3	Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.
4	Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

Suoli adatti al pascolo ed alla forestazione

5	Suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale.
6	Suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale.
7	Suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale.

Suoli inadatti ad utilizzazioni agro-silvo-pastorali

8	Suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia.
---	--

Figura 3-8 – Ripartizione della capacità dei suoli (ERSAF)

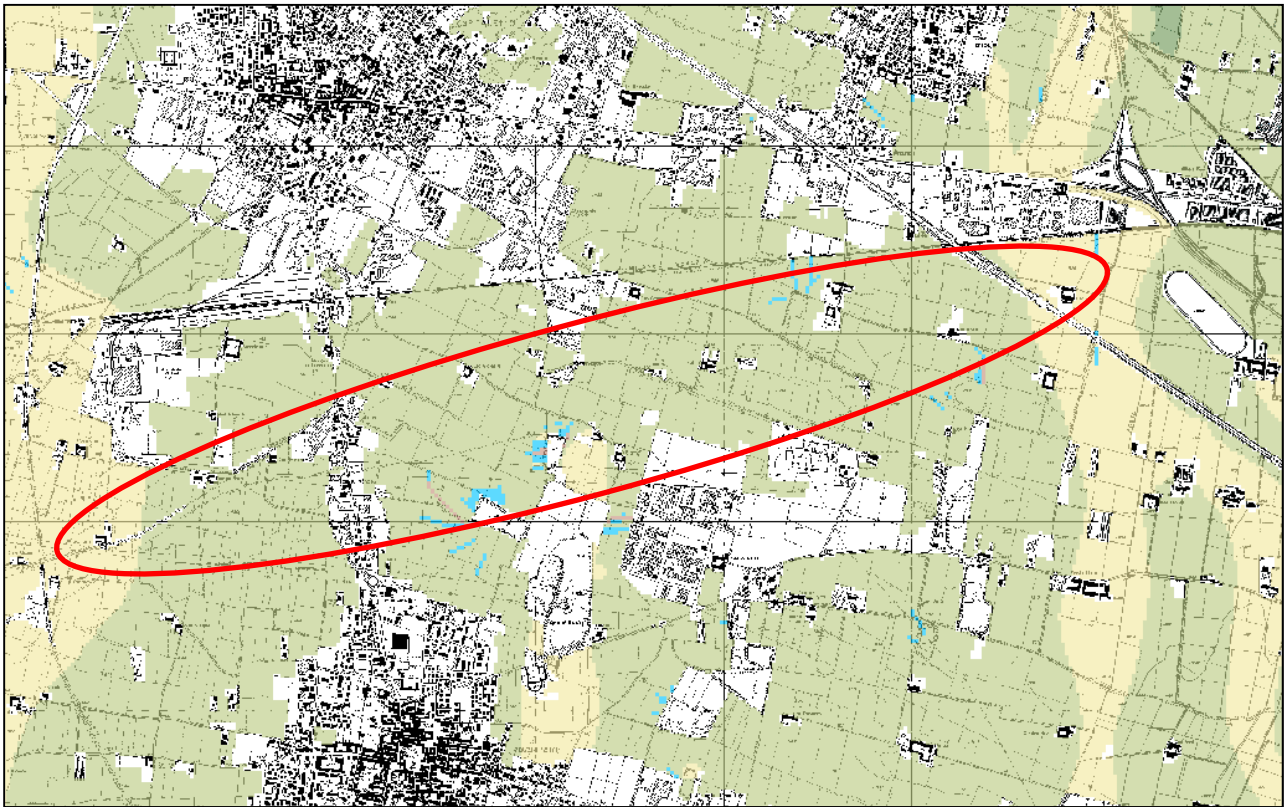
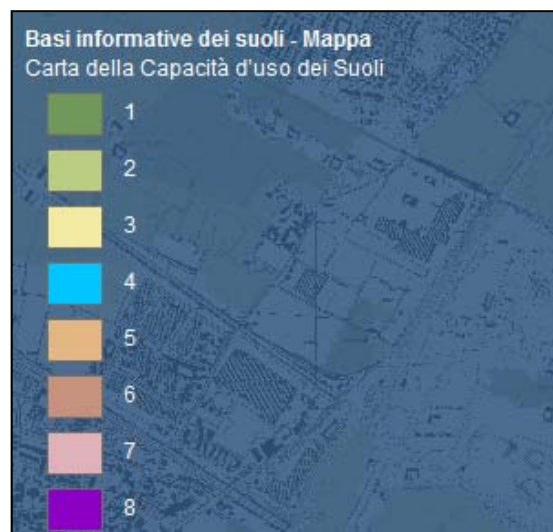


Figura 3-9 – Carta della capacità d’uso dei suoli (ERSAF) (in rosso l’area di interesse)



APPROVATO SDP


I suoli dell’area di studio ricadono principalmente all’interno della classe 2. Marginalmente sono presenti suoli in classe 3 agli estremi Est e Ovest e in classe 4 nella parte centrale dell’area.

3.7.3 Valore Naturalistico dei Suoli

Nel presente paragrafo si definisce il valore naturalistico dei suoli compresi nella fascia di 1 km simmetrica rispetto al tracciato indagata nel presente studio.

Questa attribuzione propone una classificazione dei suoli in funzione della presenza di caratteri riconducibili alla pedogenesi, i quali determinano l’appartenenza a determinate classi tassonomiche del sistema classificativo americano Soil Taxonomy.

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 159 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

La collocazione dei suoli entro tali, specifici, gruppi tassonomici rivela che essi si sono formati, durante periodi di tempo molto lunghi, per l'azione di processi pedogenetici non più attivi e pertanto si trovano in disequilibrio sotto le attuali condizioni ambientali. In quanto testimoni di passate epoche la loro perdita sarebbe irreversibile e comporterebbe una perdita della qualità del paesaggio. Altri caratteri del suolo, non direttamente collegati al passato, rivelano tuttavia ambienti significativi per la biodiversità e lo stoccaggio del carbonio organico nel suolo.

Le presenza o meno di questi peculiari caratteri pedogenetici comporta l'attribuzione dei suoli ad una delle seguenti classi di valore naturalistico, segnalando così il livello di attenzione opportuno.

Tali considerazioni, sintetizzate nello schema proposto dall'ERSAF per l'attribuzione del valore naturalistico dei suoli riportato nella Figura 3-10 e Allegato 4, costituisce un riferimento utile per caratterizzare in modo più completo i beni ambientali, integrando conoscenze pedologiche con conoscenze, ad esempio, geomorfologiche, naturalistiche, floristiche, paesaggistiche e geografiche.

Nello specifico, lo schema definito dall'ERSAF seleziona alcune categorie tassonomiche meritevoli di tutela (grandi gruppi, sottogruppi, ordini e sottordini) attribuendo un valore alto, moderato o basso.

CLASSI VALORE NATURALISTICO	GRUPPI DI SUOLI E LORO CARATTERI
ALTO	Suoli appartenenti ai grandi gruppi Frag- o Plinth- o ai sottogruppi Fragic o Plinthic degli Alfisols e Ultisols
	Suoli con orizzonte a fragipan , con plinthite o pseudo plinthite , con orizzonte glossico
	Histosols e suoli appartenenti ai grandi gruppi Hist-
	Suoli appartenenti a un sottogruppo " Pachic humic " (ex Pachic o Cumulic Haplumbrepts) Spodosols
MODERATO	Suoli appartenenti ai grandi gruppi Pale- o Rhod- degli Alfisols e Ultisols
	Suoli appartenenti ai sottordini Aqu-
	Suoli appartenenti al sottogruppo Argic degli Psamments
	Suoli con orizzonte argillico appartenenti a uno dei sottogruppi: psammentic, arenic, grossarenic
	Suoli appartenenti al sottogruppo petrocalcic dei GG Calcicustepts, Calcixerepts, Calcicusterts, Calcixererts, Haplusterts Suoli con orizzonte umbrico (SG " humic " -ex Umbrepts) e Humults
BASSO	Vertisols Altri suoli

Figura 3-10 - Schema per la determinazione del valore naturalistico dei suoli (ERSAF)

Società di Progetto
Brebemi SpA



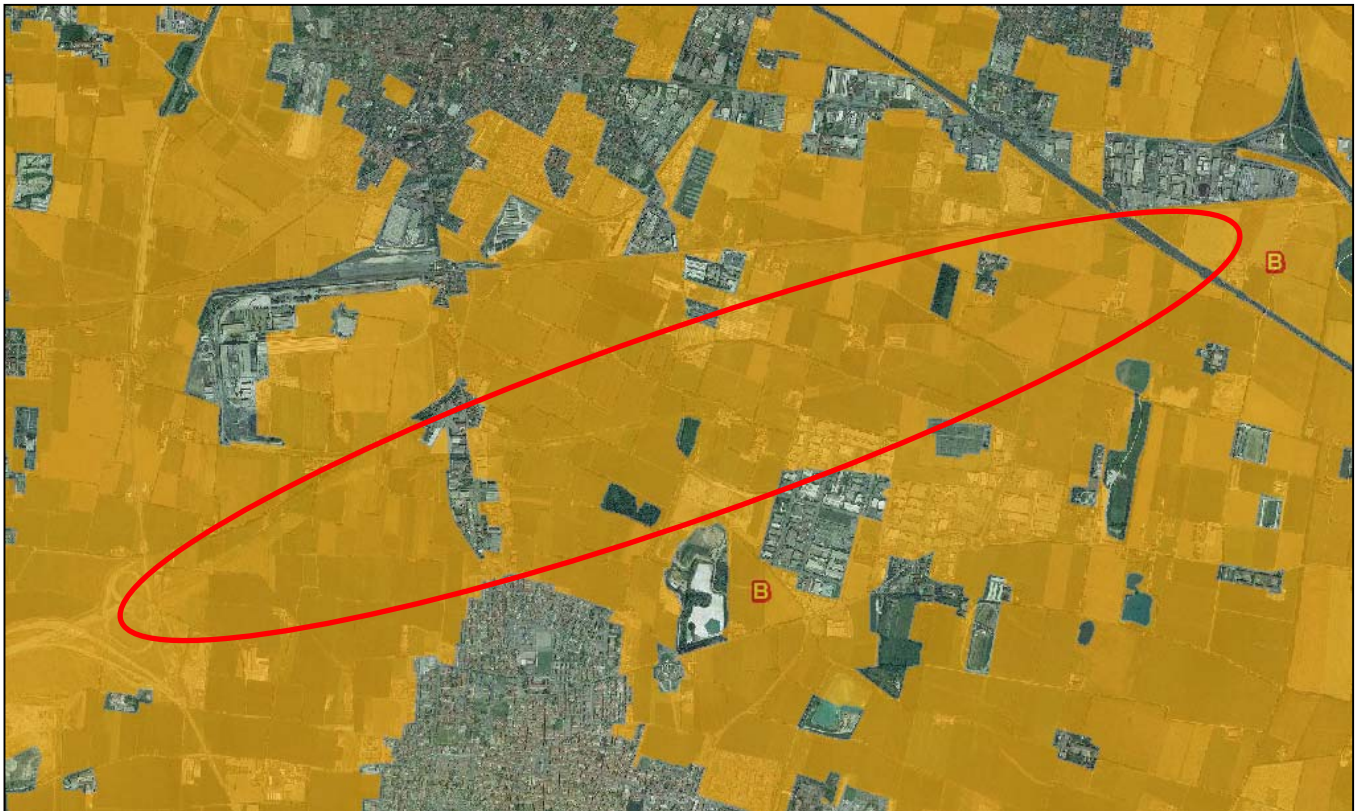


Figura 3-11 - Carta del valore naturalistico dei suoli (ERSAF) (in rosso l'area di interesse)



APPROVATO SDP

Nell'area di interesse, i suoli ricadono interamente nella classe di valore naturalistico basso (B).


3.8 Uso del suolo

L'analisi dell'uso del suolo svolta nel presente Studio di Impatto Ambientale è basata su:

- analisi ed interpretazione della cartografia esistente;
- analisi ed interpretazione di fotografie aeree;
- analisi ed interpretazione di foto realizzate nel corso di sopralluoghi;
- osservazioni di campo svolte nel corso di sopralluoghi.

Tali attività hanno prodotto la carta presentata in Allegato 05.

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 161 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

L'Area di Studio si riferisce ad una fascia parallela al tratto stradale di 1 km per lato, in cui si identificano fondamentalmente le seguenti unità tipologiche:

- aree agricole, comprensive dei terreni incolti (ca. 60,00 % dell'uso totale);
- aree antropizzate e relative infrastrutture, comprensive degli ambiti degradati e delle aree estrattive attive o dismesse (ca. 35,00 % dell'uso totale);
- aree naturali o naturaliformi, comprensive dei corsi d'acqua (ca. 5,00% del totale).

Il tracciato dell'opera interessa il settore occidentale della provincia di Brescia caratterizzato da suoli appartenenti alla fascia di alta pianura, dove l'utilizzo più diffuso del suolo è legato alla produzione di cereali autunno vernini e di colture industriali e foraggere in avvicendamento.

Nei tratti di Area Vasta si evidenzia una tendenza evolutiva del territorio verso una matrice prevalentemente urbana. In questi casi la crescita del tessuto urbano è avvenuta lungo le principali vie di collegamento ed è consistita nell'espansione di aree industriali. Su tutto il territorio in esame sono presenti anche numerosi edifici rurali a cui si associano altrettante strade di collegamento interpodereale a servizio dei campi coltivati.

3.9 Stima e valutazione impatti su suolo e sottosuolo

I terreni interessati dall'opera in oggetto si collocano nell'ambito dell'alta pianura lombarda. La natura prevalente dei terreni è ghiaioso-sabbiosa, a cui si associano generalmente permeabilità elevate e buone caratteristiche di drenaggio.

Si ritiene quindi corretto stimare che gli impatti sulla componente suolo e sottosuolo si possano riflettere anche sulle acque superficiali e sotterranee.

In particolare, sono da prevedere gli stessi percorsi di esposizione per le acque allorquando si verificano fenomeni di contaminazione che alterino lo stato qualitativo dei terreni.

In base a tale premessa si è quindi scelto di trattare, nell'ambito di questo capitolo, principalmente gli impatti relativi alle fasi di costruzione e di esercizio dell'opera sugli aspetti pedologia e uso del suolo della componente in oggetto.

3.9.1 Analisi degli impatti sulla Geologia più superficiale

3.9.1.1 Fase di cantiere

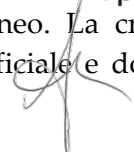
Gli impatti previsti sono correlati a potenziali inquinamenti dei terreni più superficiali insaturi dovuti alle attività svolte in cantiere e ai movimenti terra.


Le attività di cantiere che possono determinare tali impatti sono rappresentate dallo scarico incontrollato delle acque reflue e delle acque di dilavamento meteorico, e dalla dispersione accidentale di prodotti chimici, materiali o combustibili.

La criticità maggiore è legata ad una possibile percolazione degli inquinanti attraverso il suolo insaturo fino a costituire un potenziale pericolo anche per il sistema idrico sotterraneo. La criticità aumenta notevolmente laddove i cantieri insistono su aree in cui la falda è più superficiale e dove la vulnerabilità degli acquiferi è elevata.

Società di Progetto

Brebeim SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 162 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Inoltre, tutte le aree interessate dall'installazione dei cantieri, alla loro chiusura, saranno ripristinate per riportare le stesse allo stato preesistente.

Si ritiene che l'attuazione di tali misure concorra a ridurre sensibilmente l'eventualità di una contaminazione di suolo e sottosuolo in fase di cantiere.

L'impatto è pertanto stimato come trascurabile.

Sebbene l'esame dello stato attuale della componente suolo e sottosuolo (paragrafo 3.5) abbia permesso di escludere la presenza di siti contaminati/da bonificare all'interno dell'area di studio, al fine di scongiurare la potenziale veicolazione di sostanze contaminanti o il riutilizzo di terreno inquinato, durante i lavori di movimentazione terra per la realizzazione di opere in trincea o di tratti in rilevato, si ritiene che debba essere accertata sui volumi di terra coinvolti la totale assenza di materiale interrato e di fenomeni di contaminazione ai sensi della normativa vigente in materia.

3.9.1.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio dell'opera, l'unico impatto prevedibile consiste in una possibile contaminazione dei suoli e del primo sottosuolo insaturo in seguito ad una dispersione incontrollata delle acque meteoriche cariche di inquinanti provenienti dal manto stradale, specie dopo lunghi periodi di siccità.

A tal proposito appare significativa la scelta progettuale di predisporre un opportuno sistema di trattamento e smaltimento di tali acque.

Si stima quindi l'impatto complessivo come trascurabile.

Nel seguito si riporta la sintesi delle principali caratteristiche dei sistemi di raccolta e trattamento delle acque meteoriche in progetto, suddivisi per tipologia di viabilità.

Il tratto in trincea, dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 2+922 km può essere considerato suddiviso in quattro tratti aventi caratteristiche differenti.


Primo tratto tra la progressiva 0+000 km e la progressiva 1+260 km

Viene effettuata la raccolta delle acque meteoriche di piattaforma e scarpata tramite tubazioni o canale rivestito in conglomerato cementizio, depurata e smaltita tramite fosso drenante previsto a lato della carreggiata nord. Nel dettaglio sulla carreggiata sud direzione A35>>A4 la raccolta delle acque di piattaforma avviene tramite la presenza di caditoie e collettori mentre sulla carreggiata nord in direzione A4>>A35 il drenaggio delle acque avviene tramite embrici, posti a passo costante lungo il ciglio esterno della carreggiata, che scaricano le acque in un fosso rivestito in conglomerato cementizio. Il tratto considerato presenta un tratto in rettilineo dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 0+900 km e un tratto in curva dalla progressiva 0+900 km alla progressiva 1+260 km. Data la variazione di pendenza della piattaforma stradale per il primo tratto le acque di piattaforma della carreggiata sud vengono raccolte mediante un collettore posto al ciglio esterno della carreggiata, mentre per il secondo vengono raccolte tramite il posizionamento del collettore lungo lo spartitraffico centrale alla piattaforma stradale. Entrambi i collettori presentano degli attraversamenti della piattaforma che permettono lo scarico di tali acque nel canale rivestito a lato della carreggiata nord.

Sia le acque della carreggiata sud che della carreggiata nord vengono convogliate ad un impianto di trattamento del volume di prima pioggia opportunamente dimensionato. Tale impianto scarica le acque

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 163 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

depurate in una trincea disperdente ubicata oltre il ciglio nord dell'autostrada. Tale trincea oltre a raccogliere l'acqua depurata dall'impianto permette di raccogliere le acque provenienti dalla scarpata della trincea.

Tratto tra la progressiva 1+157 km e la progressiva 1+460 km

Nel secondo tratto, tra la progressiva 1+157 km e la progressiva 1+400 km per la carreggiata sud e tra la progressiva 1+260 km e la progressiva 1+460 km per la carreggiata nord, è presente una galleria artificiale per la quale non è presente la rete idraulica per lo smaltimento delle acque meteoriche.

Tratto tra la progressiva 1+460 km e la progressiva 2+362 km

In questo tratto il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è costituito dalla presenza di caditoie e collettori, di opportune dimensioni, in parte esistenti e in parte di nuova realizzazione che convogliano le acque alla vasca di laminazione, anch'essa già esistente, posta alla progressiva 1+895 km. Da tale vasca le acque vengono poi evacuate tramite opportune pompe di sollevamento. Tali pompe, secondo disposizioni di norma, non possono recapitare ai ricettori superficiali una quantità d'acqua eccedente i 20 l/s/ha, limite imposto dalla normativa. Il volume della vasca di laminazione viene dimensionato non solo considerando la portata affluente corrispondente al tratto di piattaforma stradale di riferimento ma anche la possibilità di raccogliere acqua a fronte di un prolungato stop delle pompe. Prima dell'immissione nella vasca di laminazione i volumi di prima pioggia vengono trattati secondo le disposizioni di norma tramite impianti di trattamento opportunamente dimensionati.

Tratto tra la progressiva 2+362 km e la progressiva 2+922 km


Nel quarto tratto il sistema di smaltimento acque è differente a seconda della carreggiata considerata.

Per quanto riguarda la carreggiata sud, quella esistente, il sistema è costituito da caditoie e collettori che convogliano l'acqua all'impianto di trattamento e alla vasca di laminazione, alla progressiva 1+895 km, sopra citata. Il sistema di smaltimento delle acque che interessano la carreggiata nord è invece costituito da embrici a passo costante posti sul ciglio esterno della strada che convogliano l'acqua in un canale rivestito in conglomerato cementizio, opportunamente dimensionato per la raccolta dei volumi di prima pioggia. Questo permette di convogliare i volumi di prima pioggia all'impianto di sedimentazione e disoleazione che scaricherà l'acqua all'interno del bacino di laminazione disperdente posto alla progressiva 2+362 km. A fianco di tale canale sarà presente una trincea disperdente che permette la raccolta e lo smaltimento delle acque eccedenti ai volumi di prima pioggia e quelle provenienti dalla superficie della scarpata della trincea.

Per il tratto in leggero rilevato, dalla progressiva 2+922 km alla progressiva 3+942 km, il sistema dell'idraulica di piattaforma è risolto tramite la raccolta delle acque della sede stradale con embrici posti a passo costante lungo i cigli esterni di entrambe le carreggiate e con caditoie e collettori posti sullo spartitraffico centrale per i tratti in curva. Per quanto riguarda la sede stradale di nuova realizzazione, carreggiata nord in direzione A4>>A35, l'acqua evacuata dagli embrici viene raccolta da una canaletta a sezione rettangolare in conglomerato cementizio che convoglia il volume di prima pioggia agli impianti di trattamento e, tramite apposite soglie di stramazzo scarica la portata di seconda pioggia nelle trincee disperdenti che corrono parallelamente alla canaletta stessa. Anche in questo caso, la portata di acqua trattata viene scaricata all'interno delle trincee disperdenti.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Oltre la progressiva 3+942 km si realizza l'interconnessione della A35 con l'autostrada A4 e la barriera di esazione. In quest'area il sistema di smaltimento è quello dinanzi descritto per il tratto in rilevato con canaletta in conglomerato cementizio che raccoglie tramite embrici posti sul ciglio della carreggiata le

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 164 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

acque di prima pioggia e tramite opportune soglie di stramazzo scarica l'acqua eccedente nelle trincee e/o bacini disperdenti. In limitati tratti della piattaforma stradale sono presenti caditoie con collettori che scaricano le acque nelle stesse trincee e/o bacini disperdenti. Tutte le canalette e/o tubazioni convogliano l'acqua raccolta, corrispondente ai volumi di prima pioggia, agli impianti di trattamento posizionati in opportune piazzole idrauliche. Tali impianti scaricano i volumi di acqua trattata nelle trincee e/o bacini disperdenti sopra citati.

Alla luce di quanto sopra esposto si ritiene che i sistemi di raccolta e trattamento acque previsti dal progetto rappresentino adeguate opere di mitigazione degli impatti.

Occorre inoltre sottolineare che condizioni accidentali (incidenti stradali) possono essere origine di carichi inquinanti estremamente significativi sia con riferimento alle concentrazioni che con riferimento al tipo di sostanze: prodotti petroliferi in genere (combustibili, lubrificanti, ecc.), sostanze chimiche, rifiuti tossici. Lo sversamento di sostanze inquinanti in autostrada nel corso di incidenti coinvolgenti autocisterne riveste tuttavia una valenza più generale, potendosi configurare la situazione di potenziale "danno ambientale" con conseguente attivazione di particolari procedure d'emergenza e successive procedure di messa in sicurezza, caratterizzazione e bonifica dell'area interessata.

Anche in riferimento al possibile verificarsi di tali eventi, i sistemi di protezione ambientale previsti appaiono sufficienti a proteggere l'ambiente idrico.

3.9.2 Pedologia

Il suolo è un elemento ambientale di primaria importanza, che va considerato come una risorsa difficilmente rinnovabile, se non in tempi molto lunghi. Gli impatti generati sulla risorsa suolo sono differenti in fase di cantiere e in fase di esercizio; in particolare sui primi è possibile operare fin dalle prime fasi realizzative in modo tale da minimizzarne, ove possibile, le alterazioni. I secondi comportano la necessità di trovare opportune rilocalizzazioni ai suoli derivati dalle aree che verranno occupate permanente dal tracciato stradale.

3.9.2.1 Fase di Cantiere

Gli impatti previsti per la componente suolo in fase di cantiere sono prevalentemente dovuti a:

- occupazione temporanea di suolo nelle aree di cantiere;
- eventuale riduzione della capacità d'uso agro-silvo-pastorale e di quella protettiva nei confronti delle acque profonde e delle acque superficiali una volta restituiti i suoli al loro uso iniziale.

Il progetto prevede la realizzazione di n. 1 cantiere principale (Cantiere Base) per la localizzazione dei servizi logistici (uffici tecnici, officina, wc chimici) e n. 10 aree tecniche di cantiere dislocate lungo la tratta in progetto, finalizzate alla realizzazione di opere d'arte puntuali.

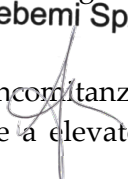
I cantieri sono collegati da piste che seguono il tracciato autostradale o strade secondarie già esistenti.

La valutazione dell'impatto è di tipo qualitativo e tiene conto dell'estensione dei cantieri in relazione alle caratteristiche pedologiche dei suoli, soprattutto per quanto riguarda la capacità d'uso ai fini agricoli. In particolare gli impatti vengono indicati come:

- presenti, laddove i suoli presentano capacità d'uso elevate (classi I e II) in concomitanza con capacità protettive nei confronti delle acque superficiali e profonde da moderate a elevate e in alcuni casi valore naturalistico moderato;

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



- trascurabili, laddove i suoli presentano capacità d'uso più limitate (classi III, IV e V) in concomitanza con un valore naturalistico basso.

La superficie totale occupata dalle aree di cantiere è di ca. 44.395 m² e le caratteristiche di ciascuna area sono riportati nella tabella che segue:

ID cantiere	Comune	Descrizione	Superficie mq	Descrizione Ersaf	Impatto
Area Base di cantiere	Castegnato	Area di cantiere, uffici Direzione Cantiere e Direzione Lavori, depositi, parcheggio mezzi. Locali magazzino e manutenzione e ricovero automezzi; Locali laboratorio; Locali infermeria; Servizi: area per la raccolta differenziata dei rifiuti, impianto di depurazione delle acque di scarico (quando non sia possibile l'allaccio alla rete fognaria pubblica), cabina elettrica, serbatoio per il G.P.L. Centrale termica	6.500	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
Area Tecnica di Cantiere A1	Ospitaletto	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	4.200	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
Area Tecnica di Cantiere A2	Ospitaletto	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.750	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
Area Tecnica di Cantiere A3	Travagliato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	10.715	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
Area Tecnica di Cantiere A4	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	11.200	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
Area Tecnica di Cantiere A5	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.900	uc BTU1 (LC), cu 3, vn basso, ap moderata, as elevata	trascurabile
Area Tecnica di Cantiere A6	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.300	uc BTU1 (LC), cu 3, vn basso, ap moderata, as elevata	trascurabile
Area Tecnica di Cantiere A7	Roncadelle	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.300	uc BTU1 (LC), cu 3, vn basso, ap moderata, as elevata	trascurabile
Area Tecnica di Cantiere A8	Roncadelle	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.350	uc BTU1 (LC), cu 3, vn basso, ap moderata, as elevata	trascurabile

ID cantiere	Comune	Descrizione	Superficie mq	Descrizione Ersaf	Impatto
Area Tecnica di Cantiere A9	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	2.800	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
Area Tecnica di Cantiere A10	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.380	uc BTU1 (LC), cu 2, vn basso, ap moderata, as elevata	presenti
<i>Note: ut, unità cartografica Ersaf; cu, capacità d'uso dei suoli; vn, valore naturalistico; ap, capacità protettiva nei confronti delle acque profonde; as, capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali.</i>					

Tabella 3-6 – Impatto cantieri pedologia fase di cantiere

Alcune aree di cantiere interesseranno suoli con capacità d'uso di classe III (limitazioni severe per quanto riguarda le pratiche agricole) e valore naturalistico basso. Gli impatti connessi sono quindi stimati come trascurabili.

Le altre aree di cantiere interesseranno suoli con capacità d'uso di classe II (suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative), valore naturalistico basso e con buone capacità protettive nei confronti delle acque profonde e superficiali. In questo caso, pertanto, le criticità aumentano.

Per quanto riguarda il terreno vegetale, il progetto prevede lo stoccaggio temporaneo in linea del terreno di scotico, per il riutilizzo in sito e per la formazione di dune di schermatura. Parte di tale materiale sarà impiegata per la schermatura perimetrale dei cantieri principali.


Inoltre, al termine delle attività di cantiere, le aree interessate da occupazione temporanea saranno restituite ai legittimi proprietari e comunque destinate al recupero delle qualità ambientali precedenti all'impianto del cantiere, incrementando, ove possibile, il carattere naturalistico e paesaggistico dell'area.

Si ritiene quindi che gli impatti in fase di cantiere sulla componente pedologia assumano un carattere prevalentemente temporaneo e reversibile.

Al fine comunque di ridurre al minimo le interferenze sulla componente, prima dell'allestimento dei cantieri si consigliano i seguenti criteri di mitigazione:

- scorticare l'area di cantiere, cioè privare il suolo dello strato superficiale di terreno vegetale;
- utilizzare attrezzature meccaniche piuttosto leggere, al fine di non danneggiare eccessivamente la struttura (stato di aggregazione) del terreno tramite compattazione;
- posizionare i cumuli di terreno in aree, all'interno o all'esterno dei siti di cantiere, dove non siano necessari ulteriori rimaneggiamenti per tutta la durata dell'accumulo;
- mantenere bagnati e/o coperti i cumuli con teloni per contenere le perdite di materiale dovute all'erosione eolica.

Al termine del periodo di conservazione, procedere al ripristino del suolo, mediante le seguenti operazioni:

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 167 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- aratura profonda (almeno 60 cm) del terreno sul quale si è svolta l'attività di cantiere, al fine di frantumare lo strato superficiale fortemente compattato, nel quale le radici non riuscirebbero a penetrare e l'acqua avrebbe difficoltà a percolare;
- posa degli strati di suolo accantonati;
- dopo la sistemazione, che dovrà rispettare anche l'originaria morfologia dei luoghi, esecuzione di una leggera lavorazione superficiale (erpicoltura), allo scopo di migliorare la struttura del suolo.

3.9.2.2 Fase di Esercizio

In fase di esercizio l'impatto può essere misurato in termini di:

- occupazione permanente di superficie da parte del tracciato stradale e delle opere accessorie di nuova realizzazione;
- incremento della superficie occupata dalla piattaforma stradale e dai servizi accessori nei tratti di riqualificazione di opere viarie già esistenti.

Le aree su cui si concentreranno gli impatti più significativi sono caratterizzate da suoli di classe d'uso II, capacità protettive nei confronti delle acque profonde e superficiali da moderate a elevate.

Per quanto riguarda la realizzazione del tracciato autostradale si osserva che l'intervento di ampliamento alle 4 corsie non comporta una significativa perdita netta di suolo non urbanizzato, in quanto il tracciato esistente era già quasi interamente predisposto per tale ampliamento.

L'impatto più significativo si avrà in corrispondenza della barriera di nuova realizzazione per la quale è prevista una perdita di suolo non urbanizzato pari a ca. 327.000 m². Più nel dettaglio, nella tabella che segue si stimano qualitativamente gli impatti dovuti alla perdita di superfici con suoli pregiati per la presenza della nuova barriera autostradale.

Analogamente alla fase di cantiere gli impatti vengono indicati come:

- presenti, laddove i suoli presentano capacità d'uso elevate (classi I e II) in concomitanza con capacità protettive nei confronti delle acque superficiali e profonde da moderate a elevate;
- trascurabili, laddove i suoli presentano capacità d'uso più limitate (classi III, IV e V) in concomitanza con un valore naturalistico basso.

Svincolo / Casello / Barriera	Descrizione Ersaf	Impatto
Barriera autostradale	Cu 2 - Vn Basso - Ap Moderata - As Elevata	Presente

Tabella 3-7 – Impatto cantieri pedologia fase di esercizio

3.9.3 Uso del suolo

Gli impatti sulla componente si riferiscono all'occupazione di suolo, in relazione all'utilizzo attuale o potenziale dello stesso.

Analogamente a quanto indicato per l'aspetto Pedologia, gli impatti sull'uso del suolo in fase di cantiere e di esercizio sono riferiti all'occupazione di suolo da parte rispettivamente dei cantieri e dalle nuove opere di progetto, comprensive anche di quelle di riqualificazione di tratti di viabilità già esistenti.

Società di Progetto
Brebemi SpA



3.9.3.1 Fase di Cantiere

La valutazione dell'impatto è di tipo qualitativo e tiene conto dell'importanza e dell'estensione dei cantieri in relazione all'attuale uso del suolo. In particolare gli impatti vengono indicati come:

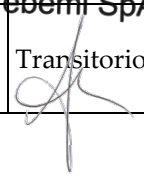
- transitori, laddove le cantierizzazioni interessano usi del suolo prettamente agricoli con la presenza o meno di fasce di vegetazione lungo la rete idrografica secondaria (canali e rogge);
- transitori-presenti, laddove le cantierizzazioni interessano aree con molteplici usi del suolo prevalentemente legati alle pratiche agricole e alla presenza di aree con vegetazione di pregio;
- transitori-nulli, laddove le cantierizzazioni interessano aree con usi del suolo caratterizzati dal solo urbanizzato o da aree degradate.

Nella tabella che segue sono stimati gli impatti derivati dall'occupazione di suolo da parte dei cantieri lungo il tracciato dell'opera in esame.

ID cantiere	Comune	Descrizione	Superficie mq	Attuale uso del suolo	Impatto
Area Base di cantiere	Castegnato	Area di cantiere, uffici Direzione Cantiere e Direzione Lavori, depositi, parcheggio mezzi. Locali magazzino e manutenzione e ricovero automezzi; Locali laboratorio; Locali infermeria; Servizi: area per la raccolta differenziata dei rifiuti, impianto di depurazione delle acque di scarico (quando non sia possibile l'allaccio alla rete fognaria pubblica), cabina elettrica, serbatoio per il G.P.L. Centrale termica	6.500	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A1	Ospitaletto	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	4.200	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A2	Ospitaletto	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.750	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A3	Travagliato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	10.715	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A4	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	11.200	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A5	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.900	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A6	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.300	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A7	Roncadelle	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.300	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A8	Roncadelle	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.350	Seminativo semplice	Transitorio

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



ID cantiere	Comune	Descrizione	Superficie mq	Attuale uso del suolo	Impatto
Area Tecnica di Cantiere A9	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	2.800	Seminativo semplice	Transitorio
Area Tecnica di Cantiere A10	Castegnato	Depositi, parcheggio mezzi d'opera, aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte	1.380	Seminativo semplice	Transitorio

Tabella 3-8 – Impatti cantieri uso del suolo fase di cantiere

Gli impatti sono transitori per tutte le aree interessate dai cantieri Base e Aree Tecniche, attualmente adibite ad usi agricoli.

Positiva appare la scelta progettuale di provvedere affinché tutte le aree interessate dall'installazione dei cantieri, alla loro chiusura, siano ripristinate per riportare le stesse allo stato preesistente. In particolare tale ripristino prevede:

- la rimozione di tutte le strutture installate, comprese le infrastrutture interrato quali, ad es. le reti fognarie, vasche di raccolta e serbatoi e smaltimento/riutilizzo, la segnaletica e recinzioni di cantiere;
- la rimozione e lo smaltimento come rifiuto di terreno eventualmente contaminato (es. area deposito oli);
- la stesura del terreno vegetale precedentemente accantonato.

Il progetto di ripristino delle aree di cantiere al termine dei lavori è essenzialmente basato su due tipologie di intervento:

- il ripristino della situazione ante – operam, con la restituzione all'uso originario;
- il ripristino con riqualificazione ambientale del sito.

La prima tipologia di intervento, che è quella maggioritaria, si esaurisce generalmente nella restituzione all'uso agricolo, con ripristino dell'originaria continuità dei fondi.

Tipicamente l'intervento si attua attraverso:


- dismissione degli allacciamenti ovvero interruzione delle erogazioni e degli scarichi relativi alle reti infrastrutturali a suo tempo realizzate per l'installazione del cantiere;
- smantellamento delle infrastrutture di cantiere, ovvero rimozione dei tratti di collegamento fra punti di allaccio ed uscite funzionali interne al cantiere.

Il recupero ambientale del sito avverrà ovviamente per le sole parti di cantiere non sovrapposte ad aree già interessate da opere in progetto secondo le seguenti modalità di intervento:

- asportazione e trasporto a discarica di eventuali rifiuti inorganici dovuti alle lavorazioni eseguite in cantiere;
- ricollocazione del terreno vegetale accantonato precedentemente in cantiere e rimodellamento del paesaggio con gli opportuni raccordi alla morfologia della zona;
- restituzione dell'area così bonificata alla sua vocazione ante – operam;
- recupero ambientale della viabilità di cantiere.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 170 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Il secondo tipo di intervento si attua nelle aree dove sono evidenziabili alcuni caratteri di significatività ambientale. Tali aspetti rientrano nell'ambito degli "interventi di inserimento ambientale previsti in progetto".

Al fine di tutelare il suolo ed il sottosuolo, è prevista la verifica dell'assenza di contaminazioni nei terreni occupati dai cantieri e, se necessario, si procederà al termine dei lavori alla bonifica, prima della sistemazione finale.

Pertanto, risulta necessaria un'analisi preventiva dello stato di consistenza dei siti interessati dagli impianti di cantiere, sotto il profilo dell'eventuale contaminazione dei terreni.

Complessivamente si stima un impatto temporaneo esprimibile come mancata produzione agricola per alcune stagioni.

In ogni caso sarà assicurata la continuità della rete viaria provinciale, comunale e podereale, l'accessibilità ai fondi agricoli e la continuità della rete irrigua.

3.9.3.2 Fase di Esercizio

In fase di esercizio, l'opera incide sugli utilizzi del suolo in termini di sottrazione di superfici. Nell'ambito del progetto in esame tale sottrazione, è connessa a:

- realizzazione del nuovo tratto autostradale e delle opere accessorie (es. barriera);
- incremento della superficie occupata dalla piattaforma stradale e dai servizi accessori nei tratti di riqualificazione di opere viarie già esistenti.

La perdita di suolo (quasi interamente seminativo semplice) necessaria alla realizzazione dell'opera, comprensiva anche delle opere di riqualificazione della viabilità preesistente e delle opere accessorie, ammonta complessivamente a circa 327.000 m². L'impatto più significativo si avrà in corrispondenza della barriera di nuova realizzazione.

Più nel dettaglio, nella tabella che segue si stimano qualitativamente gli impatti dovuti alla perdita di superfici per la presenza della nuova barriera autostradale.

Svincolo / Casello / Barriera	Uso del Suolo	Impatto
Barriera autostradale	Seminativo semplice	Trascurabile

Società di Progetto
Brebemi SpA




4 AMBIENTE IDRICO

4.1 Ambiente idrico superficiale

In questa parte dello studio si analizzano le caratteristiche idrologiche-idrauliche dell'area interessata dal progetto allo scopo di definire con sufficiente dettaglio le eventuali interferenze che l'opera può causare sulla rete di deflusso superficiale, sia in fase realizzativa che di esercizio.

Si è proceduto all'esame dei bacini idrografici relativi alle aste fluviali e torrentizie, esaminando le principali caratteristiche fisiografiche, le condizioni di deflusso e le attuali condizioni di qualità dei corpi idrici al fine di individuare le possibili interferenze dirette e le probabili ricadute sulla qualità delle acque di scorrimento.

A tal proposito sono stati raccolti, oltre ad informazioni di letteratura, dati qualitativi e i valori di portata ricavabili dalla presenza sul territorio di reti di monitoraggio delle acque superficiali o da studi precedentemente eseguiti (es. BreBeMi) nelle aree di interesse.

4.1.1 Idrologia

4.1.1.1 Reticolo idrografico

Il reticolo idrografico naturale nella pianura bresciana è piuttosto semplice ed è riconducibile a corsi d'acqua che scendono dalla fascia pedemontana verso la pianura con direzione N-S, circa paralleli tra loro e con modesta pendenza verso sud (Figura 4-1).




Figura 4-1 – Reticolo idrografico (da Geoportale Lombardia). In rosso l'area di interesse

Il bacino idrografico principale è costituito dal Fiume Oglio, i corsi d'acqua minori sono il Fiume Mella e il Torrente Gandovere.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Al reticolo naturale si sovrappone una fitta rete di rogge e canali artificiali di diverso ordine che drenano le acque superficiali dei fiumi e delle risorgive con moto complessivo da Nord a Sud. Molte rogge furono derivate dai fiumi per fornire energia ai mulini ed alle segherie e, dalla fine dell'800, per produrre energia

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 172 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

elettrica: in questi casi l'acqua utilizzata tornava ai fiumi. Per l'uso irriguo l'acqua estratta viene invece dispersa sul suolo sicché non rientra che in minima parte nell'alveo dei fiumi.

Nel seguito viene fornita una breve descrizione del bacino del corso d'acqua più importante presente nelle vicinanze del sito (Fiume Oglio), sebbene distante ca. 15 km e pertanto non interessati dai lavori in oggetto.

Bacino del Fiume Oglio

Il bacino dell'Oglio ha una superficie complessiva di circa 6.360 km² (9% della superficie del bacino del fiume Po), il 54% dei quali in ambito montano.

Il bacino del fiume Oglio si estende dal Gavià e Tonale alla confluenza del fiume Po. L'Oglio si origina a Ponte di Legno alla confluenza dei torrenti Frigidolfo, proveniente dal Gavia, e Norcanello, proveniente dalla Val Sozzine. Esso percorre la Val Camonica alternando tratti ripidi ad altri pianeggianti, immettendosi quindi nel Lago d'Iseo. Esce poi dal Lago in località Sarnico e confluisce nel fiume Po poco a monte di Borgoforte dopo aver percorso complessivamente 280 km.

Nel tratto sopralacuale l'Oglio riceve numerosi affluenti, fra i quali i più importanti di sinistra sono i torrenti Val Paghera, Val Moranda, Val Finale e Val Foppa, Val D'Avio, Grigna, Inferno, Rovinazza, Re di Gianico, Re di Artogne e Val Palot; in destra i torrenti Val Grande, Ogliolo di Monno della Val Dorena, Fiumicello, Ogliolo di Corteno, Dezzo, Ogne e Supine.

Nel suo percorso il fiume attraversa le province di Brescia, Bergamo, Cremona e Mantova. I suoi affluenti principali, entrambi in sinistra idrografica, sono il Chiese (emissario del Lago d'Idro) e il Mella, proveniente dalla Val Trompia.


Il bacino dell'Oglio è formato dai seguenti corsi d'acqua: fiume Oglio, fiume Cherio, fiume Caffaro, fiume Chiese, fiume Mella, torrente Garza, canale Naviglio Grande Bresciano, canale Tartaro Fuga.

Il Fiume Mella nasce dal Dosso Alto, appartenente ai Monti della Val Trompia e dopo un percorso di 96 km confluisce nell'Oglio in sinistra, in prossimità di Ostiano. In sinistra il Mella riceve vari affluenti: Naviglio di Canneto, Chiusello, Cavata, Tartaro, Moldinaro, Lojolo, Garza e relativo scolmatore. Gli affluenti in destra sono: Delmona, Canale Acque Alte, Riglio e Navarolo. Il suo corso si presenta incassato nella prima parte mentre più a sud è trattenuto nel suo alveo da argini che nei periodi di piena non riescono ad impedire le esondazioni.

In particolare, nel tratto da Concesio a Corticelle Pieve (quello più prossimo all'area di interesse) l'alveo ha andamento subrettilineo, caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione, che lo rende pressoché canalizzato e morfologicamente stabile. Il corso d'acqua attraversa un'area densamente urbanizzata, su cui si trova la città di Brescia, con edifici e fabbricati anche nelle immediate vicinanze dell'alveo di piena, in massima parte protette dalle opere di difesa esistenti. Numerose sono le infrastrutture viarie interferenti, le più importanti delle quali sono la SS 10, la linea ferroviaria Milano-Venezia e l'autostrada A4; non costituiscono in genere fattore di particolare criticità nei confronti del deflusso di piena. Sono presenti inoltre alcune traverse fluviali di derivazione.

Nella figura che segue si riporta un estratto delle "Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi Bacino dell'Oglio" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, con la rappresentazione grafica dell'inquadramento fisiografico del bacino del Fiume Oglio.

Società di Progetto
Brehemi SpA



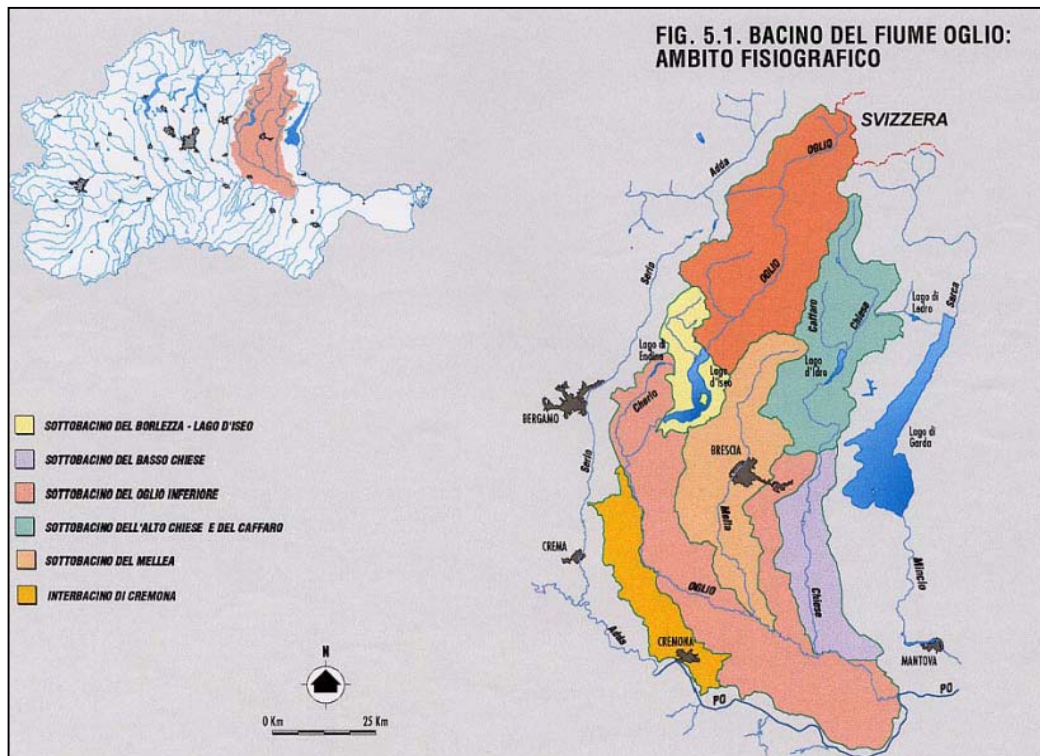


Figura 4-2 – Bacino del Fiume Olio - Ambito Fisiografico

Torrente Gandovere

Il torrente Gandovere drena i versanti collinari posti ad est del bacino montano del torrente Laorna (o Livorna) ed entra in pianura poco a monte di Rodengo-Saiano. In corrispondenza dell'intersezione con la SS 510 le acque del Gandovere si dipartono in due rami: uno, rettilineo e canalizzato, che scorre parallelo alla strada statale e prosegue verso Sud-Est fino alla località Mandolossa, l'altro che prosegue verso Sud-Ovest ed attraversa il comune di Castegnato scorrendo nel suo letto naturale. Parte delle acque del torrente Gandovere, unitamente a quelle del torrente Laorna e del torrente Vaila, confluiscono quindi nella roggia Mandolossa fino a confluire nel Fiume Mella.

Il Torrente, come molti corsi d'acqua che scorrono in pianura, si presenta fortemente artificializzato, con canalizzazioni, restringimenti della sezione fluviale e tombinate.

Il sistema delle Rogge


Su tutto il territorio dell'area di studio si stende una fitta rete di rogge, seriole e canaletti irrigui di diversa dimensione, che compongono il Reticolo Idrografico Minore e che caratterizzano tutte le aree di pianura a forte caratterizzazione agricola.

Le rogge bresciane si aprono con un ventaglio di rami che, dall'Oglio, arriva fino a Roncadelle e Torbole, solcando un territorio che comprende 20 Comuni, situati in una sorta di pentagono irregolare, i cui confini sono definiti essenzialmente ad ovest dall'Oglio e ad est dalla città di Brescia, mentre la linea settentrionale attraversa parte della Franciacorta e quella meridionale va dal Comune di Roncadelle fino a quello di Mairano.

La gestione e manutenzione delle rogge – e del reticolo idrico minore – è svolta dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio, un ente di diritto pubblico, che provvede alla esecuzione, alla manutenzione e alla gestione delle opere pubbliche di bonifica e di irrigazione.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 174 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Prima per importanza tra le rogge bresciane dell'Oglio è la FUSIA, che muove il suo corso presso la fine del lago e percorre tutta la sponda sinistra fino a Palazzolo, per poi dividersi in tre rami (Palazzolo, Chiari e Rovato), portando acqua alla campagna orientale di Cazzago e Ospitaletto.

La più antica è la VETRA di Chiari (XIII secolo), che inizia il suo corso sotto Capriolo, segue la sponda parallelamente al fiume fino a Palazzolo e prosegue fin verso Pontoglio per poi raggiungere Chiari; la più recente, invece, è la CASTRINA, che ha la bocca di presa a Palazzolo, appena a sud del vecchio ponte e, dopo un percorso di circa 35 km, arriva a Travagliato.

Poco a valle di Palazzolo si stacca anche la TRENZANA, che attraversa l'abitato di Pontoglio e piega verso est in direzione di Trenzano, mentre la BAIONA, ampliata da Regina Della Scala per bonificare i propri terreni a Urago d'Oglio, si innesta sul fiume tra Palosco e Palazzolo, raggiunge Pontoglio e poi si dirige verso la pianura a sud di Chiari, fino a Lograto.

Altre due rogge si staccano dall'Oglio a sud di Pontoglio: si tratta della RUDIANA e della CASTELLANA, rispettivamente rivolte ai terreni di Rudiano e Castelvovati.

A valle dell'abitato di Pontoglio, a nord di Urago, si trova la bocca della VESCOVADA, scavata dal vescovo Berardo Maggi per condurre acqua a Roccafranca, mentre poco a monte di Urago d'Oglio si stacca, invece, la roggia del MOLINO (o Molina), che dirige il suo corso verso Roccafranca, dove si divide in due rami: uno per Villachiara e l'altro per Villagana.

Le rogge ricadenti nell'area di interesse sono le seguenti:

- Seriola Castrina
- Seriola Trenzana

Dal Torrente Gandovere, invece, pressi del confine con il comune di Castegnato, si dirama la roggia Mandolossa.

Per la notevole antropizzazione del territorio bresciano, specie di pianura, lungo i tratti fluviali di questi torrenti sono presenti alcune aree che periodicamente sono soggette ad allagamenti. Per gli ovvi inconvenienti e danni alle abitazioni, alle attività industriali ed agricole ed alla rete viaria, la provincia di Brescia nel 1996 ha commissionato uno studio atto ad individuare, oltre che le cause determinanti, anche le opere da eseguire per attenuare i problemi connessi all'esondazione delle acque.

Dallo studio per la "Sistemazione idraulica dei torrenti Gandovere, Vaila, Canale, Ugolo, Solda e della roggia Mandolossa ai fini di moderazione delle esondazioni nelle loro aste vallive" (Bacchi, Maione, Manfredini, 1996) si evince che era prevista la realizzazione di alcune opere volte a mitigare le esondazioni delle aste vallive. Queste opere idrauliche, tese a contenere le massime portate di piena fluviale riguardavano le aree adiacenti al territorio comunale e consistevano essenzialmente in vasche di espansione (o di raccolta dell'eccedenza del volume di deflusso idrico) adeguatamente dimensionate, ubicate nell'area posta a monte della confluenza del torrente Livorna con il torrente Gandovere (nel comune di Gussago, a Nord-Est dell'area di interesse del presente SIA) e nella delimitazione di alcune aree interessate da esondazioni periodiche, che saranno destinate allo spagliamento naturale dei deflussi di piena (aree ad esondazione controllata) (nei comuni di Gussago e Roncadelle).

Nella figura che segue si riporta l'estratto della planimetria dell'assetto idrico per l'area di interesse, tratta dal documento "Parte II Quadro conoscitivo" della VAS del Comune di Castegnato del Maggio 2008.

Società di Progetto
Brehemi SpA



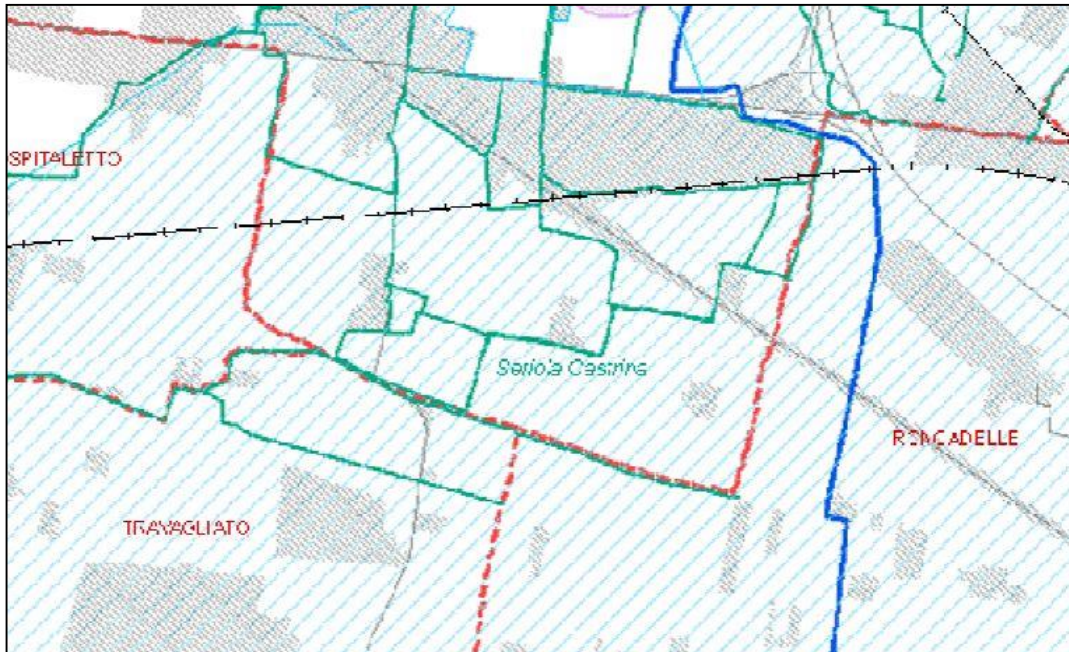


Figura 4-3 – Estratto Tav. 2.1 Quadro Conoscitivo VAS Comune di Castegnato, Maggio 2008

Seriola Castrina

La Seriola Castrina venne scavata da Castrino Castrini nell'anno 1512 per Veneta Ducale Licenza 30 Marzo 1507 per derivare acqua dal Fiume Oglio.

Essa inizia a ca. 400 m al di sotto del ponte vecchio di Palazzolo, sponda sinistra, percorre Km. 25,515 sui territori di Palazzolo, Pontoglio, Chiari, Coccaglio, Rovato, Cazzago S. Martino e Travagliato; irriga circa 2.300 ha nei Comuni di Berlingo, Castrezzato, Castegnato, Cazzago S. Martino, Chiari, Lograto, Ospitaletto, Palazzolo, Pontoglio, Roncadelle, Rovato, Travagliato, Trezzano, Urago d'Oglio.

Il Consorzio, da tempo legalmente organizzato, è stato costituito a norma del T.U. 2-10-1922 n. 1747 e dal R.D. 13-8-1926 n. 1907 e viene ora regolato a norma del R.D. 13 febbraio 1933 n. 215 sulla Bonifica Integrale

La Castrina irriga alcune zone della pianura occidentale Bresciana dai territori in Comune di Palazzolo sino ai margini del territorio del Comune di Brescia. Dette zone non formano un perimetro chiuso ma sono intervallate da altre pure irrigate con le acque derivate dal Fiume Oglio a mezzo di altre Rogge.

Seriola Trezzana


Nasce a Sud di Palazzolo sull'Oglio, in località Prati d'Oglio. Le sue acque sono deviate nel canale tramite le paratoie della diga della centrale idroelettrica di Manzoli, costruita nel secondo dopoguerra.

La roggia entra nel territorio di Pontoglio nel cui abitato aziona quattro mulini, per poi giungere a Chiari, dove azionava una segheria e a Castrezzato. Anche in quest'ultimo abitato azionava un mulino.

Giunta nei pressi della Bargnana, da essa si dirama la Travagliata, che spaglia presso l'omonimo comune.

Dopo aver svoltato a meridione, il canale scende verso il paese di Trezzano. Poco prima di giungere nei pressi di quest'ultimo abitato si suddivide in diversi rami:

- dal primo partitore si originano la Berlinga e la Campagna;
- dal secondo, i rami Giappone e Torre;
- dal terzo, i rami Paglie e Molinazzo.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 176 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

I sei rami a loro volta si dividono, formando dei canali secondari che irrigano i campi posti a settentrione di Trezano e di Cossirano, e quelli di Berlingo e di Castrezzato

4.1.1.2 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Le fasce fluviali, adottate nel PAI, costituiscono il principale strumento di vincolo normativo sull'uso del territorio per la difesa delle aree soggette al rischio di allagamento a causa dello straripamento dei corsi d'acqua in occasione degli eventi di piena. Rappresentano le porzioni di territorio che, con la probabilità di non superamento assegnata all'evento di piena, possono essere soggette ad allagamento diffuso o addirittura a inondazione.

Le stesse fasce sono state quindi inserite nel Primo Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile della Regione Lombardia, predisposto ai sensi dell'art. 12 comma 2 della legge n. 225 del 24 febbraio 1992.

Le fasce fluviali sono state distinte a seconda della rarità dell'evento di piena o, se si vuole, a seconda del valore della portata di piena utilizzato per il calcolo dei livelli idrometrici necessari per la definizione delle diverse fasce.

FASCIA A (di deflusso di piena): è definita come la porzione dell'alveo che è sede prevalente, per la portata di riferimento, del deflusso della corrente, ossia che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

La piena di riferimento è quella connessa con un tempo di ritorno di 200 anni. Nelle carte allegate al PAI, le linee che delimitano la fascia sono rappresentate con un tratteggio.

Il limite della fascia A è definito secondo i seguenti criteri:

- fissato il tempo di ritorno in 200 anni della portata di riferimento, si assume convenzionalmente che la fascia A sia la porzione di alveo ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere comunque inferiore a 0.4 m/s. Questo criterio è adottato per i corsi d'acqua prevalentemente mono o pluricursali
- è il limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata con tempo di ritorno 200 anni. Il criterio è adottato per i corsi d'acqua ramificati

Nella fascia A sono vietate (si veda l'art. 29, comma 2, delle norme di attuazione del PAI):


- tutte le attività che determinino la trasformazione dell'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale e edilizio;
- l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti, incluse le discariche pubbliche o private, il deposito a cielo aperto, anche provvisorio, di materiali o rifiuti di qualsiasi natura;
- le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree per un'ampiezza di 10 metri dal ciglio di sponda.

FASCIA B (di esondazione): la fascia B, esterna alla precedente, è costituita dalla porzione d'alveo e di territorio soggetta a inondazione al verificarsi della piena di riferimento ($Tr = 200$ anni). All'interno della fascia viene svolta la fondamentale funzione di accumulo temporaneo del volume di piena e di conseguente laminazione dell'onda con riduzione delle portate al colmo.

Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici relativi alla portata massima di assegnato tempo di ritorno, ovvero fino alle opere idrauliche, esistenti o programmate, di controllo delle esondazioni (argini e altre opere di contenimento) dimensionate per la stessa portata.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 177 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

La fascia B lungo la quale sono previste opere di controllo e contenimento della piena è definita “fascia B di progetto”. Questa diventerà a tutti gli effetti una semplice fascia B una volta che siano state completate le opere di difesa programmate.

Il limite della fascia B è rappresentato, sulla cartografia di piano, da linee intere; la linea intera con cerchi rappresenta il limite della fascia B di progetto.

Nel caso in cui le fasce A e B siano coincidenti, viene rappresentato convenzionalmente solamente il limite della fascia B e valgono i più restrittivi vincoli relativi alla fascia A.

La delimitazione della fascia B, definita secondo il criterio visto precedentemente, va integrata sulla base di considerazioni morfologiche, naturalistiche e ambientali.

Nella fascia B sono vietati (si veda il comma 2 dell’art. 30 delle norme di attuazione del PAI):

- gli interventi che producano una riduzione apprezzabile o una parzializzazione delle capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento della capacità di invaso in un’area idraulicamente equivalente;
- l’installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti, incluse le discariche pubbliche o private, il deposito a cielo aperto, anche provvisorio, di materiali o rifiuti di qualsiasi natura;
- in presenza di argini, interventi e strutture che orientino la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell’argine.

E’ peraltro consentita la realizzazione di impianti di trattamento delle acque reflue, qualora sia dimostrata l’impossibilità di una diversa localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e la messa in sicurezza di quelli esistenti.

FASCIA C (di inondazione per piena catastrofica): è costituita dalla porzione di alveo e di territorio soggetta a inondazione a seguito di un evento di piena in cui la portata di riferimento può essere la massima registrata storicamente, se il suo valore è caratterizzato da un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure la portata con tempo di ritorno pari a 500 anni.

La delimitazione della fascia C è definita secondo i criteri qui di seguito riportati:


- per i corsi d’acqua non arginati si adotta la stessa metodologia utilizzata per individuare i limiti della fascia B;
- per i corsi d’acqua arginati e dove si possiedano gli elementi morfologici per procedere alla determinazione delle aree si adotta la più gravosa tra le due ipotesi in relazione alle altezze idriche corrispondenti alla piena di progetto:
- altezze idriche corrispondenti alle quote di tracimazione degli argini;
- altezze idriche ottenute calcolando il profilo di rigurgito senza tenere conto della presenza dei rilevati arginali.


Nella fascia C il Piano prevede che (si veda l’articolo 32 delle Norme di Attuazione):

- da parte delle Regioni o delle Province siano predisposti i Programmi di prevenzione del rischio al fine di perseguire l’obiettivo di integrare il livello di sicurezza delle popolazioni residenti;
- le Regioni e le Province curino ogni raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all’art. 15 della legge 24 febbraio 1992, n. 225;

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brelben SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 178 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- sia di competenza delle Regioni e degli Enti locali la regolamentazione delle attività consentite, dei limiti e dei divieti.

4.1.1.3 Perimetrazione delle Fasce Fluviali

Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino idrografico del fiume Po – PSFF è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediati, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali.

Il PSFF è principalmente un piano di misure non strutturali, atte a perseguire obiettivi di difesa del rischio idraulico, di mantenimento e recupero dell'ambiente fluviale, di conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali all'interno delle regioni fluviali. Esso contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua principali piemontesi, del fiume Po e dei corsi d'acqua emiliani e lombardi, limitatamente ai tratti arginati a monte della confluenza in Po (Fascia A di deflusso della piena, Fascia B di esondazione, Fascia C di inondazione per piena catastrofica).

La perimetrazione delle fasce fluviali, descritte nel dettaglio al paragrafo precedente, rappresenta l'assetto di progetto di un corso d'acqua, determinando i caratteri idraulici dell'alveo in condizioni di piena e le modalità di uso della regione fluviale dalle stesse perimetrata. Nello specifico, le fasce fluviali sono delimitate in funzione dei principali elementi dell'alveo che ne determinano la connotazione fisica: caratteristiche geomorfologiche, dinamica evolutiva, opere idrauliche, caratteristiche naturali e ambientali.

Il PSFF è confluito nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in corrispondenza all'approvazione di quest'ultimo (Comitato Istituzionale, deliberazione n. 18 del 2001).

Avendo recepito ed in parte aggiornato le tavole delle fasce fluviali del Piano stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), la legenda delle tavole PAI riporta pertanto una duplice indicazione:

- fasce PAI e relativi aggiornamenti;
- fasce PSFF e relativi aggiornamenti.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



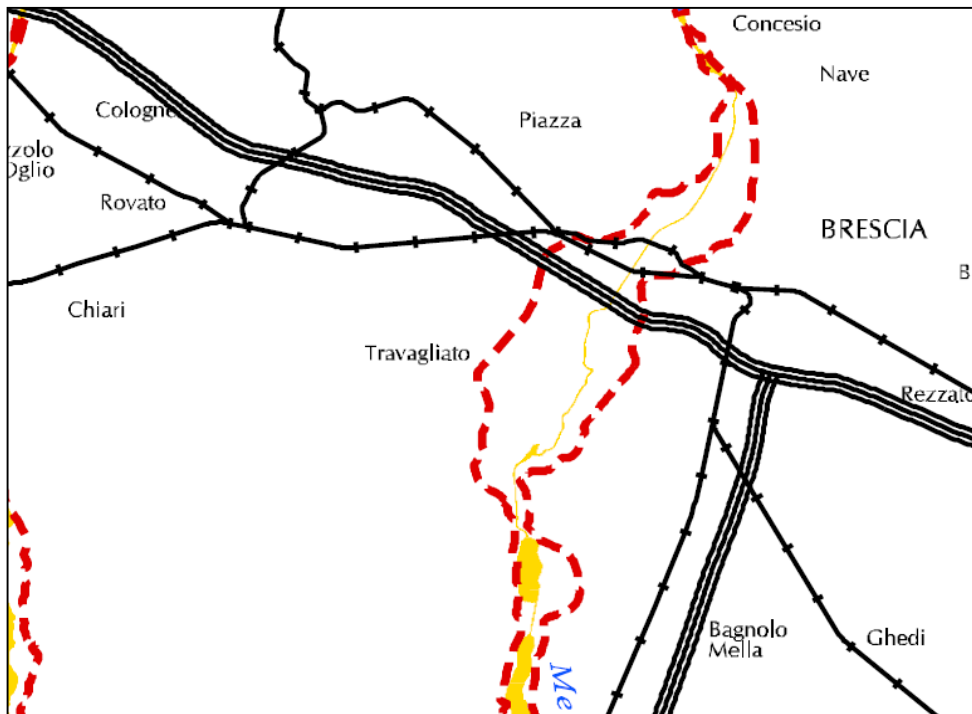
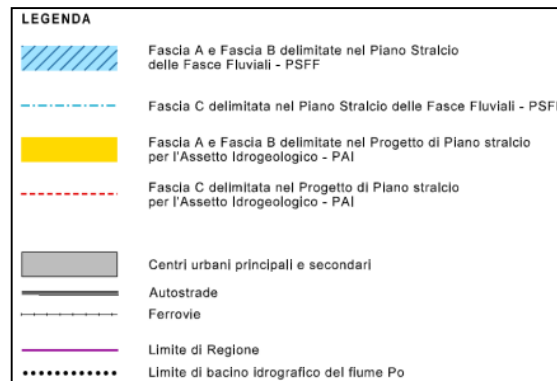


Figura 4-4 – Estratto Tav. 3 PAI “Corsi d’acqua interessati dalle fasce fluviali”




APPROVATO SDP

Di seguito sono illustrati gli elementi caratteristici della delimitazione delle fasce fluviali indicati dal PAI nel contesto dell’Area di Studio.

Fiume Mella

Nel tratto da Concesio al ponte dell’Autostrada A4 l’alveo è quasi completamente artificializzato, con arginature in froldo sulla maggior parte della lunghezza, continue in prossimità di Brescia. Nei tronchi non arginati il contenimento delle piene è generalmente garantito dal versante collinare. Il limite della fascia di esondazione si attesta lungo le arginature e lungo la base del versante. Nel tratto in sinistra a monte del ponte di Concesio la fascia B risulta contenuta da limiti di progetto. Nel tratto dal ponte dell’Autostrada A4 a Corticelle Pieve l’alveo è monocursale, con arginature in froldo continue sia in destra che in sinistra. Il limite della fascia di esondazione si attesta sul rilevato arginale esistente; per estensioni significative nel tronco da Capriano del Colle a Corticelle Pieve in sinistra la fascia di esondazione (fascia B) si attesta su limiti di progetto. La larghezza è circa costante intorno a 60 - 80 m fino a Corticelle Pieve, a esclusione del tratto a monte di Corticelle Pieve, dove ha ampiezze dell’ordine dei 500 m.

Scelta di Progetto
E. Alzemi SPA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 180 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

4.1.2 Qualità delle Acque Superficiali

Lo stato di qualità ambientale di un corpo idrico superficiale è definito sulla base dello stato ecologico e dello stato chimico del corpo idrico stesso.

La Water Framework Directive 2000/60/CE (WFD), conosciuta anche come Direttiva Quadro per le Acque, introduce elementi di cambiamento sostanziali nella gestione delle acque a livello comunitario.

L'art. 1 indica una serie di obiettivi da raggiungere, tra cui proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, terrestri e delle zone umide, agevolare l'utilizzo idrico sostenibile, proteggere l'ambiente acquatico con misure specifiche sugli scarichi, ridurre l'inquinamento delle acque sotterranee, mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità.

L'obiettivo di qualità ecologica stabilito dalla Direttiva è inteso come la capacità del corpo idrico di supportare comunità animali e vegetali ben strutturate e bilanciate, strumenti biologici fondamentali per sostenere i processi autodepurativi delle acque.

Ne consegue che sono le stesse comunità animali e vegetali a garantire la "pulizia" dell'ambiente in cui vivono, le prime grazie a sminuzzatori, detritivori ecc. che degradano progressivamente la sostanza organica in strutture sempre più piccole, le seconde utilizzandole come nutrienti favorendo un adeguato bilanciamento degli elementi chimico-fisici (nitrati, fosfati, ammonio, ossigeno, pH, ecc.).

La normativa definisce lo stato ecologico tramite lo studio di alcune comunità biologiche acquatiche, utilizzando gli elementi fisico-chimico e idromorfologici (quali il regime idrico e le caratteristiche di naturalità morfologica dell'alveo), come sostegno al processo di definizione della qualità ambientale.

Nello specifico, gli elementi biologici segnalati per la valutazione delle acque dolci superficiali interne sono: diatomee bentoniche e macrofite (flora acquatica), macroinvertebrati bentonici e pesci (fauna acquatica), dove per bentoniche si intendono le comunità di organismi che vivono non nella colonna d'acqua ma sul substrato dell'alveo fluviale o del lago. Gli elementi biologici vengono valutati sulla base di indici dati dal rapporto tra il valore osservato e quello atteso in condizione di scarso/nullo impatto antropico (condizioni di riferimento).

Seguendo un principio di precauzione, lo stato di qualità dei corpi idrici è classificato in base al più basso dei valori riscontrati durante il monitoraggio biologico e chimico-fisico.


L'obiettivo ambientale stabilito dalla WFD era il raggiungimento e/o mantenimento di uno stato ecologico buono delle acque entro il 2015.


La Direttiva è stata recepita in Italia nel D. Lgs. 152/06, che prevede la redazione di appositi Piani Regionali di Tutela delle Acque (PRTA), in cui vengono individuate le misure per conseguire gli obiettivi di qualità stabiliti dalla Direttiva.

La Regione Lombardia, con l'approvazione della Legge Regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (modificata dalla Legge regionale 18/2006) – come previsto dalla Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE- ha indicato il "Piano di gestione del bacino idrografico" come strumento per la pianificazione della tutela e dell'uso delle acque. Ha inoltre stabilito che, nella sua prima elaborazione, tale Piano costituisce il "Piano di tutela delle acque" previsto dal Decreto legislativo n° 152 dell'11 maggio 1999, all'articolo 44. Il Piano di gestione del bacino idrografico -stralcio di settore del Piano di bacino previsto all'art. 17 della Legge 183 del 18 maggio 1989 sulla difesa del suolo è costituito da:

- Atto di indirizzo, approvato dal Consiglio regionale il 27 luglio 2004;

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SPA


	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 181 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- Programma di tutela e uso delle acque - PTUA. La Proposta di PTUA è stata approvata dalla Giunta con Deliberazione n. VII/19359 del 12 novembre 2004 e sottoposta ad osservazioni. Sulla base dell'istruttoria delle osservazioni pervenute è stato quindi adottato il Programma di Tutela e Uso delle Acque con Deliberazione n. 1083 del 16 novembre 2005.

Alla deliberazione sono allegati: la Relazione di Istruttoria delle Osservazioni e la Sintesi e controdeduzioni alle Osservazioni.

A seguito dell'adozione, il PTUA è stato inviato al parere di conformità delle due Autorità di Bacino insistenti sul territorio lombardo: l'Autorità di Bacino nazionale del Fiume Po e l'Autorità interregionale del Fissero-Tartaro-Canal Bianco.

L'Autorità di bacino del Fiume Po ha espresso il parere di conformità rispetto agli indirizzi espressi con le Deliberazioni 6/02, 7/02 e 7/03 del Comitato Istituzionale, nel Comitato Tecnico del 21 dicembre 2005.

Il PTUA è stato definitivamente approvato con Deliberazione n. 2244 del 29 marzo 2006.

Come dice l'art. 7 delle NTA, le modifiche ed integrazioni agli elaborati o alle disposizioni normative, conseguenti ad approfondimenti conoscitivi che non comportano sostanziali variazioni agli obiettivi fissati dal PTUA, sono approvate con provvedimento di Giunta regionale.

Di seguito vengono elencati i principali provvedimenti in merito:

- Delibera n. VIII/003297 - Ottobre 2006: Nuove aree vulnerabili ai sensi del D. Lgs. 152/06: criteri di designazione e individuazione;
- Delibera n° VIII/003937 del 27 dicembre 2006, pubblicata sul Burl n° 3 del 15 gennaio 2007 (serie editoriale ordinaria): Modifiche delle previsioni del Piano di Tutela e Uso delle Acque (PTUA)- Allegato 6 alla Relazione Generale "Infrastrutture idriche e altri interventi di tutela", presentate da A.ATO di Brescia;
- Delibera n° VIII/8511 del 26 novembre 2008 - Modifiche delle previsioni del Piano di Tutela e Uso delle acque proposte dall'Autorità d'Ambito Ottimale di Pavia (L.R. 26/2003) - 513 Lavori pubblici ed espropri.

4.1.2.1 La rete di monitoraggio regionale

Il processo di tipizzazione dei corsi d'acqua e dei laghi in Lombardia ha portato all'individuazione di 39 tipi fluviali e di 8 tipi lacustri. All'interno di ciascun tratto o bacino tipizzato sono stati individuati 669 corpi idrici fluviali (520 naturali e 149 artificiali) e 56 corpi idrici lacustri (32 naturali e 24 invasi).

La rete di monitoraggio regionale delle acque superficiali (Figura 4-5) è composta da:

- 355 stazioni collocate su altrettanti corpi idrici fluviali;
- 44 stazioni collocate su 37 corpi idrici lacustri.

Complessivamente a livello regionale vengono quindi sottoposti a monitoraggio oltre il 50% dei corpi idrici fluviali individuati (con percentuali variabili da provincia a provincia) e oltre il 65% dei corpi idrici lacustri individuati.

Società di Progetto
Brebemi SpA



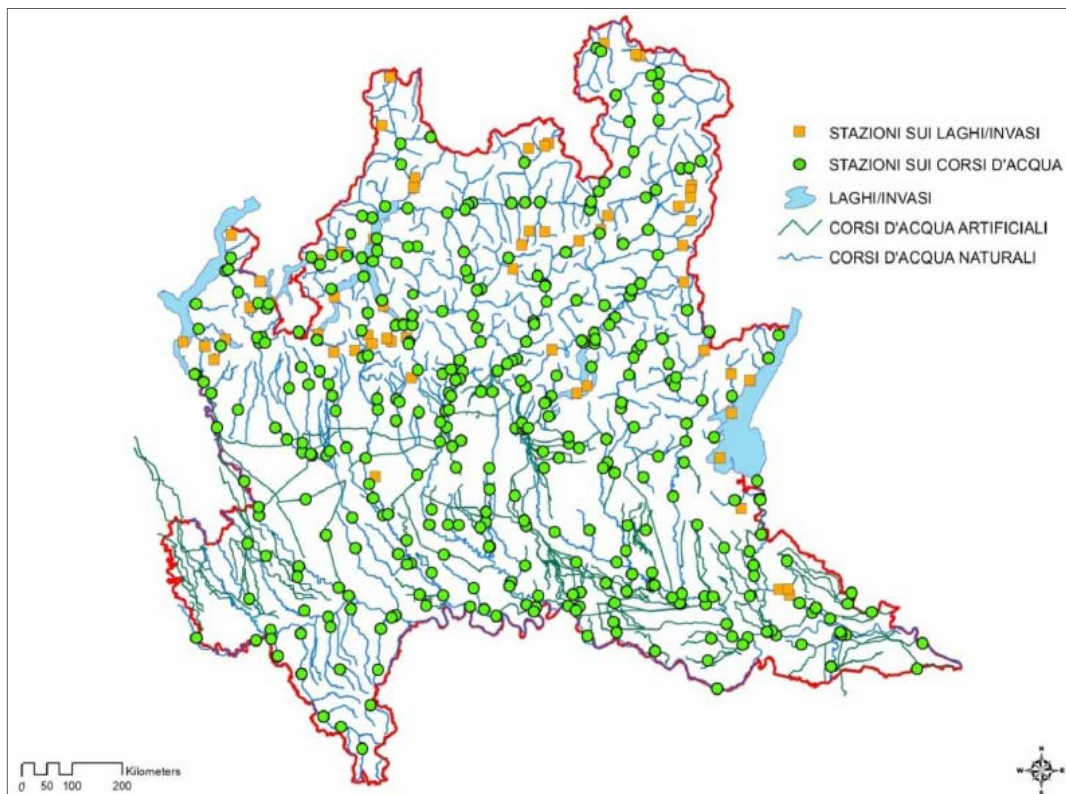


Figura 4-5 – Rete regionale di monitoraggio delle acque superficiali

Il primo ciclo triennale di monitoraggio operativo è stato avviato da ARPA Lombardia nel 2009 e si è concluso nel 2011. Il secondo ciclo triennale è iniziato nel 2012 ed è terminato nel 2014, anno in cui si è concluso il primo ciclo sessennale del monitoraggio di sorveglianza, in tempo utile per la revisione del Piano di Gestione del distretto idrografico Padano.

4.1.2.2 La rete di monitoraggio provinciale

La rete di monitoraggio dei laghi e dei corsi d'acqua superficiali della provincia di Brescia è stata ridefinita a seguito dell'entrata in vigore del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e risulta costituita da 9 postazioni lacustri e da 58 postazioni fluviali, queste ultime posizionate su altrettanti corpi idrici, di cui 12 fortemente modificati.

Dei complessivi 58 corsi d'acqua sottoposti ad indagine, 28 di essi sono soggetti a monitoraggio operativo e 30 a monitoraggio di sorveglianza.

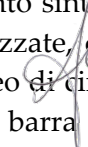
Talvolta alcuni corpi idrici, quali il Rio Mioletta, sono risultati in secca al momento di eseguire il campionamento e, pertanto, non di tutti si è potuto definire lo Stato Ecologico.


Nel seguito si riporta la descrizione dei bacini Oglio e Mella, che sono di interesse per l'area di studio.

Bacino del Fiume Oglio sublacuale

Dall'uscita dal lago d'Iseo a Palazzolo sull'Oglio, l'Oglio sublacuale scorre con andamento sinuoso in un fondovalle piuttosto stretto tra alte scarpate di erosione, delimitanti più superfici terrazzate che vanno progressivamente ampliandosi verso valle, definendo una fascia di divagazione dell'alveo di circa 2,5 km all'altezza di Soncino. L'alveo ha struttura monocursale, con frequenti depositi di barra laterale e

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 183 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

longitudinale. Nel tratto le variazioni di livello, anche in caso di eventi estremi, sono modeste per effetto della laminazione del lago d'Iseo e non presentano fattori di rischio elevati nei confronti delle abitazioni prossime all'alveo; fa eccezione la zona di Sarnico, dove in occasione di eccezionali piene lacustri è possibile che le acque raggiungano le case del lungolago. Numerose sono le opere in alveo, costituite principalmente da traverse di derivazione, in massima parte irrigue. Da Soncino alla confluenza del Mella l'alveo diventa prevalentemente monocursale meandriforme. Tra le infrastrutture presenti alcune sono di rilevante importanza, quali l'autostrada A21, la linea ferroviaria Brescia-Cremona e la SS 45 bis. Dalla confluenza del Mella all'immissione in Po l'alveo mantiene la tendenza meandriforme, anche se a tratti è rettificato, come immediatamente a valle della confluenza del Chiese. Le golene, definite dagli argini esistenti, generalmente abbastanza ampie, diventano molto modeste nel tratto compreso tra la confluenza del Chiese e la località Bocca le Chiaviche.

Bacino del Fiume Mella

Il bacino del Fiume Mella origina in ambito prealpino, a ovest della Val di Caffaro e confluisce nell'Oglio tra gli abitati di Seniga ed Ostiano. Il suo tratto settentrionale, sino alle porte di Brescia, costituisce la Val Trompia. L'orientamento del bacino è in generale da nord a sud. Il paesaggio di quest'area pur evidenziando una certa uniformità e una secolare continuità della destinazione rurale, testimonia una accentuata presenza antropica, caratterizzata da trasformazioni ed eventi storici.

Nel suo primo tratto il Mella è caratterizzato prevalentemente da un fondovalle stretto, con versanti acclivi e ricoperti da vegetazione. Da Concesio a Corticelle Pieve l'alveo ha andamento sub-rettilineo, caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione che lo rende pressoché canalizzato e morfologicamente stabile. Il corso d'acqua attraversa un'area densamente urbanizzata, su cui si trova la città di Brescia, con edifici e fabbricati anche nelle immediate vicinanze dell'alveo di piena, in massima parte protette dalle opere di difesa esistenti. Numerose sono le infrastrutture viarie interferenti, le più importanti delle quali sono la SS 10, la linea ferroviaria Milano-Venezia e l'autostrada A4; sono presenti inoltre alcune traverse fluviali di derivazione. Da Corticelle Pieve alla confluenza in Oglio l'alveo ha un andamento da sinuoso a meandriforme, caratterizzato da un minor grado di vincolo imposto dalle opere di sistemazione esistenti e da una configurazione più simile a quella naturale.

L'obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale coerente ed esauriente dello stato ecologico e chimico delle acque all'interno di ciascun bacino idrografico e permettere la classificazione di tutti i corpi idrici superficiali. Il monitoraggio delle acque superficiali si articola in: sorveglianza, operativo, indagine.

Il monitoraggio di sorveglianza, che riguarda i corpi idrici "non a rischio" e "probabilmente a rischio" di non soddisfare gli obiettivi ambientali, è realizzato per:

- integrare e convalidare l'analisi delle pressioni e degli impatti;
- la progettazione efficace ed effettiva dei futuri programmi di monitoraggio;
- la valutazione delle variazioni a lungo termine di origine naturale (rete nucleo);
- la valutazione delle variazioni a lungo termine risultanti da una diffusa attività di origine antropica (rete nucleo);
- tenere sotto osservazione l'evoluzione dello stato ecologico dei siti di riferimento;
- classificare i corpi idrici.

Società di Progetto
Brebemi SpA

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 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.

Il monitoraggio di sorveglianza si effettua per almeno un anno ogni sei (periodo di validità del Piano di Gestione), salvo per la rete nucleo che è controllata ogni tre anni.

Il ciclo del monitoraggio operativo è triennale.

Nella tabella che segue si riporta il dettaglio della rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino del Fiume Oglio sublacuale (in grassetto sono evidenziati i corsi d'acqua compresi nell'area di studio).

Corso d'acqua	Corpo idrico	Località	Tipo di monitoraggio
Baioncello		Castrezzato	Sorveglianza
Canale Naviglio Grande Bresciano		Rezzato	Operativo
Oglio	Dall'Iseo alla confluenza Cherio	Capriolo	Operativo
Roggia Vescovada		Rudiano	Operativo
Seriola Castrina		Cazzago S. Martino	Sorveglianza
Seriola Fusia		Rovato	Sorveglianza
Seriola nuova di Chiari		Rovato	Operativo
Strone	dal Rio Lusignolo alla immissione in Oglio	Verolanuova	Operativo (DDA)
Trenzana			Sorveglianza
Vaso Bambinello			Operativo
Vaso Vedetti			Operativo
Mioletta	dal confine Her alla immissione in Miola		Sorveglianza

Tabella 4-1 - Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel bacino del fiume Oglio sublacuale

Nella tabella che segue si riporta il dettaglio della rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino del Fiume Mella.

Corso d'acqua	Corpo idrico	Località	Tipo di monitoraggio
Faidana	dalla sorgente alla immissione nel Mella	Sarezzo	operativo
Fiume (Vaso)		Flero	operativo
Laorna	dal confine Her alla immissione nella Roggia Mandolossa	Gussago	operativo
Lembrio	dal sorgente Lembrio alla immissione in Mella	Marcheno	sorveglianza
Mella	dal Mella di Graticelle (Sarle) alla confluenza del Gombiera	Bovegno	operativo Società di Progetto Brebemi SpA
Mella	dal Gombiera fino al confine Her	Villa Carcina	operativo
Mella	dal confine Her 56 fino a Manerbio	Castelmella	operativo (DDA)
Mella	da Manerbio alla immissione in Oglio	Pralboino	operativo (DDA)
Mella	dall'origine fino alla confluenza del Mella di	Collio	sorveglianza

Corso d'acqua	Corpo idrico	Località	Tipo di monitoraggio
	Graticelle (Sarle)		
Mella del Molinorso	dal fosso S. Zeno alla immissione in Mella	Pezzaze	sorveglianza
Mella di Sarle	dalla sorgente alla immissione nel Mella	Bovegno	sorveglianza
Roggia Mandalossa	dal confine Her alla immissione in Mella	Azzano Mella	operativo
Garza	dal confine Her alla confluenza del Naviglio Grande Bresciano	Bovezzo	operativo
Garza	dal Naviglio Grande Bresciano allo spaglio	Castenedolo	operativo

Tabella 4-2 - Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel bacino del fiume Mella

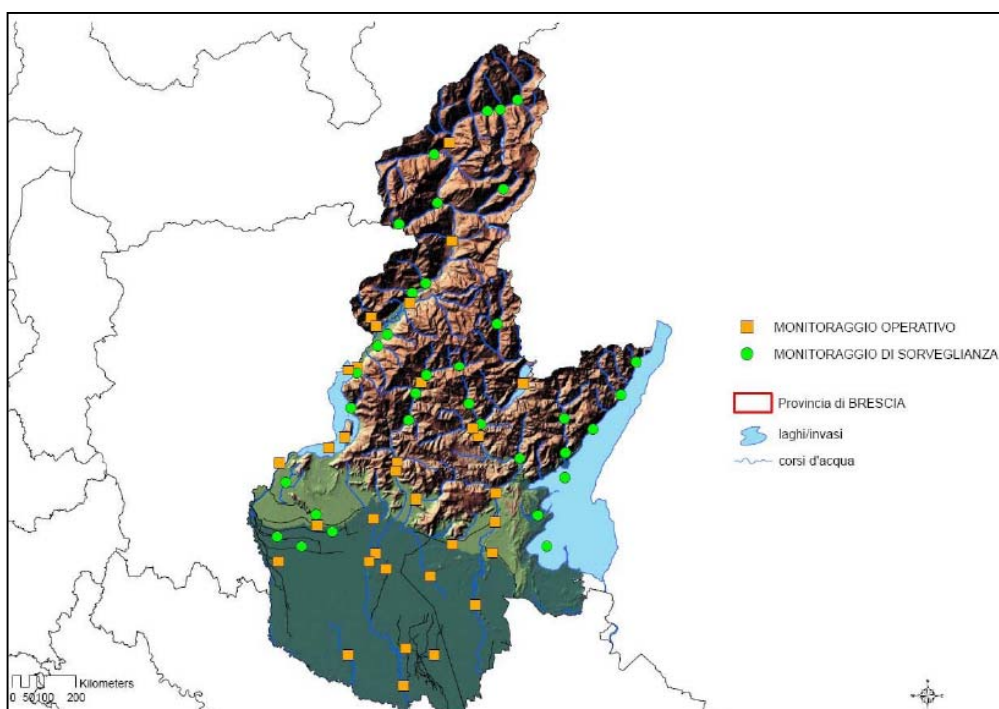


Figura 4-6 – Rete di monitoraggio delle acque superficiali in Provincia di Brescia

Stato ecologico

Lo stato ecologico è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, stabilita attraverso il monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi chimici e fisico-chimici a sostegno e degli elementi idromorfologici a sostegno. Gli elementi di qualità differiscono tra fiumi e laghi, in funzione delle rispettive peculiarità.

Gli elementi biologici utilizzati ai fini della classificazione dello stato ecologico dei fiumi sono le macrofite, le diatomee, i macroinvertebrati bentonici e la fauna ittica, riportati nella figura che segue.

EQB	Metodo di classificazione	Descrizione
Macrofite	IBMR - Indice Biologique Macrophytique en Rivière	L'indice IBMR è finalizzato alla valutazione dello stato trofico inteso in termini di intensità di produzione primaria.
Diatomee	ICMI - Indice Multimetrico di Intercalibrazione	L'indice ICMI si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS) e sull'Indice Trofico (TI).
Macroinvertebrati bentonici	Sistema MacrOper	Il sistema MacrOper è basato sul calcolo dell'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi). La classificazione dei fiumi molto grandi e/o non accessibili si ottiene dalla combinazione dei valori RQE ottenuti per gli indici STAR_ICMi e MTS (Mayfly Total Score).
Fauna ittica	ISECI - Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche	L'indice ISECI si basa sulla presenza e la condizione biologica (classi di età e consistenza demografica) delle specie indigene, sulla presenza di ibridi, di specie aliene e di specie endemiche.

Figura 4-7 – Elementi qualità monitoraggio sorveglianza Provincia Brescia

Gli elementi generali chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici da utilizzare ai fini della classificazione dello stato ecologico dei fiumi sono i nutrienti e l'ossigeno disciolto. Per una migliore interpretazione del dato biologico, ma non per la classificazione, si tiene conto anche di temperatura, pH, alcalinità e conducibilità, di cui alla figura che segue.

Elemento	Parametro	Indice	Descrizione
Ossigeno disciolto	100-OD% saturazione	LIM _{eco}	Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico. Il LIM _{eco} di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie stabilite dalla normativa, in base alla concentrazione osservata. Il LIM _{eco} da attribuire ad un sito è la media dei LIM _{eco} dei campionamenti effettuati durante l'anno.
Nutrienti	Azoto ammoniacale (N-NH ₄)		
	Azoto nitrico (N-NO ₃)		
	Fosforo totale		
Altri parametri	Temperatura	-	Sono utilizzati esclusivamente per una migliore interpretazione del dato biologico e non per la classificazione.
	pH		
	Alcalinità		
	Conducibilità		

Figura 4-8 – Elementi qualità monitoraggio sorveglianza Provincia Brescia

Per gli elementi biologici la classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ossia del rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento per il tipo a cui appartiene il corpo idrico in osservazione.

Gli elementi chimici a sostegno degli elementi biologici sono gli inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità. Per ciascun inquinante specifico è stabilito uno standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA).

Stato chimico

La presenza delle sostanze appartenenti all'elenco di priorità definisce lo stato chimico dei corpi idrici. Per ciascuna sostanza sono stabiliti uno standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQAMA) e uno standard di qualità ambientale espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA).

La normativa prevede il raggiungimento, entro il 20 novembre 2021, dell'obiettivo di eliminare le sostanze pericolose prioritarie (PP) negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite, nonché di ridurre

gradualmente negli stessi le sostanze prioritarie (P). Per le altre sostanze (E) l'obiettivo è di eliminare l'inquinamento dalle acque causato da scarichi, rilasci da fonte diffusa e perdite.

Alaclor	P	Fluorantene	P
Alcani, C10-C13, cloro	PP	Idrocarburi policiclici aromatici:	
Antiparassitari del ciclodiene:		Benzo(a)pirene	
Aldrin		Benzo(b)fluorantene	
Dieldrin	E	Benzo(k)fluoranthene	PP
Endrin		Benzo(g,h,i)perylene	
Isodrin		Indeno(1,2,3-cd)pyrene	
Antracene	PP	Isoproturon	P
Atrazina	P	Mercurio e composti	PP
Benzene	P	Naftalene	P
Cadmio e composti	PP	Nichel e composti	P
Clorfenvinfos	P	4-Nonilfenolo	PP
Clorpirifos (Clorpirifos etile)	P	Ottifenolo (4-(1,1',3,3'- tetrametilbutil-fenolo)	P
DDT totale	E	Pentaclorobenzene	PP
p.p'-DDT	E	Pentaclorofenolo	P
1,2-Dicloroetano	P	Piombo e composti	P
Diclorometano	P	Simazina	P
Di(2-etilesilftalato)	P	Tetracloruro di carbonio	E
Difenil etero bromato (sommatoria congeneri 28, 47,99,100, 153 e 154)	PP	Tetracloroetilene	E
Diuron	P	Tricloroetilene	E
Endosulfan	PP	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	PP
Esaclorobenzene	PP	Triclorobenzeni	P
Esaclorobutadiene	PP	Triclorometano	P
Esaclorocicloesano	PP	Trifluralin	P

Figura 4-9 – Sostanze dell'elenco di priorità (PP: sostanza pericolosa prioritaria; P: sostanza prioritaria; E: altre sostanze)

Gli elementi di qualità considerati per il monitoraggio di sorveglianza dei fiumi della Provincia di Brescia sono riportati nella figura che segue:

Elemento di qualità		N. corpi idrici	Frequenza
EQB	Macroinvertebrati	18	Almeno per un anno nel sessennio 2009-2014
	Diatomee	18	
	Macrofite	0	
	Fauna ittica	0	
Chimico-fisici a sostegno		20	Trimestrale per ciascun anno del sessennio 2009-2014
Chimici a sostegno		4	Trimestrale per ciascun anno del sessennio 2009-2014
Chimici (sostanze prioritarie)		20	Mensile o trimestrale per ciascun anno del sessennio 2009-2014

Figura 4-10 – Elementi monitoraggio sorveglianza fiumi Provincia Brescia

Gli elementi di qualità considerati per il monitoraggio operativo dei fiumi della Provincia di Brescia sono riportati nella figura che segue:

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

Figura 4-11 – Elementi monitoraggio operativo fiumi Provincia Brescia

Nella figura che segue sono riportati i parametri chimico-fisici e chimici a sostegno e le sostanze prioritarie ricercate in provincia di Brescia. La selezione dei parametri da analizzare è stata effettuata in base all'analisi delle pressioni presenti sul territorio.

pH	Cloruri	Triclorobenzeni
Solidi sospesi	Solfati	1,2 Dicloroetano
Temperatura	<i>Escherichia coli</i>	Diclorometano
Conducibilità	Alcalinità	Esaclorobutadiene
Durezza	Cadmio	Triclorometano
Azoto totale	Mercurio	Tetracloroetilene
Azoto ammoniacale	Nichel	Pentaclorofenolo
Azoto nitrico	Piombo	Pentaclorobenzene
Ossigeno disciolto	Rame	Esaclorobenzene
BOD5	Zinco	Esaclorocicloesano
COD	Idrocarburi policiclici aromatici totali	Glifosate
Ortofosfato	Fluorantene	AMPA
Fosforo totale	Benzene	

Figura 4-12 – Parametri chimico-fisici e chimici a sostegno e sostanze dell'elenco di priorità ricercate in provincia di Brescia.

4.1.2.3 Lo stato delle acque superficiali

I risultati dei monitoraggi eseguiti in corrispondenza dell'area di studio sono stati estrapolati dal "Rapporto annuale 2012 dello Stato delle Acque superficiali della Provincia di Brescia" di Arpa Lombardia Dipartimento di Brescia del Settembre 2013.

Si riporta nel seguito la sintesi dei risultati della classificazione dei corsi d'acqua del Bacino del Fiume Mella ottenuta dai dati del primo triennio di monitoraggio più recente disponibile (2009-2011).

Corso d'acqua	Località	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO	
		Classe	Elemento che determina la classificazione	Classe	Sostanze che determinano la classificazione
Gobbia-Faidana	Sarezzo	SCARSO	diatomee	NON BUONO	nicel
Fiume (Vaso)	Flero	SCARSO	diatomee	BUONO	-
Laorna	Gussago	SCARSO	diatomee	BUONO	-
Lembrio	Marcheno	SUFFICIENTE	macroinvertebrati, diatomee, AMPA	NON BUONO	Mercurio
Mella	Bovegno	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	NON BUONO	cadmio
	Villa Carcina	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA	NON BUONO	nicel
	Castelmella	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA, glifosate, cromo	NON BUONO	Nichel
	Pralboino	SUFFICIENTE	diatomee, LIMeco, AMPA	BUONO	-
	Collio	BUONO	macroinvertebrati, diatomee, solventi clorurati, AMPA, Cr, As	BUONO	-
Mella del Molinorso	Pezzaze	SUFFICIENTE	macroinvertebrati, AMPA	BUONO	-
Mella di Sarle	Bovegno	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	NON BUONO	Mercurio
Roggia Mandalossa	Azzano Mella	ND	-	BUONO	-
Garza	Bovezzo	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA	BUONO	-
	Castenedolo	SUFFICIENTE	Diatomee, LIMeco, AMPA, glifosate	NON BUONO	Nichel

Figura 4-13 – Stato dei corsi d'acqua nel bacino del fiume Mella: triennio 2009-2011

Più in generale, il rapporto di Arpa definisce inoltre lo stato di qualità delle acque superficiali di tutto il territorio della Provincia di Brescia per il triennio 2009-2011, che viene riportato nella figura che segue e in Figura 4-15.

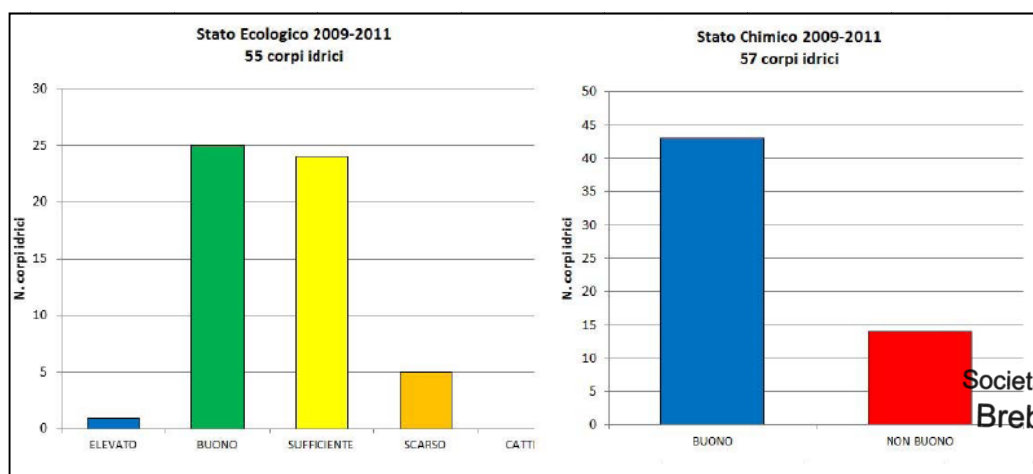


Figura 4-14 – Distribuzione dei corpi idrici fluviali della provincia di Brescia nelle classi di stato ecologico e di stato chimico (2009-2011).

Su 55 corpi idrici classificati solamente meno della metà sono quelli già conformi alla norma (Stato Ecologico almeno "Buono"); 25 di essi hanno Stato Ecologico "Buono", ed uno solo ha Stato Ecologico "Elevato" (torrente Avio in Valle Camonica).

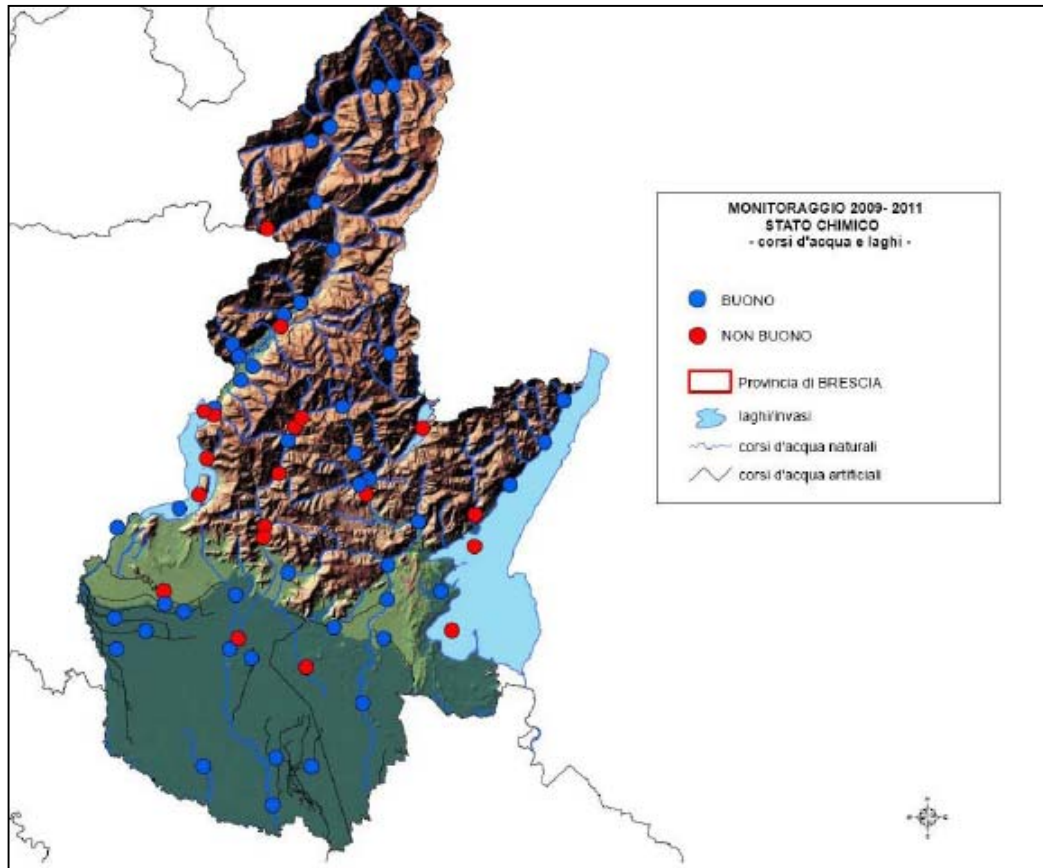


Figura 4-15 – Stato chimico corsi d'acqua e laghi (2009-2011).

Poiché la classificazione dello stato delle acque viene effettuata al termine di ciascun triennio di monitoraggio, per il 2012 viene riportata la sintesi dei risultati relativi solamente agli elementi di qualità monitorati in tale anno.

Nella figura che segue sono riportati i risultati del monitoraggio per i corsi d'acqua del Bacino del Fiume Mella.

Corso d'acqua	Località	Elementi di qualità biologica				Elementi generali chimico-fisici a sostegno	STATO CHIMICO
		macroinv.	diatomee	macrofite	pesci	LIMeco	
		Classe					
Mella	Collio	-	-	-	-	BUONO	BUONO
	Bovegno	SUFFICIENTE	-	-	-	ELEVATO	BUONO
	Villa Carcina	-	SCARSO	-	-	SUFFICIENTE	NON BUONO
	Castel Mella	-	SCARSO	-	-	SUFFICIENTE	NON BUONO
	Pralboino	-	SUFFICIENTE	-	-	SCARSO	BUONO
Mella di Sarle	Bovegno	-	-	-	-	ELEVATO	BUONO
Lembrio	Marcheno	-	-	-	-	SUFFICIENTE	BUONO
Mella del Molinorso	Pezzaze	-	-	-	-	SUFFICIENTE	BUONO
Gobbia-Faidana	Sarezzo	-	SCARSO	-	-	SCARSO	NON BUONO
Laorna	Gussago	-	SCARSO	-	-	SCARSO	BUONO
Roggia Mandolossa	Azzano Mella	-	-	-	-	ND	BUONO
Vaso fiume	Flero	-	-	-	-	CATTIVO	BUONO
Garza	Bovezzo	-	-	-	-	SCARSO	BUONO
	Castenedolo	-	SUFFICIENTE	-	-	SCARSO	BUONO

Figura 4-16 – Stato dei corsi d'acqua nel bacino del fiume Mella: anno 2012

Nel corso del 2012 sono stati monitorati in tutta la provincia 56 corpi idrici fluviali: 38 di essi è risultato possedere un LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) BUONO, (17) o ELEVATO (21), dieci corpi idrici hanno raggiunto un LIMeco SUFFICIENTE, sette un LIMeco SCARSO ed uno (il Vaso Fiume) un LIMeco CATTIVO. Nella figura seguente sono calcolate le rispettive percentuali.

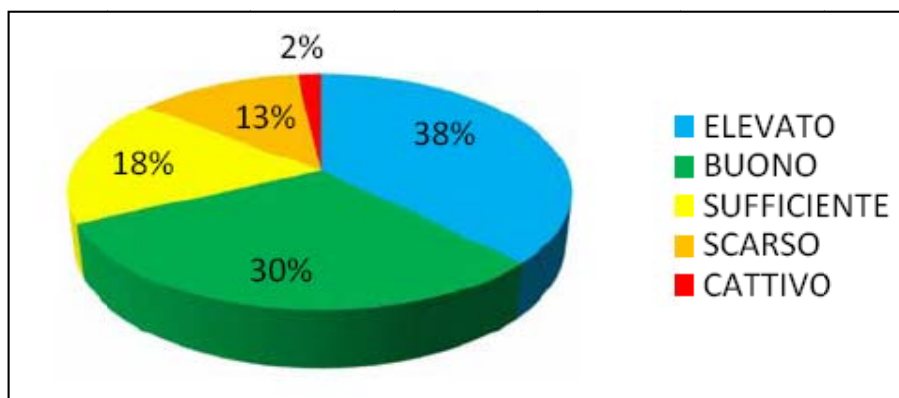



Figura 4-17 – Percentuali LIMeco: anno 2012 Corpi idrici fluviali Provincia di Brescia

Considerando il solo LIMeco, il 68% dei corpi idrici fluviali avrebbe raggiunto l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa vigente.

Per gli 8 corpi idrici che risultano Scarsi o Cattivi, il 50% appartiene al bacino del fiume Mella ed i parametri a supporto che maggiormente contribuiscono a determinare tale stato risultano essere il fosforo totale (per 7 corpi idrici su 8) e gli azoti nitrico ed ammoniacale (entrambi per 4 corpi idrici).

Società di Progettazione
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 192 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

I corpi idrici di minore qualità risultano situati in larga misura nella parte centromeridionale della provincia, caratterizzata da una più elevata densità abitativa, ciò porta ad ipotizzare un primario contributo della pressione antropica, cui si aggiunge l'impatto del comparto agricolo per la fertilizzazione dei terreni. Si osserva, in particolare, che il Vaso Fiume riceve anche gli scarichi del depuratore sovracomunale di Brescia.

Gli elementi di qualità monitorati nel 2012 mostrano segni di miglioramento rispetto al triennio precedente.

Complessivamente, nel 2012 il LIMeco risulta "Buono" o "Elevato" nel 68% dei corpi idrici; la situazione migliore è riscontrata nel bacino dell'Oglio sopralacuale (LIMeco "Elevato" nel 64% dei casi e "Buono" nel restante 35%) e nel fiume Chiese (LIMeco "Elevato" in otto corpi idrici su undici, "Buono" in due e "Sufficiente" in uno solo).

La situazione più critica è nuovamente riscontrata nel bacino del fiume Mella, dove 10 postazioni su 13 non hanno raggiunto l'obiettivo di qualità, registrando un LIMeco "Sufficiente" in 4 corpi idrici, "Scarso" in 5 e "Cattivo" in uno.

Nel 2012 risulta migliorato anche lo Stato Chimico che risulta "Non Buono" in solo 4 corpi idrici su 65, tre dei quali nel bacino del fiume Mella.

L'azione di risanamento delle acque superficiali lombarde ha compiuto notevoli progressi, non ancora sufficienti però per riportare ad un buon livello qualitativo l'intero reticolo idrografico regionale. La qualità delle acque è generalmente migliorata nei corpi idrici meno estesi mentre è rimasta sostanzialmente invariata nei corsi d'acqua maggiori.

L'inquinamento di tipo organico si è molto ridotto grazie all'azione dei numerosi impianti di depurazione e all'ampliamento della rete di collettamento, consentendo ad alcuni fiumi di riprendere vita mentre per altri, in ben individuati comprensori, gli obiettivi di qualità del D. Lgs.152/06 e s.m.i. sono ancora lontani.

La situazione dei corsi d'acqua estesi (Mella) e medio estesi non mostra segnali netti di miglioramento: poiché queste categorie comprendono la maggior parte dei fiumi e torrenti che drenano le aree più industrializzate della regione, si può supporre che i processi di ripristino delle funzioni autodepurative non siano ancora progrediti a sufficienza.

Analisi degli andamenti storici

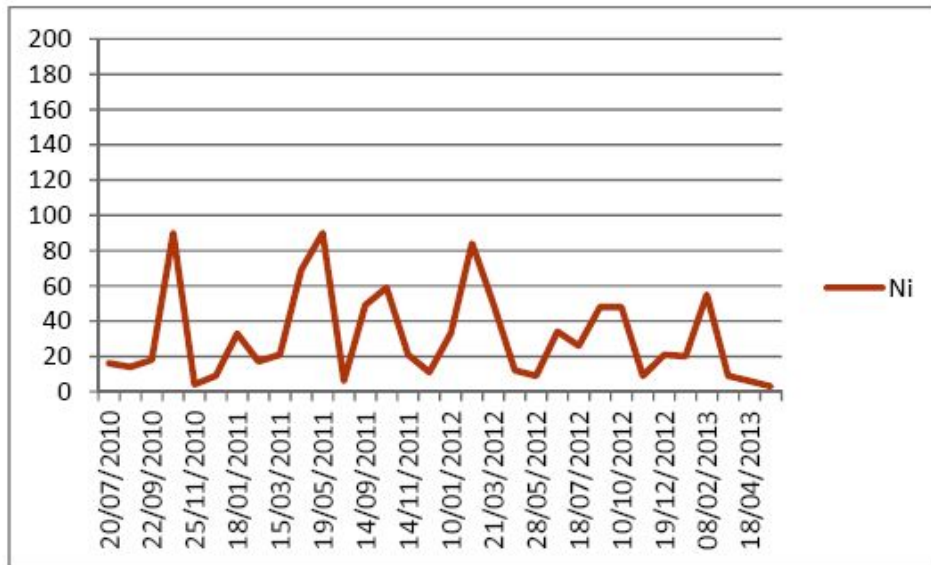
Si riportano alcuni andamenti temporali particolarmente significativi per il Fiume Mella nelle località più prossime all'area di studio, ancorché esterne all'Area Vasta.

Nichel nel Fiume Mella a Castelmella

A sud del capoluogo le concentrazioni di Nichel risultano mediamente superiori ai 20 µg/l, pur in diminuzione.

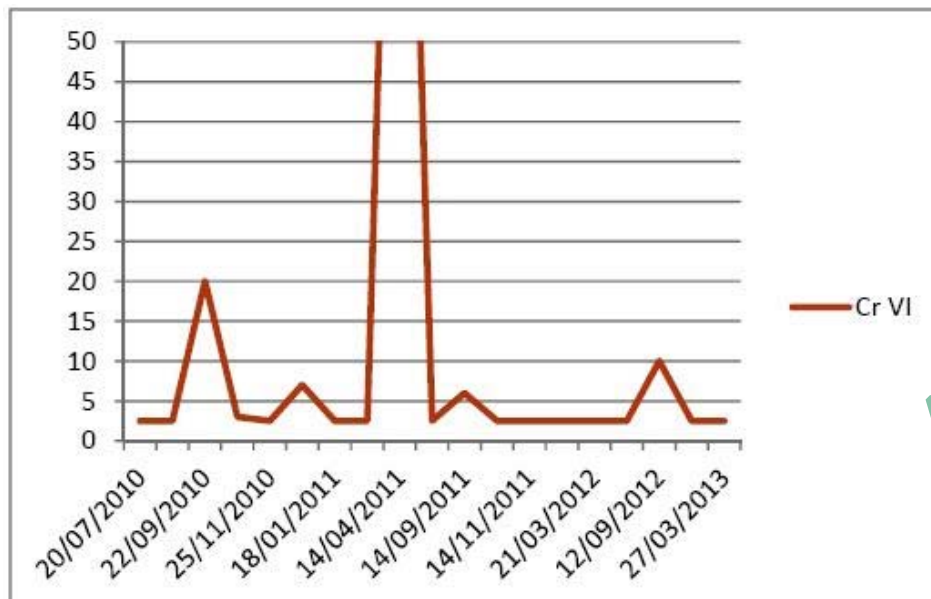
Società di Progetto
Brebemi SpA





Cromo esavalente nel Fiume Mella a Castelmella

Si osserva anche a Castelmella il saltuario supero dei 5 µg/l. Il picco fuori scala è del 14 aprile 2011 ed è pari a 134 µg/l.



APPROVATO SDR

4.2 Ambiente idrico sotterraneo

Analogamente a quanto fatto per l'ambiente idrico superficiale, in questa parte dello studio sono state sintetizzate le caratteristiche idrogeologiche dell'area di progetto, allo scopo di definire con sufficiente dettaglio le eventuali interferenze che l'opera in progetto, sia in fase realizzativa che di esercizio, può causare sulla rete di deflusso sotterranea. Si è proceduto all'esame delle principali unità idrogeologiche che caratterizzano il sottosuolo della pianura bresciana esaminando, in particolare, le principali caratteristiche idrogeologiche, la direzione prevalente e la qualità delle acque di falda.

Società di Progetto
BBM SpA

4.2.1 Inquadramento idrogeologico generale

La struttura idrogeologica del territorio lombardo è caratterizzata da una netta distinzione tra l'area di pianura e l'area montana. Ad oggi sono stati considerati significativi dal PTUA solo gli acquiferi di pianura, mentre si rimanda ad una fase di approfondimento successivo una definizione degli acquiferi significativi in area montana. Nell'area di pianura sono stati individuati a scala regionale: un acquifero superficiale, un acquifero tradizionale; un acquifero profondo.

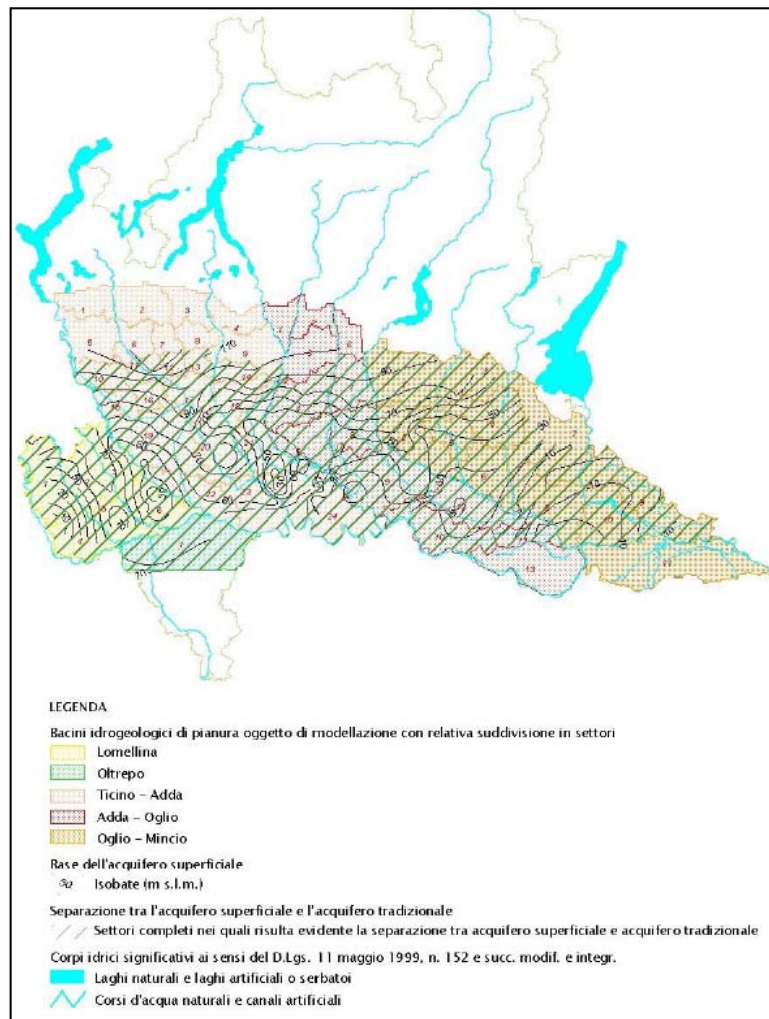


Figura 4-18 – Aree acquifere omogenee e distinzione dell'acquifero superficiale

In questo modo è evidenziata l'area in cui l'acquifero superficiale risulta chiaramente separato dall'acquifero tradizionale che, in queste aree, risulta pertanto protetto.

In Figura 4-18 sono evidenziate l'individuazione dei bacini idrogeologici dell'area di pianura e la profondità della base del primo acquifero.


Il bacino idrogeologico dell'area di interesse del presente studio è quello denominato "Oglio - Mincio".

Il Programma di Tutela ed Uso delle Acque individua nella pianura lombarda le seguenti aree idrogeologiche:

- Zona di ricarica delle falde, corrispondente alle alluvioni oloceniche e ai sedimenti fluvioglaciali pleistocenici nella parte settentrionale della pianura, dove l'acquifero è praticamente ininterrotto da livelli poco permeabili. Quest'area si estende quasi tutta a monte della fascia delle risorgive.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 195 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Sono queste le aree nelle quali l'infiltrazione da piogge, nevi e irrigazioni, permette la ricarica della prima falda, tramite la quale può pervenire alle falde profonde.

- Zona di non infiltrazione alle falde, sempre nella parte alta della pianura, costituita dalle aree in cui affiora il substrato roccioso impermeabile o dove è presente una copertura argillosa (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio antico).
- Zone ad alimentazione mista, nella zona centrale e meridionale della pianura, in cui le falde superficiali sono alimentate da infiltrazioni locali, ma non trasmettono tale afflusso alle falde più profonde, dalle quali sono separate da diaframmi poco permeabili. Quest'area corrisponde alla massima parte della pianura.
- Zona di interscambio tra falde superficiali e profonde, in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, soprattutto del fiume Po.

L'identificazione di quattro superfici di discontinuità stratigrafica di estensione regionale, rappresentanti limiti di Sequenze Deposizionali, corrispondenti a delle tappe fondamentali nell'evoluzione del bacino, ha consentito di individuare ed attribuire al Pleistocene quattro unità stratigrafiche denominate Unità A, Unità B, Unità C, Unità D.

Le unità A, B, C, D sono state equiparate a corpi geologici di notevole estensione areale che costituiscono un dominio dello spazio fisico in cui ha sede un sistema idrogeologico distinto. Nel complesso, l'insieme delle unità idrostratigrafiche principali costituisce una successione di corpi sedimentari acquiferi (Gruppi Acquiferi) costituiti a loro volta da corpi sedimentari acquiferi di rango e dimensioni inferiori (Complessi Acquiferi).

I Gruppi Acquiferi vengono così distinti:

Gruppo Acquifero A

Nel Gruppo Acquifero A rientrano le litologie più grossolane; il gruppo è prevalentemente rappresentato da ghiaie e ghiaie grossolane, poligeniche a matrice sabbiosa da media a molto grossolana; sono molto subordinati gli intervalli sabbiosi, con sabbia giallastra, da media a molto grossolana, spesso ciottolosa. Il Gruppo Acquifero A è il primo presente a partire dal piano campagna nella media e bassa pianura e corrisponde alle zone dei fondovalle principali nella zona dell'alta pianura.

Gruppo Acquifero B

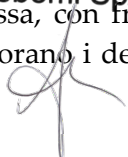
E' rappresentato da una successione di sedimenti, costituiti da sabbie medio-grossolane e ghiaie a matrice sabbiosa e caratterizzati da porosità e permeabilità elevate. I sedimenti fini, molto subordinati, sono limitati alla parte bassa della successione con intercalazioni di argilla siltosa e silt di spessore da decimetrico a metrico. Alla base del Gruppo Acquifero B è possibile individuare conglomerati localmente poco cementati ed il Ceppo. Il Gruppo Acquifero B è il primo presente (dal piano campagna) nella zona dell'alta pianura e delle colline moreniche.


Gruppo Acquifero C

Il Gruppo Acquifero C è costituito da sedimenti marini di piattaforma caratterizzati dalla presenza di: argilla siltosa-sabbiosa grigia fossilifera. Si passa quindi ad ambienti transizionali, prima con un sistema litorale a prevalente sabbia grigia fine e finissima, bioturbata, laminata o massiva, fossilifera, quindi a un sistema deltizio a sabbia grigia, media, classata, laminata, a stratificazione media e spessa, con frustoli vegetali. In alcuni ristretti settori dell'alta pianura e delle colline moreniche, laddove affiorano i depositi più antichi, il Gruppo Acquifero C è il primo che si ritrova dal piano campagna.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebem SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 196 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Gruppo Acquifero D

Il Gruppo Acquifero D è rappresentato da una sequenza di facies negativa (Coarsening Upward – CU) caratterizzata da argilla siltosa e silt con intercalazioni di sabbia fine e finissima in strati sottili alla base, sabbia grigia fine e media bioturbata nella parte intermedia e ghiaia poligenica grigia alternata a sabbia nella parte alta.

La suddivisione proposta è ben riconoscibile nella zona di media e bassa pianura, mentre nelle zone di alta pianura terrazzata e collinare la situazione idrogeologica diventa più complessa. In queste aree è possibile che alcuni Gruppi Acquiferi non siano presenti e pertanto i contatti verticali e laterali non seguano la successione completa sopra descritta. Ad esempio, il Gruppo acquifero A può essere assente nelle zone dei terrazzi antichi e presente solo nei fondovalle dei corsi d'acqua principali.

4.2.2 Inquadramento bacino idrogeologico area Oglio-Mincio

All'interno del territorio della provincia di Brescia si possono individuare tre distinte aree: un'area settentrionale a Nord del capoluogo, dominata dagli affioramenti del substrato roccioso e dai depositi glaciali degli apparati morenici dei laghi di Garda e di Iseo (area non d'interesse per la presente relazione); un'area centrale, occupata dai terrazzi fluvio-glaciali del Pleistocene medio e superiore e dai rilievi di Pievedizio, Capriano del Colle, Castenedolo e Ciliverghe e un'area meridionale occupata dai depositi fluvio-glaciali würmiani.

La struttura idrogeologica della pianura bresciana è determinata essenzialmente dagli eventi glaciali e dagli eventi alluvionali legati ai corsi d'acqua maggiori. Nella pianura i corsi d'acqua hanno un andamento prevalente nord-sud; procedendo da ovest ad est sono presenti il Fiume Oglio, emissario del Lago d'Iseo, il Fiume Strone, che confluisce nell'Oglio presso Ponteviso, il Fiume Mella che, dalla Val Trompia, scende fino a confluire nell'Oglio poco a Sud di Pralboino, il Torrente Garza e il Fiume Chiese che ha andamento Nord-Sud e confluisce nell'Oglio presso Acquanegra (MN).

Il settore nord-occidentale della pianura è caratterizzato dall'anfiteatro morenico del lago d'Iseo, al di sotto del quale si trovano consistenti depositi ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici che poggiano direttamente sul substrato roccioso ad oltre 100 metri di profondità, ricollegabili agli scaricatori glaciali prewürmiani del lago d'Iseo. Il solco dello scaricatore principale del sistema morenico del Sebino è attualmente percorso dal fosso Longarone.


La pianura nord-orientale discende dall'evoluzione glaciale e postglaciale del ghiacciaio benacense e degli antichi scaricatori fluvio-glaciali, che ha costituito le cerchie moreniche dell'anfiteatro del Garda, caratterizzate da un'elevata impedenza idraulica e scarsa circolazione idrica sotterranea.

La pianura alluvionale è costituita da sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici nella porzione settentrionale dell'area con transizione a sedimenti via via più fini, sabbiosi e limoso-argillosi, nel settore centromeridionale. Le strutture idrogeologiche più rilevanti sono connesse agli antichi alvei dei corsi d'acqua (paleoalvei) e ad un innalzamento dell'unità villafranchiana, che risulta formare una "dorsale" sepolta che attraversa la pianura bresciana con direzione SO-NE da Orzinuovi a Mazzano, passando per Mairano e per i colli di Pievedizio, Capriano, Castenedolo e Ciliverghe.

In corrispondenza del paleoalveo del fiume Mella l'unità villafranchiana risulta erosa e sostituita da depositi prevalentemente conglomeratici per uno spessore complessivo di 150 m; dal punto di vista idrogeologico tale paleoalveo è sede di acquiferi più rilevanti rispetto a quelli dell'unità villafranchiana.

Società di Progetto
Brehemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 197 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Il paleoalveo del fiume Chiese (situato tra Calvisano e Gottolengo) ha un'apparente maggiore estensione laterale rispetto a quella verticale e sembra riferibile ad un'epoca più recente venendo ad interessare solo i depositi più superficiali e non l'unità villafranchiana.

L'elevata permeabilità dell'area di pianura è determinata dalla porosità e gli acquiferi presentano generalmente un'elevata potenzialità; la vulnerabilità varia da alta a media in relazione alla granulometria dei livelli superficiali. Nell'ambito dei depositi alluvionali si evidenzia che il deflusso della falda freatica ha direzione prevalente nord-sud; in corrispondenza dell'alveo del Mella è presente un asse di drenaggio, mentre nel territorio fra Castenedolo e Rezzato si osserva un asse di alimentazione.

I livelli freatici mostrano due massimi: l'uno primaverile (aprile-maggio) legato essenzialmente ai cicli meteorici; l'altro autunnale (settembre-ottobre), più accentuato, risultante dalla sommatoria dei fattori meteorico e irriguo.

Nell'area di pianura è riconosciuta una serie idrogeologica definita dalle seguenti unità:

- *Unità ghiaioso-sabbiosa.* Questa unità, in cui spesso è contenuta la prima falda, è costituita dalle ghiaie e dalle sabbie dei sedimenti alluvionali recenti e di quelli fluvioglaciali würmiani;
- *Unità a conglomerati e fluvioglaciale Mindel-Riss.* Trattasi di una successione di conglomerati, sabbie, arenarie e rare ghiaie, con scarse intercalazioni argillose, che si rinviene, a profondità varie, nella fascia di pianura bresciana più vicina ai rilievi prealpini dove può raggiungere una potenza di 250 m. Verso sud si osserva una graduale riduzione di spessore dei conglomerati che fanno transizione a sabbie, ghiaie e prevalenti argille attribuibili alle diverse fasi glaciali del Pleistocene medio (unità idrogeologica fluvioglaciale Mindel-Riss);
- *Unità Villafranchiana,* costituita da depositi continentali formati da limi, limi sabbiosi e argillosi con intercalazioni di sabbie e rare ghiaie. Più in basso fanno seguito i sedimenti del Pleistocene inferiore di origine marina. L'unità villafranchiana costituisce il substrato degli acquiferi superficiali più produttivi;
- *Substrato roccioso indifferenziato,* costituito da rocce mesozoiche e cenozoiche che affiorano lungo il margine settentrionale della pianura e sporadicamente nella zona occupata dall'anfiteatro morenico del Sebino (M. Orfano, rilievi presso Borgonato ecc.). In prossimità delle aree di affioramento il substrato si rinviene a profondità variabili tra i 30 e i 100 metri, poi, procedendo verso Sud, si approfondisce al disotto del potente livello quaternario. Il substrato contiene talora falde idriche limitate ma di buona qualità.

L'andamento della piezometria nella provincia di Brescia mostra numerosi assi di drenaggio, direzione preferenziale di scorrimento da Nord a Sud e cadenti piezometriche con valori costanti dall'1 ‰ al 2 ‰.

Dalla Figura che segue si osserva come la superficie di falda, nel territorio interessato dal tracciato in progetto, si attesti intorno ai 115 m s.l.m..

Società di Progetto
Brebemi SpA



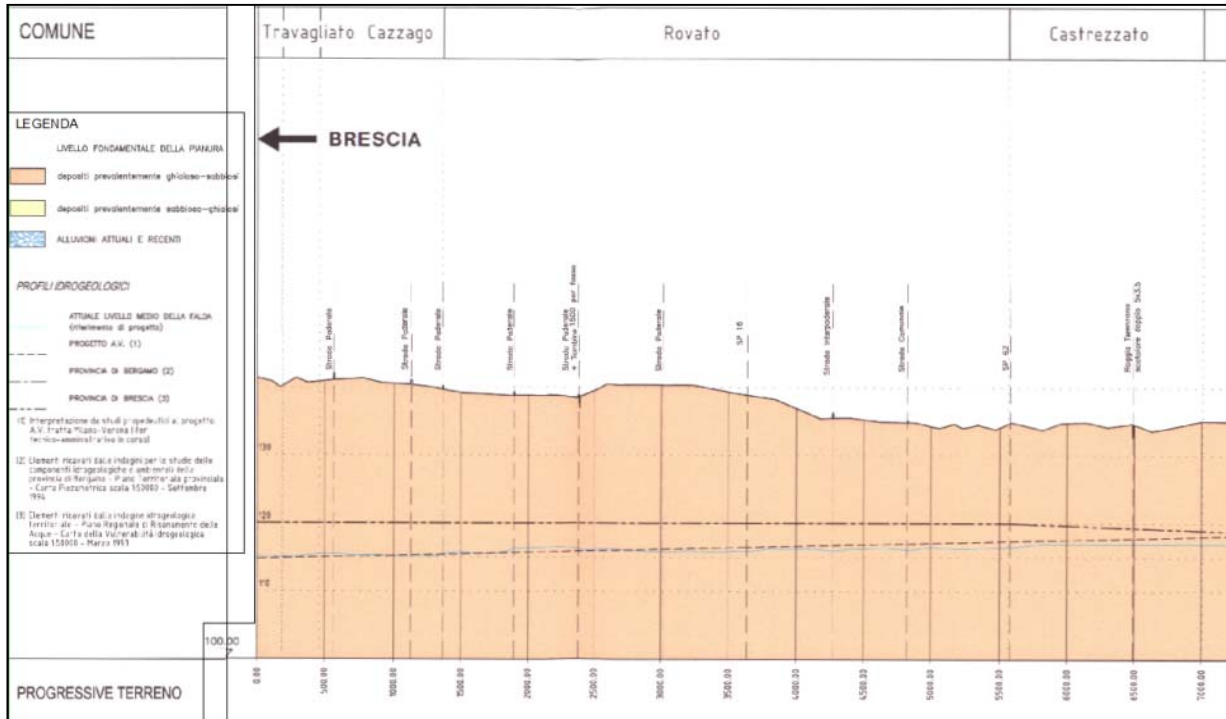


Figura 4-19 – Profilo idrogeologico

Lungo tutto il tratto in progetto sono stati installati 27 piezometri (alcuni dei quali, nel corso degli anni, sono andati fuori esercizio), in corrispondenza dei quali sono state eseguite, negli anni 1992, 2002, 2004, 2007-2009, serie di letture periodiche della posizione della superficie piezometrica.

A scala generale, si ricava che, lungo il tracciato la soggiacenza media è sempre superiore a 9 m, come esposto nella figura che segue.

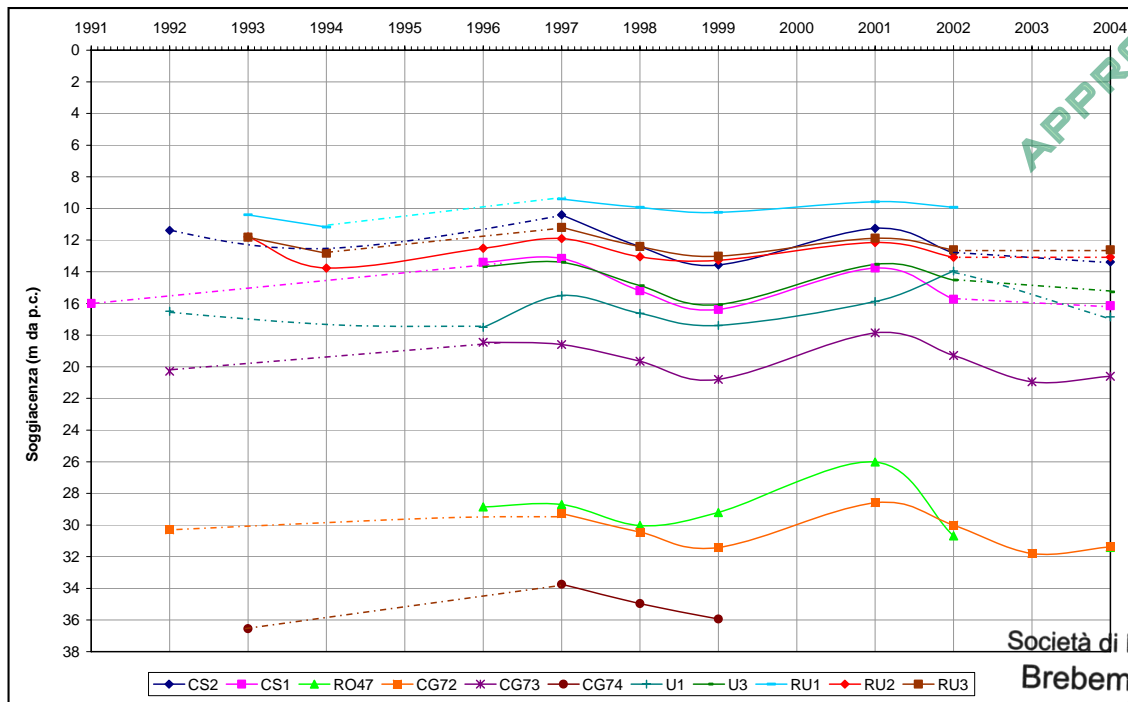



Figura 4-20 – Andamento dei livelli piezometrici lungo il Raccordo alla Tangenziale di Brescia

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 199 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

4.2.3 Corpi idrici sotterranei

In base a quanto previsto dalla normativa vigente, Regione Lombardia, in collaborazione con ARPA Lombardia, ha provveduto nell'anno 2009 all'identificazione dei corpi idrici sotterranei.

La procedura per l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei ha avuto avvio dall'identificazione dei Complessi Idrogeologici (sette tipologie, partendo dal quadro di riferimento nazionale "Carta delle risorse idriche sotterranee di Mouton"). All'interno dei Complessi Idrogeologici individuati sono stati identificati gli acquiferi sulla base di considerazioni di natura idrogeologica ed in particolare sulla base dei flussi significativi e dei quantitativi significativi.

Successivamente si è proceduto all'identificazione dei corpi idrici sotterranei, sulla base di criteri di tipo fisico e dei confini idrogeologici derivanti dalla suddivisione della pianura lombarda in bacini ad opera dell'azione prevalentemente drenante che i corsi d'acqua principali (Sesia, Ticino, Adda, Oglio, Mincio) esercitano sulla falda. Come previsto dal D. Lgs. 30/2009, se il corpo idrico sotterraneo alla scala di riferimento può essere accuratamente descritto, esso coincide con l'acquifero; viceversa è necessario applicare una ulteriore suddivisione tenendo conto dei confini idrogeologici, degli spartiacque sotterranei e delle linee di flusso. Pertanto, sulla base dell'identificazione delle quattro superfici di discontinuità stratigrafica (sequenze deposizionali corrispondenti alle tappe dell'evoluzione del bacino), delle Unità A, B, C, D (corpi geologici di notevole estensione areale) e della fascia dei fontanili (che delinea la transizione tra Alta e Bassa Pianura), è stato possibile individuare cinque Sistemi Acquiferi:

- Sistema Acquifero Superficiale di Pianura
- Sistema del Secondo Acquifero di Bassa Pianura
- Sistema Acquifero Profondo di Pianura
- Sistema di Fondovalle
- Sistema Collinare e Montano

All'interno di essi sono stati individuati venti Corpi Idrici e tre Sistemi Idrogeologici afferenti al Sistema collinare e montuoso. In particolare, vengono evidenziati i corpi idrici d'interesse:

- GWB-A5A: Bacino Oglio-Mincio di Alta Pianura - Acquifero A+B;
- GWB-A5B: Bacino Oglio-Mincio di Bassa Pianura - Acquifero A;
- GWB-A5O: Bacino Oglio-Mincio Oltrepò Mantovano - Acquifero A;
- GWB-B5B: Bacino Oglio-Mincio di Bassa Pianura - Acquifero B;
- GWB-C0U: Unico corpo idrico costituito dal gruppo acquifero multistrato C.

4.2.4 Qualità delle Acque Sotterranee


La normativa sulla tutela delle acque superficiali e sotterranee trova il suo principale riferimento nella Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

Il D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 norme in materia ambientale, con le sue successive modifiche ed integrazioni, recepisce formalmente la Direttiva 2000/60/CE, abrogando il previgente decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. A seguito dell'approvazione del D. Lgs. 152/06, sono stati emanati alcuni decreti attuativi riguardanti la tipizzazione e l'individuazione dei corpi idrici, l'analisi delle pressioni, i criteri per il monitoraggio e per la classificazione.

La Direttiva 2000/60/CE rafforza inoltre la consapevolezza che le acque sotterranee sono una riserva strategica difficilmente rinnovabile e risanabile. In tale contesto, la Direttiva 2006/118/CE "Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento", recepita a livello nazionale con il decreto

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 200 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

legislativo 16 marzo 2009, n. 30, esplica e definisce gli elementi per la definizione del buono stato chimico e quantitativo delle acque sotterranee.

La Regione Lombardia, con l'approvazione della Legge Regionale 12 dicembre 2003, n. 26, ha indicato il "Piano di gestione del bacino idrografico" come strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, attraverso un approccio che integra gli aspetti qualitativi e quantitativi, ambientali e socio-economici. Il Piano di gestione, che prevede come riferimento normativo nazionale ancora il D. Lgs. 152/99, è costituito dall'Atto di indirizzi per la politica di uso e tutela delle acque e dal Programma di tutela e uso delle acque (PTUA).

Più recentemente, in attuazione della Direttiva 2000/60/CE, L'Autorità di Bacino del fiume Po ha adottato il "Piano di Gestione per il Distretto idrografico del fiume Po" che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate le misure finalizzate a garantire la corretta utilizzazione delle acque e il perseguimento degli scopi e degli obiettivi ambientali stabiliti dalla Direttiva 2000/60/CE.

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 febbraio 2013 è l'atto formale che completa l'iter di adozione del Piano di Gestione del Distretto idrografico Padano.

I Piani di tutela adottano le misure atte a conseguire gli obiettivi seguenti entro il 22 dicembre 2015:

- mantenimento o raggiungimento per i corpi idrici superficiali e sotterranei dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato "buono";
- mantenimento, ove già esistente, dello stato di qualità "elevato";
- mantenimento o raggiungimento degli obiettivi di qualità per specifica destinazione per i corpi idrici ove siano previsti.

La normativa prevede inoltre la possibilità di differimento dei termini per il conseguimento degli obiettivi – proroga al 2021 o al 2027 – a condizione che non si verifichi un ulteriore deterioramento e che nel Piano di Gestione siano fornite adeguate motivazioni e l'elenco dettagliato delle misure previste.

Vi è inoltre la possibilità di fissare obiettivi ambientali meno rigorosi – deroga – nei casi in cui, a causa delle ripercussioni dell'impatto antropico o delle condizioni naturali non sia possibile o sia esageratamente oneroso il loro raggiungimento.

Nel vigente Piano di Gestione, per la Lombardia è stata prevista la proroga al 2021 o al 2027 degli obiettivi su alcuni corpi idrici per i quali la situazione appare più compromessa a causa delle numerose pressioni di varia origine.


Nel 2009 ARPA Lombardia ha avviato il monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee, secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva Acque (2000/60/CE). Il monitoraggio, che si basa su cicli sessennali, si è concluso nel 2014 e sta portando alla revisione del Piano di Gestione del distretto idrografico Padano, previsto per il 2015.

Anche i dati relativi al monitoraggio effettuato nel 2013, ora validati e disponibili, sono utilizzati per la classificazione di stato di ciascun corpo idrico superficiale e sotterraneo presente nella nostra regione.

In Lombardia è presente un'elevata concentrazione di attività civili, industriali, zootecniche e agricole che, in relazione alle modalità di occupazione e di uso del suolo ed allo smaltimento dei rifiuti solidi e liquidi, rappresentano un rilevante potenziale di contaminazione delle risorse idriche sotterranee. Il sistema acquifero della Pianura Padana rappresenta la principale fonte di approvvigionamento

Società di Progetto
Briobem SpA

APPROVATO SDR

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 201 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

idropotabile per le comunità insediate e viene utilizzato in modo rilevante anche per l'agricoltura e per l'industria.

Per le favorevoli condizioni idrogeologiche, di trasmissività e di qualità delle acque sotterranee, i prelievi più importanti per usi idropotabili si hanno nei settori di alta pianura in cui, però, si collocano anche i più grandi centri urbani, la maggiore densità di popolazione e le produzioni industriali ed agricole più fiorenti. Ciò comporta una pericolosa sovrapposizione geografica tra i principali insediamenti abitativi e produttivi e le aree di più diffuso prelievo delle acque sotterranee.

La perdita di qualità di una falda idrica può essere determinata, oltre che dallo sversamento di sostanze inquinanti, anche dalla diminuzione in volume della risorsa. In questo caso l'abbassamento della piezometrica produce indirettamente delle modificazioni ambientali: ad esempio, in acquiferi di pianura, forti prelievi possono determinare il richiamo di acque superficiali inquinate in acquiferi profondi non inquinati.

Le acque immesse nelle reti di distribuzione ad utilizzo potabile nella Pianura Padana provengono per la quasi totalità dal sottosuolo (oltre il 90%). Da anni, in seguito all'aggravarsi delle condizioni qualitative delle falde superficiali, l'attingimento avviene più in profondità in acquiferi "protetti", in grado cioè di poter assicurare (salvo opportuni trattamenti prima del consumo umano) le caratteristiche richieste dalle leggi vigenti.

Recentemente, tuttavia, sono state numerose le emergenze e le deroghe alle disposizioni vigenti per la presenza di sostanze indesiderabili e nitrati che, nei casi più gravi, hanno portato alla chiusura di pozzi in aree contaminate da erbicidi (molinate o bentazone) o da sostanze di origine industriale (composti organo-alogenati).

Le sostanze più frequentemente responsabili delle situazioni di inquinamento estese alla Pianura Padana appartengono principalmente ai seguenti quattro gruppi: composti organo-clorurati, metalli pesanti, nitrati e fitofarmaci. I primi due gruppi sono essenzialmente legati a sversamenti puntuali di natura industriale, mentre gli altri due fanno riferimento a situazioni di tipo estensivo legate all'uso agricolo e zootecnico dei suoli. Sono inoltre comparse nei pozzi ad uso potabile nella fascia centro-meridionale della pianura sostanze indesiderate quali l'arsenico.

4.2.4.1 La rete di monitoraggio regionale

La rete di monitoraggio ARPA si configura ad oggi come rete per il monitoraggio di sorveglianza (ai sensi del D. Lgs 30/09). Il monitoraggio di sorveglianza (da condurre durante ciascun ciclo di gestione del bacino idrografico, previsto ogni 6 anni), viene effettuato nei corpi idrici sotterranei o gruppi di corpi idrici sotterranei sia a rischio che non a rischio di raggiungimento dell'obiettivo di qualità di buono stato chimico.

La rete regionale delle acque sotterranee comprende 468 punti per il monitoraggio qualitativo e 390 punti per il monitoraggio quantitativo. Su alcuni punti vengono effettuate entrambe le tipologie di monitoraggio.

Società di Progetto
Brebemi SpA



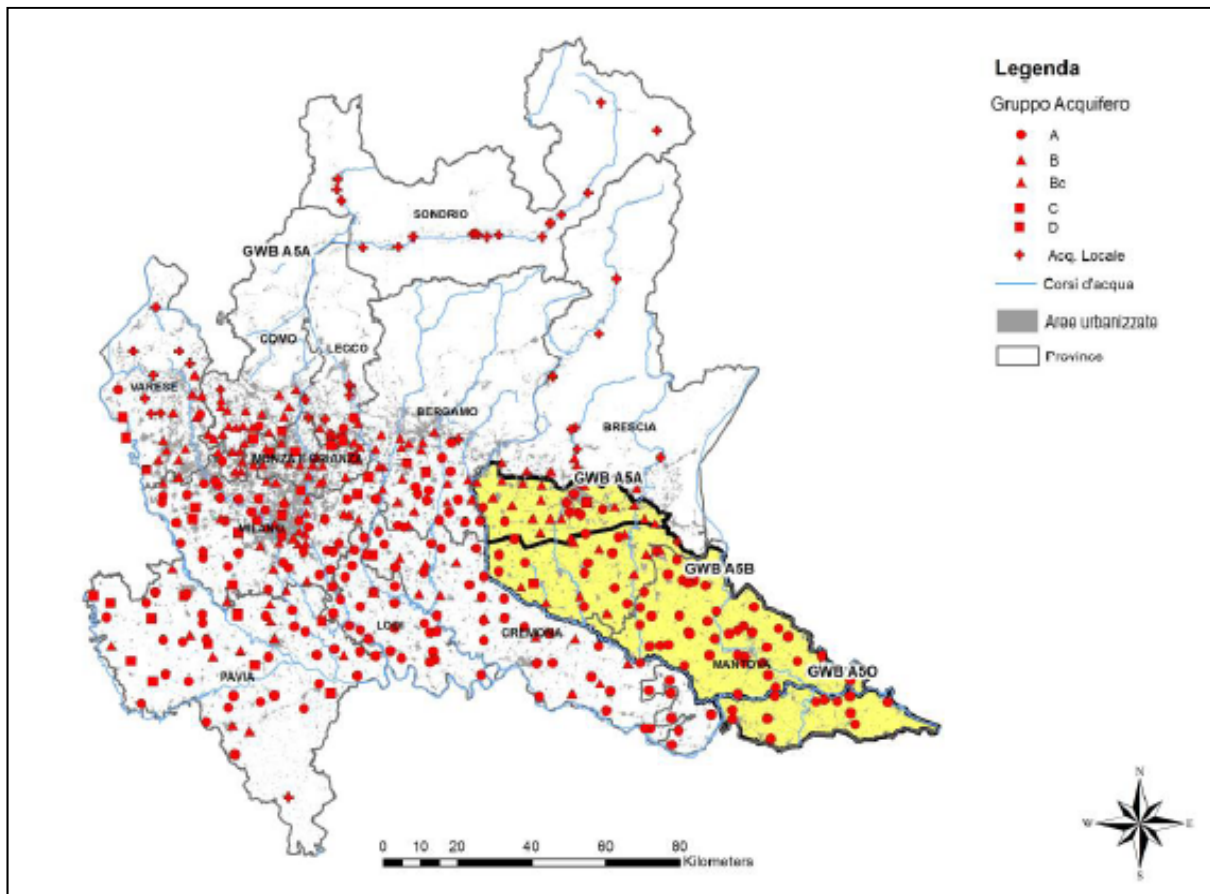


Figura 4-21 – Rete regionale qualitativa monitoraggio acque sotterranee (Fonte: Arpa Lombardia)

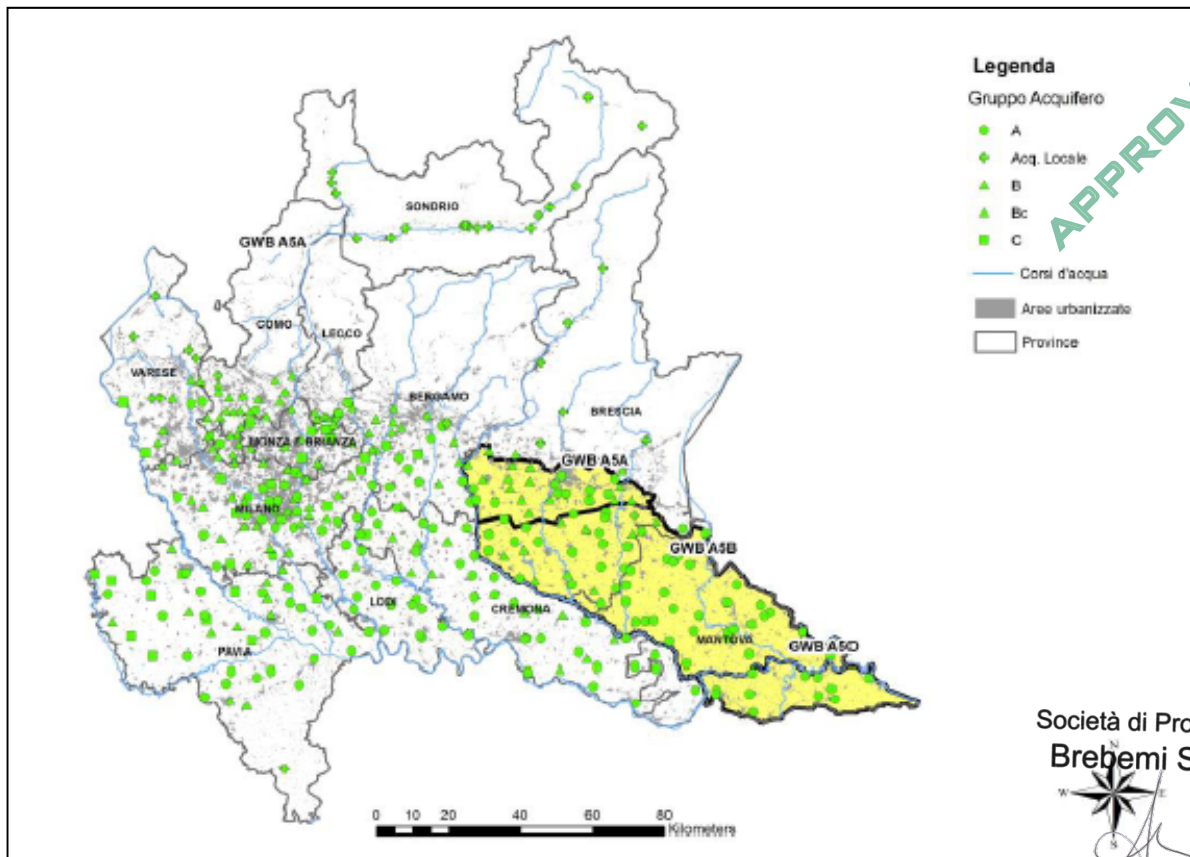
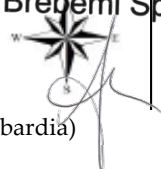



Figura 4-22 – Rete regionale quantitativa monitoraggio acque sotterranee (Fonte: Arpa Lombardia)

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 203 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

La definizione dello Stato Chimico delle Acque Sotterranee (SCAS) è basata sul monitoraggio delle seguenti tipologie di sostanze:

- inquinanti soggetti a standard di qualità individuati a livello comunitario (Tabella 2, Allegato 3 – D. Lgs. 30/09);
- inquinanti soggetti a valori soglia individuati a livello nazionale (Tabella 3, Allegato 3 – Dlgs 30/09).

L'adeguamento del monitoraggio a quanto previsto dal D. Lgs. 30/09 ha quindi portato – rispetto al passato – ad una integrazione dei profili analitici (con la ricerca di alcune sostanze in precedenza non previste). I parametri chimici monitorati sono raggruppabili nelle seguenti categorie:

- Parametri generali
- Metalli
- Inquinanti inorganici
- Policiclici aromatici
- Alifatici clorurati cancerogeni
- Alifatici clorurati non cancerogeni
- Alifatici alogenati cancerogeni
- Nitrobenzeni
- Clorobenzeni
- Pesticidi
- Diossine e furani
- Composti organici aromatici

Sui punti appartenenti ai vari corpi idrici sotterranei è prevista la determinazione dei parametri delle categorie sopra-descritte attraverso due campionamenti all'anno (una campagna primaverile e una campagna autunnale).

I profili analitici, per ciascun punto (o gruppi di punti) della rete, sono definiti sulla base delle pressioni gravanti sul territorio, della struttura idrogeologica, delle proprietà chimico-fisiche dei contaminanti e dei risultati dei monitoraggi relativi agli anni precedenti.

Le reti di monitoraggio delle acque sotterranee relative all'area idrogeologica Oglio-Mincio e Oltrepò Mantovano (anno 2013) sono costituite da 111 punti di monitoraggio qualitativo e da 100 punti di monitoraggio quantitativo. I punti appartengono ai seguenti corpi idrici:

- GWB-A5A: Bacino Oglio-Mincio di Alta Pianura - Acquifero A+B;
- GWB-A5B: Bacino Oglio-Mincio di Bassa Pianura - Acquifero A;
- GWB-A5O: Bacino Oglio-Mincio Oltrepò Mantovano - Acquifero A;
- GWB-B5B: Bacino Oglio-Mincio di Bassa Pianura - Acquifero B;
- GWB-C0U: Unico corpo idrico costituito dal gruppo acquifero multistrato C.


4.2.4.2 La rete di monitoraggio provinciale

Le reti di monitoraggio delle acque sotterranee della provincia di Brescia (anno 2012) sono costituite da 65 punti di monitoraggio qualitativo (Figura 4-23) e da 62 punti di monitoraggio quantitativo (Figura 4-24); 41 punti di monitoraggio sono comuni alle due reti.

I punti di monitoraggio sono costituiti da pozzi (circa l'80%) e da piezometri e risultano appartenere ai seguenti corpi idrici:

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebem SpA



- poco meno della metà al Bacino Oglio-Mincio di Alta Pianura - Acquiferi A e B;
- il 17% circa al Bacino Oglio-Mincio di Bassa Pianura - Acquifero A
- il 23% circa al Bacino Oglio-Mincio di Bassa Pianura - Acquifero B
- i restanti punti appartengono ai Fondovalle Valcamonica, Valtrompia, e Valsabbia, ed al gruppo acquifero multistrato C.

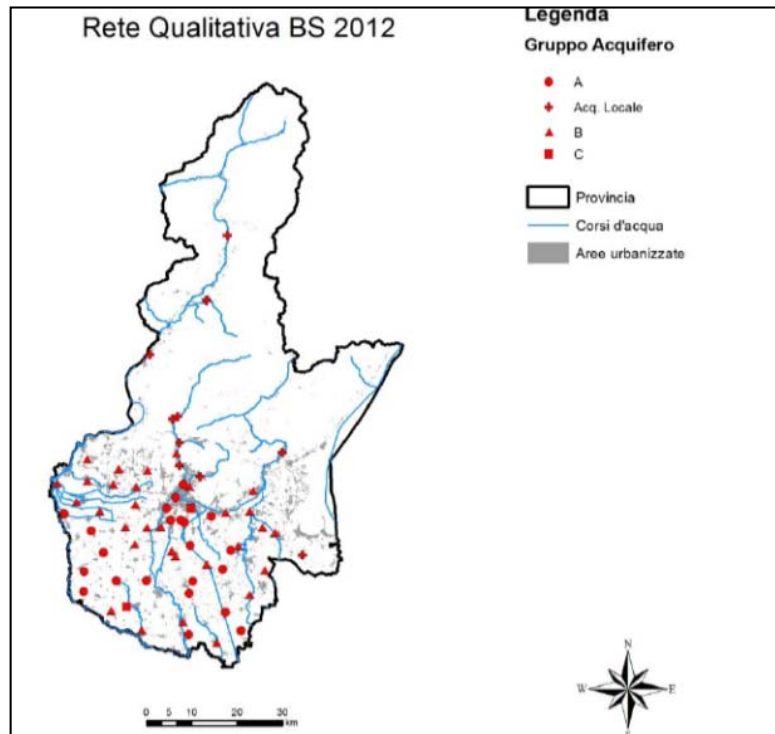


Figura 4-23 – Rete provinciale qualitativa monitoraggio acque sotterranee (Fonte: Arpa Lombardia)

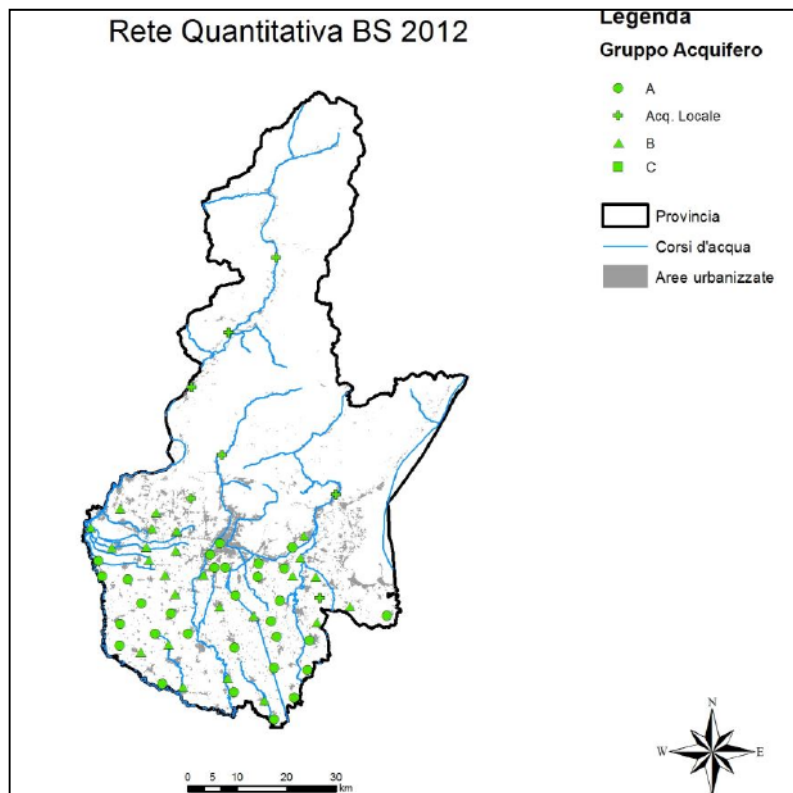


Figura 4-24 – Rete provinciale quantitativa monitoraggio acque sotterranee (Fonte: Arpa Lombardia)

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



La provincia di Brescia è altamente urbanizzata ed industrializzata per cui gravano sul territorio forti pressioni, tra le quali:

- Scarichi fognari non depurati in corpo idrico superficiale
- Contaminazioni locali per perdite in falda
- Scarichi abusivi in corpo idrico superficiale
- Prelievi ad uso irriguo
- Prelievi ad uso industriale
- Derivazioni idroelettriche
- Aree di bonifica
- Discariche
- Scarichi su suolo (es. fanghi di depurazione non a norma) e nel sottosuolo
- Spargimento di fitofarmaci in agricoltura/florovivaismo
- Spargimento di liquami zootecnici in agricoltura/florovivaismo

4.2.4.3 Lo stato delle acque sotterranee

I risultati dei monitoraggi eseguiti in corrispondenza dell'area di studio sono stati estrapolati dal "Rapporto annuale 2012 dello Stato delle Acque sotterranee della Provincia di Brescia" di Arpa Lombardia Dipartimento di Brescia del Settembre 2013.

Lo stato chimico delle acque sotterranee del territorio della provincia di Brescia relativamente ai punti monitorati nel triennio 2009, 2010, 2011, disponibili per i Comuni dell'Area Vasta, è riportato nella tabella che segue.

Per ciascun punto della rete di monitoraggio, accanto all'indice sintetico sono riportati gli inquinanti causa di "attenzione" e causa dell'abbassamento dello SCAS in classe 4 ("scarso").

Comune	Codice	Anno	SCAS	SCAS (tiene conto della classe 0)	Cause attenzione (75%limi<val<lim)	Cause SCAS scarso	Contaminazione di presunta origine naturale superiore ai limiti
Castegnato	PO0170400RC511	2009	3	3	Nitrati TCE		
		2010	4	4	Nitrati, Composti organo-alog.	TCE	
		2011	4	4	Nitrati PCE	TCE, Atrazina desetil	
Cazzago San Martino	PO0170460UC048	2009	3	3	Nitrati		
		2010	3	3	Nitrati		
		2011	3	3	Nitrati		
Travagliato	PO0171880UC033	2009	4	4	Nitrati, PCE	Composti organo-alog	
		2010	4	4	Nitrati	PCE	
		2011	3	3	Nitrati		

Tabella 4-3 - Stato chimico delle acque sotterranee (SCAS) Comuni Area Vasta anni 2009-2010-2011.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Lo SCAS relativo all'anno 2012 per i punti della rete di monitoraggio qualitativo è riportato nella tabella che segue:

Comune	Codice	SCAS	SCAS (tiene conto della classe 0)	Cause attenzione (75%limi<val<lim)	Cause SCAS scarso	Contaminazione di presunta origine naturale superiore ai limiti
Castegnato	PO0170400RC511	4	4	Nitrati TCE Propanil	PCE	
Cazzago San Martino	PO0170460UC048	3	3	Nitrati		
Travagliato	PO0171880UC033	4	4	Nitrati	PCE	

Tabella 4-4 - Stato chimico delle acque sotterranee (SCAS) Comuni Area Vasta anno 2012.

In generale, per i punti di monitoraggio di tutta la provincia, nessun pozzo o piezometro monitorato attinge acque classificabili in classe 1 "impatto antropico nullo o trascurabile e pregiate caratteristiche idrochimiche".

Nel quadriennio 2009-2012, il 50% delle acque sono risultate classificabili in classe 4, il 25 % in classe 3 ed il restante 25% in classe 2. Nel tempo la classificazione assegnata ai punti della rete è rimasta inalterata nel 47% dei casi, di cui il 61% appartenente alla classe 4.

Nel periodo considerato (anni 2009-2012) le cause di origine antropica dello scarso SCAS sono attribuibili nel 18% dei punti rete al tetracloroetilene; seguono il cromo esavalente nel 9%, i nitrati nel 7%, i composti organoalogenati nel 6%.

Nel 2012 è emersa la forte incidenza dei fitofarmaci, riscontrata complessivamente nel 24 % dei casi. Anche la contaminazione di probabile origine naturale da ammonio, arsenico, ferro e manganese influisce pesantemente nel 18 % dei pozzi/piezometri monitorati.

L'inquinamento da tetracloroetilene e da solventi clorurati in generale, impiegati soprattutto nel trattamento superficiale dei metalli, è riscontrato diffusamente nella provincia ed in particolar modo nel capoluogo e nella Val Trompia.

I fitofarmaci sono riscontrati sia in pianura che nel capoluogo e nelle valli (bentazione a Sellero e Gardone VT).

La contaminazione naturale da ammonio, arsenico, ferro e manganese è principalmente localizzata nella bassa pianura.

Relativamente allo SCAS, la causa di attenzione (concentrazioni comprese tra il limite ed il 75% del limite) prevalente è costituita dai nitrati, riscontrati in elevata concentrazione nel 34% dei punti rete, situati prevalentemente nell'alta e nella media pianura, in un'ampia fascia orizzontale che corre dall'est all'ovest bresciano, larga una ventina di chilometri.

In Figura 4-25 sono sintetizzate le classificazioni SCAS del quadriennio 2009-2012, rappresentate in ciascuna delle postazioni monitorate mediante cerchi concentrici con dimensioni crescenti (il cerchio più piccolo rappresenta lo SCAS 2009, quello maggiore lo SCAS 2012).

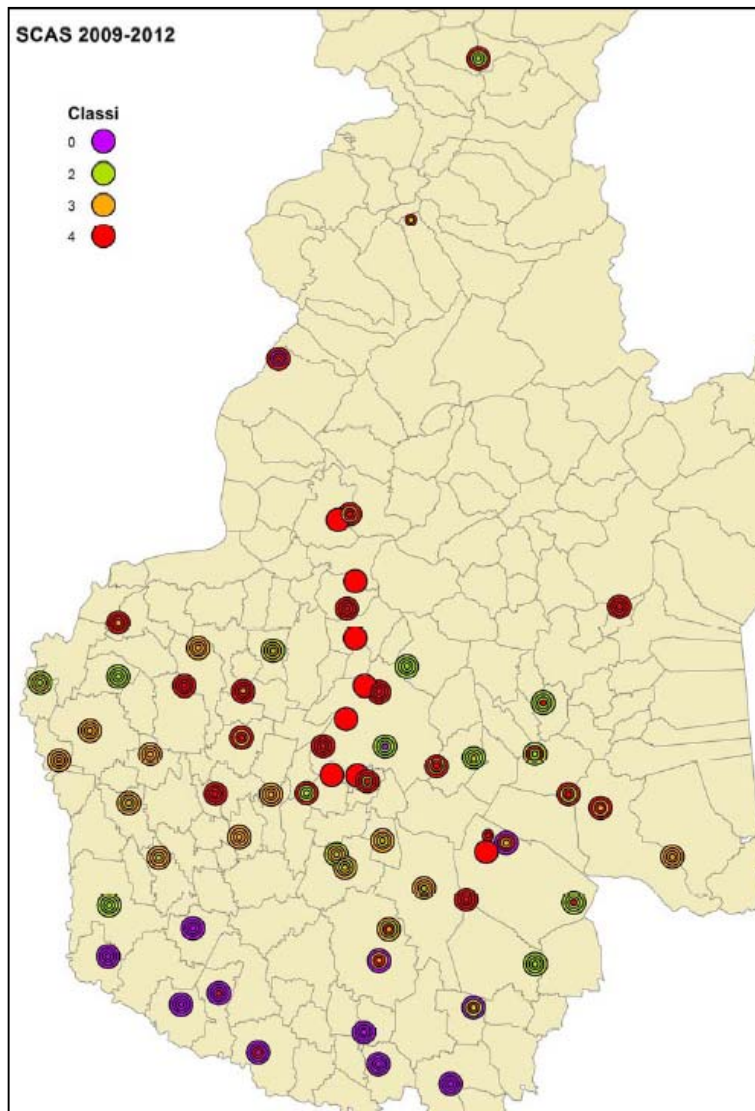


Figura 4-25 – SCAS 2009-2012 (Fonte: Arpa Lombardia)

APPROVATO SDR

In Figura 4-26 è rappresentata, per il quadriennio 2009-2012, l'ampia distribuzione sul territorio provinciale del tetracloroetilene in falda in concentrazioni superiori ai limiti normativi (nella figura è utilizzata la simbologia sopracitata: il cerchio più piccolo è riferito al 2009).

Società di Progetto
Brebemi SpA

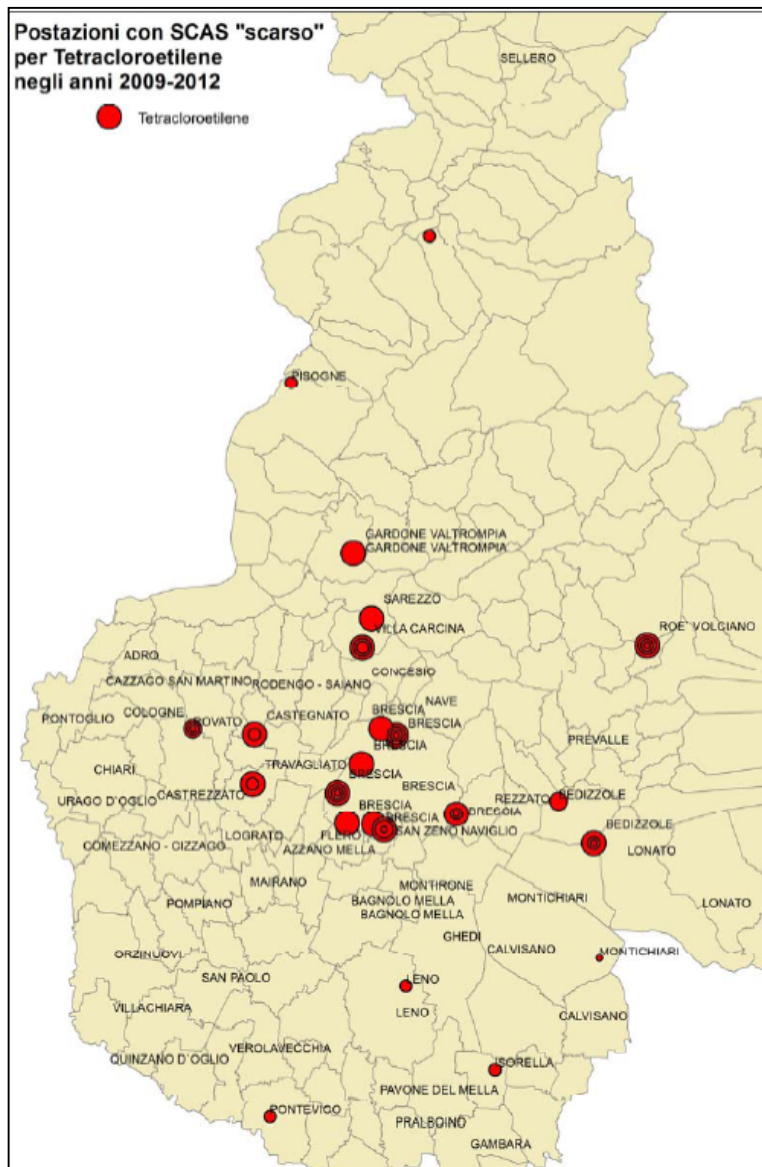


Figura 4-26 – Postazioni con SCAS scarso per TCE anni 2009-2012 (Fonte: Arpa Lombardia)

APPROVATO SDR

In conclusione, lo stato degli acquiferi della Regione Lombardia presenta localmente condizioni di criticità che evidenziano uno stato di degrado delle riserve idriche sotterranee presenti prevalentemente negli strati più superficiali. Tali impatti sull'ambiente dipendono dall'interazione di più fattori:

- pressioni gravanti sul territorio;
- struttura idrogeologica;
- proprietà chimico-fisiche dei contaminanti e loro tossicità, mobilità e solubilità.

Alcune contaminazioni hanno origini storiche, perché strettamente legate alla geologia del territorio (oligoelementi e metalli), nonché alle pressioni incidenti riconducibili alle attività industriali (in particolare lavorazioni meccaniche e di trattamento dei metalli), pratiche colturali e inquinamento organico di tipo civile.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Più in particolare le principali problematiche, evidenziate dal monitoraggio delle acque sotterranee nel corso degli anni, riguardano la presenza di composti azotati, fitofarmaci, sostanze farmaceutiche, composti organoalogenati (solventi clorurati), metalli (con particolare riferimento al Cromo esavalente).

I composti azotati e i fitofarmaci sono riscontrabili nelle porzioni della pianura in cui sono più diffuse le attività agro-zootecniche e localmente appare determinante anche l'apporto antropico da fognatura. Tali contaminazioni sono maggiormente diffuse nelle falde superficiali, rispetto a quelle profonde, naturalmente più protette.

Nel caso dei composti organo-alogenati, sostanze dotate di scarsa solubilità in acqua e resistenza alla biodegradazione e quindi caratterizzate da un elevato grado di persistenza, le attuali evidenze sono riconducibili in larga misura agli anni '80 e tutt'oggi emerge lo stato di compromissione qualitativa sia dell'acquifero superiore che inferiore, caratterizzato in particolar modo da elevate concentrazioni prossime ai limiti di legge e riscontrate prevalentemente in alcuni pozzi pubblici e privati nelle province di Varese, Nord Milano e Brescia.

Il solvente dominante è rappresentato dal tetracloroetilene, rintracciabile in particolare con concentrazioni elevate nell'area della Val Trompia (BS) insieme al tricloroetilene, le cui immissioni nell'ambiente sono prevalentemente addebitabili alle attività industriali e produttive.

Per quanto riguarda lo stato qualitativo, l'esame delle quote assolute dei livelli di falda evidenzia una direzione preferenziale di scorrimento della falda da nord a sud e cadenti piezometriche dell'ordine dei 2,5 - 3,5 per mille.

Nel quadriennio 2009-2012 l'altezza della falda ha registrato fluttuazioni anche significative, come evidenziato nei grafici riportati all'interno del rapporto di Arpa (si riporta sotto quello relativo alla postazione più vicina all'area di interesse), rappresentativi delle dinamiche locali in varie aree della provincia.

Il grafico riporta le misure di soggiacenza (statica o dinamica) e le piogge giornaliere cumulate, registrate presso stazioni meteorologiche vicine. Nel grafico la scala relativa alla pioggia (espressa in mm) e alla portata di prelievo (espressa in l/s) è sul lato sinistro, la scala relativa alla soggiacenza (espressa in m) è sul lato destro.

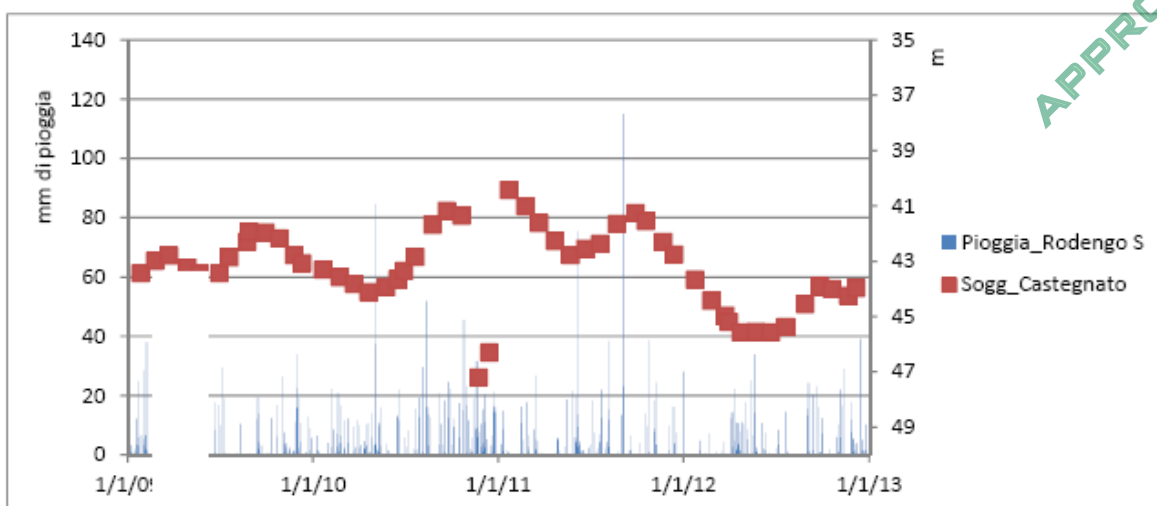



Figura 4-27 – Soggiacenze Piezometro "3M" presso Disc. Boscossella in CASTEGNATO – Pioggia stazione meteo: Rodengo S.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 210 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

4.3 Vulnerabilità acquiferi e acque superficiali

Per vulnerabilità di un acquifero si intende la maggiore o minore facilità con cui esso viene raggiunto dagli eventuali inquinanti liquidi od idroveicolati dalla superficie e la maggiore o minore tendenza a persistervi. Nella valutazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi, gli elementi che entrano in gioco sono:

- caratteristiche idrogeologiche (porosità efficace, permeabilità verticale ed orizzontale, velocità del deflusso idrico sotterraneo) che determinano sia la velocità della percolazione dell'inquinante, sia l'azione autodepurante (capacità di depurazione, filtrazione, adsorbimento, degradazione chimica e biologica, ecc.) dei diversi terreni;
- lo spessore della zona insatura che determina in maniera direttamente proporzionale l'azione depurante dei terreni;
- le caratteristiche tessiturali e di spessore di un'eventuale copertura a bassa permeabilità che può costituire un elemento di protezione per l'acquifero sottostante.

Il suolo protegge l'ambiente, il sistema delle acque profonde e superficiali e le catene alimentari dall'inquinamento, agendo da filtro e da tampone e favorendo le trasformazioni biochimiche. Questa interpretazione esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti idrosolubili in profondità con le acque di percolazione in direzione delle risorse idriche sottosuperficiali.

Come ulteriori approfondimenti, nei paragrafi che seguono si descrivono nel dettaglio le capacità protettive dei suoli interessati dall'opera in esame nei confronti delle acque di scorrimento superficiale e delle acque profonde.

4.3.1 Capacità Protettiva dei Suoli Acque Superficiali

Nel presente paragrafo si definisce la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali all'interno dell'Area di Studio (Figura 4-29).

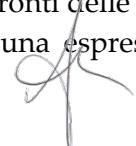
Questa interpretazione esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti con le acque di scorrimento superficiale in direzione delle risorse idriche di superficie.

Gli inquinanti distribuiti sul suolo possono essere trasportati nelle acque che scorrono sulla superficie del suolo stesso, o in soluzione, o adsorbiti sulle particelle solide contenute in tali acque. Come la precedente, anche questa interpretazione ha carattere generale e consente la ripartizione dei suoli in tre classi a decrescente capacità protettiva. Molto spesso il comportamento idrologico dei suoli è tale che a capacità protettive elevate nei confronti delle acque superficiali corrispondono capacità protettive nei confronti delle acque profonde minori e viceversa. Infatti, solo suoli profondi, a granulometria equilibrata e che presentano orizzonti relativamente poco permeabili intorno al metro di profondità, a giacitura pianeggiante hanno contemporaneamente una buona capacità di accettazione delle acque meteoriche ed irrigue e una bassa infiltrabilità profonda.

Le proprietà pedologiche prese in considerazione nel modello interpretativo sono correlate con la suscettività dei suoli a determinare scorrimenti superficiali e fenomeni erosivi: tali proprietà sono gruppo idrologico, indice di runoff superficiale, rischio di inondabilità. Nelle aree di pianura non alluvionabili, dove la pendenza è molto modesta o addirittura inesistente, la capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali è comunque prevalentemente correlata al tipo idrologico dei suoli, che è una espressione sintetica delle modalità e dei tempi di deflusso delle acque di origine meteorica o irrigua.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebem SpA



Per la classificazione dei suoli vengono utilizzate le seguenti tre classi:

E	Capacità Protettiva Elevata
M	Capacità Protettiva Moderata
B	Capacità Protettiva Bassa

Nella figura che segue è riportato lo schema interpretativo ERSAF che considera: il rischio di inondazione, l'indice di run-off (ottenuto da pendenza, permeabilità, coefficiente di saturazione e profondità del suolo).

La classe protettiva è determinata da quella in cui ricade il fattore (parametro) più limitante				
codice limitazione	Classi attitudine ▶	E	M	B
	Parametri ▼	<i>elevata</i>	<i>moderata</i>	<i>bassa</i>
1	Gruppo idrologico	A-B	C	D
2	Indice di runoff superficiale	T-MB	B-M	A-MA
3	Inondabilità	assente o lieve	moderata	alta o molto alta

Figura 4-28 – Schema interpretativo protezione dei Suoli nei Confronti delle Acque Superficiali

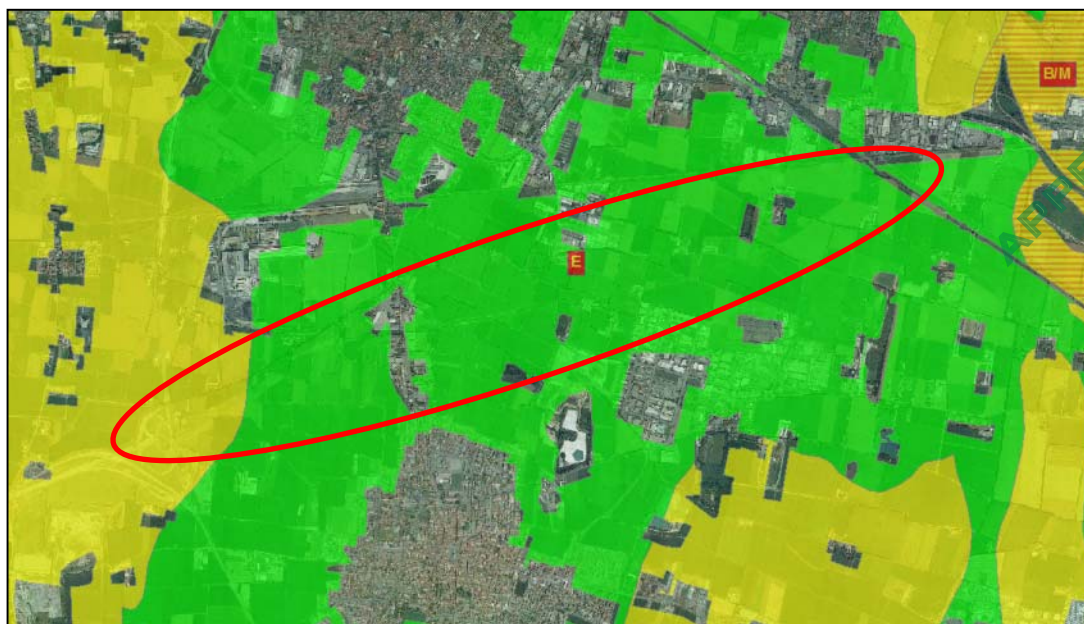








Figura 4-29 – Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali (ERSAF)

Capacità protettiva dei suoli verso le acque superficiali 50k

	E, Elevata
	E/M, Elevata/Moderata
	B/E, Bassa/Elevata
	M, Moderata
	B/M, Bassa/Moderata
	B, Bassa

Come evidenziato in Figura 4-29 e Allegato 06, i suoli dell'Area di Studio ricadono principalmente all'interno della classe E-Elevata e subordinatamente all'interno della classe M-Moderata.

4.3.2 Capacità Protettiva dei Suoli Acque Profonde

Nel presente paragrafo si vuol porre particolare attenzione alla capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde all'interno dell'area di studio (Figura 4-30).

Si tratta di un modello di valutazione che permette di esprimere un giudizio sulle capacità che hanno i suoli delle aree esaminate di difendere la falda acquifera più superficiale, fornendo un'azione di filtro fisico o di tampone chimico nei confronti degli agenti inquinanti trasportati dalle acque di infiltrazione e di provenienza sia agricola che urbana od industriale.

Come già accennato, poiché oggetto di interpretazione sono proprietà intrinseche dei suoli per uno spessore limitato, la capacità protettiva, pur essendone un tassello fondamentale, non esaurisce di per sé il concetto di vulnerabilità di un territorio.

Per la classificazione dei suoli vengono utilizzate le seguenti tre classi:

E	Capacità Protettiva Elevata
M	Capacità Protettiva Moderata
B	Capacità Protettiva Bassa

APPROVATO SDR

Nella figura che segue è riportato lo schema interpretativo ERSAF che tiene conto: della velocità di percolazione delle acque entro il profilo, della profondità della falda e di due caratteri del suolo: il pH (reazione) e la capacità di scambio cationico (CSC).

La classe di attitudine è determinata da quella in cui ricade il fattore (parametro) più limitante				
codice limitazione	Classi attitudine ▶	E	M	B
	Parametri ▼	elevata	moderata	bassa
1	Permeabilità	bassa (classi 4-5-6)	moderata (classe 3)	elevata (classi 1-2)
2	Profondità falda (cm)	>100	50-100 (con perm. bassa)	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con perm. moderata)
3	Granulometria 1°m	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA-SKA Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	FGR-SKF Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	SAB-SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM
4	Inondabilità	assente	lieve	moderata
5	Modificatori chimici pH_H2O ⁽¹⁾ e CSC ⁽¹⁾	pH>5,5 CSC>10	4,5≤pH≤5,5 5≤CSC≤10	pH<4,5 CSC<5

⁽¹⁾ valori di pH e di CSC più alti tra quelli riscontrati entro 100 cm

Figura 4-30 - Schema interpretativo protezione dei suoli nei confronti delle acque profonde

Società di Progetto
Brebemi SpA



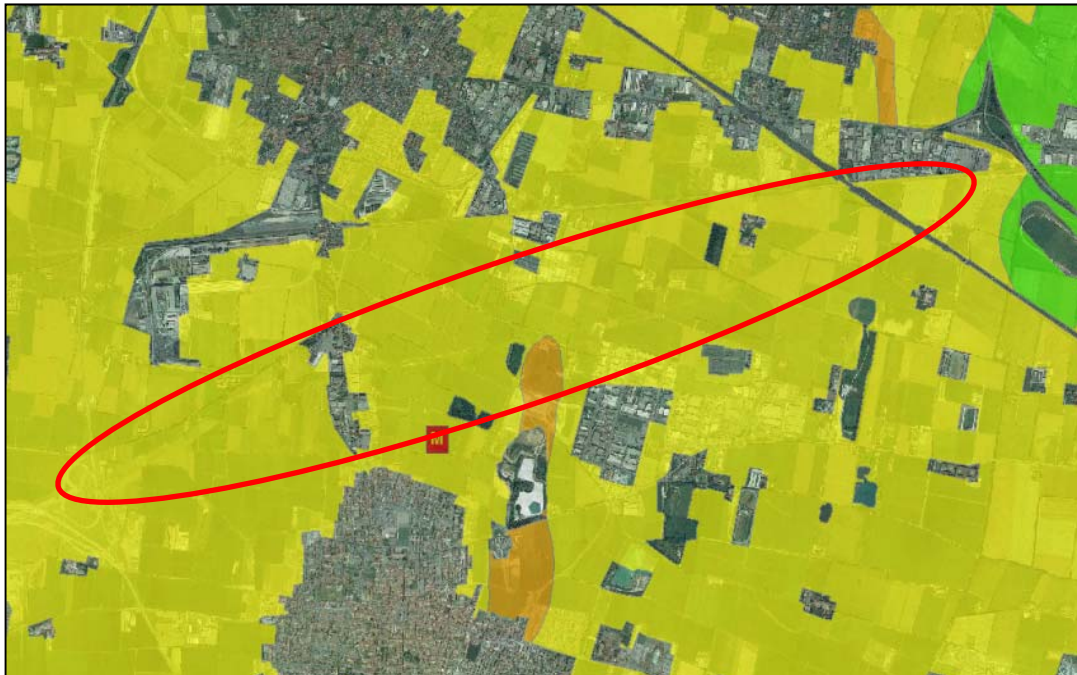
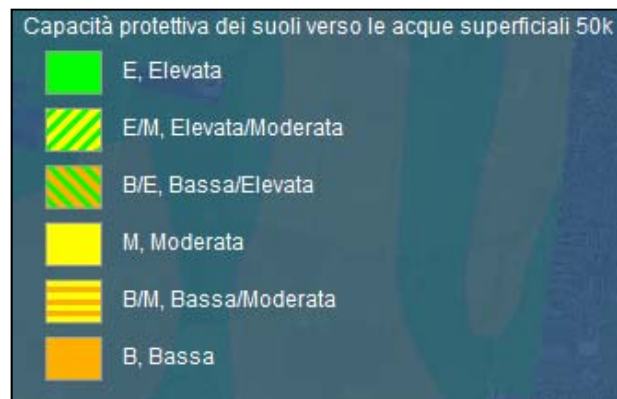


Figura 4-31 - Capacità Protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde



Come evidenziato in Figura 4-29 e Allegato 07, i suoli dell'Area di Studio ricadono principalmente all'interno della classe M-Moderata e subordinatamente nella classe B-Bassa.

4.4 Stima e valutazione impatti sull'ambiente idrico


Il presente capitolo intende mettere in luce gli aspetti che possono avere un impatto negativo sul contesto naturale in cui l'opera stessa va ad inserirsi, con riferimento particolare all'ambiente idrico ma senza tralasciare alcuni aspetti legati alla matrice suolo che sono ad esso strettamente collegati.

Vengono di seguito individuate le attività che comportano una possibilità di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee durante la fase di cantiere e in quella di normale esercizio dell'opera.

Sono quindi in considerazione gli effetti che la realizzazione del progetto potrà determinare sui sistemi a monte e a valle dell'opera in esame quali: utilizzo e/o intercettazione degli acquiferi superficiali e profondi, inquinamento delle acque superficiali.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebini SPA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 214 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Particolare attenzione verrà dedicata alle misure di mitigazione adottate per limitare gli effetti ambientali indesiderati sull'ambiente idrico, specialmente applicabili nelle situazioni sensibili connesse con le fasi di cantiere e di esercizio.

A seconda della natura del terreno, gli inquinanti veicolati da tali acque potranno costituire un impatto sul suolo, sul sottosuolo (nel caso di terreni più permeabili) e nei corpi idrici ricettori superficiali (rete idrografica naturale e sistema di fossi e canali) e sotterranei.

4.4.1 Rapporto Opera-Sistema Idrico Superficiale

Esaminando in dettaglio le tipologie di opere previste dal progetto, date le caratteristiche geo-idrologiche dell'area che condizionano il livello di vulnerabilità di diversi settori posti nell'ambito di interesse, sono state individuate alcune zone caratterizzate da un maggior livello di potenziale interferenza.

L'interazione tra l'opera ed il sistema idrico superficiale si basa fundamentalmente sull'intersezione tra i corsi d'acqua presenti e l'infrastruttura che, in corrispondenza degli stessi, presenta soluzioni progettuali diverse a seconda dell'entità del corpo idrico attraversato.

4.4.1.1 Fase di cantiere

Le attività di cantiere possono provocare impatti sulla qualità delle acque superficiali nel caso di sversamenti accidentali di additivi chimici, idrocarburi, oli minerali, combustibili o scarico di reflui (es. acque di dilavamento dei piazzali, dei mezzi o acque reflue), qualora tali episodi non siano prevenuti grazie ad adeguate disposizioni per le maestranze ed accorgimenti nella fase di installazione dei cantieri (dotazione di sistemi di contenimento e raccolta di eventuali sversamenti).

Il progetto della pista dorsale di cantiere prevede la risoluzione delle interferenze con la rete idrica minore. Le interferenze con il reticolo idraulico irriguo e di bonifica saranno risolte mediante la formazione di canalizzazioni di tipo provvisoriale, da realizzare in modo da garantire la funzionalità idraulica della canalizzazione interferita e la stabilità delle sponde nell'ambito dell'interferenza.

Generalmente tali interferenze sono state risolte mediante la posa di tubazioni in cls, in configurazioni singola, doppia o tripla. Nelle interferenze più rilevanti si è preferito adottare la posa strutture tubolari in lamiera ondulata, tipo Armco.

I criteri applicati sono i seguenti:

- P, interferenza su canale di piccole dimensioni, larghezza < 1.5m - Dimensioni minime del manufatto provvisoriale: D100cm
- M, interferenza su canale di dimensioni medie, larghezza 1.5÷3m - Dimensioni medie del manufatto provvisoriale: affiancamento di 2 tubazioni D100cm
- G, interferenza su canale di grandi dimensioni, larghezza 3÷5m - Dimensioni significative del manufatto provvisoriale: affiancamento di 3 tubazioni D100cm
- G+, interferenza su canale di notevoli dimensioni, larghezza >5m - Dimensioni rilevanti del manufatto provvisoriale: struttura tubolare tipo Armco, LxH = 3400x2400mm (Tubosider T150-RA12 o similari).

Società di Progetto
Brebemi SpA

Le sponde delle sezioni di deflusso in prossimità degli imbocchi delle tubazioni saranno opportunamente stabilizzate con rivestimenti in massi del diametro medio 30 cm, per un'estesa di 2÷5m a seconda della rilevanza del corpo idrico interferito.

Inoltre, tutte le aree interessate dall'installazione dei cantieri, alla loro chiusura, saranno ripristinate per riportare le stesse allo stato preesistente e dove si riscontrasse la presenza di terreno eventualmente contaminato (es. area deposito oli), questo sarà rimosso completamente e smaltito come rifiuto.

Si evidenzia inoltre che tali disposizioni devono anche assicurare che i lavori non ostacolino il libero deflusso delle acque nei corsi d'acqua attraversati dalle opere.

4.4.1.2 Fase di Esercizio

In fase di esercizio la causa principale di possibile inquinamento è costituita dalle acque di dilavamento della piattaforma stradale a seguito di precipitazione piovose, in particolare se successive ad un lungo periodo di siccità. Tali acque, infatti, contengono sostanze inquinanti quali: sostanze depositate dal traffico veicolare (idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti, oli e grassi), sedimenti, cloruri (provenienti dall'impiego di sali di calcio e/o sodio quali anticongelanti stradali), agenti microbiologici.

A titolo di esempio, nella Tabella che segue sono riportati i valori orientativi delle quantità di alcuni inquinanti generati dalla sede autostradale (CIRIA – Construction Industry Research and Information Association, 1994, "Control of Pollution from Highway Drainage Discharges").

Traffico Giornaliero Medio	Solidi (kg/ha/a)	COD (kg O ₂ /ha/a)	NH ₄ -N (kg/ha/a)	Rame (kg/ha/a)		Zinco (kg/ha/a)	
				Totale	Solubile	Totale	Solubile
< 5.000	2.500	250	4	0,4	0,2	0,4	0,2
5.000-15.000	5.000	400	4	0,7	0,3	1	0,5
15.000-30.000	7.000	550	4	1	0,4	2	1
> 30.000	10.000	700	4	3	1,2	5	2,5

Tabella 4-5 - Quantità di inquinanti generati da una sede autostradale

Risulta quindi pienamente condivisibile la scelta operata in fase di progetto di prevedere un sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque che restituisca al corpo idrico ricettore un'acqua non pericolosamente alterata (cfr. par. 3.9.1.2).

4.4.2 Rapporto Opera-Sistema Idrico Sotterraneo

Come maggiormente dettagliato nel paragrafo 4.2.1, l'area vasta è caratterizzata da una quota media della superficie freatica intorno a 115 m s.l.m.. La direzione di deflusso dell'acqua è complessivamente orientata da Nord a Sud, perpendicolarmente quindi rispetto all'asse stradale di progetto.

L'interazione tra l'opera ed il sistema idrico sotterraneo si basa fondamentalmente sull'intersezione tra l'infrastruttura e le falde acquifere e si risolve in possibili influenze sulla qualità delle acque di falda e sulle modalità di deflusso delle stesse, tanto in fase di cantiere quanto in fase di esercizio dell'opera oggetto di questo studio.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Il progetto in esame prevede la realizzazione del primo tratto di ampliamento della strada esistente in trincea, tra la progressiva chilometrica pk 0+191 e pk 2+807, mentre la restante parte è ubicata a raso od in rilevato. Le quote dello scavo saranno in ogni caso tali da non interferire con la superficie piezometrica e quindi non vi sarà, in questo tratto, interferenza tra opera e falda.

4.4.2.1 Fase di Cantiere

Analogamente a quanto indicato per le acque superficiali, è stato identificato un possibile impatto da parte delle attività di cantiere nel caso di sversamenti accidentali di liquidi pericolosi quali additivi chimici, idrocarburi, oli minerali ed altri composti che possano raggiungere la falda attraverso il terreno insaturo, ove il moto degli inquinanti è a prevalente componente verticale, o attraverso corpi d'acqua superficiali.

Se la seconda possibilità appare limitata dal fatto che i corsi d'acqua maggiori drenano la falda piuttosto che alimentarla con le loro acque, la possibilità di introduzione della contaminazione dalla superficie appare assai più probabile in considerazione di due fattori:

- la vulnerabilità della falda;
- la presenza di lunghi tratti di tracciato in trincea sotto falda.

A tal riguardo la Figura 4-32 evidenzia come il tracciato del raccordo autostradale si snodi attraverso un territorio in cui la vulnerabilità della falda è classificata come elevata principalmente a causa della tipologia dei terreni, sovente caratterizzata da granulometrie a buona permeabilità (ghiaie, sabbie), che sono di scarsa o nulla protettività nei confronti della falda.

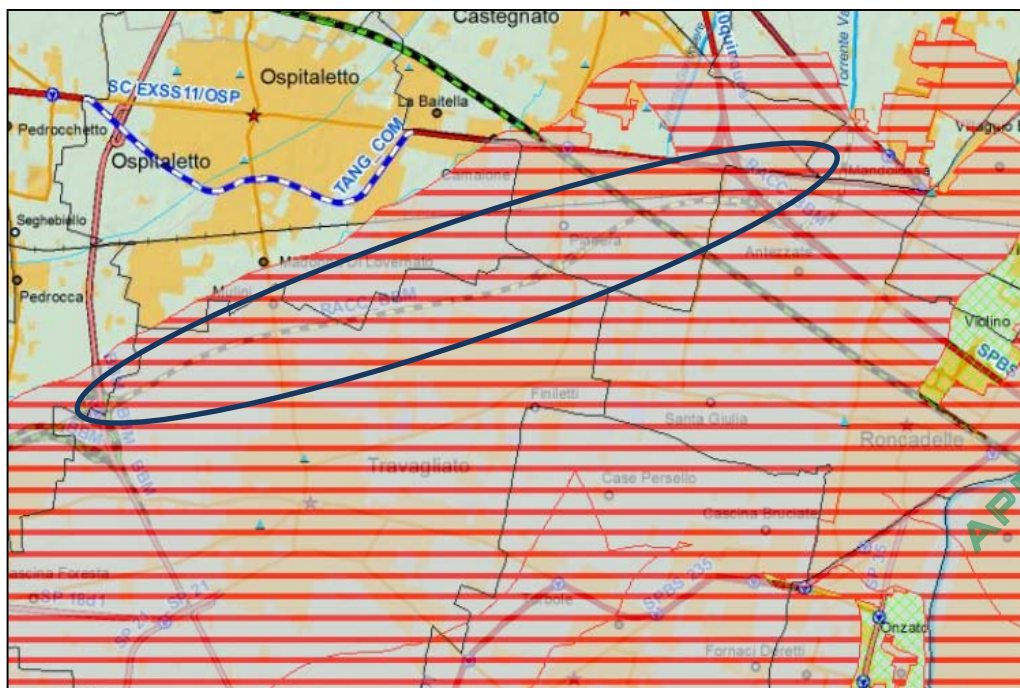



Figura 4-32 – Carta di vulnerabilità degli acquiferi (PTCP Provincia Brescia, 2004) – In blu l'area di interesse

Un'altra interferenza potrebbe derivare da possibili cedimenti dei terreni d'impasto dei cantieri a causa dell'emungimento di acque dalla falda più superficiale, specie dove questa si attesta a quote prossime a quelle del piano campagna. La scelta progettuale di provvedere all'approvvigionamento idrico dei cantieri tramite collegamento alla rete acquedottistica pubblica locale permette di ridurre al minimo tali situazioni.

Si ritiene, pertanto, che le metodologie operative previste in fase di cantiere non producano un disturbo locale al normale deflusso di falda.

Società in Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 217 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

4.4.2.2 Fase di Esercizio

Il progetto non interessa in alcun modo le falde idriche più profonde (acquifero tradizionale e acquifero profondo).


Per quanto riguarda l'impatto sulla qualità delle acque, esso può essere determinato dal trasporto in falda degli inquinanti depositati sul manto stradale.

A tal proposito, tuttavia, va segnalato che in fase di progetto sono stati previsti opportuni sistemi di raccolta e trattamento delle acque, come indicato al paragrafo 3.9.1.2.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 218 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

5 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA E ECOSISTEMI

5.1 Stato attuale della componente

Scopo del presente lavoro è quello di definire lo stato attuale, sotto il profilo naturalistico, delle aree interessate dalla variante al progetto BreBeMi di cui al presente SIA, mediante:

- inquadramento Fisiografico e Climatico dell'Area di Studio;
- analisi floristica e vegetazionale;
- caratterizzazione delle componenti faunistiche ed ecosistemiche.

5.1.1 Inquadramento Fisiografico e Climatico Area di Studio

Lo studio riguarda in buona parte la fascia dei fontanili, in particolare quella ricadente in Provincia di Brescia. Questa fascia, attraversata trasversalmente dal corso di tre grandi affluenti di sinistra del Po (Oglio, Serio e Adda), delimita la zona di pianura "alta" (con inclinazione compresa tra il 5 e il 2 per mille) da quella di pianura "bassa" (con inclinazione minore del 2 per mille), che differiscono per il tipo di substrato geologico. Esso risulta grossolano e permeabile nella pianura "alta", fine e impermeabile in quella "bassa". Le acque che discendono dagli archi montuosi delle Alpi vengono assorbite dai sedimenti grossolani, ma affiorano in superficie incontrando i materiali più minuti: esse danno origine ad una serie di polle, dette risorgive. Ne deriva una zona umida larga fra 2 e 30 km. La risorgenza delle acque si verifica tra 160 e 100 m s.l.m. Le risorgive sono utilizzate da tempi immemorabili tramite escavazioni artificiali dette fontanili, che si distinguono in una testa e in un'asta (o cavo).

Nell'area di studio, il clima risulta di tipo temperato sub-continentale con inverni rigidi ed estati calde. La temperatura media annua oscilla tra 12°C e 14°C con temperature medie minime in Gennaio fra +1°C e +2,5°C, e massime in Luglio tra +24°C e +25°C. Il regime pluviometrico è sublitoraneo padano, ovvero, equinoziale con due massimi nella tarda primavera (Maggio) ed autunno (Ottobre-Novembre). Le precipitazioni medie annue variano tra 650 e 900 mm. Il tasso di umidità relativa è alto per l'umidità del suolo e per la presenza dei corsi d'acqua.

5.1.2 Vegetazione e Flora

5.1.2.1 Metodologia

In questo paragrafo sono esaminate e descritte le diverse tipologie vegetazionali potenziali e reali rilevate nell'area di indagine. Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

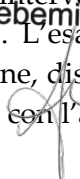
- ricerca documentale e bibliografica;
- risultati di precedenti studi eseguiti nell'area in oggetto per il progetto BreBeMi nel 2003, mediante la realizzazione di indagini in camp e relativa redazione di carte vegetazionali. Come già indicato in premessa, le aree del presente studio sono quasi totalmente coincidenti con il tracciato BreBeMi nel tratto più a Est, ricadente in Provincia di Brescia.


5.1.2.2 Vegetazione Potenziale

Con il termine "vegetazione potenziale" s'intende la vegetazione che si potrà affermare in un dato ambiente, partendo dalle attuali condizioni di flora e di fauna e senza che l'uomo intervenga più, considerando, inoltre, che in futuro il clima non cambi molto rispetto a quello attuale. L'esame della vegetazione reale, insieme a quello dei fattori ecologici di una certa zona (quota, esposizione, distanza dal fiume, acclività, ecc.), permette di conoscere quella che sarebbe la vegetazione in equilibrio con l'ambiente.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
BreBeMi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 219 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Nelle pianure alluvionali, la vegetazione potenziale legata ai corsi d'acqua può raggiungere ampiezze considerevoli (Lombardi, 1998).

Questo tipo di vegetazione azonale, cioè legata ad un fattore ambientale forte come l'acqua, lascia, poi, spazio alla vegetazione zonale, ovvero a formazioni condizionate dalle caratteristiche climatiche ed ambientali più generali. In quest'ultimo caso, è difficile capire i lineamenti naturali della vegetazione nella Pianura Padana: i lembi residui di vegetazione non sono comparabili alla fisionomia originaria, anche se reperti palinologici e dendrocronologici permettono di risalire alla probabile presenza di querceti misti con *Tilia cordata* e *Ulmus minor*.

Tomaselli (1970; 1973) e Tomaselli *et al.* (1973) approntano la carta bioclimatica d'Italia e la carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia. La scala non è molto particolareggiata, ma permette di fare alcune considerazioni anche sul nostro territorio. Per quanto riguarda la vegetazione ripariale, Tomaselli (1973) fa riferimento ad una vegetazione naturale potenziale lungo i grandi fiumi costituita da formazioni di farnia (*Quercus robur* L.), ontano nero (*Alnus glutinosa* Gaertn.), pioppi (*Populus nigra* L., *Populus alba* L.), salici (*Salix alba* L., ecc.) ed un ricco strato arbustivo ed erbaceo.

La vegetazione climax attuale della Pianura Padana è indicata come *Quercus-Carpinetum boreoitalicum* da Pignatti (1963), consorzio mesofilo a *Quercus robur*, *Carpinus betulus* ed *Ulmus minor*.

Si ritiene, inoltre, che il climax potenziale sia rappresentato dall'associazione *Polygonato multiflori-Quercetum roboris*, ovvero un querceto di farnia con carpino bianco e olmo campestre, a cui si aggiungono nello strato erbaceo *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asparagus tenuifolius* e *Galeopsis pubescens*.

Quindi, in una ipotetica sezione trasversale di un fiume e della pianura circostante, si potrebbero osservare, dalla sponda verso l'entroterra, le seguenti formazioni potenziali:

- mosaico di vegetazione erbacea annuale e perennante dei greti, con vegetazione dei canneti e saliceti arbustivi ed arborei;
- mosaico vegetazionale di stadi di interrimento a *Phragmites* e boschi mesoigrofilo di *Populus nigra*;
- zone palustri o comunque a ristagno idrico prolungato dominate da *Alnus glutinosa*;
- vegetazione relativamente svincolata dalla falda costituita da querceti mesofili a *Quercus robur* e *Carpinus betulus*.

5.1.2.3 Vegetazione Reale

Nelle zone oggetto del precedente studio eseguito per il progetto BreBeMi (2003), sono state individuate delle aree omogenee dal punto di vista vegetazionale: in particolare, si è tenuto conto della fisionomia dominante, cioè, di quell'insieme di forma e dimensioni (forma di crescita) delle specie maggiormente rappresentate, unitamente all'organizzazione verticale (stratificazione) ed orizzontale (copertura del suolo) degli individui di quest'ultime. La classificazione dei rilievi per affinità di forme e di struttura porta alla definizione di un'unità fisionomica, definibile come "formazione". In campo è stata rilevata anche la componente floristica più rappresentativa di ogni formazione, mentre l'attribuzione fitosociologica di massima si è basata sulla bibliografia relativa a studi vegetazionali svolti per le aree in questione, o per zone simili dal punto di vista ambientale e vegetazionale.

Sono state considerate "bosco" quelle aree in cui la copertura arborea superava il 50% della superficie. Ogni formazione boschiva è caratterizzata dalla specie arborea dominante (copertura > 70%), mentre nei casi in cui due specie coesistono (ad es. 70% e 30%, 50% e 50%, 40% e 60% di copertura), si considera la formazione come mista (ad es. bosco misto di *Populus nigra* e *Salix alba*).

Società di Progetto

BreBeMi SpA

50%

50%

50%

50%

50%

50%

50%

Le diverse tipologie della vegetazione reale sono riportate secondo l'ordine seguito in riportato in Tabella 5-1. La legenda relativa alle carte vegetazionali riporta dunque 7 tipologie vegetazionali, 5 colturali, 4 di ambienti fortemente e mediamente antropizzati, dove non s'insedia vegetazione, oppure essa non risulta cartografabile per motivi di scarsa copertura e, per finire, i corsi d'acqua. La superficie cartografata totale ha misurato 21.373 ha e in Tabella 5-2 si riporta la suddivisione di tale area per tipologia vegetazionale.

Codice	Tipologia	Note
1	Aree urbanizzate ed infrastrutture	Compresi edifici rurali sparsi.
2	Seminativo semplice	Colture erbacee costituite da frumento, orzo, erba medica e mais.
3	Colture ortoflorovivaistiche	Compresa quelle protette in serra e gli orti familiari non in ambito urbano.
4	Colture legnose agrarie	Vigneti e frutteti.
5	Impianti di arboricoltura da legno	Pioppeti.
6	Prati permanenti di pianura	Coltivazioni foraggere erbacee polifite fuori avvicendamento il cui prodotto viene di norma raccolto più volte nel corso dell'annata agraria previa falciatura.
7	Elementi arborei/arbustivi lineari	In prevalenza Robinia pseudacacia; secondariamente <i>Platanus hybrida</i> e <i>Populus nigra</i> .
8	Boschi di latifoglie governati a ceduo	Robinieti.
9	Boschi di latifoglie governati all'alto fusto	Boschi ripariali mesoigrofilo a dominanza di <i>Populus nigra</i> .
10	Vegetazione ripariale	Boschi ripariali a dominanza di <i>Salix alba</i> e misti a <i>Salix alba</i> e <i>Populus nigra</i> . E' compresa anche la vegetazione palustre (canneti, ecc.).
11	Vegetazione dei greti	Vegetazione erbacea a dominanza di specie perenni.
12	Incolti	Compresi i terreni a riposo e i campi abbandonati da più tempo, con ingresso di specie arbustive.
13	Aree estrattive	
14	Ambiti degradati soggetti ad usi diversi	
15	Aree sabbiose, ghiaiose e spiagge	Comprende vegetazione annuale di greto.
16	Invasi artificiali	Ex cave, laghetti artificiali.
17	Corsi d'acqua	Fiumi, canali.

Tabella 5-1 - Legenda delle Tipologie Vegetazionali Cartografate

Codice tipologia	Superficie complessiva (ha)	%
1	3.805,9	17,8
2	1.5736	73,6
3	33,6	0,2
4	9,2	0,04
5	14,2	0,1
6	800,1	3,7
7	264,8	1,2
8	47,5	0,2
9	95,9	0,4
10	78,4	0,4
11	29,2	0,1
12	119,8	0,6
13	83,7	0,4
14	65,7	0,3
15	32,2	0,1

Società di Progetto
Brebemi SpA



Codice tipologia	Superficie complessiva (ha)	%
16	92,1	0,4
17	64,7	0,3
Totale complessivo	21.373,4	17,8

Tabella 5-2 - Superficie in Ettari delle Tipologie Vegetazionali Cartografate (Studio BreBeMi, 2003)

Tipologie Vegetazionali

Nel seguito sono descritte le tipologie vegetazionali di cui alle Tabella 5-1.

In particolare, l'area di studio è interessata dalle seguenti tipologie principali in ordine di abbondanza riportate anche nella figura in Allegato 05:

- 1= Aree urbanizzate ed infrastrutture;
- 2= Seminativo semplice;
- 5= Impianti di arboricoltura da legno;
- 6= Prati permanenti di pianura;
- 7= Elementi arborei/arbustivi lineari;
- 10=Vegetazione ripariale;
- 13= Aree estrattive.
- 14= Ambiti degradati soggetti ad usi diversi;

Aree Urbanizzate ed Infrastrutture (1)

In questo tipo d'ambiente s'insedia una vegetazione tipica delle aree fortemente antropizzate (industriali ed urbane), dove sono favorite le specie caratteristiche dei tappeti erbacei calpestati, appartenenti alla classe *Plantagineetea majoris*, quali *Plantago major*, *Polygonum aviculare*, ecc.

Lungo i bordi strada è facile trovare formazioni marginali ruderali con specie della classe *Artemisietea vulgaris* (ad es. *Artemisia vulgaris*, *Senecio vulgaris*, *Euphorbia helioscopia*, *Mercurialis annua*, *Veronica persica*, *Sonchus oleraceus*, ecc.).

Sui vecchi muri sono, invece, presenti specie come *Cymbalaria muralis* e *Parietaria judaica*, caratteristiche della classe *Parietarietea judaicae*.


Nel contesto delle aree urbane si riscontrano piccoli appezzamenti destinati ad un'orticoltura di tipo familiare, ai giardini ed al verde pubblico: in tutti questi casi, la vegetazione infestante viene controllata tramite diserbo manuale o chimico.

In linea generale, si può affermare che queste tipologie vegetazionali sono estremamente banali e di basso pregio naturalistico.

Seminativi Semplici (2)

Questa tipologia è la più rappresentata sul territorio indagato.

Si distinguono due tipi di colture e relative vegetazioni infestanti: quelle primaverili (frumento) e quelle estivo - autunnali (mais, ecc.). In entrambi i casi, la vegetazione infestante è costituita da specie autoctone e alloctone, che hanno un ciclo biologico simile a quello della specie coltivata. Nel caso del frumento, le specie infestanti sono annuali: esse germinano in autunno e disseminano alla fine della primavera; in tal modo, riescono a concludere il loro ciclo, nonostante l'eliminazione delle stesse mediante

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 222 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

pratiche agrarie. Questo tipo di vegetazione è solitamente riferita all'associazione *Alchemillo-matricarietum chamomillae* (BRACCO F., SARTORI F., TERZO V., 1984). Anche se le pratiche di diserbo influenzano notevolmente la presenza di certe specie caratteristiche della vegetazione infestante, le entità più diffuse sono *Matricaria chamomilla*, *Polygonum aviculare*, *Veronica persica*, *Papaver rhoeas*, *Medicago lupulina*, *Avena fatua*, *Avena sterilis*, *Cirsium arvense*, ecc. Si trovano anche piante con apparato radicale profondo o rizomatose come *Rumex obtusifolius*, *Cynodon dactylon* e *Sorghum halepense*.

Per quanto riguarda le colture estivo - autunnali, che hanno un ciclo che si sviluppa dalla primavera fino all'estate o all'autunno come il mais, le specie infestanti sono in larga parte annuali e avventizie: tra le più importanti, si annoverano *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Chenopodium polyspermum*, *Portulaca oleracea*, *Galinsoga parviflora*, *Galinsoga ciliata* a cui si aggiungono le graminacee *Echinochloa crus-galli* e *Panicum dichotomiflorum*, oltre alle solite piante con apparato radicale profondo, quali *Rumex obtusifolius* e *Sorghum halepense*.

Secondo i già citati autori, alcune delle associazioni di riferimento di questa vegetazione infestante sarebbero: *Panico-Polygonetum persicariae* e *Amarantho-panicetum sanguinalis*; in ogni caso la classe di riferimento è quella delle *Stellarietea* (ex *Secalietea*). Nel caso dei medicinali, la vegetazione infestante è prevalentemente riferibile alla classe dei *Chenopodietea* (BRACCO F., SARTORI F., TERZO V., 1984).

In entrambe le tipologie di coltura, siamo di fronte a vegetazione infestante di scarso valore naturalistico e con forte presenza di flora avventizia.

Colture Ortoflorovivaistiche (3)

Questo tipo di coltura è praticamente privo di piante infestanti: le poche presenti sono generalmente marginali e assimilabili a quelle delle tipologie 1 e 2.

Colture Legnose Agrarie (4)

In questa tipologia sono compresi i vigneti ed i frutteti con le relative vegetazioni infestanti. Entrambe le categorie sono poco rappresentate nelle aree indagate.

Tali colture possono presentare specie ruderali infestanti come *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*, *Amaranthus retroflexus*, ecc. Se viene effettuato il diserbo chimico, si diffondono specie con apparati radicali profondi come *Rumex obtusifolius*, *Cynodon dactylon* e *Convolvulus arvensis*.


Impianti di Arboricoltura da Legno (5)

Sono poco estesi ed essenzialmente costituiti da pioppeti, la cui vegetazione infestante varia sia con l'aumentare dell'età dell'impianto, sia in rapporto al tipo di terreno interessato: negli impianti giovani su terreni non eccessivamente umidi, l'infestazione è quella tipica delle colture sarchiate estivo - autunnali con netta dominanza delle specie dei *Chenopodietea* (*Chenopodium album*, *Veronica persica*, *Cirsium arvense*, *Bromus sterilis*, *Oxalis fontana*), mentre nei pioppeti di 3-7 anni (dove le chiome degli alberi coprono con la loro ombra parte del terreno), le specie perennanti degli *Artemisietea* (*Artemisia vulgaris*, *Artemisia verlotorum*, *Solidago gigantea*) tendono a prendere il sopravvento. I pioppeti maturi (10-15 anni) tendono a mantenere tale infestazione, se nel corso degli anni il diserbo rimane costante. Nel caso che ciò non avvenga, tendono ad insediarsi specie arbustive ed erbacee tipiche dei saliceti, oltre che *Amorpha fruticosa* e *Robinia pseudacacia*.

Prati Permanenti di Pianura (6)

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 223 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Questo tipo di coltura irrigua (800 ha, ovvero la terza tipologia in ordine di estensione) è costituito da erbe foraggere sfalciate almeno quattro volte nel corso della stagione vegetativa. Il numero delle specie presenti è limitato. Le più importanti dal punto di vista foraggero sono *Trifolium repens* e *Lolium perenne*.

L'attribuzione fitosociologica della vegetazione infestante non risulta agevole. Si tratta, comunque, di una vegetazione di scarso pregio naturalistico.

Elementi Arborei/Arbustivi Lineari (7)

Sono formazioni vegetazionali di larghezza contenuta e costituite in prevalenza da *Robinia pseudacacia*, anche se non è rara la presenza di *Platanus hybrida*, *Populus nigra var. italica*, *Morus alba*. Di solito, fiancheggiano margini stradali, sentieri, nonché corsi d'acqua e fossi.

Robinia pseudacacia, specie alloctona nordamericana, si è naturalizzata in Europa fin dal XVII secolo, quando fu per la prima volta coltivata come specie ornamentale in Francia. La diffusione della robinia è stata senz'altro agevolata dalla sua plasticità ecologica, dalla capacità di simbiosi con batteri azotofissatori e dalla sua capacità pollonifera. L'origine dei filari arborei è di tipo prevalentemente antropico; in certi casi, sono il risultato di una naturalizzazione di specie alloctone (ad es. robinia). Nelle aree indagate, questa tipologia è ben rappresentata e costituisce, soprattutto, un elemento di discontinuità nel paesaggio monotono della Pianura Padana.

Nel caso in cui, il terreno abbia un alto tenore di umidità, queste formazioni si arricchiscono anche di *Salix alba* e *Ulmus minor*. Per quanto riguarda la componente arbustiva, sono presenti spesso *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra* e *Crataegus monogyna*; a queste si aggiungono piante lianose di *Clematis vitalba* e *Humulus lupulus*.


Questo tipo di vegetazione ha una certa valenza paesaggistica, ma dal punto di vista strettamente naturalistico ha scarsa rilevanza. Sono rappresentati essenzialmente da *Robinia pseudacacia*, hanno un'estensione complessiva di 47 ha e sono localizzati lungo i corsi fluviali. Le formazioni di tale specie si presentano in tutte le forme, dalla fase pioniera arbustiva, a quella arborea formante piccoli boschetti. Accanto alla robinia nello strato arboreo possono trovarsi specie come *Quercus robur*, *Populus nigra* e l'invasore *Ailanthus altissima*, mentre in quello arbustivo si hanno *Sambucus nigra*, *Clematis vitalba*, *Humulus lupulus*, *Calystegia sepium*; lo strato erbaceo presenta spesso *Urtica dioica*, *Parietaria officinalis*, *Artemisia vulgaris*, *Rubus caesius*, *Rubus ulmifolius*, ecc. Nelle stazioni più degradate, i rovi e le specie infestanti della classe *Artemisietea* prevalgono nel sottobosco; nei casi in cui sono dominanti specie arbustive quali *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra* e lianose come *Humulus lupulus*, si ritiene che il robinieto sostituisca la copertura vegetale originaria costituita da boschi mesoigrofilo di *Populus nigra*. Dal momento che i robinieti costituiscono una formazione vegetale invasiva, essi presentano un scarso valore naturalistico.

Boschi di Latifoglie Governati ad Alto Fusto (9)

Questo tipo di vegetazione è costituito da boschi ripariali mesoigrofilo a dominanza di *Populus nigra* e copre una superficie complessiva di 96 ha, localizzata interamente lungo le sponde dei fiumi.

In origine, *Populus nigra* doveva rappresentare una specie polimorfa tipica delle pianure alluvionali, che, in seguito alle opere di bonifica ed all'ibridazione con il pioppo deltoide, ha subito nel tempo un processo di erosione genetica (BERNETTI, 1995). Dal punto di vista autoecologico, il pioppo nero è specie eliofila e mediamente termofila, che vegeta lungo i fiumi nelle zone fitoclimatiche del *Lauretum*, del *Castanetum* e nella sottozona calda del *Fagetum* (GELLINI, 1985); predilige, inoltre, terreni profondi e freschi senza ristagno idrico, rispetto a quelli costituiti da alluvioni ciottolose. Per questo motivo, le pioppete

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 224 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

seminaturali formano una fascia ripariale a ridosso dei saliceti, collocata in posizione esterna rispetto a quest'ultimi, dove l'influenza della falda idrica è minore (LOMBARDI, 1998).

Non di rado, in questi boschi si osserva la presenza di specie arboree ed arbustive come *Salix alba*, *Platanus hybrida*, *Ulmus minor*, *Robinia pseudacacia*, *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, oltre a lianose come *Humulus lupulus* e *Clematis vitalba*. In alcune stazioni, il sottobosco è interessato dalla presenza di frutici, quali *Rubus caesius* e *Rubus ulmifolius*, o da erbe graminoidi come, ad esempio, *Brachypodium sylvaticum*. Dal punto di vista fitosociologico, questa tipologia vegetazionale è da attribuire con tutta probabilità all'ordine *Populetalia albae* nella classe *Querco-Fagetea*.

Vegetazione Ripariale (10)

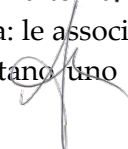
Le formazioni arboree a *Salix alba* costituiscono la più comune vegetazione ripariale, che fiancheggia i fiumi della Padania e dell'Italia centrale: il salice bianco è una specie poco rustica, che non si allontana molto dalle alluvioni terrose ricche in sostanza organica (MARTINI F., PAIERO P., 1988). In genere, si può affermare che la maggior parte delle specie del genere *Salix* preferisca le acque in movimento ricche di ossigeno, piuttosto che quelle stagnanti.


La fisionomia dei saliceti si presenta secondo due tipologie principali: quella arbustiva, che contorna le acque correnti fluviali, spesso su ghiaie e ciottoli, e quella arborea, che si trova a ridosso della prima, dove le acque sono più tranquille; in entrambi i casi, l'ambiente è molto umido e l'affioramento dell'acqua è un evento relativamente frequente (BRACCO F., SARTORI F., TERZO V., 1984). Secondo gli stessi autori, il tipo arboreo è da riferire all'associazione *Salicetum albae*, mentre quello arbustivo sarebbe da riferire probabilmente all'associazione *Salicetum triandrae*.

Nelle aree da noi studiate, sono presenti entrambe le componenti (arborea ed arbustiva) costituite essenzialmente da *Salix alba* ed in subordine da *Salix eleagnos*.

La struttura verticale di questi boschi risulta semplificata con un piano arboreo dominante, che sviluppa altezze prossime ai 15 m (nel caso dei saliceti arborei): insieme al salice bianco si trovano anche *Populus nigra* e *Salix eleagnos*; nello strato arbustivo compaiono *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea*, *Amorpha fruticosa* e *Rubus caesius*, oltre alle lianose *Humulus lupulus* e *Sicyos angulatus*; lo strato erbaceo è invece costituito da specie, quali *Urtica dioica*, *Parietaria officinalis*, *Urtica dioica*, *agropyron repens*, *Solidago gigantea*, *Typhoides arundinacea*, *Rubus caesius*, *Solidago gigantea* e *Polygonum hydropiper*. POLUNIN O. e WALTERS M., (1987) affermano che nei boschi umidi, in cui il periodo d'inondazione raggiunge i 90 giorni all'anno, prevalgono i salici, mentre se le inondazioni sono meno frequenti, si può avere una mescolanza di pioppi e salici. Quest'ultimo tipo di formazione risulta molto affine a quello dei saliceti: la struttura verticale presenta un piano arboreo dominante a salice bianco e pioppo nero; nello stesso piano si rinvencono, talvolta, alcuni individui di *Salix eleagnos*. Lo strato arbustivo presenta *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea*, mentre quello erbaceo ha una composizione floristica assimilabile a quella dei saliceti: tra le specie più diffuse si hanno *Rubus caesius*, *Parietaria officinalis*, *Urtica dioica*, *Agropyron repens*, *Typhoides arundinacea*, *Polygonum hydropiper*, ecc. Tali formazioni sono da considerare di buon valore naturalistico, tanto che rientrano tra gli habitat protetti ai sensi della "Direttiva Habitat" come Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba* (cod. Natura 2000: 92A0).

Alle formazioni ripariali appartengono anche le comunità vegetali di elofite, come *Phragmites australis* e *Typha latifolia*, che coprono superfici limitate rispetto alle formazioni ripariali arboree. L'altezza di tali formazioni è variabile, ma di solito supera 150 cm. La diversità floristica è sempre modesta: le associazioni di riferimento sono *Typhetum latifoliae* e *Phragmitetum australis*. Questi ultimi rappresentano uno stadio



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 225 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

evolutivo del processo d'interramento delle acque, che evolve verso saliceti arbustivi o verso formazioni ad alte erbe nitrofile (MARIOTTI M.G., 1988).

Vegetazione dei greti (11)

Qualora ci si trovi di fronte ad aree relativamente svincolate dagli influssi della corrente fluviale e meno influenzate dalla falda, tipiche delle zone di greto più elevate e stabili, si affermano popolamenti di erbe perenni. Le specie più rappresentative sono *Agropyron repens*, *Typhoides arundinacea*, *Parietaria officinalis*, *Artemisia vulgaris*, *Artemisia verlotiorum*, *Urtica dioica*, a cui si aggiungono le avventizie *Solidago gigantea*, *Helianthus tuberosus*, *Conyza canadensis* e *Amorpha fruticosa*. La maggior parte di queste specie rientra negli *Artemisietea vulgaris*, ovvero aggregati di alte erbe nitrofile di argini, discariche, ecc., che svolgono un importante ruolo nella circolazione della materia e, soprattutto, dell'azoto. In questi ambienti non è rara neppure la presenza di liane come *Humulus lupulus*, *Clematis vitalba*, *Parthenocissus quinquefolia* (esotica avventizia) e *Calystegia sepium*: questa vegetazione è riferibile all'ordine *Calystegetalia sepium*, con *Calystegia sepium* e *Myosoton aquaticum* come specie caratteristiche, alle quali si associano, con il significato di specie differenziali, elementi che provengono dalle vegetazioni più o meno igrofile di contatto quali *Typhoides arundinacea*, *Symphytum officinale*, ecc. (POLDINI L., 1989).

Negli ambienti dei terrazzi fluviali aridi in presenza di ciottoli, sabbia e limo, è possibile trovare popolamenti a dominanza di *Saponaria officinalis*, a cui si affiancano specie nitrofile come *Artemisia vulgaris* ed *Urtica dioica*: si ipotizza che i saponarieti siano il primo stadio colonizzatore dei sedimenti ciottolosi, a cui si sostituirà la boscaglia a salici arbustivi (*Salix purpurea*, *S. elaeagnos*) e quindi i saliceti arbustivi ed arborei a *Salix alba*. Dal punto di vista fitosociologico, queste cenosi sono attribuibili all'alleanza *Senecion fluviatilis* (associazioni fluviali nitrofile su sedimenti giovani), nell'ordine *Convolvuletalia sepium* (associazioni nitrofile delle sponde dei fiumi) e nella classe *Artemisietea vulgaris* (associazioni nitrofile delle sponde dei fiumi e dei luoghi ruderali). Rispetto alla vegetazione infestante le colture, le formazioni di questa tipologia mostrano un livello di naturalità più elevato.

Incolti (12)

Si tratta, soprattutto, di ex coltivi colonizzati da una vegetazione nitrofilo-ruderale molto banale e spesso avventizia. Tra le specie più frequenti si ricordano *Artemisia vulgaris*, *Daucus carota*, *Picris hieracioides* e *Agropyron repens* della classe *Artemisietea vulgaris*; oltre a queste, si trovano spesso *Chenopodium album*, *Sonchus oleraceus*, *Urtica dioica*, *Conyza canadensis* e *Senecio vulgaris* della classe *Chenopodietea*, nonché *Papaver rhoeas* della classe *Secalietea*. Una piccola parte di questi ambienti è colonizzata da specie arbustive come *Amorpha fruticosa*, specie esotica avventizia in forte espansione, soprattutto, negli ambienti ripariali ed umidi. La sua presenza è da considerare indice di basso livello naturalistico.

Aree Estrattive e Ambiti Degradati Soggetti ad Usi Diversi (13 e 14)


Queste superfici ospitano una vegetazione comparabile con quella rilevata nella tipologia 1.

Aree Sabbiose, Ghiaiose e Spiagge (15)

Sono comprese in questa tipologia i greti fluviali, nei quali si insedia una vegetazione effimera pioniera, costituita prevalentemente da specie annuali, che riescono a diffondersi rapidamente in un tipo di habitat sottoposto a variazioni ambientali estreme nell'arco delle diverse stagioni dell'anno. In estate, si ha surriscaldamento dei ciottoli, oltre ad aridità determinata dalla forte permeabilità delle alluvioni, mentre nel periodo delle piene si verifica la completa sommersione del substrato. Il primo tipo di vegetazione che s'incontra, allontanandosi dall'alveo del fiume durante i periodi di magra estivi, è costituito da specie annuali, di cui molte sono avventizie, come, ad esempio, *Polygonum persicaria*, *Lepidium virginicum*,

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 226 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Chenopodium album, *Lycopersicon esculentum* (pomodoro): la copertura, di solito, non supera il 10 %, così come l'altezza è inferiore a mezzo metro. L'attribuzione fitosociologica è difficile: le specie sono ascrivibili, comunque, alle associazioni dei Bidentetea ed in parte degli *Artemisietea* (BRACCO F., SARTORI F., TERZO V., 1984).

In posizione intermedia tra gli stadi pionieri dell'alveo fluviale ed i saliceti di sponda, dove la quantità dei limi è più abbondante e l'umidità del substrato più elevata, s'insedia una vegetazione composta sempre da specie annuali, ma con coperture che possono raggiungere in alcuni casi il 100 %. Tra le specie più frequenti troviamo: *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum lapathifolium*, *Polygonum hydropiper*, *Agrostis stolonifera*, *Bidens tripartita*, *Xanthium italicum*, a cui si aggiungono malerbe provenienti dalle colture sarchiate, quali *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Agropyron repens* e *Amaranthus retroflexus*. Secondo BRACCO, SARTORI, e TERZO (1984), possiamo in questo caso far riferimento all'associazione *Polygono-Xanthietum italicum* descritta da PIROLA e ROSSETTI (1972) per il greto del fiume Reno.

Questa associazione è da attribuirsi all'ordine Bidentetalia ed alla classe *Bidentetea tripartitae*.

Considerazioni Conclusive dello Studio BreBeMi (2003)

In Tabella 5-2 è possibile osservare le percentuali con cui sono rappresentate le diverse tipologie vegetazionali all'interno dell'area indagate. Si osserva un valore percentuale elevato (73,6 %) relativo alle aree occupate da colture erbacee. A questo, si aggiungono i valori delle superfici dei prati permanenti di pianura, delle colture ortoflorovivaistiche, delle colture arboree, delle aree estrattive, degli ambiti degradati, degli invasi artificiali e delle aree urbanizzate: il totale percentuale è pari a 92,4 %.

Considerando che la vegetazione, che occupa queste aree, è di tipo sinantropico, si può dire che la quasi totalità del territorio presenta un basso livello di naturalità sia in termini quantitativi che qualitativi.

Allo stesso tempo, la vegetazione seminaturale riparia ed erbacea di greto mostra bassi valori percentuali rispettivamente pari a 0,4 % e 0,1 %.

Anche la flora, nel complesso, mostra la presenza di un elevato numero di specie ad ampia distribuzione e di scarso valore fitogeografico, oltrechè di ruderali ed infestanti. D'altronde, come evidenziato da POLDINI (1989), la devastazione dei biotopi naturali apre varchi nella copertura vegetale, consentendo la penetrazione di numerose specie esotiche, che riescono ad inserirsi grazie al venir meno del presidio costituito dalla flora locale.

Questo insieme di osservazioni mette in evidenza la scarsa naturalità dell'ambiente studiato, fortemente condizionato dalla presenza antropica. Occorre, inoltre, ricordare che la vegetazione di maggior pregio dei boschi golenali e delle boscaglie igrofile contribuisce, con la diversità di microambienti e delle forme di vita che vi s'insediano, ad aumentare la diversità nella pianura (SARTORI, 1988). Il "sistema fiume", ed in parte quello delle rogge, costituisce l'habitat preferenziale per numerose specie di uccelli, pesci ed anfibi, acquisendo un notevole valore ecologico. Le formazioni ripariali svolgono, infatti, un importante ruolo trofico, in quanto, molti consumatori primari dell'ecosistema acquatico dipendono dai materiali organici provenienti dalla disgregazione della copertura vegetale. Inoltre, le chiome degli alberi sono ottimi ambienti di rifugio per l'avifauna acquatica.

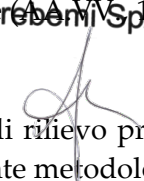
Occorre, infine, ricordare che le fitocenosi riparie sono dei filtri naturali che riducono l'effetto negativo dell'impatto antropico sulla qualità ambientale, contrastando i processi di eutrofizzazione (SARTORI, 1997).


5.1.3 Fauna ed Ecosistemi

Nel presente paragrafo saranno analizzate le componenti faunistiche ed ecosistemiche di rilievo presenti all'interno dell'Area di Studio. Nella fattispecie il paragrafo è articolato secondo la seguente metodologia:

APPROVATO SDR

Società di Progetto
BreBeMi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 227 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- individuazione delle presenze faunistiche significative dell'Area di Studio;
- caratterizzazione faunistica (principalmente avifauna e ittiofauna) dettagliata dei corsi d'acqua secondari presenti all'interno dell'Area di Studio;
- individuazione delle principali unità ecosistemiche presenti nell'Area di Studio e analisi della relativa fauna a vertebrati.

I dati sono stati ricavati da indagini bibliografiche ed estratti dai precedenti studi eseguiti nell'area in oggetto per il progetto BreBeMi nel 2003. Come già indicato in premessa, le aree del presente studio sono coincidenti con il tracciato BreBeMi nel tratto più a Est, ricadente in Provincia di Brescia.

5.1.3.1 Presenze Faunistiche

L'individuazione delle presenze faunistiche si è basata principalmente su dati bibliografici e sugli studi precedenti realizzati per il SIA della Brebemi nel 2003. I criteri fondamentali su cui si è basato il precedente studio sono:

- localizzazione di nuclei ambientali ad elevata vocazionalità per gruppi di specie di interesse;
- localizzazione di stazioni di presenza di singole emergenze faunistiche.

Nell'ambito dell'attuale area di studio non ricade nessuno dei siti individuati applicando i due criteri sopra esposti. Nelle vicinanze dell'area, a circa 15 km in direzione Ovest, sulla base del primo criterio sono stati identificati i seguenti siti:

- Corso del Fiume Oglio. Il letto del fiume e la presenza di qualche frammento boschivo in vicinanza delle sponde e dei canali adiacenti costituisce un paesaggio ad elevata biodiversità, soprattutto se confrontato con la situazione del paesaggio agricolo limitrofo;
- Scarpata a sud dell'abitato di Urago d'Oglio. Ospita il frammento boschivo di maggiore estensione al di fuori delle zone protette.

In immediata prossimità del punto precedente, viale di taglio maturi tra l'impianto sportivo di Urago d'Oglio e la Cappella dei Morti in Campo. Oltre all'intrinseco interesse paesistico e semiologico, le piante possono ospitare all'interno di cavità naturali presenze di avifauna significativa quali ad esempio il Torcicollo tra i Piciformi e la Civetta tra gli Strigiformi.

5.1.3.2 Caratterizzazione Faunistica dei Corsi d'acqua

Avifauna

Gli elementi ambientali di maggiore rilevanza nell'ambito della matrice agricola sono, come detto, quelli che accompagnano canali, rogge e altri corsi d'acqua di piccole dimensioni. Considerato che una delle principali emergenze faunistiche per la Pianura Padana è costituita dalle aree di sosta dei migratori (v. anche Fornasari, 2003 – La migrazione degli Uccelli nella Valle del Ticino e l'impatto di Malpensa. Parco Regionale della Valle del Ticino), nell'ambito dello studio BreBeMi sono stati effettuati transetti della lunghezza standard di un chilometro lungo sei percorsi campione distribuiti sui corsi d'acqua più significativi, di cui due ricadono all'interno della presente area di studio:

- Seriola Castrina;
- Seriola Trenzana.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Nelle immagini da Figura 5-1 a Figura 5-4 si riportano i percorsi dei suddetti transetti. Tali percorsi sono stati effettuati in modo sincrono a gruppi di tre, con inizio alle ore 7:30 dei giorni 10 e 11 settembre 2003. Ad ogni transetto si associa il risultato grafico del survey speditivo effettuato per l'avifauna.

In totale, per l'area attuale di studio, sono stati rilevati 111 individui ripartiti tra 23 specie, come esposto nella tabella che segue:

Codice EURING	Specie	Castrina	Trenzana
1190	Garzetta	--	--
1220	Airone cenerino	--	--
1860	Germano reale	--	--
2690	Sparviero	--	--
4240	Gallinella d'acqua	--	--
6700	Colombaccio	--	--
6870	Tortora d.c.	1	--
8480	Torcicollo	--	--
8760	P. r. maggiore	--	--
9920	Rondine	23	10
10010	Balestruccio	1	--
10200	Ballerina bianca	1	--
10660	Scricciolo	--	--
10990	Pettiroso	1	--
11390	Saltimpalo	--	--
11870	Merlo	7	1
11980	Cesena	--	--
12200	Usignolo di fiume	--	--
12770	Capinera	1	3
13110	Luì piccolo	--	--
13190	Balia nera	5	3
13350	Pigliamosche	1	--
14370	Codibugnolo	--	--
14620	Cinciarella	1	--
14640	Cinciallegra	4	--
15673	Cornacchia grigia	5	--
15820	Storno	4	--
15912	Passera d'Italia	11	12
15980	Passera mattugia	5	1
16360	Fringuello	2	--
16490	Verdone	--	--
16530	Cardellino	--	8
	Totale Individui	73	38
	Totale Specie	16	7

Tabella 5-3 - Risultati dei Rilevamenti Eseguiti Lungo i Corsi d'acqua (Studio BreBeMi, 2003)

Il carattere strettamente agricolo della pianura bresciana è testimoniato dagli alti numeri di rondini presso le due Seriole (Castrina e Trenzana).

Complessivamente si evince che il ruolo potenziale di questi corsi d'acqua anche piccoli, per i migratori, può essere molto elevato. Le specie in sosta migratoria (certamente la Balia nera, in parte il Pigliamosche) sono infatti ovunque tra le più numerose.

Società di Progetto
Brebemi SpA



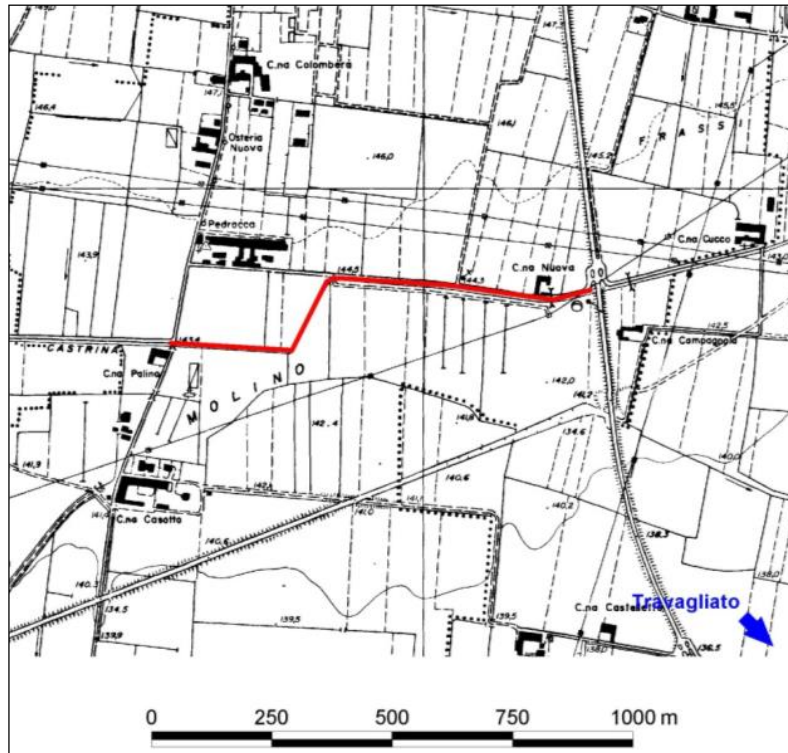


Figura 5-1 - Percorso del Transetto Effettuato Lungo la Seriola Castrina

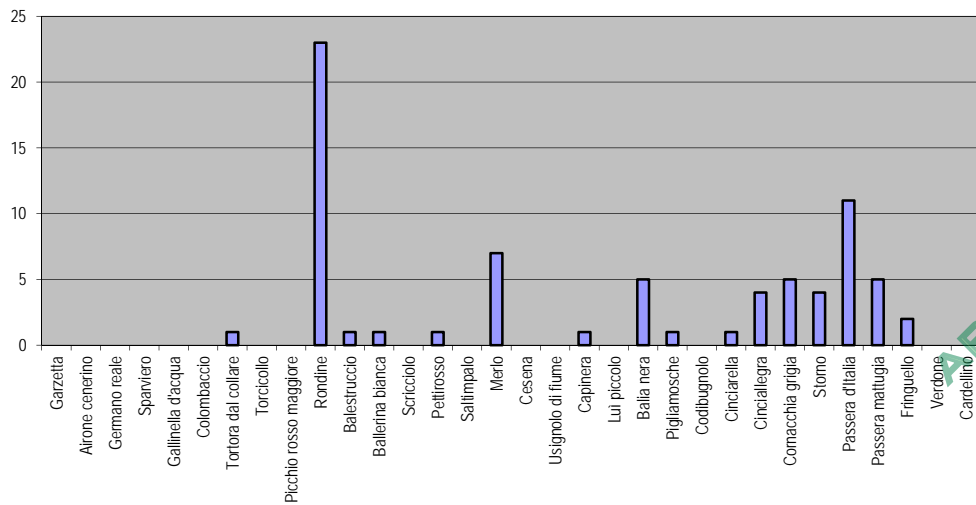


Figura 5-2 - Avifauna Rilevata Lungo la Seriola Castrina

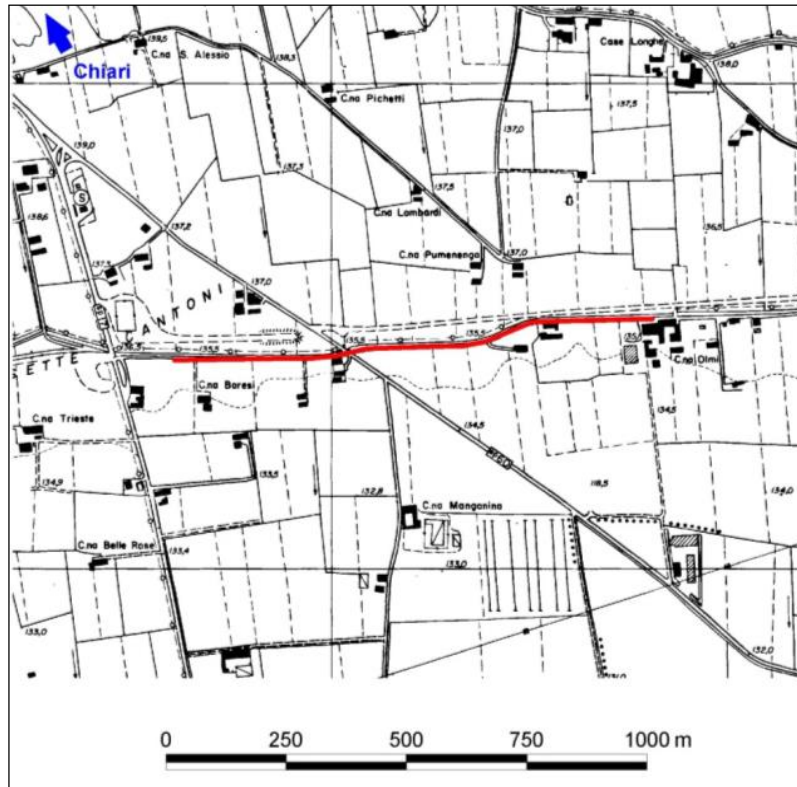


Figura 5-3 - Percorso del Transetto Effettuato Lungo la Seriola Trenzana

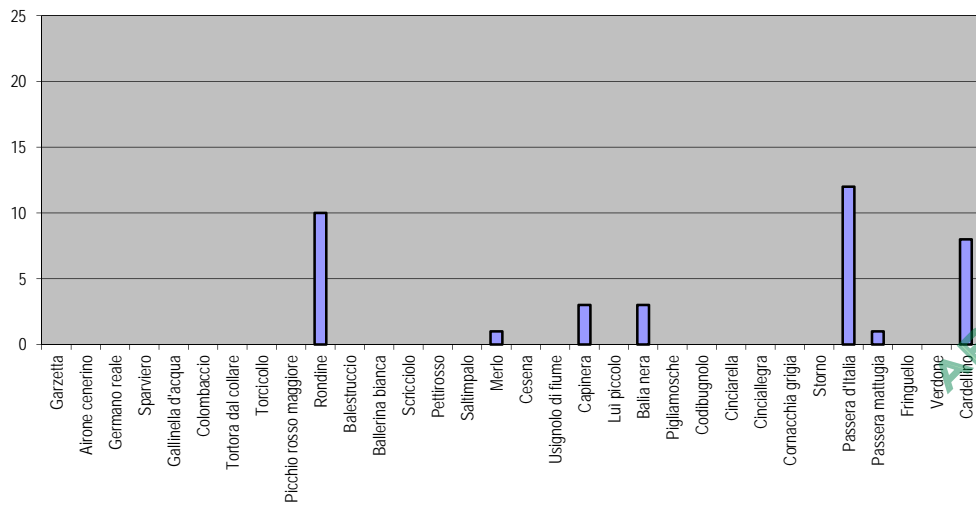


Figura 5-4 - Avifauna Rilevata Lungo la Seriola Trenzana


Ittiofauna

La realizzazione di un tracciato stradale di solito ha limitati effetti sulla fauna ittica presente nei corsi d'acqua che si trovano lungo il suo percorso, dal momento che questi vengono di norma superati tramite la realizzazione di ponti o traverse, senza andare ad intaccare la morfologia dell'alveo o apportare modifiche all'ambiente acquatico tali che possono influenzare lo stato delle comunità biologiche presenti.

Nel caso specifico, all'interno dell'area di studio scorre il Torrente Gandovere, ad una distanza minima di ca. 600 m dal tracciato e che non risulta pertanto direttamente interferente con l'opera in oggetto.

Più a Sud-Est dell'area di studio, ad una distanza di ca. 4 km dal tracciato, scorre il Fiume Mella.

Società di Progetto:
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 231 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Nonostante entrambi i corsi d'acqua risultino non interferenti con il tracciato in oggetto, è stata svolta una ricerca bibliografica volta alla caratterizzazione delle comunità ittiche di tali acque.

Si riportano nel seguito le informazioni estratte dal Piano Ittico Provinciale della Provincia di Brescia del 2012.

Sulla base dell'articolo 137 della Legge Regionale 31/2008, ai fini della pesca, le acque provinciali sono distinte in acque di tipo A, di tipo B e di tipo C e acque pubbliche in disponibilità privata.

Il Fiume Mella è classificato come "Acque di tipo B": quelle che naturalmente, per le loro caratteristiche chimico-fisiche, sono popolate in maggioranza da individui appartenenti a specie ittiche salmonicole.

La classificazione sopra riportata tiene conto della struttura del popolamento ittico di ogni ambiente considerato, classificandolo, come detto, in funzione della sua componente ittica dominante; ciò comporta una serie di conseguenze regolamentari sull'attività di pesca ma, dal punto di vista gestionale, in particolare per quanto riguarda i fiumi principali, non deve trarre in inganno. Il passaggio da un popolamento ittico dominato dai Salmonidi ad uno dominato dai Ciprinidi avviene, in un fiume, scendendo verso valle, in modo graduale e spesso, in funzione della qualità ambientale dei singoli tratti, anche con delle inversioni di tendenza. Per questo motivo, la presenza di alcune popolazioni ittiche di specie di pregio andranno comunque sostenute con adeguati interventi di carattere gestionale ai fini di mantenere, e se possibile incrementare, tali popolazioni.


Sulla base di quanto emerso dalle indagini di campo, ai sensi e per i principi contenuti nel Documento Tecnico Provinciale (DGR. 7/20557 dell'11 febbraio 2005) "Adozione documento tecnico regionale per la gestione ittica", viene definita la categorizzazione delle acque che segue, preceduta dalle definizioni concettuali che caratterizzano le singole tipologie.

- a) **Acque di pregio ittico**, costituite da corpi idrici naturali e dagli eventuali sistemi funzionalmente connessi, o da loro tratti omogenei; sono caratterizzate dalle buone condizioni ecologiche e sostengono popolazioni di specie ittiche di interesse conservazionistico la cui tutela è obiettivo di carattere generale ovvero comunità ittiche equilibrate e autoriproducenti.
- b) **Acque di pregio ittico potenziale**, costituite da corpi idrici naturali o paraturali e dagli eventuali sistemi funzionalmente connessi, o da loro tratti omogenei; possono potenzialmente sostenere popolazioni di specie ittiche di interesse conservazionistico la cui tutela è obiettivo di carattere generale ovvero comunità ittiche equilibrate ed autoriproducenti. Risultano attualmente penalizzate dalla presenza di alterazioni ambientali mitigabili o rimovibili.
- c) **Acque di interesse piscatorio**, costituite preferibilmente da corpi idrici naturali o paraturali, anche artificializzati, e dagli eventuali sistemi funzionalmente connessi, o da loro tratti omogenei; la tutela e l'incremento del loro popolamento ittico attuale o potenziale sono prevalentemente finalizzati al soddisfacimento di interessi settoriali legati all'esercizio della pesca dilettantistica e professionale e alla valorizzazione del relativo indotto.
- d) **Acque che non rivestono particolare interesse ittico**, corrispondenti a tutte le acque non comprese nelle precedenti categorie. Su queste acque, fatte salve le norme generali in materia di tutela ambientale ed ecologica, la pianificazione ittica non prevedrà particolari condizionamenti della pesca e delle attività connesse agli altri usi, con particolare riferimento a quelli civili, industriali, irrigui e ricreativi.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Il Fiume Mella sino a Bovegno rientra all'interno delle "Acque di pregio ittico", mentre da Bovegno fino al confine provinciale ricade nelle "Acque di pregio ittico potenziale".



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 232 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

5.1.3.3 Ecosistemi


Il tracciato in esame attraversa un settore dell'alta pianura bresciana largamente dominato da usi del suolo di tipo agricolo, in cui i pochi frammenti di habitat naturali sono concentrati in maniera preminente lungo i corsi fluviali, orientati da nord a sud e trasversali al tracciato stesso.

Lo studio eseguito in occasione del SIA della BreBeMi nel 2003 ha consentito di individuare 10 tipologie ecosistemiche riconducibili a quelle generali, indicate nella classificazione degli ecosistemi nazionali di Andreis & Zullini (1993 – Ecosistemi terrestri. In R. Marchetti ed.: Ecologia applicata, pp.1-42. Ed. CittàStudi):

3. A - Ecosistemi urbani, rappresentati da edifici e vie di comunicazione senza soluzione di continuità. Parcelle di superficie varia sono distribuite in maniera piuttosto omogenea lungo tutto il tracciato. Si è ritenuto opportuno isolare in modo separato artefatti come le Aree estrattive (A1), costituite da cave per la estrazione di sabbia o ghiaia, spesso in parte riempite d'acqua.
4. B – Agroecosistemi dominati da colture cerealicole estese (a dominanza di mais). Questa tipologia è la più diffusa e rappresenta la matrice ambientale ad est del corso dell'Adda.
5. C – Agroecosistemi caratterizzati da seminativi misti. In questa tipologia rientrano porzioni di territori in cui prati o colture erbacee si alternano a campi di mais e altri cereali, di dimensioni però ridotte, e a filari generalmente con piante a maggiore maturità che nella tipologia precedente.
6. D – Agroecosistemi articolati con alternanza di prati e filari di alberi di specie autoctone, ad elevata maturità. Questa tipologia si presenta con una certa estensione nel tratto compreso tra Milano e il corso dell'Adda.
7. E – Boscaglie e cespuglieti. A questa tipologia sono stati ascritti frammenti di arbusteti adiacenti ad alcuni dei corsi d'acqua minori (ad es. la Molgora) e boscaglie di sostituzione composte da Robinia frammista a specie autoctone (Pioppo, Sambuco, ecc.).
8. F – Boschi planiziali naturali di diversa composizione, tra cui le diverse facies dei boschi ripariali. Con un'unica eccezione, rinvenuta in corrispondenza di una scarpata nei pressi di Urago d'Oglio (BS), tutti i frammenti sono contenuti all'interno dei tre Parchi fluviali.
9. G – Zone umide, considerate in senso lato. Questa tipologia si è resa necessaria per descrivere succintamente gli ambienti presenti lungo lo sviluppo della Roggia Morla (in prossimità di Bariano), con piccoli canneti e ripe accompagnate da vegetazione a Salici e altre specie igrofile. Lungo la Roggia si sviluppano percorsi naturalistici ed è stata proposta l'istituzione di un Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS).
10. H – Letti fluviali e greti, categoria dal significato ovvio. I tre fiumi da questo punto di vista presentano comunque morfologie differenti, con una maggiore importanza del substrato ghiaioso e delle associazioni vegetali erbacee per il Serio.
11. I – Acque correnti, categoria relativa agli stessi fiumi.
12. L – Invasi artificiali; tra questi l'Idroscalo di Milano costituisce l'esempio più significativo.

Società di Progetto
BrebeMi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 233 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Considerato che la matrice ambientale è comunque di tipo agricolo lungo tutto il percorso, è evidente che l'inserimento di eventuali elementi di pregio ambientale è legato al percorso seguito dalle vie di irrigazione.

Filari o piccoli boschetti utilizzabili dalla fauna come rifugio o come sito riproduttivo sono infatti per la stragrande maggioranza distribuiti lungo canali e rogge.

Tali corsi d'acqua si presentano con tipologie differenti per tratti omogenei del tracciato in esame.

Nell'area compresa tra il Fiume Oglio e Brescia si acquiscono le caratteristiche di scarsa naturalità. Forse l'alberatura di maggior rilievo è quella che accompagna irregolarmente il percorso della Seriola Castrina e in minor misura della Seriola Trenzana, entrambe regimate.

Composizione della Fauna a Vertebrati in Relazione alle Tipologie Ecosistemiche

La tipologia di fauna presente è dominata da specie degli ambienti aperti o al più da elementi ecotonali molto tolleranti verso il diradamento della copertura arborea e verso le alterazioni del territorio che la accompagnano.

Il quadro ambientale descritto comporta, tra i mammiferi, l'assenza di specie di grandi e medie dimensioni, eccettuata la poco esigente Volpe, che comunque negli ambiti planiziali presenta densità molto basse.

I micromammiferi di questo settore della pianura includono il Riccio, la Talpa europea, alcuni dei più comuni tra i Soricidi (Toporagno comune, Crocidura ventrebianco, Crocidura minore), diversi roditori (Arvicola campestre, Arvicola di Savi, Ratto nero, Surmolotto, Topolino delle case, Topo selvatico). La presenza probabilmente più significativa è quella del Moscardino, nei nuclei boschivi più rilevanti. Si rilevano la Nutria, la Lepre comune e il Coniglio selvatico.

E' possibile anche la presenza della Donnola e forse della Faina. Chirotteri segnalati per queste aree sono il Pipistrello nano, il Pipistrello di Savi e l'Orecchione meridionale. Sicura è anche la presenza del Pipistrello albolimbato e probabile quella del Vespertilio di Daubenton.

Gli uccelli rappresentano come solito il gruppo di vertebrati più numeroso, soprattutto le specie comuni, diffuse in quasi tutti gli ambienti (Tabella 5-4).

La fauna di rettili è relativamente modesta, con la presenza rilevante della Natrice tassellata lungo i corsi d'acqua e nelle zone umide.

Questi sono anche gli habitat di elezione della maggior parte delle specie di anfibi, tra cui elementi endemici come la forma italiana di Tritone crestato e quella di Raganella, nonché la Rana di Lataste, oggetto di numerosi interventi di reintroduzione nel sistema delle aree umide della Regione. Per quanto riguarda la fauna ittica cfr. il capitolo dedicato.

N	Ordine	Nome comune	Nome scientifico	Tipologia Ecosistemica									
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	<i>Urodela</i>	Tritone crestato	<i>Triturus carnifex</i>				x						
2	<i>Urodela</i>	Tritone punteggiato	<i>Triturus vulgaris</i>				x						
3	<i>Anura</i>	Rospo comune	<i>Bufo bufo</i>				x				x		
4	<i>Anura</i>	Rospo smeraldino	<i>Bufo viridis</i>			x	x				x		
5	<i>Anura</i>	Raganella italiana	<i>Hyla intermedia</i>				x				x		
6	<i>Anura</i>	Rana agile	<i>Rana dalmatina</i>								x	x	

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

N	Ordine	Nome comune	Nome scientifico	Tipologia Ecosistemica								
				A	B	C	D	E	F	G	H	I
7	Anura	Rana di Lataste	<i>Rana latastei</i>							x	x	
8	Anura	Rana verde	<i>Rana esculenta complex</i>		x	x	x			x	x	
9	Saura	Orbettino	<i>Anguis fragilis</i>			x	x	x	x			
10	Saura	Ramarro	<i>Lacerta bilineata</i>		x	x	x	x	x		x	
11	Saura	Lucertola dei muri	<i>Podarcis muralis</i>	X	x	x	x	x	x			
12	Saura	Lucertola campestre	<i>Podarcis siculus</i>			x	x		x			
13	Ophidia	Biacco	<i>Coluber viridiflavus</i>		x	x	x	x	x			
14	Ophidia	Colubro liscio	<i>Coronella austriaca</i>				x		x			
15	Ophidia	Saettone	<i>Elaphe longissima</i>				x		x			
16	Ophidia	Natrice dal collare	<i>Natrix natrix</i>			x	x			x	x	x
17	Ophidia	Natrice tassellata	<i>Natrix tessellata</i>							x	x	x
18	Anseriformes	Germano reale	<i>Anas platyrhynchos</i>			x	x			x		x
19	Accipitriformes	Poiana	<i>Buteo buteo</i>				x					
20	Falconiformes	Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	x	x	x	x					
21	Galliformes	Quaglia	<i>Coturnix coturnix</i>			x						
22	Galliformes	Fagiano comune	<i>Phasianus colchicus</i>		x	x	x	x	x			
23	Gruiformes	Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>				x			x		
24	Charadriiformes	Corriere piccolo	<i>Charadrius dubius</i>								x	
25	Charadriiformes	Pavoncella	<i>Vanellus vanellus</i>								x	
26	Charadriiformes	Piro piro piccolo	<i>Actitis hypoleucos</i>								x	
27	Columbiformes	Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	x		x	x	x				
28	Columbiformes	Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	x	x	x	x					
29	Columbiformes	Tortora	<i>Streptopelia turtur</i>				x	x	x			
30	Cuculiformes	Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>			x	x	x	x			
31	Strigiformes	Barbagianni	<i>Tyto alba</i>	x								
32	Strigiformes	Civetta	<i>Athene noctua</i>	x		x	x					
33	Strigiformes	Allocco	<i>Strix aluco</i>	x			x					
34	Strigiformes	Gufo comune	<i>Asio otus</i>			x	x	x				
35	Caprimulgiformes	Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>								x	
36	Apodiformes	Rondone	<i>Apus apus</i>	x								
37	Coraciiformes	Martin pescatore	<i>Alcedo atthis</i>								x	
38	Coraciiformes	Gruccione	<i>Merops apiaster</i>								x	
39	Coraciiformes	Upupa	<i>Upupa epops</i>				x					
40	Piciformes	Torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>			x	x					
41	Piciformes	Picchio verde	<i>Picus viridis</i>				x					
42	Piciformes	Picchio rosso maggiore	<i>Picoides major</i>				x	x				
43	Passeriformes	Calandrella	<i>Calandrella brachydactyla</i>								x	
44	Passeriformes	Cappellaccia	<i>Galerida cristata</i>								x	
45	Passeriformes	Allodola	<i>Alauda arvensis</i>		x	x					x	
46	Passeriformes	Topino	<i>Riparia riparia</i>								x	
47	Passeriformes	Rondine	<i>Hirundo rustica</i>		x	x	x					
48	Passeriformes	Balestruccio	<i>Delichon urbica</i>	x	x	x						
49	Passeriformes	Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>		x	x	x				x	
50	Passeriformes	Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>				x				x	
51	Passeriformes	Cutrettola	<i>Motacilla flava</i>			x	x			x		
52	Passeriformes	Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>						x		x	
53	Passeriformes	Pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>						x			
54	Passeriformes	Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>		x	x	x	x	x			
55	Passeriformes	Codirosso	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>				x					
56	Passeriformes	Saltimpalo	<i>Saxicola torquata</i>			x	x					
57	Passeriformes	Merlo	<i>Turdus merula</i>	x	x	x	x	x	x			
58	Passeriformes	Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>			x	x				x	
59	Passeriformes	Cannaiola verdognola	<i>Acrocephalus palustris</i>						x		x	
60	Passeriformes	Canapino	<i>Hippolais polyglotta</i>			x	x	x	x			
61	Passeriformes	Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	x	x	x	x	x	x			

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA


N	Ordine	Nome comune	Nome scientifico	Tipologia Ecosistemica								
				A	B	C	D	E	F	G	H	I
62	Passeriformes	Sterpazzola	<i>Sylvia communis</i>				x		x			
63	Passeriformes	Bigia padovana	<i>Sylvia nisoria</i>				x		x			
64	Passeriformes	Lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>									
65	Passeriformes	Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	x		x	x	x	x			
66	Passeriformes	Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>				x	x	x			
67	Passeriformes	Cinciarella	<i>Parus caeruleus</i>			x	x	x	x			
68	Passeriformes	Cinciallegra	<i>Parus major</i>	x	x	x	x	x	x			
69	Passeriformes	Pendolino	<i>Remiz pendulinus</i>				x					
70	Passeriformes	Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>				x	x				
71	Passeriformes	Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>			x	x		x			
72	Passeriformes	Gazza	<i>Pica pica</i>		x	x	x	x				
73	Passeriformes	Cornacchia grigia	<i>Corvus corone cornix</i>	x	x	x	x	x				
74	Passeriformes	Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	x	x	x	x	x	x			
75	Passeriformes	Passero d'Italia	<i>Passer italiae</i>	x	x	x	x	x				
76	Passeriformes	Passero mattugio	<i>Passer montanus</i>	x	x	x	x	x	x			
77	Passeriformes	Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	x		x	x	x	x			
78	Passeriformes	Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	x	x	x	x	x	x			
79	Passeriformes	Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	x	x	x	x	x	x			
80	Passeriformes	Verdone	<i>Carduelis chloris</i>		x	x	x	x	x			
81	Passeriformes	Strillozzo	<i>Miliaria calandra</i>			x	x		x			
82	Insectivora	Riccio occidentale	<i>Erinaceus europaeus</i>		x	x	x	x	x			
83	Insectivora	Toporagno comune	<i>Sorex araneus</i>				x		x	x		
84	Insectivora	Crocidura ventre bianco	<i>Crocidura leucodon</i>				x	x	x	x		
85	Insectivora	Crocidura minore	<i>Crocidura suaveolens</i>				x	x	x		x	
86	Insectivora	Talpa europea	<i>Talpa europaea</i>		x	x	x	x				
87	Chiroptera	Vespertilio di Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>				x			x		
88	Chiroptera	Pipistrello albolimbato	<i>Pipistrellus kuhli</i>	x	x	x	x					
89	Chiroptera	Pipistrello nano	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	x	x	x	x					
90	Chiroptera	Pipistrello di Savi	<i>Hypsugo savii</i>	x		x	x					
91	Chiroptera	Orecchione meridionale	<i>Plecotus austriacus</i>				x		x			
92	Lagomorpha	Lepre comune	<i>Lepus europaeus</i>			x	x	x	x			
93	Lagomorpha	Coniglio selvatico	<i>Oryctolagus cuniculus</i>		x	x	x				x	
94	Rodentia	Nutria	<i>Myocastor coypus</i>								x	
95	Rodentia	Moscardino	<i>Muscardinus avellanarius</i>				x		x			
96	Rodentia	Arvicola campestre	<i>Microtus arvalis</i>		x	x	x	x	x			
97	Rodentia	Arvicola di Savi	<i>Microtus savii</i>		x	x	x			x		
98	Rodentia	Topo selvatico collogiallo	<i>Apodemus flavicollis</i>						x			
99	Rodentia	Topo selvatico	<i>Apodemus sylvaticus</i>		x	x	x	x	x			
100	Rodentia	Ratto grigio	<i>Rattus norvegicus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	
101	Rodentia	Ratto nero	<i>Rattus rattus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	
102	Rodentia	Topolino delle case	<i>Mus domesticus</i>	x	x	x	x	x	x			
103	Carnivora	Volpe	<i>Vulpes vulpes</i>			x	x	x	x			
104	Carnivora	Donnola	<i>Mustela nivalis</i>			x	x	x	x	x		
105	Carnivora	Faina	<i>Martes foina</i>			x	x	x	x			

Tabella 5-4 - Ripartizione delle Specie di Fauna a Vertebrati tra le Tipologie Ecosistemiche (v. Fornasari & Villa, 2001 – La fauna dei Parchi Lombardi, Tutela e Gestione)

Società di Progetto
Brebemi SpA

5.2 Valutazione e stima degli impatti

La realizzazione dell'opera determinerà sulla componente vegetazione, flora e fauna due tipologie di impatti:

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 236 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- *Impatti diretti o a breve periodo*, prodotti dall'occupazione diretta del suolo dell'opera, con la conseguente eliminazione degli elementi vegetazionali e faunistici presenti;
- *Impatti indiretti o a lungo periodo*, che comprendono tutte le modifiche successive nel tempo alla dinamica della componente, conseguenti alla presenza dell'opera.

5.2.1 Vegetazione e Flora

Relativamente agli impatti diretti sono stati analizzati i seguenti aspetti:

- *sottrazione di habitat naturaliforme*: l'intervento comporterà principalmente l'eliminazione di aree a seminativo;
- *stress da inquinamento*: soprattutto per le fasce immediatamente adiacenti al tracciato, a causa delle emissioni inquinanti, nonché allo spargimento di sale (nel periodo invernale).

In riferimento agli impatti indiretti a lungo termine (non direttamente collegati all'opera) sulle cenosi che si troveranno nelle immediate vicinanze del tracciato si possono individuare:

- influenza dell'illuminazione artificiale: con produzione di rami epicormici da parte della pianta (indice di sofferenza) e/o disturbo riguardante il fotoperiodo;
- inquinamento floristico: con facilitazione di diffusione e/o introduzione di essenze alloctone (i.e.: *Ambrosia artemisiifolia* e *Senecio inaequidens*).

Nel paragrafo 5.2.3.3 sono indicate, per ciascuno dei meccanismi generali su indicati, delle linee - guida per la mitigazione degli effetti negativi prodotti dall'opera.

5.2.1.1 Impatti Diretti

Eliminazione delle Associazioni Vegetazionali

Da una sovrapposizione dell'Area di Studio e la cartografia relativa all'uso del suolo (a valenza vegetazionale) si evince che le associazioni vegetazionali più colpite da potenziali perturbazioni derivanti dalla creazione dell'opera sono relative quasi interamente all'unità tipologica "*Aree agricole, comprensive dei terreni incolti*" e in piccola parte da "*Aree urbanizzate e relative infrastrutture, comprensive degli ambiti degradati*".

Per quanto concerne l'occupazione diretta del suolo dell'opera e la conseguente perdita delle associazioni vegetali si evince che la tipologia più colpita è quella a seminativo.

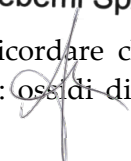
Gli aspetti legati alla perdita di tipologie vegetazionali associati alla fase di cantiere e alle opere accessorie sono stati trattati in maniera approfondita nel paragrafo 3.9 relativo alla valutazione degli impatti della componente Uso del Suolo.


In funzione della destinazione prevalentemente agricola dei suoli interessati, la tipologia vegetazionale quasi interamente interessata dai suddetti interventi saranno le coltivazioni a seminativo.

Stress da Inquinamento

Relativamente allo stress da inquinamento proveniente dal traffico veicolare occorre ricordare che gli inquinanti primari di particolare interesse dal punto di vista forestale si riassumono in: ossidi di zolfo (SO₂) e azoto (NO_x), composti organici volatili (COV), metalli pesanti ed ozono (O₃).

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 237 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Si ricorda che i livelli massimi di concentrazione indicati dal D. Lgs. 155/2010 dai fini della protezione degli ecosistemi ed in particolare della vegetazione non sono applicabili al caso in esame.

Il D. Lgs. 155/2010 fissa, infatti, in accordo con i limiti, i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione, i quali dovrebbero essere posti a più di 20 km dagli agglomerati urbani o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade. Tali limiti vanno quindi intesi per la salvaguardia e la protezione delle foreste e della vegetazione più sensibile e non risultano applicabili in aree fortemente antropizzate dove sussistono caratteristiche e problematiche differenti.

Per la vegetazione meno sensibile e sinantropica alcuni limiti di accettabilità della concentrazione possono essere stabiliti in riferimento ad alcuni studi condotti in Pianura Padana, negli anni passati, dal centro di ricerca ENEL. In particolare è stato studiato l'effetto di una concentrazione di 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di biossido di azoto, mantenuta per 140 giorni, indotto su piante di *Phleum pratense* (una comune graminacea dei prati), in assenza o in presenza di ossidi di zolfo.

Gli effetti fitotossici del biossido di azoto, in assenza di biossido di zolfo, sono rilevanti solo a concentrazioni elevate, nell'ordine dei mg/m^3 . Viceversa, in presenza di ossidi di zolfo, si manifestano evidenti effetti sinergici anche a concentrazioni dell'ordine del centinaio di $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si veda ad esempio la Tabella che segue.

Alterazione	In assenza di SO ₂	Con 68 ppb di SO ₂
Variatione % area fogliare	+30	-82
Variatione % Peso Secco delle radici	+1	-92
Variatione % Peso Secco delle Foglie Verdi	+14	-84

Tabella 5-5 - Effetto di una Concentrazione di 135 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ di No₂ su Phleum Pratense, in Presenza ed in Assenza di una Contemporanea Concentrazione Di 68 Ppb di Biossido di Zolfo


5.2.1.2 Impatti Indiretti

Inquinamento Luminoso

Gli effetti negativi correlati all'inquinamento luminoso del cielo notturno documentati in letteratura sono di vario tipo: culturale, artistico, scientifico, ecologico, psicologico ed economico. In questo paragrafo vengono riportate alcune considerazioni inerenti gli impatti rilevati sulla vegetazione desunte da specifici studi reperiti in letteratura, ai quali si rimanda per un approfondito esame dell'argomento.

Nello studio degli effetti dell'illuminazione prodotta dai lampioni stradali sulla vegetazione effettuato da Ramon (2001), l'autore parte dalla constatazione di come gli spettri di emissione delle principali lampade impiegate per l'illuminazione urbana (lampade ad incandescenza ed al quarzo - iodio), presentano ampie emissioni che interferiscono con le radiazioni assorbite dalle clorofille e dai fitocromi. Già nel 1983 alcuni studiosi evidenziarono che gli alberi dei viali cittadini che si trovavano in prossimità dei lampioni stradali avevano le chiome procombenti verso le sorgenti luminose in maniera vistosa. Proprio l'analisi degli spettri di emissione delle lampade, comparata con quella degli spettri di assorbimento delle clorofille a,b e dei fitocromi, unitamente alle osservazioni sul campo, dimostrarono che il tipo di lampade che maggiormente influiscono sulle piante sono quelle ad incandescenza ed al quarzo - iodio.

Alcuni studi condotti su piante di *Magnolia grandiflora* L. hanno evidenziato una diminuzione dell'efficienza fotosintetica delle foglie direttamente illuminate da una lampada ai vapori di mercurio. La conclusione dello studio è che la presenza di una sorgente luminosa in prossimità della pianta causa uno stress alle foglie che sono direttamente esposte alla luce, alterandone il normale processo fotosintetico.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 238 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Non è azzardato pensare che le sorgenti luminose possano essere responsabili di un microclima nelle foglie che sono a più diretto contatto con esse (aumento della temperatura, dell'umidità relativa ed estensione della luce diurna), tale da favorire il prolungamento del periodo vegetativo oltre il suo normale termine.

Gli autori auspicano il ricorso ad una maggior attenzione nella costruzione degli impianti di illuminazione, in modo da evitare dispersione di luce inutile, e soprattutto laddove è possibile, suggeriscono di utilizzare lampade a spettro di emissione ristretto (come le lampade al sodio alta pressione). A tale proposito si rimanda al paragrafo relativo alle misure di mitigazione.

Inquinamento Floristico

Con il termine "Inquinamento Floristico" si intende l'introduzione diretta ed indiretta in un'ecosistema di specie vegetali esotiche (alloctone) in seguito ad azioni di tipo antropico o di frammentazione. La loro presenza è un efficace indicatore del livello di trasformazione territoriale e gli ambienti maggiormente antropizzati sono spesso dominati da specie esotiche in quanto, grazie al continuo incremento del numero di specie, rappresentano sovente la parte più dinamica del patrimonio floristico. Sono inoltre spesso attivi competitori del patrimonio naturale originario, sottraendo spazio (non di rado hanno forte invadenza) e creando sovraccarichi meccanici (le specie lianose).

Alla luce di quanto sopra esposto occorre ricordare che le infrastrutture lineari come le autostrade sono uno dei principali elementi di frammentazione del territorio e si possono considerare come importanti fonti di diffusione di essenze alloctone, anche di interesse sanitario (ad es. *Ambrosia artemisiifolia*, originaria del Nord America) o veterinario (ad es. *Senecio inaequidens*, originario del Sudafrica). La tipologia dell'opera funge infatti da corsia preferenziale per specie adattabili, come la maggior parte delle specie esotiche, capaci cioè di colonizzare rapidamente ambienti ostili quali le aree di risulta e le scarpate dei tratti in trincea o in rilevato se non opportunamente vegetati.


Relativamente all'*Ambrosia* si sottolinea come la lotta a questa pianta sia obbligatoria nella Regione Lombardia ai sensi dell'Ordinanza Regionale 25 522 del 29/3/99, con lo scopo di prevenire la patologia allergica ad essa correlata.

Ai fini di contenere l'apporto continuo di specie esotiche diventa prioritario che nella fase di rivegetazione delle aree di cantiere, nonché delle aree di margine e residuali, avvenga con tempi, metodi e specie adeguate. Utili indicazioni in questo senso possono essere tratte, oltre dalla già citata ordinanza regionale, anche dalle Circolari della Giunta Regionale (Regione Lombardia) in materia di interventi di Ingegneria Naturalistica, in cui si definiscono con chiarezza, tempistica, metodologia e specie (autoctone) da impiegare in tali interventi, e quindi in senso lato negli interventi di mitigazione e compensazione ambientale:

- D.G.R. n 6/6586 del 19/12/1995.; criteri ed indirizzi per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica sul territorio della Regione;
- D.G.R. n 6/29567 del 1/7/1997; riepilogo dei materiali vegetali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia;
- D.G.R. n 6/48740 del 29/2/2000; Quaderno delle opere di ingegneria naturalistica;
- D.G.R. n 7/2571 del 11/12/2001; Reperimento del materiale vegetale vivo nelle aree di risulta da impiegare negli interventi di ingegneria naturalistica.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 239 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

5.2.1.3 Conclusioni

In estrema sintesi si può dire che gli impatti diretti più rilevanti risultano essenzialmente quelli derivati dalla perdita di superfici e da perturbazioni sia nella realizzazione vera e propria delle opere che nella realizzazione di cantieri ed infrastrutture connesse.

Come evidenziato nel paragrafo 5.2.1 in termini esclusivamente vegetazionali e floristici, la maggior parte del suolo direttamente occupato dall'opera è perlopiù di scarsa qualità in quanto associato ad attività agricole o urbane.

L'intervento non determinerà l'abbattimento di aree boscate. Dal punto di vista vegetazionale si prevede, pertanto, che le conseguenze si rifletteranno esclusivamente a livello puntuale – locale su suoli adibiti a seminativo semplice.

Per quanto invece concerne gli impatti indiretti gli aspetti sono di difficile quantificazione.

In ogni caso gli interventi di illuminazione artificiali saranno conformi alla L.R. 21 Dicembre 2004 n. 38 "Modifiche e integrazioni alla L.R. 27 marzo 2000, n. 17 (misure urgenti in materia di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso) ed ulteriori disposizioni".

5.2.2 Fauna e Ecosistemi

In questo paragrafo verranno prese in considerazione le tre principali interferenze faunistiche ed ecosistemiche previste in seguito alla costruzione dell'opera:

- Frammentazione; intesa come interruzione di corridoi ecotonali e come fonte di numerose interferenze dirette ed indirette;
- Inquinamento Acustico;
- Inquinamento Luminoso.


Nel loro complesso i popolamenti faunistici presenti nell'area esaminata appaiono estremamente semplificati dal punto di vista specifico; le specie presenti sono infatti quelle che maggiormente hanno saputo adattarsi alle modificazioni del territorio già intervenute.

L'alterazione strutturale dei popolamenti individuati appare quindi stabile e consolidata; l'attività umana impedisce il naturale evolversi delle serie vegetali, con i conseguenti cambiamenti nei popolamenti faunistici. Peraltro, la tendenza all'urbanizzazione delle aree attualmente ad uso agricolo, può portare ad un'ulteriore semplificazione del quadro floro/faunistico attuale.

5.2.2.1 Frammentazione

Una delle principali influenze dell'introduzione dell'ambiente di infrastrutture legate al trasporto è la frammentazione degli habitat; essa comporta la suddivisione degli ambienti naturali e degli ecosistemi in frammenti di dimensioni inferiori e maggiormente isolati. Ciò porta ad una concreta minaccia di estinzione locale o globale per la flora e la fauna, sia a livello di individui sia a quello di popolazione. La frammentazione è un processo complesso, in cui la perdita e l'isolamento degli habitat naturali sono i principali fattori; inoltre tale fenomeno riduce la disponibilità di risorse e la sostenibilità anche delle aree adiacenti a quelle coinvolte.

La costruzione e l'uso di infrastrutture viarie contribuisce direttamente al processo, causando perdita di habitat e disturbo nell'ambiente circostante (ad esempio, rumore, inquinamento luminoso e atmosferico);

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 240 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

determina per di più la formazione di barriere fisiche al movimento e alla dispersione di molte specie (causando, ad esempio, interruzione della migrazione o blocco del flusso genico tra popolazioni).

Il traffico associato è inoltre causa di mortalità diretta per la fauna. Le conseguenze complessive della frammentazione degli habitat sono difficili da determinare, in quanto le diverse specie possono rispondere in modo differente a tali stress, sia spazialmente che temporalmente. I reali effetti variano poi anche in base a fattori quali il volume di traffico, le caratteristiche e la densità della rete dei trasporti, la struttura dell'ambiente e l'area minima del territorio richiesto da alcune specie animali. In generale, comunque, si può affermare che le specie che necessitano di un ampio territorio o sono strettamente legate a determinati tipi di habitat sono ovviamente le più vulnerabili alla frammentazione.

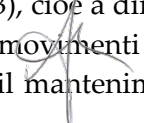
Gli impatti relativi al processo di frammentazione dovuti dalla costruzione di una strada si possono riassumere come segue (Jackson, 2000):


- Perdita diretta di habitat: la costruzione di autostrade porta ad un cambiamento nel valore della zona come habitat per la fauna. La pavimentazione non costituisce infatti un ambiente ottimale per gli animali. Le aree erbose adiacenti alle strade rappresentano habitat discontinui in un ambiente di tipo forestale, non particolarmente utili per la colonizzazione se non di specie alloctone (Seabrook & Dettmann, 1996; Parendes & Jones, 2000);
- Degradazione della qualità dell'habitat: forti scarichi d'acqua, alterazioni dei regimi di corrente, emissioni di aria e specie vegetali alloctone possono degradare habitat ottimali nel raggio di alcune centinaia di metri da strade e autostrade (si veda Transportation Research Board, 1997; Trombulak & Frissell, 2000);
- Effetto Margine: la suddivisione di un habitat in frammenti di dimensioni sempre inferiori va ad esasperare l'effetto margine. Esso si traduce, ad esempio in ambiente forestale, in aumento di predatori di nidi e parassiti di cova che minacciano molte specie di uccelli (Askins, Philbrick, & Sugeno, 1987; Askins, 1994; Rich, Dobkin, & Niles, 1994);
- Aumento dello sfruttamento da parte dell'uomo: le strade favoriscono l'accesso da parte di cacciatori e bracconieri. Questo può portare al decremento delle popolazioni in zone adiacenti e alla conseguente fuga dall'area circostante (Thiel, 1985; McLellan and Shackleton, 1988);
- Mortalità e decremento di popolazione: quando il volume del traffico è alto, le strade aumentano la mortalità soprattutto di rettili e anfibi (Patla and Peterson, 1994; Rosen and Lowe, 1994; Fowle, 1996); la popolazione diminuisce infatti di numero in quanto i singoli individui sono uccisi durante il tentativo di attraversamento;
- Disturbo della struttura sociale: le strade possono diminuire i tassi di sopravvivenza e disturbare l'organizzazione sociale di alcune specie (Gibeau and Heuer, 1996);
- Ridotto accesso ad habitat vitali: strade e autostrade fungono da barriere impedendo l'accesso ad habitat critici per una gran varietà di specie selvatiche e limitandone la possibilità di movimento. Esempi noti in letteratura riguardano ungulati (Klein, 1971; Ward, Cupal, Goodwin, & Morris, 1976; Ford, 1980; Ward, 1982) e specie acquatiche di rettili e anfibi (Jackson, 1996);
- Frammentazione e isolamento delle popolazioni: strade e ferrovie creano barriere al movimento di individui tra popolazioni della stessa specie; la perdita di elementi intermedi di habitat (stepping stones) può contribuire notevolmente alla frammentazione di popolazione, determinando deriva genetica e aumento del tasso di autoincrocio o inbreeding (Trombulak & Frissell, 2000).

Connettività e barriere

Una caratteristica essenziale del paesaggio è costituita dalla connettività (Taylor *et al.*, 1993), cioè a dire dal grado di permeabilità (o di resistenza) che i diversi elementi del paesaggio presentano ai movimenti degli animali tra i frammenti ambientali. Si tratta di un fattore estremamente importante per il mantenimento

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 241 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

delle popolazioni selvatiche; senza questa caratteristica dell'ambiente, infatti, popolazioni piccole e isolate rischiano l'estinzione locale per una serie di parametri, tra cui, ad esempio, l'aumento del tasso di *inbreeding*. Inoltre, l'intera popolazione non può superare traumatici eventi ambientali come incendi o siccità. In isolamento quindi un piccolo frammento non è in grado di sopravvivere.

La connessione tra popolazioni permette ad alcune piccole popolazioni di funzionare da gruppi, da cui alcuni individui possono disperdere e fornire nuovi elementi ad altri frammenti. La connettività può avere anche effetti negativi, se si considera l'aspetto ad esempio del rischio di introduzione di specie alloctone o di diffusione di malattie.

In realtà l'importanza della connettività è variabile in relazione alle singole specie: è significativa ad esempio per specie con areali molto ampi e un basso tasso riproduttivo. La connettività è ovviamente assai importante anche per quanto riguarda i fenomeni di immigrazione e colonizzazione, ed è per questo che è attualmente così vivo il dibattito sui corridoi nelle strategie di conservazione (si veda ad esempio Bennett *et al.*, 1994; Dunning *et al.*, 1995). Tali strutture risultano importanti sia per i movimenti di animali di grandi dimensioni (Knaapen *et al.*, 1995), sia per specie di mole molto minore (Wauters *et al.*, 1994). In generale, è evidente che il valore dei corridoi non dipende semplicemente dalla loro presenza nel paesaggio, ma anche dalla dimensione e dalla qualità dei frammenti che uniscono.

5.2.2.2 Inquinamento acustico

È ormai chiaro che alcune specie evitano le aree adiacenti alle strade, autostrade e ferrovie a causa del rumore delle attività umane associate.

Si tratta di un fenomeno ampiamente documentato per molte specie selvatiche e domestiche (Thurber, Peterson, Drummer, & Thomasma, 1994; McDougal, Vaughan, & Bromley, 1991) e molte specie di uccelli (Reijnen, Foppen, ter Braak, & Thissen, 1995; Reijnen, Foppen, & Meeuwsen, 1996).

Effetti sulla Componente Faunistica

Anche il fatto di costruire una sorgente di disturbo (es. attraverso il rumore) è da considerare un ostacolo alla permeabilità ecologica. Impatti significativi non si producono solo per gli organismi terrestri, ma anche per quelli che si spostano per via aerea (in particolare l'avifauna). L'inquinamento da parte delle strade inizia con la costruzione. Un impatto immediato è il rumore durante la fase di costruzione, ma il disturbo acustico rimane un problema a lungo termine lungo le autostrade e strade a regime di traffico elevato.

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. Questi valori vengono spesso superati nelle vicinanze di campi d'aviazione o in zone dove gli aerei volano a bassa quota 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.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Il rumore prodotto dalle strade può inoltre disgregare la suddivisione e la difesa dei territori da parte di questi animali. Reijnen (1995) osserva che la densità degli uccelli in aree aperte diminuisce quando il livello di rumore supera i 50 dB; gli uccelli in ambiente forestale reagiscono invece ad una soglia di almeno

40 dB. 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. 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).

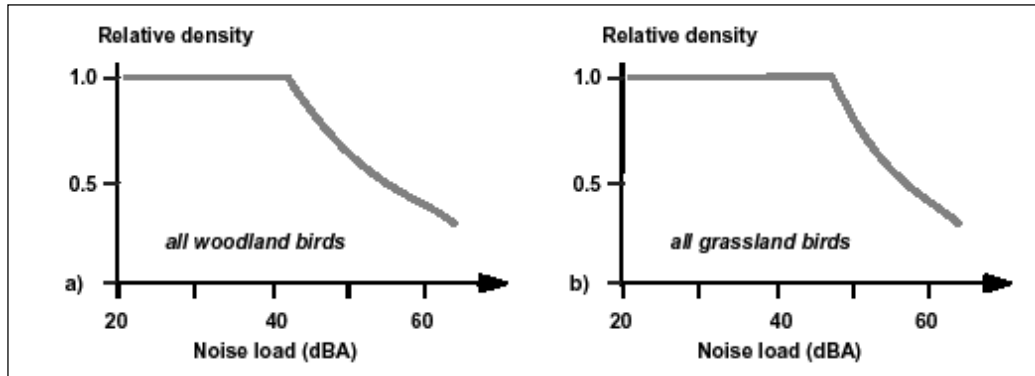


Figura 5-5 - Rappresentazione Schematica dell'Impatto dell'Inquinamento Acustico da Traffico su Popolazioni di Uccelli Nidificanti in Olanda (da Reijnen et al., 1995)


Alcuni fattori ambientali come la struttura della vegetazione circostante, i tipi di habitat adiacenti e l'elasticità dell'ambiente, possono influenzare la diffusione del rumore e la densità degli animali, in particolare gli uccelli, e perciò influenzare il grado di impatto dell'inquinamento acustico (si veda ad esempio Reijnen *et al.*, 1997). 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 e altri effetti possono ridurre la qualità ambientale di tali habitat (Meunier *et al.*, 1999). Però sono ancora in corso studi empirici sull'argomento; a confronto con l'inquinamento e l'alterazione dell'habitat indotti dai cambiamenti nell'idrologia o nel microclima, gli effetti sul comportamento animale possono sembrare irrilevanti nella progettazione di un'infrastruttura. Molte specie hanno imparato a far fronte alle condizioni di urbanizzazione e ad utilizzare aree che possono apparire meno indicati delle aree adiacenti alle infrastrutture.

Sebbene manchino ricerche strategiche sulle soglie critiche del disturbo delle specie in relazione alle strade, le specie con le seguenti caratteristiche si possono considerare le più vulnerabili al disturbo e ai successivi impatti (Hill *et al.*, 1997):

- specie grandi,
- specie longeve,
- specie con tassi riproduttivi relativamente bassi,
- specialisti per quanto riguarda l'habitat,
- specie di ambiente aperto (ad esempio zone umide) piuttosto che chiuso (ad esempio foreste),
- specie rare,
- specie che usano ambienti tradizionali,
- specie con popolazioni concentrate in poche aree chiave.

5.2.2.3 Inquinamento Luminoso

Lo studio di alcuni sistemi biologici, ha evidenziato l'influsso delle lampade per l'illuminazione pubblica, ed in particolare quelle ad ampio spettro di emissione, in alcuni cicli vitali quali la riproduzione (rettili), la migrazione (lepidotteri, uccelli), la produzione di sostanze vitali e i ritmi stagionali (piante).

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 243 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

La luce per la maggior parte dei sistemi biologici è un fattore vitale: tutte le forme di vita nella loro evoluzione non hanno potuto prescindere dall'esistenza della principale sorgente di luce per il nostro pianeta, il Sole. È quindi chiaro come l'alternarsi tra giorno e notte, tra luce e buio, sia un fattore fondamentale per la vita degli esseri viventi siano essi animali che piante. Nel momento in cui si altera questo equilibrio con l'irraggiamento di luce artificiale sugli ecosistemi in cui vivono e si riproducono gli esseri viventi, vi è il rischio molto concreto di creare dei danni irreversibili. I seguenti esempi chiarificano quale può essere l'interferenza tra luce artificiale ed ecosistemi.

In letteratura vi sono numerosi esempi noti di interazione tra fonti luminose artificiali e fauna, ad esempio:

- l'anormale attrazione degli insetti notturni da parte di luci artificiali, che ne altera la normale biologia e spesso ne causa la morte diretta (soprattutto determinati tipi di lampade, si veda Eisenbeis & Hassel, 2000; Gerson & Kelsey, 1997; Sustek, 1999; Kolligs, 2000) o indiretta, rendendoli più visibili ai predatori (Craig & Freeman, 1991);
- la presenza di pipistrelli intorno ai lampioni, dovuta all'anormale concentrazione di insetti sulle fonti luminose artificiali, in momenti dell'anno in cui le condizioni sono critiche per la loro sopravvivenza (Rydell, 1991; Rydell & Baagoe, 1996);
- l'attrazione della microfauna verso le città, fenomeno che sottrae risorse ai predatori naturali;
- l'influenza disorientante sulle migrazioni degli uccelli, che si svolgono ciclicamente secondo precise vie aeree e che possono subire deviazioni proprio ad effetto dell'intensa illuminazione delle città o di altre aree. E' un fatto assodato in letteratura che le stelle rappresentino un importante riferimento per i migratori notturni (ad es. Gwinner, 1971), in particolare attraverso il meccanismo del compasso stellare (Emlen, 1967), ma l'informazione che le luci artificiali possono portare i migratori notturni a collisioni fatali è ben più datata (Gastman, 1886; Bretherton, 1902).

5.2.2.4 Conclusioni

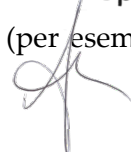
Gli effetti combinati delle infrastrutture (perdita e degradazione di habitat, frammentazione degli habitat, mortalità da incidente e restrizione dei movimenti della fauna) possono avere conseguenze molto serie e a lungo termine per la fauna. Tuttavia gli impatti a livello di popolazione sono difficili da documentare e possono non essere evidenti prima che siano trascorsi anni o decenni (Findlay & Bourdages, 2000).

Ancora più arduo è stabilire gli effetti a lungo termine sulle dinamiche di metapopolazione e gli impatti differenziali sui movimenti degli animali; non tutte le specie risentono infatti allo stesso modo delle strade come barriere. Tali barriere possono agire anche da "filtro", fermando alcuni individui e lasciandone passare altri. In questo modo le infrastrutture hanno una notevole influenza sulla distribuzione delle specie in paesaggi complessi e frammentati (Kozakiewicz, 1993).

L'opera oggetto di studio potrà avere incidenza sulla fauna del territorio che attraverserà e che si possono riassumere in:

- riduzione di ambienti naturali; la capacità di accoglienza dell'habitat viene diminuita a causa della distruzione di ambienti naturali entro il perimetro del progetto o per il degrado delle sue adiacenze a causa delle immissioni sonore, visive e/o inquinanti;
- aumento della mortalità delle specie, causata essenzialmente dagli incidenti (collisioni con i veicoli) e in secondo luogo anche dalle emissioni inquinanti;
- minore libertà di movimento della fauna, causata soprattutto dagli ostacoli fisici (per esempio le recinzioni) e, in misura minore, anche dalle emissioni sonore, visive e/o inquinanti.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Tra le molteplici cause del pericolo per le popolazioni animali le seguenti si ritengono più importanti per il caso in esame:

- la mancanza di accessi ad ambienti naturali importanti (in particolare luoghi di pascolo o di riproduzione);
- l'instabilità delle piccole popolazioni isolate (effetto della dinamica della popolazione);
- l'impoverimento genetico a lungo termine (effetto della consanguineità) sulle popolazioni isolate.

Nello specifico la realizzazione dell'opera di progetto potrà comportare la redistribuzione dei territori della fauna residente nell'area (in particolare avifauna minore e micromammiferi). Si può ipotizzare, infatti, un arretramento ed una ridefinizione dei territori che accolgono la fauna relitta dell'area in esame. L'avvicinamento di veicoli in movimento a 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.

Tuttavia bisogna ricordare che l'area interessata dal progetto si trova in un contesto già alterato dalla significativa antropizzazione e in particolare da un accentuato sviluppo degli insediamenti urbani, commerciali e produttivi, soprattutto attorno ai molteplici centri urbani dislocati lungo tutto il tratto esaminato.

5.2.3 Misure di Mitigazione

Per migliorare il bilancio ecologico dei progetti relativi alle vie di transito si possono disporre numerose misure di comprovata efficacia. Si distinguono misure di minimizzazione che riducono l'incidenza diretta della via di transito e misure di compensazione attuate indipendentemente dall'opera in questione ed in grado di compensare, in parte o totalmente, le incidenze negative della via di comunicazione.

Per ragioni di fattibilità e di efficacia, le misure di minimizzazione sono da attuare prioritariamente. In pratica sono le misure di minimizzazione (in particolare la scelta del tracciato e ancor di più la costruzione di passaggi per la fauna selvatica), quelle che comportano i maggiori problemi in virtù delle implicazioni economiche, ovvero i costi di costruzione e di manutenzione.

Misure atte a limitare le incidenze negative delle vie di comunicazione sulla fauna e l'effetto di tali misure sull'impatto ambientale di queste infrastrutture sono elencate nella tabella che segue.

Obiettivo	Capacità accoglienza dell'habitat	Mortalità delle specie animali	Funzionalità della rete ecologica
Misure di minimizzazione			
Riduzione delle emissioni (pareti di protezione sonora, ecc)	+	+	+/-
Moderazione del traffico	+	++	+
Recinzioni		++	+/-
Dispositivi speciali (sostanze repellenti, fasce catarifrangenti, ecc)		+	+/-
Deviazione della fauna selvatica		++	+/-
Cattura e rilascio (es. anfibi)		++	+
Mantenimento/ripristino del passaggio attraverso opere specifiche (passaggi per la fauna selvatica, ponti ecologici, ecc.)	+	++	Società di Progetto ++ Brebemi SpA
Misure di compensazione			
Miglioramento della qualità dell'ambiente circostante (e/o del suo statuto di protezione)	++		+
Creazione di nuovi ambienti naturali di pregio	++		+

APPROVATO SDR

Obiettivo	Capacità accoglienza dell'habitat	Mortalità delle specie animali	Funzionalità della rete ecologica
(biotopi compensativi)			
Creazione di ambienti sostitutivi per ridurre l'incidenza della perdita di ambienti inaccessibili	+	+	+
Misura di gestione della fauna nella regione (riduzione della caccia, miglioramento delle condizioni di riproduzione, ecc)		+	
<i>Legenda</i>			
+/-	Effetto positivo o negativo secondo il caso		
+	Effetto potenzialmente utile/efficace		
++	Effetto potenzialmente molto utile/efficace		

Tabella 5-6 -Misure Atte a Limitare le Incidenze Negative delle Vie di Comunicazione sulla Fauna

Di seguito saranno approfonditi gli interventi di mitigazione relativi alle tre tipologie di impatto ritenute più rilevanti per un'opera lineare come l'asse stradale in questione:


- *Frammentazione*; la costruzione e l'uso di infrastrutture (strade, ferrovie e vie d'acqua) contribuisce direttamente al processo, causando perdita di habitat e disturbo nell'ambiente circostante (ad esempio, rumore, inquinamento luminoso e atmosferico); determina per di più la formazione di barriere fisiche al movimento e alla dispersione di molte specie (causando, ad esempio, interruzione della migrazione o blocco del flusso genico tra popolazioni);
- *Inquinamento Acustico*; l'inquinamento da parte degli assi viari inizia con il rumore durante la fase di costruzione, ma il disturbo acustico rimane un problema a lungo termine per le autostrade a regime di traffico elevato. Impatti significativi si producono sia per gli organismi terrestri, sia per quelli che si spostano per via aerea (in particolare l'avifauna);
- *Inquinamento Luminoso*; l'illuminazione notturna ha un esito negativo sull'ecosistema circostante, modificando il naturale ciclo luce - buio di flora e fauna (ritmo circadiano); in natura questo meccanismo regola normalmente molte attività fisiologiche. Ad esempio, il ciclo della fotosintesi clorofilliana che le piante svolgono nel corso della notte può subire alterazioni dovute proprio ad intense fonti luminose che, in qualche modo, ingannano il normale oscuramento.

5.2.3.1 Frammentazione

Molte misure di mitigazione sono primariamente disegnate per facilitare i movimenti di singole specie o di piccoli gruppi di specie simili. La sicurezza pubblica e la conservazione di particolari popolazioni faunistiche (includendo anche specie rare o minacciate) sono le motivazioni principali che spingono allo sviluppo di tali iniziative. Molti progetti si sono sviluppati e si stanno sviluppando non solo negli Stati Uniti, ma anche in Europa (Canters, 1997) e in Canada (Leeson, 1998). Sono stati usati tunnel per facilitare i movimenti della fauna attraverso strade e autostrade in Europa, Australia, Canada e Stati Uniti. La valutazione dell'efficacia di queste strutture indica la necessità di un design attento; la loro utilità dipende da un certo numero di fattori, quali, ad esempio, la grandezza o la posizione spaziale (Jackson & Griffin, 1998). Recentemente cavalcavia di passaggio per fauna, denominati *ecodotti*, sono stati utilizzati per facilitare il transito di un'ampia gamma di specie (Berris, 1997; Keller & Pfister, 1997). Questi sistemi appaiono ottimali per assecondare le esigenze di molte specie. Sono stati compiuti molti progressi negli ultimi anni nel tentativo di comprendere i possibili impatti sulla fauna delle infrastrutture legate al trasporto e nello sviluppo di nuove tecniche e approcci per mitigarli.

APPROVATO BDP

Società di Progetto
Brenbeni SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 246 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Per determinare quali misure di mitigazione siano ottimali, è necessaria un'approfondita analisi del paesaggio per identificare le cosiddette "zone di connettività". Le tecniche che finora si sono dimostrate le più efficaci per facilitare i movimenti della fauna (viadotti, cavalcavia, grandi sottopassaggi) sono anche piuttosto costosi; perciò non è pratico pensare di rendere l'intero percorso di una strada o di un'autostrada permeabile ai movimenti degli animali. E' necessario quindi concentrare gli sforzi in tal senso in aree identificate e designate come importanti corridoi faunistici o connessioni tra habitat significativi (Jackson & Griffin, 1998). Sono noti esempi di studi al riguardo sia in Europa (Canters, 1997) sia negli Stati Uniti (si veda ad esempio Smith, 1999 e Hoyer, Carr, & Zwick, 2000). Sono in corso anche studi di monitoraggio tesi alla valutazione dell'efficacia delle strutture per l'attraversamento della fauna già costruite. Molti tentativi di determinare il successo o il fallimento di tali strutture sono focalizzati sulla certezza del loro utilizzo da parte degli animali; le tecniche di monitoraggio a disposizione (ad esempio radio-tracking e trappolaggio) forniscono poche informazioni sull'uso delle strutture, ma sono utili per valutare quanto queste ultime sono efficaci come misure di mitigazione.

Strategie pratiche generali


I principali fattori in grado di influenzare l'efficacia delle strutture di mitigazione sono (Jackson & Griffin, 2000):

- **Posizionamento:** la posizione delle strutture può essere notevolmente importante per molte specie, soprattutto per quelle relativamente mobili (Rodriguez, Crema, & Delibes, 1996; Rosell, Parpal, Campeny, Jove, Pasquina, & Velasco, 1997). La distanza di spostamento (per cercare una via di passaggio) può essere determinante soprattutto per i piccoli animali. I mammiferi sono generalmente in grado di imparare ad usare cavalcavia o sottopassaggi e di tramandare queste informazioni alle generazioni successive (Ford, 1980; Ward, 1982; Singer and Doherty, 1985; Land and Lotz, 1996; Paquet and Callaghan, 1996). Questo può non essere valido per anfibi e rettili. Questo insegnamento si può tradurre in un migliore successo di mitigazione su tempi lunghi per molte specie mobili;
- **Dimensioni:** è difficile determinare le soglie dimensionali critiche di queste strutture poiché tali valori variano da specie a specie. Per alcune specie l'apertura (la misura del sottopasso in relazione alla larghezza della strada) può essere più importante della dimensione assoluta (Reed, Woodard, & Beck, 1979; Foster and Humphrey, 1995). Sembra, inoltre, che gli animali preferiscano modelli di tunnel che consentano loro di vedere il lato opposto (Rosell et al., 1997). In generale, comunque, la preferenza di utilizzo sembra orientata verso le grandi dimensioni; però in alcuni casi, come ad esempio per tassi e altri piccoli mammiferi (Rodriguez *et al.*, 1996; Clevenger & Waltho, 1999), sembrano più usati i piccoli sottopassi. Basandosi su alcuni studi condotti in Europa si può affermare che la larghezza più indicata per tali strutture è di almeno 50 m (Keller and Pfister, 1997).
- **Luce:** alcune specie sembrano esitanti ad entrare in sottopassi illuminati (Jackson and Tynning, 1989; Krikowski, 1989; Jackson, 1996). D'altro canto, è ormai provato che le specie sono sensibili al disturbo antropico ed evitano zone illuminate artificialmente (Beier, 1995). Il mantenimento della luce naturale, attraverso la progettazione di sottopassi ampi o aperti nella parte superiore (ad esempio con l'uso di grate) può favorirne l'utilizzo da parte della fauna;
- **Umidità:** il mantenimento di un substrato umido è importante per alcune specie di anfibi. I toporagni, inoltre, sono spesso più attivi o in notti piovose e preferiscono, di conseguenza, substrati umidi su cui muoversi. Sottopassi agli incroci con corsi d'acqua sono probabilmente sufficienti per specie che utilizzano habitat fluviali o ripariali. Comunque, molte specie di anfibi non usano tali habitat per la migrazione e la presenza di acqua corrente può essere un deterrente all'uso. Sottopassi aperti in alto

(con grate o asolati) forniscono sufficiente umidità. In alternativa, sistemi innovativi ad acque meteoriche possono essere utilizzati come strutture chiuse, in modo da fornire sufficiente umidità senza creare condizioni di flusso idrico. E' importante anche un corretto drenaggio, per consentire l'utilizzo anche da parte di specie non legate all'acqua (Janssen, Lenders, & Leuven, 1997; Rosell *et al.*, 1997; Santolini, Sauli, Malcevski, & Perco, 1997);

- Temperatura: i piccoli sottopassi possono creare gradienti di temperatura interno/esterno che spingono alcuni anfibi ad evitarli (Langton, 1989a). Maggiori dimensioni o sistemi aperti in alto consentono un maggiore ricircolo d'aria e ovviano al problema;
- Rumore: il rumore del traffico può essere un problema per molti animali, specialmente quelli più sensibili al disturbo umano. Il design di alcuni sottopassi (con giunti di espansione e banchine non coperte) può essere di estremo disturbo (Foster and Humphrey, 1995; Santolini *et al.*, 1997). Strutture aperte in alto possono essere inappropriate per specie sensibili al rumore. Sistemi di passaggio che presentano alberi e cespugli lungo i margini sembrano essere più accessibili;
- Substrato: alcuni piccoli animali si sentono più sicuri nell'utilizzare sistemi di passaggio che forniscano una copertura sufficiente. Ad esempio, file di ceppaie in un sottopasso sembrano facilitare l'uso da parte di piccoli mammiferi (Linden, 1997). Mantenere o ricreare le condizioni del letto del corso d'acqua in canali sotterranei molto grandi può renderli ottimali per salamandre, rane, piccoli mammiferi e invertebrati acquatici e consente il mantenimento della continuità dell'habitat in zone di incroci tra strade e corsi d'acqua;
- Ingresso: le caratteristiche dell'ingresso delle strutture di attraversamento possono influenzare l'uso da parte della fauna. Alcune specie prediligono la presenza di vegetazione all'entrata di un sottopasso, altre invece preferiscono una buona visibilità. La presenza di copertura, costituita da vegetazione, rocce e tronchi possono favorire l'uso dei passaggi da parte di una varietà di mammiferi piccoli o di media grandezza (Santolini *et al.*, 1997; Clevenger and Waltho, 1999). Per altre specie, invece, la copertura disincentiva alcuni mammiferi che sono cauti in condizioni che favoriscono agguati da parte dei predatori;
- Presenza di staccionate: sebbene alcune specie possano utilizzare cavalcavia o sottopassaggi senza staccionate, alcune forme di queste strutture appaiono necessarie per alcune specie. Le staccionate aiutano gli animali a passare attraverso le strutture previste e a non girarci intorno. Ad esempio gli ungulati in genere cercano di evitare i sottopassaggi e li usano solo se gli altri accessi lungo la strada sono sbarrati (Ward, 1982). Alcune specie sono piuttosto brave a superare staccionate standard scavalcandole o scavando al di sotto (tasso, *Meles meles*, si veda Gibeau and Heuer, 1996); i modelli standard si rivelano quindi spesso inadatti per piccoli animali;
- Disturbo antropico: sia la distanza dalle città sia l'attività umana nel sottopassaggio sono fattori che influenzano negativamente la possibilità di utilizzo delle strutture di passaggio da parte degli animali, soprattutto per quanto riguarda ungulati e carnivori (Clevenger and Waltho, 2000);
- Interazioni tra specie: l'uso dei passaggi da parte di predatori può inibirne l'uso da parte delle specie preda (Clevenger and Waltho, 2000).

Se gli obiettivi della mitigazione sono definiti in modo troppo superficiale, i progetti possono creare più problemi di quanti ne risolvano. Un esempio ovvio riguarda l'uso di staccionate per ridurre la mortalità della fauna lungo le strade, spesso per ragioni di sicurezza per l'uomo; quando queste strutture sono costruite senza l'aggiunta di passaggi per gli animali contribuiscono all'effetto di frammentazione degli habitat e delle popolazioni. Nel disegnare strutture di attraversamento per gli animali è importante

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 248 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

ricordare che diverse specie hanno esigenze diverse; questi sistemi devono essere quindi concepiti per favorire il passaggio contemporaneo di un'ampia gamma di specie.

Mentre è impraticabile disegnare la struttura di ciascun passaggio tenendo conto delle esigenze di tutte le specie presenti nell'area, è possibile invece sviluppare una strategia generalizzata per rendere le strade più permeabili al passaggio di un gran numero di specie. Tale strategia richiede una gamma di tecniche, dato che le richieste delle varie specie possono essere contraddittorie. Ad esempio, canali sotterranei aperti in alto possono fornire le condizioni ottimali di luce, temperatura e umidità per gli anfibi, ma possono essere di disturbo per alcuni mammiferi.

Inoltre, come già affermato, l'uso di queste strutture da parte dei predatori ne inibisce l'uso da parte delle prede. Un insieme di diversi tipi di design può essere l'approccio più indicato per venire incontro ad esigenze tanto diverse. Di seguito sono riportati elementi e considerazioni pratiche per sviluppare una strategia generalizzata. Ad esempio, grandi strutture di passaggio, ottimali per molte specie mobili, possono non essere così vicine come i passaggi disegnati per piccoli mammiferi, anfibi e rettili. Un'alternanza di strutture di passaggio di grandi dimensioni ampiamente spaziate e piccole strutture più vicine, all'interno di zone di connettività, rappresentano una strategia di mitigazione più efficace di una sola serie di ampie strutture per molte specie.

Come già affermato, le misure di mitigazione più efficaci sono anche molto costose, ed è bene limitarne l'uso a zone effettivamente importanti per la connettività. L'approccio ideale per l'identificazione di queste zone-chiave comporta l'attenta valutazione di tutte le caratteristiche del paesaggio; è fondamentale anche l'attuazione di strategie di conservazione degli habitat relativi a queste aree da entrambi i lati delle infrastrutture. Trattare queste aree come zone di connettività con l'uso selettivo di misure di conservazione e acquisizione di terra per assicurare la continuità degli habitat potrebbe essere una forma meno costosa di mitigazione. Un progetto che includa entrambi i tipi di analisi può fornire un metodo pratico ed efficace di mitigazione, sebbene più costoso.

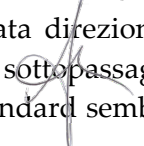
Una strategia pratica di mitigazione degli impatti delle infrastrutture sulla fauna dovrebbe quindi includere:

- il non utilizzo di staccionate o barriere quando non sono associate a strutture che favoriscano il passaggio della fauna;
- l'uso di piccoli passaggi per anfibi e rettili (ad esempio 2x2 m.) dove la strada passi lungo il confine tra zone umide e zone più elevate;
- l'uso di canali sotterranei di grandi dimensioni e ponti all'incrocio con corsi d'acqua;
- l'uso selettivo di viadotti invece di ponti all'incrocio con corsi d'acqua o fiumi di una certa importanza;
- l'uso di analisi del paesaggio per l'identificazione di zone-chiave di connettività dove concentrare gli sforzi di mitigazione del disturbo per mantenere intatti i normali processi dell'ecosistema;
- l'uso selettivo di cavalcavia e grandi ponti all'interno di queste zone-chiave;
- monitoraggio e piani di mantenimento per assicurare la continuità di funzionamento delle strutture di mitigazione.

Barriere

Si definiscono *barriere* strutture designate a impedire il movimento di fauna in una data direzione. In particolare, staccionate per mammiferi grandi e di media grandezza, associate a sottopassaggi e cavalcavia, sono necessarie per rendere efficaci queste strutture. Strutture con modelli standard sembrano

Società di Progetto
Brebemi SpA



poco efficaci per molti mammiferi, ma possono essere utilizzati accorgimenti (ad esempio con l'uso della vegetazione) per invogliare il passaggio (Roof and Wooding, 1996). Quando queste strutture sono concepite per i grandi mammiferi, devono essere usate porte permeabili in un solo senso per evitare che gli animali rimangano intrappolati tra le staccionate su entrambi i lati della strada. Barriere per piccoli mammiferi, rettili e anfibi devono essere disegnate in modo da prevenire la possibilità di scavalco o di scavo al di sotto della struttura. Corti muri di contenimento possono costituire barriere senza necessità di mantenimento per rettili, anfibi e piccoli mammiferi.

Nella tabella che segue si riportano alcune tipologie di barriere faunistiche.



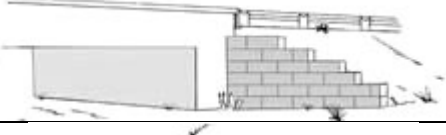


Categoria	Descrizione	Disegno
Staccionata	Una barriera o una struttura diversiva Spesso definita in base al materiale tra le strutture di supporto. Le staccionate diversive sono chiamate talvolta staccionate <i>a scivolo</i> o <i>a guida</i> .	
Elettrici	Fili elettrificati che trasmettono una scossa elettrica agli animali che li toccano. La scossa è intensa ma non procura danni fisiologici.	
Barriera a maglia	Strutture usate principalmente per modificare la direzione dei veicoli. Piene o piene con aperture.	
Muro	Muro pieno	
Barriera sonora	Un muro pieno usato per assorbire o deflettere le onde sonore prodotte dall'autostrada.	
Barriera In-strada	Struttura di sostegno per veicoli costruito sopra una buca ed utilizzata per impedire l'accesso alla fauna attraverso un buco nella recinzione o altra barriera. Simile alle protezioni per il bestiame, ma destinata alla fauna selvatica.	

Tabella 5-7 - Tipi di Barriere, Struttura e Materiale Normalmente Utilizzato

Passaggi sopra e sotto la strada

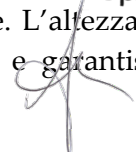
Esistono differenti tipi di strutture che consentono il passaggio della fauna in corrispondenza degli incroci con le infrastrutture. Si differenziano in base alla struttura e alla posizione rispetto alla strada (sopra o sotto).

- Cavalcavia; i più efficaci hanno una larghezza da 50 fino a 200 m. Lo spessore della copertura varia tra i 0,5 e i 2 m, permettendo la crescita di vegetazione erbacea e piccoli alberi. Alcuni contengono piccoli stagni formati da raccolte di acqua piovana. Questo tipo di struttura sembra adatto a numerose specie. I cavalcavia sono meno limitanti, più silenziosi, più in grado di mantenere le condizioni ottimali di acqua, temperatura e luce e possono servire contemporaneamente da passaggio per la fauna e da habitat intermedio per piccoli animali, come

anfibi, rettili e piccoli mammiferi. Sono però probabilmente i meno adatti per specie semi-acquatiche. Sono molto costosi.

- Canali coperti sovradimensionati: dove i canali sotterranei sono utilizzati per attraversare torrenti e piccoli fiumi, può essere usato questo tipo di struttura. Canali sotterranei a pareti squadrate generalmente forniscono più spazio per il movimento rispetto a grandi condotti. L'uso di substrati naturali, come grandi pietre piatte, possono favorirne l'uso da parte di molte specie. La costruzione di banchi su uno o entrambi i lati del corso d'acqua consentono il passaggio a secco anche durante un elevato regime idrografico. Le misure ottimali per queste strutture non sono note, ma generalmente quelle più grandi sono migliori. I canali sotterranei sono meno costosi dei ponti, ma anche meno efficaci (Beier, 1995).
- Canali sotterranei: non tutte le specie usano corridoi acquatici per spostarsi. Perciò un approccio diretto al mantenimento della connettività ambientale deve includere strutture che permettano il movimento tra aree umide e pianura circostante, tra zone adiacenti di pianura e tra zone umide adiacenti. Condotti per i tassi sono stati usati in modo efficiente in Europa e sono usati anche da altre specie di piccoli animali (Bekker and Canters, 1997). Alcuni mammiferi preferiscono canali sotterranei ampi mentre altri li preferiscono di minori dimensioni (Clevenger and Waltho, 1999). I movimenti da e verso le zone umide sono particolarmente importanti per anfibi e tartarughe. I ponti (vedi sopra) possono consentire il passaggio alle specie più grandi ma possono essere troppo distanti uno dall'altro per essere usati da animali piccoli. Tunnel relativamente piccoli per anfibi e rettili possono essere un'efficace misura di mitigazione per infrastrutture che attraversano habitat di zona umida e di pianura circostante. Sono preferibili a semplici condotti e sono ottimali quelli di dimensioni maggiori, che consentono il passaggio di un maggior numero di specie. Canali aperti in alto forniscono migliori condizioni di luce e umidità e sono più accessibili agli anfibi. Sebbene sia provato che tunnel per anfibi e rettili sono efficaci quando usati su strade a due corsie (Boarman and Sasaki, 1996; Jackson, 1996; Jenkins, 1996), non è ancora stata valutata l'efficacia su autostrade a 3 o 4 corsie;
- Canali sotterranei a drenaggio secco: canali posizionati per condurre l'acqua durante brevi periodi di scolo ma secchi per gran parte dell'anno; sono utilizzati da un gran numero di specie (Rosell *et al.*, 1997; Clevenger and Waltho, 1999). Con particolari accorgimenti durante la progettazione, queste strutture possono avere effettivamente un duplice ruolo di passaggio per l'acqua e per la fauna;
- Ponti: sono grandi sottopassaggi (fino a 30 m di larghezza e 4 m di altezza) che consentono un passaggio relativamente illimitato alla fauna. Forniscono grandi quantità di luce e aria ma sono troppo asciutti per alcune specie di anfibi. Ponti con banchine aperte costituiscono habitat intermedi per piccoli mammiferi, rettili e anfibi, ma sono più disturbati dei ponti continui e sono meno indicati per specie particolarmente sensibili al disturbo antropico. L'attività umana all'interno o nei pressi del sottopassaggio può ridurre in modo significativo l'efficacia (Clevenger & Waltho, 2000). Sono meno costosi di altri tipi di sottopassaggi, ma presentano comunque costi non indifferenti;
- Viadotti: sono tratti di strada elevata che attraversano valli e burroni. Differiscono dai ponti in quanto sono tipicamente più alti e attraversano corsi d'acqua e habitat adiacenti. Forniscono un passaggio relativamente non ristretto per la fauna d'ambiente fluviale e ripariale. L'altezza della struttura consente il mantenimento dell'integrità della vegetazione sottostante e garantisce lo spazio aperto indispensabile per molte specie;

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Biellemi SPA

- Passaggi sopraelevati: dove la strada incrocia fiumi e torrenti, forniscono corridoi sopraelevati a fianco del corso d'acqua per specie di ambiente acquatico o che utilizzano corridoi di acqua per spostarsi. I ponti più alti, con aree di passaggio più ampie al di sotto, tendono ad avere maggiore successo di ponti bassi e canali sotterranei (Veenbaas and Brandjes, 1999).

Nelle Tabelle che seguono riportano alcune tipologie di passaggi per la fauna adatte agli assi viari.

Categoria	Descrizione	Disegno
Cavalcavia per la fauna selvatica	Una struttura di separazione atta a consentire alla fauna selvatica di attraversare in oltrepassando una strada. Solitamente protetta da vegetazione. E' anche chiamato <i>ecodotto</i> , <i>ponte per la fauna selvatica</i> , <i>ponte verde</i> , <i>bioponte</i> o <i>cavalcavia per la fauna selvatica</i> . I cavalcavia più larghi possono essere definiti <i>connettori ambientali</i>	
Tunnel	La strada passa attraverso un consistente cumulo di terra coperto da suolo e vegetazione.	

Tabella 5-8 - Passaggi per la Fauna Sopra le Infrastrutture (da Wildlife Crossings, modificato).

Categoria	Descrizione	Disegno
Canale sotterraneo a pareti squadrate	Il canale ha quattro lati, includendo il fondo. Talvolta condotti di metallo corrugato quadrati o rettangolari senza il fondo sono chiamati canali sotterranei a pareti squadrate, ma in questo manuale sono denominati canali sotterranei senza fondo. Canali a pareti squadrate possono essere sistemati in serie orizzontali a formare camere multiple.	<p>Square or Rectangular</p> <p>Multiple Chamber</p>
Canali sotterranei (continui)	Il canale è continuo nella sua circonferenza. La porzione inferiore può essere o meno sepolta. Talvolta chiamati semplicemente <i>condotti</i> . Condotti per i tassi sono chiamati talvolta <i>ecodotti</i> . I canali di scolo asolati sono continui eccetto che per uno spazio nella porzione superiore.	<p>Slotted Drain</p> <p>Circular</p> <p>Pipe-Arch</p> <p>Elliptical (Squash Pipe)</p>
Canali sotterranei senza fondo	Il canale è discontinuo nella circonferenza con la cima arrotondata o quadrata e il fondo in materiale naturale. Chiamato anche <i>canale a fondo aperto</i> .	<p>Square or Rectangular</p> <p>Arch (low Profile)</p> <p>Arch (high profile)</p> <p>Società di Progetto</p>

Tabella 5-9 - Tipi di Passaggi per la Fauna Sotto le Infrastrutture (da Wildlife Crossings, modificato).

Categoria	Descrizione	Disegno
Ponte ad una sola campata	La struttura si appoggia su una campata con senza colonne portanti intermedie. Anche chiamato <i>ponte a campata aperta</i> . Also called <i>open span bridge</i> .	
Ponte a campata multipla	Una o più colonne portanti intermedie tra le campate.	
Viadotto	Lungo, ponte a più campate	
Terrapieno	Simile al viadotto, più spesso usato sopra zone umide.	


Tabella 5-10 - Tipi di Passaggi Fauna sotto infrastrutture (da Wildlife Crossings, modificato): ponti

Strutture di fuga

Si definiscono *strutture di fuga* le strutture che permettono ad un animale intrappolato su una strada di uscire attraverso una staccionata diversiva; esse infatti consentono il passaggio in un'unica direzione in modo da facilitare l'uscita e rendere difficoltosa o impedire l'entrata.

Categoria	Descrizione	Disegno
Cancello a senso unico	Un cancello che consente il passaggio per una certa specie in una sola direzione.	
Rampa		
Recinzione ad imbuto		

Tabella 5-11 - Tipi di Strutture di Fuga per la Fauna (da Wildlife Crossings, modificato).

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 253 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

5.2.3.2 Inquinamento Acustico

Il primo passo in molti studi di fattibilità nella costruzione di infrastrutture è la compilazione di una carta della criticità acustica; questa permette di evidenziare gli ambiti territoriali potenzialmente soggetti al maggiore impatto dovuto alla realizzazione della struttura. Tali ambiti saranno quelli che in futuro necessiteranno di interventi di tutela del clima acustico.

Il criterio utilizzato per quantificare le mitigazioni opportune è, in genere, quello di proteggere tutti i ricettori sensibili per i quali il clima acustico risulta superiore ai 55 dBA nel periodo notturno, indipendentemente dal livello di criticità medio o alto che vengono ad assumere.

In merito alla tipologia di mitigazioni da impiegare, anche ai fini di un minor impatto paesaggistico, vengono proposte di preferenza dune con pendenza naturale (oppure eventualmente in terra armata), in quanto possono essere rinverdate e fungere da schermo anche per gli inquinanti atmosferici.

Di seguito vengono esposti alcuni interventi possibili atti a mitigare le interferenze acustiche di un'opera come quella in esame con la componente faunistica.

Vegetazione

Se la vegetazione si presenta sufficientemente alta e densa (in modo che non vi si veda attraverso) può essere utile nel diminuire il rumore del traffico. Spesso piantare nuova vegetazione è una strada impraticabile per ottenere una mitigazione; ma se esiste già una densa vegetazione, può essere salvata.

Pavimentazione

La pavimentazione è talvolta menzionata nel computo dei fattori che contribuiscono al rumore.

E' vero che i livelli di rumore variano con i cambiamenti nella pavimentazione e nei pneumatici, non è chiaro se queste variazioni siano significative rispetto a quelle causate dai motori, specialmente quando sono presenti molti camion sulla strada.

Saranno necessarie molte altre ricerche per determinare il reale contributo della pavimentazione e dei pneumatici al rumore.

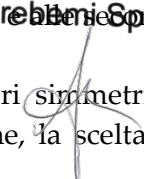
5.2.3.3 Inquinamento Luminoso

Riassumendo brevemente i punti cardine è opportuno che per diminuire l'impatto dell'illuminazione notturna:

- dove è possibile, si installino lampade al sodio a bassa pressione;
- si evitino i globi luminosi o solo in casi particolari si ripieghi su quelli schermati con le lampade al sodio ad alta pressione di potenza inferiore od uguale a 100 -150 W;
- si possono installare promiscuamente lampade al sodio a bassa pressione e lampade al sodio ad alta pressione, affidando alle prime il compito di dare l'intensità luminosa di base e alle seconde di rendere la luce più "calda";
- si limiti l'inquinamento dovuto alle torri faro, inclinando il più possibile i fari simmetrici od adoperando ottiche asimmetriche; nel caso di sostituzione o nuova installazione, la scelta deve

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebbiani SpA



cadere sulle torri faro schermate o se possibile su lampioni schermati in numero maggiore delle torri faro al fine di coprire tutta la superficie da illuminare;

- le insegne luminose schermate vengano spente alle 23 - 24;
- dopo le 23 - 24 si riduca l'intensità luminosa degli impianti non legati alla sicurezza;
- è d'obbligo usare lampade con efficienza luminosa maggiore od uguale a 100 lm/w; in questo caso non sussistono problemi per le lampade al sodio, mentre per le lampade agli alogenuri la ricerca di mercato deve essere mirata in quanto siamo al limite massimo;
- sia per un minor impatto ambientale sia per un risparmio economico, debbono essere usati pali dritti su unica fila abbandonando i pali curvi a semplice o doppia pastorale a doppia od unica fila.

Vengono inoltre illustrati alcuni suggerimenti pratici per la progettazione di impianti di illuminazione esterna notturna basati sulle "Raccomandazioni per la progettazione di impianti di illuminazione esterna notturna" delle Commissioni della Società Astronomica italiana, Unione astrofili italiani (UAI), *International Dark Sky Association* di Tucson (USA).

I suggerimenti permettono di limitare la luce dispersa nel cielo e l'inquinamento luminoso da impianti di illuminazione esterna, ed il conseguente spreco di energia elettrica.

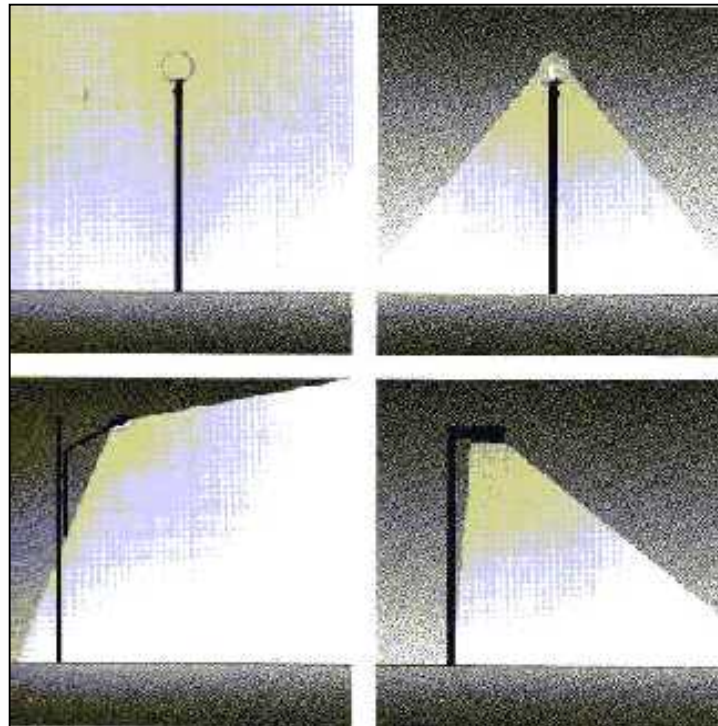


Figura 5-6 - Confronto tra l'Illuminazione con Apparecchi a Dispersione di luce (a sinistra) e Provvisti di Ottiche in Grado di Limitare l'Emissione di Flusso Luminoso Verso il Cielo (a destra)

APPROVATO SDP

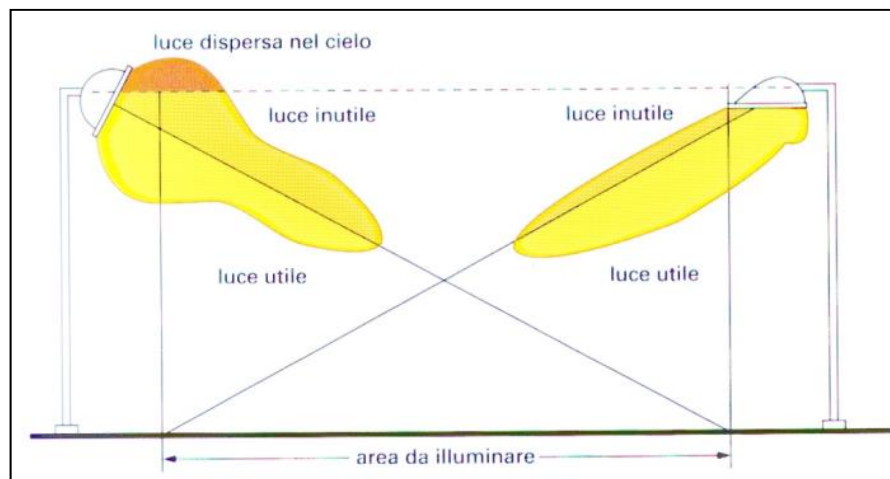


Figura 5-7 - Illuminazione di un'Area con un Proiettore Simmetrico (a sinistra) e un Proiettore Asimmetrico (a destra).

Per l'illuminazione di piazzali, barriere o caselli autostradali, è opportuno:

- Utilizzare esclusivamente apparecchi di illuminazione che assicurino che il flusso emesso sopra l'orizzonte sia uguale a zero. In genere rispondono a questo requisito gli apparecchi dotati di vetro piano e gli apparecchi cut-off. Se questo non fosse possibile, utilizzare apparecchi il cui flusso emesso sopra l'orizzonte non superi al massimo lo 0,8% del flusso totale da essi emesso;
- Montare sempre sulle armature vetri di sicurezza piani. Il fatto che il vetro sia piano evita la dispersione di luce sopra l'orizzonte ;
- Ridurre al minimo possibile l'angolo dell'ottica dell'apparecchio rispetto al piano orizzontale in modo da evitare la dispersione di luce sopra l'orizzonte. Se necessario, installare l'apparecchio su pali a sbraccio che lo avvicinino al centro della strada, permettendo una sua minore inclinazione;
- Nelle strade extraurbane, negli svincoli, nei caselli e barriere autostradali, nelle zone industriali ecc., utilizzare esclusivamente lampade al sodio a bassa pressione. Anche per queste installazioni esistono lampade schermate;
- Quando è richiesta una certa percezione del colore utilizzare la illuminazione mista. Un certo numero di lampade al sodio ad alta pressione tra quelle al sodio a bassa pressione;
- Non utilizzare quantità di luce superiore a quanto effettivamente necessario. Questo è caratteristica degli impianti male eseguiti;
- Utilizzare sempre sistemi per lo spegnimento o la riduzione dell'intensità dell'illuminazione dopo una certa ora, in rapporto al reale utilizzo dell'area illuminata e alle esigenze di sicurezza del traffico. Laddove la percezione dei colori o una luce particolarmente bianca sia necessaria solo per una parte della notte utilizzare l'illuminazione alternativa. Tenere presente che ad una certa ora della sera, quando le industrie si fermano e non sono più in funzione gli apparecchi elettrodomestici, in linea sale la tensione e vi è un aumento di intensità luminosa. Riducendo, dopo tale periodo, l'intensità negli impianti di un 30%, non si ha in pratica una riduzione di intensità luminosa;
- Evitare di illuminare fuori dalla zona dove l'illuminazione è richiesta (ad es. il terreno attorno alle barriere autostradali). Questo oltre a limitare la quantità di luce riflessa o diffusa in cielo, evita un inutile disturbo creato alla flora ed alla fauna dall'inquinamento ottico. Ciò è ottenibile ad esempio con l'applicazione di opportuni schermi.

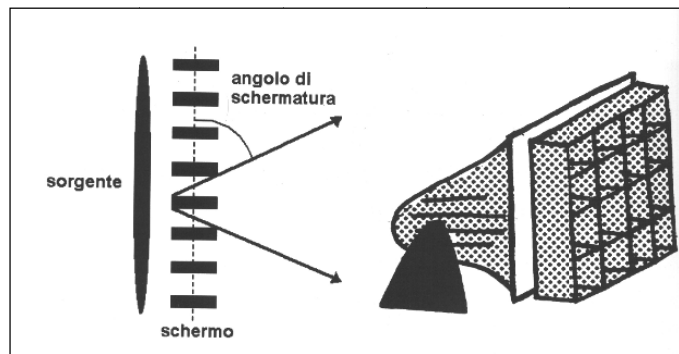



Figura 5-8 - Posizionamento Ottimale degli Schermi su un Proiettore

Quando si installa un proiettore è quasi sempre necessario applicare degli schermi per eliminare la dispersione di luce al di fuori dell'area da illuminare. Questi consistono in una serie di lamelle che possono essere montate verticali o orizzontali, a seconda della direzione in cui è richiesto schermare il proiettore. L'inclinazione delle lamelle può essere regolata. Schermi di tipo "a gonnellino" possono essere installati anche su apparecchiature di illuminazione stradale nel caso essi debbano essere inclinati.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
 Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 257 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

6 SALUTE PUBBLICA

Nell'ambito del proprio mandato, che prevede la responsabilità di monitorare e riferire sullo stato di salute dei circa 900 milioni di abitanti della Regione Europea dell'OMS, l'Ufficio Regionale Europeo dell'OMS produce ogni tre anni il Rapporto sulla salute in Europa.

Nella Regione Europea, la mortalità complessiva per tutte le cause di morte continua a diminuire; nel 2010, il tasso di mortalità standardizzato per età è stato pari a 813 decessi per 100.000 abitanti. I trend di mortalità mostrano ampie variazioni tra gruppi di paesi nell'ambito della Regione.

Le malattie non trasmissibili sono responsabili della più alta percentuale di mortalità; nel 2009 sono state responsabili di circa l'80% dei decessi nella Regione Europea.

Le malattie cardiovascolari rimangono la prima causa di mortalità, causando circa il 50% di tutti i decessi, seguite dai tumori, 4 responsabili di circa il 20% di tutti i decessi.

Le cause esterne legate a incidenti e avvelenamento sono la causa del 9% di tutti i decessi. I modelli di distribuzione per sub-regione si sono modificati nel corso del tempo.

Il monitoraggio dell'andamento della mortalità per le principali cause esterne fornisce informazioni aggiuntive per future proiezioni ed indicazioni sulle condizioni di sicurezza ambientale e su alcuni comportamenti dannosi nella popolazione.

La mortalità dovuta a incidenti della circolazione fornisce informazioni sulla sicurezza stradale, ivi incluse le condizioni delle infrastrutture, le misure di protezione e la regolamentazione.

Le tendenze generali per la Regione Europea mostrano una diminuzione del 50% rispetto al 1990, fino a un tasso del 10 per 100.000 nel 2010. Questa situazione può essere correlata a un calo degli incidenti stradali, in particolare quelli in cui è implicato l'alcol.

Per la caratterizzazione dello stato attuale dell'incidentalità si sono presi in considerazione i dati disponibili relativi alle arterie stradali che verranno sostanzialmente coinvolte dall'intervento in progetto.

Non sono ancora disponibili i dati relativi alla nuova Autostrada A35 Bre.Be.Mi.

APPROVATO SDR

6.1 Stato attuale della componente

In questa sezione viene analizzato lo stato attuale della componente nell'Area di Studio, in riferimento agli indicatori il cui andamento può essere messo in relazione alle modificazioni dell'ambiente introdotte dall'opera in esame.

L'Osservatorio Epidemiologico dell'ASL di Brescia, ha pubblicato il documento *"Mortalità per cause nell'ASL di Brescia dal 2000 al 2012: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale"* e, in allegato a questo, l'Atlante Distrettuale di Mortalità 2009-2012.

Tale documento rappresenta una continuazione e un ampliamento di analoghi lavori pubblicati dall'ASL di Brescia in anni passati: *"Atlante di Mortalità 1999-2003"*, *"Atlante di Mortalità 2006-2008"* e *"Andamento della mortalità per causa nell'ASL di Brescia 1990-2008"*.

BreBemi SpA

Obiettivo principale è quello di fornire un quadro aggiornato sulla mortalità nell'ASL di Brescia e descrivere l'impatto delle diverse cause di mortalità sul numero di decessi e sugli anni di vita persi,

analizzando in particolare il trend dei tassi di mortalità standardizzati e i cambiamenti in termini di anni di vita persi nel periodo 2000-2012.

Nella relazione sono stati considerati i dati di mortalità per la popolazione assistita dal 2000 al 2012.

Per il confronto con i dati italiani e regionali l'analisi è stata ristretta al biennio 2008-09, ultimi anni per cui sono disponibili i tassi causa/età specifici forniti dall'ISTAT.

Nei 13 anni considerati il numero di decessi è aumentato dagli 8.591 del 2000 ai 9.973 del 2012, tenendo anche conto che la popolazione di Brescia ha visto un incremento sia in termini di numerosità (+16,8%), sia in termini di aumento dell'età media della popolazione (+32% per gli ultra 65enni, +71% per gli ultra 80enni)

ANNO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
maschi	4.297	4.396	4.372	4.466	4.289	4.277	4.189	4.377	4.417	4.610	4.554	4.711	4.747
femmine	4.294	4.258	4.498	4.770	4.342	4.458	4.572	4.625	4.783	5.006	5.141	5.003	5.226
m+f	8.591	8.654	8.870	9.236	8.631	8.735	8.761	9.002	9.200	9.616	9.695	9.714	9.973

Tabella 6-1 - Numerosità dei decessi annuale nei due sessi – 2000-2013

6.1.1 Tassi di mortalità nei distretti dell'ASL

Il territorio dell'ASL di Brescia è diviso in **dodici Distretti Socio-Sanitari**, ognuno dei quali ha una sede principale ed una serie di sedi diffuse.

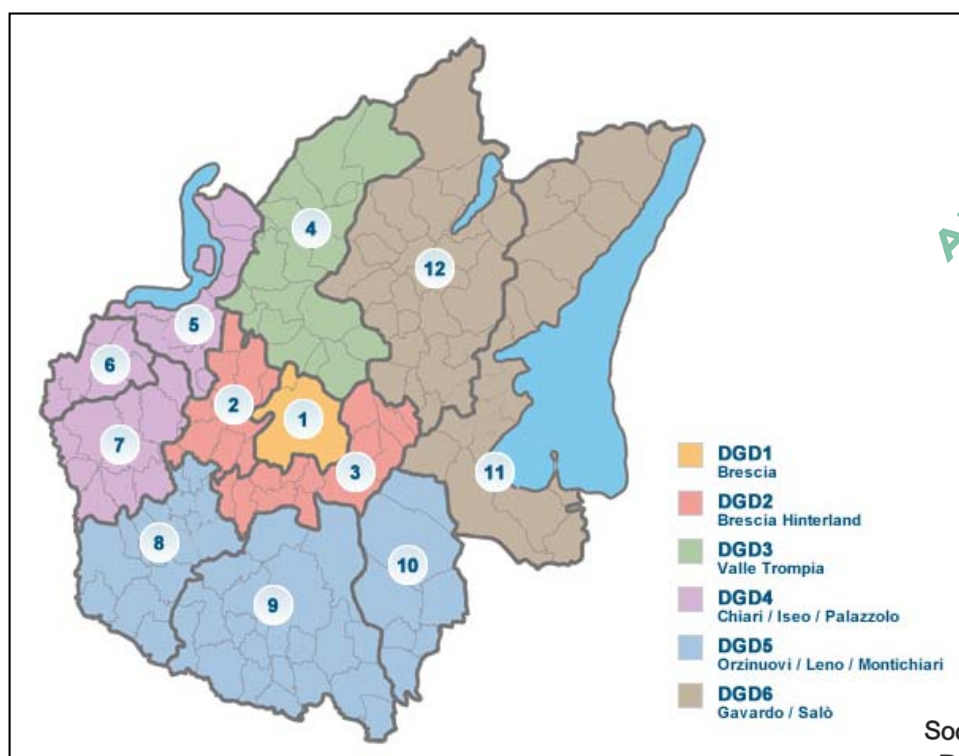


Figura 6-1–Distretti Sanitari Provincia di Brescia

Società di Progetto
Brebemi SpA

I 12 distretti dell'ASL di Brescia presentavano (Tabella 6-1) diversa numerosità con il distretto cittadino che era il più popoloso e rappresenta da solo circa il 18% del totale dell'ASL ed aveva 4 volte più assistiti

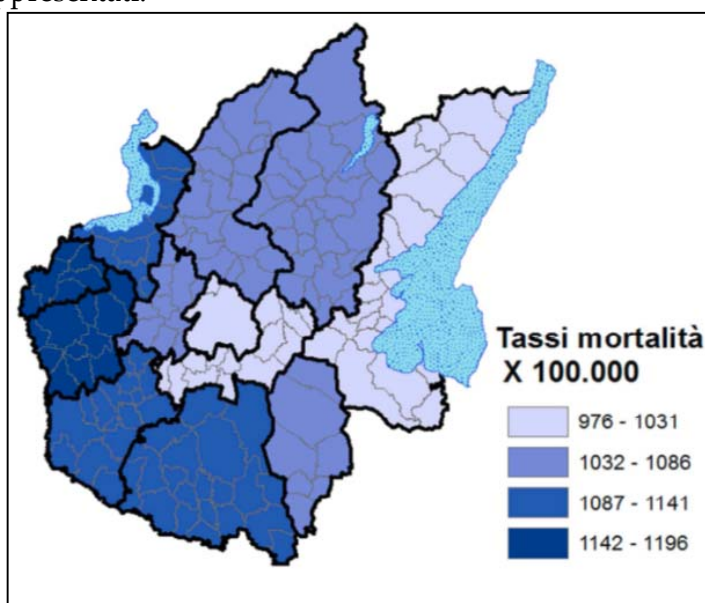
rispetto al distretto meno popoloso (Sebino). La struttura demografica della popolazione dei distretti è pure variegata: il distretto cittadino, seguito dal Garda, è quello con età media più elevata e maggior prevalenza di donne; al contrario il distretto Oglio Ovest ha una popolazione di 5 anni più giovane e minor prevalenza femminile. Come atteso i tassi di mortalità grezzi risultano essere più elevati nei distretti con popolazioni più anziane.

distretto	N. popolazione (media)	età media	% donne	N. deceduti nei 13 anni	Tasso grezzo di mortalità annuale
Distr 01 - Brescia	201.640	45,1	52,5%	25.309	97
Distr 02 - Brescia Ovest	89.132	40,3	50,5%	8.198	71
Distr 03 - Brescia Est	87.419	41,5	50,7%	8.111	71
Distr 04 - Valle Trompia	111.050	42,1	50,1%	11.536	80
Distr 05 - Sebino	51.354	42,1	50,6%	5.607	84
Distr 06 - Monte Orfano	56.342	41,2	50,2%	6.091	83
Distr 07 - Oglio Ovest	88.292	40,0	49,5%	8.335	73
Distr 08 - Bassa Bresciana Occidentale	53.062	41,2	49,7%	5.486	80
Distr 09 - Bassa Bresciana Centrale	112.451	41,8	50,2%	12.245	84
Distr 10 - Bassa Bresciana Orientale	59.739	40,2	49,9%	5.641	73
Distr 11 - Garda	113.367	43,8	51,8%	13.872	94
Distr 12 - Valle Sabbia	72.607	42,3	49,9%	8.247	87

Tabella 6-2 - Popolazione, decessi e tassi grezzi di mortalità nei distretti dell'ASL

Tenuto conto della diversa età della popolazione nei vari distretti sono stati calcolati i tassi "corretti" tramite standardizzazione diretta per fasce d'età (figura 3 e tabella 8): I distretti della città, di Brescia Est e del Garda hanno fatto registrare i tassi più bassi per entrambi i sessi; I distretti più a ovest, Monte Orfano e Oglio Ovest hanno presentato i tassi più elevati per entrambi i sessi; Gli altri distretti sono in posizione intermedia ma con un chiaro gradiente di aumento andando da est verso ovest; Il pattern distrettuale è simile nei due sessi.

I dati relativi alla mortalità che si possono desumere nel periodo compreso tra il 2000 e il 2013 distinti per i vari distretti, sono così rappresentati:



APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

Figura 6-2– Trend mortalità maschile per Distretti Sanitari Provincia di Brescia – 2000-2013

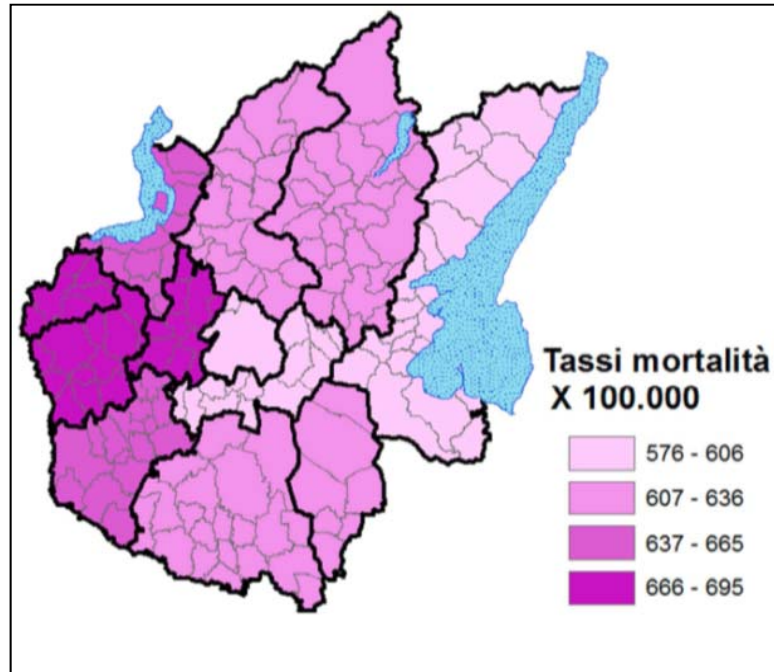


Figura 6-3– Trend mortalità femminile per Distretti Sanitari - Provincia di Brescia – 2000-2013

distretto	maschi			femmine		
	Tasso standardizzato	IC 95%		Tasso standardizzato	IC 95%	
Distr 01 - Brescia	976	959	993	576	566	586
Distr 02 - Brescia Ovest	1079	1044	1113	668	648	688
Distr 03 - Brescia Est	978	947	1008	595	577	613
Distr 04 - Valle Trompia	1060	1032	1088	632	616	648
Distr 05 - Sebino	1113	1072	1155	662	638	686
Distr 06 - Monte Orfano	1196	1153	1239	695	671	719
Distr 07 - Oglio Ovest	1148	1113	1184	678	658	698
Distr 08 - Bassa Bresciana Occidentale	1120	1078	1162	658	634	683
Distr 09 - Bassa Bresciana Centrale	1103	1076	1131	619	603	634
Distr 10 - Bassa Bresciana Orientale	1036	998	1074	610	588	633
Distr 11 - Garda	1006	982	1029	602	588	616
Distr 12 - Valle Sabbia	1075	1042	1107	621	601	640

Tabella 6-3 – Tassi di mortalità standardizzati per età nei distretti dell'ASL di Brescia nei maschi e nelle donne per il periodo 2000-2012

Le differenze distrettuali sono rimaste pressoché costanti nell'arco temporale considerato, con un calo della mortalità generale evidente in tutti i distretti anche se:

- in alcuni distretti la riduzione è stata costante e più rilevante (Valle Trompia -24%, Bassa Bresciana Occidentale -23%, Brescia Ovest -22%,);
- nei distretti occidentali di Monte Orfano (-15%) e Oglio Ovest (-10%) la riduzione è stata più modesta e questo ha contribuito a far sì che questi due distretti abbiano avuto nell'intero periodo i maggiori eccessi rispetto alla media ASL.

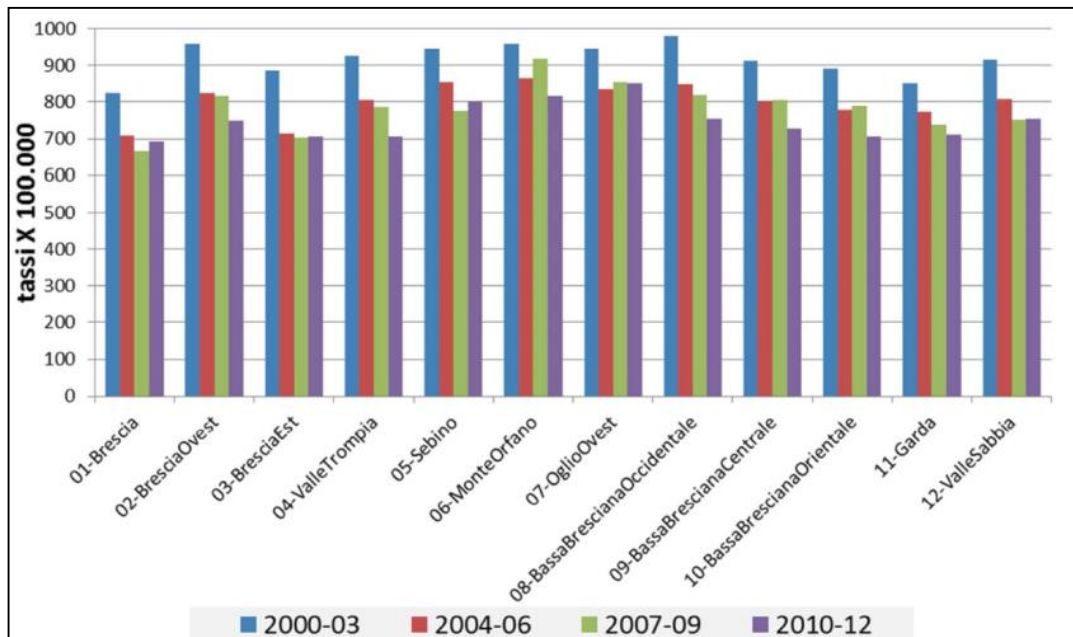


Figura 6-4– Tassi di mortalità standardizzati per età e sesso nei distretti ASL di Brescia in 4 periodi

	2000-03	2004-06	2007-09	2010-12	differenza
01-Brescia	824	708	666	693	-16%
02-Brescia Ovest	959	825	815	748	-22%
03-Brescia Est	885	713	702	706	-20%
04-ValleTrompia	928	806	787	707	-24%
05-Sebino	946	854	777	799	-16%
06-MonteOrfano	960	865	917	817	-15%
07-OglioOvest	945	836	853	852	-10%
08-BassaBrescianaOccidentale	980	849	817	753	-23%
09-BassaBrescianaCentrale	912	804	807	726	-20%
10-BassaBrescianaOrientale	892	779	789	705	-21%
11-Garda	850	773	739	711	-16%
12-ValleSabbia	915	807	752	753	-18%

Tabella 6-4 -- Tassi di mortalità standardizzati per età e sesso nei distretti ASL di Brescia in 4 periodi e differenza percentuale tra 2000-04 e 2010-2012

6.1.2 Mortalità per cause: importanza e peso relativo

Considerando il numero dei decessi si può notare come più dei 2/3 fossero causati da Tumori e Malattie del sistema cardiocircolatorio. In tabella, oltre alla percentuale relativa dei decessi per gruppi di cause, vengono riportate la numerosità degli stessi ed i dati alcune cause specifiche particolarmente significative per la loro numerosità. Inoltre viene riportata l'età media di morte che mostra forti variazioni a seconda delle cause.

 Società di Progetto
Brebemi SpA

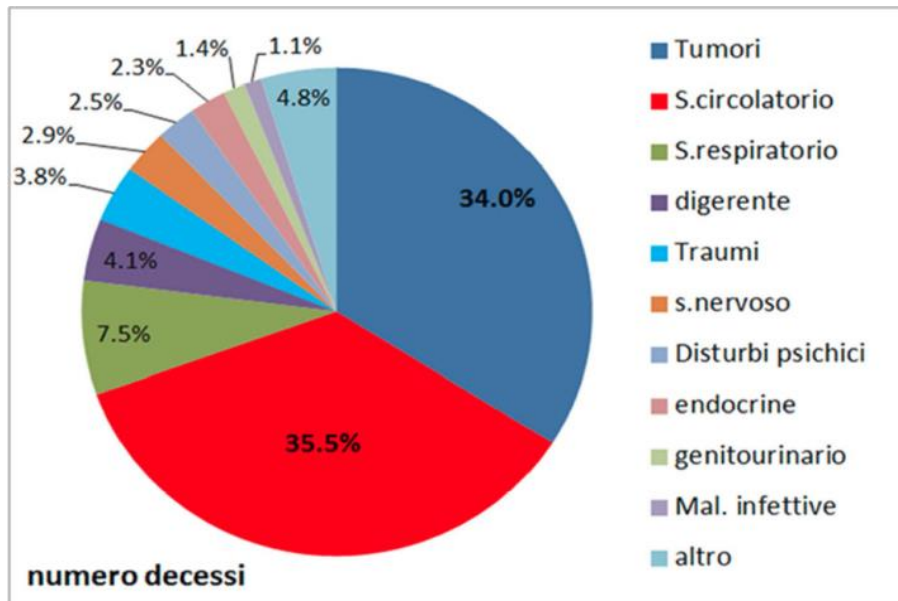


Figura 6-5- Percentuale relativa dei decessi per grandi cause complessivamente

GRANDI CAUSE DI MORTE	Maschi			Femmine			M+F	
	n. decessi	% sul totale	età media	n. decessi	% sul totale	età media	n. decessi	% sul totale
TUMORI	22.813	39,5%	72	17.518	28,7%	75	40.331	34,0%
Tumori maligni dello stomaco	1.798	3,1%	73	1.196	2,0%	77	2.994	2,5%
Tumori maligni del colo e retto	2.163	3,7%	73	2.046	3,4%	77	4.209	3,5%
Tumori maligni del fegato	2.269	3,9%	71	1.071	1,8%	77	3.340	2,8%
Tumori maligni del pancreas	1.415	2,5%	71	1.421	2,3%	77	2.836	2,4%
Tumori laringe/ trachea/ bronchi/ polmoni	6.581	11,4%	72	1.802	3,0%	73	8.383	7,1%
Tumori maligni al seno				2.922	4,8%	71	2.922	2,5%
Tumori maligni alla cervice uterina				138	0,2%	68	138	0,1%
Tumori maligni di altre parti dell'utero				515	0,8%	73	515	0,4%
Tumori maligni dell'ovaio				791	1,3%	70	791	0,7%
Tumori maligni della prostata	1.445	2,5%	79				1.445	0,0%
Tumori maligni del rene	675	1,2%	71	420	0,7%	77	1.095	0,9%
Tumori maligni della vescica	775	1,3%	76	294	0,5%	81	1.069	0,9%
Tumori maligni del tessuto linfatico	1.511	2,6%	72	1.556	2,6%	75	3.067	2,6%
MAL. SIST. CIRCOLATORIO	17.713	30,7%	78	24.445	40,1%	86	42.158	35,5%

APPROVATO SDR

 Società di Progetto
Brebemi SpA

GRANDI CAUSE DI MORTE	Maschi			Femmine			M+F	
	n. decessi	% sul totale	età media	n. decessi	% sul totale	età media	n. decessi	% sul totale
Malattie ischemiche del cuore	7.974	13,8%	77	9.016	14,8%	86	16.990	14,3%
Malattie cerebrovascolari	4.049	7,0%	80	6.978	11,4%	85	11.027	9,3%
MAL. SISTEMA RESPIRATORIO	4.446	7,7%	81	4.499	7,4%	86	8.945	7,5%
Asma e BCPO	2.220	3,8%	82	1.940	3,2%	86	4.160	3,5%

Tabella 6-5 - Numerosità e percentuale relativa dei decessi ed età media di morte per alcune cause specifiche nei due sessi.
Periodo 2000-2012 ASL Brescia

Se si considera il ruolo delle cause di morte in termini di decessi, è possibile avere un quadro di quanto le singole patologie pesino sullo stato di salute della popolazione. In particolare:

6.1.2.1 Patologia tumorale

Nell'Asl di Brescia, con 40.331 decessi, ha rappresentato il 34,0% di tutte le morti ed è stata la prima causa di morte tra i maschi (39,5%) e la seconda nelle femmine (28,7%).

Considerando gli anni di vita persi l'impatto dei tumori è ancora più rilevante: i tumori da soli ne hanno causato la perdita del 41,2% (231.815 anni), al primo posto in entrambi i sessi. In particolare nei maschi sono stati persi 137.041 anni (36,7% del totale) più della metà degli anni persi nelle 94.774 anni).

I tumori maligni delle vie respiratorie sono la singola causa che ha provocato più perdita di anni di vita (37.759 nei maschi e 10.439 nelle femmine) anche se, nelle donne, sono i tumori del seno la singola causa che ha provocato la maggior perdita di anni di vita (22.961 anni).

Seguono i tumori del colon-retto e il tumore del fegato; il primo ha provocato la perdita complessiva di 20.762 anni di vita ed ha un peso simile nei due sessi, mentre il secondo è particolarmente "pesante" per i maschi che hanno perso un numero di anni di vita 5 volte superiore rispetto alle donne. Anche i tumori dello stomaco (14.703) e del pancreas (14.214), come pure i tumori maligni del tessuto linfatico/ematopoietico considerati nel loro insieme (18.216) hanno provocato una notevole perdita di anni di vita.

6.1.2.2 Malattie del sistema circolatorio

Sono state la prima causa di decessi tra le femmine (24.445 40,1%) e la seconda tra i maschi. Il loro impatto è però ridimensionato considerando gli anni di vita persi pari al 15,6% del totale (88.151 anni); ciò è vero soprattutto per le femmine ove, pur essendo come numero di decessi al primo posto (24.445), hanno provocato "solo" una perdita di 23.105 anni PYLL. Per quanto riguarda i maschi le patologie CCV colpiscono in età più giovane (in media 8 anni in meno) e hanno un impatto decisamente superiore anche considerando i PYLL (65.046 anni), in particolare le malattie ischemiche del cuore sono state la seconda causa specifica di perdita d'anni negli uomini (31.818). Più di 2/3 di tutte le morti e il 57% di tutti i PYLL sono dovute alle due grandi cause prima citate.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Bresciani SPA



6.1.2.3 Traumi e avvelenamenti

Hanno causato 4.464 decessi, con un numero più che doppio nei maschi rispetto alle femmine. Nei maschi, inoltre, tali eventi hanno causato la morte mediamente in età più giovane (media=52,8 e mediana=51,7) rispetto alle femmine (media=69,6 e mediana =78,5) rappresentando, nei maschi, la seconda causa di perdita di anni di vita (20,1% con 74.933 anni) pari ad una quantità di PYLL quasi 5 volte superiore a quella delle donne. Anche considerando entrambi i sessi, la perdita di anni di vita è superiore rispetto a quelli persi per morti CCV. In particolare nei maschi vi è stata una forte perdita di anni a causa degli incidenti di trasporto (38.236 anni, I posto come causa specifica) e dei suicidi (15.817 anni).

6.1.2.4 Patologie del sistema respiratorio

Hanno causato un numero rilevante di decessi (7,5% del totale), ma l'età media di morte era assai elevata in entrambi i sessi (80,6 nei maschi e 86,1 nelle donne) ed ha comportato una modesta perdita di anni PYLL (2,6%).

6.1.3 Mortalità per cause: trend nell'ASL di Brescia

Analogamente a quanto fatto per la mortalità generale vengono esaminati i trend di mortalità relativi ai gruppi di cause e ad alcune cause sia confrontando i tassi standardizzati d'età che i PYLL nel corso del periodo 2000-2012.

6.1.3.1 Trend mortalità per Tumori Maligni

La mortalità per patologia tumorale è diminuita di circa il 20% nei maschi causando una riduzione del 22% degli anni di vita persi, pari a 2.646 anni.

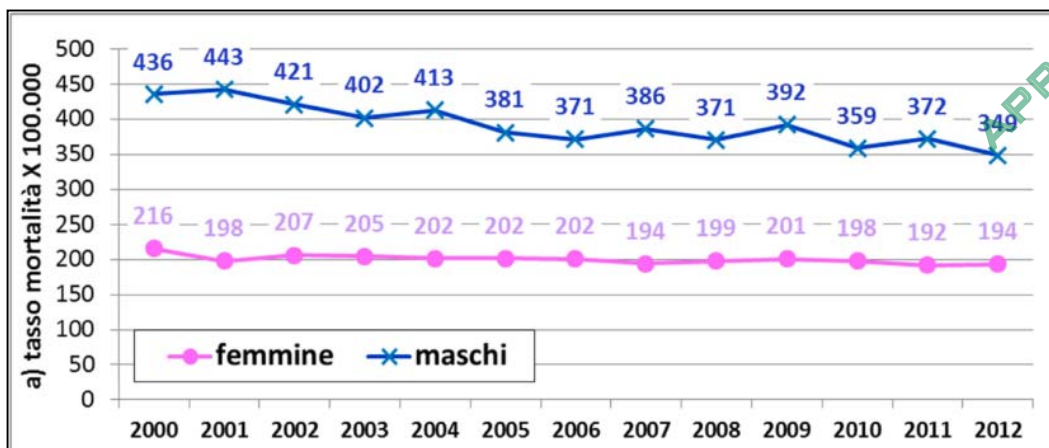


Figura 6-6- Trend tassi di mortalità tumorale standardizzati per età nei due sessi. Periodo 2000-2012 ASL Brescia

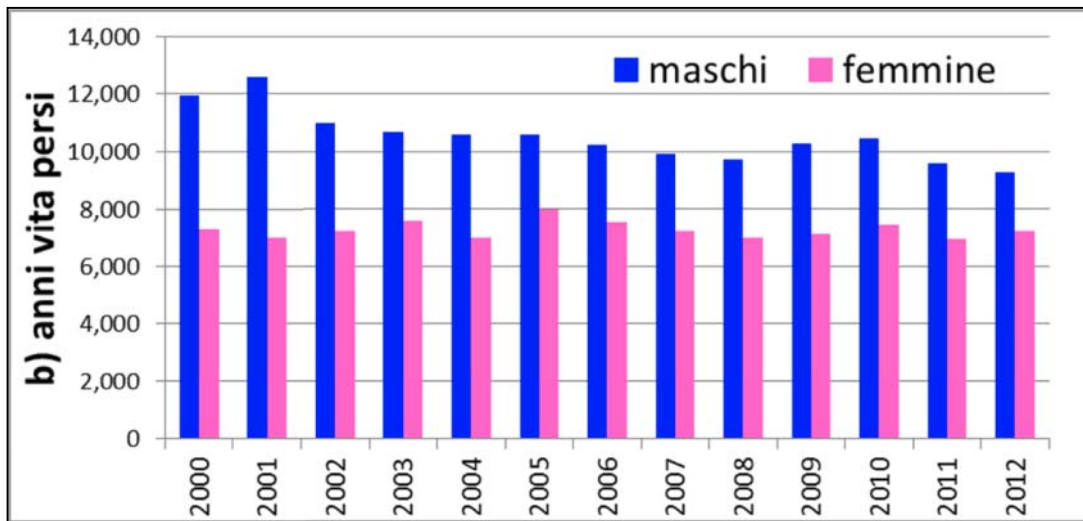


Figura 6-7- Trend anni di vita persi nei due sessi. Periodo 2000-2012 ASL Brescia

Nelle donne, a parte il picco del 2000, vi è stata una sostanziale stabilità del tasso di mortalità tumorale senza alcun cambiamento in termini di anni di vita persi. Simile il trend limitando l'analisi alla popolazione di età inferiore ai 75anni

6.1.3.2 Trend mortalità per Tumori alle Vie Respiratorie

La mortalità per tumori vie respiratorie è diminuita di 1/3 nei maschi comportando un analogo calo degli anni di vita persi. Nelle donne si assiste, invece ad un aumento che ha portato quasi a raddoppiare gli anni di vita persi per questo tumore.

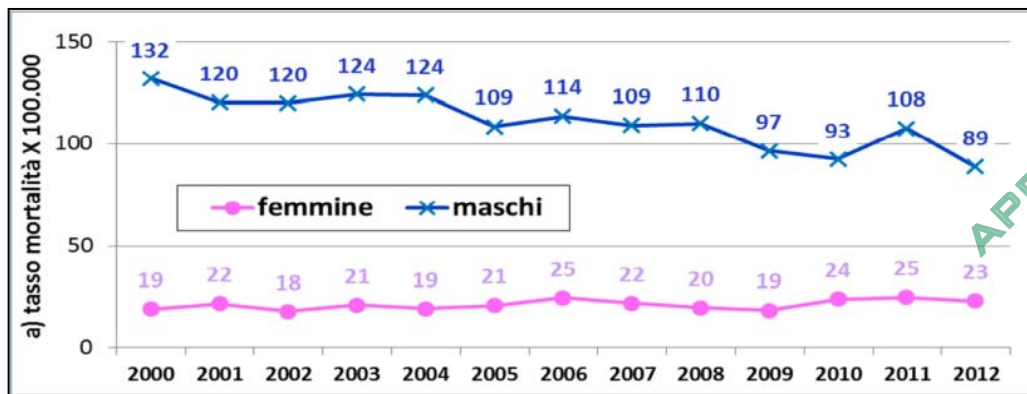


Figura 6-8- Trend tassi di mortalità tumori vie aeree standardizzati per età nei due sessi Periodo 2000-2012 ASL Brescia

anno	maschi			femmine			anni di vita persi	
	tasso	IC 95%		tasso	IC 95%		maschi	femmine
2000	132	120	144	19	15	23	3.513	560
2001	120	110	131	22	18	26	3.362	814
2002	120	109	131	18	15	21	3.210	559
2003	124	114	135	21	17	25	3.412	784
2004	124	113	135	19	16	23	3.148	597
2005	109	99	119	21	17	25	2.525	727
2006	114	104	124	25	21	29	3.029	1.149
2007	109	100	119	22	18	26	2.589	815
2008	110	101	120	20	16	23	2.678	693
2009	97	88	105	19	15	22	2.636	814
2010	93	84	101	24	20	28	2.528	895
2011	108	99	117	25	21	29	2.847	1.022
2012	89	81	97	23	19	27	2.280	1.010

Tabella 6-6 -Trend tassi di mortalità tumori vie aeree standardizzati per età nei due sessi con IC al 95% dei tassi e gli anni di vita persi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

6.1.3.3 Trend mortalità per Malattie del sistema cardio-cerebro-vascolare

La mortalità per patologia del sistema cardio-cerebro-vascolare è diminuita di 1/3 in entrambi i sessi; ciò ha comportato una minor perdita nel 2012 rispetto al 2000 di 1.824 anni nei maschi (-31%) e di 895 anni nelle donne (-41%).

Ancora più forte la diminuzione limitando l'analisi alla popolazione di età inferiore ai 75anni, con un -44% nei maschi e -50% nelle femmine (dati non riportati).

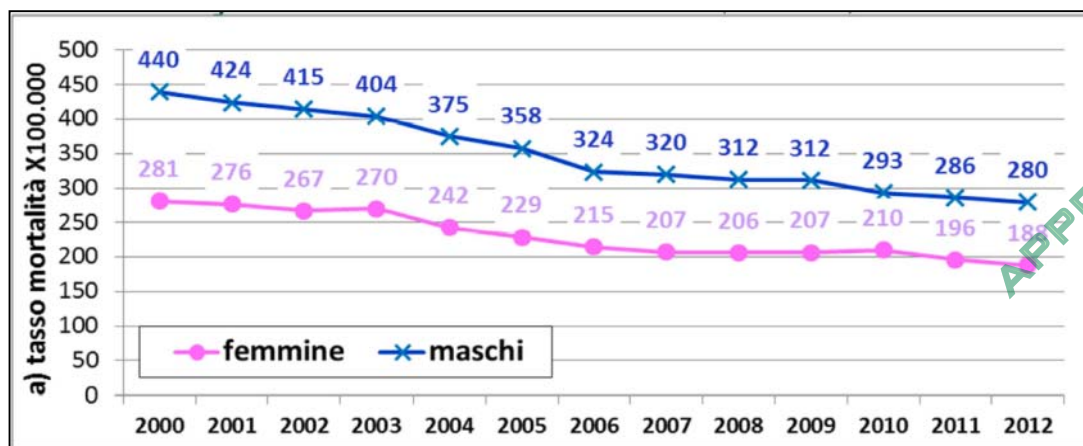


Figura 6-9- Trend tassi di mortalità malattie CCV standardizzati per età nei due sessi Periodo 2000-2012 ASL Brescia

anno	maschi			femmine			anni di vita persi	
	tasso	IC 95%		tasso	IC 95%		maschi	femmine
2000	440	416	463	281	269	294	5.958	2.209
2001	424	402	447	276	264	289	6.503	2.192
2002	415	393	437	267	255	279	6.106	2.248
2003	404	383	426	270	258	282	5.743	1.916
2004	375	355	396	242	231	254	5.428	1.958
2005	358	338	377	229	218	240	5.052	1.690
2006	324	305	342	215	205	225	4.423	1.824
2007	320	302	337	207	198	217	4.673	1.594
2008	312	295	329	206	197	216	4.777	1.566
2009	312	295	328	207	197	216	4.453	1.675
2010	293	277	309	210	200	219	3.669	1.500
2011	286	271	302	196	187	205	4.126	1.419
2012	280	265	295	188	179	197	4.133	1.314

Tabella 6-7 - Trend tassi di mortalità malattie CCV standardizzati per età nei due sessi con IC al 95% dei tassi e gli anni di vita persi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

La mortalità per **malattie ischemiche** del cuore è diminuita di 1/3 in entrambi i sessi; ciò ha comportato una minor perdita nel 2012 rispetto al 2000 del 24% di anni di vita nei maschi e del 30% nelle donne.

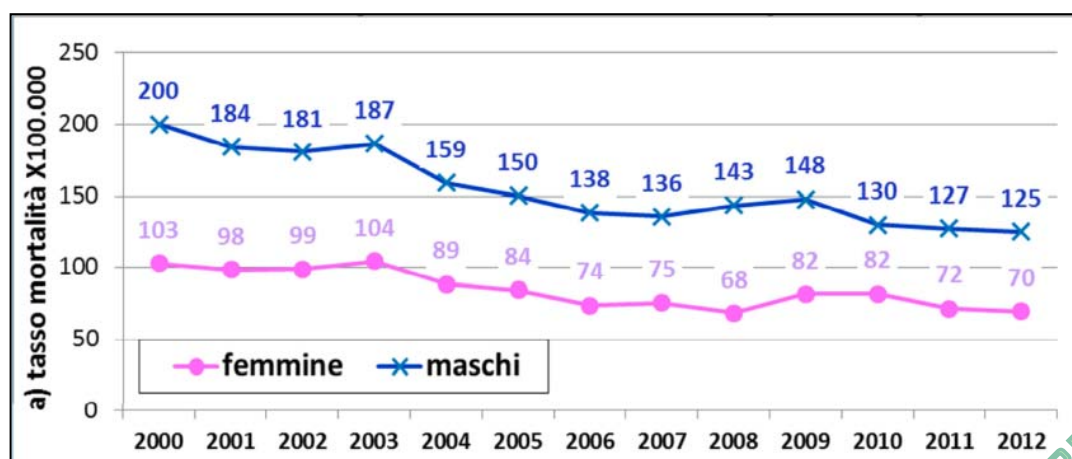


Figura 6-10- Trend tassi di mortalità malattie ischemiche del cuore standardizzati per età nei due sessi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

anno	maschi			femmine			anni di vita persi	
	tasso	IC 95%		tasso	IC 95%		maschi	femmine
2000	200	184	216	103	95	111	2.946	655
2001	184	170	199	98	91	106	3.126	491
2002	181	166	196	99	92	106	2.657	625
2003	187	172	201	104	97	112	2.811	665
2004	159	146	173	89	82	96	2.750	671
2005	150	138	163	84	78	91	2.339	459
2006	138	126	150	74	68	80	2.006	494
2007	136	124	147	75	70	81	2.279	482
2008	143	132	155	68	63	74	2.604	569
2009	148	136	159	82	76	88	2.256	545
2010	130	119	141	82	76	88	1.673	528
2011	127	117	138	72	66	77	2.130	443
2012	125	115	135	70	64	75	2.236	460

Tabella 6-8 -Trend tassi di mortalità malattie ischemiche del cuore standardizzati per età nei due sessi con IC al 95% dei tassi e gli anni di vita persi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

Società di Progetto
Brebemi SpA

La mortalità **per malattie** cerebrovascolari (Figura 6-11 e Tabella 6-9) è diminuita del 39% nei maschi ed anco più nelle femmine (-41%); ciò ha comportato una minor perdita nel 2012 rispetto al 2000 di 382 anni di vita nei maschi (-42%) e di 448 nelle donne (-65%).

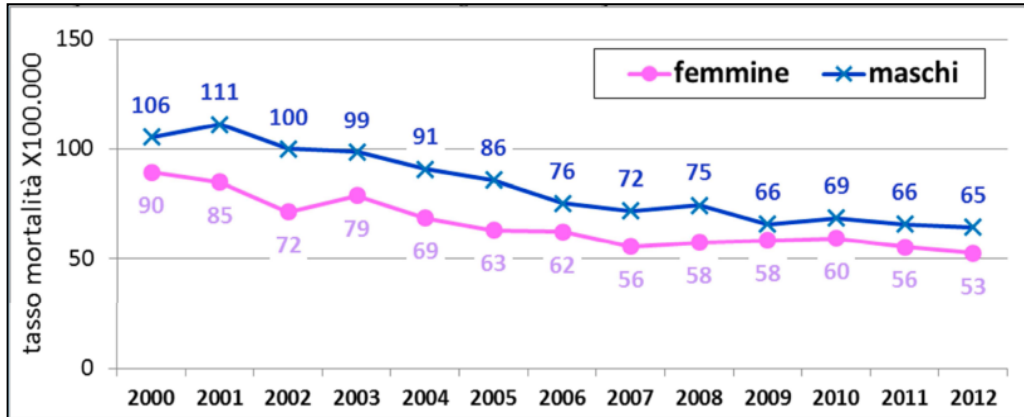


Figura 6-11- Trend tassi di mortalità per ictus standardizzati per età nei due sessi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

anno	maschi		femmine		anni di vita persi	
	tasso	IC 95%	tasso	IC 95%	maschi	femmine
2000	106	94 117	90	82 97	910	687
2001	111	100 123	85	78 92	1.343	904
2002	100	89 111	72	65 78	1.116	601
2003	99	88 110	79	72 86	822	620
2004	91	81 101	69	63 75	816	505
2005	86	76 96	63	57 69	773	398
2006	76	67 85	62	57 68	617	616
2007	72	63 81	56	51 61	579	527
2008	75	66 83	58	53 63	614	443
2009	66	58 74	58	53 63	762	296
2010	69	61 77	60	54 65	658	554
2011	66	58 74	56	51 60	576	312
2012	65	57 72	53	48 57	528	239

Tabella 6-9 - Trend tassi di mortalità per ictus standardizzati per età nei due sessi con IC al 95% dei tassi e gli anni di vita persi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

6.1.3.4 Trend mortalità per Malattie del sistema respiratorio

La mortalità per malattie del sistema respiratorio (Figura 6-12 e Tabella 6-10) nei maschi è rimasta stabile tra 2000 e 2005 ed è poi diminuita di un -15%; nelle femmine è rimasta grosso modo stabile tra 2000 e 2008 ed è scesa solo negli ultimi anni (-30%). Non si è però notata una diminuzione degli anni di vita persi a causa del fatto che la gran parte di queste morti (84%) è avvenuta dopo i 75 anni rendendo poco sensibile per la patologia respiratoria questo tipo di analisi.

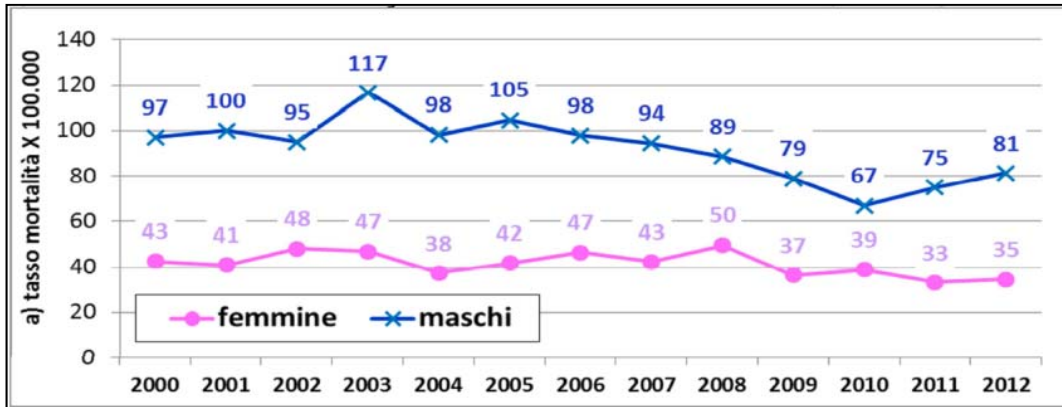


Figura 6-12- Trend tassi di mortalità malattie respiratorie standardizzati per età nei due sessi
Periodo 2000-2012 ASL Brescia

anno	maschi			femmine			anni di vita persi	
	n. decessi	tasso	IC 95%	n.decessi	tasso	IC 95%	maschi	femmine
2000	295	97	86 109	286	43	38 48	743	362
2001	309	100	89 112	288	41	36 46	795	275
2002	305	95	84 106	351	48	43 53	896	305
2003	381	117	104 129	351	47	42 52	867	323
2004	333	98	87 109	290	38	33 42	815	293
2005	373	105	94 116	350	42	37 47	650	308
2006	366	98	88 108	398	47	42 51	739	279
2007	367	94	85 104	379	43	38 47	860	152
2008	348	89	79 98	439	50	45 55	507	539
2009	333	79	70 88	323	37	32 41	611	632
2010	293	67	59 75	362	39	35 43	731	387
2011	347	75	67 83	327	33	30 37	674	539
2012	396	81	73 90	353	35	31 39	891	191

Tabella 6-10 - Trend tassi di mortalità per malattie respiratorie standardizzati per età nei due sessi con IC al 95% dei tassi e gli anni di vita persi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

La mortalità per Asma e BPCO (Figura 6-13 e Tabella 6-11), analogamente a quanto notato per la mortalità per tutte le malattie respiratorie, è rimasta stabile tra 2000 e 2005 ed è poi diminuita di circa un -20%; nelle femmine è rimasta grosso modo stabile per tutto il periodo.

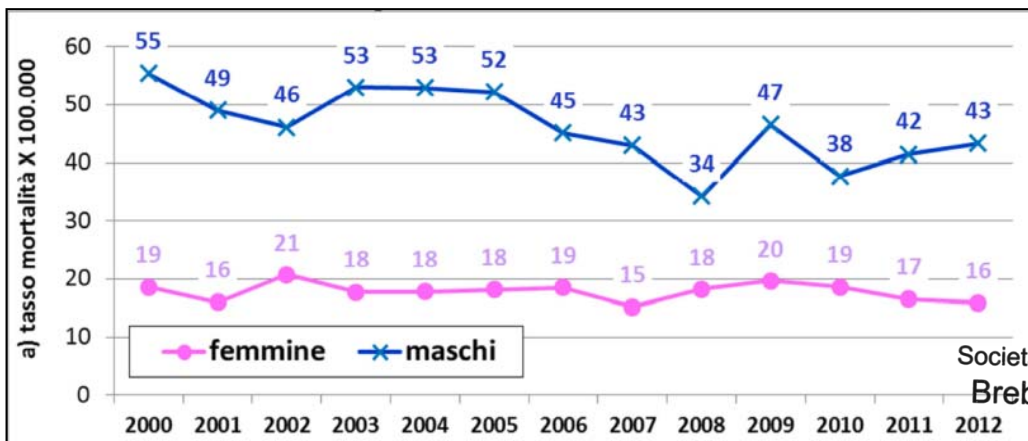


Figura 6-13- Trend tassi di mortalità per asma e BPCO standardizzati per età nei due sessi
Periodo 2000-2012 ASL Brescia

anno	maschi			femmine			anni di vita persi	
	n. decessi	tasso	IC 95%	n.decessi	tasso	IC 95%	maschi	femmine
2000	295	97	86 109	286	43	38 48	743	362
2001	309	100	89 112	288	41	36 46	795	275
2002	305	95	84 106	351	48	43 53	896	305
2003	381	117	104 129	351	47	42 52	867	323
2004	333	98	87 109	290	38	33 42	815	293
2005	373	105	94 116	350	42	37 47	650	308
2006	366	98	88 108	398	47	42 51	739	279
2007	367	94	85 104	379	43	38 47	860	152
2008	348	89	79 98	439	50	45 55	507	539
2009	333	79	70 88	323	37	32 41	611	632
2010	293	67	59 75	362	39	35 43	731	387
2011	347	75	67 83	327	33	30 37	674	539
2012	396	81	73 90	353	35	31 39	891	191

Tabella 6-11 - Trend tassi di mortalità per malattie respiratorie standardizzati per età nei due sessi con IC al 95% dei tassi e gli anni di vita persi - Periodo 2000-2012 ASL Brescia

Le patologie prese in considerazione nel presente studio sono quelle che possono essere influenzate da situazioni di inquinamento dell'aria, in particolare tumori e malattie all'apparato respiratorio e cardiocircolatori.

6.1.4 Morbilità della Popolazione

La presenza di patologie croniche è uno dei principali indicatori per valutare lo stato di salute di una popolazione, sia per quanto riguarda il rischio di mortalità, sia per ciò che concerne il peggioramento della qualità della vita.

L'esame della geografia della mortalità complessiva del 2010 compiuta da ISTAT conferma la struttura osservata negli anni precedenti: livelli più elevati di mortalità si riscontrano nelle regioni del Centro e del Nord rispetto a quelle del Mezzogiorno.

L'analisi della mortalità per causa a livello territoriale ha una particolare caratterizzazione che vede tutte le regioni del Mezzogiorno con i livelli sostanzialmente più bassi per i tumori. Nel Nord e nel Centro, al contrario, la mortalità per queste cause è più elevata della media nazionale tranne che nel Trentino-Alto Adige e nel Veneto. Per le malattie del sistema circolatorio la geografia che si osserva è invece più variabile: valori inferiori alla media nazionale si riscontrano sia in qualche regione del Mezzogiorno sia in alcune regioni del Nord mentre valori più elevati si registrano in tutte le regioni del Centro tranne il Lazio nonché nelle restanti regioni del Nord e nella gran parte di quelle del Mezzogiorno.

REGIONI E RIPARTIZIONI	Malattie infettive e parassitarie	Tumori	Disturbi psichici e malattie del sistema nervoso e degli organi dei sensi	Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema respiratorio	Malattie dell'apparato digerente	Altri stati morbosi	Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	Cause esterne dei traumi ed avvelenamenti	Totale
VALORI ASSOLUTI										
Piemonte	1.000	14.794	3.347	18.227	3.502	1.974	3.174	714	1.890	48.622
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	14	367	113	449	119	67	79	33	71	1.312
Liguria	364	6.098	1.668	7.959	1.467	824	1.668	474	748	21.270
Lombardia	1.854	31.011	6.037	30.927	6.082	3.552	5.834	971	3.477	89.745
Trentino-Alto Adige/Südtirol	130	2.698	560	3.318	583	327	471	103	456	8.646
<i>Bozano-Bozen</i>	47	1.211	305	1.479	280	128	169	29	261	3.909
<i>Trento</i>	83	1.487	255	1.839	303	199	302	74	195	4.737
Veneto	707	13.908	3.454	16.594	2.912	1.841	3.083	511	1.842	44.852
Friuli-Venezia Giulia	245	4.569	885	5.081	1.052	670	946	150	551	14.149
Emilia-Romagna	1.082	14.591	3.334	17.566	3.316	1.923	3.536	509	1.996	47.853
Toscana	733	12.187	2.728	16.016	2.801	1.639	3.145	811	1.684	41.744
Umbria	146	2.768	660	4.157	735	365	648	158	429	10.066
Marche	241	4.623	1.250	6.391	1.067	607	1.214	134	682	16.209
Lazio	731	16.589	2.910	20.441	3.362	2.235	4.325	616	2.560	53.769
Abruzzo	151	3.443	1.052	5.784	911	607	1.191	155	671	13.965
Molise	30	896	203	1.493	206	187	271	65	151	3.502
Campania	662	13.902	2.063	20.251	3.036	2.170	4.594	1.162	1.565	49.405
Puglia	531	9.929	2.140	12.759	2.422	1.533	3.182	467	1.547	34.510
Basilicata	85	1.449	289	2.257	407	254	472	79	244	5.536
Calabria	212	4.280	849	7.665	1.107	725	1.593	417	823	17.671
Sicilia	466	12.373	2.557	19.456	2.849	1.639	4.855	1.415	1.887	47.497
Sardegna	237	4.565	1.014	4.826	862	669	1.086	276	757	14.292
Nord	5.396	88.036	19.398	100.121	19.033	11.178	18.791	3.465	11.031	276.449
Centro	1.851	36.167	7.548	47.005	7.965	4.846	9.332	1.719	5.355	121.788
Mezzogiorno	2.374	50.837	10.167	74.491	11.800	7.784	17.244	4.036	7.645	186.378
ITALIA	9.621	175.040	37.113	221.617	38.798	23.808	45.367	9.220	24.031	584.615

Tabella 6-12 - Morti in valore assoluto per gruppi di cause e regione di decesso
Anno 2010 –ISTAT

6.1.5 Incidentalità Stradale

Nel seguito si riportano i dati di incidentalità a livello europeo, nazionale e regionale a confronto. I documenti esaminati in questo paragrafo sono:

1. *Piano Nazionale della Sicurezza Stradale (PNSS)– Orizzonte 2020 del Ministero Delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale;*
2. *Statistica degli incidenti stradali – 2006-2010, ISTAT;*
3. *Localizzazione degli incidenti stradali 2006-2010, ACI.*

6.1.5.1 La situazione in Europa

Il Piano Nazionale per la Sicurezza Stradale – PNSS, per perseguire l'azione di miglioramento e sensibilizzazione promossa dall'Unione Europea (per la decade 2001-2010) attraverso il Libro Bianco del 2001, ha proclamato nel 2010 un nuovo decennio (2011-2020) di iniziative per la Sicurezza Stradale. L'obiettivo è quello di dimezzare ulteriormente il numero di decessi da incidenti stradali in Europa e nel mondo e diminuire il numero di feriti gravi. Tra gli altri obiettivi c'è anche il miglioramento della sicurezza dei veicoli e delle infrastrutture e la sensibilizzazione degli utenti della strada a comportamenti corretti e responsabili.

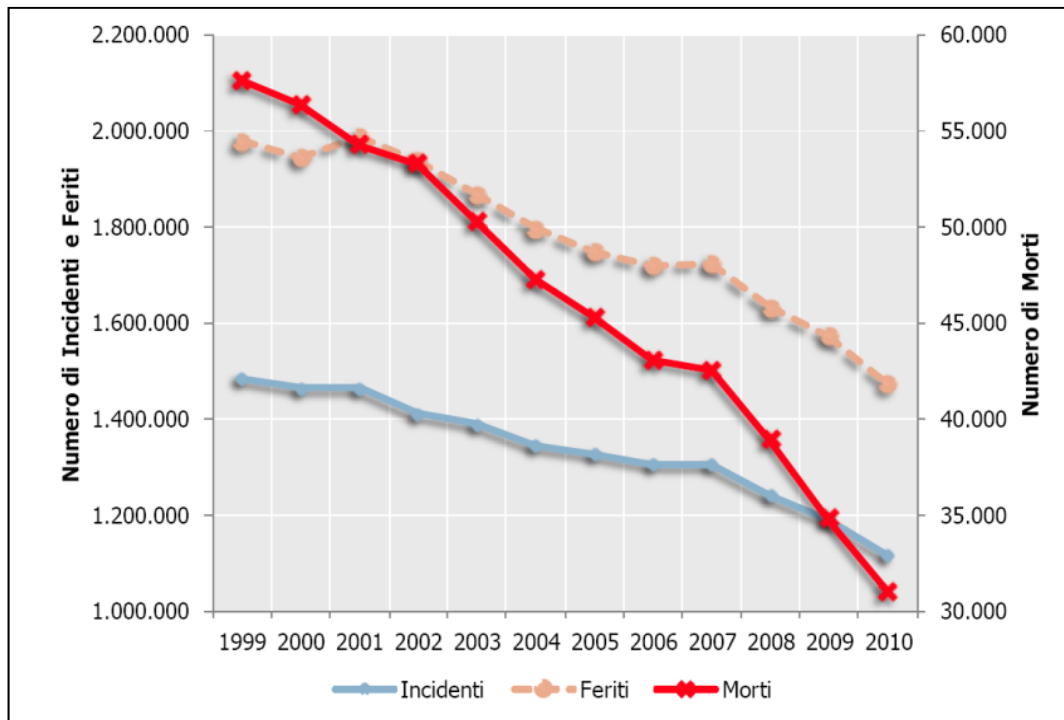


Figura 6-14- Trend del numero di incidenti, morti e feriti sulla strada nella UE dal 2001 al 2010 (fonte ERSO 2010)

La Commissione Europea si era posta come obiettivo il dimezzamento dei morti sulle strade nel periodo dal 2001 al 2010.

Tale obiettivo, osservando i dati nell' UE27, non è stato raggiunto, sebbene la riduzione sia stata significativa. Il numero dei morti, infatti, passa da circa 54.000 nel 2001 a circa 31.000 nel 2010 con una riduzione di circa il 42%. Gli andamenti del numero di feriti e d'incidenti, nel periodo di riferimento, presentano una riduzione meno marcata rispetto a quella del numero di morti, compresa fra il 23% e il 25% per ambedue le categorie.

L'andamento del tasso di mortalità (morti per milione di abitanti) nella UE27 mostra, fra il 2001 e il 2010, una forte riduzione, passando da 112 morti per milione di abitanti a 61 morti per milione di abitanti. Eccetto la Romania e Malta, tutti gli altri Paesi hanno ridotto in maniera consistente il tasso di mortalità, anche se partivano da valori molto diversi fra loro.

Nel 2010, i tassi di mortalità si sono sensibilmente ridotti e, nella maggior parte dei casi, proprio i Paesi che presentavano valori più elevati di mortalità hanno avuto le riduzioni più marcate.

In tale contesto anche l'Italia, che nel 2001 presentava un tasso di mortalità pari a 125 morti per milione di abitanti, lo ha quasi dimezzato passando a 68 morti per milione di abitanti nel 2010, in linea con il valore medio europeo.

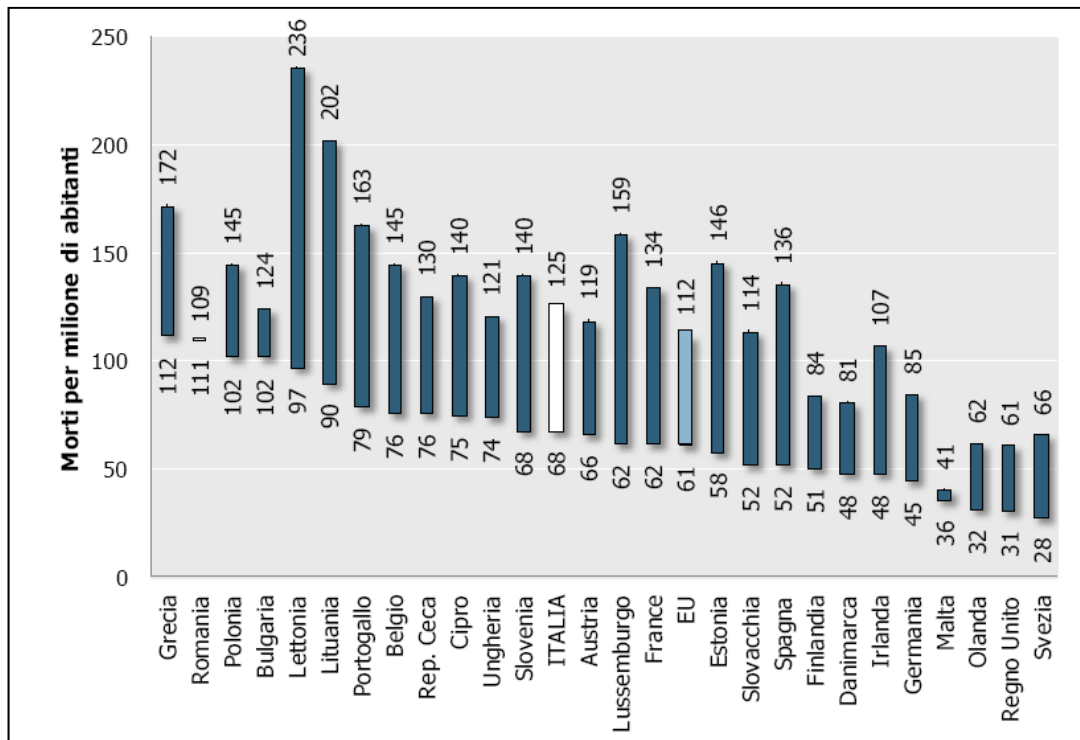


Figura 6-15- Variazione dei tassi di mortalità nel periodo 2001–2010 in 27 stati membri (fonte CARE 2011)

6.1.5.2 La situazione in Italia

L'andamento del numero di morti in Italia, mostra, a partire dal 2001, una significativa riduzione.

Tra il 2001 e il 2012 si è passati da 7.096 a 3.653 decessi (Figura 6-16), con una riduzione pari al 48,5% (nel decennio di riferimento europeo 2001-2010 la riduzione è stata di circa il 42%).

Anche il numero di feriti in incidenti stradali ha un andamento decrescente, sebbene il trend di riduzione fino al 2012 iniziò solo a partire dal 2002, in seguito ad un lieve aumento osservato fra il 2001 e il 2002.

Con riferimento allo stesso periodo, 2001-2012, il numero di feriti è diminuito del 29,1%. Una riduzione equivalente si osserva anche per il numero totale di incidenti con feriti.

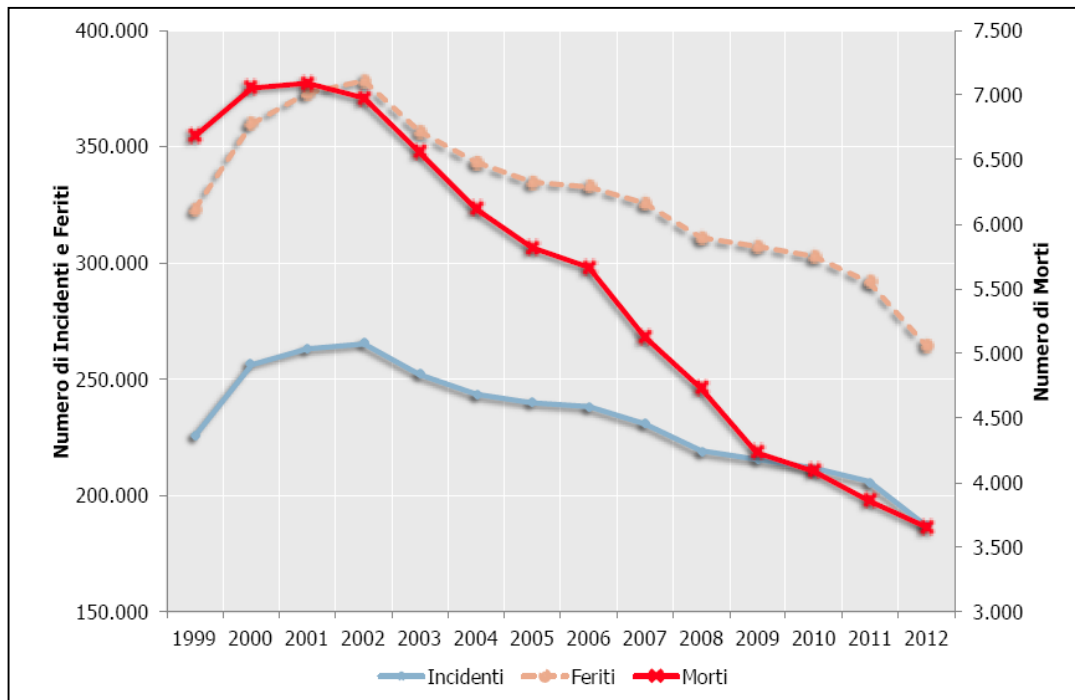


Figura 6-16– Trend del numero di incidenti, morti e feriti sulla strada in Italia dal 1999 al 2012 (fonte ISTAT)

L'incidentalità si ripartisce in modo eterogeneo a livello territoriale.

Tra le diverse Regioni vi sono differenze significative sia per quanto riguarda i risultati ottenuti, in termini di variazioni percentuali del numero di morti fra il 2001 e il 2012, sia rispetto al livello di sicurezza raggiunto nel 2012, espresso in termini di tasso di mortalità.

Nella Figura 6-17 il colore rappresenta il livello di sicurezza al 2012 (espresso in termini di morti per milione di abitanti), mentre la dimensione della freccia ed il valore numerico rappresentano la variazione percentuale 2001-2012.

Si vede come, stando ai dati disponibili, le Regioni con i più elevati tassi di mortalità sono la Valle d'Aosta, il Veneto, l'Emilia Romagna e la Basilicata, mentre quelle con i valori più bassi sono la Campania e la Sicilia.

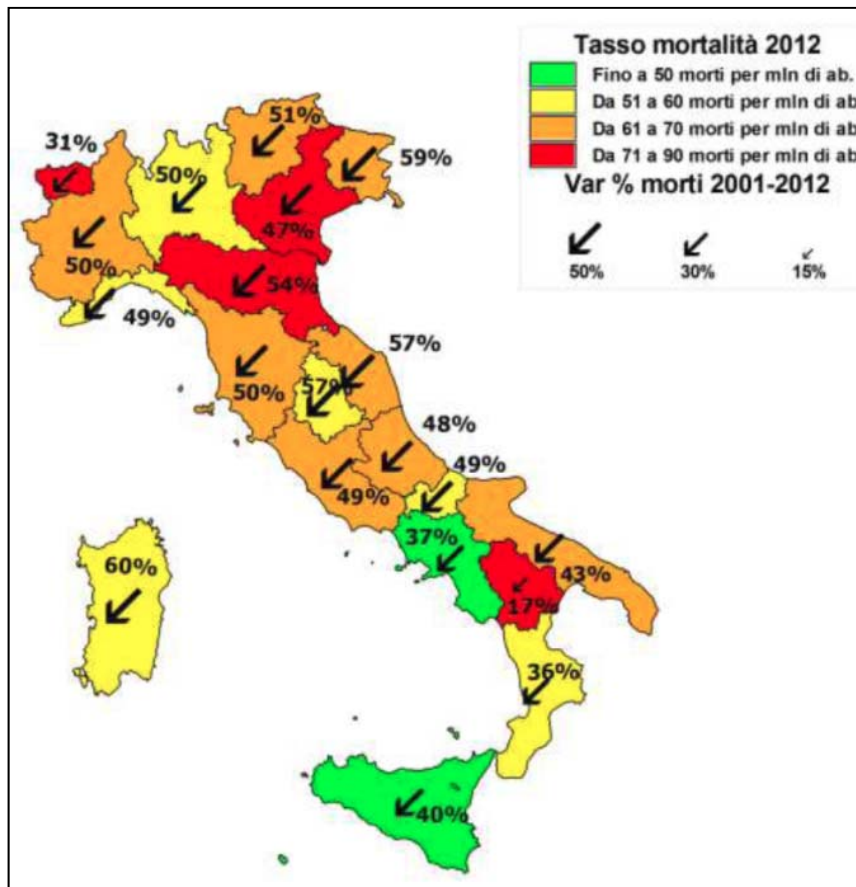


Figura 6-17- Tasso di mortalità e variazione percentuale del numero di morti per Regione. (fonte ISTAT)

La spiegazione delle differenze di comportamento fra le varie Regioni, sia in termini di valore assoluto che di trend, non è immediata, e richiede una conoscenza approfondita di dati. Vanno infatti considerati fattori quali:

- Percorrenze sulla rete stradale regionale, per i diversi modi di trasporto
- Comportamenti degli utenti (Safety Performance Indicators)
- Qualità della rete stradale
- Piani e progetti messi in campo dalle Amministrazioni e dagli Enti coinvolti

Le differenze fra le Regioni sono ancora più marcate per quanto riguarda i feriti. Infatti, mentre la riduzione del numero di morti nel periodo 2001-2012 è, per tutte le Regioni, maggiore del 30% (ad esclusione della Basilicata ove la riduzione è del 17%), la variazione del numero di feriti varia da un -44% dell'Umbria e del Friuli-Venezia Giulia ad un +12% della Basilicata.

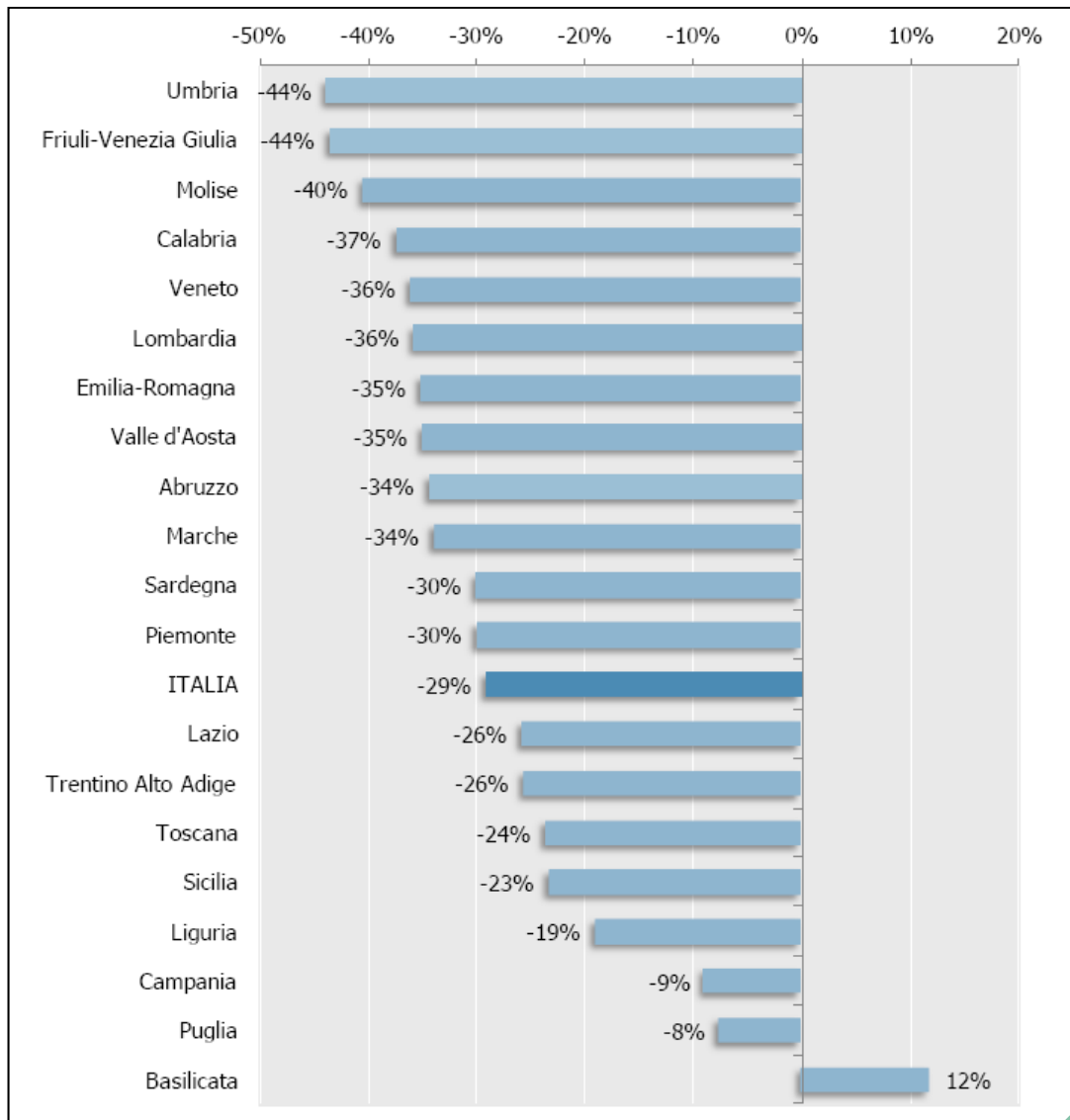


Figura 6-18- Variazione percentuale del numero di feriti per Regione fra il 2001 e il 2012. (fonte ISTAT)

APPROVATO SDR

Osservando i dati di incidentalità per ambito stradale (urbano, extraurbano e autostradale), si nota come in ambito urbano avvengono la maggior parte degli incidenti con conseguenze alle persone. In particolare, mentre le vittime di incidenti si distribuiscono in maniera simile tra strade urbane ed extraurbane, anche se la percentuale maggiore avviene sulle strade extraurbane, la maggior parte dei ferimenti (poco più del 72%) avviene in ambito urbano.

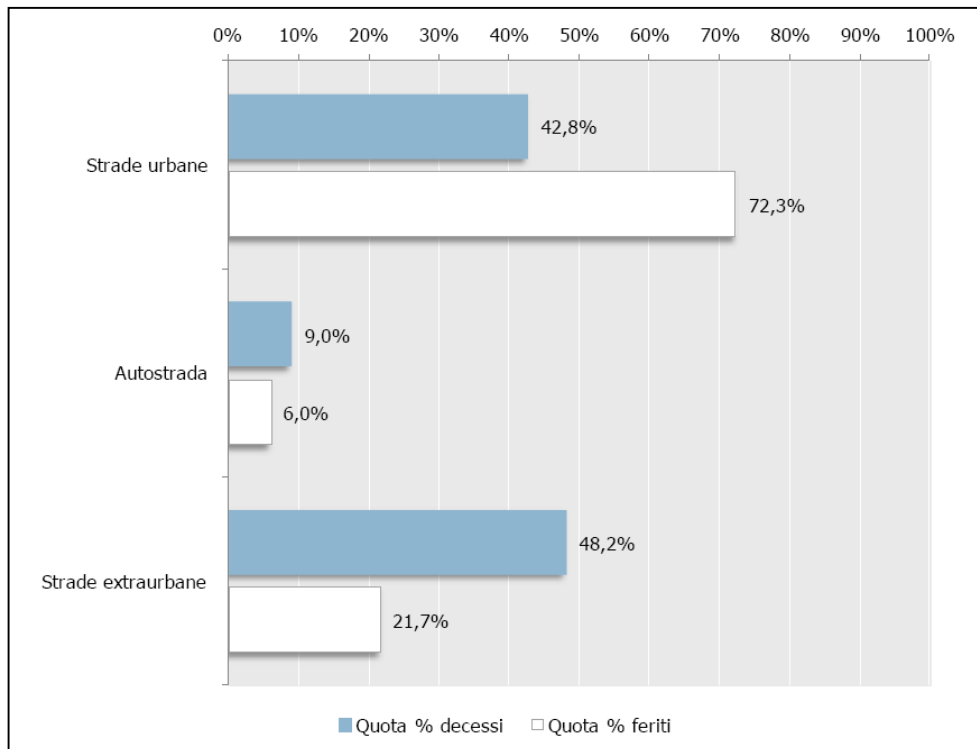


Figura 6-19– Quota percentuale del numero di decessi e di feriti per ambito stradale nel 2012. (fonte ISTAT)

Nel 2012, sulle strade urbane si sono verificati 141.715 incidenti (75,9% del totale), che hanno causato 191.521 feriti (pari al 72,3% del totale) e 1.562 morti (pari al 42,8% del totale). Sulle autostrade gli incidenti sono stati 9.398 (pari al 5,0% del totale) con 15.852 feriti (6,0% del totale) e 330 decessi (9,0% del totale) mentre sulle altre strade extraurbane, comprensive delle strade Statali, Provinciali, Comunali extraurbane e Regionali, sono avvenuti 35.613 incidenti, che hanno causato 57.343 feriti e 1.761 morti (19,1%, 21,7% e 48,2% dei rispettivi totali).

Nel 2012 si osserva una riduzione, rispetto al 2011, del numero di incidenti con lesioni a persone, morti e feriti su tutti gli ambiti stradali. Tale diminuzione è più accentuata sulle autostrade, dove si registra un calo del numero degli incidenti con lesioni del 14,6%, dei morti del 2,4% e dei feriti del 14,4%.

Anche sulle strade urbane si registrano sensibili riduzioni del numero di incidenti stradali con lesioni (-9,7%), di morti (-10,4%) e di feriti (-10,1%). Sulle strade extraurbane le diminuzioni risultano più contenute, e pari rispettivamente a -5,3% (incidenti), -1,0% (morti), -5,2% (feriti).

L'indice di mortalità conferma che gli incidenti più gravi avvengono sulle strade extraurbane, dove si verificano 4,94 decessi ogni 100 incidenti (4,73 nel 2011).

Sulle autostrade l'indice di mortalità è pari a 3,51 (3,13 nel 2011). Gli incidenti sulle strade urbane sono meno gravi, con 1,10 morti ogni 100 incidenti.

Sulle strade extraurbane e sulle autostrade l'indice di mortalità risulta in aumento rispetto al 2011, rimane invece stabile per le strade urbane.

Per quanto riguarda il tipo di strada, il valore massimo si registra per le strade a una carreggiata e a doppio senso.

Società di Progetto
Brehemi SpA

CATEGORIA DELLA STRADA	Incidenti	Morti	Feriti	Indice di mortalità (a)	Variazione percentuale Incidenti 2012/2011	Variazione percentuale Morti 2012/2011	Variazione percentuale Feriti 2012/2011
Strade urbane	141.715	1.562	191.521	1,10	-9,7	-10,4	-10,1
Autostrade e raccordi	9.398	330	15.852	3,51	-14,6	-2,4	-14,4
Altre strade (b)	35.613	1.761	57.343	4,94	-5,3	-1,0	-5,2
Totale	186.726	3.653	264.716	1,96	-9,2	-5,4	-9,3

(a) Rapporto tra il numero dei morti e il numero degli incidenti con lesioni a persone, moltiplicato 100.
(b) Sono incluse nella categoria "Altre strade", le strade Statali, Regionali e Provinciali fuori dall'abitato e Comunali extraurbane.

Tabella 6-13 – Incidenti stradali con lesioni a persone secondo la categoria della strada

TIPO DI STRADA	Incidenti	Morti	Indice di mortalità (b)
Una carreggiata a senso unico	2.725	49	1,80
Una carreggiata a doppio senso	29.218	1.581	5,41
Doppia carreggiata, più di due carreggiate	3.670	131	3,57
Totale	35.613	1.761	4,94

(a) La rete stradale extraurbana include le strade Statali, Regionali e Provinciali fuori dall'abitato e Comunali extraurbane; sono escluse Autostrade e raccordi.
(b) Rapporto tra il numero dei morti e il numero degli incidenti con lesioni a persone, moltiplicato 100.

Tabella 6-14 - Incidenti stradali con lesioni a persone sulla rete stradale extraurbana, escluse autostrade, secondo il tipo di strada.

6.1.5.3 La situazione in Lombardia

Dal dossier del Centro di monitoraggio della Sicurezza Stradale della Regione Lombardia pubblicato nel 2014 e contenente dati per l'anno 2013, si evincono i dati relativi al totale di 33.992 incidenti stradali con lesioni a persone che hanno causato 438 morti e 46.956 feriti (rispettivamente 18,7%, 18,2% e 13% del totale nazionale). Ciò significa che ogni giorno, durante il 2013, si sono verificati mediamente 93 incidenti stradali che hanno comportato lesioni a persone e precisamente la morte di 1,2 persone e il ferimento di altre 128.

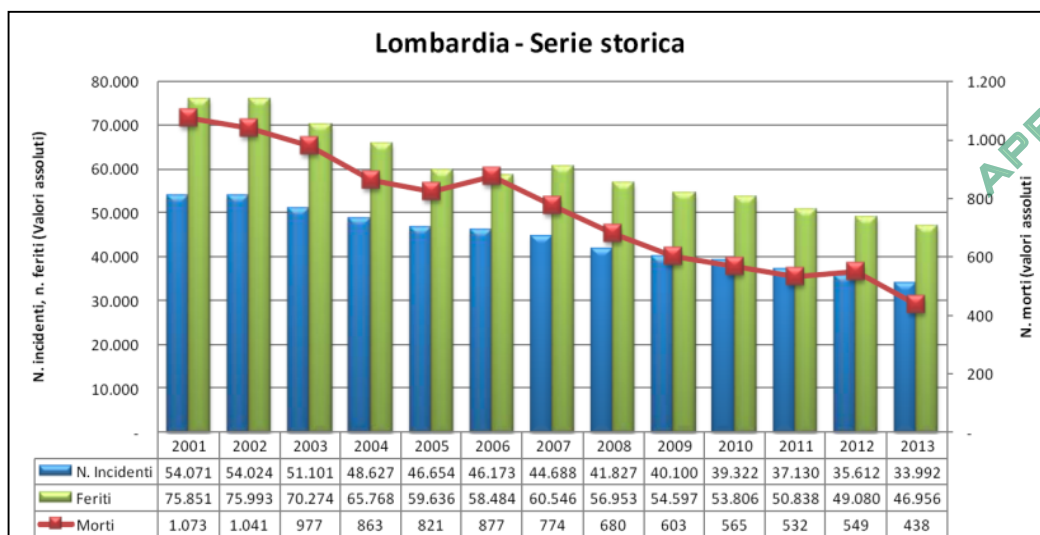


Figura 6-20– Serie storica incidentalità – Regione Lombardia

La variazione percentuale annua, calcolata su base variabile rispetto all'anno precedente, evidenzia, a partire dal 2002 una riduzione di tutti gli indicatori (ad eccezione dei morti per gli anni 2006 e 2012).

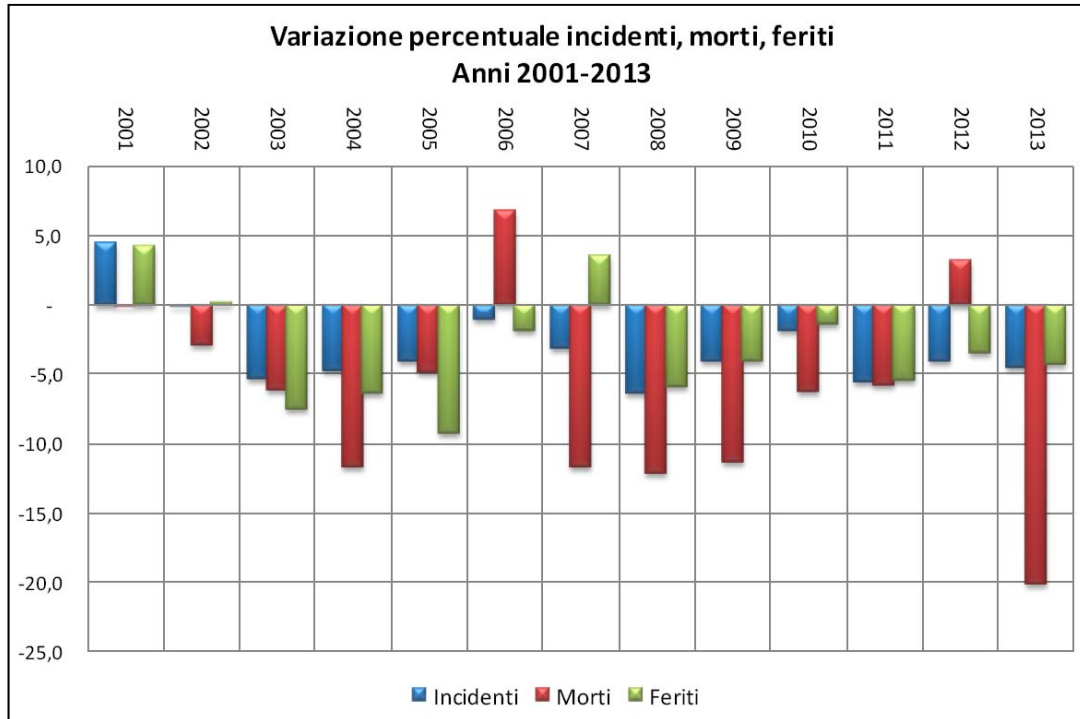


Figura 6-21- Variazione percentuale di incidenti, morti e feriti tra 2001-2013 – Regione Lombardia

Nel complesso si è registrata una costante riduzione dell'indice di mortalità (morti ogni 100 incidenti) sia per il territorio nazionale (1,86%) che per la Lombardia (1,29%).

In costante crescita l'indice di lesività in Lombardia che conta nel 2013 138 feriti ogni 100 incidenti e che comunque risulta inferiore alla media nazionale (142 feriti ogni 100 incidenti).

Nel confronto Italia/Lombardia è evidente che, per entrambi gli indicatori, la Lombardia influenza l'andamento nazionale pur presentando valori inferiori che nel 2013 vedono una forbice di 0,58 punti per l'indice di mortalità e quasi 4 punti per l'indice di lesività.

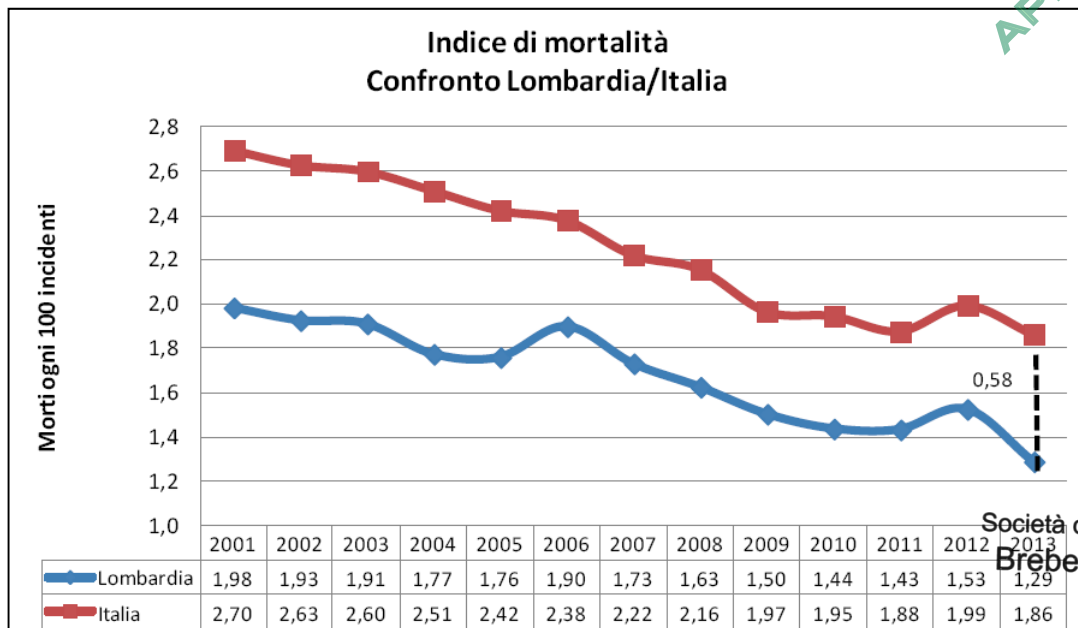


Figura 6-22- Indice di mortalità - Confronto Lombardia/Italia

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

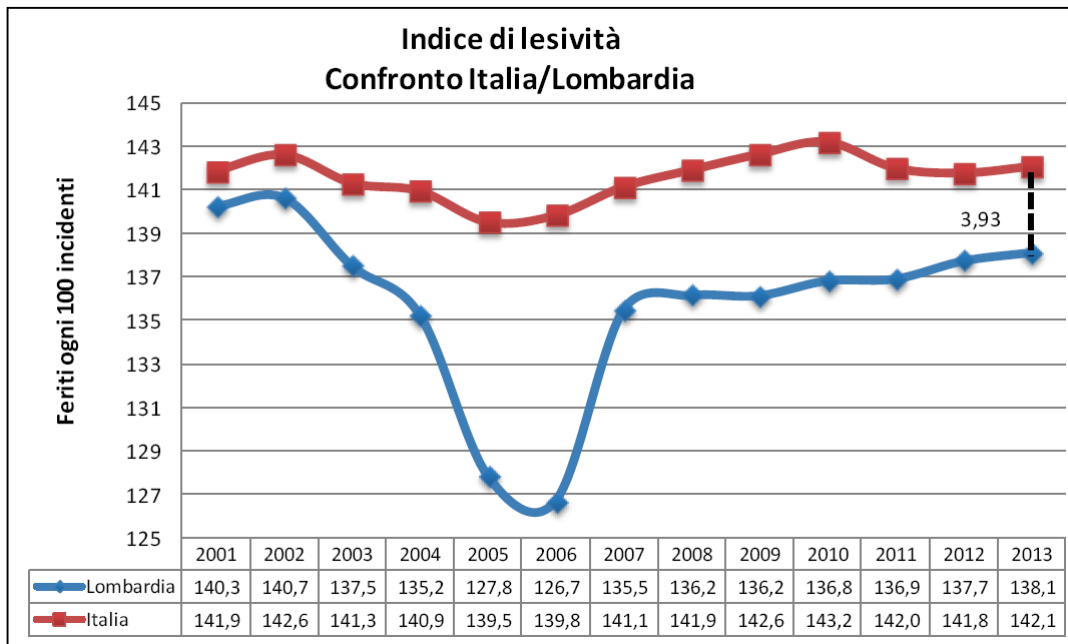
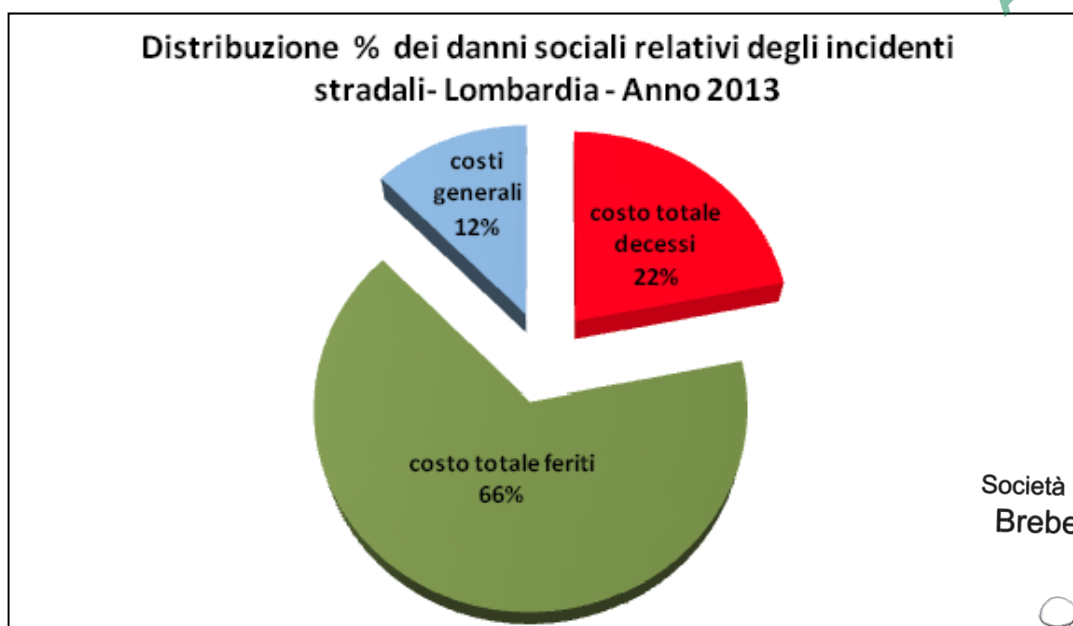


Figura 6-23– Indice di lesività – Confronto Italia/Lombardia

La stima dei costi sociali intende quantificare il danno economico, subito dalla società e conseguentemente dal cittadino, derivante dall' evento incidente stradale. Non si tratta quindi di una spesa, ma della quantificazione economica degli oneri principali che a diverso titolo gravano sulla società per un incidente avvenuto ad un singolo.

Per la stima si fa riferimento ai parametri forniti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) "Studio di valutazione dei Costi Sociali dell'incidentalità stradale"; in Lombardia, il costo sociale dei sinistri stradali con lesioni a persone per il 2013 è stato di oltre 3 miliardi di euro ovvero 302 euro procapite che risulta maggiore di quanto rilevato per la media nazionale (296 euro procapite).

Il valore stimato fa riferimento all'incidentalità con soli danni alle persone basata sui dati ufficiali rilasciati da Istat. La distribuzione percentuale dei costi sociali evidenzia la grossa fetta destinata al costo sociale dei feriti (66%).



Società di Progetto
Brebemi SpA

Figura 6-24 – Distribuzione percentuale dei danni sociali relativi degli incidenti stradali anno 2013 -Regione Lombardia

Il costante calo di incidenti, morti e feriti degli ultimi anni, ha consentito la riduzione dei costi sociali sostenuti dalla collettività: nell'ultimo triennio si sono risparmiati quasi 340 milioni di euro pari a -8,1% sul 2011.

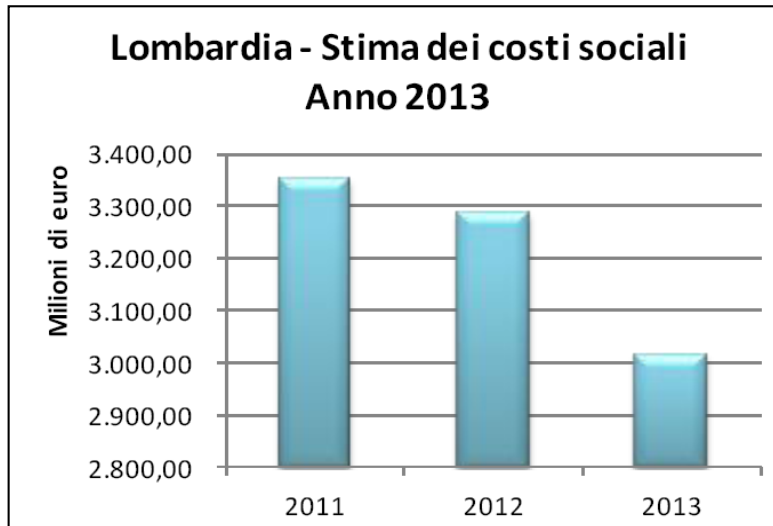


Figura 6-25- Stima dei costi sociali per incidenti anno 2013 - Regione Lombardia

Dall'analisi dei dati degli incidenti per tipologia di strada si rileva che i centri urbani si confermano i luoghi dove avvengono il maggior numero di incidenti ma che presentano il più basso indice di mortalità (0,71 morti ogni 100 incidenti).

Nel 2013 sulle strade urbane lombarde si sono verificati 27.263 incidenti (80,2% del totale), che hanno causato 36.288 feriti (pari al 77,3% del totale) e 194 morti (pari al 44,3% del totale) con un indice di mortalità di 0,7 morti ogni 100 incidenti. Dall'analisi dell'indice di mortalità emerge che l'indicatore di mortalità nelle strade urbane è 0,6%, raddoppia per le strade provinciali entro l'abitato (1,2%) e si quadruplica per le strade statali entro l'abitato (2,5%); strade provinciali e statali all'interno dell'abitato non solo confermando la loro pericolosità ma risultano in crescita rispetto sia al 2010 che al 2012.

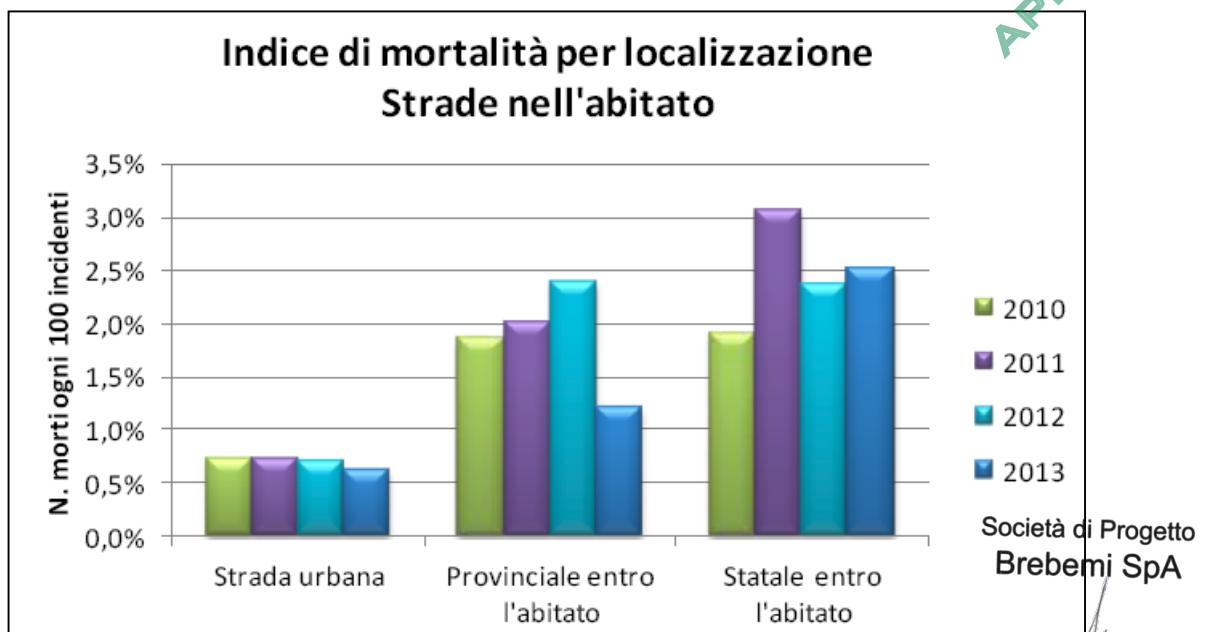


Figura 6-26- Indice di mortalità per localizzazione - Strade nell'abitato - Regione Lombardia

APPROVATO BDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

Nel 2013 assistiamo ad un'inversione di tendenza degli indicatori anche per le strade fuori dall'abitato, che pur confermandosi tra le più pericolose, vedono diminuire il numero di incidenti, feriti e morti. Gli indici di mortalità più elevati si registrano nelle strade extraurbane e precisamente sulle strade provinciali (4,1%) e sulle strade statali (3,7%).

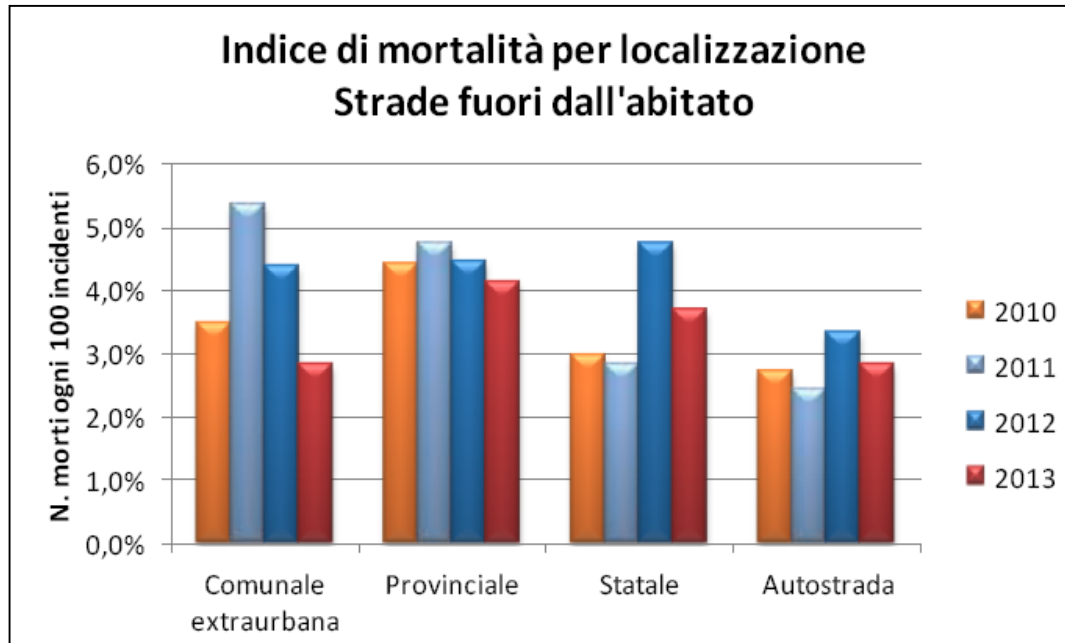


Figura 6-27- Indice di mortalità per localizzazione – Strade fuori dall'abitato – Regione Lombardia

Sulle extraurbane, che comunque fanno registrare un miglioramento soprattutto della mortalità (-26% dei morti sul 2012), la maggior parte degli incidenti si concentra sempre sugli stessi tratti, come evidenzia lo studio "Localizzazione degli incidenti stradali 2013" realizzato dall'ACI.

Tra le maglie nere, 3° posto nella graduatoria a livello nazionale, si trova la Tangenziale est Milano (altezza Cologno Monzese e Brugherio) con 14 incidenti per chilometro.

Nome strada	da Km.	a Km.	Incidenti per km	Località
A 51 - Tangenziale Est Milano	10	15	14,00	Cologno Monzese/Brugherio (MI)
A 08 - Milano-Varese (Autostrada dei Laghi)	-	3	11,70	Fiera Milano (MI)
A 04 - Torino-Trieste	125	130	10,80	Cormano (MI)
A 07 - Milano-Genova	125	130	10,60	Binasco (MI)
SS 036 - del Lago di Como e dello Spluga (auto)	12	17	10,60	Monza/Villasanta (MB)
SS 036 - del Lago di Como e dello Spluga (moto)	70	71	5,00	Fiumelatte di Varenna (LC)

Tabella 6-15 – Localizzazione incidenti - Regione Lombardia

6.1.5.4 La situazione in Provincia di Brescia

L'analisi dell'incidentalità della provincia di Brescia con riferimento all'anno 2013, registra 3401 incidenti stradali con lesioni a persone. Il numero dei morti (entro il 30° giorno) ammonta a 73, quello dei feriti a 4.725. Rispetto al 2012, nell'anno 2013 si registra un aumento del numero di incidenti stradali (76 incidenti in più) a fronte di una diminuzione sia del numero di feriti (86 feriti in meno) sia del numero dei morti (16 deceduti in meno).

Province	Valori assoluti			Peso %			Indici	
	Totale Incidenti	Totale Morti	Totale Feriti	Totale Incidenti	Totale Morti	Totale Feriti	Mortalità	Lesività
MONZA E DELLA BRIANZA	2.890	20	3.928	8,5	4,6	8,4	0,69	135,92
VARESE	2.661	31	3.731	7,8	7,1	7,9	1,16	140,21
COMO	1.546	22	2.179	4,5	5,0	4,6	1,42	140,94
SONDRIO	426	9	658	1,3	2,1	1,4	2,11	154,46
MILANO	14.755	108	19.831	43,4	24,7	42,2	0,73	134,40
BERGAMO	2.961	54	4.193	8,7	12,3	8,9	1,82	141,61
BRESCIA	3.401	73	4.725	10,0	16,7	10,1	2,15	138,93
PAVIA	1.578	37	2.304	4,6	8,4	4,9	2,34	146,01
CREMONA	1.107	25	1.585	3,3	5,7	3,4	2,26	143,18
MANTOVA	1.160	29	1.669	3,4	6,6	3,6	2,50	143,88
LECCO	908	13	1.225	2,7	3,0	2,6	1,43	134,91
LODI	599	17	928	1,8	3,9	2,0	2,84	154,92
Totale Lombardia	33.992	438	46.956	100,0	100,0	100,0	1,29	138,14

Tabella 6-16 – Incidentalità in Provincia di Brescia per anno 2013 – Regione Lombardia

L'analisi dell'incidentalità della provincia di Brescia nel lungo termine (serie storica 2000-2013) mostra una sensibile diminuzione del numero di incidenti, ma anche del numero di morti e di feriti: in valore assoluto si è passati da 4.522 incidenti nel 2000 a 3.401 incidenti nel 2013, da 177 a 73 morti ed infine da 6.559 a 4.725 feriti. La provincia di Brescia, al di là di comparazioni per estensione territoriale e per numero di abitanti, è quella che, con la provincia di Milano (con 14.755 incidenti) e con quella di Bergamo (2.961 incidenti), concentra il maggior numero di incidenti stradali.

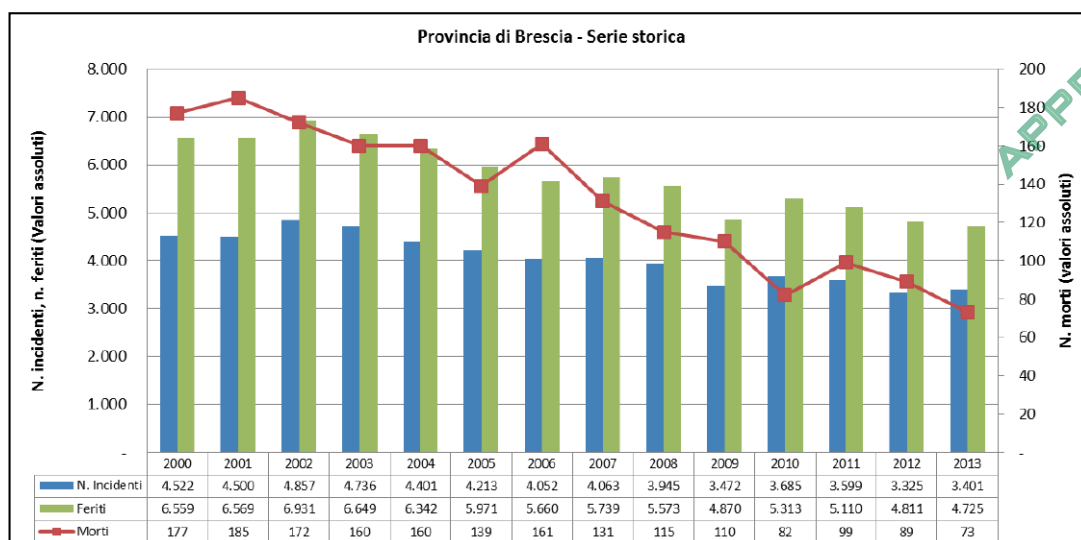


Figura 6-28– Serie storica degli incidenti in Provincia di Brescia – Regione Lombardia

In provincia di Brescia, il dato relativo alla variazione percentuale del numero dei morti osservata a partire dal 2001 - anno di avvio della risoluzione comunitaria per perseguire il dimezzamento della mortalità per incidente stradale - conferma che il raggiungimento del risultato prefissato è stato già raggiunto nel 2010 e confermato nel secondo e nel terzo anno della nuova decade 2011-2020 (rappresentata in colore più marcato nel grafico sottostante).

La tabella qui accanto mostra, a partire dall'anno 2000 fino al 2013, il numero dei morti con le rispettive variazioni percentuali rispetto al 2001: in particolare si rileva lo stesso numero di morti negli anni 2003 e 2004 (160 decessi) con la conseguenza che le variazioni percentuali rispetto all'anno di riferimento 2001 siano le medesime (pari al 13,5%).

Provincia di Brescia		
Anni	Num. Morti	Var.% morti
2001	185	0,0
2002	172	-7,0
2003	160	-13,5
2004	160	-13,5
2005	139	-24,9
2006	161	-13,0
2007	131	-29,2
2008	115	-37,8
2009	110	-40,5
2010	82	-55,7
2011	99	-46,5
2012	89	-51,9
2013	73	-60,5

Tabella 6-17 – Numero di morti e variazioni percentuali 2001-2013 – Regione Lombardia

Considerando i principali indici di incidentalità per la provincia di Brescia, ossia quelli di mortalità e di lesività, si può osservare che nel 2013 tali indici presentano valori più alti rispetto a quelli regionali.

L'indice di mortalità (numero di morti ogni 100 incidenti) si attesta, per l'anno 2013, ad un valore pari a 2,15 che risulta superiore all'andamento dell'indice di mortalità regionale, ma in ogni caso inferiore al valore dell'anno 2000.

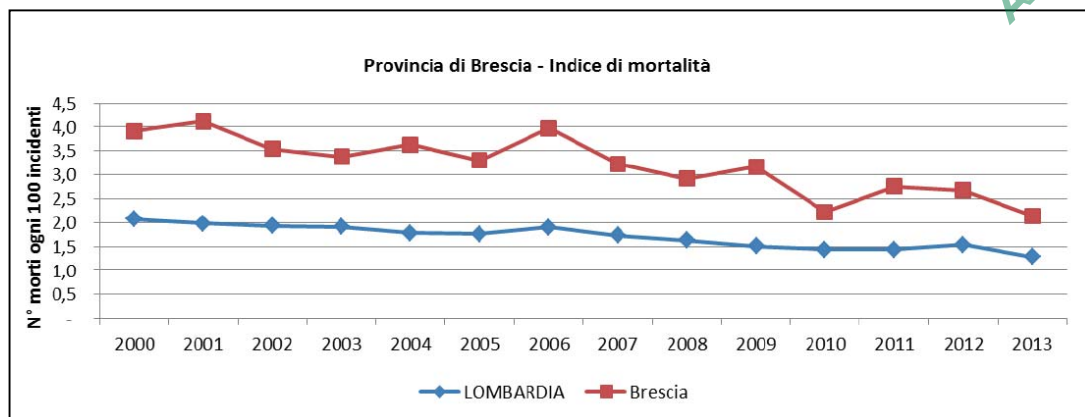


Figura 6-29– Indice di mortalità Provincia di Brescia – 2000-2013 – Regione Lombardia

Società di Progetto
Brebemi SpA

L'indice di lesività (numero di feriti ogni 100 incidenti) si mantiene superiore all'andamento dell'indice di lesività regionale; solo per l'anno 2013 i valori provinciali e regionali tendono a coincidere (essi sono pari rispettivamente a 138,9 e a 138,1).

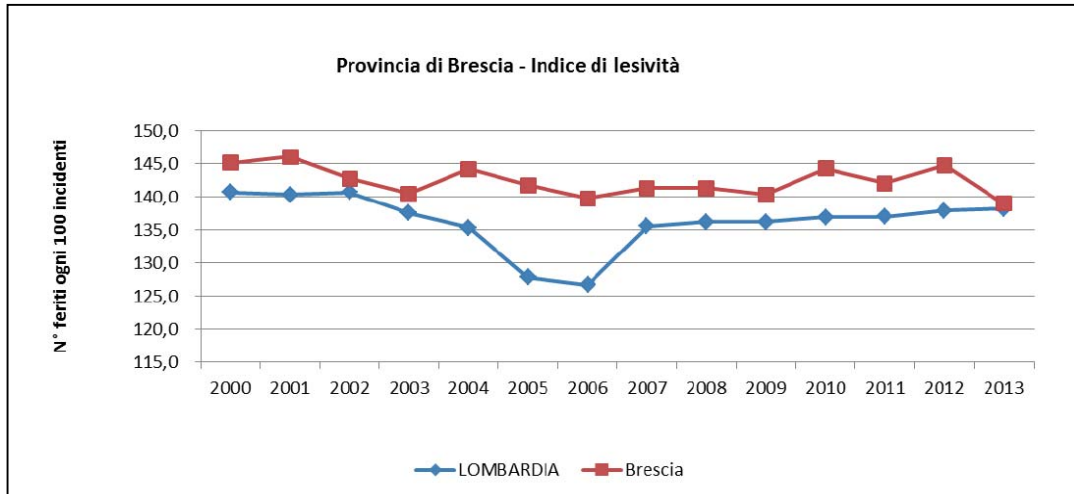


Figura 6-30- Indice di lesività Provincia di Brescia – 2000-2013 – Regione Lombardia

L'analisi per tipologia di strada mostra come nel 2013, l'indice di mortalità più elevato (numero di morti ogni 100 incidenti) si riferisce agli incidenti avvenuti su strada provinciale fuori dal centro abitato raggiungendo un picco di valore pari al 10,59% mentre a livello regionale l'indice di mortalità si attesta al 3,69%.

Confrontando gli indicatori di mortalità sulle strade comunali extraurbane si nota come il valore per la provincia di Brescia e dell'intero ambito regionale siano pressoché equivalenti (rispettivamente 4,43% e 4,15%), mentre con riguardo alle strade statali entro l'abitato e fuori dall'abitato il valore per la provincia di Brescia raddoppia rispetto a quello lombardo.

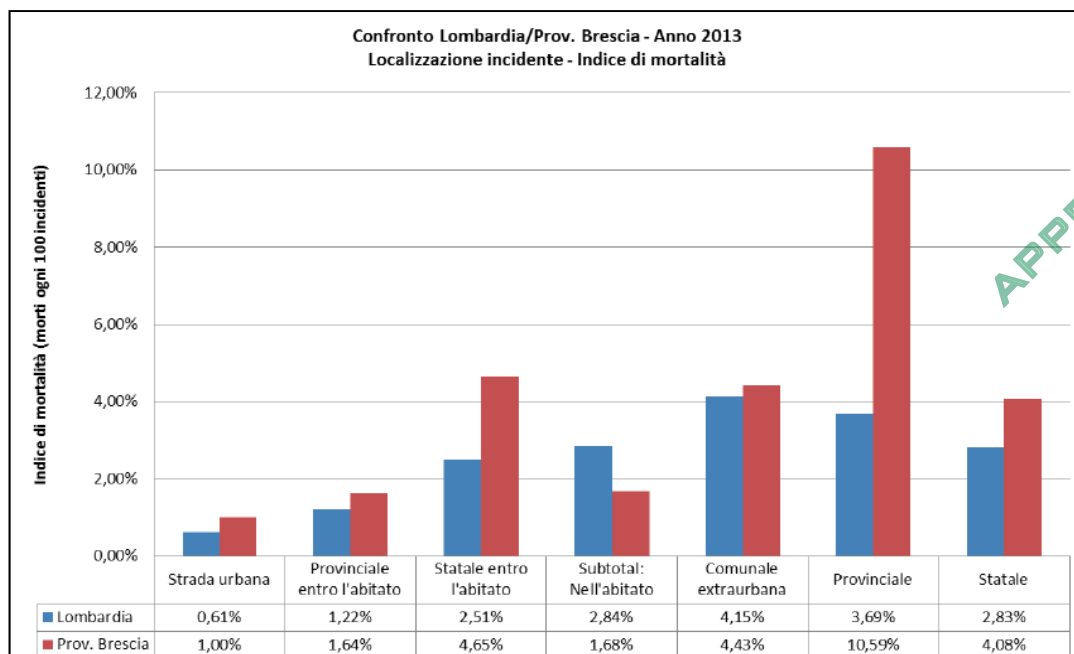


Figura 6-31- Localizzazione incidenti Provincia di Brescia – anno 2013 – Regione Lombardia

Il grafico in esame rappresenta la distribuzione media giornaliera dei feriti nel corso dell'anno 2013 (definita come il rapporto tra il numero di feriti in incidenti stradali in un determinato mese ed il numero di giorni per quel mese).

Il valore più elevato, rapportato alla dimensione temporale del dato, si registra nel mese di luglio 2013 con una media giornaliera di feriti pari a 15,65 e a giugno con una media giornaliera di feriti pari a 15,47.

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDP

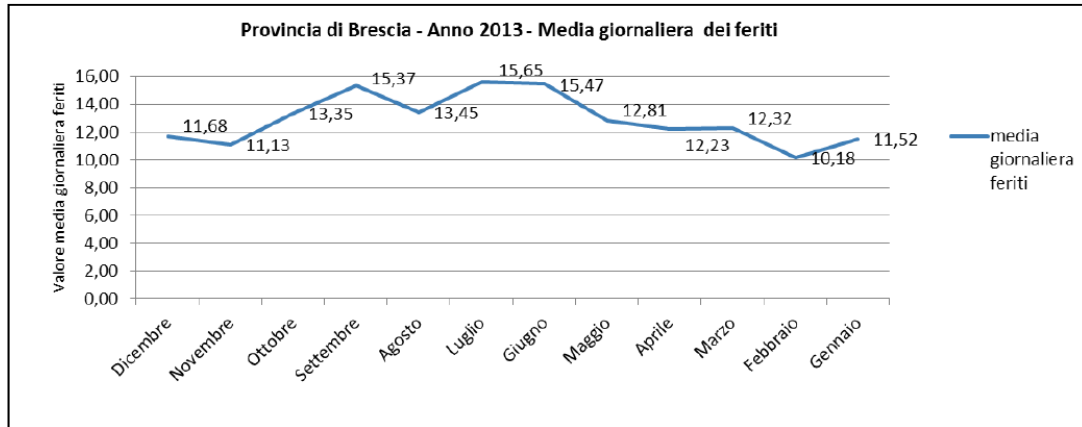


Figura 6-32– Media giornaliera dei feriti anno 2013 – Regione Lombardia

La distribuzione media giornaliera dei morti riferita al 2013 (definita come il rapporto tra il numero di morti in incidenti stradali in un determinato mese ed il numero di giorni per quel mese) assume il valore più elevato nei mesi di giugno e di agosto con un numero di decessi, rispettivamente, pari a 10 e 11, ed una media giornaliera pari a 0,33 e 0,35 morti al giorno.

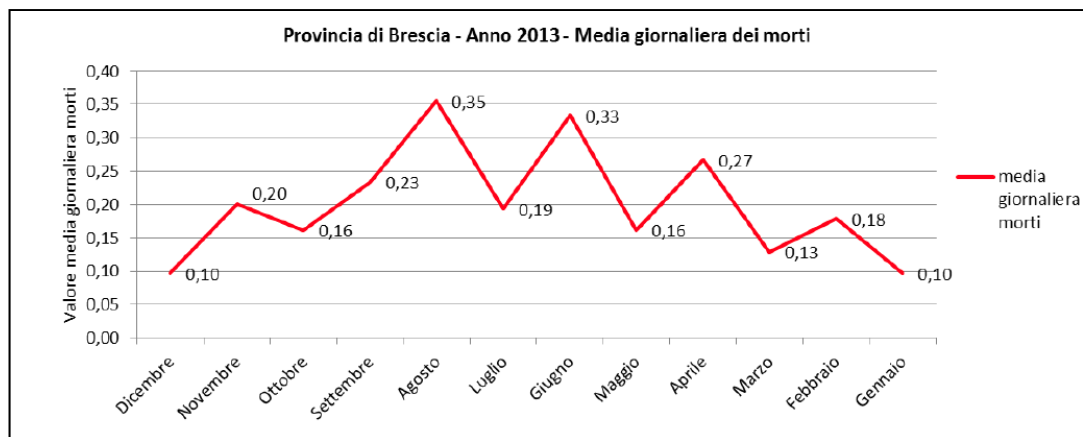


Figura 6-33– Media giornaliera dei morti Provincia di Brescia – anno 2013 – Regione Lombardia

Sulle strade extraurbane l'indice di mortalità raggiunge il valore massimo nella giornata di domenica (7,38%), il secondo picco si registra nella giornata di lunedì (5,73%) ed il terzo nella giornata di giovedì (5,63%). Per quanto riguarda l'ambito urbano il picco di indice di mortalità più alto si registra il sabato e la domenica: in particolare per quest'ultima giornata il valore è pari a 2,23% mentre di sabato il valore si attesta all'1,50%.

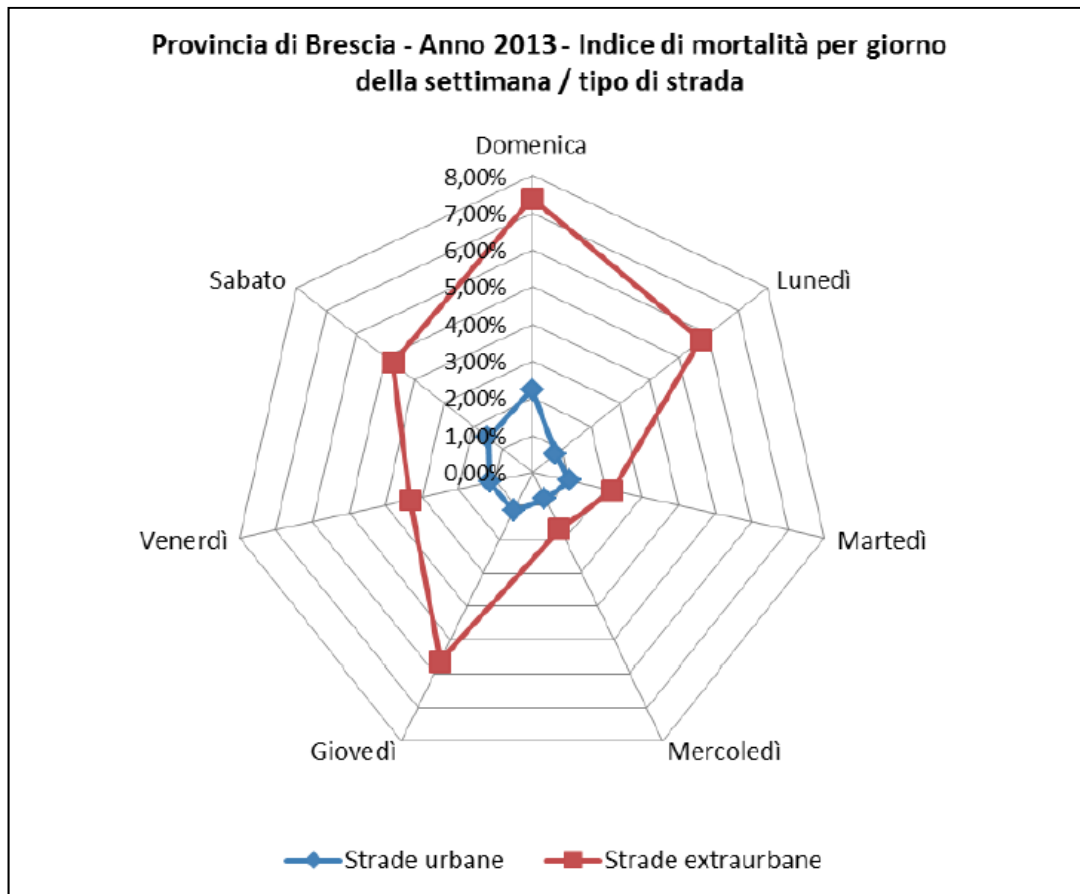


Figura 6-34- Indice di mortalità per giorno della settimana/tipo di strada – anno 2013 Regione Lombardia

Durante l'arco della giornata e della notte l'indice di mortalità per le strade extraurbane si mantiene elevato; tra le 4 e le 5 del mattino il valore raggiunge un picco del 30,00%, mentre tra le 23 e le 24 il valore raggiunge il 17,39%.

Per quanto riguarda l'ambito urbano, invece, il picco si manifesta nelle ore notturne (all'1 il valore è 5,00% e alle 23 il valore è 4,55%), ma un sensibile valore si evidenzia anche nella fascia oraria delle 6 del mattino (dove il valore raggiunge il 3,13%).

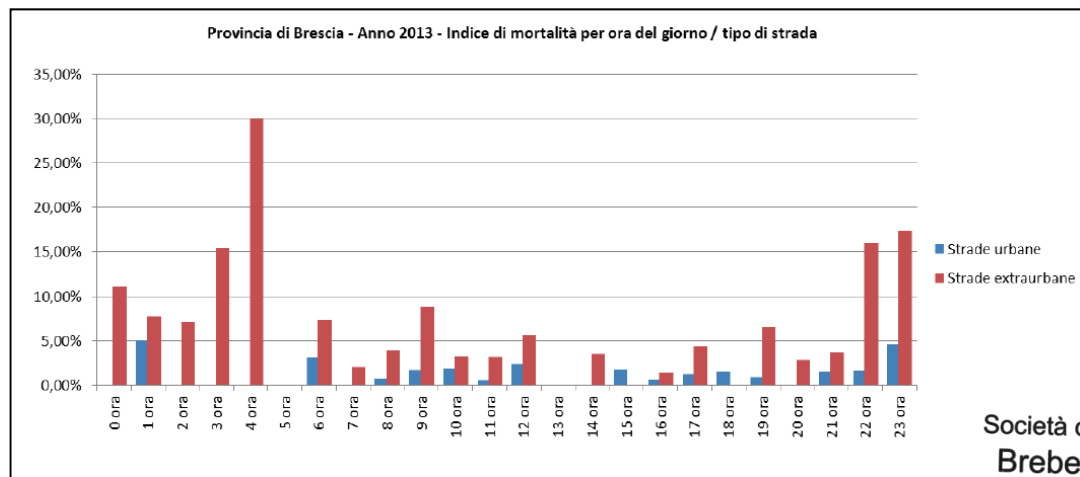


Figura 6-35- Indice di mortalità per ora del giorno/tipo di strada – anno 2013 – Regione Lombardia

Società di Progetto
Brebemi SpA

6.1.5.5 Incidentalità dell'Autostrada A4 Tratta Milano-Brescia

L'oggettiva gravità dei dati sull'incidentalità autostradale va interpretata anche alla luce dei volumi di traffico che investono questo sistema infrastrutturale. I dati forniti da AISCAT consentono di valutare il volume del traffico delle tratte autostradali.

In riferimento ai valori di incidenti rapportati al volume di traffico la Milano-Brescia scende al 30° posto nell'elenco delle autostrade in concessione. Ai primi due posti troviamo invece la Genova-Serravalle e la Bologna-Firenze, rispettivamente con 141 e 102 incidenti per 100 milioni di veicolo-km.

In *tabella* si riportano i dati sull'incidentalità e la mortalità delle autostrade italiane in concessione che presentano i più alti volumi di traffico (espressi in numero di chilometri percorsi dai veicoli entrati in autostrada).

Autostrada	Lunghezza km	Veicoli-km milioni	Incidenti		Incidenti mortali	
			totale	numero x 100 milioni di veicoli- km	totale	numero x 100 milioni di veicoli-km
Milano-Brescia	93,5	1.804,6	80	8,38	-	-
Milano-Bologna	192,1	2.598,8	76	5,33	5	0,35
Brennero-Modena (<i>tratto Brennero-Verona</i>)	224,0	1.425,1	41	5,26	-	-
Bologna-Ancona	236,0	2.350,2	122	9,18	5	0,38
Brescia-Padova	146,1	2.230,7	82	6,79	4	0,33
Firenze-Roma	273,0	2.173,5	73	6,13	3	0,25
Roma-Napoli	202,0	2.062,4	112	9,99	8	0,71
Totale generale	5.387,9	73.143,4	586	51,06	25	2,02

Tabella 6-18 - Incidenti ed Incidenti Mortali delle Autostrade in Concessione con Maggiori Volumi di Traffico, secondo trimestre 2014 (Dati AISCAT)

Il numero di incidenti e di incidenti mortali riferito all'intensità di traffico per l'autostrada Milano - Brescia risulta, in questa analisi, inferiore al valore medio nazionale per le autostrade in concessione. Confrontando il dato riferito alla tratta Milano-Brescia si nota un significativo aumento dell'incidentalità rispetto al tratto Brescia-Padova.

6.2 Stima qualitativa e quantitativa degli impatti

6.2.1 Impatti dell'Inquinamento atmosferico

Sebbene lo studio l'Organizzazione Mondiale della Sanità indichi il traffico tra le principali cause delle concentrazioni atmosferiche di CO, NOx e PM10, si rileva che, nel caso di traffico autostradale, solo le emissioni di NOx risultano significative rispetto ai valori di qualità dell'aria (cfr. sezione 2 del presente studio).

All'analisi degli effetti degli ossidi di azoto sulla salute pubblica sono dedicati numerosi studi, spesso con risultati tra loro contrastanti (es. *Pollution and the Development of Allergy: the East and West Comparison Study*, *Archives of Toxicology, Supplement*, 1997; *Mechanism of Pollution Induced Airway Disease and Allergic Diseases*, *Allergy*, 1997, *APHEA A pan European Study on the Effect of Air Pollution*). Gli studi sono stati suddivisi a seconda che siano volti alla ricerca di effetti a medio termine (prevalentemente volti al ricercare correlazioni tra incidenza di asma e inquinamento atmosferico) o a breve termine (relazioni tra numero giornaliero di decessi e concentrazione oraria o giornaliera). Le conclusioni che si possono trarre sono:

- gli NOx non hanno effetti cancerogeni e teratogeni a lungo termine;
- un incremento della concentrazione media giornaliera di NOx inferiore a 50 µg/m³ non comporta incrementi significativi di effetti né a breve né a medio termine;
- un incremento di 10 µg/m³ nella concentrazione atmosferica di PM10 provoca un aumento dallo 0,5% allo 0,7% delle cause generali di morte.

Le attuali disposizioni legislative comunitarie, recepite in Italia con D. Lgs. 155/2010, che accolgono le raccomandazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per la protezione della salute pubblica, sono riassunte nella seguente Tabella.

Parametro	Valore [µg/m ³]
NO₂	
Valore Medio Annuo	40
Valore Medio Orario da Non Superare oltre 18 Volte in un Anno Civile	200
PM₁₀	
Valore Medio Annuo	40
Valore Medio Giornaliero da Non Superare per più di 35 volte in all'anno	50

Tabella 6-19 - Obiettivi e limiti di legge per la protezione della salute umana (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

Le previsioni sulle emissioni in atmosfera di CO, NOx ed NO2 dovute alla presenza dell'autostrada Milano-Brescia sono descritte nel dettaglio nella componente Atmosfera.

L'autostrada determinerà una riduzione del traffico sull'Autostrada A4, che attraversa aree a maggiore inquinamento atmosferico e quindi più critiche. Inoltre, il percorso Milano-Brescia con la Bre.Be.Mi. avrà una lunghezza inferiore a quella dei percorsi alternativi. A parità di altre condizioni, le emissioni inquinanti sono quindi destinate a ridursi.

Da quanto sopra riportato, con la realizzazione del progetto si prevede quindi un limitato impatto sulla salute pubblica dovuto alle emissioni veicolari, anche considerando le condizioni di qualità dell'aria e di salute pubblica dei comuni attraversati dall'opera. Si sottolinea inoltre che la riduzione delle emissioni determinata dal progetto sull'autostrada A4 e sulla viabilità locale, più critica per gli aspetti inerenti la protezione della salute pubblica in quanto maggiormente inserita in ambiente urbano, permetterà la riduzione di alcune delle criticità presenti nell'area interessata dall'opera.

6.2.2 Impatti dell'Inquinamento acustico

Come riportato nel Paragrafo relativo alla componente Rumore, al fine di limitare l'impatto acustico presso i ricettori sensibili situati in prossimità del tracciato autostradale è prevista la realizzazione di circa 1,5 km di barriere antirumore.

Come risulta evidente dal confronto (cfr. par. 7.2.2.3) l'inserimento delle barriere comporta un decisivo miglioramento dell'impatto acustico dell'autostrada e della viabilità ordinaria ad essa connessa.

In ogni caso, la bozza del DPR relativo all'inquinamento acustico di origine veicolare, prevede che, ove non siano tecnicamente conseguibili i limiti di immissione considerati, si proceda ad interventi diretti sui ricettori, per assicurare il rispetto di:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;

- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori in ambiente abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Si può pertanto ipotizzare, nei casi in cui gli sforzi effettuati per contenere i livelli sonori tramite barriere non risultano sufficienti, il ricorso ad interventi puntuali di mitigazione del rumore, quali ad esempio le finestre silenti, per conseguire il rispetto dei limiti.

Da quanto sopra riportato si può affermare che l'impatto sulla salute pubblica dovuto all'inquinamento acustico del progetto sarà sicuramente limitato. Questo sarà possibile mediante gli interventi di mitigazione sopra riportati, che permetteranno il contenimento dell'impatto presso tutti i ricettori sensibili.

6.2.3 Incidentalità stradale

Per la valutazione dell'impatto dell'incidentalità stradale si confermano i modelli elaborati nel precedente SIA della BreBeMi, dove attraverso modelli per lo studio del traffico (Fonte Elaborazioni TRT Trasporti e Territorio - 2003) sono stati valutati gli scenari di distribuzione del flusso automobilistico con la costruzione raccordo autostradale Bre.Be.Mi..

Nella tabella che segue è riportata una sintesi dei risultati, in due ipotesi: con e senza la costruzione della Tangenziale Esterna di Milano.


Rete di Progetto Rete senza Progetto	Rete di progetto		Rete senza progetto		Variazione con progetto	Variazione % con progetto
	Veicoli eq/km – ore di punta	Peso su totale rete	Veicoli eq/km – ore di punta	Peso su totale rete		
<i>Anno 2007</i>						
Rete autostradale esistente (A4, IPB)	604.503	25%	766.434	31%	-161.931	-21%
Rete locale esistente – strade statali e provinciali	1.638.403	9%	1.689.798	69%	-51.395	-3%
Rete autostradale progetto BreBeMi	213.326	67%				
Totale	2.456.232	100%	2.456.232	100%		
<i>Anno 2015</i>						
Rete autostradale esistente (A4, IPB, TEM)	914.332	30%	1.086.300	36%	171.968	-16%
Rete locale esistente – strade statali e provinciali	1.824.951	60%	1.942.876	64%	117.924	-6%
Rete autostradale progetto BreBeMi	313.271	10%				
Totale	3.052.554	100%	3.029.176	100%	23.378	1%

Tabella 6-20 - Scenari di distribuzione del flusso di traffico al 2007 ed al 2015IPB (Interconnessione Pedemontana-Brebemi) - TEM (Tangenziale Esterna Milano)

Società di Progetto
BrebeMi SpA

I dati mostrano che l'autostrada in oggetto dovrebbe attrarre un flusso di traffico allungando principalmente l'autostrada A4 ed in misura minore le strade locali. Va sottolineato che lo spostamento di traffico dalle strade locali interesserà anche gli abitati attraversati da tali strade.



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 291 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Lo spostamento atteso di parte del traffico delle strade statali verso il raccordo autostradale porterà benefici soprattutto ai centri abitati attraversati dalle strade locali. Va ricordato che i centri urbani rimangono i luoghi con il maggior numero di incidenti, nonché le aree dove le condizioni di inquinamento atmosferico sono peggiori.

Lo spostamento del traffico dalle strade statali all'autostrada dovrebbe consentire una riduzione del numero assoluto di feriti e morti, dato che in generale le strade a maggiore pericolosità sono proprio le statali.


Lo spostamento del traffico dall'Autostrada A4 verso la nuova BreBeMi comporterà un miglioramento delle condizioni di sicurezza sperimentato dai singoli automobilisti; ci si può quindi attendere un rateo incidentale inferiore.

Infine, ma forse aspetto maggiormente rilevante, il percorso Milano-Brescia avrà una lunghezza inferiore a quella dei percorsi alternativi esistenti. Anche a parità di altre condizioni, e di rateo di incidenti per chilometro, ci si attende quindi che il numero di incidenti sulla tratta Milano Brescia sarà inferiore rispetto alla situazione in assenza del tratto in progetto.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 292 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

7 RUMORE E VIBRAZIONI

7.1 Stato attuale della componente

7.1.1 Premessa

In questo paragrafo si indagano, con riferimento alla componente rumore, le condizioni di sensibilità del territorio in termini di destinazioni d'uso e di tipologie edilizie; si discutono inoltre i risultati di misure fonometriche eseguite per la valutazione dei livelli di fondo attualmente presenti sul territorio.

Il paragrafo è articolato secondo i seguenti punti:

- breve descrizione della normativa vigente e delle principali norme tecniche di riferimento;
- classificazione del territorio e dei ricettori sensibili in base alla presunta criticità rispetto al problema in esame;
- presentazione dei risultati delle misure fonometriche.

Per approfondimenti si faccia riferimento alla Valutazione previsionale di impatto acustico redatta a corredo del presente Progetto Definitivo.

7.1.2 Quadro di Riferimento Legislativo

La "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 26/10/1995 ha precisato l'orientamento normativo, stabilendo tra l'altro:

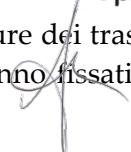
- l'importanza della zonizzazione acustica dei Comuni ai fini dell'individuazione dei valori limite da applicare al territorio in relazione alle destinazioni d'uso di quest'ultimo, stabilendo la necessità da parte delle Regioni di definire i criteri di classificazione del territorio per i propri Comuni;
- l'importanza della pianificazione territoriale sia come mezzo per il progressivo risanamento acustico del territorio, sia come strumento di scelta al fine di prevenire l'inquinamento acustico stesso;
- la progressiva emanazione di decreti attuativi al fine di regolamentare attraverso metodiche e standard ambientali le più diverse attività, in attesa dei quali restano in vigore le disposizioni stabilite dal DPCM 1/3/91.


Il DPCM 14/11/97 fissa i limiti massimi accettabili nelle diverse aree territoriali e definisce, al contempo la suddivisione dei territori comunali in relazione alla destinazione d'uso e l'individuazione dei valori limiti ammissibili di rumorosità per ciascuna area, riprendendo in parte le classificazioni già introdotte dal DPCM 01.03.1991. Il DPCM 14/11/97 stabilisce inoltre per l'ambiente esterno valori limite assoluti di immissione (tab.3.2), i cui valori si differenziano a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio, mentre, per gli ambienti abitativi sono stabiliti anche limiti differenziali.

In merito al campo di applicazione del DPCM 14/11/97, si evidenziano i seguenti aspetti:

- per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali i valori limite di immissione non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate da decreti di prossima emanazione. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione;
- i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, saranno fissati con i rispettivi decreti attuativi;

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 293 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- i valori limite differenziali di immissione non si applicano nelle aree classificate nella classe VI;
- i valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta da:
 - infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
 - attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
 - servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Per quanto riguarda la normativa regionale, il Consiglio della Regione Lombardia ha approvato, in attuazione della Legge 447/95, la Legge Regionale n°13 del 10/08/2001, Norme in Materia di Inquinamento Acustico.

Infine il DPR 142 del 2004 definisce le fasce acustiche stradali ed i relativi limiti acustici diurni e notturni, classificandole in:

a) Autostrade;	d) Strade urbane di scorrimento;
b) Strade extraurbane principali;	e) Strade urbane di quartiere;
c) Strade extraurbane secondarie;	f) Strade locali.

7.1.3 Inquadramento territoriale e ricettori sensibili

Preliminarmente alla definizione del clima acustico della zona, si è proceduto ad un censimento delle aree interessate dal progetto di ampliamento del percorso autostradale, finalizzato al rilevamento della presenza di ricettori ed alla determinazione del loro grado di sensibilità. Questo tipo di analisi del territorio consente, in fase di valutazione del grado di impatto delle opere, di individuare le maggiori criticità potenziali e di elencare le zone ed i ricettori su cui approfondire lo studio per quanto riguarda gli aspetti di tutela ambientale.

L'area oggetto dell'indagine si estende per ca. 250 metri dai bordi esterni del tracciato del raccordo autostradale.

L'area di indagine, definita come sopra, interessa la sola provincia di Brescia:

- Comuni di Castegnato, Cazzago, S. Martino, Ospitaletto, Roncadelle, Travagliato;

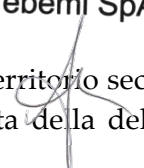
Nell'area di studio sono stati individuati numerosi ricettori sensibili. Nella maggior parte dei casi si tratta di insediamenti a carattere residenziale e residenziale – rurale. Lungo tutto il tracciato i ricettori sono in generale costituiti da case sparse o da agglomerati di modeste dimensioni. Fanno eccezione le abitazioni dislocate lungo la Strada Provinciale 19 nel tratto che collega Travagliato (BS) e Ospitaletto (BS).

Nel corso dell'indagine territoriale dell'area di studio non sono stati individuati i ricettori ad elevata sensibilità (scuole ed ospedali).

7.1.4 Classificazione Acustica del Territorio

Tutti i comuni interessati dal tracciato hanno effettuato una classificazione acustica del territorio secondo le indicazioni della Legge 447/95. La Tabella 7-1 elenca i comuni interessati con la data della delibera comunale.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Le figure che seguono riportano la classificazione acustica del territorio redatta sulla base

- delle zonizzazioni acustiche comunali esistenti approvate, ma anche di quelle semplicemente adottate;

Comune	Provincia	Zonizzazione Acustica
Roncadelle	(BS)	Approvata 2002
Castegnato	(BS)	Approvata 1997
Travagliato	(BS)	Adottata 1995
Ospitaletto	(BS)	Approvata 1995
Cazzago S. Martino	(BS)	Approvata 2001

Tabella 7-1 - Elenco dei Comuni Dotati di Zonizzazione Acustica



Figura 7-1 – Classificazione acustica del comune di Roncadelle (BS)



Figura 7-2 – Classificazione acustica del comune di Castegnato (BS)

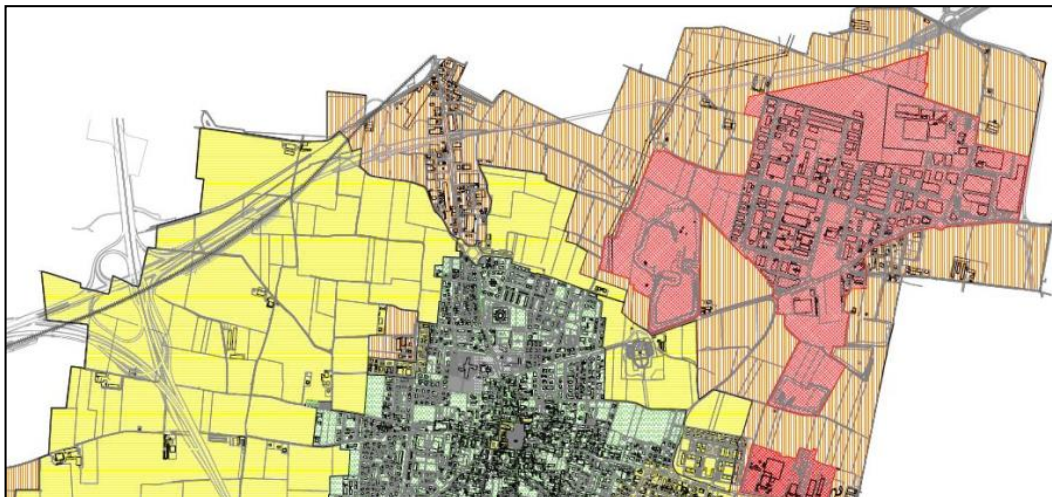


Figura 7-3 – Classificazione acustica del comune di Travagliato (BS)

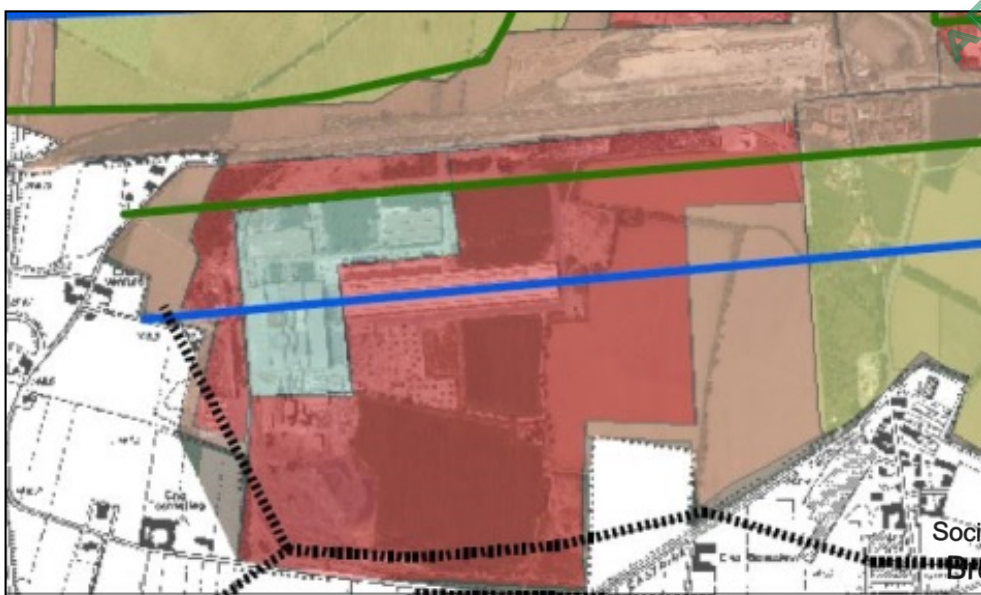


Figura 7-4 – Classificazione acustica del comune di Ospitaletto (BS)

Società di Progetto
Brebemi SpA

A handwritten signature in black ink, located below the project name.

APPROVATO SDP

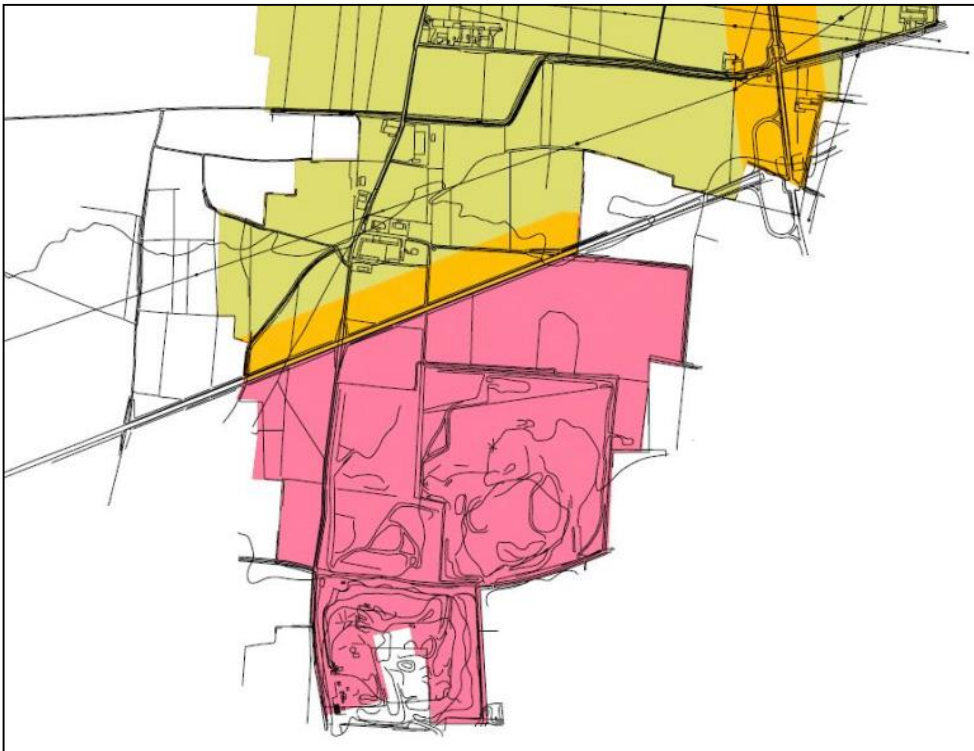


Figura 7-5 – Classificazione acustica del comune di Cazzago San Martino (BS)

La classificazione acustica del territorio riportata nelle figure sopra riportate mostra che nessuno dei tratti stradali attraversa porzioni di territorio inserite in Classi I o II.

E' opportuno tener presente che talune zonizzazioni acustiche sono state redatte precedentemente all'entrata in vigore delle "Modalità e criteri tecnici di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico", approvate dalla Giunta della Regione Lombardia nel marzo 2002 e in alcuni casi, presentano rispetto ad esse alcune difformità. Esse dovranno pertanto essere riviste alla luce delle indicazioni della normativa recente.

7.1.5 Analisi del Clima Acustico

Per la caratterizzazione del clima acustico nelle aree interessate dall'intervento, è stata condotta un'apposita campagna di monitoraggio nei mesi di Luglio e Settembre 2003,, integrata con una campagna eseguita a Febbraio 2015.

Ai fini di una caratterizzazione completa del clima acustico lungo il tracciato oggetto dell'indagine, è stata effettuata la seguente tipologia di misure:

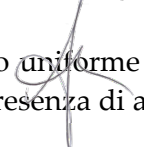
- *misure di tipo B (brevi)*, di breve periodo (da 15 a 20 minuti) con postazione mobile assistita da operatore. Per una caratterizzazione affidabile del clima acustico, in ciascun punto sono state svolte misure ripetute, sia diurne che notturne, in diverse fasce orarie.

Le misure sono state eseguite in zone che saranno prevedibilmente caratterizzate da un clima acustico fortemente influenzato dalle emissioni sonore della viabilità, in prossimità di ricettori isolati scarsamente interessati da traffico stradale oppure in vicinanza di strade per la taratura del modello.

Nel posizionamento dei punti si è anche cercato di assicurare una copertura più o meno uniforme delle zone prossime al tracciato dell'autostrada o della viabilità di adduzione, onde evitare la presenza di ampie zone in cui il clima acustico non fosse adeguatamente caratterizzato.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



La Tabella che segue riporta una sintetica descrizione dei punti individuati e i risultati in termini di livello equivalente sonoro.

Punto	Comune	Ricettore	Distanza tracciato (m)	Risultati delle Misure (Leq, dB(A))	
				Diurno	Notturmo
L14	Travagliato	Nucleo residenziale e industriale lungo SP19	170	66,0	62,5
B17	Travagliato	Cascina Roddito	60	52,2	54,2
B18	Roncadelle	Antezzate – azienda agricola	200	52,1	58,1 (**)
R1	Travagliato	Cascina di Pianero, 17	40	56,9	50,3
R2	Castegnato	Via Cavalliera, 8	60	60,7	48,4

Nota: (*) Livelli sonori ottenuti a seguito del mascheramento delle alte frequenze imputate alla presenza di grilli
 (**) Livelli sonori non rappresentativi del clima acustico notturno su base annua perché influenzati dalla presenza di grilli

Tabella 7-2 - Sintesi dei Risultati della Campagna di Monitoraggio del Clima Acustico

Si può osservare come, in alcuni casi, siano stati riscontrati nei periodi notturni livelli sonori superiori a quelli rilevati durante il giorno. Gli operatori hanno rilevato la presenza di grilli che ha influenzato in modo non trascurabile i risultati delle misure svolte. L'analisi in frequenza eseguita sui dati rilevati nelle misurazioni giornaliere (si vedano, per i dettagli, le relative schede di misura) conferma quanto ipotizzato: nei casi di livelli notturni molto elevati è infatti presente una componente tonale ad alta frequenza, che può essere indicativa del rumore prodotto dai grilli.

Il fenomeno descritto influenza considerevolmente le misure notturne svolte, tanto da non renderle rappresentative del clima acustico presso i ricettori. La presenza dei grilli è infatti fenomeno stagionale, limitato ai mesi dell'anno in cui è stata svolta l'indagine fonometrica. I livelli notturni rilevati non appaiono pertanto significativi ai fini della rappresentazione del clima acustico esistente. Per le misure giornaliere si è pertanto proceduto ad elaborare i risultati delle misure tramite il software "Noise & Vibration Works" versione 2.0.0. attraverso il quale si sono eliminate le componenti dello spettro ad elevata frequenza (da 12,5 a 16 kHz) imputabili direttamente al rumore emesso dai grilli. Il successivo ricalcolo dei livelli equivalenti ha fornito, in generale, valori accettabili.

Nelle postazioni in cui non si risente in misura sostanziale dell'effetto dei grilli, i risultati appaiono, in generale, coerenti con gli strumenti di pianificazioni acustica prodotti dalle Amministrazioni Comunali. Fanno eccezione alcuni dei risultati ottenuti lungo le strade attualmente esistenti ed interessate da intenso per i quali si superano talvolta anche i limiti massimi ammessi dalla attuale normativa.

7.2 Valutazione e Stima degli Impatti per la Componente Rumore

7.2.1 Impatti prodotti in Fase di Cantiere

La fase di costruzione rappresenta uno dei momenti più complessi per la valutazione dell'impatto acustico, generato oltre che dalle specifiche attività svolte in cantiere, anche dalla movimentazione dei mezzi di scavo e di approvvigionamento delle materie prime.

7.2.1.1 Tipologia e Descrizione dei Cantieri

La cantierizzazione dell'opera prevede ad oggi la realizzazione di n. 1 cantiere base e n. 10 aree tecniche di cantiere (denominate da A01 a A10) ubicate lungo il tracciato.

Società di Progetto
Brebemi SpA



In questo paragrafo, per la stima del rumore, si farà genericamente riferimento ad un cantiere in cui si assume che siano contemporaneamente presenti, nel periodo diurno, numerosi mezzi d'opera (es. camion, ruspe o pale meccaniche o caricatori, betoniera ecc.).

7.2.1.2 Livelli di Potenza Sonora del Macchinario

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

Sono ipotizzate le seguenti potenze sonore di emissione.

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

Tabella 7-3 - Sintesi Tipologia di Macchine Ipotizzate Presenti

7.2.1.3 Calcolo dei Livelli d'Impatto

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

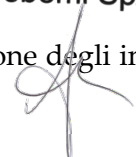
Distanza	Pressione Sonora con Macchine che rispettano lo standard del 3 Gennaio 2003 [dB(A)]	Pressione Sonora con Macchine che rispettano lo standard del 3 Gennaio 2006 [dB(A)]
100	69	66
200	63	60
300	59	56
400	57	54
500	55	52
600	53	50
700	52	49
800	51	48
1.000	49	46


Tabella 7-4 Pressione Sonora a Varie Distanze dal Cantiere

7.2.1.4 Interventi di mitigazione del rumore per i cantieri

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

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 299 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

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

Le mitigazioni per gli altri tipi di cantiere saranno individuate in fase di progettazione esecutiva.

In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (*DL277 del 15 agosto 1991*), è preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei recettori adiacenti alle aree di cantiere. E’ necessario dunque garantire, in fase di programmazione, delle attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

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

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


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

- Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:
 - Selezione delle macchine ed attrezzature omologate in conformità delle direttive della C.E. e ai successivi reperimenti nazionali;
 - Impiego di macchine movimento terra gommate piuttosto che cingolate;
 - Installazione, se non già previsti, di silenziatori allo scarico su macchine di una potenza rilevante;
 - Utilizzo di impianti fissi schermati;
 - Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.
- Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature
 - Eliminazione degli attriti tramite operazioni di lubrificazione;
 - Sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
 - Controllo e serraggio delle giunzioni;
 - Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
 - Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
 - Svolgimento della manutenzione delle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- Modalità operazionali e predisposizione del cantiere
 - Orientamento degli impianti che hanno un’emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
 - Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate;

Società di Progetto
Brebemi SpA



APPROVATO SDR

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 300 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- Uso di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati ecc.);
- Divieto di uso scorretto di avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

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

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

7.2.1.5 Considerazioni conclusive

Confrontando i valori calcolati con quelli contenuti nelle zonizzazioni acustiche dei vari comuni interessati, i livelli di impatto previsti risultano eccedere in maniera diffusa i limiti legislativi validi per attività continue.

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

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

Nonostante la possibilità di deroga, saranno individuati in fase di progettazione esecutiva, a fine cautelativo, gli interventi finalizzati a contenere gli impatti sui ricettori, in particolare nei tratti il cui il tracciato attraversa tratti densamente abitati.

7.2.2 Impatti prodotti in Fase di Esercizio

La rappresentazione della condizione “post operam” è stata eseguita con la valutazione dei livelli di rumore prodotti dal traffico previsto sull’infrastruttura in progetto attraverso l’impiego del modello di calcolo *SoundPLAN*.

Il modello previsionale *SoundPLAN* tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell’edificato presente nell’area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, il traffico ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. I calcoli sono svolti utilizzando il metodo del ray-tracing e sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari di cui alle “Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS 90 - Ausgabe 1990”.
Società di Progetto
Brebemi SpA

In sintesi le norme prescrivono le modalità di calcolo dei seguenti parametri:

- livello di emissione delle sorgenti;



- propagazione del rumore;
- effetti di diffrazione e riflessione.

Il modello permette di calcolare il livello equivalente su base oraria, assegnando i volumi di traffico orari, suddivisi in pesanti e leggeri, le velocità di percorrenza e le caratteristiche geometriche e acustiche della strada, dei ricettori e del terreno interposto tra strada e ricettori.

E' opportuno precisare che ai nostri fini sono definiti *ricettori* le facciate esposte al rumore automobilistico (una per piano) degli edifici localizzati nei primi 250 metri dal bordo autostradale (o nei primi 500 metri se si tratta di scuole, ospedali, case di cura).

La valutazione del livello sonoro è stata eseguita in condizioni notturne e diurne, assumendo come traffico tipico diurno e notturno il volume medio di traffico rispettivamente nelle ore diurne (dalle 6:00 alle 22:00) e notturne (dalle 22:00 alle 6:00).

7.2.2.1 Verifica del modello

Per la verifica del modello, sono state eseguite delle misure a Febbraio 2015 in periodo diurno e notturno.

Nella tabella che segue sono mostrati i risultati del modello di calcolo applicato ai punti di misura precedentemente descritti.

TRATTO	Veicoli/h Diurno	Veicoli/h Notturno	Tipologia mezzo	Note
A35 attuale	500	150	Leggeri	Velocità leggeri 85 Km/h
	100	10	Pesanti	
A4 attuale	3000	150	Leggeri	Velocità pesanti 65Km/h
	300	15	Pesanti	

Tabella 7-5 – Flussi di traffico utilizzati per la taratura del modello

Identificativo misura	Livello di pressione sonora equivalente MISURATO al ricevitore LAeq (dBA)	Livello di pressione sonora equivalente SIMULATO al ricevitore LAeq (dBA)	Differenziale sul punto di misura dBA	Tempo di riferimento
R1	58,2	58,7	+ 0,5	DIURNO
R1	50,3	50,5	+ 0,2	NOTTURNO
R2	60,7	61,5	+ 0,8	DIURNO
R2	48,4	48,6	+ 0,4	NOTTURNO

Tabella 7-6 - Confronto tra i Livelli Equivalenti Misurati in Alcune Postazioni Durante la Campagna di Monitoraggio del Clima Acustico ed i Livelli Equivalenti Stimati negli Stessi Punti Attraverso il Codice di Calcolo SoundPLAN

Con le ipotesi sopra descritte, si osserva, in generale, una buona rispondenza tra i risultati del modello e le misurazioni eseguite, anche in considerazione del fatto che le velocità di transito ipotizzate nel calcolo possono discostarsi da quelle effettive.

Società di Progetto
Brebemi SpA



7.2.2.2 Flussi di traffico usati nelle simulazioni

I flussi di traffico usati per le simulazioni sono stati forniti con le stime dei volumi di traffico giornaliero medio suddiviso in traffico leggero e pesante. I dati sono stati disaggregati, tramite i coefficienti riportati nella tabella che segue, in valori medio diurno (dalle ore 6:00 alle ore 22:00) e notturno (dalle ore 22:00 alle ore 6:00), considerando una ripartizione del traffico veicolare distribuito ad una quota del 90 % nel periodo di riferimento diurno e del 10 % nel periodo di riferimento notturno.

Il modello elaborato ha prodotto le stime dei volumi di traffico futuri nello scenario di riferimento de 2018.

Per quanto riguarda le velocità medie di percorrenza, si sono assunte, cautelativamente, le massime velocità compatibili con i limiti imposti dal Codice della Strada. Nei tratti autostradali si è ipotizzata una velocità di 130 km/h per i mezzi leggeri e di 80 km/h per quelli pesanti.

La Tabella che segue mostra i tratti considerati con i relativi dati di traffico orario medio e le velocità medie assunte.

TRATTO	Veicoli/24h (monodirezionale)	Veicoli/h Diurno	Veicoli/h Notturno	Veicoli/h Diurno (rampa)	Veicoli/h Notturno (rampa)	Tipologia mezzo	Note
A	19360	2178	484	/	/	Leggeri	Velocità leggeri 130 Km/h
	3940	443	99	/	/	Pesanti	
B	14130	1589	353	/	/	Leggeri	Velocità pesanti 80Km/h
	4020	452	101	/	/	Pesanti	
C	9260	1042	232	/	/	Leggeri	Velocità su rampe 40 Km/h
	1590	179	40	/	/	Pesanti	
D	3940	443	99	221,625	49,25	Leggeri	Velocità su rampe 40 Km/h
	3480	391	87	195,75	43,5	Pesanti	

Tabella 7-7 - Dati di Traffico Impiegati nelle Simulazioni



Figura 7-6 - Suddivisione tratti di emissione acustica per flussi di traffico

7.2.2.3 Risultati delle simulazioni

In base ai flussi di traffico ipotizzati nel paragrafo precedente si sono stimati, attraverso il codice di calcolo *SoundPLAN versione 7.1*, i livelli di pressione sonora previsti presso i ricettori sensibili distanti non più di 250 metri dai bordi esterni del tracciato stradale (500 metri per i ricettori ad elevata sensibilità). In ragione della distanza contenuta dalla sede stradale, si è ipotizzato che il rumore derivante da traffico stradale sia comunque predominante in tutta l'area studiata e si è scelto di trascurare i livelli di rumore ambientale che caratterizzano i ricettori nello stato attuale.

Come discusso nel paragrafo 7.1.4, in base alla bozza di decreto "Norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio di infrastrutture stradali", sono stati assunti i seguenti limiti:

- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.

Lungo la fascia indagata non sono presenti scuole, ospedali, case di cura e case di riposo

Considerando che i ricettori commerciali ed industriali sono spesso caratterizzati da fonti di rumore interne, quali macchinari o impianti di condizionamento, e che normalmente sono dotati di finestre a doppio vetro e impianti di condizionamento interno che riducono notevolmente l'esposizione al rumore esterno, in questa fase l'impatto acustico è stato stimato per i soli edifici residenziali. Tale valutazione è stata eseguita nella convinzione che i ricettori più sensibili siano in ogni caso i residenti delle aree contigue alla sede stradale.

Dall'analisi delle mappe previsionali di impatto acustico, in diurno e notturno, per fascia di pertinenza si evince la necessità di porre in opera barriere acustiche posizionate come nelle mappe dedicate (vedi Allegato 1 all'elaborato 60437-0004-A01 Previsionale Acustico), che riportino le caratteristiche di seguito tabulate.

Codice barriera (vedi mappe acustiche dedicate)	WBS	Descrizione	Lunghezza barriera (m)	Altezza barriera da p.c. (m)	Note
BA1	BAAX1	Barriere antirumore Raddoppio carreggiata lotto 0A progr.0+820 - 5+060	90,0	4,0	Ad Est e a Nord Ovest di Via Molini sono presenti esclusivamente edifici industriali ad esclusione di alcune abitazioni situate in prossimità del cavalcavia esistente
BA2	BAAX1	Barriere antirumore Raddoppio carreggiata lotto 0A progr.0+820 - 5+060	255,0	4,0	Ad Est di Via Molini sono presenti esclusivamente edifici industriali
BA3	BAAX1	Barriere antirumore Raddoppio carreggiata lotto 0A progr.0+820 - 5+060	350,0	4,0	150 metri di barriera acustica sono già presenti lungo la viabilità esistente
BA4	BAAX1	Barriere antirumore Raddoppio carreggiata lotto 0A progr.0+820 - 5+060	178,0	4,0	I ricettori abitativi, individuati a Nord della viabilità in progetto, sono parzialmente schermati da edifici agricoli/industriali

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

Codice barriera (vedi mappe acustiche dedicate)	WBS	Descrizione	Lunghezza barriera (m)	Altezza barriera da p.c. (m)	Note
BA5	BAAX1	Barriere antirumore Raddoppio carreggiata lotto 0A progr.0+820 - 5+060	122,0	4,0	
BA6	BAAX2	Barriere antirumore	282,0	3,5	in parte già esistenti lungo l'autostrada A4
TOTALE			1277,0		

Tabella 7-8 - Ubicazione delle Barriere Antirumore

Nel complesso sono previsti circa 995 m di barriere antirumore dell'altezza di 4 metri e 282 m di barriere dell'altezza di 3,5 metri.

In ogni caso, il DPR relativo all'inquinamento acustico di origine veicolare, prevede che, ove non siano tecnicamente conseguibili i limiti di immissione considerati, si proceda ad interventi diretti sui ricettori, per assicurare il rispetto di:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori in ambiente abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Si può pertanto ipotizzare, nei casi in cui gli sforzi effettuati per contenere i livelli sonori tramite barriere non risultano sufficienti, il ricorso ad interventi puntuali di mitigazione del rumore, quali ad esempio le finestre silenziose, per conseguire il rispetto dei limiti precedentemente citati.

7.3 Vibrazioni

Nel seguito sono analizzati alcuni aspetti teorici inerenti la propagazione delle vibrazioni nel suolo, sono riportate alcune campagne di misura pregresse svolte in prossimità del nuovo tracciato ed infine sono indagate la natura dei suoli e le attività svolte in prossimità del tracciato autostradale di interesse, al fine di valutare il livello di sensibilità del territorio in oggetto al problema delle vibrazioni.

Il presente paragrafo è dunque articolato secondo i seguenti punti:


- generalità circa l'influenza delle vibrazioni sull'uomo e sulle strutture;
- breve descrizione della normativa vigente e delle principali norme tecniche di riferimento;
- classificazione del territorio e dei ricettori sensibili in riferimento alla presunta criticità;
- presentazione dei risultati delle campagne di monitoraggio;
- stima degli impatti;
- conclusioni.

7.3.1 Generalità

Le vibrazioni rappresentano una forma di energia in grado di provocare disturbi o danni psico-fisici sull'uomo ed effetti sulle strutture.

 Società di Progetto
Brebemi SpA.



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 305 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Tali impatti dipendono, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche del fenomeno, con particolare riferimento all'intensità delle vibrazioni, frequenza, punto e direzione di applicazione nonché durata e vulnerabilità specifica del bersaglio (organismo od opera inanimata).

Sono comunemente adottate per rappresentare il fenomeno vibratorio le seguenti grandezze:

- *ampiezza* (mm), ossia il valore dello spostamento lineare rispetto alla posizione di equilibrio;
- *velocità* (m/s) di spostamento rispetto alla posizione di equilibrio;
- *accelerazione* (m/s²);
- *frequenza* (hertz).

La modellazione del comportamento del terreno sotto l'azione dinamica determinata dal passaggio del traffico veicolare rappresenta un problema di estrema complessità, da un lato per la difficoltà insita nella scelta di parametri rappresentativi del terreno, dall'altro per la scarsa conoscenza dell'effetto dinamico indotto dal traffico sul terreno stesso. Da qui la necessità di disporre di dati sperimentali rilevati in ambienti e condizioni di esercizio simili a quelle in progetto.

Ipotizzando il terreno come un continuo elastico omogeneo, le sollecitazioni dinamiche determinate dal traffico possono essere sia di compressione che di taglio. Esistono inoltre altri due tipi di onde di superficie, note come onde di Rayleigh e onde di Love, che si creano all'interfaccia tra due mezzi non omogenei.

Fra le onde superficiali assumono rilevanza prevalente le onde di Rayleigh, che si smorzano molto lentamente e quindi vengono avvertite alle maggiori distanze. Le onde di taglio hanno velocità di 30÷300 m/s nel terreno; le onde di compressione hanno una velocità di 2,5÷4 volte superiori alle onde di taglio e a quelle di Rayleigh.

L'attenuazione delle vibrazioni è caratterizzata da tre componenti primarie:

- l'attenuazione geometrica, che dipende dal tipo di sorgente (lineare, puntuale) e dal tipo di onda;
- l'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno;
- l'attenuazione dovuta alla presenza di discontinuità nel terreno (presenza di strati sub-verticali con caratteristiche smorzanti, di microfessurazioni, di cave di impiantistici sotto la sede stradale, ecc.).

L'attenuazione geometrica per una linea di emissione di lunghezza infinita (lunghezza del tracciato maggiore della distanza sorgente-ricettore) si esprime come:

$$A_g = 10 \cdot \log_{10}((d+d_0)/d)^n$$

dove:

$d+d_0$: distanza dall'asse della linea autostradale [m];

d_0 : distanza di riferimento a cui è nota l'intensità della vibrazione [m];


$n=1$ per tracciato di superficie.

Società di Progetto
Brebemi SpA

L'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno dipende dalla frequenza, dalla velocità di propagazione dell'onda e dal tipo di onda, e si esprime nella forma:

$$A_t = 4,34 \cdot \Omega \cdot \eta \cdot x/c$$



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 306 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

dove:

- x: distanza dall'asse della linea autostradale [m];
- Ω : frequenza [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$];
- η : coeffic. di assorbimento del terreno (fattore di perdita)

$$c = \sqrt{E/d}$$

- c: velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno [m/s];
- E: modulo elastico [N/m^2];
- d: densità del terreno [kg/m^3].

Un terreno saturo d'acqua consente minori livelli di vibrazione nel terreno (onde di compressione) a causa della incomprimibilità dei liquidi e quindi di una maggiore resistenza alla deformazione. La deformazione per taglio è viceversa indipendente dalla presenza di acqua nel sottosuolo.

L'attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno può essere considerata in modo semplificato ammettendo che l'onda di compressione si sposti dal suolo "a" al suolo "c" e che incida perpendicolarmente alla superficie di separazione dei due mezzi:

$$A_i = 20 \cdot \log[(1 + d_c \cdot c_c / d_a \cdot c_a) / 2]$$

dove:

- d_c d_a densità dei suoli "c" e "a" [kg/m^3];
- c_c c_a velocità di propagazione nei suoli "c" e "a" [m/s].


La propagazione delle vibrazioni negli edifici vicini ai tracciati autostradali e la risposta di pareti e solai dipende dalle caratteristiche costruttive dell'edificio. Al fine delle valutazioni è importante separare i due aspetti fondamentali del fenomeno, correlati all'interazione suolo-fondazioni ed alla propagazione nel corpo dell'edificio.

Il primo aspetto è legato al fatto che la mancanza di continuità all'interfaccia terreno-struttura dà luogo a fenomeni dissipativi, configurandosi come un fenomeno favorevole all'attenuazione. Detto fenomeno è perciò condizionato dalla tipologia delle fondazioni (fondazioni a platea, fondazioni su plinti isolati, pali di fondazioni, ecc.).

La modalità di propagazione nel corpo dell'edificio è determinante per la stima degli effetti indotti sugli abitanti che sulle strutture in quanto i pavimenti, pareti e soffitti degli edifici sono soggetti a significative amplificazioni delle vibrazioni trasmesse dalle fondazioni. In molti casi la risonanza delle strutture orizzontali può causare una amplificazione delle vibrazioni nel campo di frequenze comprese tra 10 e 30 Hz. I problemi maggiori si verificano quando la frequenza di risonanza dei solai coincide con la frequenza di picco dello spettro di vibrazione del terreno.

Negli edifici multipiano un valore di attenuazione delle vibrazioni da piano a piano è approssimativamente pari a 3 dB per i piani bassi e di circa 1 dB alle basse frequenze in corrispondenza dei piani alti.

Al fine di evitare possibili danni è generalmente consigliato di adottare un valore limite di velocità di picco pari a 5 mm/s. Per edifici di vecchia costruzione ed edifici storici la normativa tedesca DIN4150 raccomanda un valore massimo di velocità pari a 2 mm/s. E' inoltre generalmente riconosciuto che i livelli

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 307 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

di vibrazioni in grado di determinare danni alle strutture degli edifici sono più alti di quelli normalmente tollerati dalle persone. Questo implica che una volta soddisfatto l'obiettivo prioritario di garantire alle comunità dei livelli vibrometrici accettabili, risulta automaticamente soddisfatto l'obiettivo di salvaguardare il patrimonio architettonico.

Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'annoyance deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non sono concentrati su un organo bersaglio, ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive.

La soglia fisiologica al di sotto della quale le vibrazioni non vengono percepite è espressa dalle curve di Reither-Meister e quelle di Dieckmann. Ad esempio alla frequenza di 50 Hz la soglia di percezione, espressa come livello di accelerazione in g (accelerazione di gravità), è stimata in - 50 dB relativi a g. Le normative di settore stabiliscono limiti ai livelli di accelerazione in funzione della categoria di edificio, in modo da contenere entro un range di accettabilità gli effetti sulle comunità.

Infine, con riferimento agli effetti sulle attività produttive, la continua tendenza in alcuni settori dell'industria e della ricerca a perfezionare e rendere più precise le strumentazioni ha determinato il consolidarsi di situazioni di elevata sensibilità alle vibrazioni. Il funzionamento di microscopi ottici ed elettronici può ad esempio essere disturbato da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni. In assenza di dati sulle caratteristiche di sensibilità della strumentazione e di test volti al riconoscimento delle caratteristiche dinamiche del basamento, possono essere utilizzate le curve limite indicate da Bolt Beranek e Newman.

7.3.2 Quadro di Riferimento Legislativo

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel DPCM 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

Nel seguito si descrivono sinteticamente i contenuti delle principali normative.

7.3.2.1 Norma ISO 2631/2

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

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

Società di Progetto
Brebemi SpA



dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione.

La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava), che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi (i valori numerici delle curve base sono indicati nella *Tabella* riportata nel seguito).

Frequenza [Hz]	Accelerazione in $m/s^2 \cdot 10^{-3}$		
	Asse Z	Assi X,Y	Assi combinati
1	10.00	3.60	3.60
1.25	8.90	3.60	3.60
1.6	8.00	3.60	3.60
2	7.00	3.60	3.60
2.5	6.30	4.51	3.72
3.15	5.70	5.68	3.87
4	5.00	7.21	4.07
5	5.00	9.02	4.30
6.3	5.00	11.40	4.60
8	5.00	14.40	5.00
10	6.30	18.00	6.30
12.5	7.81	22.50	7.80
16	10.00	28.90	10.00
20	12.50	36.10	12.50
25	15.60	45.10	15.60
31.5	19.70	56.80	19.70
40	25.00	72.10	25.00
50	31.30	90.20	31.30
63	39.40	114.00	39.40
80	50.00	144.00	50.00

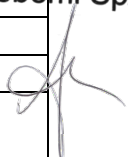
Tabella 7-9 - Valori Numerici per le Curve Base delle Accelerazioni (ISO 2631-2)


APPROVATO SDR

L'Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrale della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie); i valori dei fattori di moltiplicazione sono indicati nella *Tabella* riportata nel seguito.

Destinazione d'uso	Periodo	Vibrazioni Continue Intermittenti	Vibrazioni Transitorie
Luoghi di lavoro critici (camere operatorie, laboratori di precisione, teatri, ecc.)	Giorno	1	30÷90
	Notte		
Edifici residenziali	Giorno	2÷4	1.4÷20
	Notte	1.4	60÷128
Uffici	Giorno	4	60÷128
	Notte		

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 309 di 338

Luoghi di lavoro	Giorno Notte	8	90÷128
------------------	-----------------	---	--------

Tabella 7-10 - Fattori di Moltiplicazione delle Curve Base (ISO 2631-2 Annex A)

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

7.3.2.2 Norma UNI 9614

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614 si configura come più restrittiva. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente, a_w e L_w . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$.

Nell'Appendice, che non costituisce parte integrante della norma, della Norma UNI 9614 si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite indicati nelle Tabelle riportate nel seguito.

Destinazione d'Uso	a_w [m/s ²]	L_w [dB]
Aree critiche	$5,0 * 10^{-3}$	74
Abitazioni (Notte)	$7,0 * 10^{-3}$	77
Abitazioni (Giorno)	$10,0 * 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 * 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 * 10^{-3}$	92

Tabella 7-11 - Limite UNI 9614 delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza, di Livello Costante e non Costante, Validi per l'Asse Z

Destinazione d'Uso	a_w [m/s ²]	L_w [dB]
Aree critiche	$3,6 * 10^{-3}$	71
Abitazioni (Notte)	$5,0 * 10^{-3}$	74
Abitazioni (Giorno)	$7,2 * 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 * 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 * 10^{-3}$	89

Tabella 7-12 - Limite UNI 9614 delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza, di Livello Costante e non Costante, Validi per gli Assi X,Y

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



Destinazione d'Uso	$a_w (Z)$ [m/s ²]	$a_w (XY)$ [m/s ²]
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (Notte)	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (Giorno)	0,30	0,22
Uffici	0,64	0,46
Fabbriche	0,64	0,46

Tabella 7-13 - Limiti delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza in Presenza di Vibrazioni Impulsive

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

7.3.2.3 Norma UNI 9916

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3.

Tale norma non è qui commentata in quanto, come già detto, i limiti per la protezione degli edifici, in essa richiamati, sono meno restrittivi di quelli per la protezione della popolazione, sopra esposti.

7.3.3 Caratterizzazione del Territorio Interessato

La caratterizzazione del territorio è propedeutica alla valutazione degli impatti derivanti dall'opera in esame per quanto concerne l'individuazione di ricettori particolarmente sensibili e la caratterizzazione geolitologica dei terreni interessati.

Le classi di sensibilità, a prescindere da considerazioni locali quali ad esempio lo stato di conservazione, la tipologia costruttiva dell'immobile, sono state stilate sulla base della destinazione d'uso dell'immobile, in conformità con la Norma UNI 9614 (i limiti indicati da tale norma risultano essere molto più restrittivi di quelli indicati nella Norma ISO 2631-2; pertanto nella presente relazione si farà riferimento ai limiti UNI), e sono definite come in Tabella seguente.

N.	Destinazione D'uso	Classe di Sensibilità
1	Aree critiche	MOLTO ALTA
2	Abitazioni	ALTA
3	Uffici	MEDIA
4	Fabbriche	BASSA


Tabella 7-14 - Classi di Sensibilità

Le aree critiche, indicate in Tabella, includono le aree archeologiche di importanza storico-monumentale, le infrastrutture sanitarie (ospedali, case di cura e riposo), le infrastrutture per l'istruzione nonché le industrie che impiegano macchinari di precisione.

Sulla base delle informazioni già riportate nei capitoli inerenti l'uso del suolo e la componente rumore non sono state individuate aree ad elevata sensibilità comprese nel tratto in esame

 Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 311 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Dal punto di vista geologico, e quindi della potenziale capacità del suolo di propagare le vibrazioni su lunghe distanze, si osserva che gli elementi geologici che caratterizzano il percorso autostradale sono pochi. Le formazioni di interesse si riducono infatti al termine pleistocenico fluvio-glaciale, nelle sue varianti in granulometria e litologia dettate dai bacini afferenti.

I terreni di interesse per il progetto sono generalmente descrivibili come alluvioni da molto grossolane a ghiaiose, coperte in superficie da uno strato di alterazione argilloso, giallo rossiccio, di modesto spessore. Localmente la copertura argillosa è ferrettizzata o può essere in parte sostituita e ricoperta da limi fluvio-lacustri più recenti in lembi irregolari. In profondità le ghiaie possono essere cementate in livelli conglomeratici di scarsa continuità laterale e di caratteristiche meccaniche modeste.

Il peso di volume naturale, al di sotto della coltre superficiale e sino alla profondità presumibile delle fondazioni, si attesta quindi attorno a 2 t/m^3 ; in analogia, l'angolo di attrito interno di picco è compreso tra 35° e 40° e il modulo di Young può raggiungere e superare i 1.000 kg/cm^2 .

La velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno per ammassi alluvionali omogenei è di 600 m/s .

Il coefficiente di attenuazione del terreno, sulla base delle precedenti relazione, è quindi da considerarsi medio, in assenza sia di forti fenomeni attenuativi che viceversa propagatori.

7.3.4 Stima degli Impatti

Gli impatti saranno valutati mediante confronto sia dei valori limite previsti dalla normativa che di quelli misurati nello stato attuale con i valori misurati in precedenti campagne di misura presso tratte autostradali esistenti e confrontabili (in termini di tipologia di terreno e intensità di traffico) con quello in esame.

Nel corso di precedenti lavori autostradali sono state svolte campagne di monitoraggio di misure accelerometriche in corrispondenza delle sezioni di interesse.

Nel tratto Casalecchio Reno dell'Autostrada Milano - Napoli sono state effettuate misure a distanza variabile tra 8 e 10 dal ciglio stradale, a livello del piano stradale e in adiacenza al fronte più esposto. La natura dei suoli è di tipo alluvionale. Il livello di traffico è caratterizzato da un TGM di circa 50.200 veicoli complessivi (traffico giornaliero medio su base annua), inclusi leggeri e pesanti, nelle due direzioni. Le misure sono state effettuate nel 1999. Per la descrizione di dettaglio delle modalità operative e della strumentazione utilizzata si faccia riferimento allo Studio di Impatto Ambientale relativo all'Autostrada A1 -Milano-Napoli - Tratto Casalecchio di Reno, Sasso Marconi, Progetto di Ampliamento alla Terza Corsia tra il km 195+400 e il km 199+520, Quadro di Riferimento Progettuale, Ottobre 1999.

Altre misure sono state effettuate presso Firenze Nord nel 1998. Anche in questo caso, per la descrizione di dettaglio delle modalità operative e della strumentazione utilizzata si faccia riferimento allo Studio di Impatto Ambientale relativo all'Ampliamento alla Terza Corsia, Tratto Barberino di Mugello -Incisa Valdarno- Quadro di Riferimento Progettuale, Settembre 1998. La natura dei suoli è caratterizzata da depositi fluvio-glaciali. Il livello di traffico è caratterizzato da un TGM di circa 68.000 veicoli complessivi, inclusi leggeri e pesanti, nelle due direzioni.

Di seguito si riportano due Tabelle di sintesi in cui sono evidenziati, per ogni posizione, i valori globali degli spettri pesati e lineari espressi in m/s^2 e dB. I valori sono espressi nelle unità di misura originarie.

Società di Progetto
Bredini SPA



Distanza [m]	Località	Accelerazione [dB]		
		Rilevati asse Z	Limiti asse Z per aree critiche	Δ
V3	Chiesa Michelucci	56,9	74	-17,1
V4	Campi Bisenzio	55,6	74	-18,4
V5	Casellina	62,9	74	-11,1
V6	Vintone	59,1	74	-14,9
V7	Pozzolatico	55,6	74	-18,4

Tabella 7-15 - Misure Tratto Barberino Mugello - Incisa Val d'Arno e Differenza Rispetto al Limite Individuato da UNI 9614


Distanza [m]	Progressiva [km]	Accelerazione [m/s ²]		
		Valore Globale Pesato	Limiti per aree critiche	Δ
8	196 + 750	0,00362	0,005	-0,00138
8	196 + 750	0,00228	0,005	-0,00272
8	196 + 750	0,00348	0,005	-0,00152
8	196 + 750	0,00227	0,005	-0,00273
10	196 + 750	0,00151	0,005	-0,00349
10	196 + 750	0,00136	0,005	-0,00364

Tabella 7-16 - Tratto Casalecchio Reno - Sasso Marconi e Valori Limite per Aree Critiche Individuato da UNI 9614

Dai valori sintetizzati nelle Tabelle sopra riportate si evincono effetti derivanti dal fenomeno vibratorio di livello molto basso ed assai inferiori ai valori limite indicati dalle norme di riferimento. Le vibrazioni non costituiscono quindi, per i casi esaminati, un problema rilevante.

7.3.5 Conclusioni

Sulla base di quanto esaminato, si può concludere che le vibrazioni non rappresentano un elemento di criticità per la tipologia di opera in esame e nello specifico per il tratto in esame. Le misure pregresse svolte presso autostrade e altre opere simili caratterizzate da un livello di traffico inferiore ma paragonabile a quello di BreBeMi, poste su suoli confrontabili a quello qui esaminato, hanno evidenziato l'assenza di intensità di vibrazioni di livelli di interesse. Inoltre, per l'infrastruttura in esame, i punti ad elevata sensibilità sono molto limitati. Sia lo stato attuale che futuro della componente non dipende quindi, in modo significativo, dalla presenza dell'opera in oggetto.

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 313 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

8 PAESAGGIO

8.1 Stato attuale della componente

Lo studio della componente Paesaggio è stato svolto definendo due principali livelli di analisi, specificatamente riconducibili ai seguenti aspetti principali:

- inquadramento del contesto paesaggistico di ambito vasto in cui il progetto si inserisce;
- caratterizzazione paesaggistica e percettiva dell'area di riferimento del progetto.

Al termine dell'analisi ante operam sono state analizzate le potenziali interferenze indotte dall'opera, funzionali all'individuazione dei possibili interventi di mitigazione.

A corredo dello studio ante operam sono state predisposti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta dei caratteri del paesaggio – scala 1:5.000
- Morfologia e percezione visiva – scala 1:5.000
- Sezione paesaggistica – scala varie

L'obiettivo principale dell'analisi è quello di comprendere i meccanismi di formazione e trasformazione della struttura territoriale e dei suoi caratteri tipo - morfologici e, nel contempo, di leggere le diverse preesistenze e persistenze, nel contesto di un quadro di interdipendenze morfologiche e funzionali.

Si è proceduto, pertanto, ad individuare l'insieme di segni ed elementi naturali e delle stratificazioni antropiche, armonicamente combinati tra loro, che consente di individuare i legami con lo spazio circostante; legami che garantiscono l'insorgere del senso d'appartenenza che assicura la permanenza e la conservazione di tali segni.

Tale dinamico sistema necessita d'essere distinto ed interpretato secondo diversi tipi, riconducibili ad unità in grado di rappresentare e descrivere gli aspetti geografici del paesaggio nella loro espressione sia d'individualità territoriale che di iconemi, ossia unità elementari di percezione, come segno interno d'un sistema organico di segni, come parte che esprime il tutto o che lo esprime come funzione gerarchica primaria, sia perché elemento che meglio d'altri incarna il genius loci di un territorio sia perché riferimento visivo di forte carica semantica del rapporto culturale che una società stabilisce col proprio territorio (Turri, 1998).

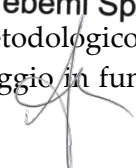
La fase di caratterizzazione "paesaggistica" dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera - verificata attraverso l'analisi di fotografie aeree e sopralluoghi, integrata con l'analisi del Piano Paesistico Regionale (PPR) e del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia (PTCP) di Brescia, ha rappresentato il fondamentale strumento di conoscenza e di descrizione "aggregata" dei caratteri fisici, socio - culturali e paesistici dell'ambito esaminato.


La necessità metodologica d'individuazione di questi elementi strutturali è essenzialmente finalizzata a rispondere a due tipi d'esigenze.

La prima è di descrivere ed interpretare il paesaggio, inteso non come semplice sommatoria di elementi, ma come unità sistemica mutevole e dinamica, al fine di individuarne i caratteri e le valenze che possano evidenziare le potenzialità di trasformazione e di sviluppo.

La seconda esigenza deriva dalla necessità di supportare ed organizzare il passaggio metodologico dalla lettura/interpretazione alla restituzione/trasmissione dei significati e dei valori del paesaggio in funzione degli obiettivi assunti per la salvaguardia e la tutela del contesto territoriale.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 314 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Per quanto più specificatamente riferito all'aspetto della percezione visiva, va evidenziato che in generale, la realizzazione di un'infrastruttura altera le caratteristiche del territorio attraversato, determinando un impatto visivo su coloro che vivono nell'area o sono di passaggio.

Ciò è dovuto al fatto che l'infrastruttura è un'opera umana inserita in un contesto naturale; quindi comprende elementi artificiali quali le diverse parti dell'opera, i materiali, l'illuminazione ed il traffico in movimento. Oppure, può risultare in contrasto con gli stessi caratteri antropici del paesaggio, consolidati lentamente nel corso dei secoli e divenuti parte integrante del paesaggio naturale.

Di conseguenza, l'impatto visivo dipende dalle caratteristiche del paesaggio, naturale o antropizzato in cui l'opera si inserisce. Non è detto, tuttavia, che l'introduzione di un nuovo elemento nel quadro percepito debba essere considerato sempre un fattore negativo.

L'analisi è stata strutturata in riferimento a:

- DPCM 27.12.1988;
- D. Lgs. N. 42/2004;
- Piano Paesaggistico della Regione Lombardia;
- Piano Territoriale di Coordinamento della provincia di Brescia;
- Piano di Governo del Territorio dei comuni di Castegnato e Travagliato;
- Norma UNI 11109 del 01/04/2004 "Linee guida per lo studio dell'impatto sul paesaggio nella redazione degli Studi di Impatto Ambientale";
- Convenzione Europea del Paesaggio, adottato dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000, ufficialmente sottoscritto il 20 ottobre 2000 (il documento è stato firmato dai ventisette Stati della Comunità Europea e ratificato da dieci, tra cui l'Italia nel 2006).

8.2 Inquadramento del contesto paesaggistico

L'area di intervento si attesta a ovest dell'area urbana di Brescia all'interno dei comuni di Castegnato e Travagliato. In particolare lo svincolo di interconnessione con l'autostrada A4 si attesta poco a sud del centro abitato di Castegnato mentre il tratto autostradale per cui è previsto l'ampliamento della carreggiata si attesta poco a nord del centro abitato di Travagliato e del nucleo produttivo di Averolda e Finiletti.

Per l'inquadramento del contesto paesaggistico in cui l'intervento si inserisce si fa riferimento alle indicazioni del Piano Paesaggistico della regione Lombardia e del Piano Territoriale di Coordinamento della provincia di Brescia.

Società di Progetto
Brebemi SpA



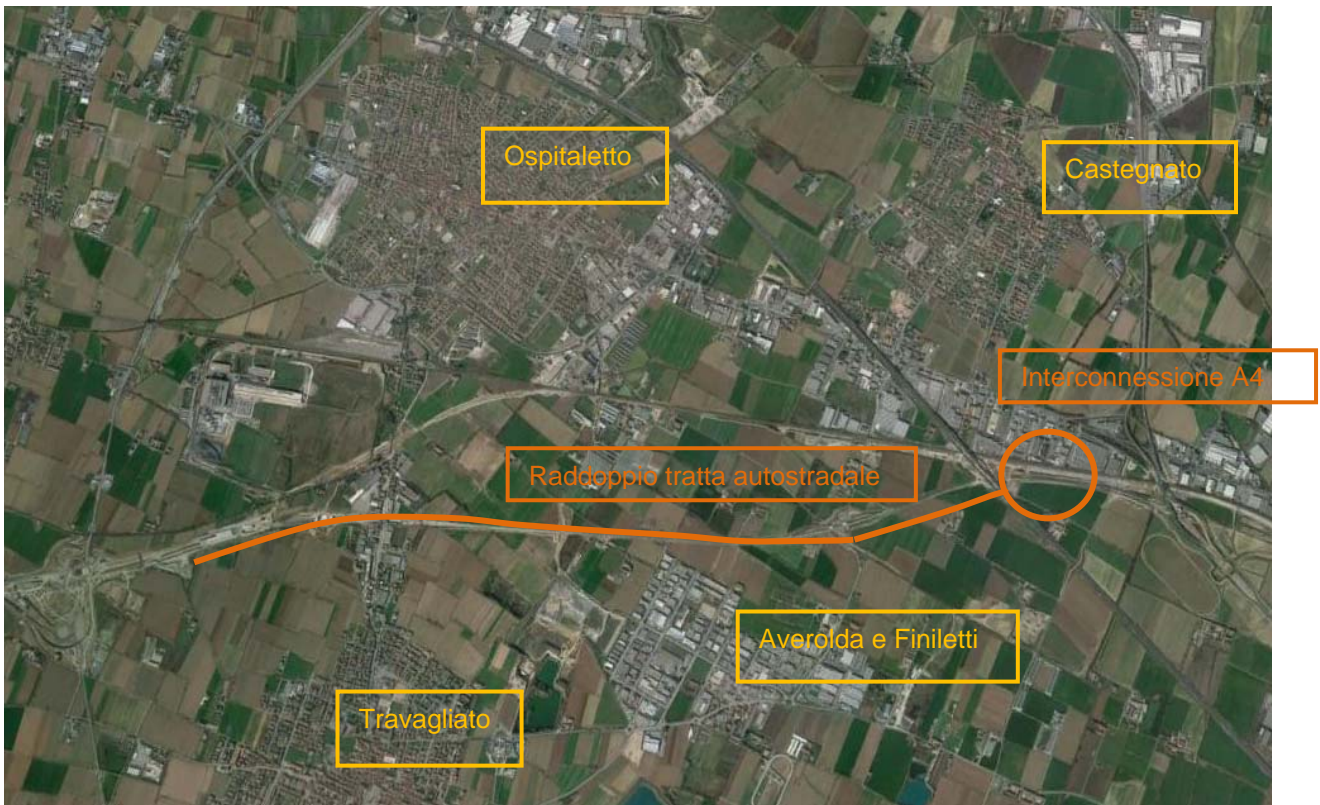


Figura 8-1 – Area di intervento

8.3 Il Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico Regionale ha duplice natura: di quadro di riferimento per la costruzione del Piano del Paesaggio Lombardo e di strumento di disciplina paesaggistica attiva del territorio.

Il Piano Paesaggistico Regionale in quanto quadro di riferimento è esteso all'intero territorio regionale. Le finalità del Piano definite anche in accordo con le indicazioni della Convenzione Europea del paesaggio sono:

- la conservazione dei caratteri che definiscono l'identità e la leggibilità dei paesaggi della Lombardia, attraverso il controllo dei processi di trasformazione, finalizzato alla tutela delle preesistenze e dei relativi contesti;
- il miglioramento della qualità paesaggistica ed architettonica degli interventi di trasformazione del territorio;
- la diffusione della consapevolezza dei valori del paesaggio e la loro fruizione da parte dei cittadini.

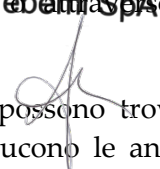
Al fine di inquadrare gli elementi peculiari del paesaggio lombardo e, conseguentemente, definire gli indirizzi di tutela il Piano analizza gli "ambiti geografici" e le "unità di paesaggio".


Gli "ambiti geografici" si caratterizzano per territori più organici, di riconosciuta identità geografica. Essi si distinguono sia per le componenti morfologiche, sia per le nozioni storico-culturali che li qualificano: si delineano, da un lato, attraverso un esame più minuto del territorio, delle sue forme, delle sue relazioni; dall'altro attraverso la percezione che ne hanno i suoi abitanti. La costruzione figurativa e letteraria che è servita a introdurli nel linguaggio d'uso corrente.

Le "unità di paesaggio" si riferiscono ad ambiti tipologicamente delineati in cui si possono trovare ulteriori modulazioni di paesaggio che dipendono dal livello di scala con cui si conducono le analisi

APPROVATE SDR

Scala su Progetto
Brebetti SPA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 316 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

paesistiche. Ambiti e caratteri tipologici combinati fra loro servono a costruire l'identità paesaggistica della regione.

L'intervento oggetto della presente analisi ricade all'interno dei seguenti ambiti:

- Ambito geografico di paesaggio : 14 – Bresciano e Colline del Mella.
- Unità tipologica di paesaggio: Fascia della bassa pianura – Paesaggio della pianura cerealicola.

Nelle note seguenti si riporta lo stralcio della elaborato cartografico "Ambiti geografici ed unità tipologiche di paesaggio" e si indicano gli elementi caratterizzanti l'ambito geografico e l'unità paesaggistica in cui l'intervento oggetto della presente analisi ricade.



Figura 8-2 - Ambiti geografici e unità di paesaggio interessate dagli interventi in progetto (fonte: PPR – TAV. A: ambiti geografici ed unità di paesaggio, il cerchio arancio individua l'ambito di intervento)

Ambito geografico – 14 Bresciano e colline del Mella (fonte: PPR)

Corrisponde alla parte pianeggiante della provincia di Brescia, ben definita a occidente e a mezzogiorno dalla valle dell'Oglio. Il limite verso il Mantovano si stempera lungo il corso del Chiese, quello orientale è invece definito dall'arco morenico gardesano. L'unitarietà degli aspetti percettivi del paesaggio nella secolare conduzione agricola, originata dalla matrice centuriata romana, è il carattere predominante di questo territorio. Ma anche qui, come in altri ambiti di pianura, una lettura più attenta porta a distinguere il progressivo passaggio dalla pianura asciutta e destinata a colture seccagne a quella irrigua, più incline alle produzioni foraggere. Distinzione peraltro poco avvertibile dopo l'introduzione dell'irrigazione meccanica che ha generalizzato la distribuzione delle colture. Canali, rogge seriole, navigli derivati dall'Oglio, dal Mella e dal Chiese hanno valorizzato la vocazione agricola, la cui attività è organizzata da secoli attorno a complessi aziendali "a corte chiusa" di grande rilievo paesaggistico e, spesso, monumentale. Le strade che da Brescia, a raggiera, si distribuiscono nella pianura, facilitano la contaminazione industriale di un paesaggio altrimenti connotato dall'attività agricola. Il rapporto, qui come altrove, non è sempre felice e sono evidenti, specie nell'immediata cerchia periurbana bresciana, situazioni di stridente frizione fra elementi ormai abbandonati e degradati del paesaggio agrario e nuovi, estesi, comparti industriali o equipaggiamenti urbani. Un lembo di paesaggio peraltro già largamente stravolto dall'intensa attività estrattiva di cava degli anni '60 e '70. Di fronte alle tentazioni metropolitane dell'alta pianura, si constata invece nella bassa una forte conservazione dell'ambiente agricolo, seppur innestato nelle moderne tecniche di coltivazione meccanizzate.

Società di Progetto
Brebem SpA
[Signature]

Ambito geografico – 14 Bresciano e colline del Mella (fonte: PPR)

La distribuzione degli insediamenti, affine a quella del vicino Cremonese, identifica numerosi piccoli agglomerati di dimore “a corte”, spesso originate da presidi difensivi o residenze nobiliari, ma anche grossi centri di matrice medievale, la cui ubicazione è sempre in qualche modo connessa o a una via di comunicazione (Montichiari, Leno, Manerbio) o, anche e più singolarmente, a una via d’acqua (Verolanuova, Quinzano, Carpenedolo, Isorella).

Ambiti, siti, beni paesaggistici esemplificativi dei caratteri costitutivi del paesaggio locale.*Componenti del paesaggio fisico:*

pianura alluvionale fluvio-glaciale, debolmente inclinata con presenza di letti fluviali attivi e paleoalvei, relativi terrazzi poco pronunciati; fascia delle risorgive; dossi e rilievi argillosi e di deposito eolico (Monte Netto, Castenedolo);

Componenti del paesaggio naturale:

lanche, cespuglieti e lembi di macchie boschive superstiti, filari e alberature stradali;

Componenti del paesaggio agrario:

lettura della trama centuriata romana (Pompiano, Meano, Bargnano); trama della bonifica colonica fra Castenedolo, Ghedi e Montichiari; ambiti agricoli particolarmente connotati (vigneti del Monte Netto); sistema irriguo dei canali (Naviglio Grande Bresciano, Naviglio di Gavardo, Roggia Fusia, Vetra e altre seriole ...), rogge e seriole; dimore rurali sparse sui fondi (Chiari...); „fenili bresciani; sistema della „cassina bresciana a corte chiusa;

Componenti del paesaggio storico-culturale:

siti archeologici (fra Pralboino e Regona); mulini (Dello, Monticelli d’Oglio ...) e altri edifici vetero-produttivi quali filande e filatoi (Acquafredda, Montichiari, valle dell’Oglio ...); caratteri distintivi dei feudi Martinengo nella pianura bresciana occidentale; sistema delle fortificazioni dell’Oglio (Urago, Roccafranca, Dello) e dei borghi contrapposti (Soncino/Orzinuovi, Urago/Calcio, Quinzano/Bordolano ...); ville e residenze nobiliari (Roncadelle, Pudiano, Rudiano, castello di Barco, Gerolanuova, Seniga, Castelvechio di Bagnolo ...);

Componenti del paesaggio urbano:

centri a radialità diffusiva (Chiari, Manerbio, Montichiari, Orzinuovi...), centri di terrazzo dell’Oglio (Pontoglio, Urago, Rudiano, Roccafranca, Quinzano, Seniga), nuclei derivanti da aggregazioni di “corti” (Buonpensiero, Villabuona, Terra Verde, Monticelli, Roccafranca, Brandico, Longhena, Ovanengo, Regona ...); nuclei di “corti” fortificate (Padernello, Villachiarra, Acqualunga, Milzano, Meano, Trignano ...); borghi e città di fondazione (Canneto sull’Oglio, Casaloldo, Castenedolo, Castrezzato, Orzinuovi, Roccafranca ...); centri e nuclei “di strada” (Berlingo, Cossirano, Bagnolo Mella, Montirone, San Paolo, Barbariga, Carpenedolo ...); materiali edilizi tipici (marmo bianco di Botticino, pietra arenaria di Sarnico, ciottolo di fiume, mattone a vista ...);

Componenti e caratteri percettivi del paesaggio:

materiali edilizi locali (arenaria di Sarnico, „botticino”, ciottolo di fiume, laterizio); dominanza delle parrocchiali (Montichiari. ...) come fulcro visivo degli abitati; andamento e trama del sistema irriguo; luoghi dell’identità locale (Castello e Piazza della Loggia a Brescia, Lonato, villa Fenaroli a Rezzato).

Unità di paesaggio - Fascia della bassa pianura, paesaggio della pianura irrigua ad orientamento cerealicolo e foraggero (fonte: PPR)

Questa tipologia, distinta nella cartografia a seconda degli orientamenti colturali prevalenti (foraggero nella parte occidentale della bassa pianura, cerealicolo in quella centrale e orientale), si estende con grande uniformità in quasi tutta la bassa pianura lombarda. Rappresenta quella grande, secolare conquista agricola che ha fatto della Lombardia una delle terre più ricche e fertili del continente. Ciò è testimoniato dagli insediamenti, dalla loro matrice generatrice preromana, romana e medievale, dalla dimensione discreta dei centri basata su una gerarchia che forse risponde a leggi distributive ricorrenti. Il sistema irriguo, derivato dai fiumi e dai fontanili, è alla base della vocazione agricola, della sua organizzazione e, dunque, del paesaggio. Vi predomina in larga parte della sua sezione centrale, la cascina capitalistica, che si configurava fino a qualche anno fa come centro gestionale di aziende a conduzione salariale. La “cassina” padana assumeva spesso il carattere di insediamento urbano e popolato.

Nella sezione orientale predomina la corte, anche con esempi di alto pregio formale (per esempio le corti rurali gonzaghesche del Mantovano) che presidia aziende condotte in economia e mediamente di minori dimensioni, abitate da una o poche famiglie. In molti casi questa distinzione è oggi irrilevante a causa delle trasformazioni

Unità di paesaggio - Fascia della bassa pianura, paesaggio della pianura irrigua ad orientamento cerealicolo e foraggero (fonte: PPR)

introdotte nelle pratiche colturali, specie con la diffusione di quelle cerealicole. L'abbandono del presidio dei campi, con il degrado delle strutture e delle dimore contadine, ha avuto il suo corrispettivo nella crescita delle città e dei maggiori centri della pianura. Ma queste strutture sono pur sempre rimaste, talune malamente riattivate dalle più recenti riconversioni agricole. L'introduzione di nuove colture e la meccanizzazione dei lavori nei campi ha gravemente impoverito la tessitura minuta del paesaggio agrario, con l'eliminazione delle alberature, delle partizioni (il confronto fra una cartografia degli anni '50 e una attuale è estremamente indicativo in questo senso), della trama irrigua e di collegamento viario.

Nel Cremonese, nel Pavese e in altre situazioni l'impianto territoriale ricalca le centuriazioni e ha un ordine quasi sempre regolare, a strisce o rettangoli; altrove è la tendenza defluente dei cavi irrigui e dei canali a costruire la geometria ordinatrice del paesaggio (per esempio nella Bassa Milanese). La rilevanza persistente delle colture foraggere nella sezione a occidente dell'Adda e in parte di quella cremasca e cremonese accentua ancora il portato d'immagine dei filari, dei pioppeti, delle alberature dei fossi.

Nella parte centrale della pianura lombarda, fra Serio e Chiese, si delinea il paesaggio delle colture cerealicole, soprattutto maicole, con i seguenti caratteri definitivi:

- distribuzione dell'uso del suolo nella dominanza dei seminativi cerealicoli, ma con compresenza, per la pratica dell'avvicendamento, anche di altre colture;
- forma, dimensione, orientamento dei campi spesso derivante dalle secolari bonifiche e sistemazioni irrigue condotte da istituti e enti religiosi;
- caratteristiche tipologiche e gerarchiche nella distribuzione e complessità del reticolo idraulico, ivi comprese "teste" e "aste" dei fontanili, con relative opere di derivazione e partizione (vedi il caso limite dei Tredici Ponti di Genivolta);
- presenza di filari e alberature, ma anche boscaglie residuali che assumono forte elemento di contrasto e differenziazione del contesto;
- reticolo viario della maglia poderale e struttura dell'insediamento in genere basato sulla scala dimensionale della cascina isolata, del piccolo nucleo di strada, del centro ordinatore principale;
- vari elementi diffusivi di significato storico e sacrale quali ville, oratori, cascinali fortificati ecc.

Nella sezione più orientale della pianura lombarda questi elementi sono più attenuati sconfinando nell'estremo lembo dell'Oltremincio in ambiti anche connotati da bonifiche relativamente recenti o nell'Oltrepo Mantovano in quelli, parcellizzati e ancora segnati da piantate, del contiguo paesaggio agrario emiliano.

Grande importanza non solo paesistica riveste la ben nota fascia delle risorgive associate in molti casi, residualmente, ai prati marcori. Altro ambito distinto, benché più limitato, è quello delle emergenze collinari (San Colombano, Monte Netto), "isole" asciutte interessate dalla viticoltura e dalla frutticoltura. Una tipologia a sé stante è stata conferita, come si vedrà in seguito, alla pianura a orientamento risicolo, soprattutto concentrata nella Lomellina, in parte del Pavese e della Bassa Milanese. Gli scenari si impernano anche sui centri maggiori, spesso dominati da castelli, chiusi entro perimetri murati (per esempio, Rivarolo Mantovano); o essi stessi fondati come centri strategici nel XIV e XV secolo (i "borghi franchi" del Cremonese e del Bresciano) o come città modello (Sabbioneta). Una ricchezza e una diversità di elementi insediativi forse non immediatamente percepibili nella difficoltà degli orizzonti visuali di pianura, ma in sé consistenti e fortemente strutturati.

Indirizzi di tutela (Paesaggi della pianura irrigua a orientamento cerealicolo e foraggero). I paesaggi della bassa pianura irrigua vanno tutelati rispettandone la straordinaria tessitura storica e la condizione agricola altamente produttiva. Questa condizione presuppone una libertà di adattamento colturale ai cicli evolutivi propri dell'economia agricola. Ciò va tenuto presente, ma nel contempo va assicurato il rispetto per l'originalità del paesaggio nel quale si identifica tanta parte dell'immagine regionale, della tradizionale prosperità padana.

La campagna.

I gravi fenomeni di inquinamento della falda impongono innanzitutto una salvaguardia ecologica della pianura rispetto a moderne tecniche di coltivazione (uso di pesticidi e concimi chimici) che possono fortemente inquinare i suoli e danneggiare irreversibilmente la falda freatica. L'uso di fertilizzanti chimici e diserbanti va limitato e ridotto. Come pure vanno controllati e limitati gli allevamenti fortemente inquinanti che hanno, specie nella pianura orientale, una notevole diffusione.

La modernizzazione dell'agricoltura ha fortemente penalizzato il paesaggio agrario tradizionale. L'impressione più netta e desolante è la scomparsa delle differenze, delle diversità nel paesaggio padano, tutto si amalgama, si

Unità di paesaggio - Fascia della bassa pianura, paesaggio della pianura irrigua ad orientamento cerealicolo e foraggero (fonte: PPR)

uniforma essendo venute a cadere le fitte alberature che un tempo ripartivano i campi e, essendo ormai votate alla monocoltura ampie superfici agricole, essendo scomparsa o fortemente ridotta la trama delle acque e dei canali.

A questa situazione non concorre però soltanto una diversa gestione dell'attività agricola ma anche l'impropria diffusione di modelli insediativi tipicamente urbani nelle campagne, la necessità di infrastrutture ed equipaggiamenti tecnologici, i processi di allontanamento dei presidi umani dalle campagne verso le città. Gli indirizzi normativi possibili, al fine di invertire queste tendenze, sono di diversa natura. Attraverso una più accurata gestione della pianificazione urbanistica, bisogna evitare i processi di deruralizzazione o sottoutilizzazione provocati da attese in merito a previsioni insediative ma anche prevedere localizzazioni e dimensionamenti delle espansioni urbane che evitino lo spreco di territori che per loro natura sono preziosi per l'agricoltura.

Si sottolinea poi l'assoluta urgenza di una tutela integrale e di un recupero del sistema irriguo della bassa pianura, soprattutto nella fascia delle risorgive, e nelle manifestazioni colturali collegate a questo sistema (marcite, prati marcitori, prati irrigui). Promuovere la formazione di parchi agricoli adeguatamente finanziati dove la tutela delle forme produttive tradizionali sia predominante svolgendo un ruolo di testimonianza colturale e di difesa dall'urbanizzazione (si pensi, ad esempio, al vasto comprensorio agricolo della Bassa Milanese). Sviluppare nuove linee di progettazione del paesaggio agrario orientando scelte e metodi di coltivazione biologici.

Incentivare la forestazione dei terreni agricoli dismessi (set-aside) o comunque la restituzione ad uno stato di naturalità delle zone marginali anche tramite programmi di salvaguardia idrogeologica (consolidamento delle fasce fluviali).

Incentivare il recupero della dimora rurale nelle sue forme e nelle sue varianti locali; nel contempo sperimentare nuove tipologie costruttive per gli impianti al servizio dell'agricoltura (serre, silos, stalle, allevamenti, ecc.) di modo che rispondano a criteri di buon inserimento nell'ambiente e nel paesaggio. Ricostituire stazioni di sosta e percorsi ecologici per la fauna di pianura e l'avifauna stanziale e di passo.

La cultura contadina.

Il ricchissimo patrimonio delle testimonianze e delle esperienze del mondo contadino va salvaguardato e valorizzato con misure che non contemplino solo la "museificazione", ma anche la loro attiva riproposizione nel tempo. Si collegano a ciò le tecniche di coltivazione biologica, la ricomposizione di ampi brani del paesaggio agrario tradizionale, la riconversione ecologica di terreni eccessivamente sfruttati e impoveriti.

Di seguito si riporta la sintesi delle indirizzi di tutela previsti dal PPR in riferimento all'ambito geografico ed all'unità paesaggistica in cui ricade l'area di intervento.

LA BASSA PIANURA			
PAESAGGI DELLA PIANURA IRRIGUA	INDIRIZZI DI TUTELA	ASPETTI PARTICOLARI	INDIRIZZI DI TUTELA
<p>La bonifica secolare iniziata dagli etruschi e tramandata ai romani e conseguentemente continuata nell'alto medioevo ha costruito il paesaggio dell' odierna pianura irrigua che si estende, con caratteristiche diverse, dalla Sesia al Mincio.</p> <p>Da sempre perfetto strumento per produzione agricola ad altissimo reddito, reca sul suo</p>	<p>I paesaggi della bassa pianura irrigua vanno tutelati rispettandone sia la straordinaria tessitura storica che la condizione agricola altamente produttiva.</p>	<p><i>La campagna soggetta alla meccanizzazione</i></p> <p>L'agricoltura ha ridotto le partiture poderali e, conseguentemente, gli schermi arborei e talvolta anche il sistema irriguo mediante l'intubamento. Anche le colture più pregiate come le marcite, i prati marcitori e i prati irrigui scompaiono per la loro scarsa redditività.</p>	<p>Vanno promossi azioni e programmi di tutela finalizzati al mantenimento delle partiture poderali e delle quinte verdi che definiscono la tessitura territoriale. La Regione valuterà la possibilità di intervenire in tal senso anche attraverso i finanziamenti regionali e comunitari per il settore agricolo e la riqualificazione</p>

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebeni SpA

LA BASSA PIANURA			
PAESAGGI DELLA PIANURA IRRIGUA	INDIRIZZI DI TUTELA	ASPETTI PARTICOLARI	INDIRIZZI DI TUTELA
<p>territorio le tracce delle successive tecniche colturali e di appoderamento. In questa pianura spiccano netti i rilievi delle emergenze collinari.</p> <p>La pianura irrigua è costituita da tre grandi tipi di paesaggi configurati dai tipi di coltura: risicola, cerealicola, foraggera.</p>			<p>ambientale. È auspicabile che gli Enti locali attivino autonomamente forme di incentivazione e concertazione finalizzate alla tutela delle trame verdi territoriali, anche in occasione della ridefinizione del sistema comunale degli spazi pubblici e del verde in coerenza con l'art. 24 della Normativa del PPR.</p>
		<p><i>I canali - Sistema irriguo e navigli</i></p> <p>Il sistema delle acque irrigue nella pianura lombarda comprende 81 canali derivati da fiumi e centinaia di rogge e colatori. Dodici di questi canali, in particolare, assumono le dimensioni, la portata e la lunghezza dei grandi fiumi lombardi; di questi tre sono navigli, realizzati anche per il trasporto di materiali pesanti diretti a Milano e per l'avvio di merci lavorate al porto di Genova. La rete idrografica superficiale artificiale è uno dei principali caratteri connotativi della pianura irrigua lombarda. Storicamente la cura nella progettazione e realizzazione di queste opere ha investito tutte le componenti, anche quelle minori: chiuse, livelle, ponti ecc .</p>	<p>La tutela è rivolta non solo all'integrità della rete irrigua, ma anche ai manufatti, spesso di antica origine, che ne permettono ancora oggi l'uso e che comunque caratterizzano fortemente i diversi elementi della rete. Anche in questo caso, assume carattere prioritario l'attivazione di una campagna ricognitiva finalizzata alla costruzione di uno specifico repertorio in materia, che aiuti poi a guidare la definizione di specifici programmi di tutela, coinvolgendo tutti i vari enti o consorzi interessati. Per ulteriori indirizzi si rimanda alla successiva parte seconda, punto 2 dei presenti indirizzi nonché alle disposizioni dell'art. 21 della Normativa del PPR.</p>

Tabella 8-1 - Sintesi degli indirizzi di tutela del PPR per l'area di intervento (fonte: PPR – Indirizzi di tutela)

8.4 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia

Approfondendo le indicazioni del PPR, il Piano Territoriale di Coordinamento colloca il territorio del comune di Castegnato all'interno dell'unità di paesaggio "Area metropolitana di Brescia e conurbazione pedecollinare".

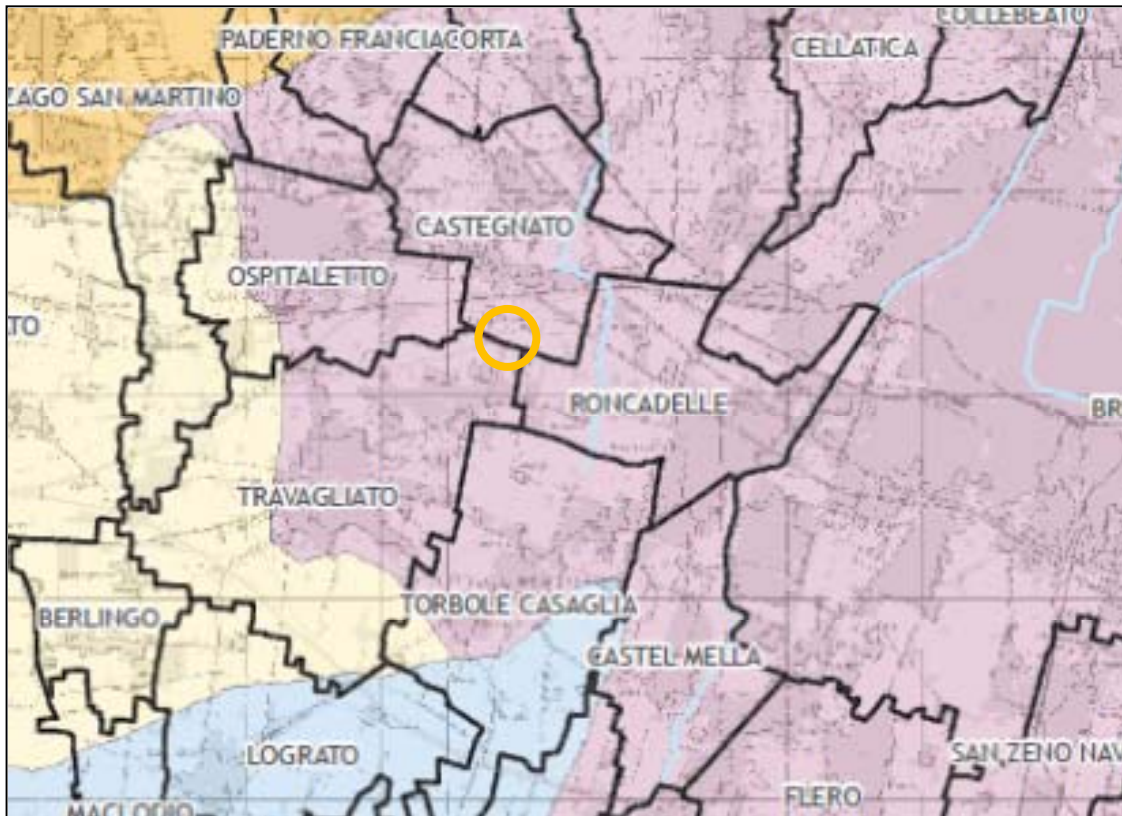


Figura 8-3 -Stralcio dell'elaborato cartografico "Unità di paesaggio" (fonte: PTCP di Brescia, il cerchio arancio individua l'area di intervento)

Tale Unità di paesaggio si caratterizza per la massiccia antropizzazione che ha stravolto il paesaggio originale soprattutto nel corso dell'ultimo mezzo secolo. In particolare il tessuto urbano si sviluppa a ragnatela lungo i principali assi infrastrutturali che si dipartono dal capoluogo sviluppando il fenomeno delle aree intercluse; cioè di quelle porzioni di territorio, non urbanizzate, ma che risultano isolate dalla restante matrice agricola. A nord di Brescia le colline pedemontane sono assediate dall'urbanizzato che si spinge fino a connettersi e a formare un continuo con il fondovalle della Val Trompia. Al margine sud di questa conurbazione resistono "in stato di assedio" le emergenze morfologiche del Monte Netto e della collina di Carpenedolo.

Con riferimento all'elaborato "Ambiti, sistemi ed elementi del paesaggio" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia (tav. 22. del PTCP) si osserva che l'area di intervento ricade all'interno del sistema dell'organizzazione del paesaggio agrario tradizionale ed interessa aree a seminativo ed a prato in rotazione. Si individuano nell'area due insediamenti con valenza di architettura rurale ed alcune siepi/filari.

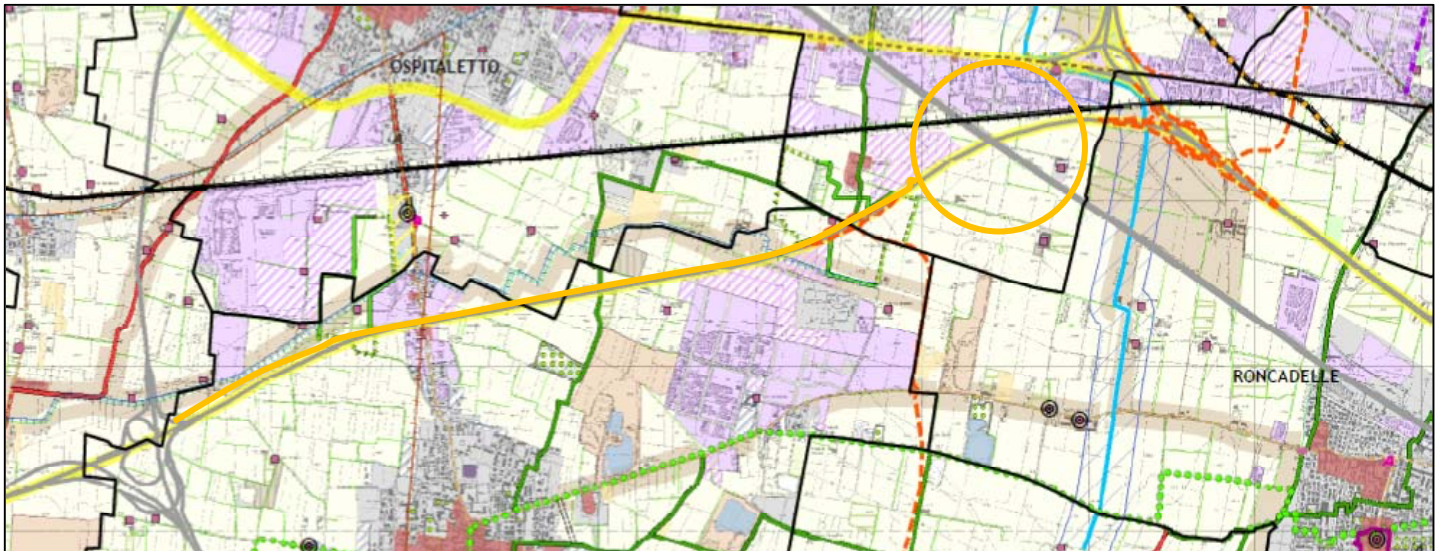


Figura 8-4 - Stralcio dell'elaborato cartografico "Ambiti, sistemi ed elementi del paesaggio" (fonte: PTCP di Brescia)

Come indicato nell'elaborato "Caratterizzazione paesaggistica degli ambiti agricoli" (tav. 10 del PTCP) si tratta dell'ambito agricolo della frangia bresciana di valore paesaggistico ambientale. Gli elementi caratterizzanti tale ambito sono:

- presenza di elementi frammisti del sistema insediativo, agricolo (seminativo semplice) e naturale;
- elevata eterogeneità degli elementi del sistema insediativo;
- alta frammentazione del territorio, le aree agricole di frangia urbana sono frammentate dall'edificato e dalle infrastrutture viabilistiche.

I seminativi ed i prati a rotazione costituiscono l'elemento di connotazione principale del paesaggio della pianura, pur con presenze in collina ed in taluni fondovalle. Sono ambiti territoriali di ampia estensione, caratterizzati da aspetti colturali, geo-pedologici e ambientali differenziati (con riferimento alla pianura occidentale, mediana ed orientale), accomunati dalla compresenza delle strutture produttive agrarie, con livelli di produzione competitivi nell'ambito dell'economia regionale e nazionale.

La trama delle strade interpoderali, della parcellizzazione agraria e del sistema dei canali d'irrigazione, costituiscono con taluni manufatti, gli elementi geometrici ordinatori dell'immagine paesistica. Le criticità che si riscontrano per tali ambito sono:


- il rischio di perdita della preminente e caratterizzante attività produttiva agricola;
- la compromissione o perdita di leggibilità dei caratteri strutturanti dell'organizzazione agraria, in termini di tipicità, unitarietà e significato;
- si ritrovano promiscuità tra insediamenti agricoli e non agricoli, condizioni di infrastrutturazione sparsa, suburbanizzazione non governata a scala territoriale

Non si riscontra nell'area la presenza di ambiti vincolati ai sensi del D. Lgs. 42/2004 o di ambiti oggetto di tutela.

8.5 L'area di intervento

8.5.1 Caratteri paesaggistici

I comuni di Castegnato e Travagliato sono situati nell'alta pianura bresciana occidentale. Il territorio presenta una morfologia pianeggiante, degradante verso sud-est. La pendenza della superficie topografica

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 323 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

diminuisce da nord-ovest a sud-est. L'alta pianura bresciana occidentale è un vasto settore caratterizzato da un assetto morfologico sostanzialmente regolare che si sviluppa dai rilievi collinari (Prealpi bresciane e sistema morenico sebino) alla fascia dei fontanili. Il territorio interessato dagli interventi in progetto è situato in prossimità della zona di transizione tra l'alta pianura bresciana, formata per colmamento alluvionale durante l'ultima glaciazione da parte dei torrenti alimentati dalle acque di fusione del ghiacciaio sebino, e l'ampio e piatto conoide che il Fiume Mella ha depositato al suo sbocco in pianura.

Gli elementi che strutturano il paesaggio sono rappresentati dai corsi d'acqua principali (Torrente Gandovere) e dalla rete irrigua i cui percorsi sono frequentemente evidenziati da vegetazione arborea e arbustiva.

La morfologia di quest'area è segnata inoltre da alcune zone debolmente depresse rispetto al livello fondamentale della pianura, allungate in direzione nord-sud nella porzione orientale del territorio e corrispondenti in passato ad antichi percorsi delle acque superficiali; mentre nella porzione centro - occidentale del territorio l'area depressa si sviluppa in direzione WNW-ESE e corrisponde all'alveo del Paleo Longherone, principale scaricatore dell'anfiteatro morenico sebino.

Il reticolo idrografico risulta caratterizzato principalmente dalla presenza del T. Gandovere e di una fitta rete canali e di rami secondari ad uso irriguo.

Il territorio, è caratterizzato da un'ampia superficie territoriale ad uso prevalentemente agricolo, con colture intensive di vario genere durante tutto il corso dell'anno. Le principali colture sono rappresentate da:

- seminativi, ovvero tutte le colture erbacee quali il Mais, il Loietto, la Barbabietola, l'Orzo, il Frumento, comprese le colture orticole in pieno campo.
- prati stabili, ovvero i prati polifiti che non rientrano nell'ordinaria rotazione o avvicendamento delle colture.

Si individuano inoltre:


- campi agricoli destinati al set - aside. Si tratta di una pratica abbastanza recente che consiste nel lasciare incolta una determinata percentuale di superficie aziendale, prima destinata a seminativo. Tale procedura rientra nella politica comunitaria di contenimento delle produzioni agricole ed è finanziata dall'UE. Tale destinazione d'uso può essere assimilata ai seminativi, poiché ha carattere temporaneo, e tali terreni sono destinati ad essere nuovamente coltivati non appena termina il periodo relativo al finanziamento.
- incolti ovvero gli ambiti permanentemente abbandonati dall'attività agricola.

Una caratteristica comune a tutte le zone agricole è la presenza di molti filari alberati lungo i limiti dei diversi terreni coltivati disposti principalmente ai lati della viabilità secondaria e dei canali irrigui.

Le ripe boscate eterogenee sono siepi composte in genere sia da cespugli che da alto fusti ed hanno un aspetto vario e composito. Le ripe boscate omogenee invece hanno una struttura più uniforme e sono in genere costituite da fasce di cespugli, arbusti e/o ceppaie. Entrambe le tipologie di ripe sono continue quando sono ben strutturate o, al contrario, discontinue quando sono presenti delle fallanze che ne interrompono la struttura visiva.

I filari sono costituiti da serie regolari di esemplari arborei uniformemente distanziati, che possono avere un portamento ad altofusto o a ceppaia se capitozzati.

Società di Progetto
Brebemi SpA



APPROVATO SDR



Figura 8-5 - Ripe boscate

La vegetazione a struttura lineare (filari e ripe boscate) si distribuisce, nel complesso, in modo abbastanza omogeneo, nell'ambito del territorio periurbano, ricalcando la stessa struttura geometrica a maglie rettangolari degli appezzamenti, della viabilità rurale e del reticolo irriguo.

Come indicato in precedenza il livello di urbanizzazione e di infrastrutturazione del territorio è assai elevato. Le strade che da Brescia, a raggiera, si distribuiscono nella pianura facilitano la contaminazione industriale di un paesaggio altrimenti connotato dall'attività agricola. Il rapporto non è sempre felice e si riscontrano situazioni di stridente frizione fra elementi ormai degradati del paesaggio agrario e nuovi, estesi comparti industriali o equipaggiamenti urbani.




Figura 8-6 - Il nucleo industriale di Averolda e Finiletti

Società di Progetto
Brebemi SpA

All'interno dell'ambito oggetto di analisi si riscontra la presenza delle seguenti infrastrutture:

- linea ferroviaria Milano – Venezia. Sono in corso i lavori di realizzazione della linea ad alta velocità;

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 325 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

- Autostrada A4;
- SS 11;
- SP 45 ed SP 19;

A queste si aggiunge una fitta rete di viabilità a carattere secondario e locale/poderale.

Tale sistema infrastrutturale viene completato dall'autostrada Bre.Be.Mi. la cui apertura al traffico è avvenuta nel corso dell'anno 2014. Si rileva, inoltre, la presenza di molti elettrodotti.

A una massiccia presenza del sistema delle infrastrutture viarie e ferroviarie si accompagna la evidente diffusione del tessuto urbanizzato. Come già indicato significativa è la presenza degli insediamenti a carattere produttivo, alcuni dei quali anche di estese dimensioni come gli insediamenti di Averolda e Finiletti, di Travagliato e di La Casella e Baitella – Camaione (questi ultimi posti lungo la SS11). Le zone produttive di dimensioni considerevoli formano dei grandi poli produttivi a carattere sovracomunale .

A questi si aggiunge una fitta rete di insediamenti di dimensione minore che punteggiano il territorio ed i centri ed i nuclei abitati; tra questi Castegnato posto a nord della SS11, Travagliato posto poco a sud della Bre.Be.MI. ed Ospitaletto che si sviluppa lungo la SS11.

Nel corso degli anni, attorno ai nuclei principali e lungo le direttrici del traffico (soprattutto la S.S. 11) si sono sviluppati i centri abitati , con una conurbazione che si è spinta sempre più verso le aree agricole con andamento non sempre omogeneo. In particolare il tessuto urbanizzato non ha limiti e bordi ben definiti, ma presenta lembi di zone residenziali che si inseriscono all'interno del territorio extraurbano agricolo.


Si distinguono numerosi piccoli agglomerati di dimore "a corte", molte delle quali oggi assumono la valenza di insediamenti produttivi agricoli. Alcuni di tali insediamenti assumono la valenza di architettura rurale.



Figura 8-7 - Architettura rurale

Società di Progetto
Brebemi SpA

Più in dettaglio nell'elaborato cartografico in scala 1:5.000 "Carta dei caratteri del paesaggio" (Allegati 08 e 09) sono rappresentati gli elementi del paesaggio che si riscontrano all'interno dell'ambito oggetto di analisi:

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 326 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

ELEMENTI LINEARI

- linea ferroviaria;
- autostrada;
- viabilità principale;
- viabilità secondaria;
- viabilità locale.

ELEMENTI AREALI

- area produttiva industriale;
- nucleo edificato/produttivo residenziale;
- insediamento produttivo di tipo agricolo;
- insediamento isolato;
- cava/deposito dei materiali;
- aree interessate dai lavori di cantierizzazione;
- area agricola;
- serre;
- maneggio.

ELEMENTI A VALENZA NATURALISTICA

- area vegetata;
- incolto;
- filare alberato continuo;
- filare alberato discontinuo.

ELEMENTI A VALENZA PAESAGGISTICA

- architetture rurali.

Al fine di rappresentare gli elementi caratterizzanti il paesaggio è stata predisposta una sezione paesaggistica (vedi elaborato "Sezione paesaggistica" in Allegato 13) nell'area interessata dalla realizzazione dello svincolo di interconnessione con la A4.

8.5.2 Principali vicende storiche


Le origini del centro abitato di Castegnato risalgono ad epoca romana: nei pressi della località Baitella è stata ritrovata una stele funeraria dedicata ad un funzionario addetto al culto dell'imperatore. Inoltre l'area a sud del centro abitato è attraversata dalla strada consolare che fungeva da decumano massimo e collegava Brescia a Bergamo.

L'epoca medievale non è testimoniata da alcun reperto archeologico, anche se Castegnato è menzionato nel polittico dell'inizio del X secolo del Monastero di S. Giulia, che possedeva una corte di discreta estensione in "Vico Castaneto". Il nome "Castegnato" è inoltre, con molte probabilità, di derivazione alto medioevale, da "Castinatus: luogo delle castagne", toponimo dato al paese per segnalare l'eccezionalità della presenza di questa specie. Il ricordo del periodo medioevale è conservato nella toponomastica: "Torre" e "Case bruciate" sono nomi di contrade che ricorrono nei documenti già dalla seconda metà del Cinquecento.

Data la natura pianeggiante del suolo e la discreta fertilità del terreno, il paesaggio di Castegnato fu precocemente modificato e adibito ad uso agricolo: dagli estimi del 1473 risulta che tutto il territorio era

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 327 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

catalogato come arativo e vitato. La fertilità del suolo e la relativa vicinanza a Brescia stimolarono gli acquisti fondiari da parte dei cittadini a scapito della popolazione rurale.

Il paese conobbe un discreto sviluppo urbanistico nel Cinquecento, raggiungendo i mille abitanti nel 1562, mentre la popolazione incominciò a decrescere tra la seconda metà del Seicento e la fine del Settecento, stabilizzandosi attorno ai cinquecento abitanti. Gli eventi bellici legati alla guerra di successione austriaca, che pure non coinvolsero direttamente il paese, causarono comunque moltissimi danni.

Durante il Risorgimento – dopo le Dieci Giornate – Castegnato fu minacciato di rappresaglie e di saccheggio dal generale Haynau, a causa del rifiuto del pagamento di una multa di riparazione imposta a tutti i comuni del bresciano.

Castegnato viene anche ricordato come sede del quartiere generale di Vittorio Emanuele II prima della battaglia di Solferino: il re si stabilì nel palazzo Panierini, ora De Leone, nella frazione “Case”.

Dopo l’Unità d’Italia, nel 1869 furono aggregate al comune di Castegnato le contrade “Borbone” e “Case” che, pur essendo vicinissime al centro del paese, dipendevano storicamente da Rodengo; nel 1872 anche la frazione Pianera passò dalla giurisdizione di Travagliato a quella di Castegnato.

Fra il Quattrocento e il Cinquecento l’abitato di Castegnato si sviluppò secondo una struttura urbanistica a “pettine”: gli edifici si distribuirono longitudinalmente lungo le due strade più importanti che lo attraversavano. La spiegazione di questo sviluppo, completato nel Seicento, va forse ricondotta alla mancanza, all’interno del nucleo più antico, di un centro militare o religioso in grado di calamitare l’ulteriore sviluppo edilizio; questa mancanza fece sì che i nuovi insediamenti si localizzassero in modo da soddisfare al meglio le necessità delle attività agricole ed economiche in genere.

In questo modo il nucleo più consistente di Castegnato si sviluppò lungo l’asse che dalle “Porte” arriva alla “Piazzetta”: questa era allora anche la strada principale per Brescia verso est e per Rovato e la Franciacorta ad ovest.


Infatti non era ancora stata costruita la strada della Casella, che collega il centro del paese con la provinciale Brescia-Bergamo: l’attuale via S.Martino terminava quindi alle “Case Bruciate”, da dove si dipartiva una strada vicinale che si congiungeva alla via Coronino: chi si recava o veniva da Brescia percorreva la strada del “Cavezzo” che si immette sulla provinciale Brescia-Iseo poco prima della Mandolossa.

Le due contrade, nonostante fossero disposte lungo lo stesso asse, erano assai distanti spazialmente, quasi a rimarcare la diversa destinazione d’uso: padronale e signorile la prima, umile e contadina la seconda. Tra esse, ma più vicina alle “Porte”, vi era la contrada di S.Giovanni (attuale piazza), che presentava caratteri misti, con una predominanza signorile: la quasi totalità dei palazzi e dei complessi agricoli aristocratici è collocata fra le “Porte” e la contrada “S. Giovanni”. Qui si trovavano le grosse cascine, le case per i massari e le residenze delle famiglie nobili di Castegnato: i Chizzola, i Sala, i Rodengo, i Dossi, i Cazzago, che da soli avevano circa il 76% della proprietà fondiaria del paese.

In contrada degli “Stalli” (attuale “Piazzetta”), invece, la proprietà era estremamente frazionata, in quanto tutte le abitazioni ivi presenti appartenevano a contadini o ad abitanti originari di Castegnato che, esercitando attività commerciali a Brescia, finirono per ottenere la cittadinanza.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Ai margini della contrada degli “Stalli”, nell’area che va dall’incrocio tra via Trebeschi e via Cavour fino all’attuale convento delle suore, vi era la contrada delle “Tezze” che, successivamente, sarà chiamata “Casotto”. In questa contrada, nel vicolo che porta all’attuale convento delle suore, il comune di

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 328 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Castegnato aveva una casa con brolo che serviva da sede per la comunità. Vi era poi la contrada “Torre” che, nel nome, riecheggia memorie di vestigia medioevali, ove accanto alla parte immobiliare, estremamente frazionata, posseduta dai contadini, spiccano i due grossi complessi agrari di proprietà dell’Ospedale Maggiore di Brescia.

Molto staccata dal centro del paese vi era poi la frazione Mulino, che prendeva il nome dal mulino ivi presente; qui l’abitato si disponeva esclusivamente lungo l’attuale via Mulino e si articolava attorno al grosso casamento di proprietà della famiglia Mainetti.

La parte settentrionale del territorio rispecchia il paesaggio tipico della campagna franciacortina, con distese di terreni coltivati alternati a piccole alture; nel territorio comunale sono inoltre presenti nuclei storici di origine rurale, che si collocano soprattutto a sud. Risulta evidente la differenza di pregio tra la zona agricola a nord del paese, aperta verso la Franciacorta, e quella a sud, influenzata dalla presenza della città.

Ad ulteriore testimonianza dell’attrattiva che il paese aveva nei tempi passati, vi è la presenza sul territorio comunale di alcune ville e palazzi storici, ormai inglobati quasi completamente nel tessuto urbanizzato, ma in origine immersi in un ambiente quasi completamente rurale. All’altezza del confine con il comune di Ospitaletto si trova la “Baitella”, mentre all’interno del nucleo urbano si trovano la “Villa Rota” e la “Villa Calini”.

8.5.3 Condizioni percettive

Come introdotto nella descrizione metodologica del lavoro, l’analisi delle caratteristiche percettive e degli ambiti visivi è effettuata al fine di determinare la qualità percettiva dell’ambito paesaggistico di riferimento, delle condizioni e degli elementi di intervisibilità ed, eventualmente, di impatto visivo, indotte dall’opera in progetto.

Per lo studio delle condizioni di percezione è stato costruito l’elaborato cartografico “Percezione visiva” in scala 1.5.000 (Allegati 10 e 11).

Gli elementi/parametri ambientali considerati nell’elaborato sono:

FATTORI DI DETRAZIONE VISIVA

- criticità lineare;
- criticità areale fronte;
- fronte edificato;
- insediamento isolato.

LUOGHI DI OSSERVAZIONE DELL’OPERA

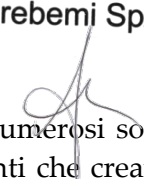
- area di visibilità;
- punti di osservazione dinamici;
- punti di osservazione statici.

ALTRI ELEMENTI


- aree interessate dai lavori di cantierizzazione di BRE.BE.MI.;
- quinte arboree continue;
- quinte arboree discontinue;
- area vegetata.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



Il livello di antropizzazione dell’area in cui l’intervento si inserisce è molto elevato e numerosi sono gli elementi che costituiscono dei fattori di detrazione visiva, ovvero rappresentano elementi che creano un

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 329 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

disturbo percettivo alla visibilità e leggibilità e/o alterano negativamente lo stato dell'assetto scenico - percettivo del paesaggio circostante.

I fattori di criticità lineare rappresentano le detrazioni visive costituite da manufatti a sviluppo lineare che, nel presente caso, sono rappresentati dall'autostrada A4, dalla linea ferroviaria Milano - Venezia e dallo stesso tracciato della Bre.Be.MI.. I fattori di criticità areale sono rappresentati dalle aree produttive e dalle aree di cava e/o di deposito dei materiali e dai nuclei edificati.

Al fine di determinare le condizioni di percezione degli interventi in progetto è stata considerata una fascia di visibilità di ampiezza pari ad un chilometro, ovvero 500 m su ogni lato del tracciato. Con tale fascia si intende un ambito visuale di "primo piano" ovvero l'area di osservazione (0 - 500 m) in cui si distinguono gli elementi singoli e si percepiscono fattori multisensoriali quali suoni e odori.

Come indicato nella descrizione dei caratteri del paesaggio una componente dominante dell'area interessata dagli interventi in progetto è rappresentata dal sistema delle infrastrutture che in particolare domina la porzione di territorio in cui è previsto il completamento dell'interconnessione con l'autostrada A4.

L'area di intervento si trova racchiusa tra gli elementi descritti; l'effetto di detrazione visiva è particolarmente evidente nella zona a nord dell'opera di svincolo a causa della presenza delle infrastrutture viarie che rappresentano una barriera visiva e che determinano la creazione di due ampie aree racchiuse tra le infrastrutture stradali e ferroviaria in cui si vanno a collocare parte delle rampe.

A sud dell'area dell'interconnessione il campo visivo risulta meno circoscritto ma comunque limitato all'immediato intorno anche in considerazione della presenza di alcune quinte arboree che spezzano la continuità visiva.

Anche lungo il tratto di piattaforma stradale oggetto di ampliamento si ritrova una situazione analoga a quella descritta per l'interconnessione: la presenza di vaste aree di detrazione visiva, rappresentate in prevalenza da insediamenti produttivi limita il campo visivo; le quinte arboree anche in questo caso spezzano la continuità visiva.

Al fine di valutare le attuali condizioni di visibilità si considerano due parametri:

- Bersagli: sono i punti di osservazione principali da dove l'opera risulta in qualche modo visibile. Sono stati considerati:
 - punti di osservazione dinamica rappresentati dagli assi viari;
 - punti di osservazione statica, rappresentati dagli edifici posti nelle immediate vicinanze dell'intervento proposto.
- Fruizione: si tratta di un indicatore che prende in considerazione la consistenza dei potenziali osservatori.

Vengono in quest'ultimo caso considerati i possibili fruitori del paesaggio, in relazione ai bersagli individuati. I fruitori sono rappresentati dalla popolazione locale, dai pendolari e dagli eventuali turisti. Questo elemento di valutazione intende qualificare le aspettative dei diversi fruitori, tenendo presente che la popolazione residente si aspetta qualità sceniche non inferiori a quelle cui è abituata, mentre i turisti ricercano e apprezzano paesaggi dall'elevata qualità scenica.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Al fine di testimoniare i caratteri del paesaggio nonché lo stato dei luoghi di osservazione dell'opera di seguito si riportano alcuni scatti fotografici con la descrizione delle condizioni di visibilità dei punti selezionati; tali punti sono stati messi in relazione con l'area interessata dal completamento della

interconnessione con la A4. Per ciascuno punto individuato si descrivono le zone di visibilità, individuando le eventuali criticità e/o punti di attenzione presenti nel campo visivo.

Relativamente alle condizioni di fruizione si osserva che i punti di osservazione dinamica sono rappresentati dalla viabilità autostradale e dalla viabilità locale. Nel caso della viabilità autostradale si tratta di una fruizione di carattere celere senza possibilità di sosta; nel caso della viabilità locale la fruizione risulta legata ai residenti o ai fruitori del territorio agricolo.

Per quanto attiene i punti di osservazione statica che, come detto, si riferiscono agli edifici a carattere agricolo posti nell'immediato intorno, la fruizione è limitata agli abitanti dell'insediamento o a coloro che operano all'interno.

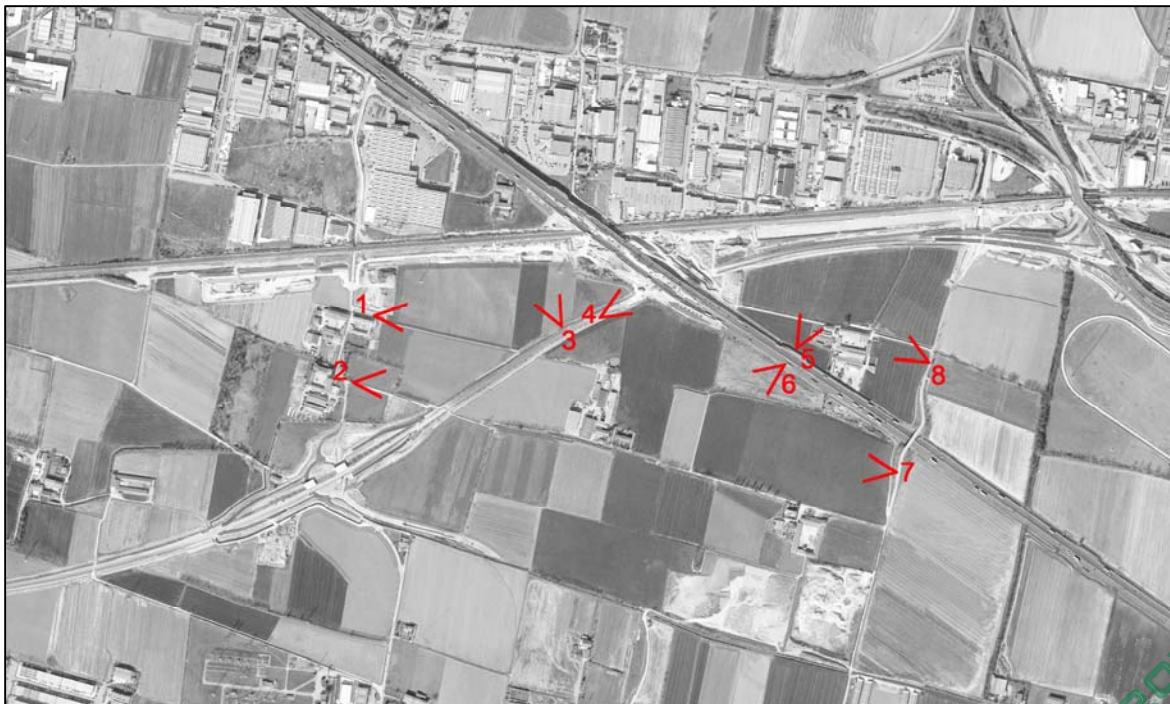


Figura 8-8 - Localizzazione dei punti di vista

Detrattore visivo

Fulcro visivo

Fronte edificato



Foto 1: Parte del fronte edificato di Pianera, la vista è di media ampiezza su campi agricoli; alla

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDP

grande distanza si riconoscono le colline bresciane

Detrattore visivo

Detrattore visivo

Detrattore visivo



Foto 2: Viabilità poderale; la vista è racchiusa dagli alberi.

Detrattore visivo

Detrattore visivo

Fulcro visivo



APPROVATO SDP

Foto 3: La vista è ampia sui campi agricoli; presenza di detrattori visivi quali l'elettrodotto, l'insediamento produttivo e l'autostrada A4.. Alla grande distanza si riconoscono le colline bresciane

Società di Progetto
Brebemi SpA

Rilevato autostradale Fulcro visivo



Foto 4: La vista è ampia sui campi agricoli e parzialmente ostruita dal rilevato dell'autostrada A4..
Sullo sfondo le colline bresciane.

Rilevato autostradale

Fulcro visivo



Foto 5: La vista è ampia sui campi agricoli e parzialmente ostruita dal rilevato dell'autostrada. La presenza delle infrastrutture lineari (autostrada in primo piano e nel retro la ferrovia) e degli insediamenti produttivi penalizza la qualità della vista. Sullo sfondo le colline bresciane.

Società di Progetto
Brebemi SpA

Quinta arborea



Foto 6: La vista, ampia sui campi agricoli, è parzialmente ostruita dalla quinta arborea posta in primo piano.

Autostrada A4 Insediamento



Foto 7: L'ambito visuale risulta ristretto e penalizzato dalla presenza dell'autostrada A4. La vegetazione posta a ridosso del cavalcavia limita la fruizione visiva.

Società di Progetto
Brebemi SpA



8.6 Rapporto opera-componente

Gli interventi in progetto comprendo il completamento dell'intervento tra l'autostrada A35 e l'autostrada A4 e la conseguente conversione della esistente strada di categoria C ad autostrada di categoria A.

La viabilità del tratto in progetto presenta tre diverse tipologie:


- viabilità in trincea dalla progressiva 0+ 000 km alla progressiva 2+922 km;
- viabilità in rilevato dalla progressiva 2+922 km alla progressive 3+942 km;
- interconnessione con barriera di esazione dalla progressiva 3+942 km a fine intervento.

L'intervento consiste nell'ampliamento della trincea esistente in tratti limitati per la realizzazione della pavimentazione e delle finiture della carreggiata nord in direzione A4 - A35.

La carreggiata sud in direzione A35 - A4 è invece già esistente in quanto si sovrappone esattamente alla strada di categoria C, la quale costituisce, allo stato di fatto, il raccordo tra l'autostrada A35 e la Tangenziale Sud di Brescia. Tale raccordo è stato realizzato contestualmente all'autostrada A35 ed è quindi già predisposto all'ampliamento della propria sede stradale.

Analogamente al tratto in trincea, anche il tratto in rilevato presenta le stesse caratteristiche. Viene quindi allargato il rilevato attuale in modo tale da permettere la realizzazione della carreggiata di direzione A4 - A35.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebeim SpA


L'ultimo intervento previsto è l'interconnessione con barriera di esazione tra la A35 e la A4. La piattaforma stradale viene ampliata per accogliere la barriera di esazione e la realizzazione delle rampe che costituiscono lo svincolo e che vanno a collegare la viabilità esistente con la viabilità in progetto.

Di seguito si valutano i livelli di impatto indotti sulla componente paesaggio tendo conto dei livelli di potenziale interferenza indicati nella tabella seguente.

LIVELLO DI IMPATTO	SIGNIFICATO ED EFFETTI
Elevato	Gli effetti associati a tale impatto sono di ampia scala e/o compromettono la disponibilità/qualità di risorse strategiche. Tale livello di impatto corrisponde, inoltre, alla definizione di un atteggiamento di massima cautela nei confronti del livello di confidenza delle analisi previsionali condotte in relazione alle sensibilità specifiche del territorio
Importante	Indicazione che introduce un elemento di valutazione importante nel processo decisionale in merito all'opportunità di introdurre ulteriori azioni correttive (ad es. compensazioni).
Medio	Impatto che non costituisce normalmente un elemento rilevante del processo decisionale ma richiede, in ogni caso, il controllo e la verifica delle valutazioni e stime effettuate (Monitoraggio Ambientale)
Minore	Impatti di scala locale segnalati ai fini della corretta definizione e gestione della successiva fase progettuale (Progettazione esecutiva, Sistema di gestione ambientate, ottimizzazione di elementi della cantierizzazione, ecc.)
Trascurabile	Gli effetti prodotti ricadono all'interno del livello di percezione e dei margini di errore intrinseci alla stima dell'alterazione

Tabella 8-2 – Livelli di potenziale interferenza


Le potenziali interferenze indotte sulla componente paesaggio riguardano:


Componente ambientale PAESAGGIO	
FATTORI DI PRESSIONE	LIVELLO DI INTERFERENZA
Introduzione di elementi estranei al paesaggio d'appartenenza	Minore
Frammentazione del sistema unitario d'appartenenza	Minore
Alterazione del quadro paesaggistico da punti di vista privilegiati	Trascurabile
Intrusione visiva alle brevi e medie distanze	Minore
Alterazione delle quinte sceniche naturali	Trascurabile
Alterazione della morfologia naturale e della compagine vegetale con sostanziale modifica dello stato plano-altimetrico dei terreni e delle coperture vegetali	Trascurabile
Inserimento di elementi di artificializzazione/barriere artificiali	Minore
Inserimento di elementi di degrado/inquinanti/disturbo di ricettori antropici o naturali	Minore
Alterazione dell'assetto insediativo storico ovvero sul sistema dei centri urbani e/o sul sistema del patrimonio storico-testimoniale	Trascurabile
Interferenza con beni storico-culturali e loro contesti	Minore

Tabella 8-3 – Potenziali interferenze indotte sulla componente paesaggio

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 336 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

Come è possibile osservare, dall'esame delle valutazioni sopra riportate, la realizzazione degli interventi in progetto non determina sostanziali alterazioni o modifiche dell'assetto dell'attuale sistema paesaggistico.

Tale considerazione è determinata dal fatto che gli interventi previsti costituiscono il completamento di un'infrastruttura già esistente e si localizzano in un contesto già densamente infrastrutturato, soprattutto per la porzione di territorio in cui si attesta l'interconnessione con la A4, ed in cui significativa è la presenza delle aree insediative a destinazione industriale. Nell'elaborato "Sezione paesaggistica post operam" (Allegato 12) è possibile cogliere il rapporto tra la barriera di esazione ed il contesto paesaggistico al contorno.

La visibilità degli interventi come indicato nei precedenti paragrafi risulta pertanto limitata all'immediato intorno, a pochi ricettori isolati ed alla viabilità posta in stretto rapporto con il tracciato.

8.7 Interventi di mitigazione ed inserimento paesaggistico

Gli interventi previsti sono stati definiti in linea con le sistemazioni a verde già definite in fase di progettazione del tracciato autostradale di Bre.Be.Mi. e consistono nella formazioni di fasce di prati e filari arborei.

Negli elaborati cartografici "Interventi di mitigazione ambientale: planimetria e tipologici delle sistemazioni a verde" sono rappresentati gli interventi proposti.

I prati stabili assolvono le seguenti funzioni compositive, mitigative e compensative:

- assorbimento polveri;
- macchia ecologica;
- rinaturalizzazione.

Si prevede di impiegare la seguente miscela di sementi: *Lolium perenne*; *Lolium multiflorum*; *Festuca arundinacea*; *Dactylis glomerata*; *Festuca pratensis*; *Phleum pratense*; *Lotus corniculatus*; *Trifolium repens*; *Trifolium pratense*; *Trifolium hybridum*.

La quantità di sementi per metro quadro variano al variare della tecnica utilizzata per il loro spargimento e in genere valgono misure da 30 a 60 g/m.

La funzione primaria dei filari arborei è di mitigare l'impatto visivo dell'opera agevolandone l'inserimento nell'ambiente circostante:

Elementi capaci di strutturare e caratterizzare il paesaggio, i filari sono costituiti in genere da una serie di esemplari arborei equidistanti di una o più specie, allineati perlopiù ai tracciati delle strade, dei corsi d'acqua o dei confini di proprietà. I filari alberati risultano particolarmente importanti nelle dinamiche di connessione fra i differenti elementi di paesaggio vegetale pianiziale che caratterizzano l'area in esame.

Si prevede l'impianto di filari alberati monospecifici composti da *Platanus hybrida* e *Celtis australis*. Gli esemplari arborei saranno impiantati con un interasse di 12 m secondo il seguente schema di impianto.

Società di Progetto
Brebemi SpA



PLANIMETRIA TIPO F3x

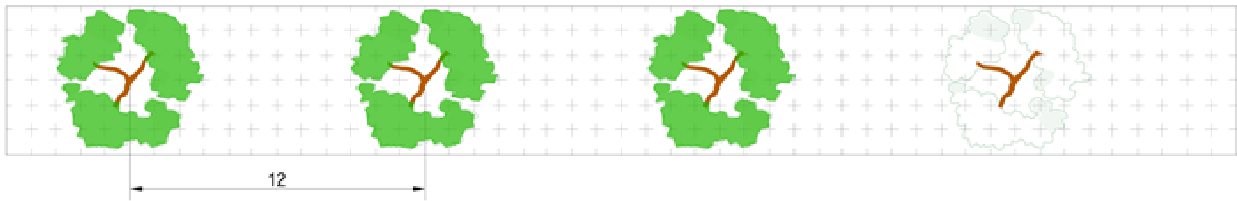


Figura 8-9 - Filare arboreo: schema di impianto

Le piante selezionate appartengono all'elenco delle specie già previste nel Progetto Esecutivo del tracciato autostradale, il cui riferimento è la formazione vegetale del Quercio - Carpineto che originariamente costituiva la foresta planiziale della pianura lombarda (*"I tipi forestali della regione Lombardia"* a cura di Roberto Del Favero, 2003). I quercio-carpineti sono riconducibili a due alleanze in relazione all'influsso della falda freatica. Nella bassa pianura, laddove la falda è superficiale, i quercio carpineti secondo sono ascrivibili al *Polygonato multiflori-Quercetum roboris carpinetosum (Alno-Ulmion)* (Sartori, 1980). La consociazione è caratterizzata dalla dominanza, nello strato arboreo, di *Quercus robur* e *Carpinus betulus*, accompagnati da *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Populus nigra*, *Ulmus minor*; tra gli arbusti è presente *Prunus padus* mentre lo strato erbaceo è caratterizzato da *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asparagus tenuifolius*, *Carex brizoides*, *Aristolochia pallida* e *Vinca minor*.

Attualmente la diffusione del quercio - carpineto è ridotta a pochi lembi boscati, sostituiti nel tempo dalle colture agrarie, dagli insediamenti abitativi e dalla diffusione di specie esotiche tra cui la robinia (*Robinia pseudoacacia*), specie eliofila con grandi capacità colonizzatrici.

La finalità perseguita nel progetto è quella di ripristinare l'antica consociazione vegetale autoctona, in armonia, coerenza e continuità con la vegetazione già presente in loco.

Lo schizzo di seguito riportato rappresenta il rapporto tra gli interventi proposti (interventi stradali e sistemazioni a verde) con il contesto paesaggistico.

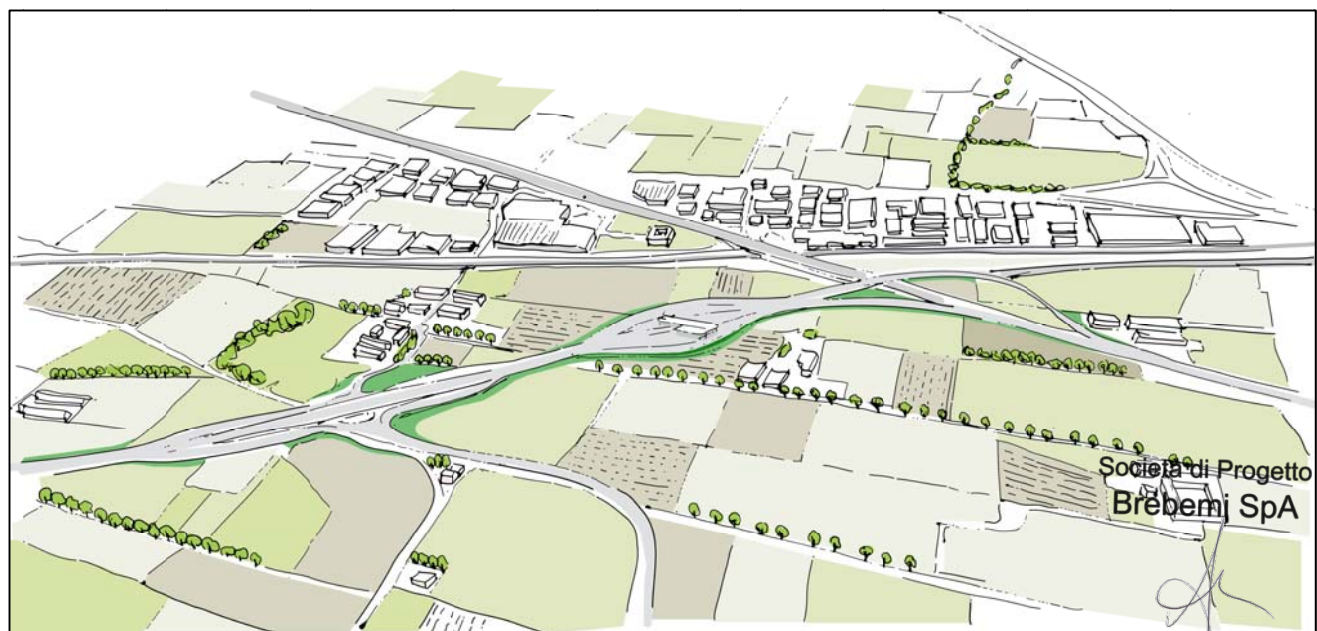



Figura 8-10 - Rapporto tra interventi proposti e contesto paesaggistico area interconnessione

APPROVATO SDP

	Doc. N. 60417-00001-A01.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RADII100001000000300A01	REV. 01	FOGLIO 338 di 338
---	---------------------------------	---	------------	----------------------

8.8 Conclusioni

Gli interventi in progetto comprendo il completamento del tratto viario compreso tra l'autostrada A35 e l'autostrada A4 e la conseguente conversione della esistente strada di categoria C ad autostrada di categoria A.

L'analisi condotta ha posto in evidenza che la realizzazione degli interventi in progetto non determina sostanziali alterazioni o modifiche dell'assetto dell'attuale sistema paesaggistico; tale considerazione è determinata dal fatto che gli interventi previsti costituiscono il completamento di un'infrastruttura già esistente e si localizzano in un contesto già densamente infrastrutturato, soprattutto per la porzione di territorio in cui si attesta l'interconnessione con la A4, ed in cui significativa è la presenza delle aree insediative a destinazione industriale.

La visibilità degli interventi come indicato nelle note precedenti risulta limitata all'immediato intorno, a pochi ricettori isolati ed alla viabilità posta in stretto rapporto con il tracciato.

Le sistemazioni a verde previste sono state definite in linea con quanto già definito in fase di progettazione esecutiva del tracciato autostradale di Bre. Be. Mi. e consistono nella formazioni di prati e filai arborei.

Le sistemazioni a verde svolgono principalmente le seguenti funzioni:

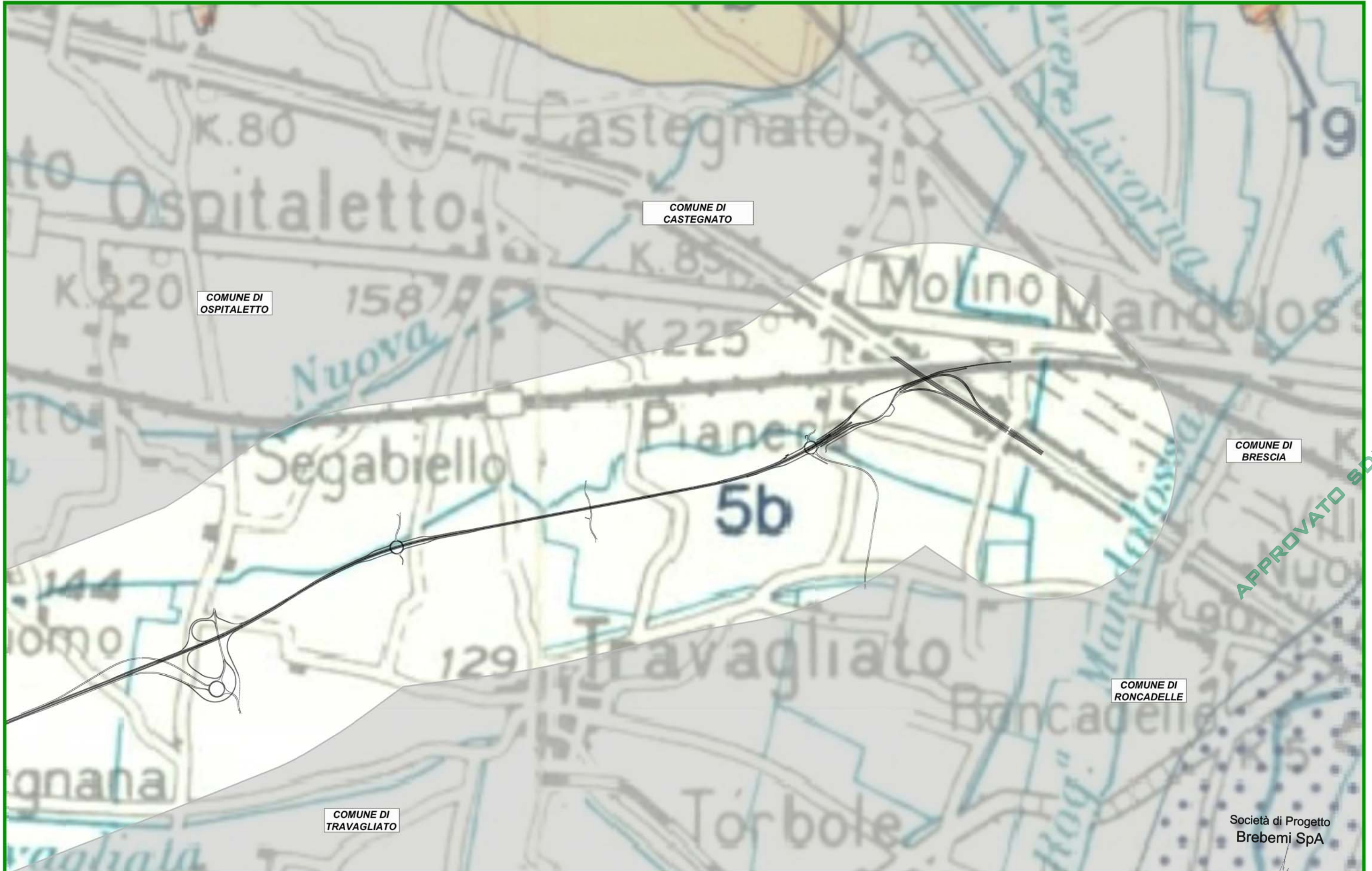
- mascheramento (anche in riferimento alle architetture rurali individuate dal PTCP di Brescia);
- formazione di corridoio ecologico per avifauna e piccoli mammiferi;
- rinaturalizzazione;

Analogamente le piante selezionate appartengono all'elenco delle specie già previste nel Progetto Esecutivo del tracciato autostradale, il cui riferimento è la formazione vegetale del Quercio - Carpineto.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA





LEGENDA

AUTOSTRADA
AREA DI STUDIO

QUATERNARIO CONTINENTALE - "VILLAFRANCIANO"

- OLOCENE
1 - Depositi fluviali dei greti attuali (Alluvium attuale - a) e terrazzati (Alluvium medio - b, Alluvium antico - c); ghiaie, sabbie e limi.
2 - Detriti di falda e frane.
3 - Lacustre olocenico e tardoglaciale: argille e limi (a); torba (b).
4 - Morenico tardo-würmiano e localmente olocenico: ghiaie, blocchi, limi.
5 - Morenico Würm: ghiaie, blocchi e limi ferrettizzati (a); Fluvio-glaciale e Fluviale Würm: ghiaie, sabbie (b).
6 - Morenico Riss: ghiaie, blocchi e limi ferrettizzati (a); Fluvio-glaciale, Fluviale e Lacustre Riss: ghiaie, sabbie e argille ferrettizzate (b).
7 - Morenico Mindel: ghiaie, limi e rari blocchi fortemente ferrettizzati (a); Fluvio-glaciale, Fluviale e Lacustre Mindel: ghiaie, limi e argille fortemente ferrettizzate (b).
8 - "Ceppo" e formazioni simili, facies "Villafrafranchiane": conglomerati, sabbie, argille.

ALPI

ROCCHE MAGMATICHE s.s. E ROCCHE MAGMATICHE CON LEGGERA IMPRONTA METAMORFICA ALPINA

- A) ROCCE PLUTONICHE TERZIARIE
9 - Graniti e granodioriti, Pegmatiti e aptiti (m).
10 - Quarzodioriti e tonaliti.
11 - Dioriti e gabbrù.
B) ROCCE FILONIANE DA TRIASSICHE A TERZIARIE, TALORA CON METAMORFISMO ALPINO
12 - "Andesiti", con daciti, basalti e rioliti ("Porfiriti", Auct.).
C) ROCCE VULCANICHE, SUBVULCANICHE E FILONIANE PERMIANE, GENERALMENTE CON METAMORFISMO ALPINO
13 - Rioliti più o meno alcaline, "daciti" e subordinate trachiti e latiti ("Porfidi quarziferi", Auct.).
14 - "Andesiti" ("Porfiriti", Auct.).
15 - "Granofini" (Auct.).
D) ROCCE PLUTONICHE PERMO-CARBONIFERE, CON METAMORFISMO ALPINO
16 - Graniti e granodioriti.
17 - Dioriti e gabbrù.

ALPI MERIDIONALI (o SUDALPINO)

A) COPERTURA SEDIMENTARIA CARBONIFERO-TERZIARIA

- PLIOCENE
18 - Argille e sabbie del Pliocene superiore-medio (a); Formazione del Monte San Bartolomeo (conglomerati, sabbie, argille) (b); Pliocene sup.-messiniano.
19 - "Gonfolite" (Conglomerati, arenarie, marne) (a); BURDIGALLIANO-OLIGOCENE SUP.; Formazione del Monte Orfano (conglomerati, arenarie, marne) (b); MIOCENE MEDIO-INF.; Formazione di Manerba (calcarei, brucce, sabbie, marne) (c); MIOCENE INF.-OLIGOCENE.
PALEOCENE-EOCENE
20 - "Calcarei nummulitici"; EOCENE INF.-PALEOCENE.
21 - "Scaglia lombarda" (Marne, calcari marnosi, calcari selciferi, arenarie; tufi basaltici); EOCENE MEDIO-BARREMIANO SUP.
22 - Flysch di Bergamo (arenarie, argille, calcari) (a); CAMPANTANO-SANTONIANO; Arenaria di Sarnico (b); SANTONIANO-TURONIANO SUP.; Formazione di Pontida (arenarie, marne, conglomerati) (c); TURONIANO.
CRETACICO
23 - "Sass de la luna" (calcarei, marne); TURONIANO INF.-ALBIANO e Marna di Bruntino; ALBIANO-BARREMIANO SUP.
24 - "Majolica" (calcarei e calcari marnosi selciferi, marne); BARREMIANO-TITONIANO.
GIURASSICO
25 - "Selcifero lombardo": "Radiolariti" + "Rosso ad Aptici" + Formazione di Prabione (selci, marne, calcari); TITONIANO-CALLOVIANO SUP.
26 - "Rosso ammonitico lombardo" (marne, calcari marnosi); AALENIANO-TOARCHIANO; "Médolo" (= "Calcarei selciferi lombardi"); DOMERANO-HETTANGIANO?
27 - "Dolomia a Conchedon" (calcarei e calcari dolomitici) (a); LIAS INF.-RETICO SUP.; "Corta" (calcarei, dolomie) (b); LIAS MEDIO-RETICO SUP.; Calcare di Zardobbio (c); PLEIENSCHACHIANO-SINEMURIANO.
28 - Calcare di Zu; RETICO.
29 - Argillite di Riva di Sotto; RETICO.
30 - Calcare di Zorzino; NORICO.
31 - "Dolomia Principale" (a); NORICO; Dolomia di Campo dei Fiori (b); RETICO MEDIO-INF.
32 - Formazione di S. Giovanni Bianco (argilliti, marne, calcari, carniole) (a) e Marna del Pizzella (b); CARNICO SUP.
33 - Formazione di Gorno (calcarei, marne, arenarie, argilliti) (a) e Formazione di Cunardo (dolomie calcareo-marnose e calcari dolomitici) (b); CARNICO MEDIO-INF.
34 - Arenaria di Val Sabbia; CARNICO MEDIO-INF.
35 - Formazione di Breno (dolomie, calcari); CARNICO MEDIO-INF.
36 - "Calcare metallifero bergamasco"; CARNICO INF.
37 - Calcare di Esino e "Calcare rosso" (a); CARNICO INF.-ANISICO SUP.; Calcare di Perledo-Varenna (b); LADINICO-ANISICO SUP.
38 - Dolomia di S. Salvatore (a); CARNICO INF.-ANISICO SUP.; Calcare di Meride (b); CARNICO MEDIO-LADINICO; Scisti bituminosi di Besano (c); LADINICO INF.-ANISICO SUP.
39 - Argillite di Lozio e Calcare di Pratotondo; CARNICO INF.-LADINICO SUP.
40 - Formazione di Wengen (marne, arenarie, calcari, argilliti); LADINICO SUP.; Formazione di Buchenstein (calcarei selciferi, arenarie, marne, dolomie selciferi); LADINICO INF.
41 - Calcare di Prezzo e Calcare di Angolo (a), Calcare di Camorelli (b), Dolomia dell'Albiga (c); ANISICO.
42 - Formazione di Bellano (conglomerati, arenarie); ANISICO SUP.
43 - Carniola di Bovegno (a), Dolomia di Elio (b); ANISICO INF.-SCITICO SUP.
44 - "Servino" (arenarie, marne, siltiti, argilliti, calcari, siderite); SCITICO.
45 - "Verrucano lombardo" (conglomerati, arenarie); PERMIANO SUP.
46 - Formazione di Collio (arenarie, siltiti, argilliti) (a), Conglomerati del Ponterranca e del Dosso dei Galli (b); PERMIANO MEDIO-INF.
47 - "Conglomerato basale"; PERMIANO INF.-CARBONIFERO SUP.?

B) BASAMENTO CRISTALLINO PRE-PERMIANO

- 48 - Gneiss granitici e granodioritici, talora occhidini ("Ortogneiss" e "Gneiss chiari", Auct.); porfiroidi.
49 - Filladi e micascisti filladici ("Filladi quarziferi", Auct.); Scisti di Edolo, Filladi di Ambria e Micascisti del Maniva.
50 - Quarziti in masse.
51 - Micascisti prevalenti ("Micascisti dei Laghi", Auct.).
52 - Paragneiss (Gneiss di Morbegno e altri).

AUSTRIDI (o AUSTRALPINO)

A) COPERTURE SEDIMENTARIE PERMO-MESOZOICHE (AUSTRIDI MEDIO-SUPERIORI)

- GIURASSICO
53 - Formazione del Monte Motto (calcarei e calcari marnosi selciferi), Calcare di Valle del Monte e "Broccatello" (dolomie, breccie dolomitiche, argilliti); LIAS?
54 - Formazione di Fraele (calcarei bituminosi, marne, argille) e Calcare di Leverone; RETICO.
55 - GRUPPO DELLA "DOLOMIA PRINCIPALE": Calcare di Quattervals (a), Dolomia di Umbrail, Dolomia di Pra' Grata, Dolomia dello Stevio e Dolomia del Cristallo (b); NORICO.
56 - Formazione della Val Forcola (dolomie talora arenacee, argilliti, gessi) e Dolomia di Valle Lunga; CARNICO; Carniola del Monte Garone; CARNICO-ANISICO?
57 - Dolomia di Wetterstein; LADINICO.
58 - Formazione di Val Pila (calcarei, dolomie, argille); ANISICO.
59 - "Arenarie variegata"; SCITICO.
60 - "Verrucano alpino" (conglomerati e arenarie, talora con porfidi alla base); PERMIANO.
(AUSTRIDI INFERIORI, IN FACIES METAMORFICA)
GIURASSICO
61 - Calcescisti non olotolitici e quarzoscisti manganesiferi; GIURASSICO?
62 - Dolomie e calcari cristallini, carniole; TRIASSICO in gen.
63 - Quarziti; TRIASSICO INF.-PERMIANO SUP.?

B) BASAMENTI CRISTALLINI

- 64 - Gneiss granitici e granodioritici ("Ortogneiss", Auct.) e gneiss migmatitici (a); porfiroidi (b).
65 - Filladi e micascisti filladici (a); quarziti (b).
66 - Micascisti argentei (Micascisti della Cima Rovala).
67 - Paragneiss a due miche (a), talora a sillimanite ove distinti (b).

PENNIDI (o PENNIDICO)

A) COPERTURE PERMO-MESOZOICHE METAMORFICHE

- GIURASSICO
68 - Calcescisti s.l., quarzoscisti (eventualmente a Mn e Fe), marmi a silicati di Ca, delle unità olistolitiche (Malenco-Forno, Suretta, Chiavenna, Adula); CRETACICO-GIURASSICO SUP.
69 - Metabasalti oceanici, talora con pillows (Anfiboliti di Monte del Forno, Anfiboliti di S. Croce) (a); prasinitii (Faida Suretta) (b) ("Olioliti" p.p., Auct.); GIURASSICO?
70 - Marmi dolomitici e calcarei; carniole; TRIASSICO in gen.
71 - Quarziti; TRIASSICO INF.-PERMIANO SUP.?

B) BASAMENTI CRISTALLINI PRE-TRIASSICI

- 72 - Serpentinii (Valmalenco, Chiavenna, ecc.) (a) e oficarbonati (b) ("Olioliti" p.p., Auct.).
73 - Gneiss granitici e granodioritici ("Ortogneiss", Auct.) e gneiss migmatitici (a); porfiroidi (b).
74 - Paragneiss a due miche (a), talora a sillimanite ove distinti (b).

INTERCALAZIONI NEI BASAMENTI CRISTALLINI (ALPI MERIDIONALI, AUSTRIDI, PENNIDI)

- 75 - Anfiboliti (an); diotioscisti (di); marmi ("calcarei cristallini", Auct.) (m); prasinitii (p); pegmatiti (m); peridotiti talora serpentizzate (s).

APPENNINO

A) DEPOSITI CONTINENTALI E MARINI, DA TARDO A POST-OROGENICI

- PLEISTOCENE
76 - Formazione di S. Colombano (argille, calcari, conglomerati); Pliocene sup.-CALABRIANO.
PLIOCENE
77 - Sabbie di Asti (marne sabbiose, sabbie, arenarie, conglomerati); Pliocene sup. e MEDIO.
78 - Argille di Lugagnano; Pliocene inf.
MIOCENE
79 - Conglomerati di Cassano Spinola; Pliocene inf.-MESSINIANO.

B) SUCCESIONI OLIGO-MIOCENICHE NEOAUTOCTONE (BACINO TERZIARIO PIEMONTESE) E SEMIALLOCTONE (COMPLESSO DI RANZANO-BISMANTOVA)

- 80 - "Formazione gessoso-solfifera" (marne gessifere, gessi, calcari, argille); MESSINIANO.
81 - Marne di S. Agata Fossili; MESSINIANO-TORTONIANO.
82 - Arenarie di M. Vallassa (a) e Arenarie di Serravalle (b); TORTONIANO-SERRAVALLIANO.
83 - Marne di Cèssole (a) e Marne di M. Lumetto (b); LANGHIANO-MIOCENE PRE LANGHIANO.
84 - Formazione di Castagnola (arenarie, argille, marne); MIOCENE PRE LANGHIANO.
85 - Marne di Rigoroso (a); MIOCENE INF.-OLIGOCENE SUP.; Marne di Antognola (b); MIOCENE PRE LANGHIANO-EOCENE SUP.
86 - Arenarie di Ranzano (conglomerati, arenarie, marne); OLIGOCENE SUP.-EOCENE SUP.

C) UNITÀ LIGURI (COMPLESSI OFIOLITICI OCEANICI, PENNIDICO)

- 87 - "Complesso indifferenziato" (unità non ben definita, comprendente litologie delle formazioni 88 e 90).
88 - Marne di Monte Piano (argille, marne, calcari); EOCENE SUP.-EOCENE INF.
89 - Formazione di Val Lurette (calcarei, marne, arenarie); EOCENE MEDIO-PALEOCENE.
90 - Calcare di Zebedassi (a), Calcare di Antola (b) e Calcare di Cassio (c) (alternanze di calcari marnosi, marne, arenarie, argille); PALEOCENE-TURONIANO.
91 - Argilliti di Montoggio; TURONIANO-CENOMANIANO.
92 - Arenarie di Scabiazza; TURONIANO-CENOMANIANO.
93 - "Argille a Palombini di Barberino" (alternanze di argille e calcari con inglobati calcari a Calpiomete, diaspri, olioliti, graniti); ALBIANO-APTIANO.
94 - "Complesso caotico" (associazione caotica, di origine tectonica, delle formazioni 88, 89, 90, 92, 93).

D) UNITÀ SUB-LIGURI (AUSTRALPINO?)

- 95 - Formazione di Monte Penice (calcarei marnosi, marne, argille); EOCENE MEDIO-PALEOCENE.

SEGNI CONVENZIONALI

- Dislocazioni principali e loro probabile prosecuzione
Sovrascorrimenti
Principali conoidi di deiezione

APPROVATO SDP