

Collegamento tra l'A4 (Torino–Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri–Gravellona) in località Ghemme. Lotto 1

PROGETTO DEFINITIVO

COD.

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n.3594
ing. Achille Devitofranceschi
Ordine Ing. di Roma n.19116

IL GEOLOGO:

geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928

RESPONSABILE DEL SIA

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

ing. Nicolò Canepa

PROTOCOLLO

DATA

Aggiornamento documentazione ambientale ai fini della conferma dei pareri di cui alla nota del MIT prot. 3038 del 16/03/2016

Relazione

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPT007 D 1701

NOME FILE

T00IA30AMBRE01.docx

CODICE ELAB. T00IA30AMBRE01

REVISIONE

SCALA:

A

-

C

B

A

emissione

Luglio 2018

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 6 |
| 2 | ATMOSFERA | 7 |
| 2.1 | SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA | 7 |
| 2.2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 9 |
| 2.3 | INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO | 10 |
| 2.3.1 | ASPETTI GENERALI | 10 |
| 2.3.2 | IL DATO STORICO: ANDAMENTO 1970 – 2001 | 11 |
| 2.3.2.1 | Fonte e stazione meteorologica di riferimento | 11 |
| 2.3.2.2 | Regime termico | 14 |
| 2.3.2.3 | Regime pluviometrico | 19 |
| 2.3.2.4 | Regime anemometrico | 24 |
| 2.3.3 | IL DATO ATTUALE: BOLLETTINO METAR ANNO 2017 | 29 |
| 2.3.3.1 | Descrizione formato e disponibilità dei dati | 29 |
| 2.3.3.2 | Regime termico | 29 |
| 2.3.3.3 | Regime anemometrico | 30 |
| 2.3.3.4 | Nuvolosità | 31 |
| 2.3.3.5 | Visibilità | 32 |
| 2.3.3.6 | Pressione | 32 |
| 2.3.4 | IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI | 32 |
| 2.3.4.1 | Parametri di confronto | 32 |
| 2.3.4.2 | Regime termico | 33 |
| 2.3.4.3 | Regime anemometrico | 34 |
| 2.3.5 | CONCLUSIONI | 36 |
| 2.4 | ANALISI EMISSIVA | 37 |
| 2.5 | ANALISI DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA | 39 |
| 2.5.1 | LA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA | 39 |
| 2.5.2 | LA RETE DI MONITORAGGIO E LA CENTRALINA DI RIFERIMENTO | 44 |
| 2.5.3 | ANALISI DEGLI INQUINANTI MONITORATI | 46 |
| 2.5.3.1 | Ossidi e biossidi di Azoto | 46 |
| 2.5.3.2 | Particolato | 54 |
| 2.5.4 | QUADRO SINOTTICO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA | 58 |
| 2.6 | I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI | 59 |
| 2.6.1 | COPERT 5 | 59 |
| 2.6.2 | COPERT STREET LEVEL | 59 |
| 2.6.3 | CALROADS | 60 |
| 2.6.4 | AERMOD VIEW | 61 |
| 2.7 | LO SCENARIO ANTE OPERAM | 64 |
| 2.7.1 | L'ANALISI EMISSIVA | 64 |
| 2.7.1.1 | Gli input progettuali | 64 |
| 2.7.1.2 | L'output del modello di simulazione emissivo per lo scenario ante operam | 71 |
| 2.7.2 | L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI | 72 |
| 2.7.2.1 | Gli input meteorologici | 72 |
| 2.7.2.2 | Gli input progettuali | 73 |
| 2.7.2.3 | I ricettori | 76 |
| 2.7.2.4 | Le concentrazioni di inquinante risultanti delle simulazioni ante operam | 77 |
| 2.8 | L'OPZIONE ZERO | 78 |
| 2.8.1 | L'ANALISI EMISSIVA | 78 |
| 2.8.1.1 | Gli input progettuali | 78 |
| 2.8.1.2 | L'output del modello di simulazione emissivo per l'opzione zero | 85 |
| 2.8.2 | L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI | 86 |
| 2.8.2.1 | Gli input meteorologici | 86 |

| | | | |
|-------------|----------|---|------------|
| | 2.8.2.2 | Gli input progettuali | 86 |
| | 2.8.2.3 | I ricettori | 88 |
| | 2.8.2.4 | Le concentrazioni di inquinante risultati dalle simulazioni per l'opzione zero | 89 |
| 2.9 | | LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE | 89 |
| | 2.9.1 | ANALISI EMISSIVA DEI TRAFFICI DI CANTIERE SULLA VIABILITÀ INTERESSATA | 89 |
| | 2.9.2 | L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI IN FASE DI CANTIERE | 93 |
| | 2.9.3 | GLI INPUT TERRITORIALI | 93 |
| | 2.9.3.1 | I dati meteorologici | 93 |
| | 2.9.3.2 | I dati orografici | 93 |
| | 2.9.4 | GLI INPUT PROGETTUALI | 94 |
| | 2.9.4.1 | Il cantiere oggetto di analisi | 94 |
| | 2.9.4.2 | Il traffico di cantiere | 95 |
| | 2.9.4.3 | I fattori di emissione | 96 |
| | 2.9.4.4 | La modellazione delle sorgenti in Aermod View | 98 |
| | 2.9.5 | DEFINIZIONE DEI PUNTI DI CALCOLO | 101 |
| | 2.9.6 | I DATI DI OUTPUT | 102 |
| | 2.9.7 | BEST PRACTICE PER IL CANTIERE | 103 |
| 2.10 | | LO SCENARIO POST OPERAM | 104 |
| | 2.10.1 | L'ANALISI EMISSIVA | 104 |
| | 2.10.1.1 | Gli input progettuali | 104 |
| | 2.10.1.2 | L'output del modello di simulazione emissivo per lo scenario post operam | 106 |
| | 2.10.2 | L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI | 107 |
| | 2.10.2.1 | Gli input meteorologici | 107 |
| | 2.10.2.2 | Gli input progettuali | 107 |
| | 2.10.2.3 | I ricettori | 111 |
| | 2.10.2.4 | Le concentrazioni di inquinante risultati dalle simulazioni per lo scenario post operam | 112 |
| 2.11 | | IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE | 114 |
| | 2.11.1 | LA FASE DI ESERCIZIO | 114 |
| | 2.11.1.1 | L'analisi emissiva | 114 |
| | 2.11.1.2 | L'analisi delle concentrazioni sui ricettori per la salute umana | 116 |
| | 2.11.1.3 | L'analisi delle concentrazioni sui ricettori per la vegetazione | 119 |
| | 2.11.1.4 | Le conclusioni delle analisi | 120 |
| | 2.11.2 | LA FASE DI COSTRUZIONE | 120 |
| 3 | | SUOLO E SOTTOSUOLO | 123 |
| | 3.1 | QUADRO CONOSCITIVO | 123 |
| | 3.1.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 123 |
| | 3.1.2 | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO | 127 |
| | 3.1.3 | USO DEL SUOLO | 128 |
| | 3.1.4 | SISMICITÀ | 129 |
| | 3.2 | RAPPORTO OPERA - AMBIENTE | 129 |
| | 3.2.1 | INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE | 129 |
| | 3.2.2 | DIMENSIONE COSTRUTTIVA | 130 |
| | 3.2.3 | DIMENSIONE FISICA | 136 |
| 4 | | AMBIENTE IDRICO | 138 |
| | 4.1 | QUADRO CONOSCITIVO | 138 |
| | 4.1.1 | INQUADRAMENTO IDROGRAFICO | 138 |
| | 4.1.2 | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO | 141 |
| | 4.1.3 | QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI | 147 |
| | 4.1.4 | QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE | 150 |
| | 4.1.5 | VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO | 153 |
| | 4.1.6 | PERICOLOSITÀ ALLUVIONI PGRA-DIRETTIVA ALLUVIONI | 156 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.2 | RAPPORTO OPERA - AMBIENTE | 157 |
| 4.2.1 | INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE | 157 |
| 4.2.2 | DIMENSIONE COSTRUTTIVA | 159 |
| 4.2.3 | DIMENSIONE FISICA | 164 |
| 4.2.4 | DIMENSIONE OPERATIVA | 167 |
| 5 | BIODIVERSITÀ | 168 |
| 5.1 | METODOLOGIA DI LAVORO | 168 |
| 5.2 | POLITICHE, PIANI E PROGRAMMI | 171 |
| 5.2.1 | LIVELLO INTERNAZIONALE | 171 |
| 5.2.2 | LIVELLO NAZIONALE | 171 |
| 5.2.3 | LIVELLO REGIONALE | 172 |
| 5.3 | QUADRO CONOSCITIVO | 173 |
| 5.3.1 | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E BIOCLIMATICO | 173 |
| 5.3.2 | INQUADRAMENTO VEGETAZIONALE E FLORISTICO | 175 |
| 5.3.3 | INQUADRAMENTO FAUNISTICO | 197 |
| 5.3.4 | UNITÀ ECOSISTEMICHE | 205 |
| 5.3.5 | AREE DI ELEVATO VALORE NATURALISTICO SOGGETTE A REGIMI CONSERVAZIONISTICI | 207 |
| 5.3.6 | RETE ECOLOGICA | 214 |
| 5.4 | RAPPORTO OPERA – AMBIENTE | 218 |
| 5.4.1 | INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE | 218 |
| 5.4.2 | DIMENSIONE COSTRUTTIVA | 219 |
| 5.4.3 | DIMENSIONE FISICA | 224 |
| 5.4.4 | DIMENSIONE OPERATIVA | 225 |
| 6 | RUMORE | 229 |
| 7 | PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO-CULTURALE | 230 |
| 7.1 | METODOLOGIA DI LAVORO | 230 |
| 7.2 | IL PAESAGGIO NELL'ACCEZIONE STRUTTURALE: IL CONTESTO PAESAGGISTICO | 231 |
| 7.2.1 | GLI AMBITI DI PAESAGGIO | 231 |
| 7.2.2 | IL SISTEMA INSEDIATIVO | 236 |
| 7.2.3 | IL SISTEMA NATURALISTICO | 237 |
| 7.3 | IL PAESAGGIO NELL'ACCEZIONE STRUTTURALE: L'AREA DI INTERVENTO | 242 |
| 7.3.1 | LA STRUTTURA DEL PAESAGGIO | 242 |
| 7.3.2 | IL PATRIMONIO STORICO-CULTURALE E TESTIMONIALE | 247 |
| 7.4 | IL PAESAGGIO NELL'ACCEZIONE COGNITIVA | 253 |
| 7.4.1 | I CARATTERI MORFOLOGICI E PERCETTIVI DEL PAESAGGIO | 253 |
| 7.4.2 | ANALISI DELL'INTERVISIBILITÀ | 255 |
| 7.4.2.1 | I criteri metodologici | 255 |
| 7.4.2.2 | Gli ambiti di fruizione potenziale | 258 |
| 7.4.2.3 | Gli ambiti di fruizione effettiva | 259 |
| 7.4.2.4 | Identificazione degli ambiti prioritari | 265 |
| 7.5 | RAPPORTO OPERA-AMBIENTE | 266 |
| 7.5.1 | INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE | 266 |
| 7.5.2 | DIMENSIONE COSTRUTTIVA | 268 |
| 7.5.3 | DIMENSIONE FISICA | 272 |
| 8 | SALUTE PUBBLICA | 276 |
| 8.1 | SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGIA | 276 |
| 8.1.1 | SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO | 276 |
| 8.1.2 | METODOLOGIA DI LAVORO UTILIZZATA | 276 |
| 8.2 | SCREENING DELLE FONTI DI DISTURBO DELLA SALUTE UMANA | 278 |
| 8.2.1 | PREMESSA | 278 |
| 8.2.2 | INQUINAMENTO ATMOSFERICO E SALUTE PUBBLICA | 278 |
| 8.2.3 | INQUINAMENTO ACUSTICO E SALUTE PUBBLICA | 281 |
| 8.3 | QUADRO CONOSCITIVO | 285 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 8.3.1 | DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE E CONTESTO DEMOGRAFICO | 285 |
| 8.3.2 | PROFILO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO | 292 |
| 8.3.2.1 | Premessa | 292 |
| 8.3.2.2 | Mortalità | 293 |
| 8.3.2.3 | Morbosità | 297 |
| 8.3.2.4 | Conclusioni | 301 |
| 8.3.3 | FATTORI DI PRESSIONE | 302 |
| 8.4 | LE CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO | 308 |
| 8.4.1 | SINTESI METODOLOGICA DELLO STUDIO ATMOSFERICO | 308 |
| 8.4.2 | LE RISULTANZE DELLO STUDIO ATMOSFERICO | 310 |
| 8.5 | LE CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO ACUSTICO | 313 |
| 8.5.1 | SINTESI METODOLOGICA DELLO STUDIO ACUSTICO | 313 |
| 8.5.2 | LE RISULTANZE DELLO STUDIO ACUSTICO | 314 |
| 8.6 | RAPPORTO OPERA AMBIENTE | 317 |

1 INTRODUZIONE

Preliminarmente occorre ricordare che il presente Studio si configura come l'aggiornamento della documentazione ambientale ai fini della conferma dei pareri di cui alla nota del MIT prot. 3038 del 16/03/2016.

In tale ambito questa relazione costituisce l'aggiornamento del quadro di riferimento ambientale dello SIA relativo al Progetto Preliminare del Collegamento autostradale Pedemontana Piemontese tra le Autostrade A4 (Santhià – Biella – Gattinara) e A26 (Romagnano – Ghemme) già sottoposto a VIA ed in quella sede integrato, e su cui si sono già espressi i soggetti competenti, in particolare:

- la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS del MATTM ha già espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale subordinatamente al rispetto di alcune prescrizioni con parere n. 848 del 16/12/2011;
- il Ministero per i beni e le attività culturali, che con nota prot. DG/PBAAC/34.19.04/23689/2011 del 20/07/2011, ha espresso parere favorevole all'approvazione del Progetto Preliminare Aggiornato subordinatamente al rispetto di alcune prescrizioni;
- la regione Piemonte, che con Deliberazione della Giunta Regionale 12/10/2011, n. 22-2708, ha espresso parere favorevole sulla compatibilità ambientale subordinatamente al rispetto di alcune prescrizioni e positiva intesa sulla localizzazione relativamente al tracciato proposto con la documentazione integrativa.

Il presente aggiornamento è effettuato sul Progetto Definitivo inerente alla realizzazione della 1° fase della Pedemontana Piemontese che riguarda la tratta Masserano – Ghemme, dalla progr. 25.118+109 allo svincolo di Ghemme.

Il presente studio è strutturato in relazione alle componenti naturalistiche ed antropiche che vengono interessate, direttamente o indirettamente, dalle opere in progetto, sia in termini costruttivi, che in termini fisici e di esercizio.

È stato definito uno schema strutturale per ogni componente ambientale analizzata che può essere definito dai seguenti 3 punti cardine:

- Sintesi contenutistica e metodologica dello studio: in tale sezione vengono inquadrati i temi oggetto di analisi, motivando le scelte operate attraverso la ricostruzione del nesso di causalità che lega Azioni di progetto - Fattori causali di impatto - Tipologie di impatti potenziali specifica della componente ambientale indagata, nonché tutte le informazioni di carattere generale in merito all'esame della componente, con riferimento alla metodologia di lavoro, alla bibliografia ed agli elaborati grafici prodotti;
- Quadro conoscitivo: tale sezione è volta a fornire le conoscenze riguardanti i singoli aspetti specifici secondo la logica propria della componente indagata. Tali informazioni hanno lo scopo dunque di fornire una descrizione dello stato della componente inquadrandola sia nell'ambito di un contesto di area vasta, sia nell'ambito dell'area in progetto. Con tali termini ci si riferisce a porzioni di territorio di volta in volta definite in relazione ai temi oggetto di analisi di ciascuna componente ambientale indagata;
- Rapporto Opera – Ambiente: è volto a documentare l'esistenza e la rilevanza degli impatti attesi in ragione delle informazioni sullo stato dell'ambiente, riportando i risultati (laddove possibile in termini numerici e quantitativi) del rapporto con l'opera in progetto. Rappresenta l'esito conclusivo della ricostruzione dello stato attuale e futuro della componente indagata.

2 ATMOSFERA

2.1 SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA

Il presente capitolo è volto ad analizzare tutti gli aspetti relativi alla componente atmosfera, durante la realizzazione dell'opera e durante l'esercizio dell'infrastruttura in esame a valle della sua realizzazione. Nello specifico le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- analisi emissiva;
- analisi della qualità dell'aria;
- scelta dei modelli di simulazione per la determinazione delle emissioni e delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario ante operam;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni per l'opzione zero;
- analisi delle interferenze in fase di cantiere;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario post operam;
- il rapporto opera - ambiente per la fase costruttiva e di esercizio.

Il processo logico operativo dell'analisi della componente atmosfera ha pertanto riguardato, *in primis*, l'analisi meteo-climatica partendo dal dato storico dell'Atlante Climatico, considerando l'arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000. Tale analisi ha permesso di caratterizzare il regime termico, pluviometrico e anemometrico con l'obiettivo di avere un quadro meteorologico storico di riferimento.

Medesimo studio è stato svolto con i dati meteo-climatici utilizzati per le simulazioni previsionali, relativi all'anno 2017, prendendo come riferimento la centralina di rilevamento più prossima all'area di intervento e rappresentativa delle condizioni climatiche circostanti questa, che nel caso in esame corrisponde alla centralina di Milano Malpensa. Dal confronto di queste due analisi meteo-climatiche è stato possibile valutare la bontà del dato meteo utilizzato per le simulazioni, al fine di escludere la possibilità che il 2017 fosse un *outliers*.

Successivamente, è stata svolta l'analisi emissiva riferita all'ambito territoriale circostante l'infrastruttura in progetto, caratterizzato dalle province di Biella, Vercelli e Novara prendendo come riferimento i dati emissivi riferiti al 2013 dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA).

È stata poi condotta l'analisi sulla qualità dell'aria, partendo dai riferimenti legislativi Europei, Nazionali e Regionali. In particolare, quest'ultimo, oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), ha permesso di definire i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti.

Lo strumento principale per la definizione della qualità dell'aria è costituito dalle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria. Nella Regione Piemonte tale rete di centraline è gestita da ARPA Piemonte. Al fine di avere una prima caratterizzazione della qualità dell'aria in prossimità dell'area di intervento è stata valutata la centralina della rete che risultasse più prossima e al tempo stesso fosse rappresentativa di un ambito territoriale simile.

Per la centralina scelta come riferimento, quella di Cossato – Pace, localizzata in Provincia di Biella a circa 10 chilometri di distanza media dall'infrastruttura oggetto di studio, sono state valutate le concentrazioni di ossidi di azoto, biossidi di azoto e del particolato PM₁₀, visionando i dati registrati dal 2013 al 2017.

Dopo aver definito lo stato meteo-climatico dell'area e dopo aver determinato lo stato della qualità dell'aria rappresentativo del territorio in cui è prevista la nuova infrastruttura, si è proceduto a simulare gli scenari caratterizzanti il cantiere e l'esercizio dell'opera in esame.

Relativamente all'esercizio, in primo luogo sono state stimate le emissioni sulla rete stradale di riferimento per l'area in esame, a valle delle quali è stato effettuato un confronto tra lo stato ante operam, opzione zero e post operam, al fine di verificare i tratti stradali scaricati in termini emissivi grazie alla realizzazione della nuova infrastruttura. Dall'analisi emissiva è stato individuato il ramo stradale ritenuto più critico in termini di emissione ed in termini di vicinanza a ricettori sensibili, costituito da un tratto della vecchia SS142 che attraversa il centro abitato di San Bernardo. Le concentrazioni di inquinanti calcolate in prossimità del tratto in esame ed in prossimità del ricettore di riferimento identificativo del centro abitato di San Bernardo, sono state confrontate per i tre scenari al fine di verificare la riduzione di concentrazioni a valle della realizzazione della nuova infrastruttura stante il traffico ridotto previsto sulla vecchia SS142.

Per lo scenario post operam, inoltre, è stata effettuata un'analisi più dettagliata sull'infrastruttura di progetto andando a simulare le concentrazioni su una maglia di punti di calcolo nell'intorno della Pedemontana, al fine di valutare l'impatto della nuova opera sull'atmosfera e di verificare i limiti normativi in prossimità dei ricettori per la salute umana e per la vegetazione individuati.

Per l'applicazione dei modelli di simulazione alle tre configurazioni (ante operam, opzione zero, post operam) è stato necessario ricostruire il tracciato e schematizzarne il funzionamento.

Una volta schematizzata l'infrastruttura è stata scelta una maglia di punti di calcolo o dei singoli punti ricettori al fine di determinare l'andamento globale della qualità dell'aria e verificare il rispetto dei limiti normativi.

Terminata la fase di modellazione degli input è stato possibile valutare l'output del modello, andando a determinare i livelli di concentrazione per i principali inquinanti generati dalla sorgente stradale.

In particolare, sono stati riportati i valori di concentrazione relativi ai seguenti inquinanti:

- Ossidi di Azoto NO_x;
- Monossido di carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2.5}.

Per la simulazione della fase di cantiere è stata condotta una prima analisi emissiva finalizzata a verificare la significatività del traffico di cantiere in transito sulla viabilità esistente, in particolare su quella viabilità individuata di collegamento tra le aree di cantiere ed i siti di approvvigionamento del materiale da cava. Verificato il basso contributo emissivo dei traffici di cantiere in relazione ai volumi di traffico registrati allo stato attuale sulle stesse viabilità, è

stata effettuata un'ulteriore analisi sulle concentrazioni di PM10 prodotte dallo scenario di cantiere più critico in termini di dispersione di polveri in atmosfera. Per tale analisi è stato utilizzato il modello di calcolo Aermod View, attraverso il quale è stato possibile analizzare i livelli di concentrazione del particolato, generati dalle principali attività di cantiere legate alla movimentazione della terra ed ai traffici di cantiere circolanti su piste non pavimentate.

I risultati mostrano come non si rilevino particolari criticità in fase di cantiere, essendo i livelli di concentrazione, sommati al contributo del fondo, rilevato dalla centralina di riferimento, nettamente al di sotto dei limiti normativi, nonché riferiti ad un periodo di tempo limitato, funzione della durata dei lavori di cantierizzazione.

2.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi, Europei e Nazionali, che caratterizzano la componente atmosfera in esame ed in modo specifico riferiti alla qualità dell'aria:

- Direttiva 04/107/CE relativa all'arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria" che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha ribadito i contenuti della direttiva 2004/107/CE, aggiungendo il PM2.5 tra gli inquinanti da monitorare.
- Decreto Legislativo 152/2006 "Norme in materia ambientale"
- Decreto Legislativo 128/2010 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152", recante norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest'unica norma ribadisce i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio contenuti nei precedenti decreti ed introduce, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità;
- Legge Regionale 7 aprile 2000, n. 43 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria";
- Legge Regionale 26 aprile 2000, n. 44 "Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali"

Il D.Lgs. 155/2010 oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella Tabella 2-1 seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, agli allegati XI e XII.

| Inquinante | Indicatore Normativo | Norma | Periodo di mediazione | Valore stabilito | Margine tolleranza | n° sup. consentiti |
|--------------------------|---------------------------------------|-------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Biossido di Zolfo SO2 | Valore limite protezione salute umana | | 1 ora | 350 µg/m3 | - | 24 |

| Inquinante | Indicatore | Norma- | Periodo di mediazione | Valore stabi- | Margine tolle- | n° sup. con- |
|--|---------------------------------------|--------|---|-----------------------|----------------|--------------|
| | tivo | | | lito | ranza | sentiti |
| | Valore limite protezione salute umana | | 24 ore | 125 µg/m ³ | - | 3 |
| | Soglia di allarme | | 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq | 500 µg/m ³ | - | - |
| | Livelli critici per la vegetazione | | anno civile e inverno | 20 µg/m ³ | - | - |
| Biossido di azoto NO₂ | Valore limite protezione salute umana | | 1 ora | 200 µg/m ³ | - | 18 |
| | Valore limite protezione salute umana | | anno civile | 40 µg/m ³ | - | - |
| | Soglia di allarme | | 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq | 400 µg/m ³ | - | - |
| Ossidi di azoto NO_x | Livelli critici per la vegetazione | | anno civile | 30 µg/m ³ | - | - |
| Particolato PM₁₀ | Valore limite protezione salute umana | | 24 ore | 50 µg/m ³ | - | 35 |
| | Valore limite protezione salute umana | | anno civile | 40 µg/m ³ | - | - |
| Particolato fine PM_{2.5} | Valore limite protezione salute umana | | anno civile | 25 µg/m ³ | - | - |
| Piombo | Valore limite protezione salute umana | | anno civile | 0,5 µg/m ³ | | |
| Benzene | Valore limite protezione salute umana | | anno civile | 5 µg/m ³ | - | - |
| Monossido di carbonio | Valore limite protezione salute umana | | massima media su 8h consecutive | 10 mg/m ³ | - | - |
| Arsenico | Valore obiettivo | | anno civile | 6 ng/m ³ | - | - |
| Cadmio | Valore obiettivo | | anno civile | 5 ng/m ³ | - | - |
| Nichel | Valore obiettivo | | anno civile | 20 ng/m ³ | - | - |
| Benzo(a)pirene | Valore obiettivo | | anno civile | 1 ng/m ³ | - | - |

Tabella 2-1 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono (Fonte: Allegati XI e XII D. Lgs. 155/2010)

2.3 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO

2.3.1 ASPETTI GENERALI

Il presente paragrafo è volto all'analisi meteo-climatica dell'area di studio. Tale analisi è strutturata al fine di perseguire una finalità costituita da due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista "storico" il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni climatiche che hanno caratterizzato l'area interessata dall'iniziativa progettuale in esame, secondariamente occorre analizzare il dato meteorologico di riferimento per le simulazioni modellistiche dell'area di intervento al fine di verificarne la coerenza con il dato storico.

In questo modo sarà possibile validare il dato utilizzato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad *outliers* meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due paragrafi principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1971 – 2000 e l'analisi dei "dati di simulazione" corrispondenti allo stato attuale per il quale è stato preso a riferimento l'anno 2017.

2.3.2 IL DATO STORICO: ANDAMENTO 1970 – 2001

2.3.2.1 Fonte e stazione meteorologica di riferimento

L'analisi meteorologica dell'area di intervento è stata effettuata sulla base dei dati presenti nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare che raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, dell'andamento meteo climatico.

L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti. Per comprendere e rendere facilmente leggibili tali indicatori, di seguito si riportano le legende. Con specifico riferimento alle temperature, gli indicatori analizzati sono riportati in Tabella 2-2.

| Simbolo | Descrizione | U.M. |
|--------------------|---|-------------|
| Tm | Temperatura media (max + min)/2 | °C |
| Tx 1d | Temperatura massima media della 1a decade | °C |
| Tx 2d | Temperatura massima media della 2a decade | °C |
| Tx 3d | Temperatura massima media della 3a decade | °C |
| Txm | Temperatura massima media mensile | °C |
| Tn 1d | Temperatura minima media della 1a decade | °C |
| Tn 2d | Temperatura minima media della 2a decade | °C |
| Tn 3d | Temperatura minima media della 3a decade | °C |
| Tnm | Temperatura minima media mensile | °C |
| TxP85-15 | Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime | °C |
| TnP85-15 | Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime | °C |
| P99x (P99n) | 99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime) | °C |
| P85x (P85n) | 85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime) | °C |
| P15x (P15n) | 15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime) | °C |
| P1x (P1n) | 1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime) | °C |
| NgTn<=0 | N° giorni con Tn (temperatura minima) <= 0 °C | (conteggio) |
| NgTn<=-5 | N° giorni con Tn (temperatura minima) <= -5 °C | (conteggio) |
| NgTx>=25 | N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 25 °C | (conteggio) |
| NgTx>=30 | N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 30 °C | (conteggio) |
| GrGi>0 | Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C | °C |

| Simbolo | Descrizione | U.M. |
|---------|--|------|
| GrGi>5 | Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C | °C |
| GrGi_18 | Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C | °C |
| Txx | Temperatura massima assoluta | °C |
| An Txx | Anno in cui si è verificata Txx | |
| Tnn | Temperatura minima assoluta | °C |
| An Tnn | Anno in cui si è verificata Tnn | |

Tabella 2-2 Indicatori della Temperatura (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alle precipitazioni ed eventi correlabili, i principali indicatori sono riportati in Tabella 2-3.

| Simbolo | Descrizione | U. M. |
|--------------|--|-------------|
| RTot | Precipitazione totale media mensile | mm |
| RQ0 | Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni | mm |
| RQ1 | Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni | mm |
| RQ2 | Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni | mm |
| RQ3 | Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni | mm |
| RQ4 | Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni | mm |
| RQ5 | Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni | mm |
| Rx12a | Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC) | mm |
| Rx12b | Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC) | mm |
| Rx24 | Precipitazione massima in 24 ore | mm |
| An Rx24 | Anno in cui si è verificata Rx24 | |
| Ng R>1 | Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm | (conteggio) |
| Ng R>5 | Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm | (conteggio) |
| Ng R>10 | Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm | (conteggio) |
| Ng R>50 | Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm | (conteggio) |
| Ng Fog | Numero medio di giorni al mese con nebbia | (conteggio) |
| Ux% | Media mensile dell'umidità percentuale massima | % |
| Un% | Media mensile dell'umidità percentuale minima | % |
| Ng h6 Nuv<=4 | Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6 | (conteggio) |
| Ng h6 Nuv>4 | Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6 | (conteggio) |
| Ngh18 Nuv<=4 | Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18 | (conteggio) |
| Ngh18 Nuv>4 | Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18 | (conteggio) |

Tabella 2-3 Indicatori delle precipitazioni (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Infine, in relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 2-4.

| Simbolo | Descrizione | U. M. |
|---------|--|-------|
| HH | Orario | UTC |
| MM | Mese | |
| Calme | Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi | % |

| Simbolo | Descrizione | U. M. |
|-----------------|---|-------|
| N1-10 | Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| N11-20 | Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| N>20 | Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi | % |
| NE1-10 | Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| NE11-20 | Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| NE>20 | Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi | % |
| E1-10 | Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| E11-20 | Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| E>20 | Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi | % |
| SE1-10 | Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| SE11-20 | Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| SE>20 | Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi | % |
| S1-10 | Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| S11-20 | Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| S>20 | Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi | % |
| SW1-10 | Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| SW11-20 | Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| SW>20 | Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi | % |
| W1-10 | Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| W11-20 | Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| W>20 | Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi | % |
| NW1-10 | Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi | % |
| NW11-20 | Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi | % |
| NW>20 | Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi | % |
| Vxx | Intensità massima del vento | KT |

Tabella 2-4 Indicatori della distribuzione dei venti (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Per il rilevamento dei dati meteorologici, necessari per condurre le simulazioni modellistiche, è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari alle analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Milano Malpensa, che dista dall'area di studio circa 40 chilometri e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteorologiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 2-1, con le seguenti coordinate:

- Lat: 45.630001;
- Lng: 8.723333.

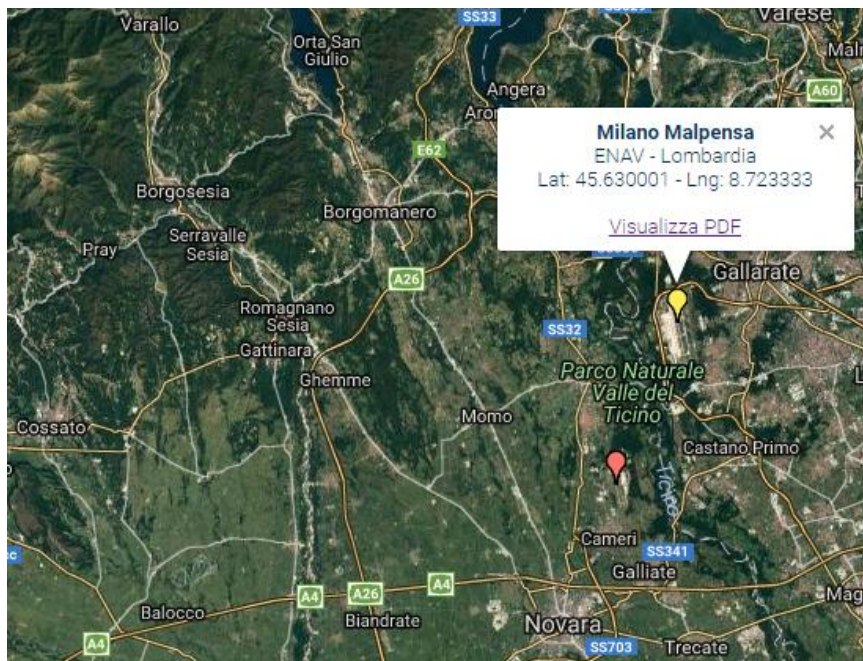


Figura 2-1 Stazione meteorologica di riferimento – Milano Malpensa (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

2.3.2.2 Regime termico

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 2-5 riporta i dati principali circa le temperature nei tre decenni di analisi.

| Mese | Tm | Tx1d | Tx2d | Tx3d | Txm | Tn1d | Tn2d | Tn3d | Tnm | TxP85-15 | TnP85-15 |
|------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|------|------|----------|----------|
| Gen | 1.7 | 6.3 | 6.6 | 8 | 7 | -4.6 | -3.2 | -3.3 | -3.7 | 8.3 | 9.7 |
| Feb | 3.3 | 8.5 | 9 | 10.4 | 9.2 | -3.2 | -2.5 | -2.3 | -2.7 | 8.9 | 7.9 |
| Mar | 7.1 | 12.1 | 14 | 15.3 | 13.8 | -1 | 0.2 | 1.6 | 0.3 | 9.1 | 7.8 |
| Apr | 10.5 | 16.4 | 17.3 | 17.6 | 17.1 | 3.7 | 2.8 | 5.2 | 3.9 | 8.2 | 7.8 |
| Mag | 15.2 | 20 | 21.2 | 23.1 | 21.5 | 7.2 | 9.4 | 10.2 | 9 | 8.8 | 7.4 |
| Giu | 19 | 24.6 | 25.4 | 26.6 | 25.5 | 11.5 | 12.1 | 13.7 | 12.4 | 7.1 | 7 |
| Lug | 22.2 | 28.4 | 29 | 29.4 | 29 | 14.9 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 5.4 | 6.7 |
| Ago | 21.8 | 29.3 | 28.9 | 26.8 | 28.3 | 16 | 15.8 | 14 | 15.2 | 6.6 | 6.6 |
| Set | 17.6 | 25.3 | 24.1 | 22.5 | 24 | 12 | 11.3 | 10.6 | 11.3 | 7.6 | 7.9 |
| Ott | 12.2 | 20 | 17.8 | 16.2 | 18 | 8.5 | 6.7 | 3.9 | 6.3 | 8 | 10.1 |
| Nov | 6.1 | 13.4 | 11.6 | 9.6 | 11.5 | 2.7 | 0.5 | -1.6 | 0.5 | 7.6 | 10.4 |
| Dic | 2.1 | 8.1 | 7.6 | 6.6 | 7.4 | -3 | -3.1 | -3.3 | -3.1 | 8.1 | 8.8 |
| Mese | NgTn≤0 | NgTn≤-5 | NgTx≥25 | NgTx≥30 | GrGi>0 | GrGi>5 | GrGi_18 | Txx | AnTx | Tnn | AnTn |
| Gen | 25.6 | 12.5 | 0 | 0 | 73 | 0 | 517 | 21 | 1982 | -18 | 1985 |
| Feb | 22.2 | 8.8 | 0 | 0 | 102 | 0 | 424 | 21.8 | 1990 | -16.2 | 1991 |
| Mar | 15 | 2.9 | 0.1 | 0 | 221 | 70 | 341 | 26.2 | 1997 | -12.2 | 1971 |
| Apr | 4.2 | 0.1 | 0.4 | 0 | 310 | 163 | 221 | 28 | 1975 | -5.7 | 1987 |
| Mag | 0.3 | 0.1 | 6.4 | 0 | 466 | 313 | 94 | 30.7 | 1998 | -1.3 | 1976 |
| Giu | 0 | 0 | 18.5 | 2.5 | 552 | 407 | 22 | 34.8 | 1996 | 0.6 | 1974 |
| Lug | 0 | 0 | 28 | 12.7 | 682 | 528 | 2 | 37.5 | 1998 | 4.7 | 1974 |
| Ago | 0 | 0 | 27.8 | 10.8 | 708 | 545 | 4 | 35.8 | 1974 | 4.3 | 1995 |
| Set | 0 | 0 | 13.5 | 0 | 540 | 387 | 42 | 33.9 | 1988 | 0.5 | 1976 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|---|---|-----|-----|-----|------|------|-------|------|
| Ott | 2.8 | 0.1 | 1 | 0 | 371 | 218 | 179 | 30.5 | 1997 | -7.2 | 1997 |
| Nov | 14.7 | 4.2 | 0 | 0 | 184 | 40 | 358 | 21.9 | 1979 | -13.6 | 1988 |
| Dic | 22.7 | 10.8 | 0 | 0 | 75 | 0 | 465 | 19.8 | 1991 | -15.2 | 1973 |

Tabella 2-5 Regime Termico (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alla Temperatura Media registrata nei tre decenni è possibile notare come le temperature siano comprese tra 1,7 °C e 22,2 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e di luglio.

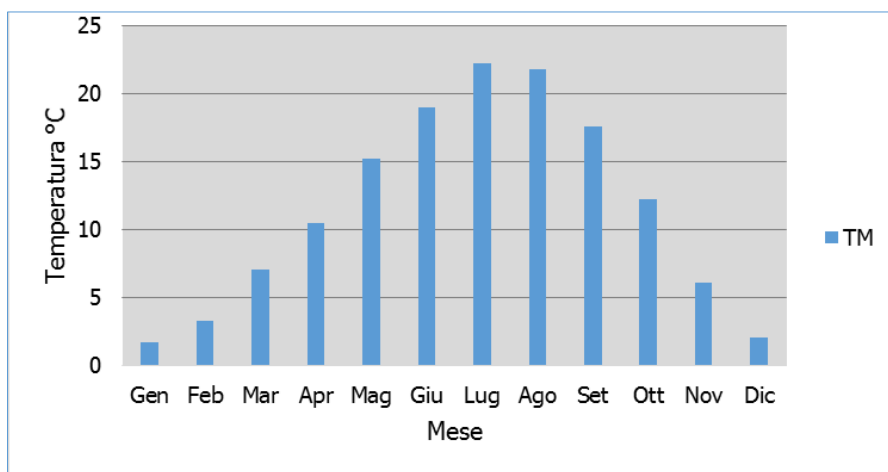


Figura 2-2 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi si osserva come il trend analizzato per la temperatura media nelle tre decadi sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di luglio con 29 °C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta gennaio con -3,7 °C.

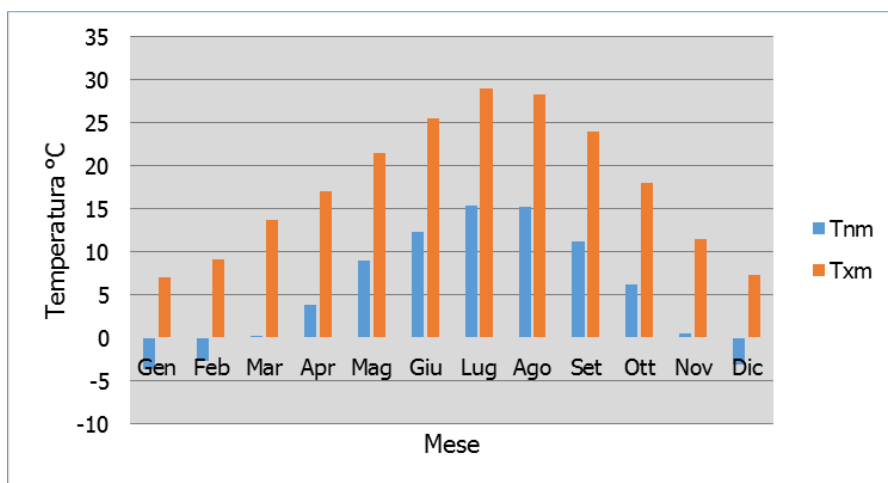


Figura 2-3 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

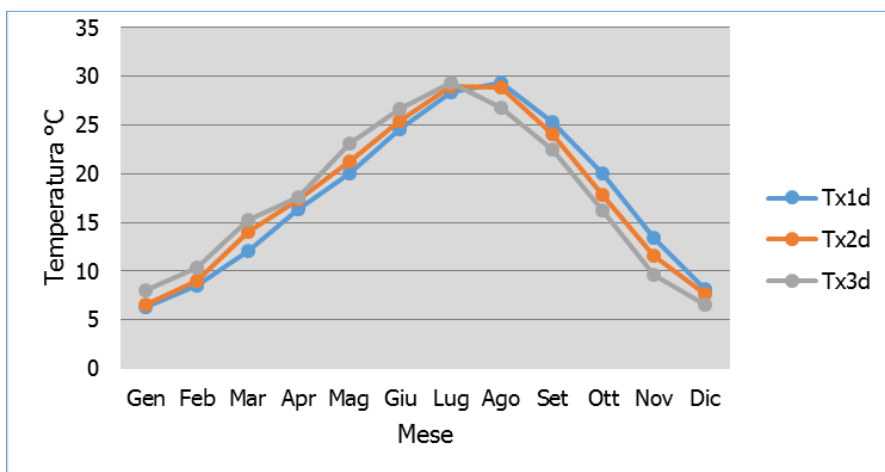


Figura 2-4 Temperatura massima media suddivisa per decenni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dalla Figura 2-4 si può notare nel corso dei decenni un'inversione del trend delle temperature con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. La linea grigia, infatti, rappresentativa della terza decade, fa registrare valori più elevati delle altre due nei mesi compresi tra gennaio e luglio. Nei mesi da agosto a dicembre si registra, invece, un trend opposto con il valore della temperatura massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta luglio con un valore di 29.4°C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 2-5.

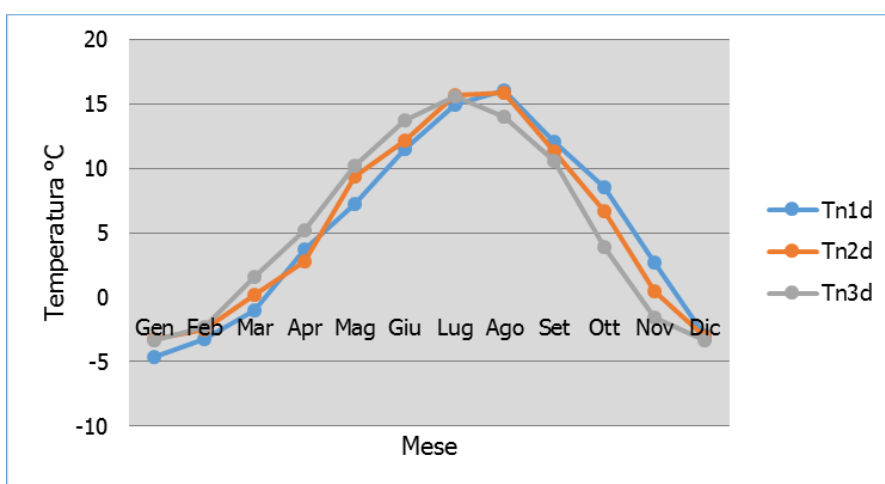


Figura 2-5 Temperatura minima media suddivisa per decenni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare, si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori contenuti tra tali percentili. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

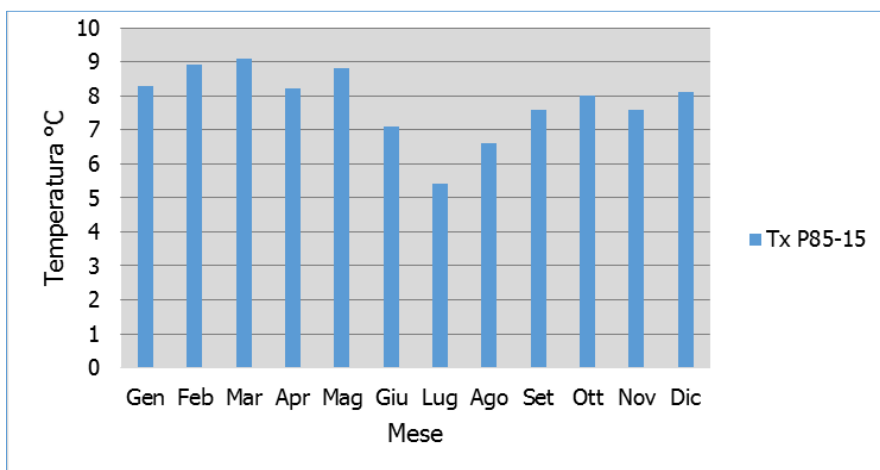


Figura 2-6 Differenza 85 – 15 percentile temperatura massima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

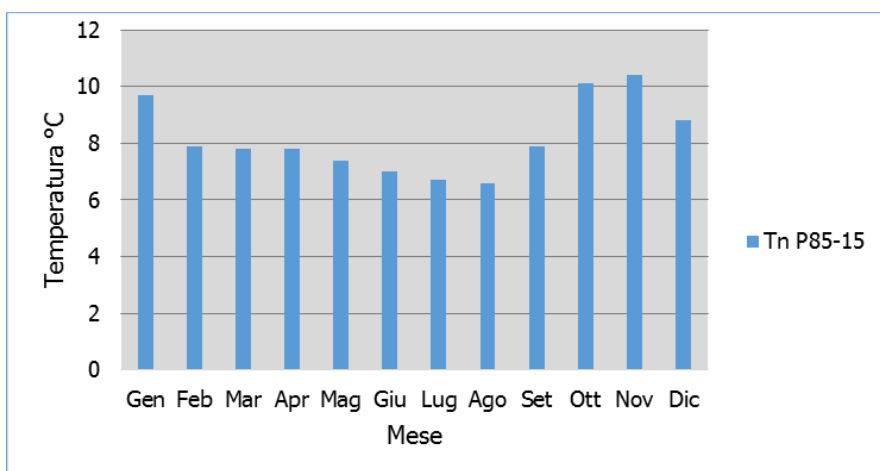


Figura 2-7 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante e compreso tra i 6°C ed i 9°C circa, a meno del mese di luglio che è di poco inferiore ai 6 °C. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta è rappresentato dai mesi estivi, il cui valore è di circa 6 °C, mentre il massimo valore si ha nei mesi invernali con il delta massimo registrato nel mese di novembre dove la differenza tra l'85° ed il 15° percentile raggiunge un valore superiore ai 10°C.

In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità. In particolare, è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.

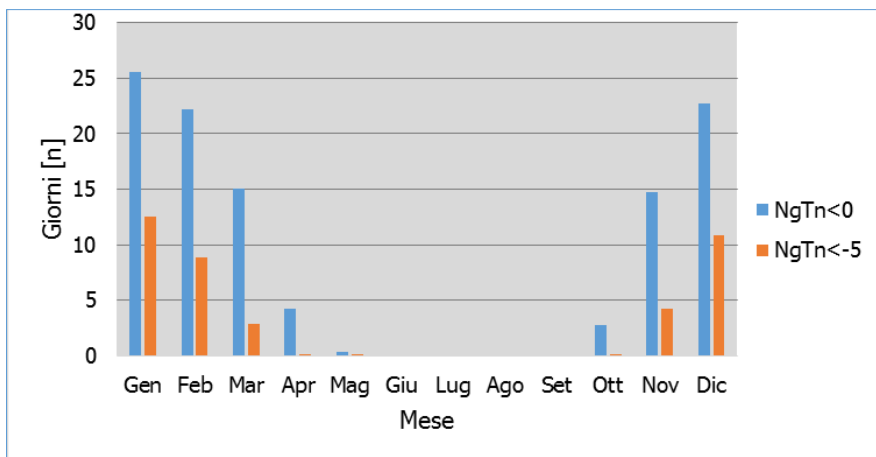


Figura 2-8 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

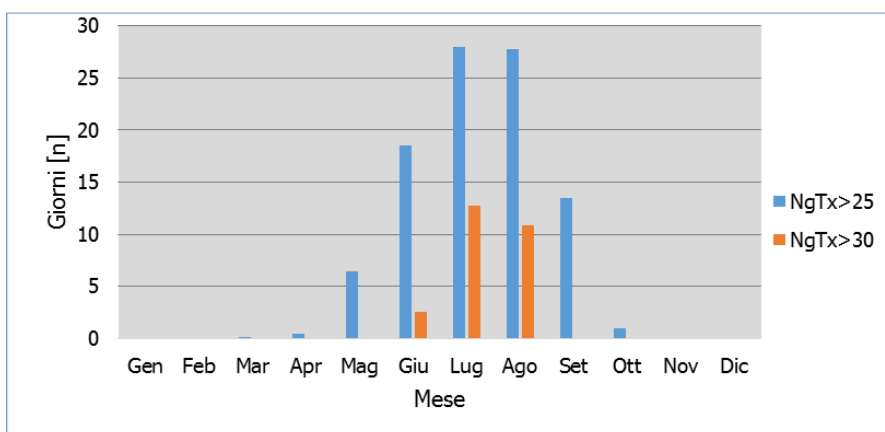


Figura 2-9 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento alle figure soprastanti è possibile verificare come le temperature inferiori ai -5°C siano registrate nei mesi invernali da novembre a marzo, mentre come le giornate con temperature inferiori allo 0°C siano concentrate nei mesi da ottobre ad aprile.

Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30 °C esclusivamente nei mesi di giugno, luglio ed agosto, mentre i superamenti della soglia di 25 °C sono molto frequenti, nei mesi più caldi, da maggio a settembre.

Ultimo aspetto riguarda l'analisi dei giorni in cui si sono verificati i massimi ed i minimi assoluti rispetto al periodo di riferimento dell'Atlante Climatico. È possibile notare come, sia rispetto alle temperature massime che minime, la distribuzione nelle tre decadi (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000) risulta essere dispersa.

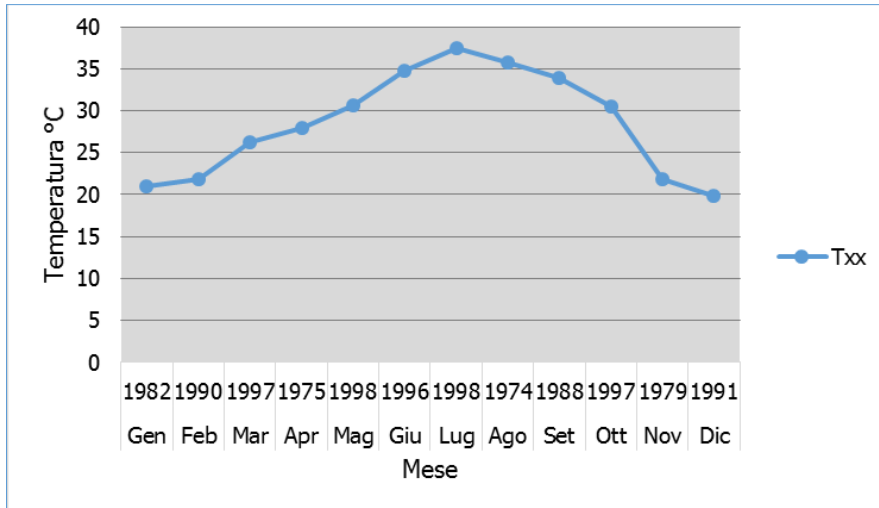


Figura 2-10 Temperatura massima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

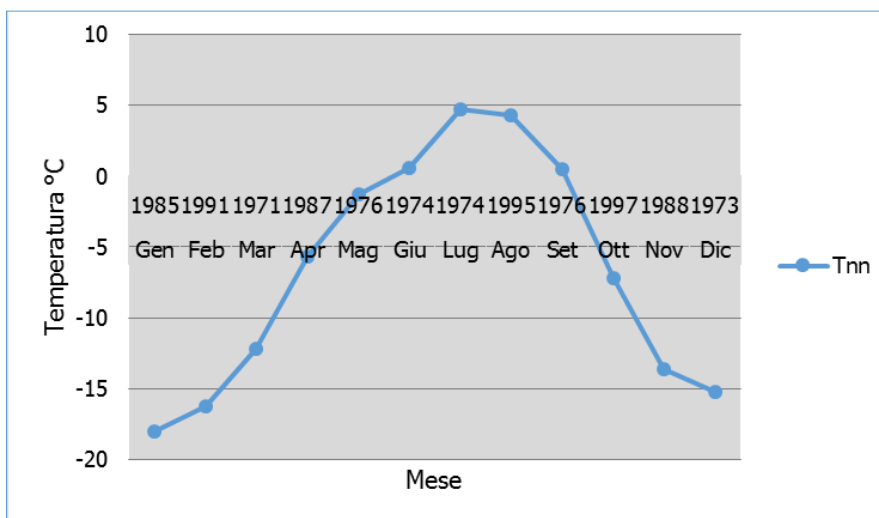


Figura 2-11 Temperatura minima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

2.3.2.3 Regime pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 1.5. In tale tabella sono anche riportati i dati circa l'umidità registrata nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

| Mese | RTot | RQ0 | RQ1 | RQ2 | RQ3 | RQ4 | RQ5 | Rx12a | Rx12b | Rx24 | AnRx24 |
|------|-------|-----|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Gen | 67.6 | 0 | 3.3 | 32.6 | 77.6 | 113.4 | 199.3 | 41 | 31.2 | 57.6 | 1996 |
| Feb | 74.8 | 0 | 4.5 | 35.6 | 58.9 | 105 | 287 | 36.8 | 47.4 | 84.2 | 1974 |
| Mar | 100.7 | 0 | 24 | 48.2 | 106.3 | 158 | 269.8 | 42.2 | 44.2 | 75 | 2000 |
| Apr | 110.5 | 0.6 | 58.6 | 72 | 94.4 | 145.4 | 421.7 | 56.6 | 41 | 92 | 1989 |
| Mag | 155.4 | 21 | 67.8 | 97.5 | 148.4 | 228.1 | 1313.1 | 66.8 | 97.6 | 99.2 | 1992 |
| Giu | 99.7 | 0 | 48.4 | 66.9 | 99 | 136.3 | 243 | 59.8 | 51.6 | 73 | 1988 |
| Lug | 69.7 | 0 | 17.5 | 46.8 | 68.3 | 82.2 | 420 | 94.4 | 76 | 111.6 | 1981 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------|------------|------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Ago | 104.1 | 0 | 33.4 | 53.5 | 91.9 | 155.8 | 326.5 | 48 | 82.4 | 94.7 | 2000 |
| Set | 98.5 | 0 | 7.9 | 32.2 | 90.2 | 184.8 | 280.4 | 90.6 | 58.2 | 123.4 | 2000 |
| Ott | 164.8 | 0 | 19.4 | 85.6 | 144.8 | 233.2 | 605.7 | 93.6 | 76 | 127.6 | 2000 |
| Nov | 106.6 | 1.2 | 7.8 | 56.2 | 111.4 | 179.6 | 665.6 | 75.2 | 92.2 | 120.6 | 2000 |
| Dic | 59.3 | 0 | 7.3 | 38.3 | 78.9 | 85.5 | 198.5 | 44.4 | 28.6 | 57.4 | 1973 |
| Mese | NgR>1 | NgR>5 | NgR>10 | NgR>50 | NgFog | Ux% | Un% | Ngh6Nuv<=4 | Ngh6Nuv>4 | Ngh18Nuv<=4 | Ngh18Nuv>4 |
| Gen | 6.9 | 3.9 | 2.4 | 0.1 | 18.8 | 94 | 57 | 13.4 | 17.8 | 14.5 | 16.5 |
| Feb | 6 | 3.5 | 2.3 | 0.1 | 13.2 | 93 | 51 | 13.8 | 14.5 | 14.6 | 13.6 |
| Mar | 6.8 | 4.3 | 3.1 | 0.3 | 10.1 | 92 | 42 | 14.8 | 15.6 | 15.4 | 14.8 |
| Apr | 9 | 5.8 | 3.4 | 0.2 | 4 | 93 | 47 | 13 | 17.2 | 13.6 | 16.9 |
| Mag | 10.6 | 6.8 | 4.9 | 0.7 | 2.6 | 94 | 50 | 13.4 | 18.1 | 12.8 | 19 |
| Giu | 7.9 | 5 | 3.2 | 0.2 | 3.9 | 94 | 48 | 14 | 15.9 | 14.8 | 14.9 |
| Lug | 5.4 | 3.2 | 2 | 0.2 | 2.6 | 94 | 47 | 17.9 | 12.6 | 18.9 | 11.5 |
| Ago | 7.2 | 4.7 | 3.2 | 0.4 | 3.5 | 94 | 47 | 16.7 | 14.4 | 19.2 | 11.8 |
| Set | 6 | 3.6 | 2.7 | 0.6 | 9.2 | 94 | 49 | 15.8 | 14.4 | 17.7 | 12.3 |
| Ott | 8.7 | 6 | 4.4 | 1 | 16.1 | 95 | 58 | 15.5 | 15.3 | 16.9 | 13.9 |
| Nov | 6.7 | 4.3 | 3.4 | 0.4 | 17 | 95 | 61 | 13.9 | 16.2 | 15.1 | 14.8 |
| Dic | 5.7 | 3.4 | 2.1 | 0.1 | 15.6 | 95 | 61 | 15.2 | 15.8 | 14.9 | 16.6 |

Tabella 2-6 Regime Pluviometrico (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato in Figura 2-12.

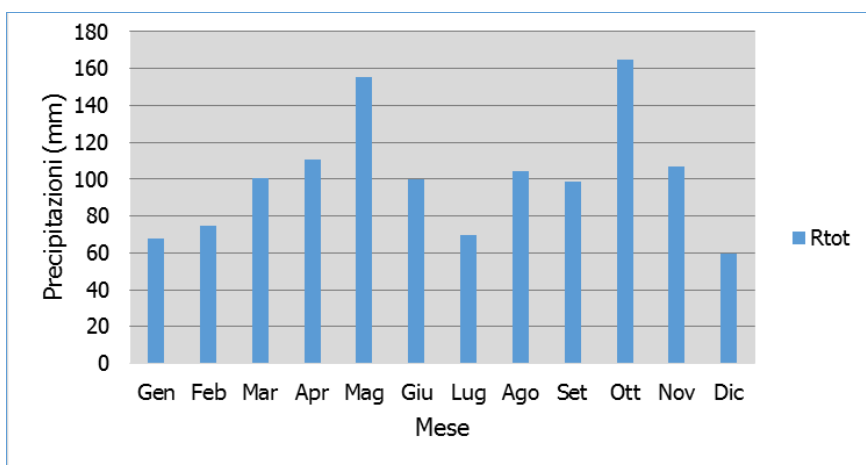


Figura 2-12 Precipitazione totale media mensile (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata sia ottobre con più di 160 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è febbraio con un valore di circa 60 mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 2-13.

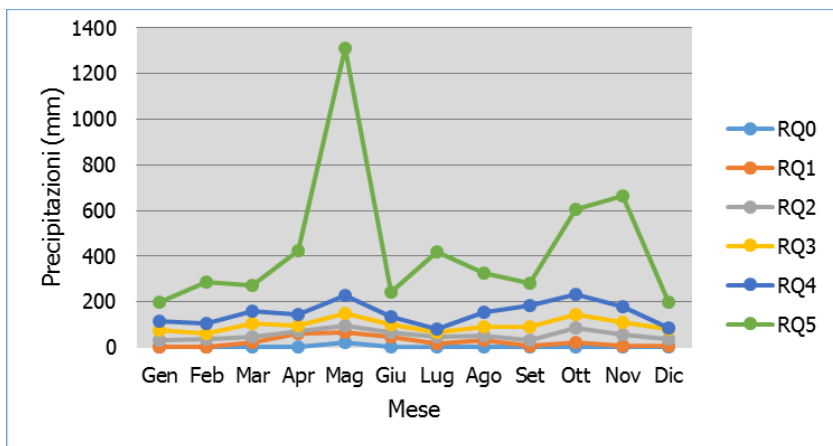


Figura 2-13 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile ovvero il massimo della distribuzione in quintili, con una notevole differenza nel mese di maggio, in cui si ha un picco pari a circa 1300 mm; mentre le differenze dal primo al quarto quintile sono molto più contenute.

È inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 2-14.

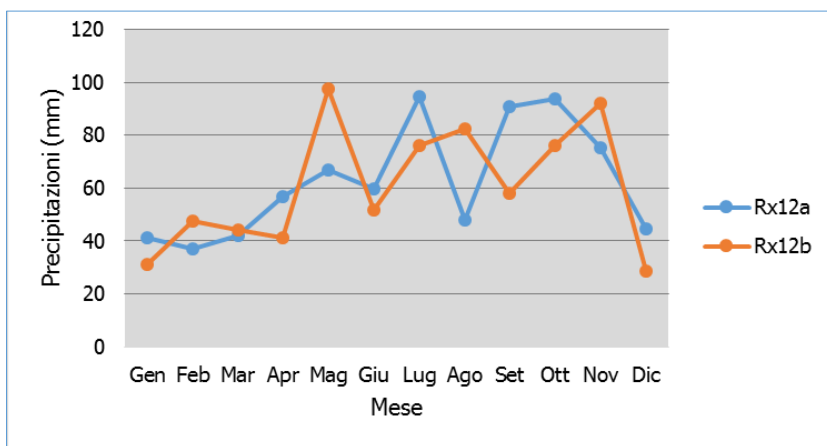


Figura 2-14 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come, rispetto al primo periodo di riferimento il massimo si registri nel mese di luglio con circa 95 mm di precipitazione, mentre rispetto al secondo periodo il massimo sia registrabile nel mese di Maggio il cui valore si attesta a circa 97 mm.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore, nonché la data in cui si è verificata rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

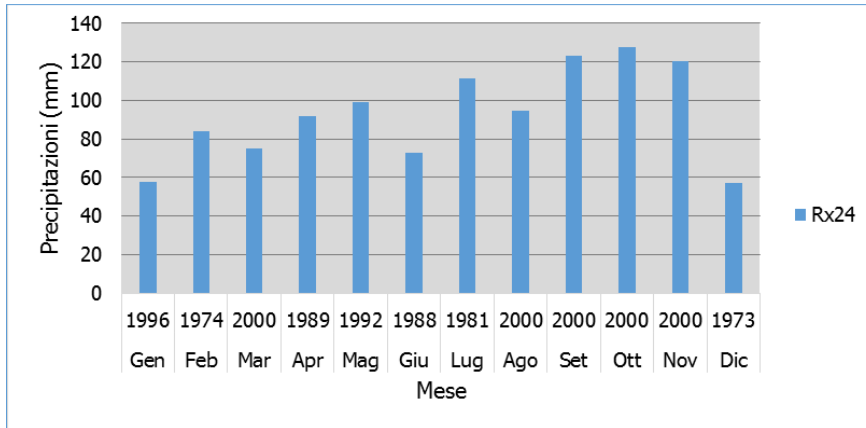


Figura 2-15 Precipitazioni massima nelle 24h ed anno di occorrenza (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico viene effettuata un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia. Nel caso in esame, riportato in Figura 2-16, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

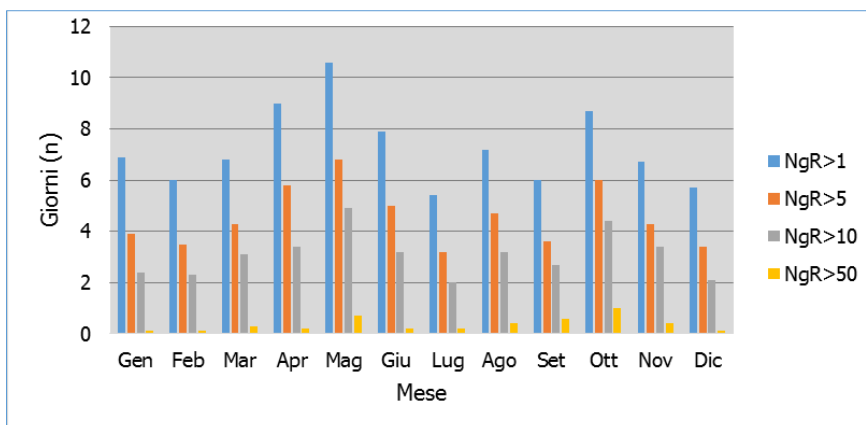


Figura 2-16 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50mm di precipitazioni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di maggio sia quello in cui mediamente ci sono più giorni con superamento del valore di 1 mm, ma come per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) si debba fare riferimento al mese di ottobre.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 2-17, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori varia notevolmente nei mesi dell'anno, con valori elevati nei mesi invernali e valori decisamente più bassi nei mesi estivi.

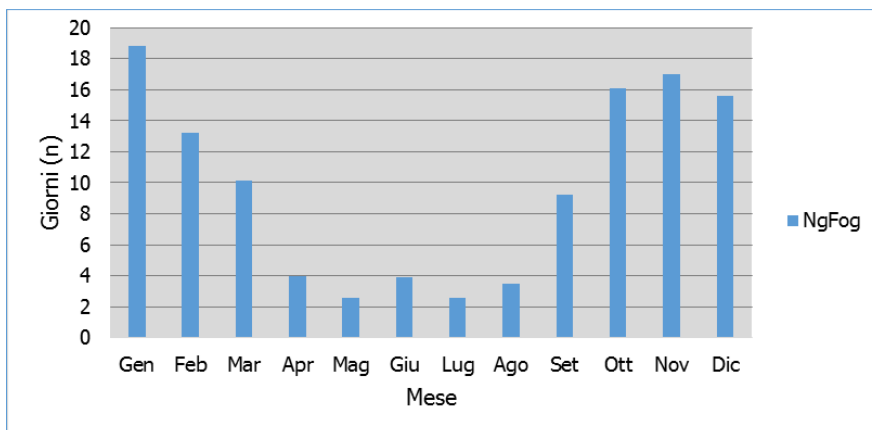


Figura 2-17 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento all'umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia compreso tra il 93 ed il 95%, con oscillazioni molto contenute, i cui massimi si registrano nei mesi invernali. Con riferimento al secondo parametro il delta si amplia con un valore minimo nel mese di marzo pari al 42%, valori di peso maggiori tra aprile e settembre in media pari a circa il 48% e valori più alti negli altri mesi, con il massimo valore registrato nei mesi di novembre e dicembre pari al 61%.

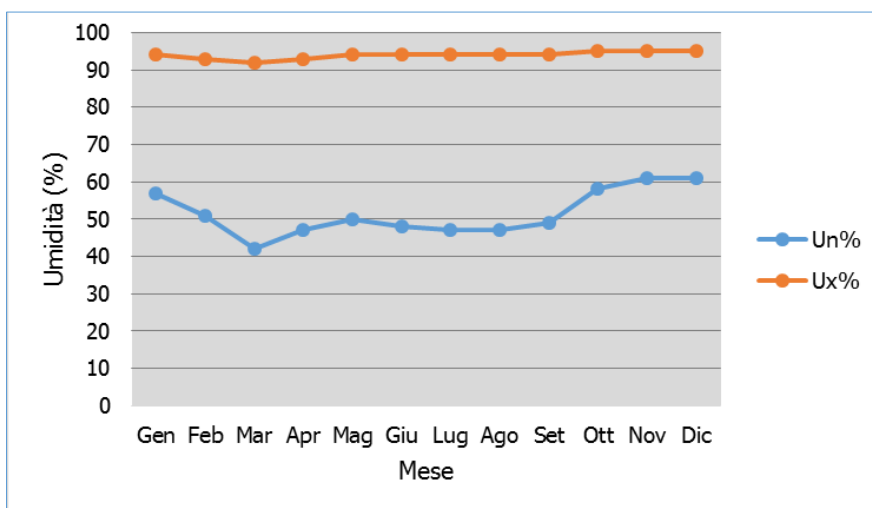


Figura 2-18 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare, tale aspetto viene considerato con riferimento al numero di giorni in relazione ad alcuni aspetti che possono essere così riassunti:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi dalle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18.

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 2-19.

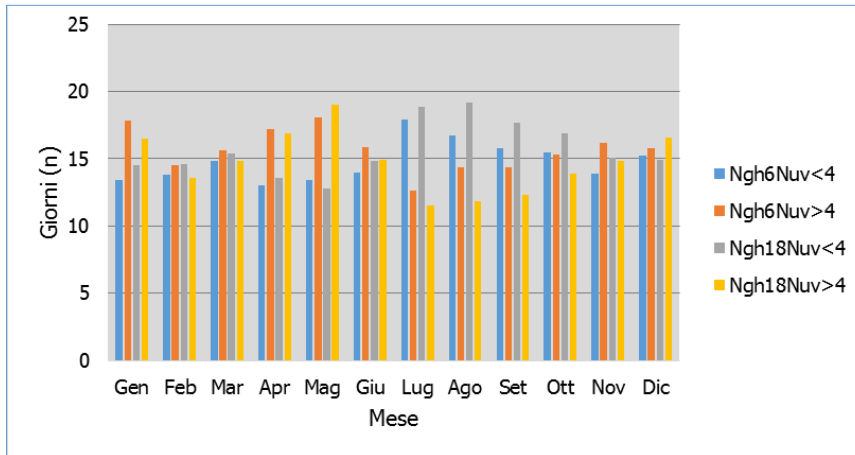


Figura 2-19 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Si può evincere come durante i mesi dell'anno più o meno si registrano 15 giorni di nuvolosità elevata e 15 giorni di nuvolosità bassa, con delle piccole oscillazioni in cui si registra una minore nuvolosità nei mesi estivi di luglio e agosto ed una maggiore nuvolosità nei mesi di gennaio, aprile e maggio.

2.3.2.4 Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite precedentemente. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH00

| Mese | Calme | N1-10 | N11-20 | N>20 | NE1-10 | NE11-20 | NE>20 | E1-10 | E11-20 | E>20 | SE1-10 | SE11-20 | SE>20 |
|------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Gen | 76.35 | 12.41 | 1.52 | 0.35 | 2.34 | 1.05 | 0.12 | 1.41 | 0 | 0 | 0.94 | 0 | 0 |
| Feb | 74.19 | 11.35 | 2.06 | 0.13 | 4.77 | 1.16 | 0 | 2.97 | 0.39 | 0 | 0.39 | 0.13 | 0 |
| Mar | 66.34 | 10.65 | 3.63 | 0.48 | 6.42 | 0.85 | 0.12 | 5.33 | 1.09 | 0 | 0.97 | 0.48 | 0 |
| Apr | 62.24 | 13.76 | 3.41 | 0.47 | 4.82 | 1.53 | 0.12 | 6.71 | 0.82 | 0 | 1.76 | 0.82 | 0 |
| Mag | 65.98 | 16.78 | 2.07 | 0.57 | 3.68 | 1.03 | 0 | 3.56 | 0.23 | 0 | 1.95 | 0.11 | 0.11 |
| Giu | 71.29 | 12.17 | 1.7 | 0.24 | 3.89 | 0.73 | 0 | 4.74 | 0.24 | 0 | 0.85 | 0 | 0 |
| Lug | 69.43 | 14.69 | 0.95 | 0 | 4.74 | 1.18 | 0 | 3.44 | 0.47 | 0 | 1.66 | 0.36 | 0 |
| Ago | 68.52 | 16.57 | 1.3 | 0.12 | 4.02 | 1.3 | 0 | 3.55 | 0.71 | 0 | 0.59 | 0 | 0 |
| Set | 68.81 | 16.75 | 0.73 | 0 | 5.95 | 0.24 | 0 | 3.03 | 0.24 | 0 | 1.09 | 0.24 | 0 |
| Ott | 75.12 | 12.5 | 0.94 | 0 | 2.83 | 0.24 | 0 | 2.95 | 0.59 | 0 | 0.94 | 0.47 | 0 |
| Nov | 74.67 | 12 | 1.94 | 0.24 | 2.67 | 0.48 | 0 | 2.18 | 0.24 | 0 | 1.21 | 0.12 | 0 |
| Dic | 76.84 | 12.56 | 1.04 | 0.23 | 1.96 | 0.81 | 0.12 | 1.73 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 |
| Mese | S1-10 | S11-20 | S>20 | SW1-10 | SW11-20 | SW>20 | W1-10 | W11-20 | W>20 | NW1-10 | NW11-20 | NW>20 | Vxx |
| Gen | 0.94 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 1.52 | 0 | 0 | 80 |
| Feb | 0.26 | 0 | 0 | 0.39 | 0 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 1.03 | 0 | 0 | 80 |
| Mar | 0.85 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0.48 | 0 | 0 | 1.82 | 0.12 | 0 | 51 |
| Apr | 0.35 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.29 | 0.24 | 0 | 58 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|---|------|------|------|------|------|---|------|------|------|----|
| Mag | 0.69 | 0.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0 | 0 | 1.95 | 0 | 0.11 | 80 |
| Giu | 0.61 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0.12 | 0.97 | 0 | 0 | 1.22 | 0 | 0 | 80 |
| Lug | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 1.66 | 0 | 0.12 | 80 |
| Ago | 0.47 | 0.24 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 0.24 | 0.12 | 0 | 1.18 | 0.12 | 0 | 54 |
| Set | 0.24 | 0 | 0 | 0.24 | 0.12 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.46 | 0.12 | 0 | 54 |
| Ott | 0.47 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | 49 |
| Nov | 0.48 | 0 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 2.06 | 0 | 0 | 80 |
| Dic | 0.58 | 0 | 0 | 1.04 | 0 | 0 | 0.69 | 0 | 0 | 1.27 | 0.23 | 0 | 80 |

Tabella 2-7 Andamento del regime anemometrico ore 00:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH06

| Mes e | Calme | N1-10 | N11-20 | N>20 | NE1-10 | NE11-20 | NE>20 | E1-10 | E11-20 | E>20 | SE1-10 | SE11-20 | SE>20 |
|------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Gen | 77.51 | 13.4 | 0.82 | 0.23 | 1.75 | 0.58 | 0 | 1.05 | 0.23 | 0 | 0.23 | 0 | 0 |
| Feb | 70.53 | 17.76 | 1.42 | 0.39 | 2.96 | 0.9 | 0 | 1.93 | 0.26 | 0 | 1.03 | 0.13 | 0 |
| Mar | 68.9 | 15.19 | 2.51 | 0 | 4.19 | 0.72 | 0.24 | 3.11 | 0.72 | 0.12 | 0.6 | 0.24 | 0.12 |
| Apr | 65.18 | 15.78 | 2.17 | 0.12 | 3.98 | 0.72 | 0.12 | 4.82 | 0.96 | 0.12 | 0.96 | 0.96 | 0 |
| Mag | 65.78 | 18.91 | 1.28 | 0 | 3.6 | 0.46 | 0.12 | 4.29 | 0.46 | 0 | 0.93 | 0.35 | 0 |
| Giu | 68.74 | 17.09 | 1.22 | 0.12 | 4.15 | 0.24 | 0 | 3.3 | 0.24 | 0 | 1.22 | 0.37 | 0 |
| Lug | 71.39 | 18.95 | 0.72 | 0 | 3.58 | 0.24 | 0 | 1.79 | 0.24 | 0 | 0.95 | 0.12 | 0 |
| Ago | 72.68 | 17.82 | 0.82 | 0.12 | 3.75 | 0.12 | 0 | 1.29 | 0.12 | 0 | 0.94 | 0.47 | 0 |
| Set | 74.55 | 15.2 | 0.6 | 0 | 2.53 | 0.6 | 0 | 2.41 | 0.12 | 0 | 1.33 | 0.36 | 0 |
| Ott | 76.21 | 13.02 | 0.47 | 0.24 | 2.13 | 0.24 | 0 | 1.54 | 1.07 | 0 | 1.3 | 0.59 | 0 |
| Nov | 75.03 | 14.72 | 0.97 | 0.24 | 2.29 | 0.36 | 0 | 1.33 | 0.12 | 0 | 0.72 | 0.24 | 0 |
| Dic | 77.88 | 13.53 | 1.29 | 0.12 | 2 | 0.71 | 0.24 | 1.18 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 |
| Mes e | S1-10 | S11-20 | S>20 | SW1-10 | SW11-20 | SW>20 | W1-10 | W11-20 | W>20 | NW1-10 | NW11-20 | NW>20 | |
| Gen | 0.23 | 0 | 0 | 0.58 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 | 2.1 | 0.12 | 0.23 | |
| Feb | 0.13 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 1.29 | 0 | 0 | |
| Mar | 0.24 | 0.12 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 1.79 | 0.24 | 0.12 | |
| Apr | 0.48 | 0.12 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0.12 | |
| Mag | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0.12 | 0 | 1.62 | 0.35 | 0.12 | |
| Giu | 0.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0.24 | 0 | 1.71 | 0.24 | 0 | |
| Lug | 0.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.72 | 0.36 | 0.12 | |
| Ago | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | |
| Set | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.21 | 0.24 | 0 | |
| Ott | 0.83 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.42 | 0.12 | 0 | |
| Nov | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 2.77 | 0.6 | 0 | |
| Dic | 0.35 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | |

Tabella 2-8 Andamento del regime anemometrico ore 06:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH12

| Mese | Calme | N1-10 | N11-20 | N>20 | NE1-10 | NE11-20 | NE>20 | E1-10 | E11-20 | E>20 | SE1-10 | SE11-20 | SE>20 |
|------------|-------|-------|--------|------|--------|---------|-------|-------|--------|------|--------|---------|-------|
| Gen | 62.43 | 6.65 | 3.03 | 0.7 | 1.75 | 1.17 | 0.35 | 3.03 | 0.23 | 0 | 3.27 | 0.12 | 0 |
| Feb | 50.78 | 6.35 | 2.72 | 0.91 | 1.42 | 1.17 | 0.26 | 5.83 | 0.39 | 0 | 6.61 | 0.52 | 0 |
| Mar | 23.5 | 4.56 | 5.28 | 1.08 | 2.4 | 1.8 | 0.12 | 7.91 | 1.32 | 0 | 10.67 | 1.44 | 0.12 |

| Mese | S1-10 | S11-20 | S>20 | SW1-10 | SW11-20 | SW>20 | W1-10 | W11-20 | W>20 | NW1-10 | NW11-20 | NW>20 | |
|------|-------|--------|------|--------|---------|-------|-------|--------|------|--------|---------|-------|------|
| Apr | 13.77 | 4.91 | 5.75 | 1.08 | 2.87 | 1.8 | 0.24 | 6.47 | 1.2 | 0.12 | 14.25 | 1.92 | 0 |
| Mag | 17.26 | 5.26 | 3.43 | 0.11 | 2.4 | 0.57 | 0.11 | 5.03 | 0.23 | 0 | 12.23 | 1.37 | 0.11 |
| Giu | 20.02 | 4.64 | 2.69 | 0.12 | 3.42 | 1.71 | 0 | 4.4 | 0.37 | 0.12 | 9.28 | 0.73 | 0 |
| Lug | 24.31 | 2.75 | 1.8 | 0.24 | 3.35 | 1.08 | 0 | 4.91 | 0.48 | 0 | 10.78 | 1.08 | 0 |
| Ago | 26.92 | 3.85 | 2.1 | 0.23 | 3.26 | 1.86 | 0.12 | 8.28 | 0.58 | 0 | 12.59 | 0.93 | 0 |
| Set | 38.08 | 5.23 | 2.07 | 0.24 | 3.28 | 0.85 | 0 | 5.6 | 0.97 | 0 | 10.22 | 0.73 | 0 |
| Ott | 49.41 | 6.74 | 2.48 | 0.12 | 2.25 | 0.71 | 0 | 4.61 | 0.83 | 0 | 8.63 | 0.71 | 0 |
| Nov | 57.45 | 6.67 | 3.52 | 0.73 | 1.58 | 1.09 | 0.36 | 3.39 | 0.12 | 0 | 4.97 | 0.24 | 0 |
| Dic | 65.49 | 4.8 | 1.83 | 0.69 | 1.37 | 0.8 | 0.23 | 2.63 | 0.11 | 0 | 2.97 | 0.11 | 0 |
| Gen | 1.87 | 0 | 0 | 4.2 | 0.12 | 0 | 6.07 | 0.23 | 0 | 3.5 | 0.35 | 0.23 | |
| Feb | 5.31 | 0 | 0 | 8.16 | 0.26 | 0 | 5.05 | 0 | 0 | 2.98 | 0.26 | 0.13 | |
| Mar | 11.27 | 0.72 | 0 | 14.51 | 0.84 | 0 | 7.79 | 0.12 | 0 | 2.52 | 0.96 | 0.24 | |
| Apr | 14.37 | 2.51 | 0 | 15.33 | 2.04 | 0 | 5.87 | 0.84 | 0 | 1.92 | 0.96 | 0 | |
| Mag | 18.63 | 1.71 | 0 | 18.97 | 0.91 | 0 | 6.97 | 0.23 | 0 | 2.51 | 1.03 | 0 | |
| Giu | 19.17 | 1.1 | 0 | 20.76 | 0.49 | 0 | 6.72 | 0.12 | 0 | 2.2 | 0.61 | 0 | |
| Lug | 19.76 | 1.2 | 0 | 16.89 | 0.24 | 0 | 6.59 | 0.24 | 0 | 2.99 | 0.48 | 0 | |
| Ago | 13.87 | 0.35 | 0 | 13.99 | 0.12 | 0 | 6.76 | 0.12 | 0 | 2.1 | 0.7 | 0 | |
| Set | 11.07 | 0.36 | 0 | 10.71 | 0.24 | 0 | 7.18 | 0 | 0 | 2.55 | 0.24 | 0 | |
| Ott | 7.21 | 0 | 0 | 7.57 | 0.24 | 0 | 6.15 | 0.12 | 0 | 1.77 | 0.35 | 0 | |
| Nov | 4.12 | 0 | 0 | 5.94 | 0 | 0 | 5.09 | 0 | 0 | 3.76 | 0.36 | 0.12 | |
| Dic | 2.86 | 0 | 0 | 4.8 | 0 | 0 | 6.74 | 0.11 | 0 | 3.09 | 0.11 | 0.11 | |

Tabella 2-9 Andamento del regime anemometrico ore 12:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH18

| Mese | Calme | N1-10 | N11-20 | N>20 | NE1-10 | NE11-20 | NE>20 | E1-10 | E11-20 | E>20 | SE1-10 | SE11-20 | SE>20 |
|------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Gen | 83.43 | 5.72 | 1.52 | 0.58 | 2.22 | 0.35 | 0.12 | 0.82 | 0.35 | 0 | 0.82 | 0.12 | 0 |
| Feb | 78.66 | 5.66 | 2.06 | 0.39 | 1.67 | 1.41 | 0.13 | 1.03 | 0.13 | 0 | 2.19 | 0 | 0 |
| Mar | 58.36 | 4.69 | 3.61 | 0.72 | 3.13 | 2.77 | 0.24 | 1.81 | 0.84 | 0.12 | 4.57 | 0.6 | 0 |
| Apr | 40.81 | 8.07 | 4.63 | 0.83 | 3.44 | 2.49 | 0.47 | 2.97 | 1.78 | 0 | 5.1 | 1.54 | 0 |
| Mag | 44.75 | 8.68 | 3.42 | 0.68 | 4.68 | 1.14 | 0 | 2.74 | 0.68 | 0 | 4.11 | 0.46 | 0 |
| Giu | 49.88 | 8.29 | 2.32 | 0.12 | 2.8 | 0.98 | 0.37 | 3.05 | 0.61 | 0 | 2.8 | 0.49 | 0 |
| Lug | 52.09 | 7.29 | 2.39 | 0.48 | 2.63 | 2.27 | 0 | 2.03 | 0.72 | 0 | 1.67 | 0.72 | 0 |
| Ago | 59.04 | 7.39 | 1.76 | 0.23 | 2.58 | 1.17 | 0.12 | 1.64 | 0.47 | 0 | 2.58 | 0.35 | 0 |
| Set | 75.72 | 7.37 | 1.09 | 0.24 | 3.02 | 0.6 | 0 | 2.05 | 0.36 | 0 | 1.69 | 0.48 | 0 |
| Ott | 81.32 | 5.76 | 1.29 | 0.24 | 2.12 | 0.59 | 0 | 2.12 | 0.47 | 0 | 2.7 | 0.24 | 0.12 |
| Nov | 80.99 | 5.69 | 1.82 | 0.36 | 2.06 | 0.97 | 0.24 | 2.18 | 0.24 | 0 | 1.09 | 0 | 0 |
| Dic | 81.61 | 7.93 | 1.61 | 0.34 | 1.95 | 0.69 | 0 | 1.03 | 0.23 | 0 | 0.57 | 0 | 0 |
| Mese | S1-10 | S11-20 | S>20 | SW1-10 | SW11-20 | SW>20 | W1-10 | W11-20 | W>20 | NW1-10 | NW11-20 | NW>20 | |
| Gen | 1.17 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | 0.93 | 0 | 0 | |
| Feb | 1.54 | 0 | 0 | 2.44 | 0 | 0 | 0.9 | 0.13 | 0 | 1.16 | 0.13 | 0.13 | |
| Mar | 7.34 | 0.48 | 0 | 6.26 | 0 | 0 | 2.17 | 0.24 | 0 | 0.96 | 0.6 | 0 | |
| Apr | 9.96 | 2.37 | 0 | 9.37 | 0.71 | 0 | 2.85 | 0.24 | 0 | 1.07 | 0.36 | 0.12 | |
| Mag | 9.82 | 0.8 | 0 | 9.82 | 0.34 | 0 | 3.77 | 0.11 | 0 | 2.51 | 0.8 | 0.11 | |
| Giu | 7.07 | 1.34 | 0.12 | 12.2 | 0.37 | 0 | 3.78 | 0.12 | 0 | 2.2 | 0.73 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|---|-------|------|---|------|------|---|------|------|------|
| Lug | 6.81 | 0.6 | 0 | 12.43 | 0 | 0 | 6.45 | 0 | 0 | 1.31 | 0 | 0 |
| Ago | 6.81 | 0.35 | 0 | 6.46 | 0.23 | 0 | 5.4 | 0.12 | 0 | 2.23 | 0.82 | 0 |
| Set | 2.54 | 0.12 | 0 | 1.69 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0.72 | 0.36 | 0.12 |
| Ott | 0.71 | 0.12 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 0.35 | 0.12 | 0 | 1.06 | 0 | 0 |
| Nov | 0.48 | 0 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 1.45 | 0.12 | 0 |
| Dic | 0.92 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 1.15 | 0.11 | 0 |

Tabella 2-10 Andamento del regime anemometrico ore 18:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali. Al fine di una loro corretta lettura è opportuno specificare come le diverse aree rappresentino la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;
- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza. I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi marzo, aprile e maggio;
- la stagione estiva nei mesi di giugno, luglio e agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di settembre, ottobre e novembre.

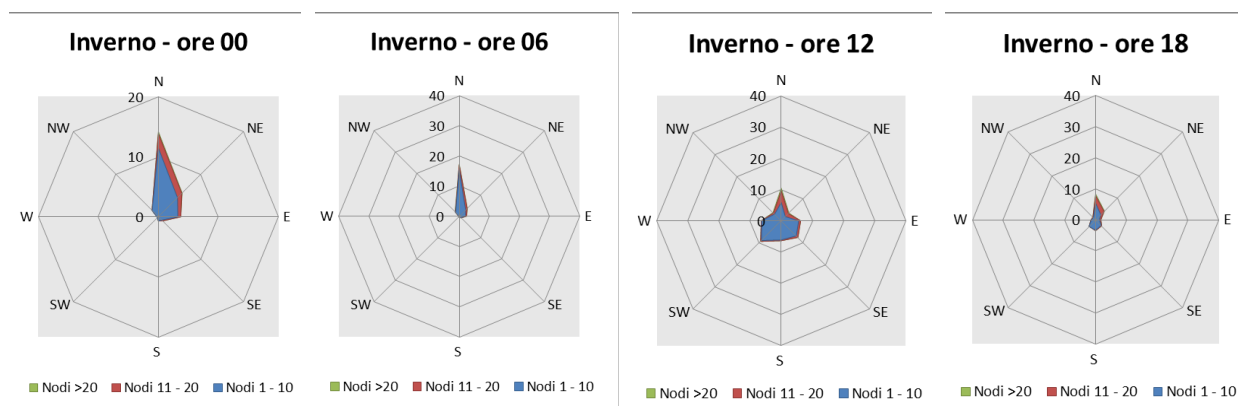


Figura 2-20 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione verso nord, specialmente nelle ore notturne ed anche verso sud nelle ore diurne. Relativamente alle velocità, in termini di nodi, queste risultano concentrate principalmente nella prima e seconda classe.



Figura 2-21 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

La stagione primaverile, coerentemente a quanto visto per la stagione invernale ha prevalenza nord - sud, in particolare maggiormente nord nelle ore notturne e sud nelle ore diurne, con prevalenza sempre della prima e seconda classe in termini di intensità del vento.

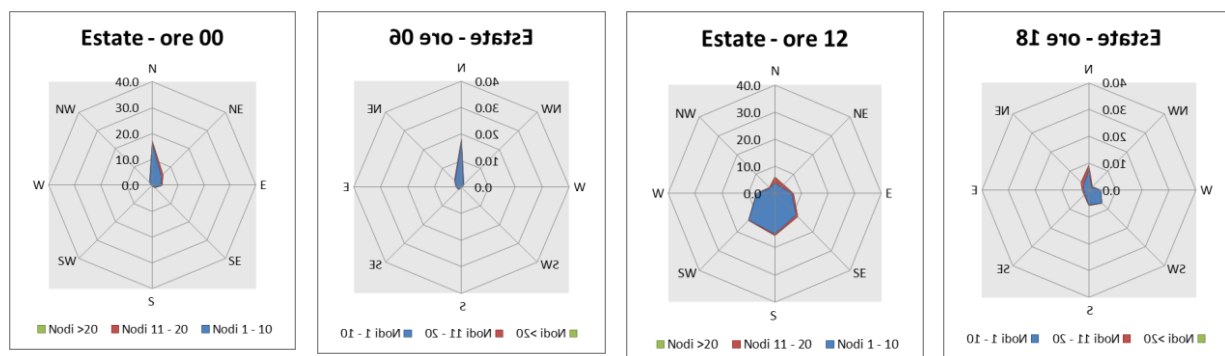


Figura 2-22 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Come nel periodo primaverile, anche in quello estivo prevale la direzione nord – sud con lo stesso andamento nelle diverse ore del giorno. In termini di intensità del vento, invece, viene registrata una velocità in nodi principalmente appartenente alla prima ed alla seconda classe.

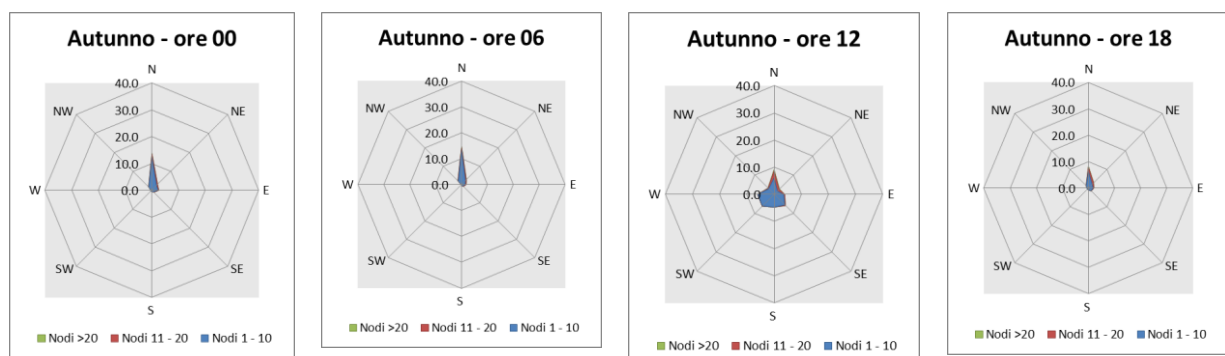


Figura 2-23 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Con riferimento alla stagione autunnale, coerentemente con le altre stagioni, si rileva una direzione prevalente nord - sud con velocità appartenenti alla prima e seconda classe.

2.3.3 IL DATO ATTUALE: BOLLETTINO METAR ANNO 2017

2.3.3.1 Descrizione formato e disponibilità dei dati

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare. In particolare, il bollettino METAR, dal quale sono stati ricavati i dati meteorologici dell'area di studio, relativi al 2017, rappresenta un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico, che viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione.

I principali parametri meteorologici utilizzati per le analisi meteo climatiche sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi [°C] e misurata attraverso termometri posizionati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato coperto, protetti da precipitazioni e radiazione incidente, mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare, per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero.
- **Vento:** per il vento vengono adottate differenti unità di misura in base alla componente. Per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, l'unità di misura utilizzata è il nodo (KT che corrisponde a 1.852 km/h) e per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR viene fornita la direzione e l'intensità del vento al suolo; viene, inoltre, indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.
- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte.
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO).

In riferimento alla stazione considerata, che coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dalla stazione di Milano Malpensa, i dati a disposizione hanno un intervallo di mezz'ora, per cui per ogni mese vengono registrati circa 1.440 dati.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento, 2017, per poi successivamente confrontare questi con i dati storici e verificarne la coerenza. Qualora la verifica risultasse positiva in termini di coerenza sarà possibile utilizzare i dati meteo attuali (2017) come riferimento per le simulazioni modellistiche.

2.3.3.2 Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 2-24, si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 37 ° C nel mese di agosto.

Nei mesi di novembre, dicembre, gennaio e febbraio le temperature spesso scendono sotto i 0 ° C, registrando un minimo assoluto pari a -9 ° C nel mese di gennaio. In generale, la media annua è pari a circa 14 ° C.

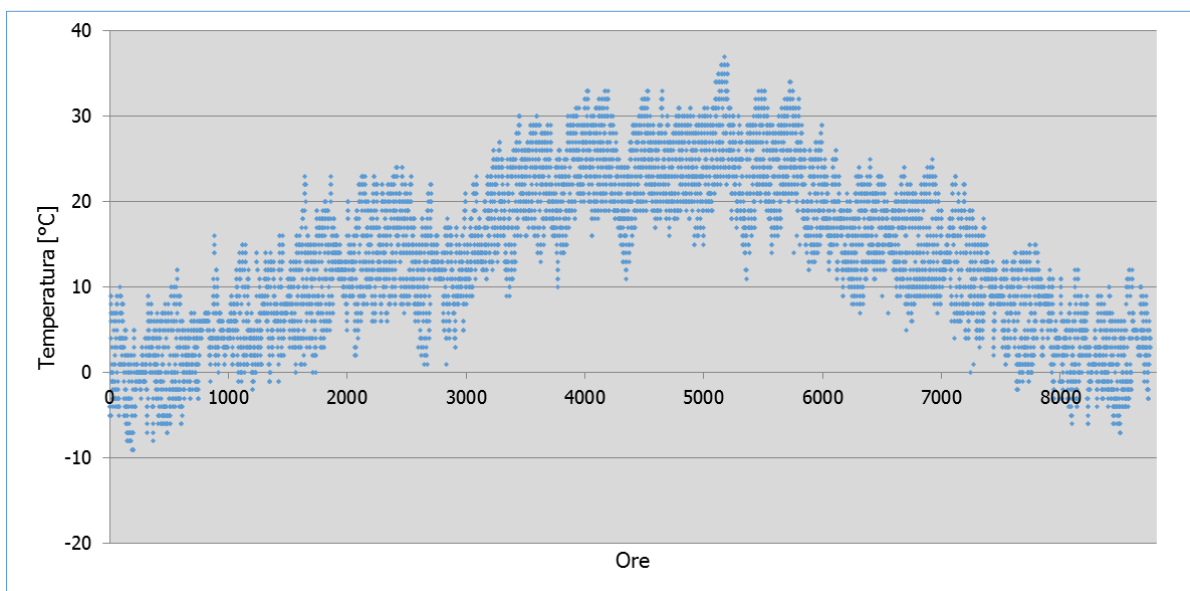


Figura 2-24 Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

2.3.3.3 Regime anemometrico

L'intensità del vento registrata, Figura 2-25, assume dei picchi di valore nei periodi primaverili ed estivi che arrivano anche a valori di circa 20 m/s, anche se durante tutto l'anno si mantiene una media assoluta di 2.55 m/s.

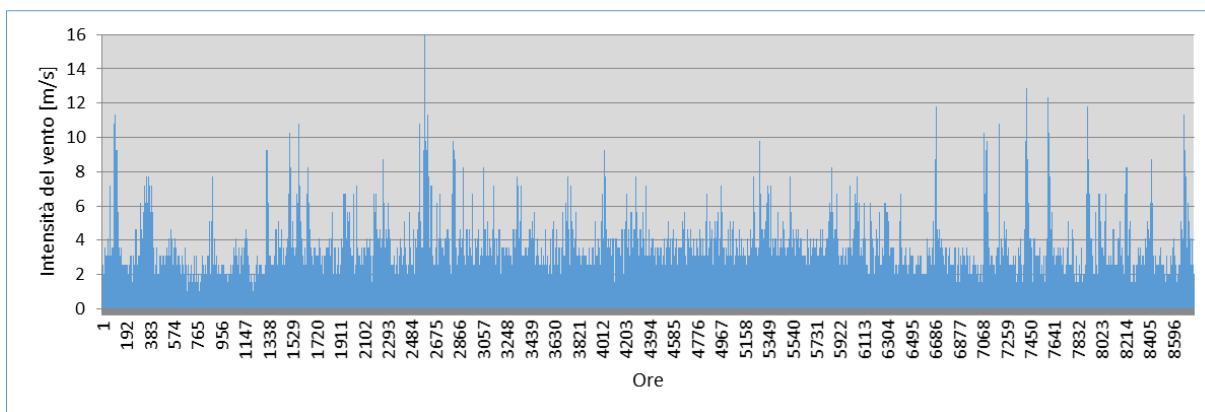


Figura 2-25 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2-26, si nota come la direzione prevalente registrata sia N, in quanto si verifica in circa il 27% delle ore dell'anno e NNE (20% delle ore dell'anno).

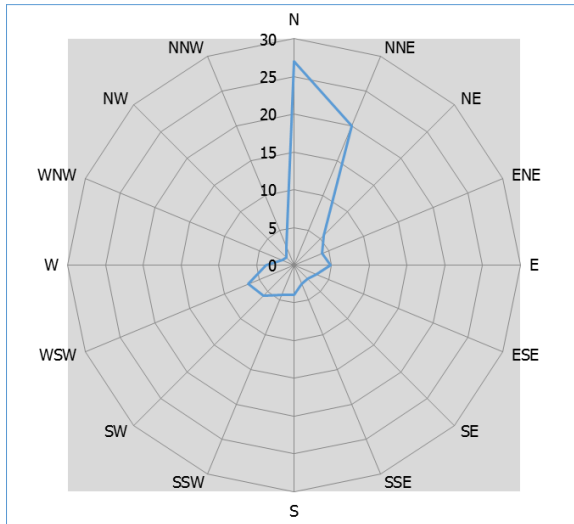


Figura 2-26 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

2.3.3.4 Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 2-11 descrive nel dettaglio tale parametro.

| Aspetto del cielo | Descrizione e intensità |
|-----------------------|-------------------------|
| Sereno | copertura 0 ottavi |
| Poco nuvoloso | copertura 1-2 ottavi |
| Nuvoloso | copertura 3-5 ottavi |
| Molto nuvoloso | copertura 6-7 ottavi |
| Coperto | copertura 8 ottavi |

Tabella 2-11 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 2-27, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe di nuvolosità 5, 6 o 7.

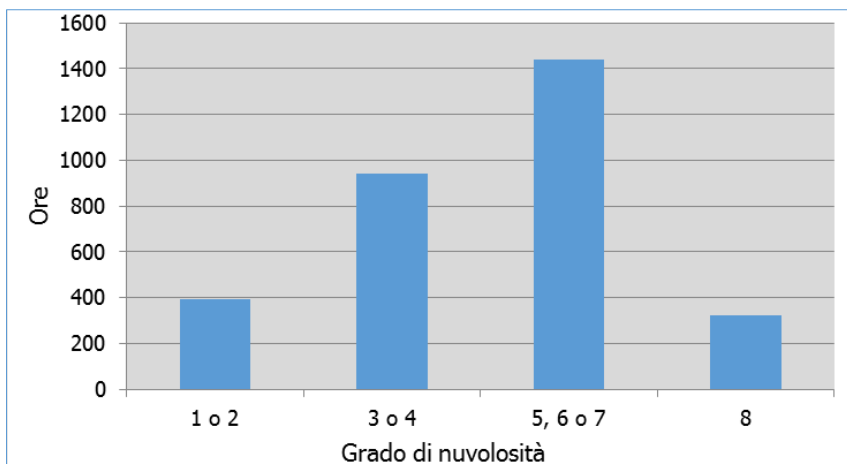


Figura 2-27 Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

2.3.3.5 Visibilità

Per quanto riguarda il parametro della frequenza della visibilità, Figura 2-28, si nota come per l'82% delle ore dell'anno la visibilità sia superiore a 8000 m. Con percentuali confrontabili si registra invece una visibilità inferiore ai 5000 metri per il 10% delle ore l'anno e tra i 5000 e gli 8000 metri per l'8%.

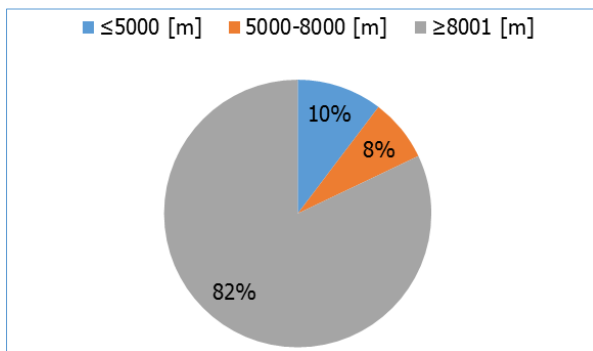


Figura 2-28 Frequenza visibilità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

2.3.3.6 Pressione

La pressione, Figura 2-29, registra nell'anno di riferimento una media di circa 1017 hPa, un massimo assoluto di 1036 hPa e un minimo assoluto di 986 hPa. I valori registrati, quindi, hanno una bassa variabilità all'interno dell'anno.

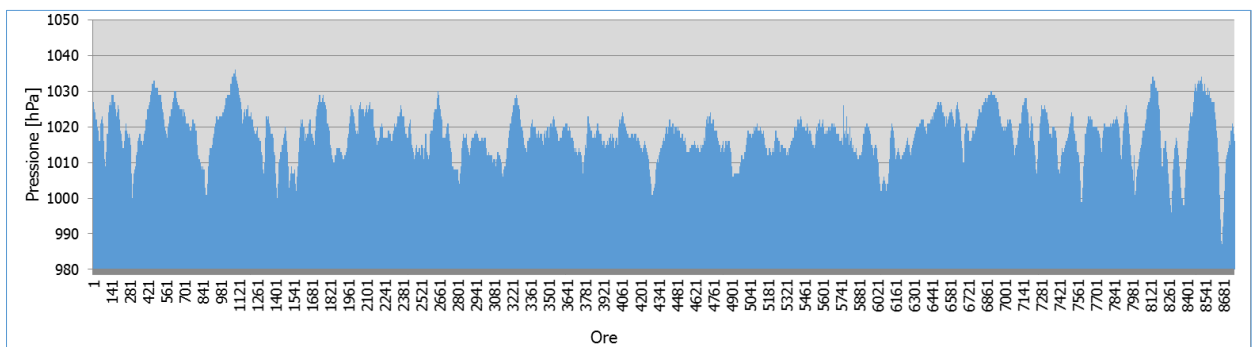


Figura 2-29 Pressione (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

2.3.4 IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI

2.3.4.1 Parametri di confronto

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata.

Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2017 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di Milano Malpensa in cui è localizzata la stazione meteo, prossima al luogo di intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2017 sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alle condizioni meteo climatiche medie storiche analizzate nella stessa area. Nello specifico verranno, quindi, di seguito, analizzati e confrontati i principali parametri utilizzati nelle simulazioni

modellistiche, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

2.3.4.2 Regime termico

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato *in primis* tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 2-30). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali. In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un incremento medio nell'anno circa pari al 16%.

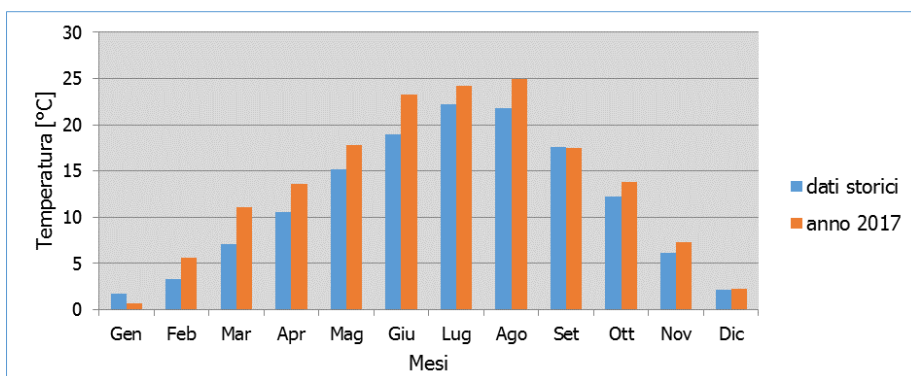


Figura 2-30 Confronto temperatura media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-31 e Figura 2-32) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo e non si registrano evidenti differenze di valori di tali temperature. Infatti, come è possibile notare dal grafico, per la temperatura massima media si registra un generale incremento dei valori di temperatura, pari in media a circa il 7% in più rispetto ai dati storici.

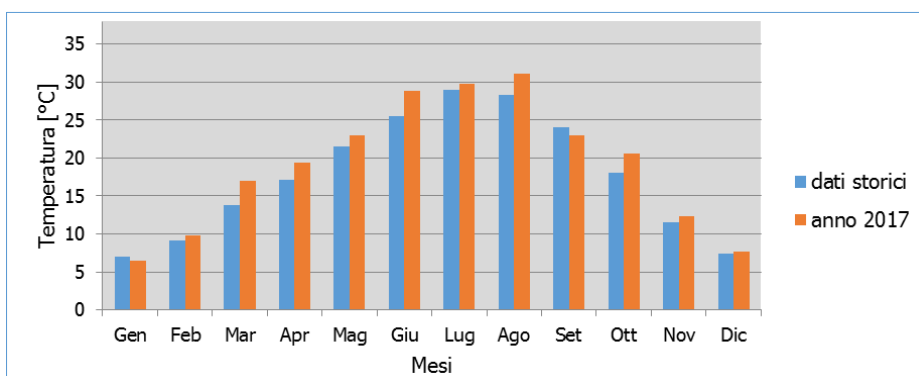


Figura 2-31 Confronto temperatura massima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

Allo stesso modo anche per le temperature minime medie si riscontra un trend analogo tra i dati storici ed i dati del 2017 ed un incremento di temperatura del dato attuale rispetto alla serie storica.

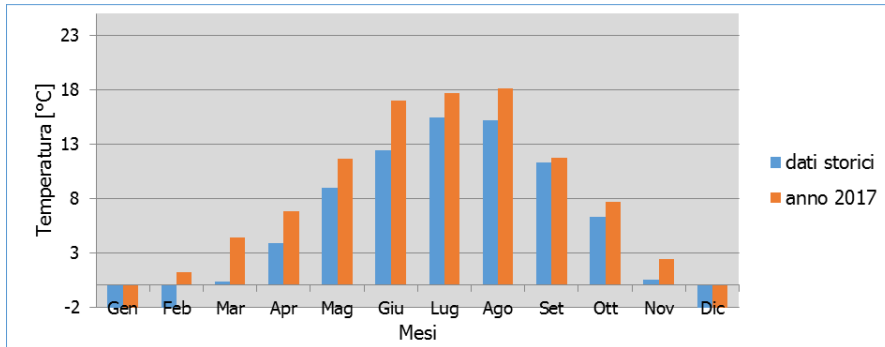


Figura 2-32 Confronto temperatura minima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

2.3.4.3 Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi. Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Nella Tabella 2-12 è riportato un esempio dello studio effettuato. Essa mostra, in valori percentuali, le frequenze relative alla direzione dei venti suddivisi in tre classi di intensità. La prima classe comprende i valori dei nodi compresi tra 1 e 10, la seconda i valori tra 11 e 20 e la terza i valori superiori a 20.

| Inverno 2017 | | | |
|--------------|--------|---------|------|
| | 1≤N≤10 | 11≤N≤20 | N>20 |
| N | 31.4 | 33.8 | 33.8 |
| NNE | 17.1 | 18.1 | 18.2 |
| NE | 4.4 | 4.9 | 4.9 |
| ENE | 2.5 | 2.7 | 2.7 |
| E | 4.4 | 4.5 | 4.5 |
| ESE | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| SE | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| SSE | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| S | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| SSW | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| SW | 5.4 | 5.4 | 5.4 |
| WSW | 5.6 | 5.6 | 5.6 |
| W | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| WNW | 2.7 | 2.7 | 2.7 |
| NW | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| NNW | 3.6 | 3.8 | 3.8 |

Tabella 2-12 Dati anemometrici - Inverno 2017

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale.

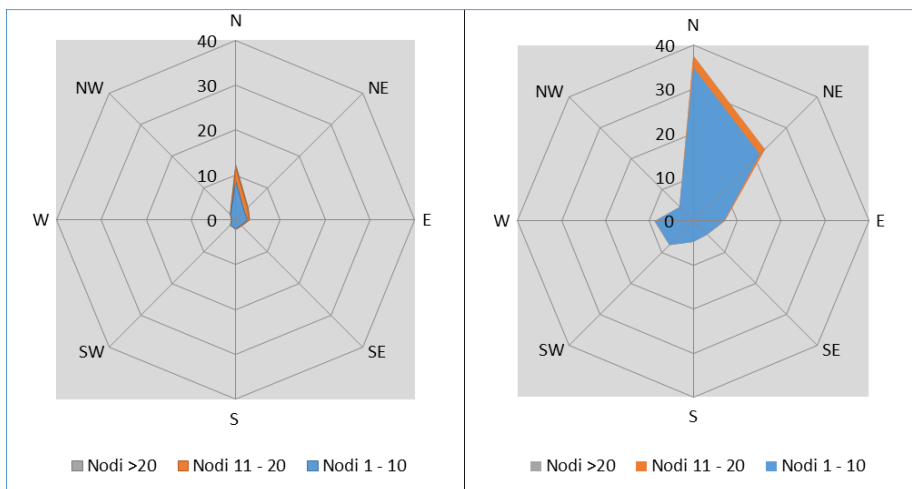


Figura 2-33 Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

Dal confronto risulta come la direzione principale dei venti sia verso nord in entrambi i casi. Per quanto riguarda le velocità in termini di nodi, per entrambi i dati è presente una concentrazione principale nella prima classe. In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale rispetto allo storico per la stagione invernale. È bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 8 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

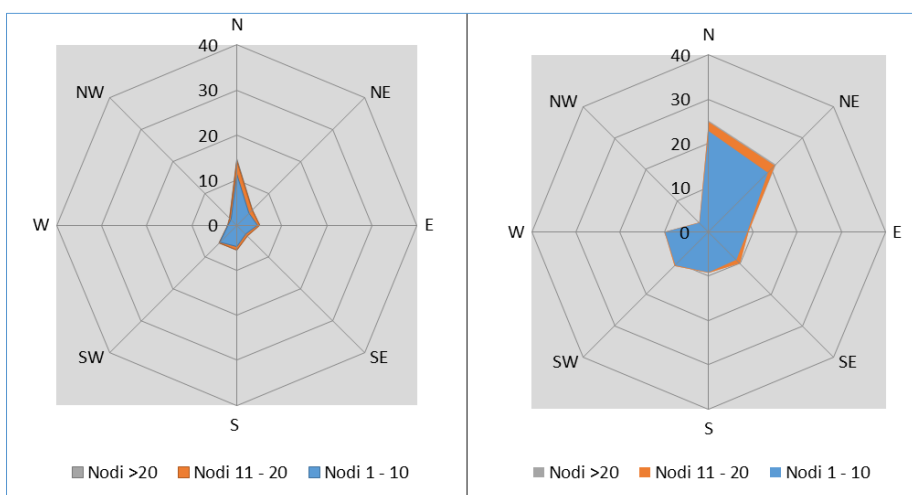


Figura 2-34 Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

Per la stagione primaverile, Figura 2-34, si ha, per entrambi gli archi temporali di riferimento, una buona percentuale di provenienza in direzione N e per i dati attuali anche in direzione NE. Anche in questo caso, in termini di velocità del vento non si registra una rilevante percentuale di dati nella seconda e terza classe, con specifico riferimento ai dati attuali del 2017, che riportano una prevalenza di velocità in prima classe. Anche per la stagione primaverile si registra una buona coerenza tra i due dati.

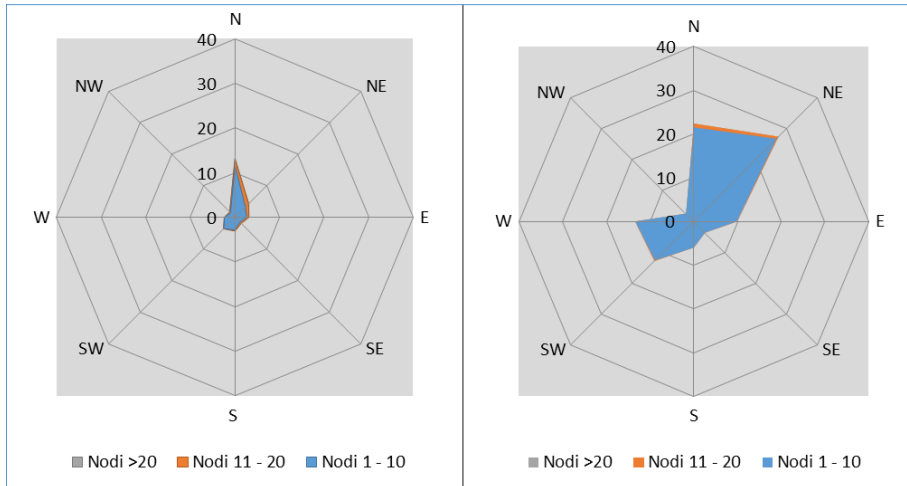


Figura 2-35 Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

La stagione estiva relativamente ai dati del 2017, Figura 2-35, mostra un'evidente e marcata componente N che al contrario della componente NE è chiaramente individuabile anche nel dato storico. Con riferimento all'intensità del vento, l'anno 2017 mostra un'alta percentuale di dati in classe 1 mentre il dato storico mostra una prevalenza di registrazione in classe 1, ma anche in classe 2. Coerentemente a quanto visto per la stagione primaverile, considerando la combinazione direzione ed intensità, è possibile evidenziare una buona corrispondenza tra i due dati.

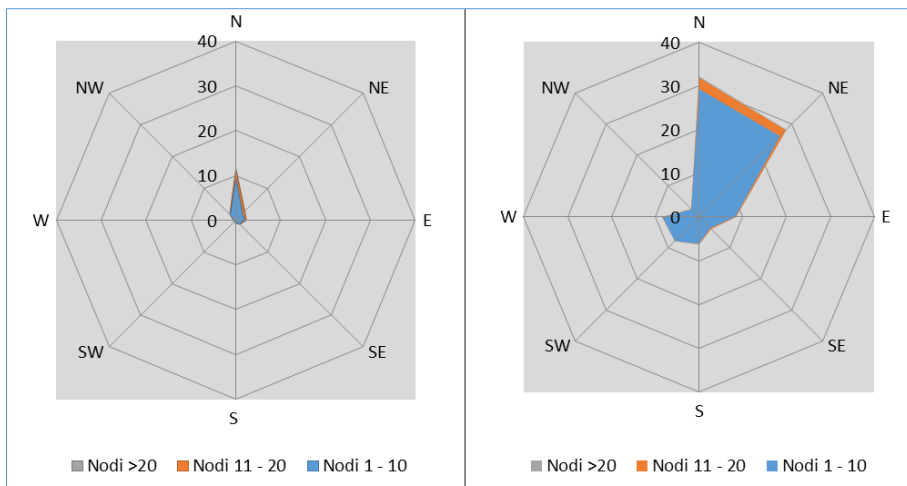


Figura 2-36 Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Milano Malpensa)

Ultimo confronto ha riguardato la stagione autunnale, così come mostrato in Figura 2-36. Analizzando il dato storico, la componente più marcata risulta essere la N, in accordo all'anno di riferimento dove si ha una simile direzione dei venti con una appartenenza maggiore alla classe 1.

2.3.5 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2017 con i

dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico per la stessa stazione meteo di riferimento. Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2017, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

2.4 ANALISI EMISSIVA

Con riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA) è stato possibile effettuare l'analisi emissiva del territorio circostante l'area in esame. Dall'analisi territoriale emerge come l'infrastruttura in progetto attraversi tre province della Regione Piemonte, quali Biella, Vercelli e Novara. Pertanto, dall'Inventario sopra citato sono state considerate le emissioni prodotte nell'anno 2013 (ultimo anno disponibile) dalla sorgente "traffico veicolare" nelle tre province attraversate.

Relativamente agli inquinanti presi come riferimento nell'analisi della componente Atmosfera, ossia il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx) ed il particolato (PM10 e PM2.5), di seguito si riportano le emissioni prodotte dal traffico veicolare nelle tre province individuate distinte in funzione della categoria di veicolo e del relativo combustibile.

Provincia di Biella - Emissioni IREA 2013

| Settore | Combustibile | Inquinanti (t) | | | |
|--|------------------------------------|----------------|------------|-------|-------|
| | | CO | NOx | PM10 | PM2.5 |
| 0701 - Automobili | benzina senza piombo | 615,6 5 | 68,02 | 0,46 | 0,46 |
| 0701 - Automobili | gas naturale (metano) | 9,70 | 1,02 | 0,02 | 0,02 |
| 0701 - Automobili | gas petrolio liquido (GPL) | 51,97 | 5,28 | 0,07 | 0,07 |
| 0701 - Automobili | gasolio per autotrasporto (diesel) | 54,02 | 310,5 3 | 17,06 | 17,06 |
| 0701 - Automobili | senza combustibile | - | - | 21,80 | 11,72 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | benzina senza piombo | 78,10 | 3,18 | 0,02 | 0,02 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gas naturale (metano) | 2,82 | 0,29 | 0,01 | 0,01 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gas petrolio liquido (GPL) | 1,12 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gasolio per autotrasporto (diesel) | 66,72 | 173,4 4 | 10,99 | 10,99 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | senza combustibile | - | - | 7,07 | 3,77 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | benzina senza piombo | 0,98 | 0,98 | 0,00 | 0,00 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | gas naturale (metano) | 0,96 | 2,40 | 0,00 | 0,00 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | gasolio per autotrasporto (diesel) | 105,9 0 | 418,0 3 | 9,33 | 9,33 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | senza combustibile | - | - | 8,39 | 4,43 |
| TOTALE | | 987,9 3 | 983,3 3 | 75,21 | 57,88 |

Tabella 2-13 Emissioni provincia di Biella 2013 fonte: IREA 2013

Provincia di Vercelli - Emissioni IREA 2013

| Settore | Combustibile | Inquinanti (t) | | | |
|-------------------|-----------------------|----------------|-------|------|-------|
| | | CO | NOx | PM10 | PM2.5 |
| 0701 - Automobili | benzina senza piombo | 900,02 | 95,38 | 0,72 | 0,72 |
| 0701 - Automobili | gas naturale (metano) | 19,96 | 1,24 | 0,03 | 0,03 |

| | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|----------------|--------------|---------------|
| 0701 - Automobili | gas petrolio liquido (GPL) | 124,28 | 7,73 | 0,15 | 0,15 |
| 0701 - Automobili | gasolio per autotrasporto (diesel) | 56,53 | 574,28 | 25,55 | 25,55 |
| 0701 - Automobili | senza combustibile | - | - | 29,72 | 16,39 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | benzina senza piombo | 85,56 | 4,03 | 0,02 | 0,02 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gas naturale (metano) | 4,33 | 0,32 | 0,01 | 0,01 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gas petrolio liquido (GPL) | 3,04 | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gasolio per autotrasporto (diesel) | 98,08 | 242,20 | 15,87 | 15,87 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | senza combustibile | - | - | 8,36 | 4,55 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | benzina senza piombo | 1,50 | 1,98 | 0,00 | 0,00 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | gasolio per autotrasporto (diesel) | 316,32 | 1305,30 | 27,31 | 27,31 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | senza combustibile | - | - | 24,72 | 13,62 |
| TOTALE | | 1609,62 | 2232,72 | 132,4 | 104,21 |

5

Tabella 2-14 Emissioni provincia di Vercelli 2013 fonte: IREA 2013

Provincia di Novara

| Settore | Combustibile | Inquinanti (t) | | | |
|--|------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | | CO | NOx | PM10 | PM2.5 |
| 0701 - Automobili | benzina senza piombo | 1529,48 | 158,54 | 1,14 | 1,14 |
| 0701 - Automobili | gas naturale (metano) | 30,13 | 2,18 | 0,04 | 0,04 |
| 0701 - Automobili | gas petrolio liquido (GPL) | 178,74 | 12,14 | 0,20 | 0,20 |
| 0701 - Automobili | gasolio per autotrasporto (diesel) | 105,95 | 842,01 | 41,15 | 41,15 |
| 0701 - Automobili | senza combustibile | . | . | 47,93 | 26,10 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | benzina senza piombo | 168,51 | 7,23 | 0,04 | 0,04 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gas naturale (metano) | 7,36 | 0,61 | 0,01 | 0,01 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gas petrolio liquido (GPL) | 4,31 | 0,40 | 0,00 | 0,00 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | gasolio per autotrasporto (diesel) | 166,17 | 413,01 | 27,10 | 27,10 |
| 0702 - Veicoli leggeri < 3.5 t | senza combustibile | . | . | 15,22 | 8,20 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | benzina senza piombo | 2,49 | 2,97 | 0,00 | 0,00 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | gas naturale (metano) | 2,27 | 5,68 | 0,01 | 0,01 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | gasolio per autotrasporto (diesel) | 411,76 | 1686,19 | 35,71 | 35,71 |
| 0703 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | senza combustibile | . | . | 32,73 | 17,83 |
| TOTALE | | 2607,17 | 3130,97 | 201,28 | 157,54 |

Tabella 2-15 Emissioni provincia di Novara 2013 fonte: IREA 2013

Per avere un quadro complessivo delle emissioni prodotte durante l'anno 2013, si può far riferimento alla seguente tabella.

| Provincia | Inquinante | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | CO | NOx | PM10 | PM2,5 |
| Provincia di Biella | 987,93 | 983,33 | 75,21 | 57,88 |
| Provincia di Vercelli | 1609,62 | 2232,72 | 132,45 | 104,21 |
| Provincia di Novara | 2607,17 | 3130,97 | 201,28 | 157,54 |
| TOTALE | 5204,73 | 6347,01 | 408,95 | 319,62 |

Tabella 2-16 Emissioni totali prodotte nel 2013 nelle provincie di Biella, Vercelli e Novara fonte: elaborazione IREA 2013

2.5 ANALISI DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2.5.1 LA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

La Legge regionale n. 43/2000 è l'atto normativo regionale di riferimento, tuttora vigente, per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria. In essa sono contenuti gli obiettivi e le procedure per l'approvazione del Piano per il Risanamento e la Tutela della Qualità dell'Aria (PRQA) nonché le modalità per la realizzazione e la gestione degli strumenti della pianificazione: il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRQA), l'Inventario delle Emissioni (IREA). Il Piano regionale per la qualità dell'aria è lo strumento per la programmazione, il coordinamento ed il controllo in materia di inquinamento atmosferico, finalizzato al miglioramento progressivo delle condizioni ambientali e alla salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente. Le misure atte a raggiungere gli obiettivi si esplicano mediante l'implementazione di Piani Stralcio.

Nella prima fase di attuazione del Piano Regionale sono stati adottati alcuni stralci di Piano.

Lo stralcio di Piano "Provvedimenti finalizzati alla prevenzione e alla riduzione delle emissioni nelle conurbazioni piemontesi ed al controllo delle emissioni dei veicoli circolanti" definisce le prime misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera dovute alla mobilità, ed in particolare:

- l'obbligo, a partire dal 1 luglio 2001, del controllo dei gas di scarico ("bollino blu") su tutto il territorio regionale per tutti i veicoli a motore immatricolati da almeno un anno;
- le prime indicazioni alle Province per la predisposizione dei Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente relativi alla mobilità ed estensione al territorio dei Comuni assegnati alle Zone 1 e 2 le disposizioni del D.M. 27 marzo 1998 relative al Mobility Management.

Lo stralcio di Piano "Indirizzi per la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico" ha regolamentato la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico su due livelli territoriali diversi: le Zone di Piano e le Zone di Mantenimento. Questa ripartizione del territorio tra zone a rischio (Zone di Piano) e zone (Zone di Mantenimento) in cui sostanzialmente la qualità dell'aria era buona e quindi sarebbe stato sufficiente mantenerla tale, era frutto di una ottemperanza alle disposizioni che facevano capo all'articolo 3 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 relativo ai criteri per l'elaborazione dei piani regionali e all'articolo 9 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 inerente i criteri per la raccolta dei dati. Questi criteri sono oggi superati dalla legislazione vigente che predilige un approccio uniforme su tutto il territorio e misure focalizzate sulla riduzione delle emissioni indipendentemente da dove esse avvengano.

Sulla base della valutazione della qualità dell'aria 2001, con la D.G.R. n.14-7623 dell'11 novembre 2002 si è proceduto ad adeguare la zonizzazione del territorio e a definire i criteri per la predisposizione e la gestione dei Piani di Azione stabilendo, in particolare, la Zonizzazione 2001 (allegato 1 D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002), la Carta d'insieme della zonizzazione, l'elenco dei Comuni piemontesi e loro zonizzazione e gli indirizzi per la predisposizione e la gestione dei piani di azione (allegato 2 D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002).

Con la D.G.R. n. 19-12878 del 28 giugno 2004 la Regione Piemonte ha avviato il processo di revisione ed aggiornamento del Piano Regionale della Qualità dell'Aria, al fine di individuare nuovi e più incisivi provvedimenti ed azioni sempre per le Zone di Piano e per le Zone di Mantenimento, in grado di ridurre sensibilmente le emissioni primarie

di PM10 e di ossidi di azoto, così come quelle dei precursori del PM10 e dell'ozono.

Il D.Lgs. n. 155/2010 delinea un nuovo quadro gestionale della qualità dell'aria, al fine di garantire un approccio coerente ed uniforme in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente nel quadro del riparto di competenze tra Stato, Regioni ed Enti locali. Ciò ha comportato l'esigenza da parte della Regione Piemonte di valutare e, ove necessario, rivedere gli esistenti aspetti e strumenti di gestione della qualità dell'aria.

È pertanto iniziato un processo di revisione di tutti gli strumenti a servizio della valutazione della qualità dell'aria: il programma di valutazione (rete e modelli) e la zonizzazione del territorio per primi.

Si evidenzia come sia in corso un processo di aggiornamento del Piano regionale per la Qualità dell'Aria, per cui attualmente è stata adottata la Proposta di Piano con Deliberazione di Giunta Regionale n. 13-5132 del 5 giugno 2017.

Con l'entrata in vigore del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa), si è manifestata, quindi, la necessità di un riesame della zonizzazione del territorio regionale ai fini di renderla conforme alle nuove disposizioni statali.

L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento.

Ai fini dell'aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale sono stati analizzati i seguenti fattori:

- le caratteristiche orografiche e meteo - climatiche del territorio;
- la densità abitativa, propedeutica all'individuazione degli agglomerati;
- la distribuzione territoriale dei principali inquinanti in emissione.

L'analisi ha portato ad una prima ipotesi di zonizzazione che è stata poi confrontata con i risultati ottenuti dall'applicazione di una metodologia statistica di classificazione e caratterizzazione del territorio, denominata Functional Cluster Analysis, applicata alla base dati costituita dai campi di concentrazione prodotti su tutto il territorio regionale per gli anni 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009 dal sistema modellistico di trasporto, dispersione e trasformazione chimica di inquinanti in atmosfera utilizzato operativamente da ARPA Piemonte a supporto della Regione Piemonte. Gli esiti della suddetta simulazione sono stati utilizzati per pervenire ad un progetto di zonizzazione definitivo.

In sintesi, con la nuova zonizzazione (pubblicata con Delibera di Giunta Regionale n. 41-855 del 29 dicembre 2014), sono stati individuati un agglomerato e tre zone, come di seguito specificati:

- a) agglomerato di Torino (codice IT0118) coincidente con il territorio dei Comuni dell'Agenzia per la mobilità dell'area Metropolitana di Torino; questa zona, costituita da 32 Comuni, ha una popolazione complessiva pari a 1.555.778 abitanti ed un'estensione pari a 838 km²;
- b) zona di pianura (codice IT0119) alla quale, in aggiunta ai Comuni aggregati in zone altimetriche di pianura

- in conformità alla classificazione ISTAT, sono stati assegnati, in virtù della contiguità e del fattore di distribuzione territoriale dei vari inquinanti, i Comuni capoluogo di Provincia che ricadono in collina e i Comuni cuneesi che ricadono in montagna e hanno una densità abitativa maggiore di 50 abitanti per km² (Asti, Biella, Bernezzo, Borgo San Dalmazzo, Boves, Cervasca, Dronero, Gaiola, Peveragno, Robilante, Roccabruna, Roccasparvera, Roccavione, Venasca, Vignolo e Villar San Costanzo); questa zona, costituita da 269 Comuni, ha una popolazione di 1.326.067 abitanti e un'estensione complessiva di 6.594 km²;
- c) zona di collina (codice IT0120) alla quale, in aggiunta ai Comuni aggregati in zone altimetriche di collina in conformità alla classificazione ISTAT, sono stati assegnati i Comuni contigui che ricadono in montagna e hanno una densità abitativa maggiore di 50 abitanti per km², nonché i Comuni che si affacciano sul Lago Maggiore (Verbania, Ameno, Andorno Micca, Andrate, Arizzano, Baveno, Borgiallo, Borgone Susa, Borgosesia, Brovello Carpugnino, Bruzolo, Bussoleno, Cannero Riviera, Cannobio, Caprie, Carema, Casale Corte Cerro, Chianocco, Chiesanuova, Chiusa di San Michele, Cintano, Coassolo Torinese, Coazze, Coggiola, Collettero Castelnuovo, Condove, Corio, Donato, Forno Canavese, Germagnano, Ghiffa, Giaveno, Graglia, Gravellona Toce, Guardabosone, Inverso Pinasca, Issiglio, Massino Visconti, Miagliano, Mosso, Muzzano, Netro, Nomaglio, Nucetto, Occhieppo Superiore, Oggebbio, Omegna, Ornavasso, Perosa Argentina, Pessinetto, Pettenasco, Pinasca, Pogno Pollone, Pont-Canavese, Porte, Pralungo, Prarostino, Pratiglione, Pray, Quincinetto, Rubiana, Rueglio, Sagliano Micca, San Didero, San Germano Chisone, San Giorio di Susa, San Maurizio d'Opaglio, San Pietro Val Lemina, Sant'Antonino di Susa, Settimo Vittone, Sordevolo, Stresa, Susa, Tavagnasco, Tavigliano, Tollegno, Torre Pellice, Traves, Vaie, Val della Torre, Valduggia, Valgioie, Valle Mosso, Veglio, Vignone, Villar Focchiardo, Villar Perosa); questa zona, costituita da 660 Comuni, ha una popolazione di 1.368.853 abitanti e un'estensione complessiva di 8.811 km²;
- d) zona di montagna (codice IT0121) alla quale sono stati assegnati i Comuni aggregati in zone altimetriche di montagna in conformità alla classificazione ISTAT aventi tutte le seguenti caratteristiche:
- densità abitativa inferiore a 50 ab/km²;
 - densità emissiva per km², relativamente ad almeno due inquinanti tra quelli esaminati (PM₁₀, NO₂, NH₃), inferiore a 1 t/km²;
 - valore del cluster pari a 1.
- Questa zona, costituita da 245 Comuni, ha una popolazione di 195.532 abitanti e un'estensione complessiva di 9.144 km².

In Figura 2-37 sono riportate le principali caratteristiche dell'agglomerato e delle tre zone individuate, la cui rappresentazione grafica è riportata in Figura 2-38.

| | u.m. | Agglomerato Torino IT0118 | Zona pianura IT0119 | Zona collina IT0120 | Zona montagna IT0121 | Totale |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|
| N° Comuni | | 32 | 269 | 660 | 245 | 1.206 |
| Popolazione | | 1.555.778 | 1.326.067 | 1.368.853 | 195.532 | 4.446.230 |
| Superficie Comuni | km ² | 838 | 6.595 | 8.811 | 9.144 | 25.389 |
| Densità abitativa | ab/km ² | 1.856 | 201 | 155 | 21 | 175 |
| Densità em. PM10 | t/km ² | 3,57 | 0,78 | 0,55 | 0,13 | 0,56 |
| Densità em. NO _x | t/km ² | 16,68 | 3,70 | 2,36 | 0,34 | 2,45 |
| Densità em. COV | t/km ² | 19,44 | 3,11 | 4,18 | 2,05 | 3,64 |
| Densità em. NH ₃ | t/km ² | 2,76 | 4,02 | 1,03 | 0,19 | 1,56 |

Figura 2-37 Principali caratteristiche dell'agglomerato e delle tre zone (Fonte: Deliberazione della Giunta Regionale 29 dicembre 2014, n. 41-855 Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010)

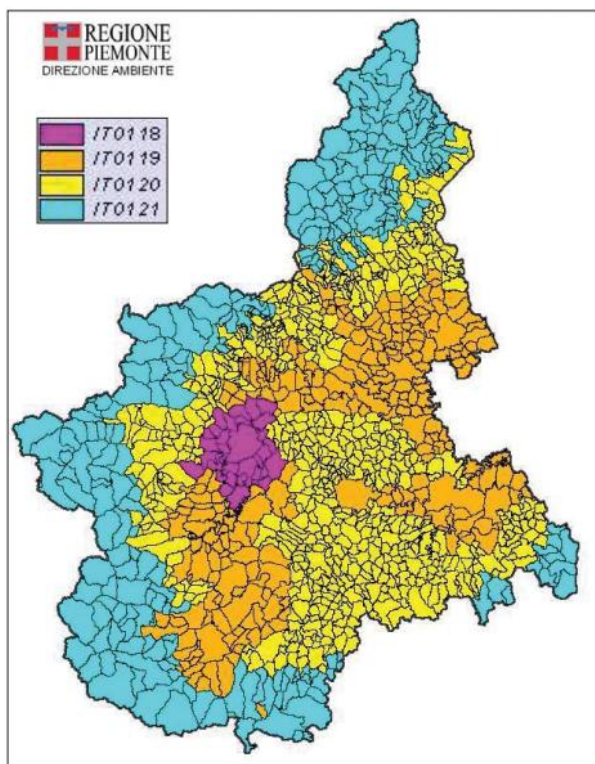


Figura 2-38 Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione (Fonte: Deliberazione della Giunta Regionale 29 dicembre 2014, n. 41-855 Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010)

Prendendo in considerazione l'ambito di studio del presente studio, è possibile notare come i comuni ricadenti in tale ambito (Lessona, Masserano, Brusnengo, Roasio, Lozzolo, Gattinara, Romagnano Sesia e Ghemme) appartengano tutti alla "zona di collina". Tale zona è stata delimitata in relazione agli obiettivi di protezione per la salute umana per i seguenti inquinanti: NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P. Dall'analisi dei dati è emerso come la zona in questione si caratterizzi per la presenza di livelli sopra la soglia di valutazione superiore per gli inquinanti NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} e B(a)P. Il benzene si posiziona tra la soglia di valutazione inferiore e superiore. Il resto degli inquinanti, invece, è sotto la soglia di valutazione inferiore.

Stante la specificità delle condizioni orografiche e meteorologiche del bacino padano che favoriscono l'aumento delle concentrazioni di materiale PM₁₀ nell'aria e la produzione di situazioni di inquinamento particolarmente diffuse, i piani regionali di qualità dell'aria vigenti nelle zone del bacino padano non sembrano sufficienti ad assicurare il rispetto dei valori limite di qualità dell'aria per il materiale particolato PM₁₀.

Pertanto, il 7 febbraio 2007 è stato sottoscritto il primo "Accordo tra le regioni del bacino padano per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico" tra le Regioni Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, le Province Autonome di Trento e Bolzano e la Repubblica e Cantone Ticino. Scopo dell'accordo era di condividere elementi e azioni di natura tecnico-organizzativa sui quali coordinare un'azione sinergica dei territori coinvolti.

A marzo 2007, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha pubblicato un decreto contenente un programma di finanziamenti connessi al miglioramento della qualità dell'aria e della riduzione delle emissioni, che con una serie di accordi tra il Ministero e le singole Regioni o Province è andato a cofinanziare una serie di progetti legati alle azioni previste nell'Accordo.

Con sentenza del 19 dicembre 2012, però, la Corte di Giustizia dell'Unione Europea ha condannato l'Italia per non aver provveduto, negli anni 2006 e 2007, ad assicurare che le concentrazioni di materiale particolato PM₁₀ rispettassero i valori limite fissati dalla direttiva 1999/30/CE in numerose zone e Agglomerati del territorio italiano.

Al fine di porre rimedio a questa situazione, il Ministero dell'Ambiente, insieme ai Ministeri aventi competenza sui settori che producono emissioni in atmosfera, ha avviato una nuova e più determinata strategia a livello nazionale, per integrare l'azione intrapresa dalle Regioni e Province Autonome, individuando misure di breve, medio e lungo periodo. Il 19 dicembre 2013 è pertanto stato sottoscritto un Accordo tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Ministero della Salute, Regioni e Province Autonome del bacino padano, per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria.

Viste le procedure di infrazione sulla qualità dell'aria avviate dalla Commissione Europea nei confronti dello Stato italiano, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il 30 dicembre 2015 ha attivato un protocollo con il quale ha individuato un consistente quantitativo di risorse da mettere a disposizione di Regioni, Province Autonome e Città Metropolitane, provenienti in parte dal Fondo Kyoto e in parte dal MISE e dal GSE, da utilizzare sulle seguenti misure/azioni a breve e a lungo termine:

In ultimo con Deliberazione della Giunta Regionale del 5 giugno 2017, n. 22-5139 è stato approvato lo schema di Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano, ai sensi della L. 88/2009.

Nonostante i positivi effetti prodotti dall'Accordo di Programma del 2013 e dal Protocollo di Intesa del 2015, in un arco temporale caratterizzato da una progressiva riduzione del numero delle zone di superamento dei valori limite e dell'entità dei superamenti per il materiale particolato PM₁₀ e per il biossido di azoto, si è ritenuto necessario attivare un nuovo accordo finalizzato a definire, in un quadro condiviso, importanti misure aggiuntive di risanamento da inserire nei piani di qualità dell'aria e da applicare in modo coordinato e congiunto nel territorio del Bacino Padano, anche per effetto del reperimento e del riorientamento delle risorse necessarie a sostenere tali misure.

2.5.2 LA RETE DI MONITORAGGIO E LA CENTRALINA DI RIFERIMENTO

Facendo riferimento a quanto esplicitato all'interno della Proposta di Piano Regionale per la Qualità dell'Aria, adottata con Deliberazione di Giunta Regionale n. 13-5132 del 5 giugno 2017, la rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) in Piemonte è attualmente composta da 58 stazioni fisse, delle quali 4 di proprietà privata, situate in prossimità di impianti industriali ed in particolare un inceneritore, una centrale termoelettrica a metano ed una azienda chimica finalizzate alla valutazione dell'eventuale impatto locale delle stesse sull'aria ambiente.

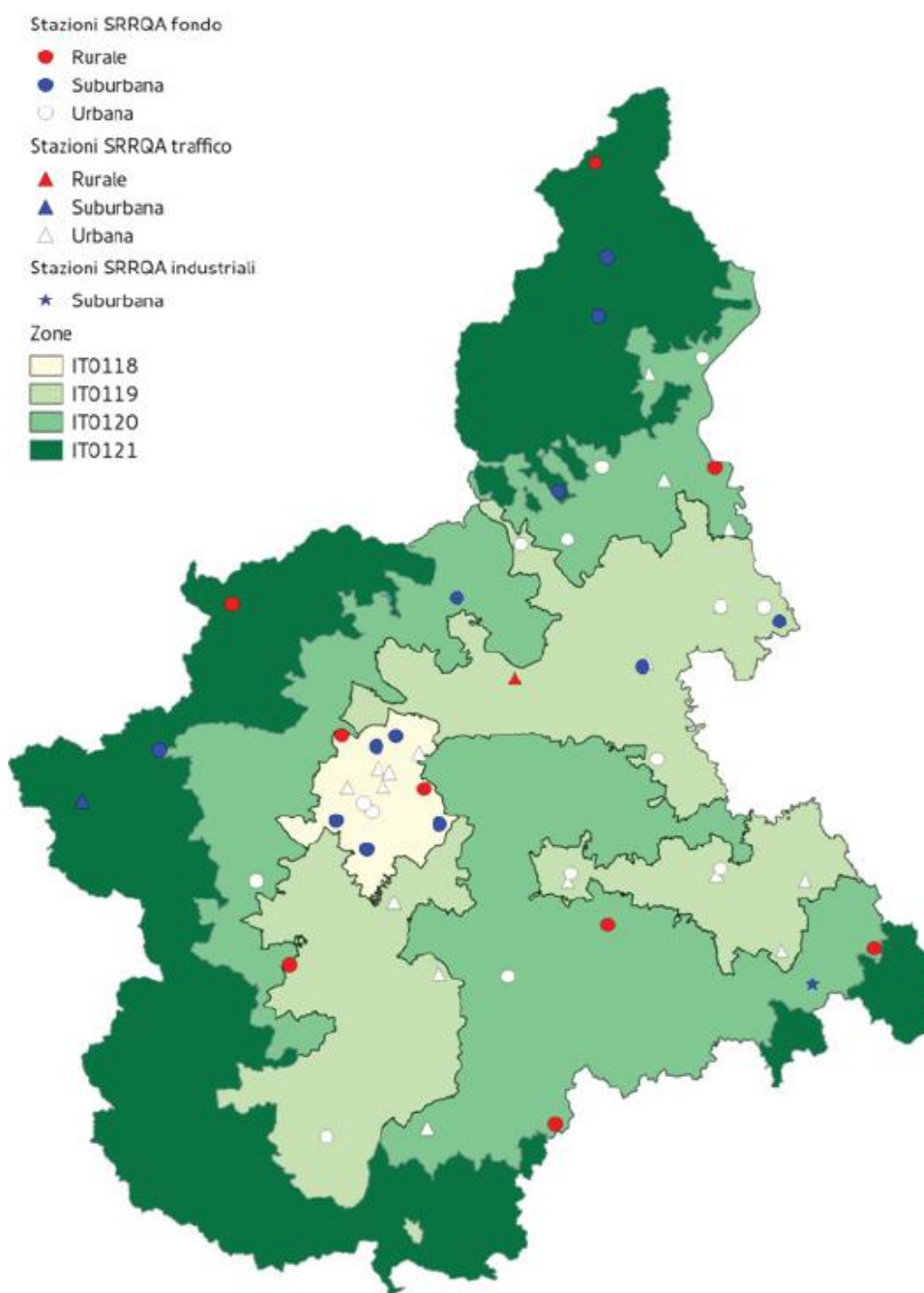


Figura 2-39 La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria al 31/12/2015 (Fonte: Proposta di Piano Regionale per la Qualità dell'Aria, adottata con Deliberazione di Giunta Regionale n. 13-5132 del 5 giugno 2017)

Nelle stazioni sono installati sia analizzatori automatici - che forniscono dati in continuo ad intervalli regolari di tutti i parametri monitorati, con cadenza generalmente oraria - sia campionatori.

Solo per il particolato PM10 e PM2,5 sono utilizzati sia analizzatori automatici sia campionatori per la gravimetria: i primi producono dati orari o giornalieri, mentre i secondi solo giornalieri. I dati di IPA e metalli, ottenuti in laboratorio tramite speciazione sui filtri di particolato, sono forniti con cadenza mensile utilizzando comunque i filtri di PM10 campionati quotidianamente.

I punti di misura sono dislocati sul territorio regionale in funzione della zonizzazione del territorio, effettuata ai sensi dell'art. 3 del decreto 155/2010, della densità abitativa e altri parametri, in modo da garantire una valutazione della qualità dell'aria rappresentativa per ciascuna zona (Agglomerato torinese IT0118, Zona di Pianura IT0119, Zona di Collina IT0120, Zona di Montagna IT0121 e Zona regionale - escluso l'Agglomerato - per l'ozono IT0122). (Figura 4.2)

I punti di misura, ove sono misurati o campionati i principali inquinanti, possono essere descritti in relazione alla loro collocazione per tipo di zona (urbana/ suburbana/rurale) o per tipo di stazione (traffico/fondo/ industriale).

Più in dettaglio le stazioni di traffico sono collocate in posizione tale da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari; le stazioni di fondo rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzati da singole sorgenti ma riferibili al loro contributo integrato, mentre quelle industriali rilevano l'eventuale contributo connesso alle limitrofe attività produttive.

La rete di monitoraggio comprende inoltre 6 laboratori mobili attrezzati, per realizzare campagne brevi di monitoraggio in siti non presidiati dalla rete fissa, e 8 Centri Operativi Provinciali (COP), presso i quali sono effettuate le operazioni di validazione sia dei dati rilevati automaticamente sia dei dati prodotti nei laboratori dell'Agenzia.

La rete regionale è stata oggetto di un'attività di razionalizzazione, sia dal punto di vista strumentale che infrastrutturale, al fine di rendere la stessa sempre più efficiente e conforme a quanto richiesto dalla normativa nazionale vigente.

Relativamente all'area di studio del presente studio, a valle di una prima analisi delle centraline presenti in prossimità dell'area di intervento, è stata scelta come centralina di riferimento quella più vicina e significativa in termini di tipologia. Tale centralina è rappresentata dalla stazione di Cossato – Pace, localizzata in Provincia di Biella e specificatamente posta in Piazza della Pace, 2, distante circa 10 chilometri in media dall'infrastruttura in studio. Questa è classificata come centralina di “fondo urbana” ed è stata presa come riferimento nelle analisi modellistiche. Nonostante sia localizzata in un contesto urbano, diverso dal contesto in cui è prevista la collocazione dell'infrastruttura in oggetto, prevalentemente rurale, è stato possibile considerarla rappresentativa poiché l'area urbana in cui è situata tale centralina è caratterizzata da una bassa densità abitativa. Pertanto, in via cautelativa, è stato possibile prenderla come riferimento per caratterizzare la qualità dell'aria di fondo dell'area di studio oggetto del presente studio. Gli inquinanti monitorati dalla centralina di Cossato - Pace, nell'anno preso come riferimento per lo stato attuale (2017), sono:

- Ossidi di Azoto;
- Biossido di Azoto;
- Particolato PM10.

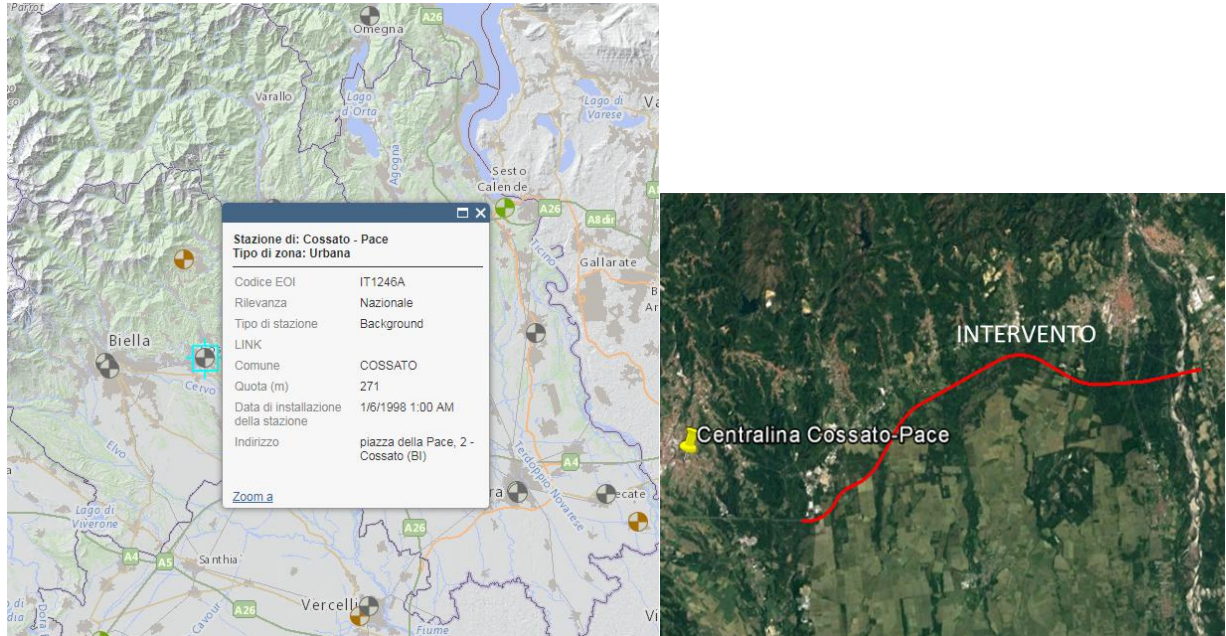


Figura 2-40 Centralina qualità dell'aria Cossato – Pace (Fonte: ARPA Piemonte)

2.5.3 ANALISI DEGLI INQUINANTI MONITORATI

2.5.3.1 Ossidi e biossidi di Azoto

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO_2).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N_2) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO_2), che è quindi un inquinante secondario, poiché non viene emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario" ciò significa che si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo - rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitriti. Da notare che gli NO_x vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni

polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

Concentrazioni di NO_x

Tramite i dati della centralina è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni dell'inquinante NO_x, in particolare è stato preso in considerazione un intervallo temporale di 5 anni, dal 2013 al 2017. Nella Tabella 2-17 sono riportati tutti i valori calcolati per l'NO_x nei diversi anni.

| Anno | Valore Medio | Percentili | | | | | Valore Massimo | Superamenti |
|------|--------------|------------|-------|-------|-------|--------|----------------|-------------|
| | | 50° | 85° | 90° | 95° | 99° | | |
| 2013 | 33,61 | 22,00 | 50,00 | 60,00 | 73,00 | 100,00 | 152,00 | - |
| 2014 | 27,06 | 17,00 | 37,00 | 45,00 | 58,00 | 82,00 | 135,00 | - |
| 2015 | 34,79 | 23,00 | 48,00 | 58,00 | 73,00 | 103,00 | 171,14 | - |
| 2016 | 31,92 | 20,00 | 43,00 | 52,40 | 66,00 | 95,00 | 156,36 | - |
| 2017 | 28,56 | 20,00 | 37,00 | 44,00 | 55,00 | 78,00 | 128,00 | - |

Tabella 2-17 Analisi dei percentili NO_x negli anni 2013-2017 – Centralina di Cossato – Pace (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 2-41 e Figura 2-42. In particolare, la Figura 2-41 riporta l'analisi della distribuzione dei percentili. Quello che è possibile evidenziare è come, le diverse distribuzioni annuali si discostino in modo significativo solo nell'ultima parte della distribuzione (ovvero per poche ore all'anno). Le differenze più marcate si possono notare, infatti, rispetto al 99° percentile e rispetto ai valori massimi.

Effettuando un'analisi storica di tali valori si può notare come negli anni sia leggermente diminuita la quantità media di concentrazione oraria di tale inquinante, passando dai 33,61 µg/m³ del 2013 ai 28,56 µg/m³ del 2017, ad eccezione dell'anno 2014 per cui il valore di media annua registrato risulta più basso di quello del 2017. Per i valori massimi invece, non è possibile definire un trend di riduzione, in quanto i valori sono maggiormente dispersi negli anni. Pertanto, è possibile affermare che negli ultimi cinque anni non si rilevano sostanziali differenze in termini di NO_x, i cui valori di concentrazione rimangono pressoché costanti.

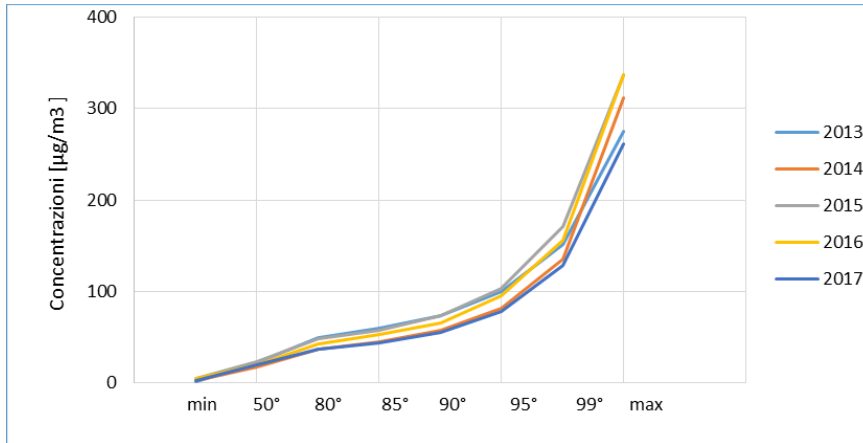


Figura 2-41 Percentili e valori massimi annui NOx (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

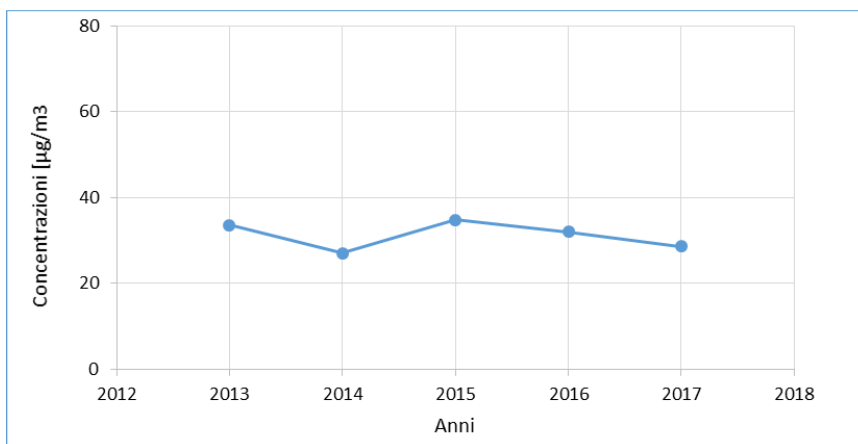


Figura 2-42 Medie annuali NOx (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Vengono, inoltre, presentati tutti i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2013-2017, degli Ossidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, sia possibile evidenziare un trend pressoché costante all'interno dell'arco temporale di riferimento (cfr. Figura 2-43).

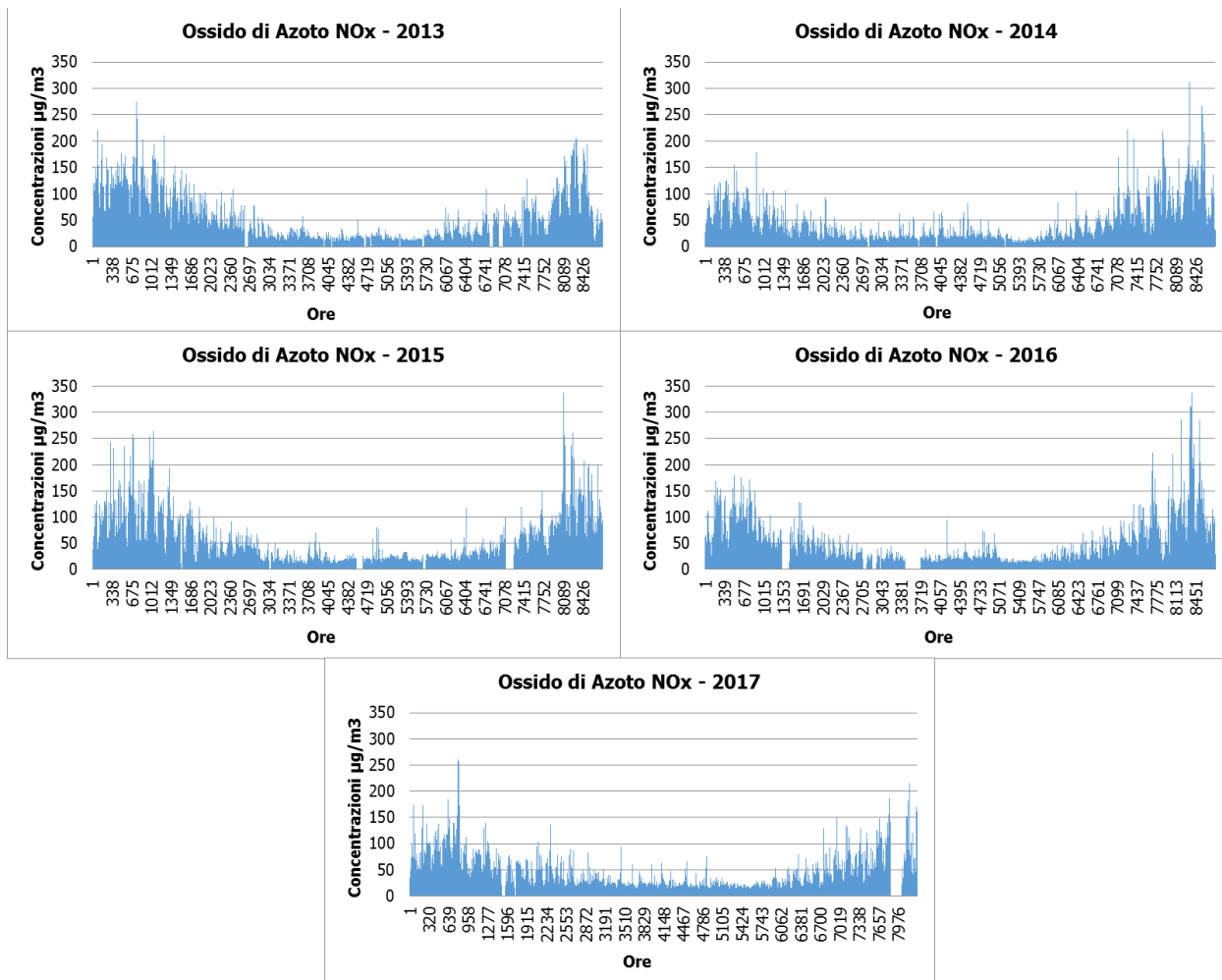


Figura 2-43 Valori orari di NOx anni 2013-2017 Centralina di Cossato - Pace (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Concentrazioni di NO₂

I soli NO_x, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio e soprattutto non verificano i limiti normativi. Pertanto, è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO₂. Sono stati riassunti, nella Tabella 2-18, i dati presenti per il Biossido di Azoto dei 5 anni rilevati.

| Anno | Valore Medio | Percentili | | | | | Valore Massimo | Superamenti |
|------|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------------|
| | | 50° | 85° | 90° | 95° | 99° | | |
| 2013 | 22,21 | 16,00 | 36,00 | 42,00 | 50,00 | 59,15 | 75,00 | 0 |
| 2014 | 16,57 | 13,00 | 27,00 | 30,00 | 35,00 | 41,00 | 54,00 | 0 |
| 2015 | 19,68 | 14,00 | 31,00 | 36,00 | 42,00 | 51,00 | 67,00 | 0 |
| 2016 | 20,35 | 15,00 | 31,00 | 36,00 | 41,00 | 48,00 | 60,00 | 0 |
| 2017 | 20,49 | 16,00 | 29,00 | 34,00 | 41,00 | 50,00 | 63,00 | 0 |

Tabella 2-18 Analisi dei percentili NO₂ negli anni 2013-2017 – Centralina di Cossato – Pace (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

In analogia a quanto visto per gli NO_x, rappresentando in forma grafica tali valori è possibile ottimizzare la lettura del dato. Il primo grafico proposto (cfr. Figura 2-44) permette di notare, come già visto nel medesimo grafico relativo agli Ossidi di Azoto, come i valori relativi a tutte i percentili analizzati siano leggermente diminuiti negli anni ad eccezione del 2014, per cui si sono registrati valori di concentrazione inferiori.

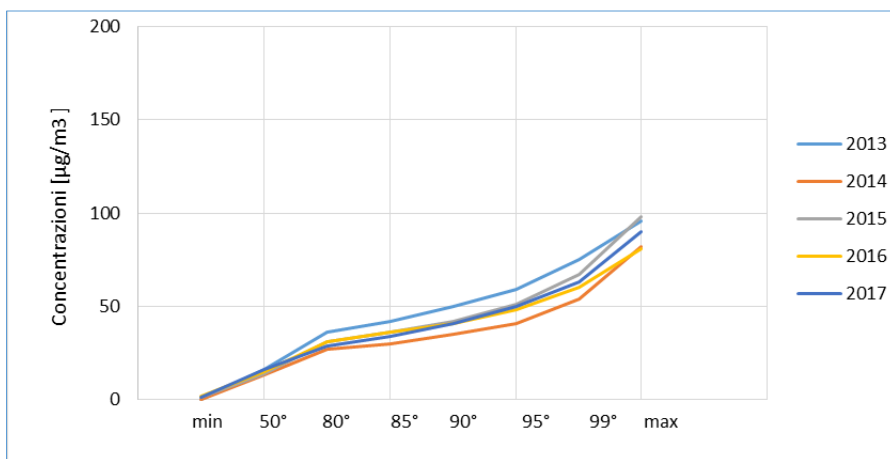


Figura 2-44 Percentili e valori massimi annui NO2 (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

In accordo con gli Ossidi di Azoto, per quanto riguarda le medie per ogni anno rilevato (cfr. Figura 2-45), si può notare come col passare degli anni il trend sia rimasto costante, registrando un minimo, coerentemente all'analisi degli ossidi di azoto, nel 2014.

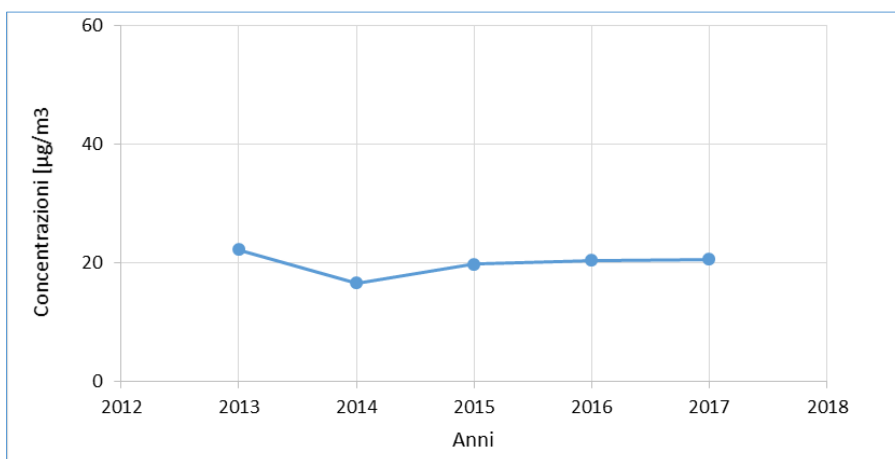


Figura 2-45 Medie annuali NO2 (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Sono stati, inoltre, presentati i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2013-2017, dei Biossidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, si può notare un trend costante nell'arco temporale preso in considerazione (cfr. Figura 2-46).

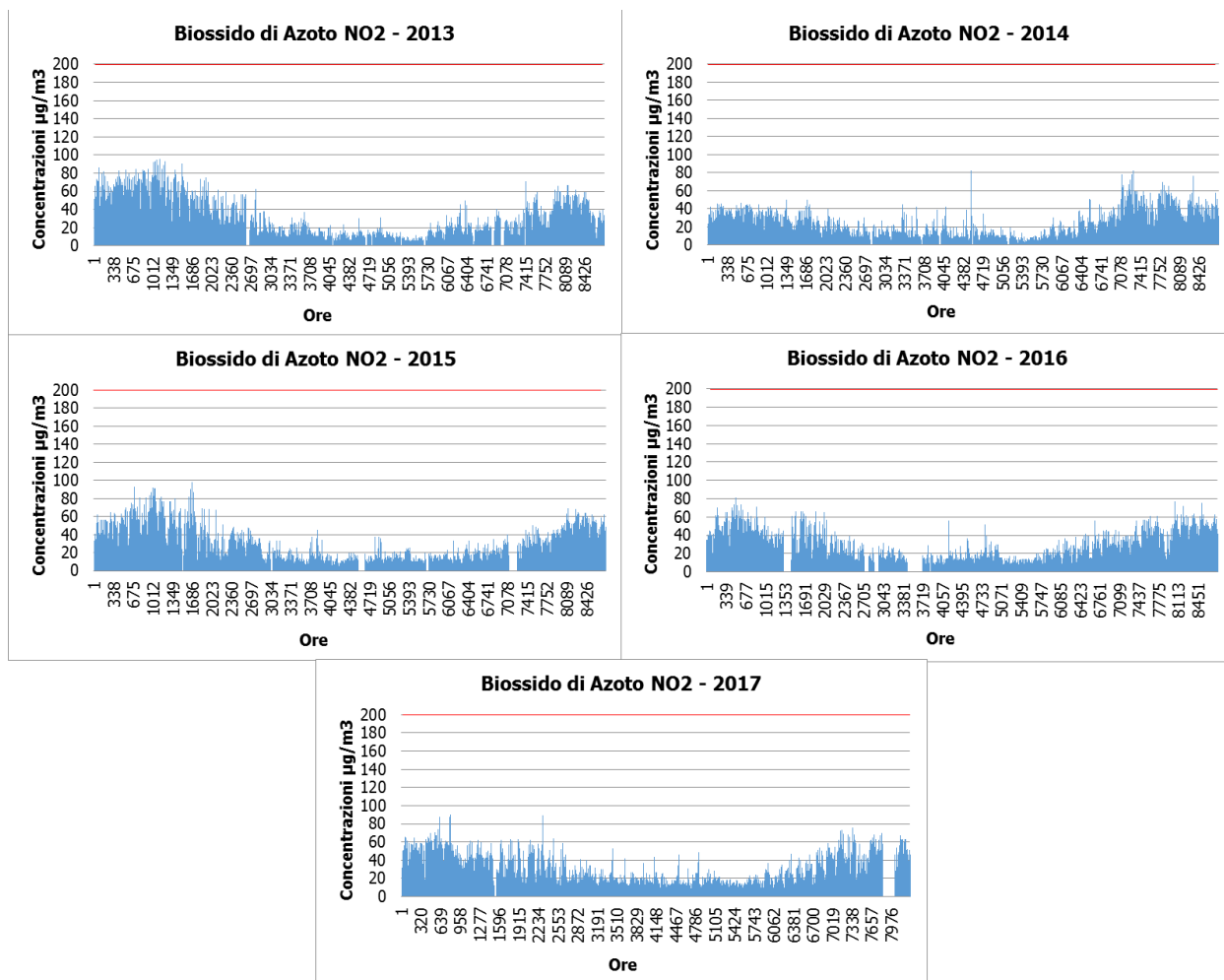


Figura 2-46 Valori orari di NO₂ anni 2013-2017 Centralina di Cossato - Pace (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Relazione NO_x – NO₂

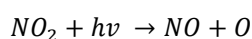
Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinanti, è relativo agli ossidi di azoto NO_x. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO₂.

Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO₂, costituendo così una produzione secondaria di biossido di azoto, nonché producendo ozono.

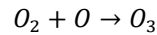
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni.

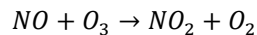
L'NO₂ prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi



Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O₂ dando origine all'ozono O₃



L'O₃ reagisce con l'NO per formare nuovamente NO₂ e O₂



Le reazioni sin qui espone rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO₂ in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati.

Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

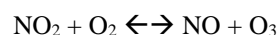
Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwent and Middleton" 1996¹ il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO_x-NO₂ ricavato da numerose misure sperimentali nell'area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da "Düring et al." nel 2011², anch'esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, "ARPA Emilia Romagna"³, è stato evidenziato come il valore del rapporto NO₂/NO_x sia pari al 10% "*...si può ritenere che la produzione di NO₂, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell'ossido di azoto complessivamente generato...*".

Continuando l'analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle trasformazioni degli NO_x nelle due componenti principali NO e NO₂. Uno studio condotto in Cina (Suqin Han et al., 2011).⁴ ha valutato il rapporto NO₂/NO_x relazionandolo all'ozono, O₃.

Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006⁵ hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO₂/NO_x e l'ozono O₃ indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l'equilibrio foto-stazionario:



Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{NO * O_3}{NO_2} = k$$

dove k è la costante di equilibrio.

Tuttavia, per la valutazione del caso in esame, ed in funzione delle variabili da cui dipende il ciclo di trasformazione sopraesposto, si è ritenuto importante considerare una legge empirica che potesse tener conto delle condizioni locali.

1 Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO₂:NO_x. Clean Air, 26: 57-60.

2 Düring I, Bächlin W, Ketzler M, et al. (2011) A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift 20:67-73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491

3 Arpa Emilia Romagna

4 Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011

5 Unexpectedly low decrease of NO₂ air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

A tale scopo è stata effettuata un'elaborazione specifica per determinare la correlazione tra NO_x e NO_2 in funzione dei dati rilevati dalle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di riferimento, esposti precedentemente.

Tale analisi ha mostrato un andamento parabolico della relazione tra $\frac{\text{NO}_2}{\text{NO}_x}$.

Infatti, dalla nuvola di punti, Figura 2-47, è stato possibile determinare una legge di regressione tra NO_x e NO_2 .

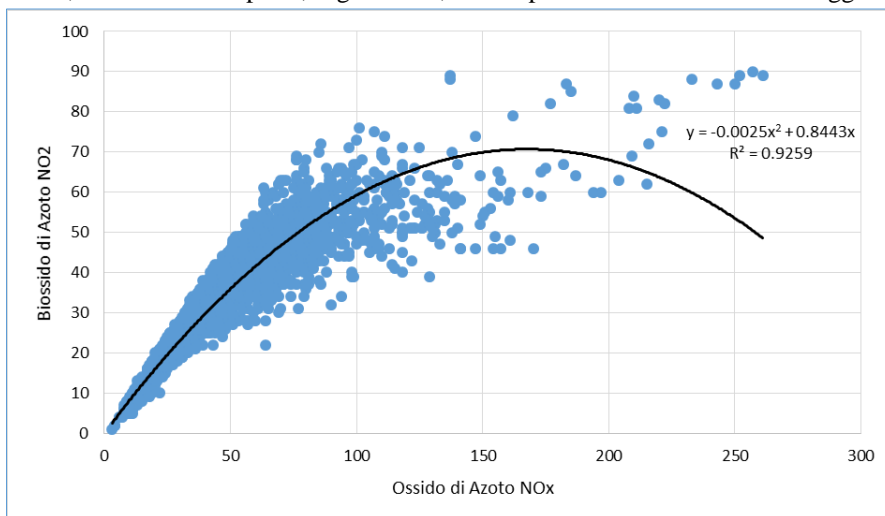


Figura 2-47 Nuvola di punti concentrazioni NO_x - NO_2 medie orarie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Considerando la concavità verso il basso della curva di tendenza si può notare come superati i $168,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, all'aumentare degli NO_x , si ottiene una diminuzione degli NO_2 . Questo per valori molto elevati di NO_x potrebbe diventare poco cautelativo.

Tuttavia, utilizzando le equazioni sopracitate, così come definito da Arpa Emilia Romagna, attraverso una relazione lineare con coefficiente angolare pari a 0.1, si ottiene una relazione tra NO_2/NO_x pari al 10%, che fornisce valori cautelativi unicamente per valori di NO_x molto elevati.

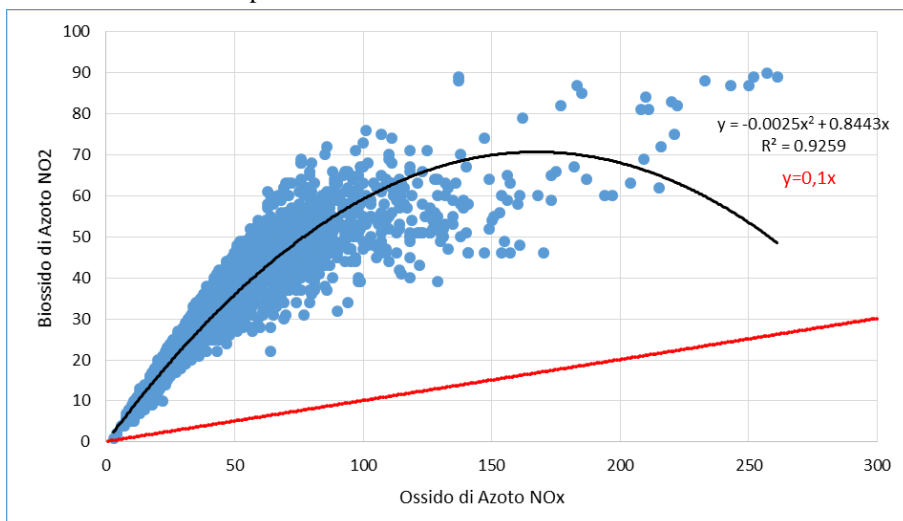


Figura 2-48 Confronto curve di correlazione NO_2 - NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Confrontando le due curve si può notare come la retta di regressione lineare sia situata sempre al disotto della retta di regressione parabolica. Quindi si otterrebbe una sottostima della percentuale di NO₂ negli NO_x. (cfr. Figura 2-48). Per cui, è stato considerato cautelativo utilizzare entrambe le curve correlandole a range differenti di Ossido di Azoto, tenendo anche presente l'affidabilità dalla relazione parabolica, il cui coefficienti di determinazione è R²=0,9259. Tale relazione è stata utilizzata fino al punto in cui la parabola decresce, quindi nell'intervallo 0-168,86 µg/m³ di Ossidi di Azoto. La relazione lineare inizia, invece, il suo intervallo di validità da 168,86 µg/m³ per cui da quel valore di NO_x si considera la retta traslata verso l'alto.

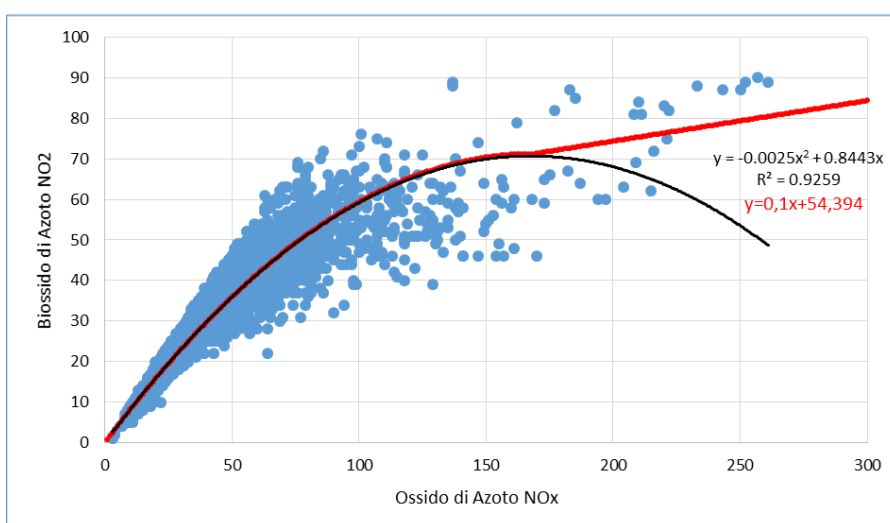


Figura 2-49 Combinazione delle curve di regressione considerate [µg/m³]

La formulazione considerata con riferimento ai valori orari pertanto sarà la seguente:

$$NO_2 = \begin{cases} -0,0025 NO_x^2 + 0,8443 NO_x, & NO_x < 168,86 \\ 0,1NO_x + 54,394 & , NO_x \geq 168,86 \end{cases}$$

2.5.3.2 Particolato

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 µm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 µm;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 µm e rilasciate solitamente da processi

chimici e metallurgici;

- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2 μm e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 μm ;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500 μm .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera.

Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 μm , e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 μm e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte, infatti nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 μm vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.).

Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza, accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopolmonite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli. Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici,

insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti.

Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici) possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra.

È stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi.

Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5° C.

Concentrazioni di PM₁₀

Per analizzare i valori di concentrazione del PM₁₀ sono stati visionati i dati registrati nello stesso arco di riferimento delle analisi effettuate per gli ossidi di azoto, ossia dal 2013 al 2017. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Sono stati riassunti, nella Tabella 2-19, i dati presenti per il PM₁₀ negli anni rilevati, dalla quale emerge la criticità del PM₁₀ nell'area di riferimento, dato l'elevato numero di superamenti del limite normativo.

| Anno | Valore Medio | Percentili | | | | | Valore Massimo | Superamenti |
|------|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------------|
| | | 50° | 85° | 90° | 95° | 99° | | |
| 2013 | 24,50 | 20,00 | 36,00 | 42,40 | 49,60 | 66,80 | 83,56 | 33 |
| 2014 | 20,88 | 17,00 | 29,00 | 33,05 | 38,70 | 50,00 | 62,47 | 16 |
| 2015 | 25,33 | 18,00 | 38,00 | 43,25 | 49,00 | 64,50 | 100,65 | 32 |
| 2016 | 23,09 | 18,00 | 33,80 | 39,35 | 46,00 | 64,00 | 82,49 | 28 |
| 2017 | 25,64 | 18,00 | 36,00 | 46,00 | 55,50 | 72,50 | 111,65 | 41 |

Tabella 2-19 Analisi dei percentili PM₁₀ negli anni 2013-2017 – Centralina di Cossato - Pace (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

La sintesi di questi dati, attraverso i grafici di seguito riportati, permette una lettura più chiara dell'andamento nel tempo del PM₁₀.

Dai grafici è possibile notare come non sia evidente un trend ben preciso dei valori registrati, pertanto l'andamento delle concentrazioni di PM₁₀, sia in termini di percentili che di media e massima, può considerarsi pressoché costante negli ultimi cinque anni di riferimento. Come si nota infatti in Figura 2-51, il valore medio risulta essere oscillante negli anni, senza evidenziare un preciso andamento crescente o decrescente.

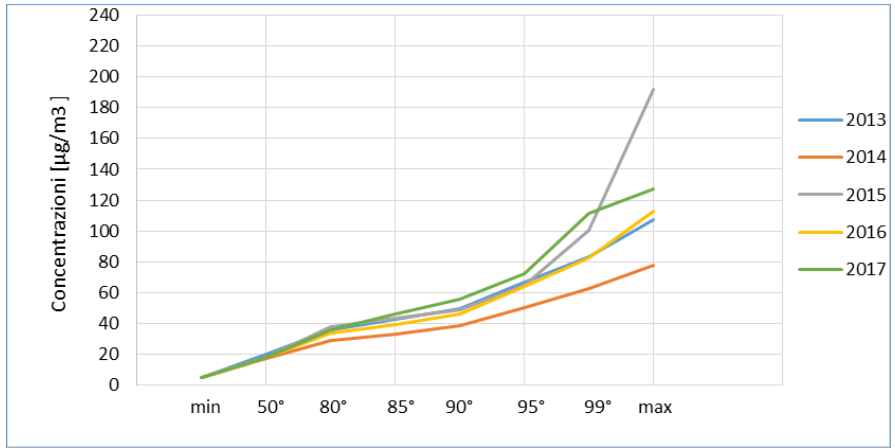


Figura 2-50 Percentili e valori massimi annuali PM10 (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

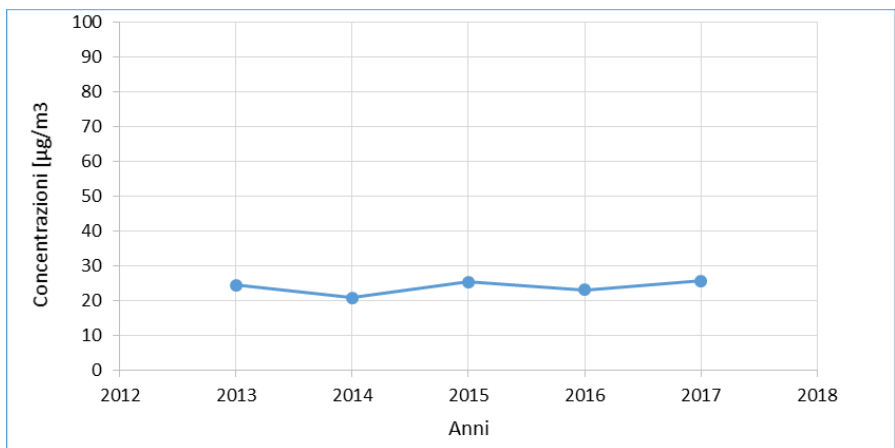


Figura 2-51 Medie annuali PM10 (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

Questo andamento costante dei valori di PM₁₀ è evidenziato anche confrontando il dato orario per i diversi anni analizzati, riportato in Figura 2-52.

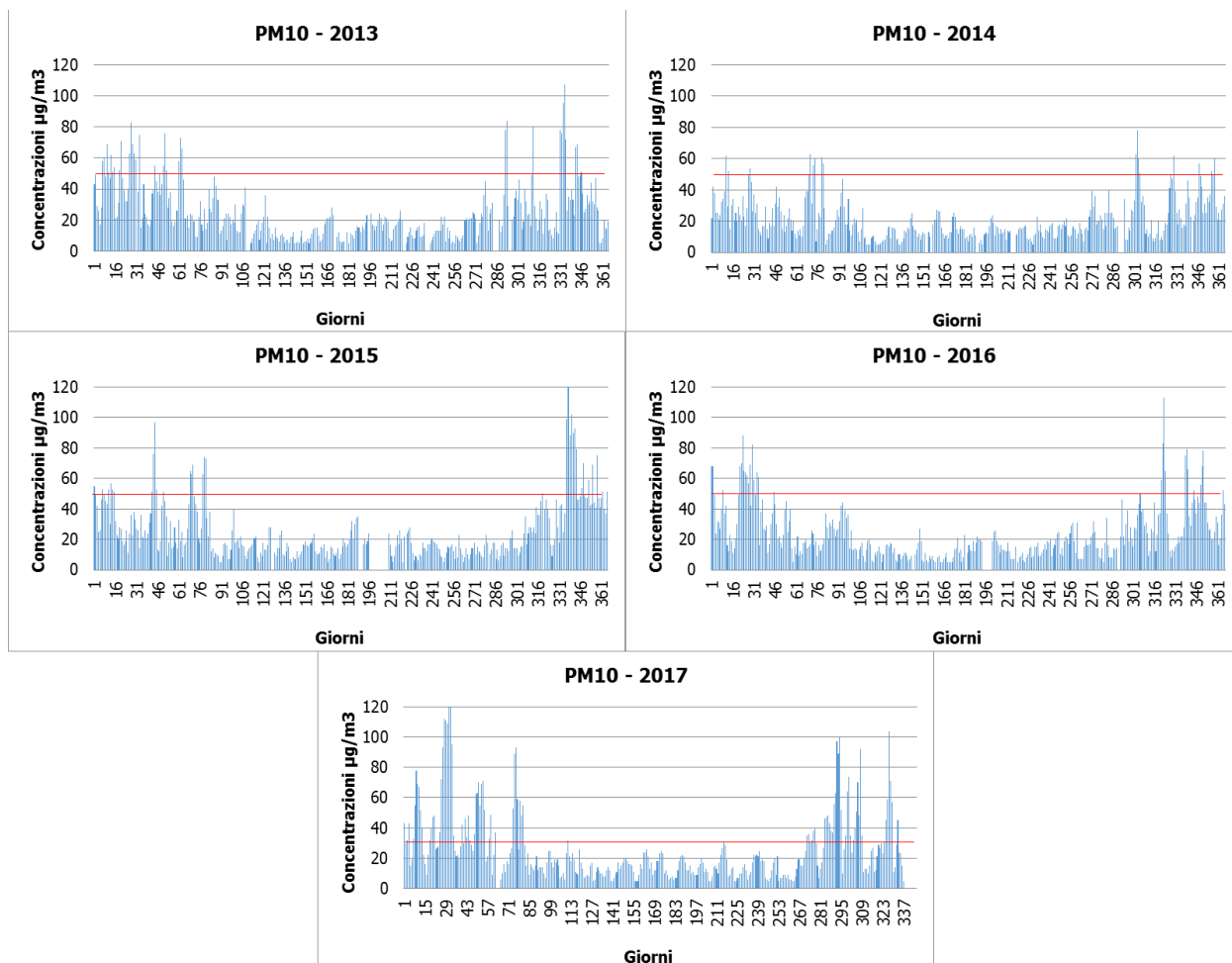


Figura 2-52 Valori orari di PM10 anni 2013-2017 Centralina di Cossato - Pace (Fonte: elaborazione dati ARPA Piemonte)

2.5.4 QUADRO SINOTTICO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel presente paragrafo si riassumono i valori di qualità dell'aria relativi alla centralina di Cossato - Pace rappresentativa della qualità dell'aria circostante l'infrastruttura in esame. La Tabella 2-20 nello specifico mostra i valori di riferimento all'anno 2017, anno di riferimento dello scenario attuale per le analisi effettuate.

| Inquinante | Valore di qualità dell'aria media annua 2017 |
|-------------------------------------|--|
| Ossido di Azoto – NO _x | 28,56 µg/m ³ |
| Biossido di Azoto – NO ₂ | 20,49 µg/m ³ |
| Particolato – PM ₁₀ | 25,64 µg/m ³ |

Tabella 2-20 Valori di qualità dell'aria media annua (2017)

Considerato che da fonti bibliografiche il PM_{2.5} può essere calcolato come quota parte del PM₁₀ ed in particolare circa il 60% di questo, è stato preso come riferimento per il fondo del PM_{2.5} un valore di concentrazione pari a 15,38 µg/m³.

2.6 I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI

2.6.1 COPERT 5

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le valutazioni e le analisi emissive e diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la valutazione dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Tale software è lo standard europeo per la valutazione delle emissioni da traffico veicolare stradale. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini da una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da versioni successive aggiornate, fino ad arrivare alla versione attuale che rappresenta una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

- a) Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
- b) Programma annuale di lavoro del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";
- c) Programma di lavoro del "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
- d) Progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4° Framework Program (1996-1998);
- e) Il progetto particolare (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);
- f) Il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);
- g) Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)⁶.

Attraverso alcuni dati di input, quali la composizione del parco veicolare circolante e la velocità media è possibile calcolare i fattori di emissioni corrispondenti per ogni tipologia di veicolo e per ogni inquinante considerato.

2.6.2 COPERT STREET LEVEL

Per l'analisi emissiva della rete stradale considerata, invece, si è fatto riferimento al software Copert Street Level che si basa sul software COPERT, ma introduce un approccio nuovo sul livello di calcolo delle emissioni. Il software, infatti è in grado di calcolare le emissioni su una singola strada o su un'intera rete stradale attraverso un set minimo di dati di input producendo risultati affidabili in tempi veloci.

⁶ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

2.6.3 CALROADS

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti, invece, è Calroads View. Tale software integra su un'unica piattaforma grafica tre modelli differenti per l'analisi delle concentrazioni da traffico veicolare:

- Caline 4;
- CAL3QHC;
- CAL3QHCR.

Nel caso in esame è stato utilizzato, per la modellazione dell'area, il modello CAL3QHCR. Tale modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello i fattori di emissione generati dai veicoli ed il volume di traffico.

Il software, al fine di analizzare i dati meteorologici è integrato con un processore meteorologico specifico, RAMMET View, il quale partendo dai rilievi meteorologici a terra ed in quota è in grado di processare i dati al fine di poter generare un file di input utile per l'analisi delle dispersioni. Tale modello al suo interno contiene uno specifico processore, che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 2-53.

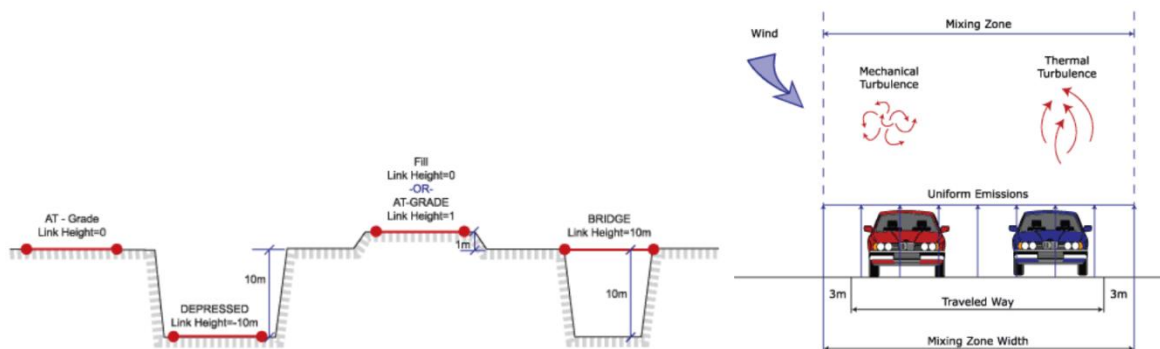


Figura 2-53 Modellazione geometrica del tracciato

Il software inoltre è in grado di poter modellare ogni singolo link secondo la tecnica di flusso libero o in coda. Rispetto a quest'ultimo aspetto il modello permette di definire due differenti tipologie di parametri emissivi: nel caso di flusso libero il parametro emissivo risulta calcolato in g/km, mentre in caso di coda in g/h considerando quindi l'effetto generato dai veicoli fermi in coda in attesa di utilizzare l'intersezione.

In ultimo il software consente di inserire i ricettori quali punti di calcolo del modello. Tali punti possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda la prima tipologia di ricettore, occorre definire la posizione in termini di X, Y e Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di ricettori parallela al link selezionato posto ad una distanza D e spaziate tra loro di una distanza S, come mostrato in Figura 2-54. Per quanto riguarda la maglia, infine, occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.



Figura 2-54 Esempio di ricettori a link

2.6.4 AERMOD VIEW

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni del cantiere è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Tali modelli sono:

- Aermom;
- ISCST3;
- ISC-PRIME.

In particolare, AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo "Planetary boundary layer theory"⁷, che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifici, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

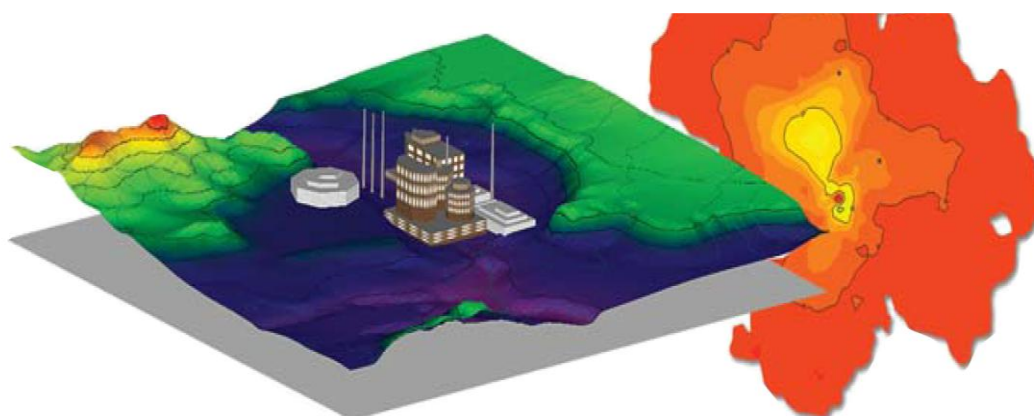


Figura 2-55 - AermomView Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello

⁷ AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa⁸:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Tale impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico. Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

Per ognuna di tali sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti ricettori i quali possono essere punti singolari, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima differente. Tale opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

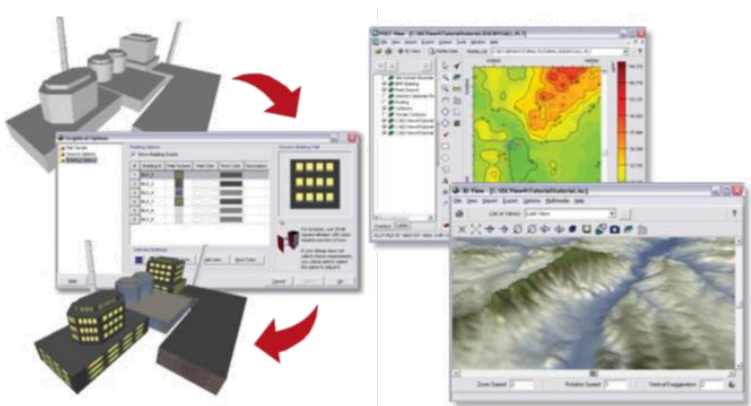


Figura 2-56 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo

⁸ US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

In ultimo il modello si avvale di due ulteriori modelli per la valutazione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.

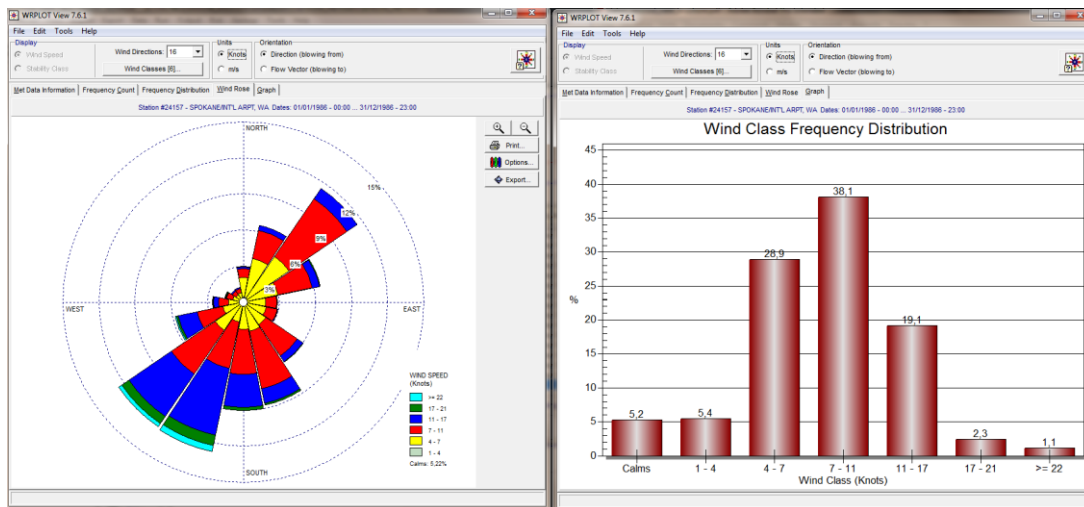


Figura 2-57 Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla valutazione delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai ricettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio, ed in particolare i parametri meteorologici ed i parametri orografici. È evidente come tali parametri possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici.

Questi due parametri, computati in maniera contemporanea, determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

La seconda famiglia di parametri, definisce, invece, il quadro "Emissivo" del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti attività effettuate all'interno del processo realizzativo dell'opera.

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla stessa area e nello

stesso arco temporale, definendo le curve di isoconcentrazione necessarie alle valutazioni degli impatti dell'opera sui ricettori sensibili.

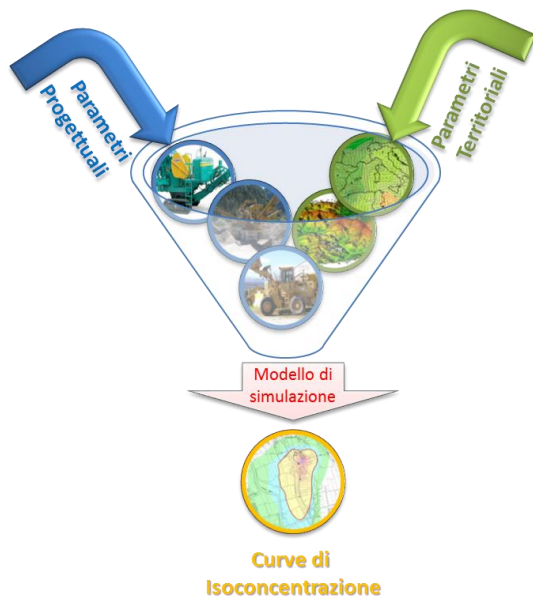


Figura 2-58 Definizione logica del modello adottato

2.7 LO SCENARIO ANTE OPERAM

2.7.1 L'ANALISI EMISSIVA

2.7.1.1 Gli input progettuali

Metodologia di analisi

Per il calcolo delle emissioni generate dal traffico veicolare dell'intera rete stradale attuale è stato considerato il software di simulazione Copert Street Level, per l'applicazione del quale è necessaria l'implementazione di un file di input adeguatamente costruito. Tale file si compone di diverse informazioni tra cui i nomi relativi ai diversi archi della rete, le coordinate corrispondenti, la lunghezza dei singoli archi, le velocità medie associate alle diverse tipologie di strade simulate ed il TGM fornito dallo studio trasportistico.

Inoltre, facendo riferimento alla composizione del parco veicolare circolante allo stato attuale è possibile valutare le emissioni sull'intera rete stradale. Di seguito si riportano i principali input presi in considerazione per le analisi modellistiche.

La rete stradale di riferimento

In Figura 2-59 viene rappresentata la rete stradale considerata per il calcolo modellistico delle emissioni. La rete comprende le principali strade statali e provinciali, nonché l'autostrada A26, circostanti il territorio in cui verrà inserita la nuova infrastruttura in progetto. In figura sono riportati inoltre, i codici dei singoli archi che sono stati simulati per i quali di seguito è stato identificato il traffico giornaliero medio relativo.

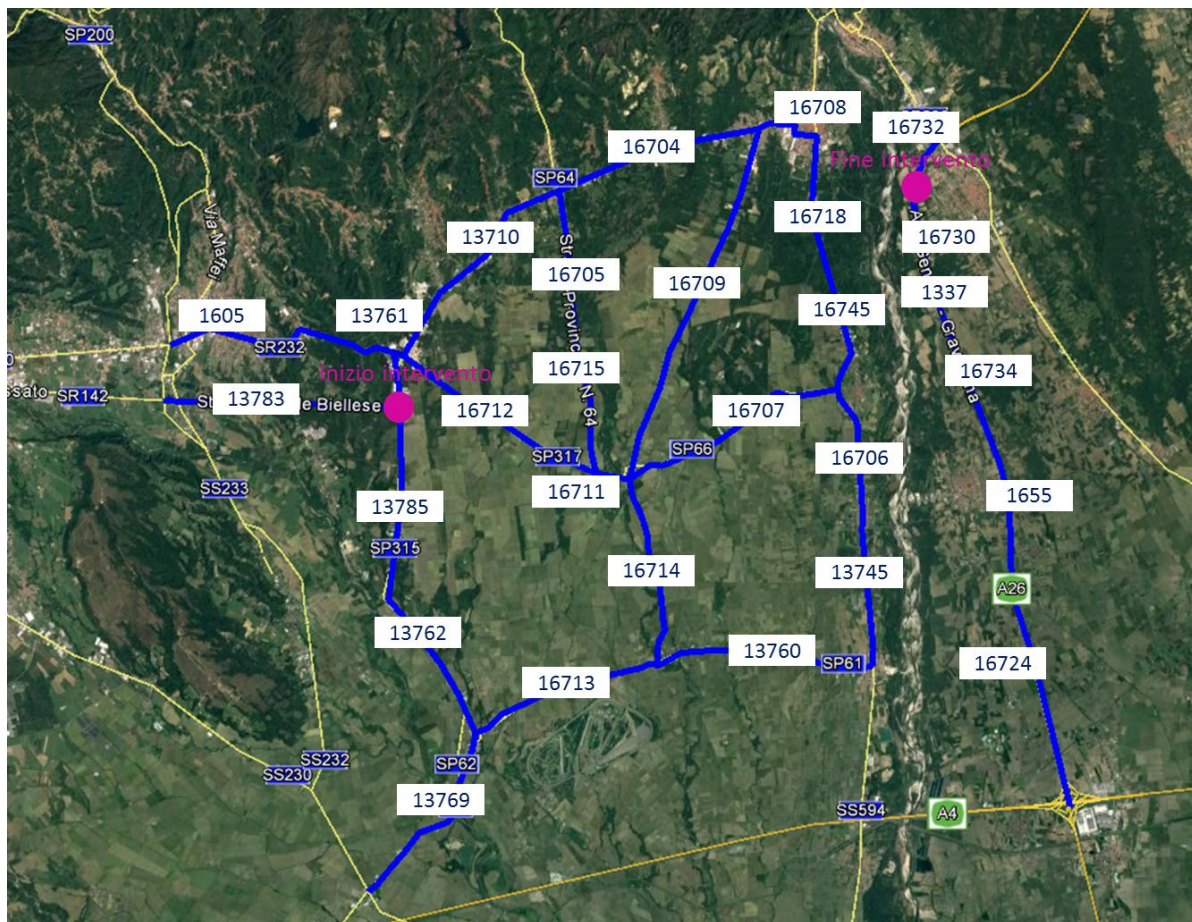


Figura 2-59 Schematizzazione della rete stradale attuale

Volumi e velocità del traffico circolante

Tra i dati progettuali utilizzati per la stima delle emissioni emergono i volumi di traffico espressi in tabella in TGM e le velocità medie di percorrenza tenute sulle diverse tipologie di strade simulate. Si specifica come, nonostante manchi il tratto di collegamento tra la vecchia SS142 e la A26 (tra il link 16708 e il link 16732) il traffico circolante sullo stesso è comunque insito negli archi considerati corrispondenti alla rete scelta per lo studio trasportistico.

In particolare, per lo scenario Ante Operam è stata assunta la seguente composizione di traffico:

| Link | TGM | Link | TGM | Link | TGM |
|-------|------|-------|-------|-------|------|
| 16718 | 3405 | 13761 | 10365 | 16714 | 6845 |
| 16745 | 3405 | 16710 | 6337 | 16706 | 3919 |
| 16730 | 7448 | 16705 | 0 | 1655 | 7421 |
| 16734 | 7421 | 1337 | 3405 | 16724 | 7448 |
| 16707 | 513 | 16708 | 9666 | 16732 | 7421 |
| 16709 | 3330 | 16704 | 6337 | 13769 | 3938 |
| 16715 | 0 | 1605 | 8795 | 16713 | 3330 |
| 16711 | 4028 | 13783 | 1690 | 13760 | 3515 |
| 16712 | 4028 | 13762 | 1337 | 13745 | 3392 |
| 13785 | 1570 | | | | |

Tabella 2-21 Dati di traffico della rete per lo scenario Ante Operam

Per le velocità si può far riferimento, invece, alla tabella sottostante.

| Asse viario | Velocità media |
|----------------------------|----------------|
| Strade Provinciali/Statali | 50 km/h |
| A26 | 120 km/h |

Tabella 2-22 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione dell'infrastruttura viaria

Composizione del parco veicolare circolante

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli ed entità di traffico. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2016.

Il documento che si è consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti. L'analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi "COPERT" ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione regionale del parco veicolare, essendo questa maggiormente rappresentativa del traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di analisi.

Le tipologie veicolare che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

| Autovetture Regione Piemonte - Anno 2016 | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non identificato | TOTALE |
| BENZINA | Fino a 1400 | 138,637 | 34,186 | 171,738 | 190,713 | 360,591 | 167,847 | 118,768 | | 858 | 1,183,338 |
| | 1401 - 2000 | 40,677 | 17,343 | 46,441 | 30,596 | 56,650 | 20,312 | 7,773 | | 159 | 219,951 |
| | Oltre 2000 | 6,959 | 1,642 | 2,994 | 2,820 | 6,497 | 2,102 | 1,015 | | 33 | 24,062 |
| | Non definito | 22 | | | | 1 | | | | 2 | 25 |
| BENZINA Totale | | 186,295 | 53,171 | 221,173 | 224,129 | 423,739 | 190,261 | 127,556 | | 1,052 | 1,427,376 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Fino a 1400 | 5,537 | 1,292 | 6,437 | 4,921 | 77,964 | 48,423 | 30,446 | | 7 | 175,027 |
| | 1401 - 2000 | 6,602 | 2,883 | 8,098 | 4,644 | 15,768 | 9,195 | 1,359 | | 5 | 48,554 |
| | Oltre 2000 | 568 | 241 | 564 | 490 | 1,275 | 98 | 3 | | 3 | 3,242 |
| | Non definito | 53 | 2 | | 1 | 11 | | | | | 67 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 12,760 | 4,418 | 15,099 | 10,056 | 95,018 | 57,716 | 31,808 | | 15 | 226,890 |
| BENZINA E METANO | Fino a 1400 | 309 | 69 | 246 | 388 | 15,281 | 9,230 | 3,271 | | | 28,794 |
| | 1401 - 2000 | 320 | 107 | 331 | 706 | 3,687 | 202 | 39 | | 1 | 5,393 |
| | Oltre 2000 | 27 | 4 | 11 | 6 | 109 | 4 | 1 | | | 162 |
| | Non definito | 1 | | | | | | | | | 1 |
| BENZINA E METANO Totale | | 657 | 180 | 588 | 1,100 | 19,077 | 9,436 | 3,311 | | 1 | 34,350 |
| ELETTRICO-IBRIDO | Fino a 1400 | | | | | 54 | 431 | 149 | | | 634 |
| | 1401 - 2000 | | | | | 281 | 2,853 | 2,677 | | | 5,811 |
| | Non contemplato | | | | | | | | 280 | | 280 |
| | Oltre 2000 | | | | 1 | 126 | 143 | 573 | | | 843 |
| ELETTRICO-IBRIDO Totale | | | | | 1 | 461 | 3,427 | 3,399 | 280 | | 7,568 |
| GASOLIO | Fino a 1400 | 3,199 | 240 | 110 | 25,215 | 131,611 | 78,595 | 25,998 | | 1 | 264,969 |
| | 1401 - 2000 | 14,589 | 5,216 | 42,164 | 155,569 | 222,943 | 234,040 | 103,674 | | 4 | 778,199 |
| | Oltre 2000 | 10,440 | 3,565 | 17,185 | 35,357 | 37,234 | 28,206 | 11,918 | | 8 | 143,913 |
| | Non definito | 1 | | 1 | 1 | | | | | | 3 |
| GASOLIO Totale | | 28,229 | 9,021 | 59,460 | 216,142 | 391,788 | 340,841 | 141,590 | | 13 | 1,187,084 |
| ALTRE | Fino a 1400 | 48 | | | | 1 | 3 | 1 | | | 53 |
| | 1401 - 2000 | | | | | 3 | | | | | 3 |
| ALTRE Totale | | 48 | | | | 3 | 1 | 3 | 1 | | 56 |
| NON DEFINITO | Fino a 1400 | 25 | | 1 | 11 | 3 | | | | 2 | 42 |
| | 1401 - 2000 | 3 | | 1 | 4 | 6 | | | | | 14 |
| | Oltre 2000 | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | Non definito | 12 | 1 | | | 1 | | | | 17 | 31 |
| NON DEFINITO Totale | | 40 | 1 | 2 | 16 | 10 | | | | 19 | 88 |
| TOTALE | | 228,029 | 66,791 | 296,322 | 451,447 | 930,094 | 601,684 | 307,665 | 280 | 1,100 | 2,883,412 |

Tabella 2-23 Suddivisione Autovetture, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Veicoli industriali leggeri Regione Piemonte - Anno 2016 | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non definito | TOTALE |
| ALTRE | Fino a 3,5 | 2 | | | | | | | | | 2 |
| ALTRE Totale | | 2 | | | | | | | | | 2 |
| BENZINA | Fino a 3,5 | 4,320 | 1,717 | 3,170 | 3,305 | 2,829 | 1,321 | 422 | | 68 | 17,152 |
| | Non definito | 417 | 9 | 1 | | 2 | 1 | | | | 430 |
| BENZINA Totale | | 4,737 | 1,726 | 3,171 | 3,305 | 2,831 | 1,322 | 422 | | 68 | 17,582 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Fino a 3,5 | 750 | 272 | 289 | 248 | 1,632 | 543 | 897 | | 5 | 4,636 |
| | Non definito | 133 | 6 | | | | 1 | | | | 140 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 883 | 278 | 289 | 248 | 1,632 | 544 | 897 | | 5 | 4,776 |
| BENZINA E METANO | Fino a 3,5 | 64 | 12 | 90 | 227 | 1,554 | 1,994 | 1,687 | | | 5,628 |
| | Non definito | 1 | | | | | | | | | 1 |
| BENZINA E METANO Totale | | 65 | 12 | 90 | 227 | 1,554 | 1,994 | 1,687 | | | 5,629 |
| ELETTRICO-IBRIDO | Fino a 3,5 | | | | | | 1 | 32 | | | 33 |
| | Non contemplato | | | | | | | | 269 | | 269 |
| ELETTRICO-IBRIDO Totale | | | | | | | 1 | 32 | 269 | | 302 |
| GASOLIO | Fino a 3,5 | 32,201 | 20,302 | 45,476 | 72,124 | 75,514 | 49,824 | 9,189 | | 20 | 304,650 |
| | Non definito | 3,347 | 392 | 11 | 13 | 13 | 39 | 14 | | 3 | 3,832 |
| GASOLIO Totale | | 35,548 | 20,694 | 45,487 | 72,137 | 75,527 | 49,863 | 9,203 | | 23 | 308,482 |
| NON DEFINITO | Fino a 3,5 | 4 | | | 3 | | | | | | 7 |
| | Non definito | 5 | | | | | | | | | 5 |
| NON DEFINITO Totale | | 9 | | | 3 | | | | | | 12 |
| TOTALE | | 41,244 | 22,710 | 49,037 | 75,920 | 81,544 | 53,724 | 12,241 | 269 | 96 | 336,785 |

Tabella 2-24 Suddivisione veicoli industriali leggeri, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Veicoli industriali pesanti Regione Piemonte - Anno 2016 | | | | | | | | | | |
|--|-----------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non definito | TOTALE |
| BENZINA | Oltre 3,5 | 203 | 2 | 3 | 11 | 14 | 8 | 1 | 4 | 246 |
| BENZINA Totale | | 203 | 2 | 3 | 11 | 14 | 8 | 1 | 4 | 246 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Oltre 3,5 | 27 | 10 | 11 | 4 | 5 | 2 | | | 59 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 27 | 10 | 11 | 4 | 5 | 2 | | | 59 |
| BENZINA E METANO | Oltre 3,5 | 1 | | | 4 | 11 | 26 | 2 | | 44 |
| BENZINA E METANO Totale | | 1 | | | 4 | 11 | 26 | 2 | | 44 |
| GASOLIO | 3,6 - 7,5 | 5,612 | 878 | 1,859 | 2,321 | 1,881 | 1,404 | 204 | 33 | 14,192 |
| | 7,6 - 12 | 4,305 | 904 | 1,645 | 1,787 | 950 | 961 | 213 | 23 | 10,788 |
| | 12,1 - 14 | 1,055 | 128 | 193 | 194 | 124 | 147 | 18 | 7 | 1,866 |
| | 14,1 - 20 | 2,017 | 631 | 1,413 | 1,819 | 1,020 | 1,105 | 195 | 17 | 8,217 |
| | 20,1 - 26 | 2,515 | 727 | 1,980 | 2,378 | 1,145 | 1,604 | 431 | 5 | 10,785 |
| | 26,1 - 28 | 25 | 3 | | 6 | 1 | 7 | 4 | 1 | 47 |
| | 28,1 - 32 | 17 | 81 | 445 | 1,091 | 398 | 587 | 123 | | 2,742 |
| GASOLIO Totale | Oltre 32 | 104 | 22 | 39 | 37 | 31 | 18 | 4 | | 255 |
| GASOLIO Totale | | 15,650 | 3,374 | 7,574 | 9,633 | 5,550 | 5,833 | 1,192 | 86 | 48,892 |
| NON DEFINITO | 20,1 - 26 | | 1 | | | | | | | 1 |
| NON DEFINITO Totale | | | 1 | | | | | | | 1 |
| TOTALE | | 15,881 | 3,387 | 7,588 | 9,652 | 5,580 | 5,869 | 1,195 | 90 | 49,242 |

Tabella 2-25 Suddivisione veicoli industriali pesanti, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Trattori stradali Regione Piemonte - Anno 2016 | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non definito | TOTALE |
| BENZINA | fino a 14 | 3 | | | | | | 1 | | | 4 |
| | 14,1 - 20 | 2 | | | 1 | | | | | | 3 |
| | Non definito | 3 | | | | | | | | 1 | 4 |
| BENZINA Totale | | 8 | | | 1 | | | 1 | | 1 | 11 |
| BENZINA E METANO | 14,1 - 20 | | | | | | 6 | 4 | | | 10 |
| BENZINA E METANO Totale | | | | | | | 6 | 4 | | | 10 |
| GASOLIO | fino a 14 | 182 | 4 | 8 | 22 | 5 | 12 | | | | 233 |
| | 14,1 - 20 | 212 | 150 | 901 | 2,279 | 1,034 | 4,188 | 1,109 | | | 9,873 |
| | 20,1 - 28 | 43 | 6 | 24 | 79 | 26 | 81 | 26 | | | 285 |
| | 28,1 - 34 | | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | | | | 10 |
| | 34,1 - 40 | 2 | 2 | 4 | 9 | 2 | 13 | 2 | | | 34 |
| | 40,1 - 50 | | 2 | 4 | 11 | 1 | 8 | | | | 26 |
| | Non definito | 486 | 40 | 34 | 8 | 4 | 19 | 20 | | 4 | 615 |
| GASOLIO Totale | | 925 | 205 | 977 | 2,412 | 1,074 | 4,322 | 1,157 | | 4 | 11,076 |
| NON DEFINITO | 14,1 - 20 | | | | 2 | | | | | | 2 |
| NON DEFINITO Totale | | | | | 2 | | | | | | 2 |
| TOTALE | | 933 | 205 | 977 | 2,415 | 1,074 | 4,328 | 1,162 | | 5 | 11,099 |

Tabella 2-26 Suddivisione trattori stradali, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Autobus Regione Piemonte - Anno 2016 | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|------------|-----------------|--------------|--------------|
| USO | EURO 0 | EURO 1 | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non definito | TOTALE |
| Noleggio | 93 | 31 | 175 | 259 | 228 | 269 | 87 | | 1 | 1,143 |
| Privato | 200 | 73 | 283 | 340 | 228 | 65 | 17 | | 4 | 1,210 |
| Pubblico | 212 | 122 | 978 | 923 | 454 | 792 | 83 | | 1 | 3,565 |
| Altri usi | 23 | 1 | 4 | 5 | | 2 | | | | 35 |
| Non contemplato | | | | | | | | 39 | | 39 |
| Non definito | | | | | | | | | 1 | 1 |
| TOTALE | 528 | 227 | 1,440 | 1,527 | 910 | 1,128 | 187 | 39 | 7 | 5,993 |

Tabella 2-27 Suddivisione autobus, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

Al fine di facilitare la lettura delle tabelle, è possibile osservare i grafici sottostanti in cui vengono riportati, in termini percentuali, i dati relativi ad ogni tipologia veicolare considerata.

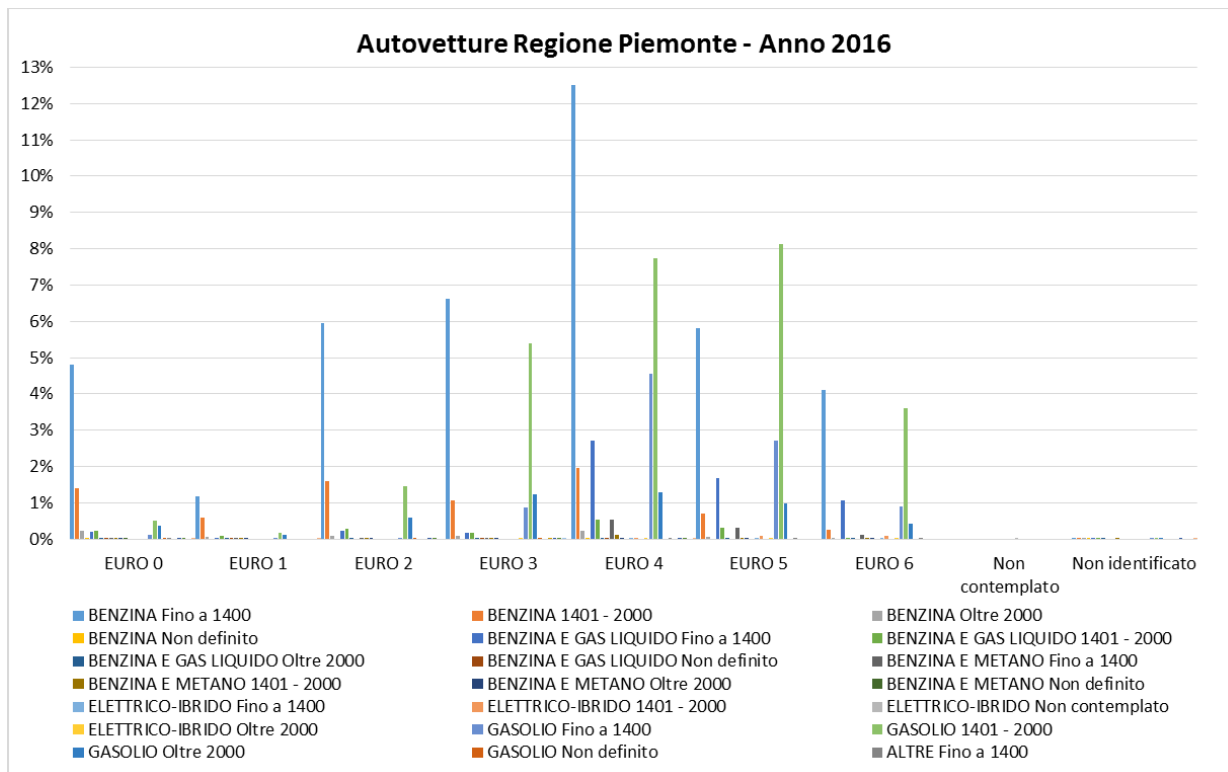


Figura 2-60 Suddivisione percentuale Autovetture, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

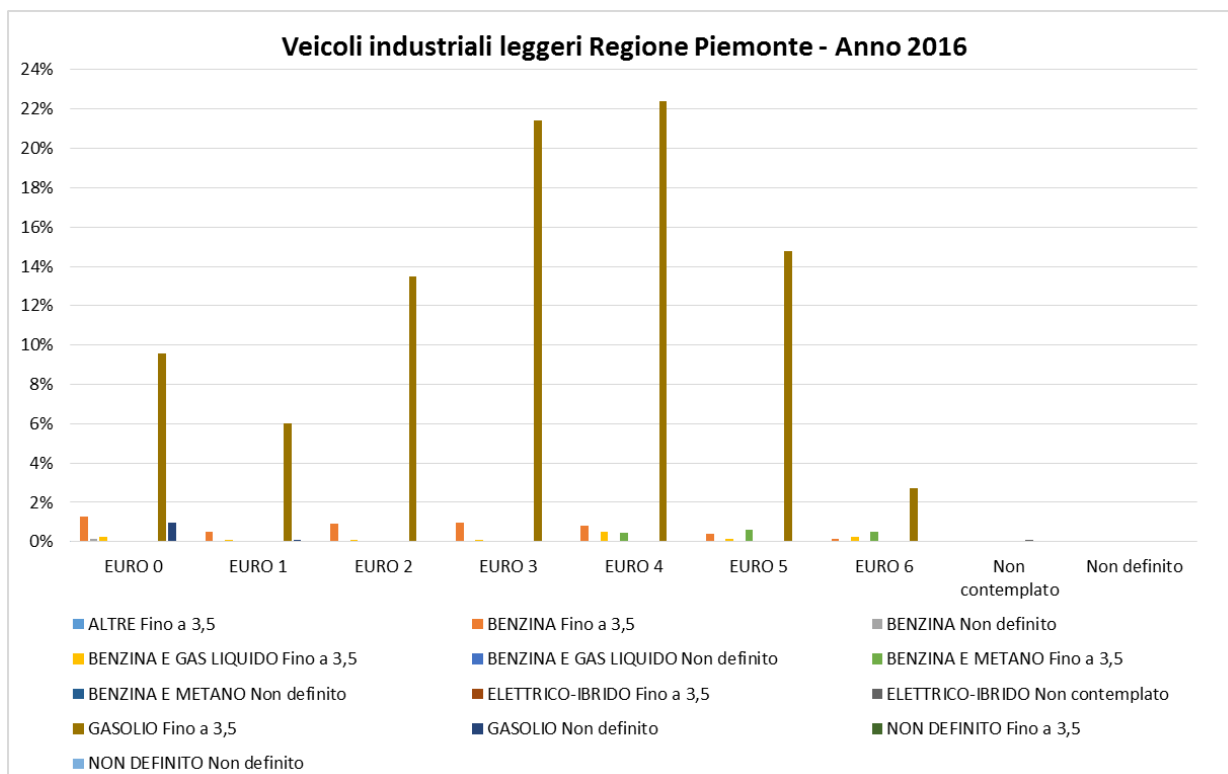


Figura 2-61 Suddivisione percentuale veicoli leggeri, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

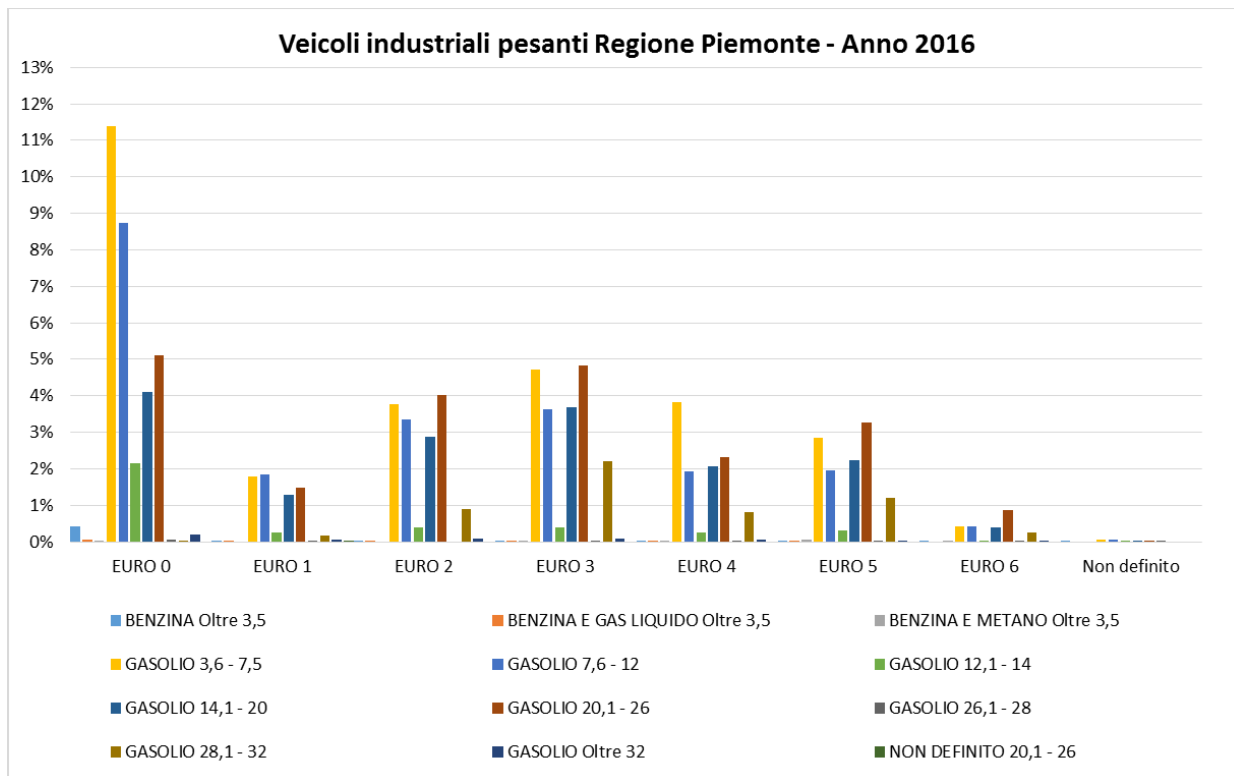


Figura 2-62 Suddivisione percentuale veicoli pesanti, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

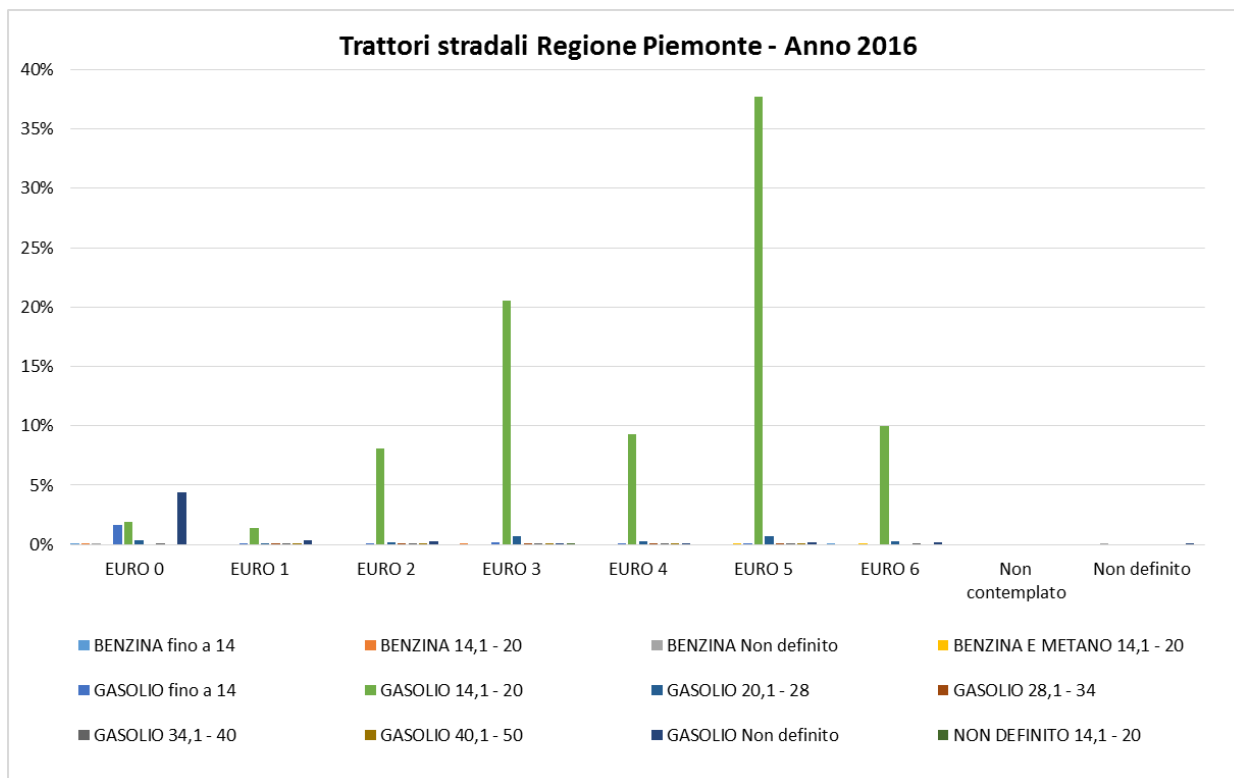


Figura 2-63 Suddivisione percentuale trattori stradali, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

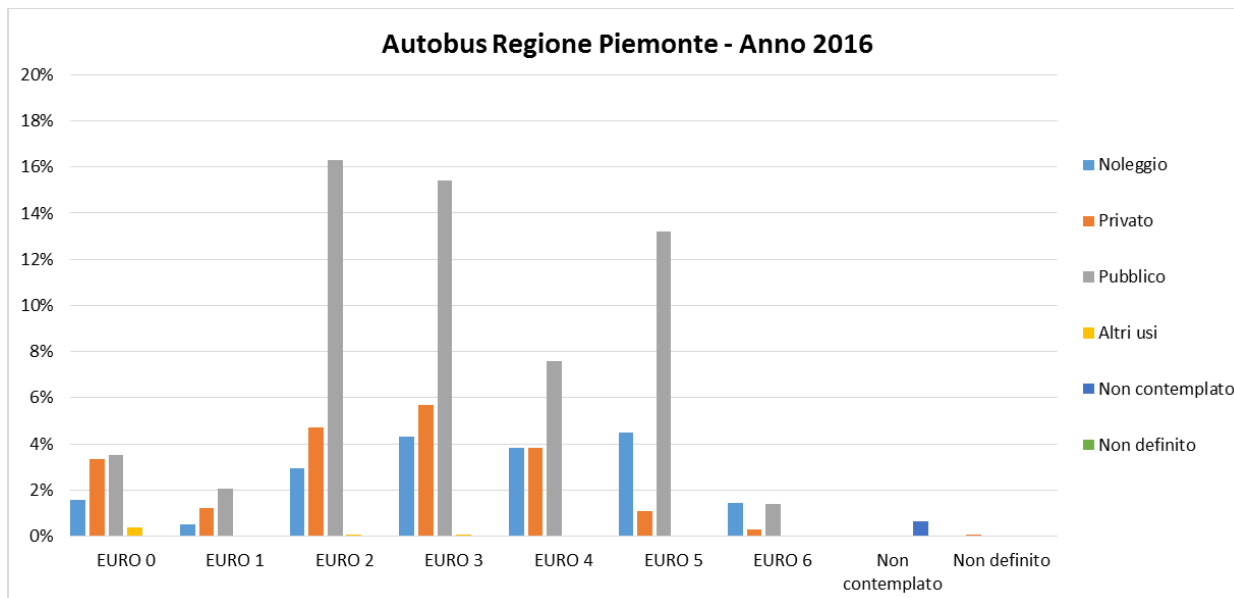


Figura 2-64 Suddivisione percentuale autobus, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

2.7.1.2 L'output del modello di simulazione emissivo per lo scenario ante operam

Attraverso l'applicazione del software Copert Street Level è stato possibile a valle dell'implementazione degli input sopra definiti e del calcolo modellistico condotto, ottenere come output i valori di emissione degli inquinanti scelti per ogni arco della rete attuale simulato.

Pertanto, per una rappresentazione grafica delle emissioni di NOx, CO, PM10 e PM2.5 dell'intera rete attuale si rimanda all'elaborato grafico "Analisi emissiva della rete (Nox, CO, PM10, PM2.5) – Stato attuale".

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi emissiva sugli inquinanti CO, NOx, PM10 e PM2.5 prodotti dal traffico veicolare attuale sulla rete stradale presa in considerazione.

| Link | CO [t/km] | NOx [t/km] | PM10 [t/km] | PM2.5 [t/km] | Link | CO [t/km] | NOx [t/km] | PM10 [t/km] | PM2.5 [t/km] |
|-------|-----------|------------|-------------|--------------|-------|-----------|------------|-------------|--------------|
| 16718 | 0,672 | 0,629 | 0,022 | 0,013 | 16708 | 1,909 | 1,785 | 0,063 | 0,038 |
| 16745 | 0,672 | 0,629 | 0,022 | 0,013 | 16704 | 1,252 | 1,170 | 0,041 | 0,025 |
| 16730 | 4,206 | 1,784 | 0,076 | 0,045 | 1605 | 1,737 | 1,624 | 0,057 | 0,034 |
| 16734 | 4,191 | 1,777 | 0,075 | 0,045 | 13783 | 0,334 | 0,312 | 0,011 | 0,007 |
| 16707 | 0,101 | 0,095 | 0,003 | 0,002 | 13762 | 0,264 | 0,247 | 0,009 | 0,005 |
| 16709 | 0,658 | 0,615 | 0,022 | 0,013 | 16714 | 1,352 | 1,264 | 0,045 | 0,027 |
| 16715 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 16706 | 0,774 | 0,724 | 0,026 | 0,015 |
| 16711 | 0,796 | 0,744 | 0,026 | 0,016 | 1655 | 4,191 | 1,777 | 0,075 | 0,045 |
| 16712 | 0,796 | 0,744 | 0,026 | 0,016 | 16724 | 4,206 | 1,784 | 0,076 | 0,045 |
| 13785 | 0,310 | 0,290 | 0,010 | 0,006 | 16732 | 4,191 | 1,777 | 0,075 | 0,045 |
| 13761 | 2,047 | 1,914 | 0,067 | 0,040 | 13769 | 0,778 | 0,727 | 0,026 | 0,015 |
| 16710 | 1,252 | 1,170 | 0,041 | 0,025 | 16713 | 0,658 | 0,615 | 0,022 | 0,013 |
| 16705 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 13760 | 0,694 | 0,649 | 0,023 | 0,014 |
| 1337 | 0,672 | 0,629 | 0,022 | 0,013 | 13745 | 0,670 | 0,626 | 0,022 | 0,013 |

Tabella 2-28 Emissioni di CO, NOx, PM10 e PM2.5 sugli archi della rete stradale simulata – stato attuale

| | CO [t] | NOx [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|-----------------------------|--------|---------|----------|-----------|
| TOTALE EMISSIONI | 199,69 | 120,10 | 4,62 | 2,77 |

Tabella 2-29 Emissioni totali sulla rete stradale allo stato attuale

2.7.2 L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

2.7.2.1 Gli input meteorologici

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato, quindi, è stato necessario costruire adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione Calroads, denominato Rammet.

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteorologiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati meteo monitorati dalla stazione di rilevamento meteorologica descritta nel Par. 2.3.3 per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del "Upper Air Estimator" sviluppato dalla Lakes Environmental e citato quale metodo applicabile dalla stessa FAA.

Dai dati grezzi descritti nel Par. 2.3.3 sono stati costruiti i file compatibili col preprocessore Rammet: in particolare il file descrittivo dei parametri al suolo è stato realizzato in formato "SCRAM".

Per descrivere la condizione meteorologica al suolo, il software Rammet richiede di inserire un file, con estensione ".dat", contenente le informazioni caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

Il formato con cui deve essere scritto tale file deve essere uno dei seguenti:

- TD 3280 Variable-Length Blocks,
- TD 3280 Fixed-Length Blocks,
- TD 3505-ISHD,
- CD-144,
- HUSWO,
- SCRAM,
- SAMSON.

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato "SCRAM", che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti.

| |
|------------------------------|
| 1606617010100999020030250000 |
| 1606617010101999360030230000 |
| 1606617010102999360050230000 |

Tabella 2-30 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a secondo della casella che occupa:

- 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "16066";
- 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2017 che viene indicato con le ultime due cifre "17";
- 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: "01";
- 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: "01";
- 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra;
- 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi;
- 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio $130^\circ=13$);
- 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi ($001 \text{ Knot}= 1853 \text{ m/h}$);
- 22-24: la temperatura espressa in questa tre caselle è indicata in gradi Fahrenheit (si ricorda la relazione: $T^\circ\text{f} = 9/5 (T^\circ\text{c} + 32)$);
- 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

I file così costruiti sono poi trattati mediante un preprocessore meteorologico Rammet, che analizza i dati e li riordina in modo da poter essere utilizzati dal software di simulazione.

Per inserire il file caratterizzante la situazione in quota, come definito in precedenza, si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA⁹ ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator¹⁰.

2.7.2.2 Gli input progettuali

La rete stradale di riferimento

Analizzando la rete stradale circostante l'area di intervento e considerando che allo stato attuale la vecchia SS142 viene utilizzata come collegamento tra Biella e l'Autostrada A26 Genova Gravelona, l'analisi sulle concentrazioni allo stato attuale è stata condotta su un tratto specifico della vecchia SS142 considerato più critico in termini di vicinanza con i ricettori sensibili. Infatti, il tratto stradale considerato attraversa il centro abitato di San Bernardo che, rispetto alle altre urbanizzazioni prossime all'infrastruttura sopra citata, rappresenta il nucleo abitativo maggiormente interferito dal traffico veicolare circolante sulla vecchia SS142. Tale analisi di stima delle concentrazioni sul tratto stradale considerato più critico si è svolta con la finalità di confrontare i valori di concentrazione degli inquinanti generati dal traffico stradale tra lo stato attuale, l'opzione zero e lo stato di progetto per verificare la riduzione delle concentrazioni allo stato di progetto stante la riduzione di traffico sulla vecchia SS142, conseguenza della maggiore

⁹ http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/

¹⁰ Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models – Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione e per il calcolo delle concentrazioni utilizzati dai modelli di simulazione descritti nei paragrafi precedenti.

In particolare, è stato assunto per lo scenario Ante Operam la seguente composizione di traffico:

| Link | TGM |
|-------|------|
| 16704 | 6337 |
| 16708 | 9666 |

Tabella 2-31 Dati di traffico per lo scenario Ante Operam

Per le velocità per il calcolo dei fattori di emissione si può far riferimento alla tabella sottostante.

| Asse viario | V. Leggeri | V. Pesanti |
|---------------|------------|------------|
| vecchia SS142 | 50 km/h | 50 km/h |

Tabella 2-32 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione della categoria di veicolo e dell'infrastruttura viaria

Fattori di emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante per i veicoli leggeri e pesanti. Sapendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti su ogni infrastruttura considerata è stato possibile ottenere un valore di fattore di emissione medio per ogni inquinante e per ogni strada, da utilizzare nelle simulazioni.

Si evidenzia come il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni necessiti di un fattore di emissione espresso in miglia e pertanto è stata effettuata la trasformazione da g/km*veicoli a g/miglia*veicolo (1km=0.6214 miglia).

| Inquinanti | Fattore di emissione leggeri [g/km*veic] | Fattore di emissione pesanti [g/km*veic] |
|-------------|---|---|
| NOx SP/SS | 0,457 | 5,221 |
| CO SP/SS | 0,955 | 1,143 |
| PM10 SP/SS | 0,010 | 0,149 |
| PM2.5 SP/SS | 0,006 | 0,089 |

Tabella 2-33 Fattore di emissione veicoli leggeri e pesanti Ante Operam

Inquinante NOx

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|---------------------|-----------|-----------|---|---|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,93 | 1,50 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,46 | 0,74 |

Tabella 2-34 Fattore di emissione medio Ante Operam per ogni infrastruttura per l'inquinante NOx

Inquinante CO

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|----------------------------|-----------|-----------|--|--|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,97 | 1,57 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,95 | 1,54 |

Tabella 2-35 Fattore di emissione medio Ante Operam per ogni infrastruttura per l'inquinante CO

Inquinante PM10

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|----------------------------|-----------|-----------|--|--|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,02 | 0,04 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,01 | 0,02 |

Tabella 2-36 Fattore di emissione medio Ante Operam per ogni infrastruttura per l'inquinante PM10

Inquinante PM2.5

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|----------------------------|-----------|-----------|--|--|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,02 | 0,01 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,01 | 0,01 |

Tabella 2-37 Fattore di emissione medio Ante Operam per ogni infrastruttura per l'inquinante PM2.5

2.7.2.3 I ricettori

Il ricettore inserito nel modello è rappresentativo del centro abitato di San Bernardo e rappresenta il punto di calcolo dove il software effettua la simulazione e la stima delle concentrazioni generate dalle sorgenti di traffico.

| Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM ₁₀ [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM _{2.5} [µg/m ³] |
|-----------|--|---|---|--|
| R | 0,85 | 0,017 | 0,027 | 0,013 |

Tabella 2-40 Valori delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀ e PM_{2.5} ante operam

Dai risultati dalle simulazioni ante operam emergono dei valori di concentrazione in prossimità del ricettore in esame molto bassi.

Infatti, relativamente all'NO₂ si evidenzia come il valore registrato dal modello sia circa il 2% del limite normativo pari a 40 µg/m³, mentre per la CO il valore di concentrazione corrisponde a circa lo 0.2% del limite di 10 mg/m³.

Il particolato, infine, in termini di PM₁₀ registra un valore pari allo 0,07% del limite normativo, mentre il PM_{2.5} rappresenta lo 0,05%.

Sommando a tali valori i valori di fondo individuati dalla centralina ARPA per l'NO₂, il PM₁₀ ed il PM_{2.5} si verifica sempre il rispetto dei limiti, arrivando a titolo esemplificativo per l'NO₂, che rappresenta l'inquinante più critico rispetto agli altri, ad un valore pari a 21,34 µg/m³ (>40 µg/m³ corrispondente al limite normativo).

Relativamente alle concentrazioni stimate in prossimità del tratto stradale sulla maglia di calcolo individuata, emerge che anche i valori massimi registrati per ogni inquinante restano al di sotto dei limiti stabiliti dalla normativa.

2.8 L'OPZIONE ZERO

2.8.1 L'ANALISI EMISSIVA

2.8.1.1 Gli input progettuali

Metodologia di analisi

La stessa metodologia applicata per simulare lo stato attuale viene replicata per la valutazione delle emissioni prendendo come riferimento l'opzione zero, ossia la condizione di non intervento in un periodo di riferimento temporale futuro. Al fine di effettuare i confronti tra i diversi scenari, ossia tra l'ante operam, l'opzione zero ed il post operam viene considerata la stessa rete stradale di riferimento e come periodo temporale il 2033, anno in cui è prevista l'apertura della nuova infrastruttura in progetto. Come effettuato per le simulazioni allo stato attuale sono state calcolate le emissioni di inquinanti sulla rete stradale utilizzando il software di simulazione Copert Street Level, per l'applicazione del quale è stata necessaria l'implementazione di un file di input adeguatamente costruito. Tale file si compone di diverse informazioni tra cui i nomi relativi ai diversi archi della rete, le coordinate corrispondenti, la lunghezza dei singoli archi, le velocità medie associate alle diverse tipologie di strade simulate ed il TGM ricavato dallo studio trasportistico previsto al 2033 senza considerare la nuova infrastruttura in progetto.

Inoltre, facendo riferimento alla composizione del parco veicolare circolante previsto per il futuro è stato possibile valutare le emissioni sull'intera rete stradale. Di seguito si riportano i principali input presi in considerazione per le analisi modellistiche.

La rete stradale di riferimento

In Figura 2-67 viene rappresentata la rete stradale considerata per il calcolo modellistico delle emissioni all'opzione zero. La rete è esattamente quella simulata allo stato attuale e comprende le principali strade statali e provinciali,

nonché l'autostrada A26, circostanti il territorio in cui verrà inserita la nuova infrastruttura in progetto. In figura sono riportati inoltre, i codici dei singoli archi che sono stati simulati per i quali di seguito è stato identificato il traffico giornaliero medio relativo.

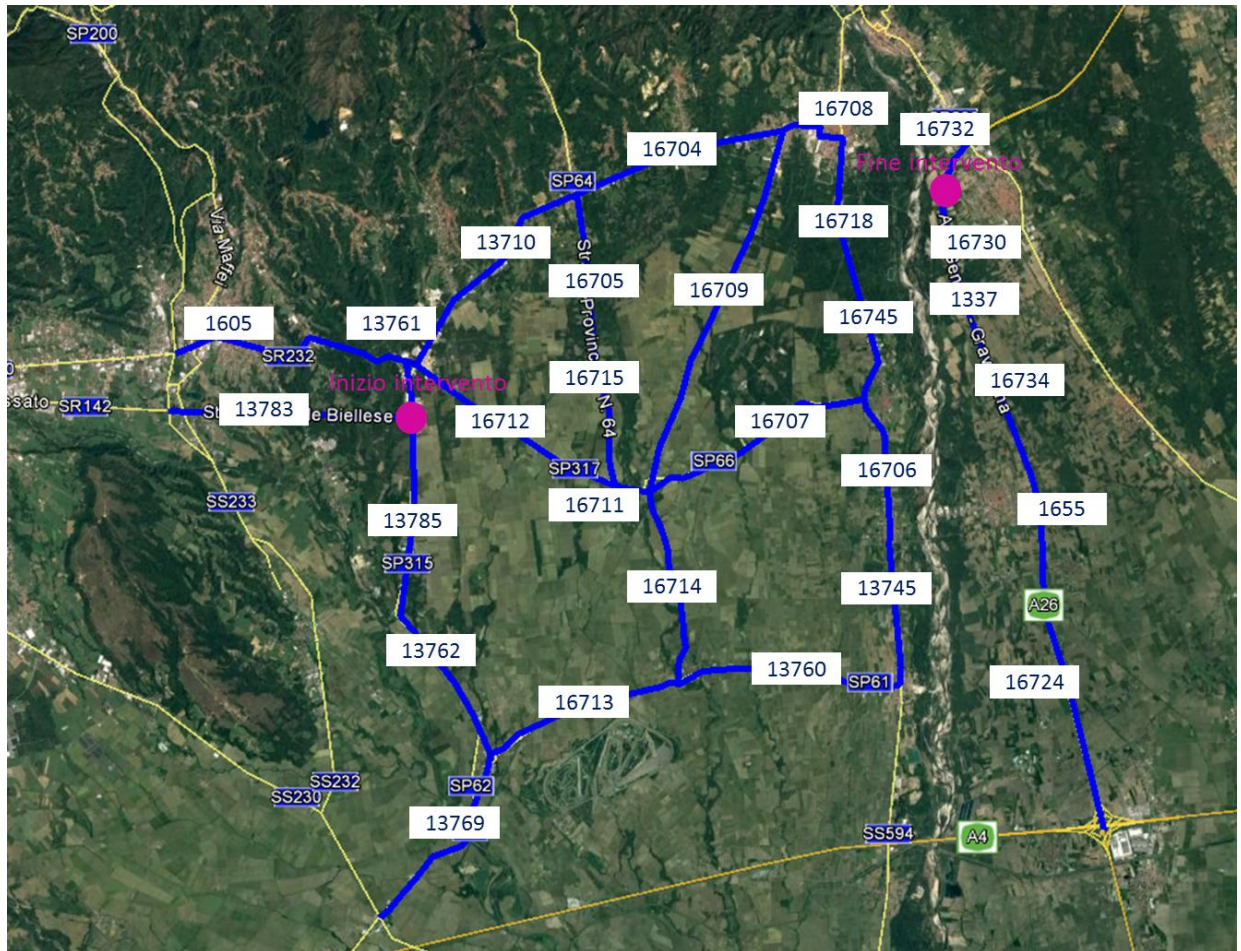


Figura 2-67 Schematizzazione della rete per l'opzione zero

Volumi e velocità del traffico circolante

Tra i dati progettuali utilizzati per la stima delle emissioni emergono i volumi di traffico espressi in tabella in TGM e le velocità medie di percorrenza tenute sulle diverse tipologie di strade simulate.

In particolare, per l'opzione zero, ossia lo scenario al 2033 senza la nuova infrastruttura in progetto, è stata assunta la seguente composizione di traffico:

| Link | TGM | Link | TGM | Link | TGM |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16718 | 4721 | 13761 | 14486 | 16714 | 9487 |
| 16745 | 4721 | 16710 | 8903 | 16706 | 5432 |
| 16730 | 10418 | 16705 | 0 | 1655 | 10379 |
| 16734 | 10379 | 1337 | 4721 | 16724 | 10418 |
| 16707 | 712 | 16708 | 13518 | 16732 | 10379 |
| 16709 | 4615 | 16704 | 8903 | 13769 | 5459 |

| Link | TGM | Link | TGM | Link | TGM |
|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|
| 16715 | 0 | 1605 | 12301 | 16713 | 4615 |
| 16711 | 5583 | 13783 | 2352 | 13760 | 4872 |
| 16712 | 5583 | 13762 | 1854 | 13745 | 4702 |
| 13785 | 2184 | | | | |

Tabella 2-41 Dati di traffico della rete per l'opzione zero

Per le velocità si può far riferimento, invece, alla tabella sottostante.

| Asse viario | Velocità media |
|-----------------------------------|----------------|
| Strade Provinciali/Statali | 50 km/h |

Tabella 2-42 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione dell'infrastruttura viaria

Composizione del parco veicolare circolante futuro

Applicando l'analoga metodologia vista per l'analisi dello scenario ante operam, uno degli elementi fondamentali per la definizione delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli ed entità di traffico. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2016, come visto per lo scenario attuale, considerando come area di studio rappresentativa l'ambito regionale.

Con riferimento al parco veicolare circolante fornito dall'ACI, essendo l'orizzonte temporale dell'opzione zero, corrispondente al 2033, sono state effettuate alcune ipotesi circa la sua composizione in relazione alle classi emmissive e alla possibilità di rinnovo del parco stesso. In particolare, si è assunto, in via cautelativa, che le sole classi Euro 0 ed Euro 1 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 6.

Tale assunto appare ampiamente cautelativo considerando che lo standard emissivo Euro 2 è stato codificato nel 1997 e pertanto risulta chiaro come un veicolo Euro 2 nel 2030 avrebbe minimo 33 anni.

Le tipologie veicolare che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

| Autovetture Regione Piemonte - Scenario futuro | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non identificato | TOTALE |
| BENZINA | Fino a 1400 | 171,738 | 190,713 | 360,591 | 167,847 | 291,591 | | 858 | 1,183,338 |
| | 1401 - 2000 | 46,441 | 30,596 | 56,650 | 20,312 | 65,793 | | 159 | 219,951 |
| | Oltre 2000 | 2,994 | 2,820 | 6,497 | 2,102 | 9,616 | | 33 | 24,062 |
| | Non definito | | | 1 | | 22 | | 2 | 25 |
| BENZINA Totale | | 221,173 | 224,129 | 423,739 | 190,261 | 367,022 | | 1,052 | 1,427,376 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Fino a 1400 | 6,437 | 4,921 | 77,964 | 48,423 | 37,275 | | 7 | 175,027 |
| | 1401 - 2000 | 8,098 | 4,644 | 15,768 | 9,195 | 10,844 | | 5 | 48,554 |
| | Oltre 2000 | 564 | 490 | 1,275 | 98 | 812 | | 3 | 3,242 |
| | Non definito | | 1 | 11 | | 55 | | | 67 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 15,099 | 10,056 | 95,018 | 57,716 | 48,986 | | 15 | 226,890 |
| BENZINA E METANO | Fino a 1400 | 246 | 388 | 15,281 | 9,230 | 3,649 | | | 28,794 |
| | 1401 - 2000 | 331 | 706 | 3,687 | 202 | 466 | | 1 | 5,393 |
| | Oltre 2000 | 11 | 6 | 109 | 4 | 32 | | | 162 |
| | Non definito | | | | | 1 | | | 1 |
| BENZINA E METANO Totale | | 588 | 1,100 | 19,077 | 9,436 | 4,148 | | 1 | 34,350 |
| ELETTRICO-IBRIDO | Fino a 1400 | | | 54 | 431 | 149 | | | 634 |
| | 1401 - 2000 | | | 281 | 2,853 | 2,677 | | | 5,811 |
| | Non contemplato | | | | | 0 | 280 | | 280 |
| | Oltre 2000 | | 1 | 126 | 143 | 573 | | | 843 |
| ELETTRICO-IBRIDO Totale | | | 1 | 461 | 3,427 | 3,399 | 280 | | 7,568 |
| GASOLIO | Fino a 1400 | 110 | 25,215 | 131,611 | 78,595 | 29,437 | | 1 | 264,969 |
| | 1401 - 2000 | 42,164 | 155,569 | 222,943 | 234,040 | 123,479 | | 4 | 778,199 |
| | Oltre 2000 | 17,185 | 35,357 | 37,234 | 28,206 | 25,923 | | 8 | 143,913 |
| | Non definito | 1 | 1 | | | 1 | | | 3 |
| GASOLIO Totale | | 59,460 | 216,142 | 391,788 | 340,841 | 178,840 | | 13 | 1,187,084 |
| ALTRE | Fino a 1400 | | | 1 | 3 | 49 | | | 53 |
| | 1401 - 2000 | | | 3 | | | | | 3 |
| ALTRE Totale | | | 3 | 1 | 3 | 49 | | | 56 |
| NON DEFINITO | Fino a 1400 | 1 | 11 | 3 | | 25 | | 2 | 42 |
| | 1401 - 2000 | 1 | 4 | 6 | | 3 | | | 14 |
| | Oltre 2000 | | 1 | | | | | | 1 |
| | Non definito | | | 1 | | 13 | | 17 | 31 |
| NON DEFINITO Totale | | 2 | 16 | 10 | | 41 | | 19 | 88 |
| TOTALE | | 296,322 | 451,447 | 930,094 | 601,684 | 602,485 | 280 | 1,100 | 2,883,412 |

Tabella 2-43 Suddivisione Autovetture, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Veicoli industriali leggeri Regione Piemonte - Scenario futuro | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non definito | TOTALE |
| ALTRE | Fino a 3,5 | | | | | 2 | | | 2 |
| ALTRE Totale | | | | | | 2 | | | 2 |
| BENZINA | Fino a 3,5 | 3,170 | 3,305 | 2,829 | 1,321 | 6,459 | | 68 | 17,152 |
| | Non definito | 1 | | 2 | 1 | 426 | | | 430 |
| BENZINA Totale | | 3,171 | 3,305 | 2,831 | 1,322 | 6,885 | | 68 | 17,582 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Fino a 3,5 | 289 | 248 | 1,632 | 543 | 1,919 | | 5 | 4,636 |
| | Non definito | | | | 1 | 139 | | | 140 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 289 | 248 | 1,632 | 544 | 2,058 | | 5 | 4,776 |
| BENZINA E METANO | Fino a 3,5 | 90 | 227 | 1,554 | 1,994 | 1,763 | | | 5,628 |
| | Non definito | | | | | 1 | | | 1 |
| BENZINA E METANO Totale | | 90 | 227 | 1,554 | 1,994 | 1,764 | | | 5,629 |
| ELETTRICO-IBRIDO | Fino a 3,5 | | | | 1 | 32 | | | 33 |
| | Non contemplato | | | | | | 269 | | 269 |
| ELETTRICO-IBRIDO Totale | | | | | 1 | 32 | 269 | | 302 |
| GASOLIO | Fino a 3,5 | 45,476 | 72,124 | 75,514 | 49,824 | 61,692 | | 20 | 304,650 |
| | Non definito | 11 | 13 | 13 | 39 | 3,753 | | 3 | 3,832 |
| GASOLIO Totale | | 45,487 | 72,137 | 75,527 | 49,863 | 65,445 | | 23 | 308,482 |
| NON DEFINITO | Fino a 3,5 | | 3 | | | 4 | | | 7 |
| | Non definito | | | | | 5 | | | 5 |
| NON DEFINITO Totale | | | 3 | | | 9 | | | 12 |
| TOTALE | | 49,037 | 75,920 | 81,544 | 53,724 | 76,195 | 269 | 96 | 336,785 |

Tabella 2-44 Suddivisione veicoli industriali leggeri, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Veicoli industriali pesanti Regione Piemonte - Scenario futuro | | | | | | | | |
|--|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non definito | TOTALE |
| BENZINA | Oltre 3,5 | 3 | 11 | 14 | 8 | 206 | 4 | 246 |
| BENZINA Totale | | 3 | 11 | 14 | 8 | 206 | 4 | 246 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO | Oltre 3,5 | 11 | 4 | 5 | 2 | 37 | | 59 |
| BENZINA E GAS LIQUIDO Totale | | 11 | 4 | 5 | 2 | 37 | | 59 |
| BENZINA E METANO | Oltre 3,5 | | 4 | 11 | 26 | 3 | | 44 |
| BENZINA E METANO Totale | | | 4 | 11 | 26 | 3 | | 44 |
| GASOLIO | 3,6 - 7,5 | 1,859 | 2,321 | 1,881 | 1,404 | 6,694 | 33 | 14,192 |
| | 7,6 - 12 | 1,645 | 1,787 | 950 | 961 | 5,422 | 23 | 10,788 |
| | 12,1 - 14 | 193 | 194 | 124 | 147 | 1,201 | 7 | 1,866 |
| | 14,1 - 20 | 1,413 | 1,819 | 1,020 | 1,105 | 2,843 | 17 | 8,217 |
| | 20,1 - 26 | 1,980 | 2,378 | 1,145 | 1,604 | 3,673 | 5 | 10,785 |
| | 26,1 - 28 | | 6 | 1 | 7 | 32 | 1 | 47 |
| | 28,1 - 32 | 445 | 1,091 | 398 | 587 | 221 | | 2,742 |
| BENZINA E METANO | Oltre 32 | 39 | 37 | 31 | 18 | 130 | | 255 |
| GASOLIO Totale | | 7,574 | 9,633 | 5,550 | 5,833 | 20,216 | 86 | 48,892 |
| NON DEFINITO | 20,1 - 26 | | | | | 1 | | 1 |
| NON DEFINITO Totale | | | | | | 1 | | 1 |
| TOTALE | | 7,588 | 9,652 | 5,580 | 5,869 | 20,463 | 90 | 49,242 |

Tabella 2-45 Suddivisione veicoli industriali pesanti, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Trattori stradali Regione Piemonte - Scenario futuro | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|
| ALIMENTAZIONE | FASCIA | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non definito | TOTALE |
| BENZINA | fino a 14 | | | | | 4 | | | 4 |
| | 14,1 - 20 | | 1 | | | 2 | | | 3 |
| | Non definito | | | | | 3 | | 1 | 4 |
| BENZINA Totale | | | 1 | | | 9 | | 1 | 11 |
| BENZINA E METANO | 14,1 - 20 | | | | 6 | 4 | | | 10 |
| BENZINA E METANO Totale | | | | | 6 | 4 | | | 10 |
| GASOLIO | fino a 14 | 8 | 22 | 5 | 12 | 186 | | | 233 |
| | 14,1 - 20 | 901 | 2,279 | 1,034 | 4,188 | 1,471 | | | 9,873 |
| | 20,1 - 28 | 24 | 79 | 26 | 81 | 75 | | | 285 |
| | 28,1 - 34 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | | | 10 |
| | 34,1 - 40 | 4 | 9 | 2 | 13 | 6 | | | 34 |
| | 40,1 - 50 | 4 | 11 | 1 | 8 | 2 | | | 26 |
| Non definito | 34 | 8 | 4 | 19 | 546 | | 4 | 615 | |
| GASOLIO Totale | | 977 | 2,412 | 1,074 | 4,322 | 2,287 | | 4 | 11,076 |
| NON DEFINITO | 14,1 - 20 | | 2 | | | | | | 2 |
| NON DEFINITO Totale | | | 2 | | | | | | 2 |
| TOTALE | | 977 | 2,415 | 1,074 | 4,328 | 2,300 | | 5 | 11,099 |

Tabella 2-46 Suddivisione trattori stradali, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

| Autobus Regione Piemonte - Scenario futuro | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|------------|--------------|------------|-----------------|--------------|--------------|
| USO | EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 | EURO 5 | EURO 6 | Non contemplato | Non definito | TOTALE |
| Noleggio | 175 | 259 | 228 | 269 | 211 | | 1 | 1,143 |
| Privato | 283 | 340 | 228 | 65 | 290 | | 4 | 1,210 |
| Pubblico | 978 | 923 | 454 | 792 | 417 | | 1 | 3,565 |
| Altri usi | 4 | 5 | | 2 | 24 | | | 35 |
| Non contemplato | | | | | | 39 | | 39 |
| Non definito | | | | | | | 1 | 1 |
| TOTALE | 1,440 | 1,527 | 910 | 1,128 | 942 | 39 | 7 | 5,993 |

Tabella 2-47 Suddivisione autobus, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

Al fine di facilitare la lettura delle tabelle, è possibile osservare i grafici sottostanti in cui vengono riportati, in termini percentuali, i dati relativi ad ogni tipologia veicolare considerata.

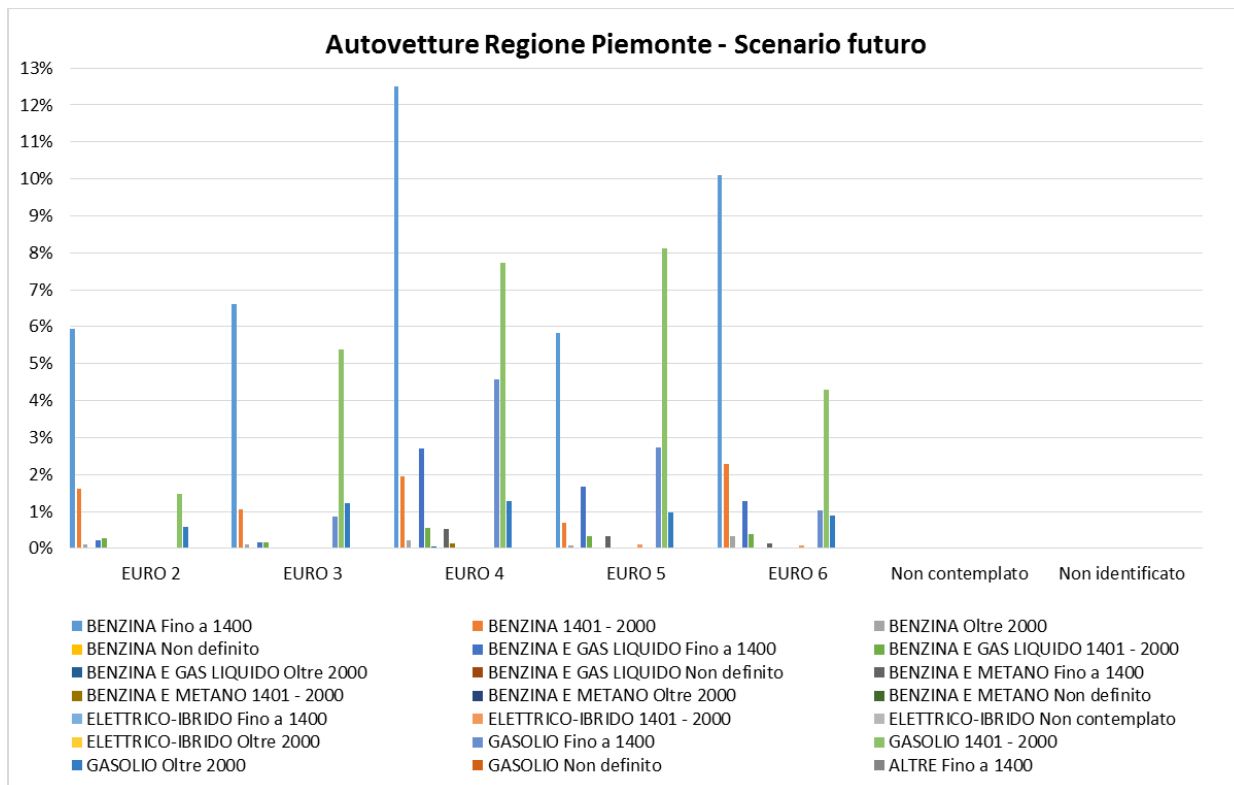


Figura 2-68 Suddivisione percentuale Autovetture, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

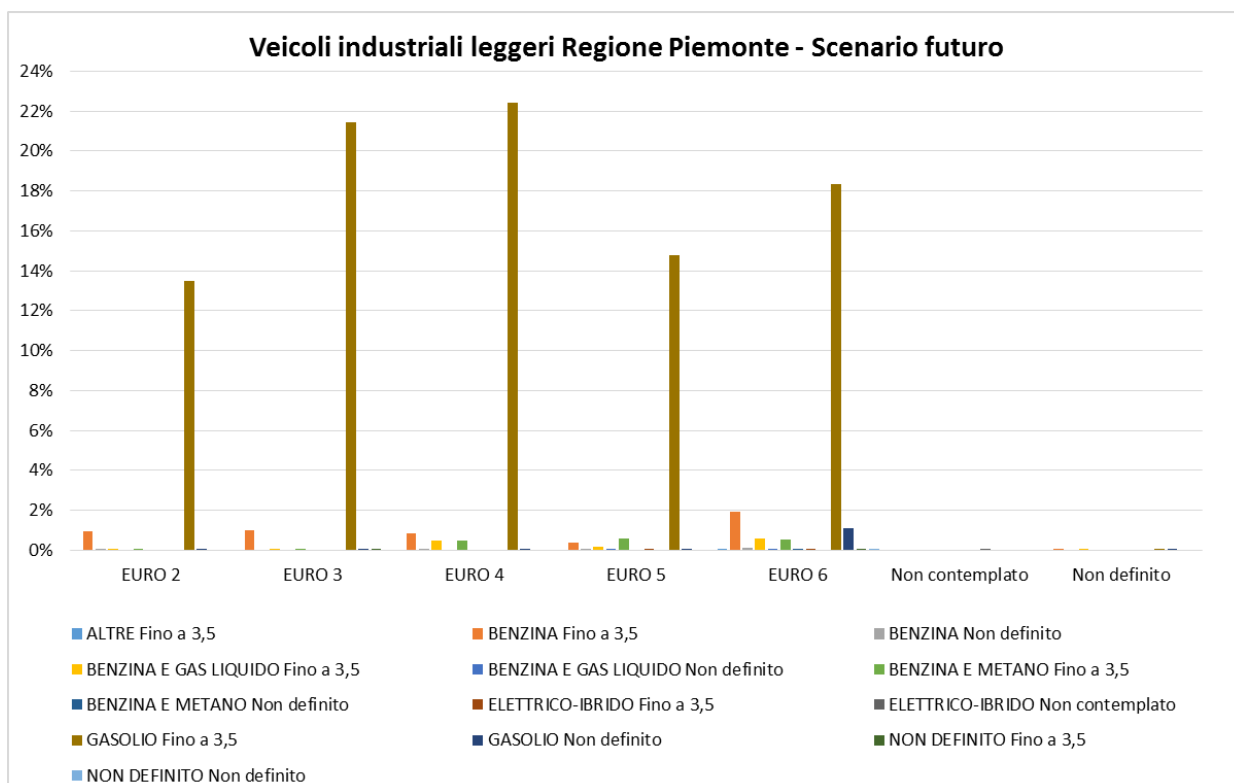


Figura 2-69 Suddivisione percentuale veicoli leggeri, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

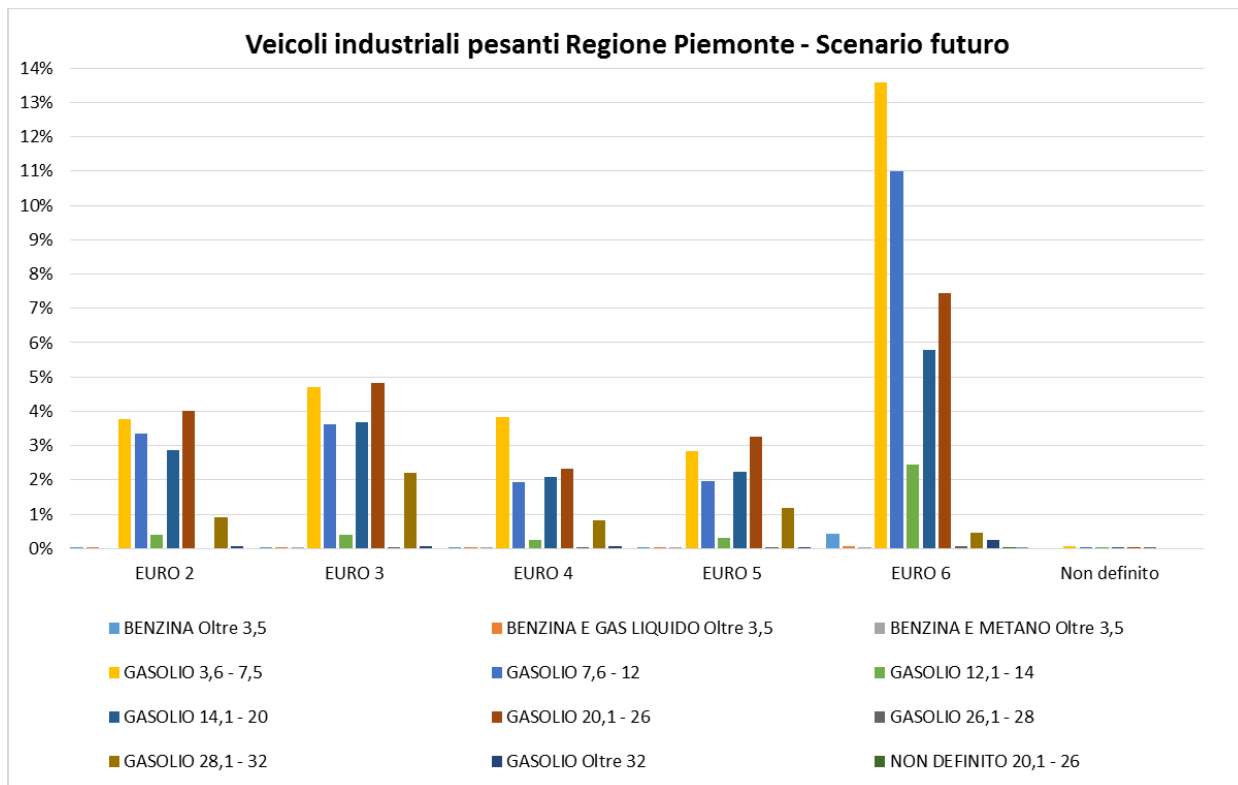


Figura 2-70 Suddivisione percentuale veicoli pesanti, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

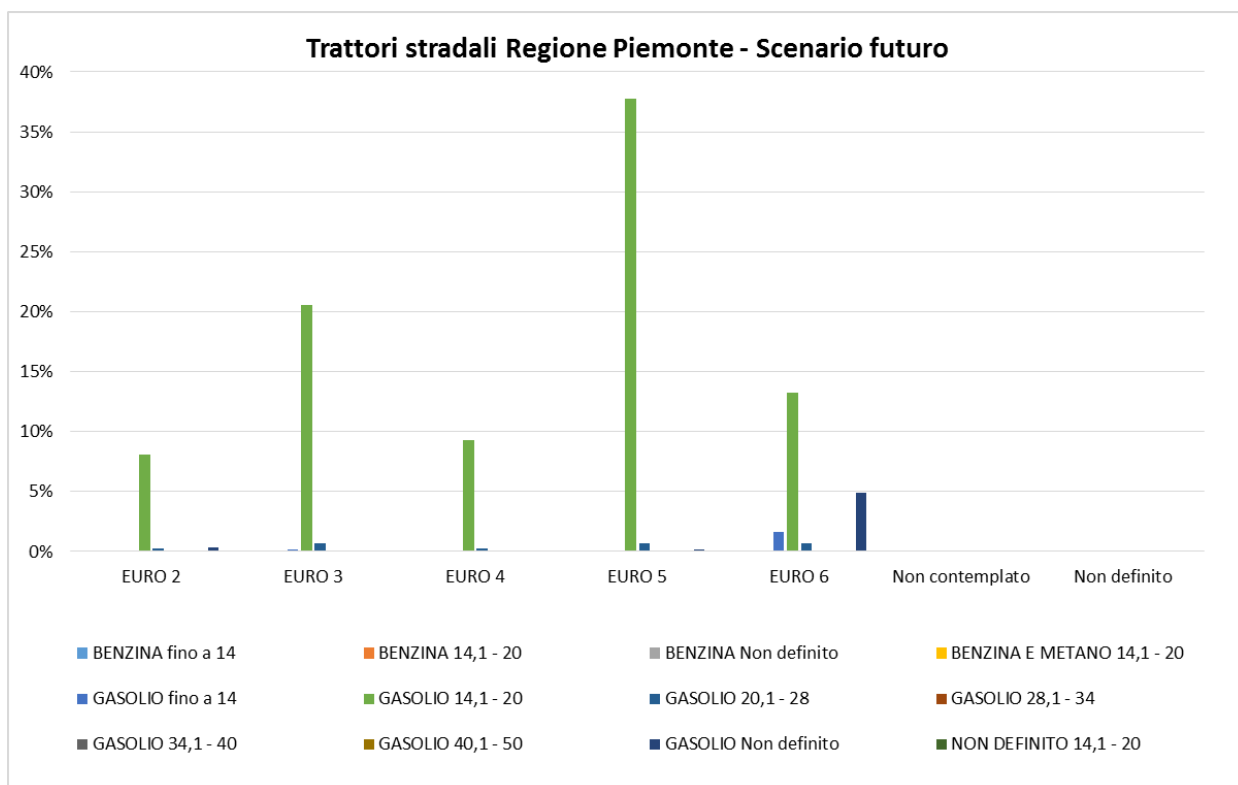


Figura 2-71 Suddivisione percentuale trattori stradali, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

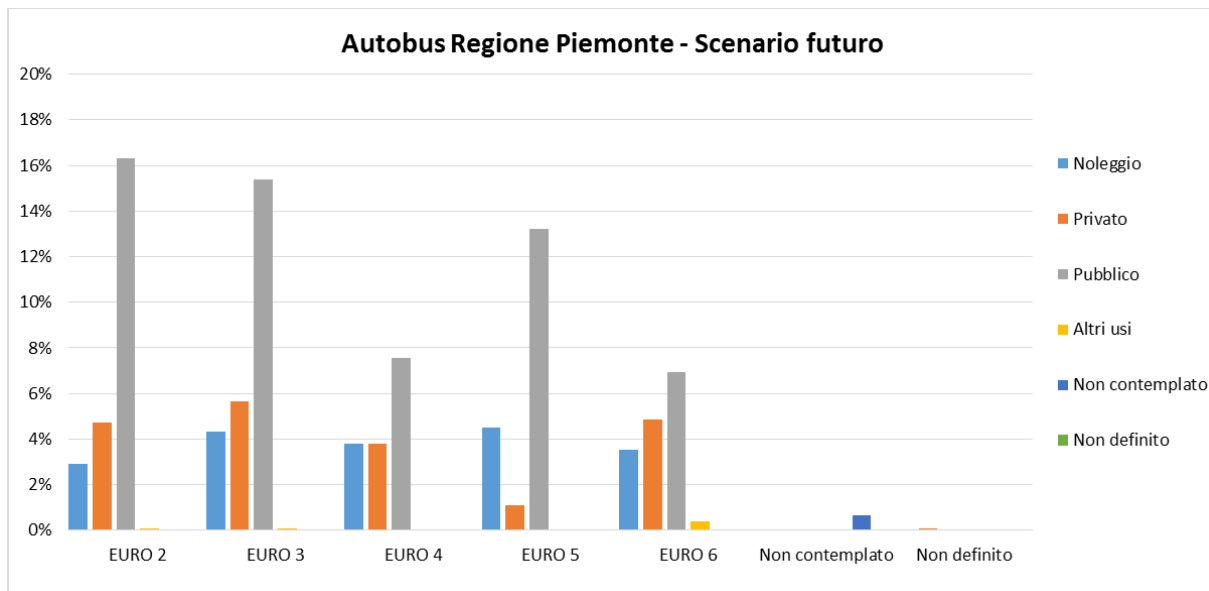


Figura 2-72 Suddivisione percentuale autobus, Regione Piemonte (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2016)

2.8.1.2 L'output del modello di simulazione emissivo per l'opzione zero

Attraverso l'applicazione del software Copert Street Level è stato possibile a valle dell'implementazione degli input sopra definiti e del calcolo modellistico condotto, ottenere come output i valori di emissione degli inquinanti scelti per ogni arco della rete simulato.

Pertanto, per una rappresentazione grafica delle emissioni di NOx, CO, PM10 e PM2.5 dell'intera rete stradale all'opzione zero si rimanda all'elaborato grafico "Analisi emissiva della rete (Nox, CO, PM10, PM2.5) - Opzione zero".

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi emissiva sugli inquinanti CO, NOx, PM10 e PM2.5 prodotti dal traffico veicolare previsto per l'opzione zero sulla rete stradale presa in considerazione.

| Link | CO [t/km] | NOx [t/km] | PM10 [t/km] | PM2.5 [t/km] | Link | CO [t/km] | NOx [t/km] | PM10 [t/km] | PM2.5 [t/km] |
|-------|-----------|------------|-------------|--------------|-------|-----------|------------|-------------|--------------|
| 16718 | 0,407 | 0,607 | 0,018 | 0,011 | 16708 | 1,166 | 1,737 | 0,052 | 0,031 |
| 16745 | 0,407 | 0,607 | 0,018 | 0,011 | 16704 | 0,768 | 1,144 | 0,034 | 0,021 |
| 16730 | 2,750 | 1,696 | 0,069 | 0,042 | 1605 | 1,061 | 1,581 | 0,047 | 0,028 |
| 16734 | 2,740 | 1,689 | 0,069 | 0,041 | 13783 | 0,203 | 0,302 | 0,009 | 0,005 |
| 16707 | 0,061 | 0,092 | 0,003 | 0,002 | 13762 | 0,160 | 0,238 | 0,007 | 0,004 |
| 16709 | 0,398 | 0,593 | 0,018 | 0,011 | 16714 | 0,819 | 1,219 | 0,036 | 0,022 |
| 16715 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 16706 | 0,469 | 0,698 | 0,021 | 0,013 |
| 16711 | 0,482 | 0,718 | 0,021 | 0,013 | 1655 | 2,740 | 1,689 | 0,069 | 0,041 |
| 16712 | 0,482 | 0,718 | 0,021 | 0,013 | 16724 | 2,750 | 1,696 | 0,069 | 0,042 |
| 13785 | 0,188 | 0,281 | 0,008 | 0,005 | 16732 | 2,740 | 1,689 | 0,069 | 0,041 |
| 13761 | 1,250 | 1,862 | 0,056 | 0,033 | 13769 | 0,471 | 0,702 | 0,021 | 0,013 |
| 16710 | 0,768 | 1,144 | 0,034 | 0,021 | 16713 | 0,398 | 0,593 | 0,018 | 0,011 |
| 16705 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 13760 | 0,420 | 0,626 | 0,019 | 0,011 |
| 1337 | 0,407 | 0,607 | 0,018 | 0,011 | 13745 | 0,406 | 0,604 | 0,018 | 0,011 |

Tabella 2-48 Emissioni di CO, NOx, PM10 e PM2.5 sugli archi della rete stradale simulata - opzione zero

| | CO [t] | NOx [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|-----------------------------|--------|---------|----------|-----------|
| TOTALE EMISSIONI | 127,41 | 115,34 | 4,03 | 2,42 |

Tabella 2-49 Emissioni totali sulla rete stradale per l'opzione zero

2.8.2 L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

2.8.2.1 Gli input meteorologici

I dati meteorologici presi come riferimento per l'opzione zero, così come si vedrà anche per lo scenario post operam, sono gli stessi utilizzati per lo scenario attuale, ossia quelli relativi al 2017, non potendo effettuare previsioni certe sul dato meteorologico futuro.

2.8.2.2 Gli input progettuali

La rete stradale di riferimento

L'analisi sulle concentrazioni per l'opzione zero è stata condotta sullo stesso tratto della vecchia SS142 considerato per lo scenario attuale, al fine di poter confrontare i valori risultanti dalle simulazioni.

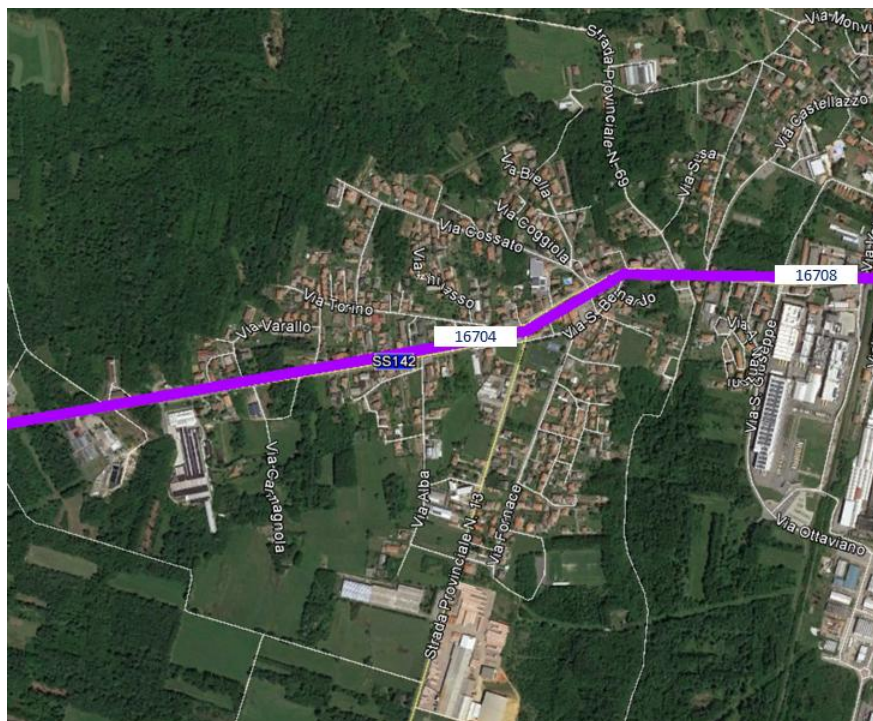


Figura 2-73 Schematizzazione vista su Google Earth opzione zero

Metodologia di analisi per il calcolo dei fattori di emissione

Per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti è stato utilizzato il medesimo software di simulazione Calroads utilizzato per le simulazioni dello scenario attuale. Tale modello necessita di diversi input tra cui i fattori di emissione dei singoli inquinanti che si vogliono valutare. Pertanto, al fine di stimare correttamente tali fattori è stato utilizzato Copert, un altro modello matematico che lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso

leggi di regressione determinate empiricamente. Tali equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante futuro è stato poi valutato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

Composizione del parco veicolare circolante

Per la composizione del parco veicolare circolante futuro sulla rete stradale considerata per il caso in esame si può fare riferimento al Par. 2.8.1.

Volumi e velocità del traffico circolante

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione e per il calcolo delle concentrazioni utilizzati dai modelli di simulazione descritti nei paragrafi precedenti.

In particolare, è stata assunta per l'opzione zero la seguente composizione di traffico:

| Link | TGM |
|--------------|-------|
| 16704 | 8903 |
| 16708 | 13518 |

Tabella 2-50 Dati di traffico per l'opzione zero

Per le velocità per il calcolo dei fattori di emissione si può far riferimento alla tabella sottostante.

| Asse viario | V. Leggeri | V. Pesanti |
|----------------------|------------|------------|
| vecchia SS142 | 50 km/h | 50 km/h |

Tabella 2-51 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione della categoria di veicolo e dell'infrastruttura viaria

Fattori di emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante per i veicoli leggeri e pesanti. Sapendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti su ogni infrastruttura considerata è stato possibile ottenere un valore di fattore di emissione medio per ogni inquinante e per ogni strada, da utilizzare nelle simulazioni.

Si evidenzia come il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni necessita di un fattore di emissione espresso in miglia e pertanto è stata effettuata la trasformazione da g/km*veicoli a g/miglia*veicolo (1km=0.6214 miglia).

| Inquinanti | Fattore di emissione leggeri [g/km*veic] | Fattore di emissione pesanti [g/km*veic] |
|-------------------------|---|---|
| NO _x SP/SS | 0,174 | 2,823 |
| CO SP/SS | 0,327 | 0,652 |
| PM ₁₀ SP/SS | 0,005 | 0,048 |
| PM _{2.5} SP/SS | 0,003 | 0,029 |

Tabella 2-52 Fattore di emissione veicoli leggeri e pesanti Opzione zero

Inquinante NO_x

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|---------------------|-----------|-----------|---|---|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,44 | 0,71 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,17 | 0,28 |

Tabella 2-53 Fattore di emissione medio Opzione zero per ogni infrastruttura per l'inquinante NO_x

Inquinante CO

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|---------------------|-----------|-----------|---|---|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,36 | 0,58 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,33 | 0,53 |

Tabella 2-54 Fattore di emissione medio Opzione zero per ogni infrastruttura per l'inquinante CO

Inquinante PM₁₀

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|---------------------|-----------|-----------|---|---|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,01 | 0,01 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,01 | 0,01 |

Tabella 2-55 Fattore di emissione medio Opzione zero per ogni infrastruttura per l'inquinante PM₁₀

Inquinante PM_{2.5}

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione medio [g/km*veic] | Fattore di emissione medio [g/miglia*veic] |
|---------------------|-----------|-----------|---|---|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,01 | 0,01 |
| SP317/SP64/SP3/SP66 | 100% | 0% | 0,01 | 0,01 |

Tabella 2-56 Fattore di emissione medio Opzione zero per ogni infrastruttura per l'inquinante PM_{2.5}

2.8.2.3 I ricettori

I ricettori inseriti nel modello sono gli stessi valutati nella simulazione allo scenario attuale per poter a valle dei risultati ottenuti effettuare un confronto tra i diversi scenari. È stato perciò considerato l'unico ricettore scelto per l'analisi, per la definizione del quale (R) si rimanda al Par. 2.7.2.

2.8.2.4 Le concentrazioni di inquinante risultanti dalle simulazioni per l'opzione zero

A valle dell'applicazione della simulazione condotta per l'opzione zero, mediante Calroads, sono stati ottenuti i valori di concentrazioni degli inquinanti NO_x, CO, PM10 e PM2.5 in prossimità del ricettore R. Si specifica come già detto, che al fine di effettuare il confronto con i limiti normativi, per valutare il rispetto del limite per la protezione umana l'NO_x è stato trasformato in NO₂ attraverso la formulazione stimata al Par. 2.5.3. I valori di concentrazione per ogni inquinante, pertanto, sono di seguito riportati.

| Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM10 [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM2.5 [µg/m ³] |
|-----------|--|---|---|--|
| R | 0,56 | 0,009 | 0,009 | 0,009 |

Tabella 2-57 Valori delle concentrazioni di NO₂, CO, PM10 e PM2.5 opzione zero

Dai risultati dalle simulazioni ante operam emergono dei valori di concentrazione in prossimità del ricettore in esame molto bassi.

Infatti, relativamente all'NO₂ si evidenzia come il valore registrato dal modello sia circa il 1,4% del limite normativo pari a 40 µg/m³, mentre per la CO il valore di concentrazione corrisponde a circa lo 0,09% del limite di 10 mg/m³.

Il particolato, infine, in termini di PM10 registra un valore pari allo 0,02% del limite normativo, mentre il PM2.5 rappresenta lo 0,04%.

Sommando a tali valori i valori di fondo individuati dalla centralina ARPA per l'NO₂, il PM10 ed il PM2.5 si verifica sempre il rispetto dei limiti, arrivando a titolo esemplificativo per l'NO₂, che rappresenta l'inquinante più critico rispetto agli altri, ad un valore pari a 21,05 µg/m³.

Relativamente alle concentrazioni stimate in prossimità del tratto stradale sulla maglia di calcolo individuate, emerge che i valori massimi per ogni inquinante restano al di sotto dei limiti definiti in normativa.

2.9 LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE

2.9.1 ANALISI EMISSIVA DEI TRAFFICI DI CANTIERE SULLA VIABILITÀ INTERESSATA

In relazione ai traffici di cantiere stimati sulla base dei quattro percorsi individuati per il collegamento tra le aree di cantiere ed i siti di approvvigionamento, il presente paragrafo riporta l'analisi emissiva, finalizzata alla valutazione delle emissioni generate dai mezzi pesanti sulle viabilità di cantiere. Le risultanze dell'analisi verranno confrontate con le emissioni sulle viabilità in esame, generate dal traffico attuale, al fine di verificare o meno la significatività dei traffici di cantieri in relazione alla componente atmosfera.

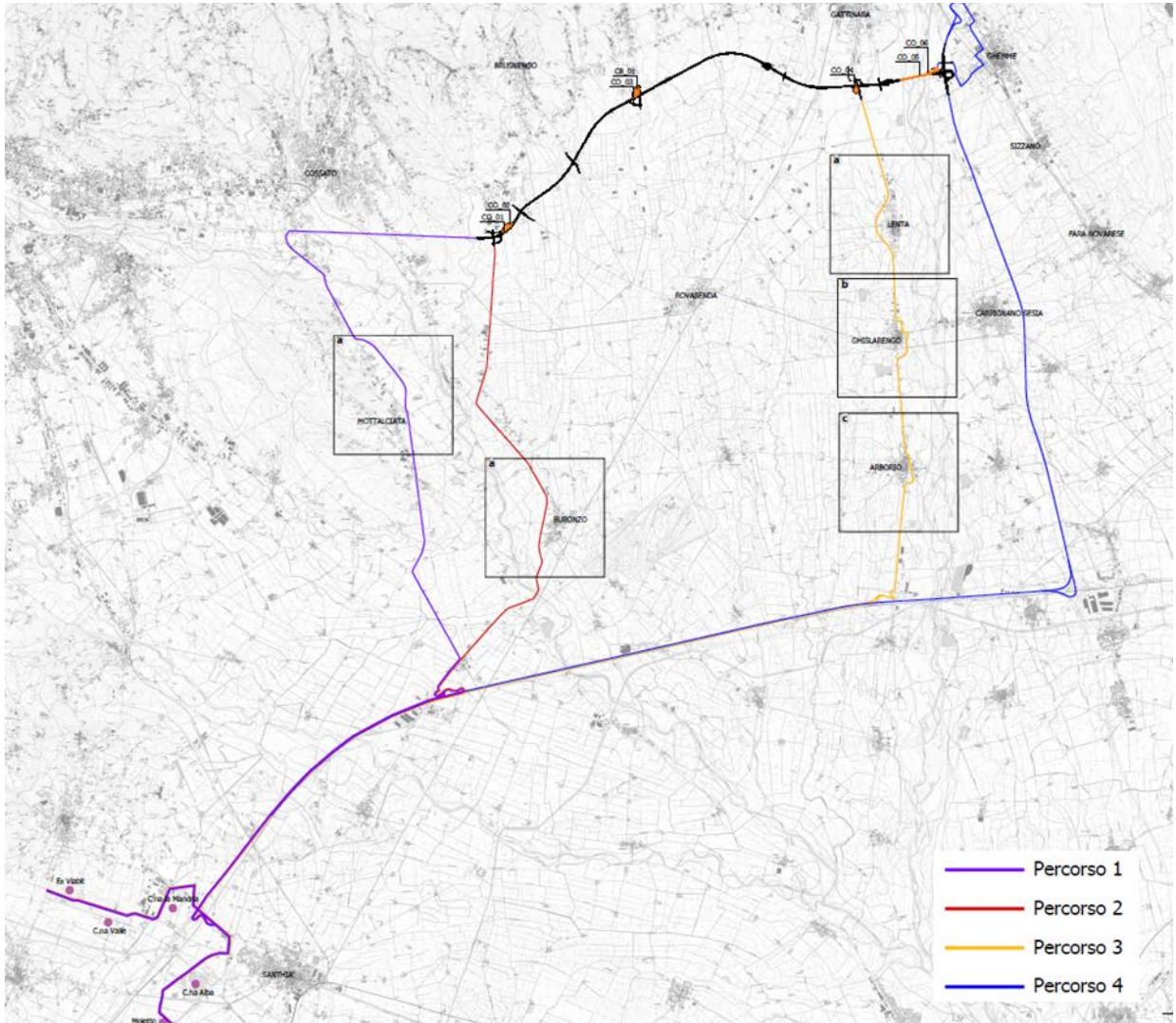


Figura 2-74 Percorsi di cantiere previsti per l'approvvigionamento del materiale – stralcio elaborato “Cantierizzazione: ubicazione delle aree di cantiere e viabilità di servizio”

I traffici di cantiere stimati risultano pari a 100 veicoli/giorno bidirezionali per i quattro percorsi, che si riversano, prima di raggiungere i siti di approvvigionamento, sull'autostrada A4, per la quale, quindi, si stimano complessivamente 400 veicoli/giorno.

Nonostante il maggior valore di traffico di cantiere presente sull'autostrada, si è scelto di escludere dall'analisi le tratte autostradali, in considerazione del fatto che il traffico circolante su di esse risulta nettamente superiore al traffico di cantiere, il quale può essere considerato trascurabile.

Gli inquinanti considerati nell'analisi sono l'NO_x ed il PM₁₀, in quanto maggiormente critici per la sorgente di traffico veicolare. Gli input necessari per il calcolo delle emissioni sono:

- traffico giornaliero medio (TGM);
- fattore di emissione.

In relazione al TGM, con riferimento al Quadro Progettuale, è stato considerato il traffico di cantiere stimato per ognuno dei quattro percorsi, caratterizzato da circa 100 veicoli/giorno.

Per i fattori di emissione relativi all'NOx e al PM10, questi sono stati calcolati grazie all'uso del software Copert 5, considerando come mezzi di cantiere degli autocarri da circa 20 mc di capacità. Nella tabella seguente si riportano i due fattori di emissione risultanti dall'applicazione del modello.

| Inquinante | Fattore di emissione |
|-------------|----------------------|
| NOx | 3,72 |
| PM10 | 0,05 |

Tabella 2-58 Fattori di emissione NOx e PM10

Alla luce di tali input è stato possibile determinare le emissioni di NOx e PM10, generate dai traffici di cantiere sulle quattro viabilità individuate, espresse in g/km e riferite ad una giornata lavorativa in cantiere (cfr. Tabella 2-59).

| Inquinante | Emissione g/km giorno |
|-------------|-----------------------|
| NOx | 372 |
| PM10 | 5 |

Tabella 2-59 Emissione NOx e PM10

Analizzando separatamente i quattro percorsi di cantiere è possibile effettuare alcune considerazioni:

In relazione al Percorso 1, rappresentato dalla SS 233, non è stato possibile confrontare le emissioni sopra riportate generate dal traffico di cantiere con quelle generate dal traffico attuale circolante sull'infrastruttura in quanto non si hanno a disposizione i dati di traffico sulla strada in esame. Per tali ragioni il dato emissivo risultante in relazione ai traffici di cantieri è stato valutato in termini assoluti. I valori emissivi stimati, che per l'NOx risultano pari a 372 g/km al giorno e per il PM10 a 5 g/km al giorno, sono valori alquanto bassi e possono essere ritenuti trascurabili.

Relativamente al Percorso 4, questo, essendo costituito dai due tratti autostradali della A26 e della A4, è stato escluso dall'analisi emissiva, in quanto il contributo emissivo relativo ai traffici di cantiere rappresenta una percentuale minima del traffico autostradale attuale. Infatti, a titolo esemplificativo, considerando il TGM relativo ai mezzi pesanti circolante allo stato attuale sulla A26, pari a 2597 veicoli/giorno, il traffico di cantiere di 100 veicoli/giorno rappresenta meno del 4% di questo, senza considerare il TGM per i veicoli leggeri pari a 12272 veicoli/giorno. Per queste ragioni, le emissioni prodotte dal traffico di cantiere sulle tratte autostradali possono ritenersi trascurabili.

Per i Percorsi 2 e 3 invece, costituiti rispettivamente dalla SP 315 e dalla SP 594, avendo a disposizione su questi il dato di traffico attuale dallo studio trasportistico, è stato possibile condurre un'analisi più approfondita. Con la finalità di valutare la significatività o meno dei traffici di cantiere in termini emissivi in confronto al volume di traffico giornaliero circolante sulla stessa viabilità, sono stati presi, quindi, come dati di riferimento i dati emissivi stimati sulle due infrastrutture allo stato attuale (cfr. Tabella 2-60).

| Percorsi | Inquinante | Emissione g/km giorno |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Percorso 2 – SP 315 | NO _x | 677 |
| | PM10 | 25 |
| Percorso 3 – SP 594 | NO _x | 1715 |
| | PM10 | 60 |

Tabella 2-60 Emissioni NO_x e PM10 sulla SP 315 e sulla SP 594 allo stato attuale

Pertanto, l'emissione giornaliera totale stimata durante i lavori di cantierizzazione sui due percorsi in esame sarà:

| Percorsi | Inquinante | Emissione g/km giorno |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Percorso 2 – SP 315 | NO _x | 1049 |
| | PM10 | 30 |
| Percorso 3 – SP 594 | NO _x | 2087 |
| | PM10 | 65 |

Tabella 2-61 Emissioni NO_x e PM10 sulla SP 315 e sulla SP 594 durante il cantiere

Alla luce di quanto fin qui esposto è stato possibile, quindi, ricavare il contributo emissivo dei traffici di cantiere sulle emissioni generate dalla totalità del volume di traffico circolante sulle due viabilità in esame.

| Percorsi | Inquinante | Contributo emissivo % dei traffici di cantiere |
|----------------------------|-----------------|--|
| Percorso 2 – SP 315 | NO _x | 35% |
| | PM10 | 17% |
| Percorso 3 – SP 594 | NO _x | 18% |
| | PM10 | 8% |

Tabella 2-62 Contributo emissivo NO_x e PM10 sulla SP 315 e sulla SP 594 prodotto dai traffici di cantiere in confronto al volume di traffico giornaliero circolante sulla stessa viabilità

Considerando il Percorso 3 (SP 594), sul quale si stima un'emissione complessiva di NO_x pari a 2087 g/km al giorno ed un'emissione di PM10 pari a 65 g/km al giorno, il contributo emissivo dato dai traffici di cantieri risulta per l'NO_x, l'inquinante più critico, comunque inferiore al 20%. Stante tale risultato i traffici di cantiere su tale viabilità possono ritenersi trascurabili da un punto di vista atmosferico.

Relativamente al percorso 2 (SP 315), invece, stante che per il PM10 il contributo emissivo dei traffici di cantiere, pari al 17% può ritenersi trascurabile, per l'NO_x la situazione risulta essere leggermente differente. Il contributo emissivo dei traffici di cantiere, infatti, risulta significativo e di entità pari al 35%. Ciò è attribuibile al fatto che allo stato attuale la SP 315 è meno trafficata rispetto alla SP 594 e questo spiega il maggior contributo relativo ai traffici di cantiere. Considerando le emissioni in termini assoluti, il percorso 2 produce complessivamente meno emissioni del percorso 3 (1049 g/km al giorno rispetto a 2087 g/km al giorno), pertanto, complessivamente, anche sommando il traffico di cantiere, la situazione sulla SP 315 non risulta critica in termini di emissioni in atmosfera.

Alla luce delle analisi fin qui condotte, si evidenzia che in generale nella definizione dei percorsi si è cercato, ove possibile, di tenersi lontano dai centri abitati, prevedendo come tragitto per i mezzi pesanti alcuni tratti stradali che bypassano i centri abitati. In tal modo si è cercato di tutelare il più possibile i ricettori dall'inquinamento atmosferico, nonché acustico, generato dal transito dei mezzi pesanti durante la fase di cantierizzazione.

Stante ciò, i traffici di cantiere possono ritenersi trascurabili in relazione all'inquinamento atmosferico, anche in considerazione della loro temporaneità funzione della durata di realizzazione dei lavori, nonché in considerazione delle best practice da adottare durante la cantierizzazione, definite al Par. 2.9.7. In particolare, tra le best practice da adottare, si prevede di utilizzare per i mezzi di cantiere, carburanti diesel a basso tenore di zolfo (<50 ppm) e filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni.

2.9.2 L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI IN FASE DI CANTIERE

Ritenuti trascurabili i traffici di cantiere sulla viabilità attuale in relazione alla componente atmosfera, questi non sono stati considerati nell'analisi riportata nei paragrafi successivi, in cui sono state stimate le concentrazioni di PM10 generate dallo scenario di cantiere più critico in termini di dispersioni di polveri in aria. Di seguito, si riporta, pertanto, l'analisi delle concentrazioni per la fase di cantiere attraverso l'utilizzo del software di calcolo Aermid View in cui in ultimo, i risultati ottenuti sono stati confrontati con i limiti definiti dalla normativa.

2.9.3 GLI INPUT TERRITORIALI

2.9.3.1 I dati meteorologici

Come definito nei paragrafi precedenti, il primo input di calcolo per la stima delle concentrazioni, e di conseguenza per il funzionamento del modello matematico, sono i dati meteorologici. Per tali dati, si è fatto riferimento ai dati forniti dall'Aeronautica Militare relativi alla centralina di Milano Malpensa dell'anno 2017, gli stessi utilizzati successivamente per le simulazioni allo scenario post operam.

Tali dati sono stati poi elaborati al fine di renderli compatibili con i formati previsti dal processore meteorologico AERMET.

2.9.3.2 I dati orografici

Il secondo gruppo di parametri territoriali da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software Aermid View, grazie al processore territoriale AERMAP permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 2-75.

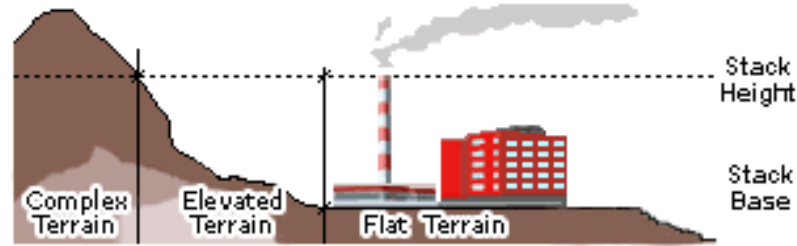


Figura 2-75 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame attraversata dall'infrastruttura in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "flat" (piatta) in quanto non sono presenti condizioni orografiche complesse nell'immediato intorno delle aree di lavoro per la realizzazione della stessa.

2.9.4 GLI INPUT PROGETTUALI

2.9.4.1 Il cantiere oggetto di analisi

La metodologia che è stata seguita per la definizione dei cantieri è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

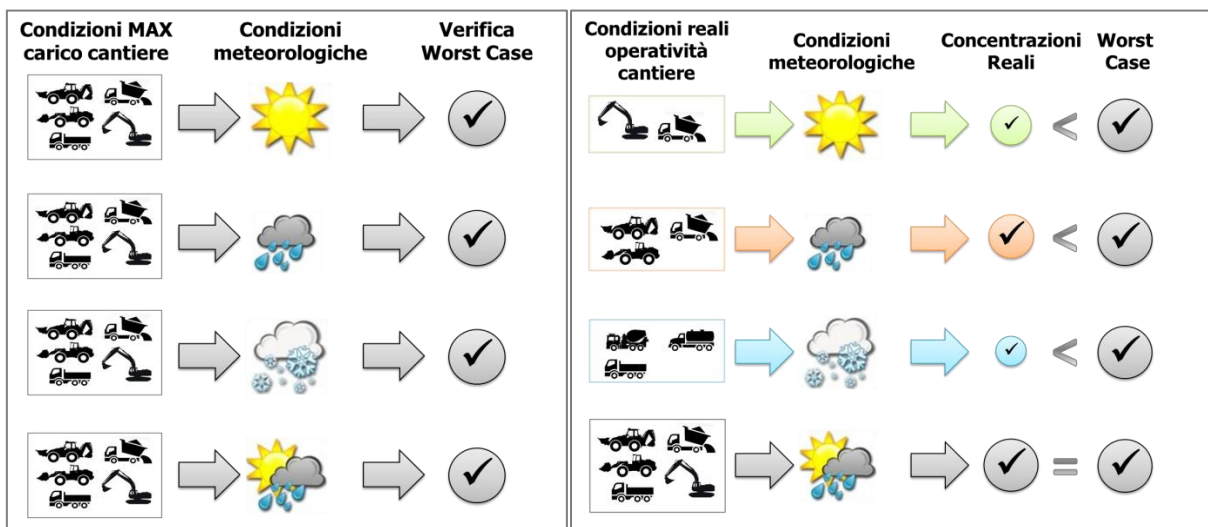


Figura 2-76 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 2-76, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più

critico dal punto di vista atmosferico. È infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

In ultimo, al fine di poter realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia *Worst Case* implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere.

Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il *Worst Case Scenario*, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

Nel caso in esame il cantiere considerato è caratterizzato da un'area in prossimità del ricettore più vicino alla nuova infrastruttura e risultato più critico nell'analisi delle concentrazioni: il ricettore R1 situato in prossimità dello svincolo di Masserano. All'interno di tale area sono previste le lavorazioni di formazione del rilevato che generano innalzamento di polveri in atmosfera. Ipotizzando quanti mc/giorno (4000 mc/giorno) vengono approvvigionati, si è considerata un'area corrispondente pari a circa 2000 mq, sapendo che in quel tratto il rilevato previsto è di altezza di circa 2 metri.

2.9.4.2 Il traffico di cantiere

Oltre a tale area in cui sono previste lavorazioni di carico e scarico del materiale e di realizzazione del rilevato, si è considerato il transito dei mezzi di cantiere su viabilità non pavimentata per il trasporto del materiale dalle cave all'area di cantiere individuata come critica.

Ipotizzando di utilizzare degli autocarri di capacità pari a 20 m³ e considerando che i volumi da approvvigionare al giorno sono pari a circa 4000 m³, si stimano 200 veicoli/giorno monodirezionali (400 veicoli totali). Ipotizzando 8 ore lavorative al giorno si stimano complessivamente 50 veicoli/ora circa.

In funzione delle attività di cantiere, della dislocazione dei cantieri operativi e dell'ipotesi di utilizzo dei quattro percorsi individuati nel quadro di riferimento progettuale, si prevede un totale di circa 100 viaggi al giorno su ogni percorso.

Sulla base di tali considerazioni, sul tratto di viabilità di riferimento per la simulazione sono stati considerati 200 veicoli al giorno considerando i veicoli provenienti dai due percorsi previsti ad ovest del tracciato di progetto che si uniscono in prossimità dello svincolo iniziale di Masserano.

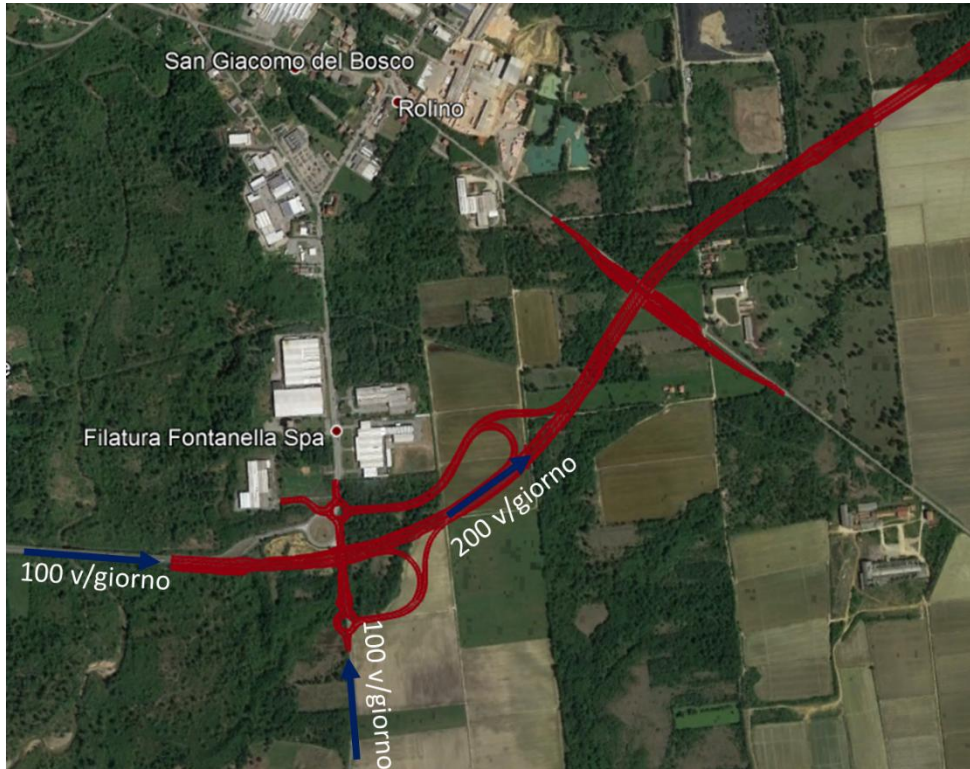


Figura 2-77 I traffici di cantiere nello scenario di analisi

Quindi, alla luce di ciò, il *Worst Case Scenario* scelto per le simulazioni è caratterizzato dalla contemporaneità delle attività di movimentazione della terra previste nell'area di riferimento corrispondente ad una giornata di lavoro ed il transito dei mezzi di cantieri su un tratto di viabilità non pavimentata.

I cantieri di riferimento per la simulazione sono stati codificati come di seguito:

- Cantiere 1 → area di cantiere per la realizzazione del rilevato;
- Cantiere 2 → tratto di viabilità non pavimentata in cui transitano i mezzi pesanti.

Rispetto a tali attività di cantiere risulta chiaro come l'inquinante che verrà valutato sia il PM_{10} , ed in particolare le concentrazioni giornaliere medie, che verranno confrontate con il limite normativo pari a $50 \mu g/m^3$.

2.9.4.3 I fattori di emissione

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dai cantieri considerati per la simulazione, ossia il cantiere operativo in cui avvengono le attività di realizzazione del rilevato ed il cantiere rappresentativo del transito dei mezzi pesanti su viabilità di cantiere non pavimentata.

In particolare, i fattori di emissione rappresentano la capacità unitaria di emissione delle attività che si stanno analizzando. Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attive", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è ricorso ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) Emission Factors & AP42 “Compilation of Air Pollutant Emission Factor”. In tale documento sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estratti-vi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Con riferimento alle attività che avvengono nei due cantieri individuati nel caso in esame caratterizzate l'uno dalla formazione dei rilevati e l'altro dal transito dei mezzi di cantiere su strade non pavimentate, è possibile applicare le differenti formulazioni riferite a tali attività, fornite dall'E.P.A.

Per il calcolo del fattore di emissione del Cantiere 1, relativo alle attività di carico e scarico del materiale per la realizzazione del rilevato si può far riferimento all'equazione di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{1.4} [kg/t]$$

Il fattore di emissione pertanto dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)

| <30 µm | <15 µm | <10 µm | <5 µm | <2.5 µm |
|--------|--------|--------|-------|---------|
| 0,74 | 0,48 | 0,35 | 0,20 | 0,053 |

Tabella 2-63 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Ranges Of Source Conditions

| Silt Content (%) | Moisture Content (%) | Wind speed | |
|------------------|----------------------|------------|----------|
| | | m/s | mph |
| 0,44 – 19 | 0,25 – 4,8 | 0,6 – 6,7 | 1,3 – 15 |

Tabella 2-64 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti assunti per l'analisi si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 3 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8 per i rilevati tradizionali;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM₁₀.

Applicando la formulazione ed ipotizzati 4000 mc/giorno movimentati, l'emissione per il Cantiere 1 è risultata pari a 0,0182 g/s.

Per il calcolo del fattore di emissione del Cantiere 2 invece, la formulazione a cui si è fatto riferimento è quella relativa all'attività dei mezzi in transito su aree non pavimentate, ossia:

$$E = k \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b [Ib/VMT]$$

dove:

- k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM10;
- s: contenuto in silt del terreno, assunto pari al 5%;
- W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 23 tonnellate (calcolato come media tra il peso a pieno carico pari a 34 ton ed una tara di 12 ton).

Considerando il numero complessivo di viaggi effettuati dai mezzi di cantiere (200 viaggi) ed i km percorsi è stato possibile calcolare l'emissione per il Cantiere 2, pari a 0,0212 g/s.

2.9.4.4 [La modellazione delle sorgenti in Aermod View](#)

Una volta definite le metodologie per la stima dei fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello le due sorgenti, schematizzando la prima (Cantiere 1) come sorgenti diffusa, quindi come sorgente areale e la seconda come sorgente lineare areale (Cantiere 2).

In linea generale i dati richiesti dal software per la schematizzazione delle sorgenti areali sono quelli mostrati in Figura 2-78.

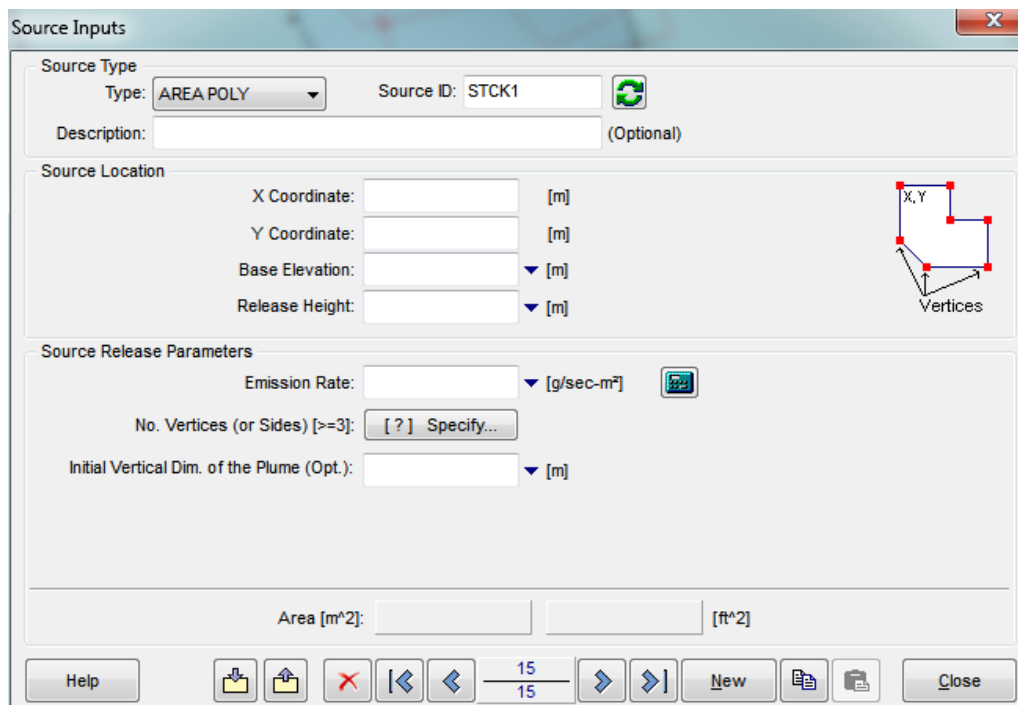


Figura 2-78 Tipologico input per sorgenti areali software Aermod View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X,Y rispetto al baricentro della sorgente,
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m².

È possibile fare riferimento alla Figura 2-79 al fine di localizzare sul territorio l'area di cantiere simulata.

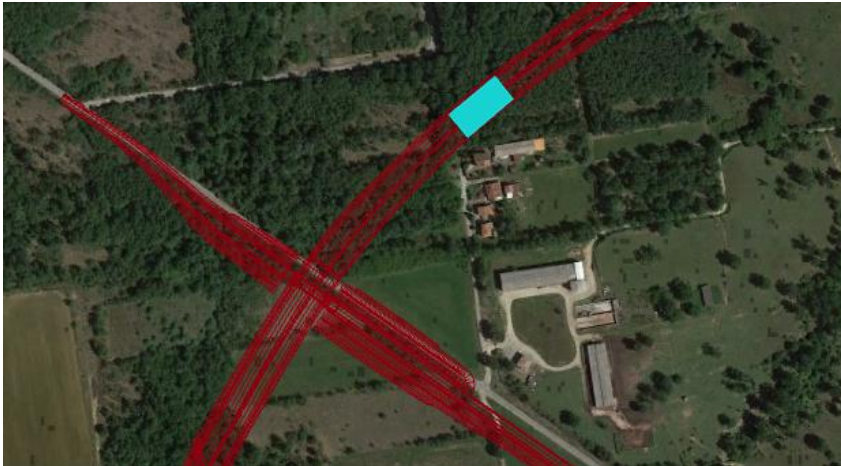
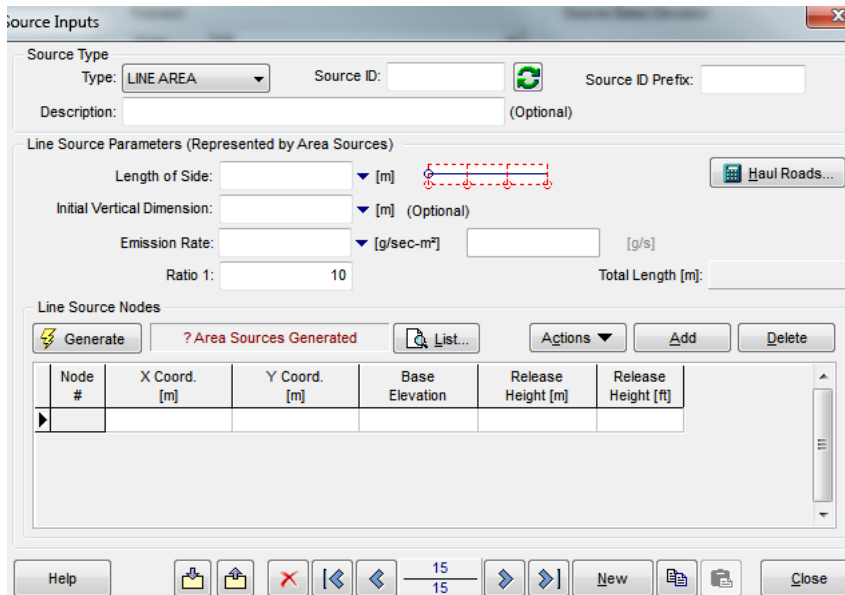


Figura 2-79 Schematizzazione Sorgente Areale Cantiere 1

L'altra tipologia di sorgente simulata all'interno del modello Aermod View riguarda i traffici di cantiere.

Dal punto di vista modellistico la strada può essere schematizzata come una sorgente lineare areale i cui dati richiesti per la modellizzazione sono quelli mostrati in Figura 2-80.



The screenshot shows the 'Source Inputs' dialog box with the following fields and options:

- Source Type:** Type: LINE AREA, Source ID: [], Source ID Prefix: [], Description: [] (Optional)
- Line Source Parameters (Represented by Area Sources):**
 - Length of Side: [] [m] (with a red dashed box icon)
 - Initial Vertical Dimension: [] [m] (Optional)
 - Emission Rate: [] [g/sec-m²] [g/s]
 - Ratio 1: 10
 - Total Length [m]: []
 - Haul Roads... button
- Line Source Nodes:**
 - Buttons: Generate, ? Area Sources Generated, List..., Actions, Add, Delete
 - Table with columns: Node #, X Coord. [m], Y Coord. [m], Base Elevation, Release Height [m], Release Height [ft]
- Footer:** Help, navigation icons, 15/15, New, Close

Figura 2-80 Dati di input per le sorgenti lineari-areali

Nello specifico ciò che occorre definire è:

- Larghezza del lato della sorgente lineare, espresso in metri;
- Dimensione verticale iniziale: meglio nota come Sigma Z, utilizzata al fine di identificare la quota iniziale verticale del “pennacchio” della sorgente verticale, espresso in metri;
- Tasso di emissione espresso in g/s m²;
- Lunghezza totale percorsa.

Definiti tali parametri è possibile generare, in maniera automatica delle sorgenti areali, che il software definisce in funzione dei numeri di nodi assegnati alla sorgente lineare.

I nodi assegnati richiedono i seguenti dati di input:

- Coordinate X-Y;
- Altezza della base della sorgente;
- Altezza del punto di rilascio degli inquinanti.

Tali valori, una volta definiti i nodi spazialmente, è possibile definirli attraverso il processore di calcolo “Haul Road Area Source Calculator”, il quale, impostando l’altezza media dei veicoli e la larghezza della strada consente di valutare la sigma z, ovvero l’altezza del “pennacchio”, così come larghezza del “pennacchio” prodotto dalla sorgente.

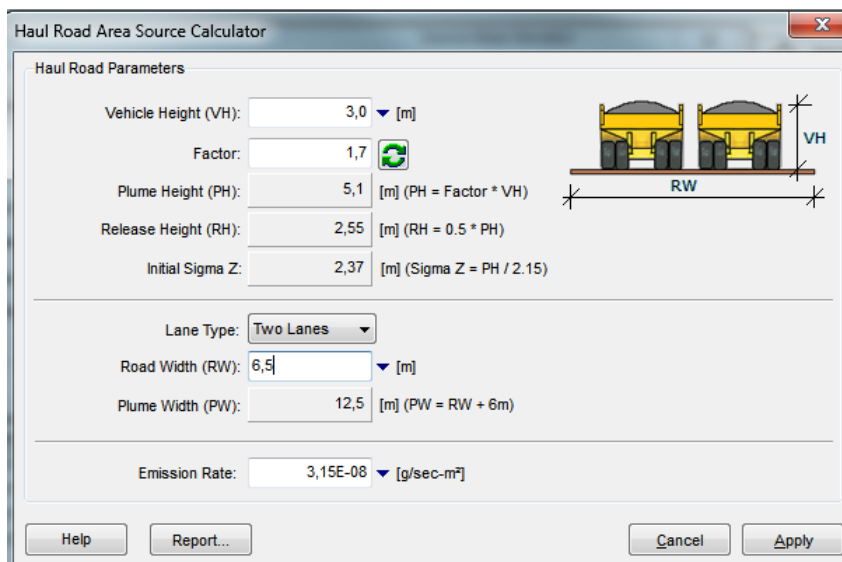


Figura 2-81 Haul Road Area Source Calculator contenuto all’interno del software AermodView

È possibile fare riferimento alla Figura 2-82 per la definizione della schematizzazione delle piste di cantiere all’interno del software di simulazione.

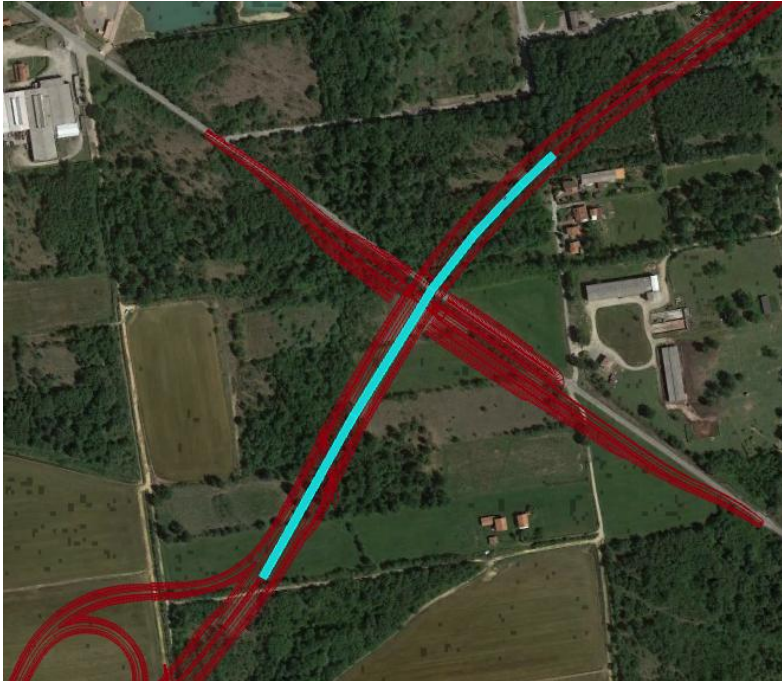


Figura 2-82 Schematizzazione dei traffici di cantiere

2.9.5 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI CALCOLO

Ultimo step dell'analisi prima dell'effettuazione dei calcoli previsionali è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate in Tabella 2-65. Al fine poi di avere contezza del territorio coperto dalla maglia è possibile fare riferimento alla Figura 2-83.

| | |
|--|------------|
| Coordinate del centro della maglia Asse X | 441630,72 |
| Coordinate del centro della maglia Asse Y | 5045203,51 |
| Passo lungo l'asse X | 100 |
| Passo lungo l'asse Y | 100 |
| N° di punti lungo l'asse X | 11 |
| N° di punti lungo l'asse Y | 11 |
| N° di punti di calcolo totali | 121 |
| Altezza relativa dal suolo | 1,8 |

Tabella 2-65 Coordinate maglia dei punti di calcolo

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di esercizio, i valori di fondo ed il contributo del cantiere, si è fatto riferimento ad un punto ricettore rappresentativo dell'edificio più vicino al cantiere, identificato con C1, avente coordinate:

- $x = 441788,00$
- $y = 5045392,00$

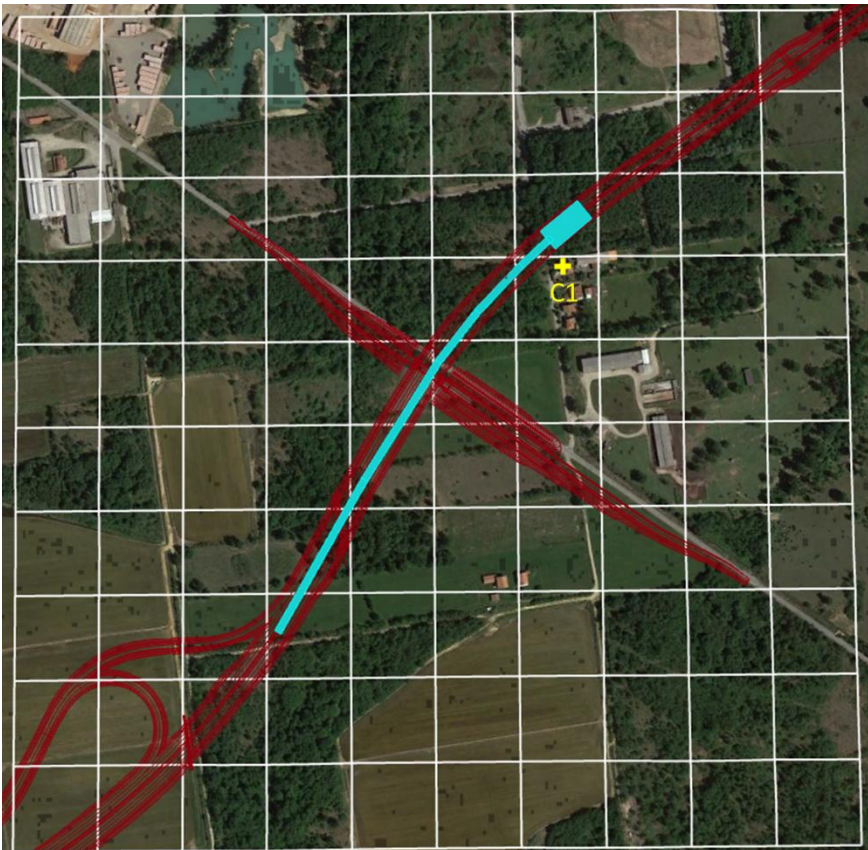


Figura 2-83 Schematizzazione cantieri con maglia dei punti di calcolo in riferimento al territorio in esame e ricettore C1

2.9.6 I DATI DI OUTPUT

Con riferimento alle polveri PM_{10} si è analizzato il contributo delle due sorgenti (Cantiere 1 e Cantiere 2) considerando la sovrapposizione degli effetti, quindi analizzate in contemporanea. In particolare, è stato possibile determinarne il contributo totale delle sorgenti simulate ed effettuare le verifiche sul ricettore di riferimento.

La somma di tutti i contributi, nella configurazione *Worst Case*, in cui le due sorgenti sono attive in parallelo, è esplicitata nella Figura 2-84.

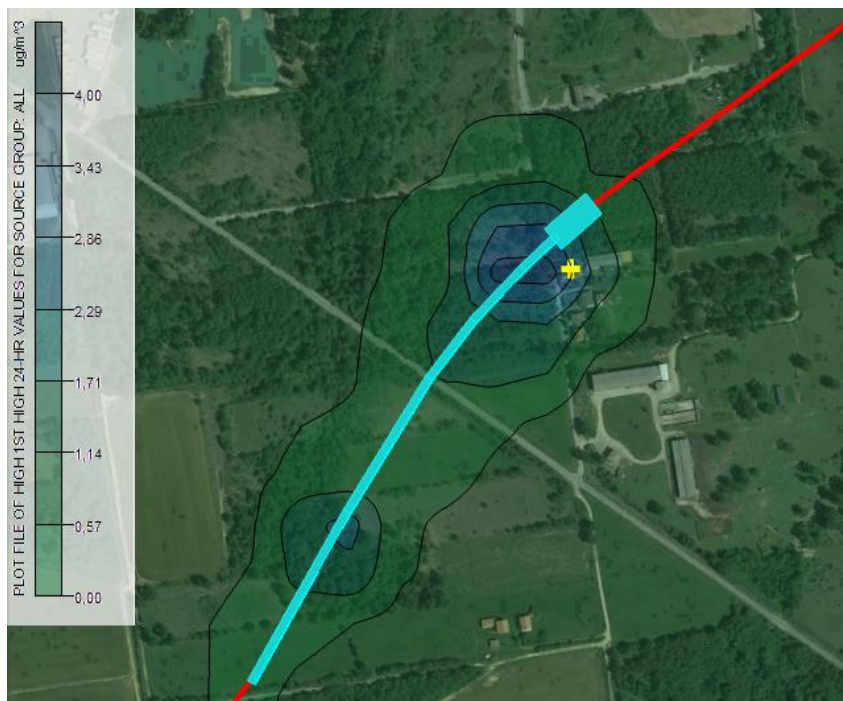


Figura 2-84 Concentrazioni di PM10 complessive 1st valori media giornaliera

Da tale figura emerge come, in relazione ai condizionamenti meteorologici considerati, il massimo delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀, pari a circa 4 µg/m³, sia stato rilevato poco più a sud del Cantiere 1 in prossimità della viabilità di cantiere dove transitano i mezzi.

Con riferimento al ricettore C1 i valori di concentrazione registrati relativi al massimo valore giornaliero di PM₁₀ sono riportati in Tabella 2-66.

| | C1 |
|--|------------------------|
| Max media giornaliera PM₁₀ | 3,94 µg/m ³ |

Tabella 2-66 Valori calcolati sul ricettore C1 – concentrazioni 1st valori media giornaliera PM10

Si evidenzia come il valore risultante, avendo considerato la condizione più critica, sia pari a 3,94 µg/m³, corrispondente a meno dell'8% del limite normativo per il PM₁₀ pari a 50 µg/m³. Pertanto, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico è possibile ritenere gli effetti delle attività di cantiere trascurabili.

2.9.7 BEST PRACTICE PER IL CANTIERE

Nonostante le basse concentrazioni di PM10 rilevate dai risultati della simulazione di cantiere, si prevedono comunque, durante lo svolgimento delle attività alcune *best practice* finalizzate ad abbattere ulteriormente la dispersione di polveri nell'atmosfera, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere. Tra queste si evidenzia:

- utilizzare, per le macchine di cantiere, carburanti diesel a basso tenore di zolfo (<50 ppm) e filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni; impiegare inoltre, ove possibile, apparecchi con motore elettrico;

- limitare la velocità di scarico del materiale al fine di evitare lo spargimento di polveri; il materiale verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- ottimizzare il carico dei mezzi di trasporto al fine di ridurre il numero dei veicoli in circolazione;
- applicare appositi teloni di copertura degli automezzi durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento per garantire il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- stoccare i materiali allo stato solido polverulento in sili, e movimentarli mediante sistemi chiusi quali trasporti pneumatici, coclee, elevatori a tazze, presidiati da sistemi di abbattimento in grado di garantire valori di emissione inferiori a 10 mg/Nm³ e dotati di sistemi di controllo quali pressostati con dispositivi di allarme;
- in caso di vento proteggere con barriere e umidificare i depositi di materiale sciolto caratterizzati da frequente movimentazione, e coprire con teli e stuoie quelli con scarsa movimentazione; evitare inoltre qualsiasi attività di combustione all'aperto.

2.10 LO SCENARIO POST OPERAM

2.10.1 L'ANALISI EMISSIVA

2.10.1.1 Gli input progettuali

Metodologia di analisi

Al fine di effettuare i confronti tra i diversi scenari, ossia tra l'ante operam, l'opzione zero ed il post operam viene considerata la stessa rete stradale di riferimento con l'aggiunta della Pedemontana prevista. Come periodo temporale di riferimento è stato considerato il 2033, anno in cui è prevista l'apertura della nuova infrastruttura in progetto. Come effettuato per le simulazioni precedentemente descritte sono state calcolate le emissioni di inquinanti sulla rete stradale utilizzando il software di simulazione Copert Street Level, per l'applicazione del quale è stata necessaria l'implementazione di un file di input adeguatamente costruito. Tale file si compone di diverse informazioni tra cui i nomi relativi ai diversi archi della rete, le coordinate corrispondenti, la lunghezza dei singoli archi, le velocità medie associate alle diverse tipologie di strade simulate ed il TGM ricavato dallo studio trasportistico previsto al 2033.

Inoltre, facendo riferimento alla composizione del parco veicolare circolante previsto per il futuro è stato possibile valutare le emissioni sull'intera rete stradale simulata. Di seguito si riportano i principali input presi in considerazione per le analisi modellistiche.

La rete stradale di riferimento

In Figura 2-85 viene rappresentata la rete stradale considerata per il calcolo modellistico delle emissioni allo scenario post operam. La rete è quella simulata negli altri due scenari con l'aggiunta della nuova infrastruttura prevista (in rosa). In figura sono riportati inoltre, i codici dei singoli archi che sono stati simulati per i quali di seguito è stato identificato il traffico giornaliero medio relativo.

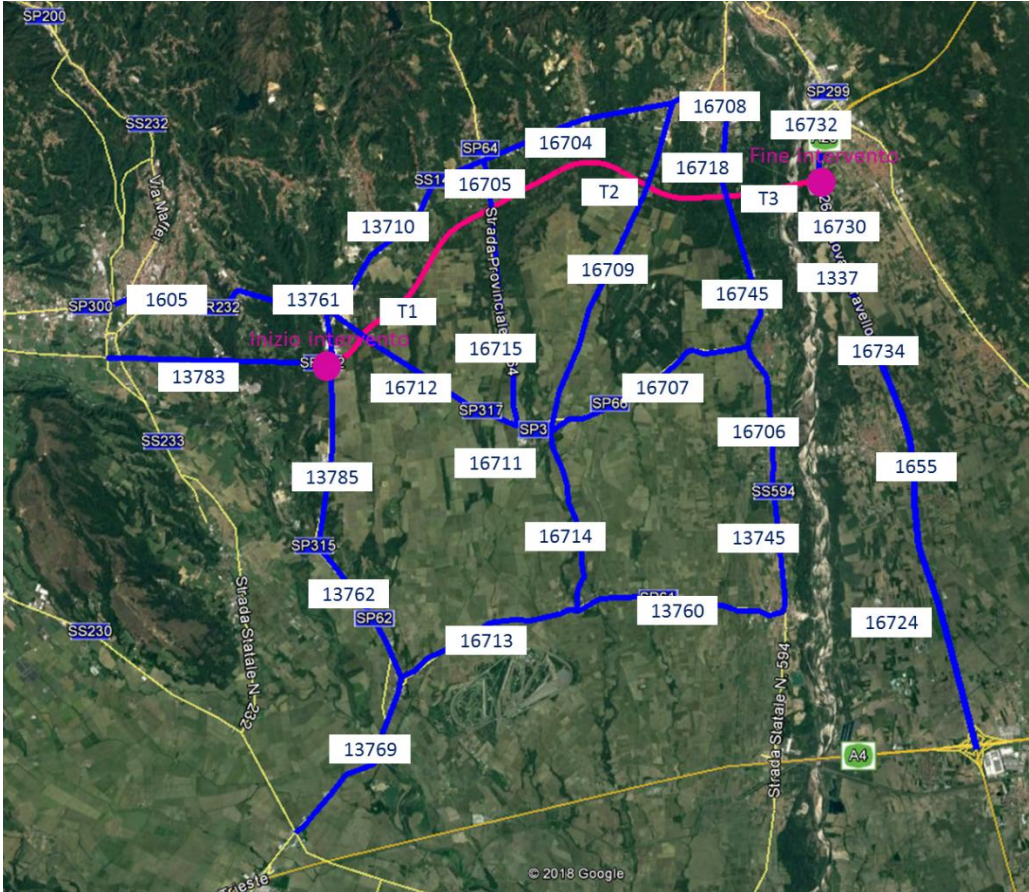


Figura 2-85 Schematizzazione della rete per lo scenario post operam

Volumi e velocità del traffico circolante

Tra i dati progettuali utilizzati per la stima delle emissioni emergono i volumi di traffico espressi in tabella in TGM e le velocità medie di percorrenza tenute sulle diverse tipologie di strade simulate.

In particolare, per lo scenario post operam è stata assunta la seguente composizione di traffico:

| Link | TGM | Link | TGM | Link | TGM | Link | TGM |
|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|
| 16718 | 5193 | 13761 | 1257 | 16714 | 3356 | T1 | 27855 |
| 16745 | 5222 | 16710 | 1211 | 16706 | 5010 | T2 | 25811 |
| 16730 | 6466 | 16705 | 2044 | 1655 | 8029 | T3 | 26709 |
| 16734 | 6677 | 1337 | 5089 | 16724 | 9795 | | |
| 16707 | 230 | 16708 | 6350 | 16732 | 16645 | | |
| 16709 | 3097 | 16704 | 3255 | 13769 | 11938 | | |
| 16715 | 0 | 1605 | 1265 | 16713 | 3318 | | |
| 16711 | 46 | 13783 | 19302 | 13760 | 38 | | |
| 16712 | 46 | 13762 | 8695 | 13745 | 4968 | | |
| 13785 | 142 | | | | | | |

Tabella 2-67 Dati di traffico della rete per il post operam

Per le velocità si può far riferimento, invece, alla tabella sottostante.

| Asse viario | Velocità media |
|----------------------------|----------------|
| Strade Provinciali/Statali | 50 km/h |
| Pedemontana | 80 km/h |

Tabella 2-68 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione dell'infrastruttura viaria

Composizione del parco veicolare circolante futuro

La composizione del parco veicolare circolante futura è stata ampiamente analizzata al Par. 2.8.1 al quale si rimanda per il dettaglio.

2.10.1.2 L'output del modello di simulazione emissivo per lo scenario post operam

Attraverso l'applicazione del software Copert Street Level è stato possibile a valle dell'implementazione degli input sopra definiti e del calcolo modellistico condotto, ottenere come output i valori di emissione degli inquinanti scelti per ogni arco della rete simulato.

Pertanto, per una rappresentazione grafica delle emissioni di NOx, CO, PM10 e PM2.5 dell'intera rete stradale allo scenario post operam si rimanda all'elaborato grafico "Analisi emissiva della rete (NOx, CO, PM10, PM2.5) - Post operam".

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi emissiva sugli inquinanti CO, NOx, PM10 e PM2.5 prodotti dal traffico veicolare previsto allo scenario post operam sulla rete stradale presa in considerazione.

| Link | CO [t/km] | NOx [t/km] | PM10 [t/km] | PM2.5 [t/km] | Link | CO [t/km] | NOx [t/km] | PM10 [t/km] | PM2.5 [t/km] |
|-------|-----------|------------|-------------|--------------|-------|-----------|------------|-------------|--------------|
| 16718 | 0,448 | 0,667 | 0,020 | 0,012 | 1605 | 0,109 | 0,163 | 0,005 | 0,003 |
| 16745 | 0,451 | 0,671 | 0,020 | 0,012 | 13783 | 1,665 | 2,481 | 0,074 | 0,044 |
| 16730 | 1,707 | 1,052 | 0,043 | 0,026 | 13762 | 0,750 | 1,118 | 0,033 | 0,020 |
| 16734 | 1,763 | 1,087 | 0,044 | 0,027 | 16714 | 0,290 | 0,431 | 0,013 | 0,008 |
| 16707 | 0,020 | 0,030 | 0,001 | 0,001 | 16706 | 0,432 | 0,644 | 0,019 | 0,012 |
| 16709 | 0,267 | 0,398 | 0,012 | 0,007 | 1655 | 2,120 | 1,307 | 0,054 | 0,032 |
| 16715 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 16724 | 2,586 | 1,594 | 0,065 | 0,039 |
| 16711 | 0,004 | 0,006 | 0,000 | 0,000 | 16732 | 4,394 | 2,709 | 0,111 | 0,067 |
| 16712 | 0,004 | 0,006 | 0,000 | 0,000 | 13769 | 1,030 | 1,534 | 0,046 | 0,027 |
| 13785 | 0,012 | 0,018 | 0,001 | 0,000 | 16713 | 0,286 | 0,426 | 0,013 | 0,008 |
| 13761 | 0,108 | 0,162 | 0,005 | 0,003 | 13760 | 0,003 | 0,005 | 0,000 | 0,000 |
| 16710 | 0,104 | 0,156 | 0,005 | 0,003 | 13745 | 0,429 | 0,639 | 0,019 | 0,011 |
| 16705 | 0,176 | 0,263 | 0,008 | 0,005 | T1 | 2,758 | 3,236 | 0,119 | 0,071 |
| 1337 | 0,439 | 0,654 | 0,020 | 0,012 | T2 | 2,554 | 2,996 | 0,110 | 0,066 |
| 16708 | 0,548 | 0,816 | 0,024 | 0,015 | T3 | 2,644 | 3,102 | 0,114 | 0,068 |
| 16704 | 0,281 | 0,418 | 0,012 | 0,007 | | | | | |

Tabella 2-69 Emissioni di CO, NOx, PM10 e PM2.5 sugli archi della rete stradale simulata – opzione zero

| | CO [t] | NOx [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|---------------------------|--------|---------|----------|-----------|
| TOTALE EMIS- SIONI | 128,75 | 118,96 | 4,20 | 2,52 |

Tabella 2-70 Emissioni totali sulla rete stradale per l'opzione zero

2.10.2 L'ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

2.10.2.1 Gli input meteorologici

I dati meteorologici presi come riferimento per lo scenario post operam sono gli stessi utilizzati per lo scenario attuale e per l'opzione zero, ossia quelli relativi al 2017, non potendo effettuare previsioni certe sul dato meteorologico futuro.

2.10.2.2 Gli input progettuali

La rete stradale di riferimento

L'analisi sulle concentrazioni per lo scenario post operam è stata condotta seguendo due finalità.

Da un lato simulando il medesimo tratto della vecchia SS142 considerato per lo stato ante operam e per l'opzione zero si è voluta fornire un'indicazione quantitativa sulla riduzione delle concentrazioni a valle dell'esercizio della nuova opera grazie alla quale il traffico circolante sulla vecchia SS142 viene scaricato. Per la schematizzazione del tratto stradale considerato si può far riferimento alla Figura 2-86.

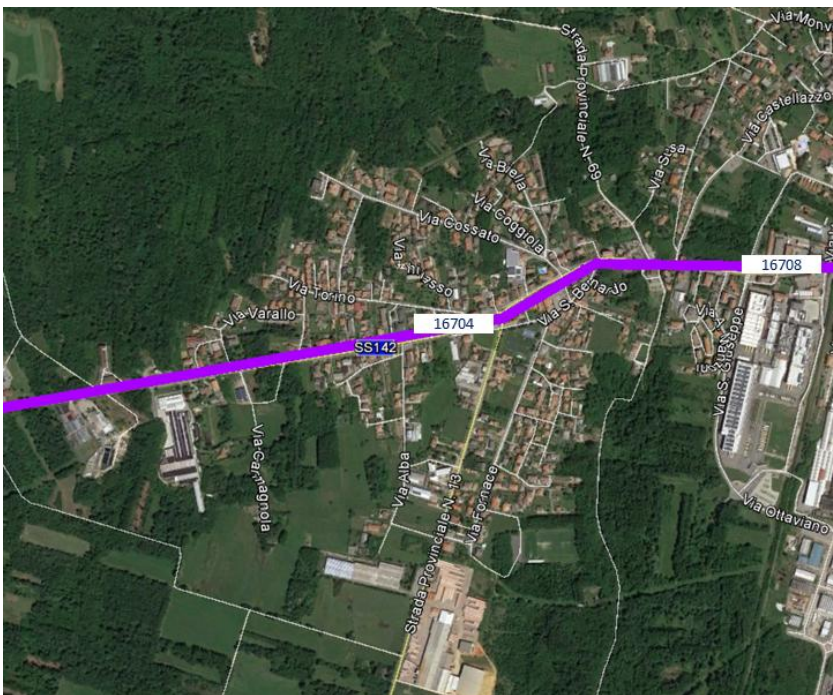


Figura 2-86 Schematizzazione tratto vecchia SS142 vista su google earth scenario post operam

Dall'altro lato, in modo più approfondito è stata simulata la nuova infrastruttura in progetto, la Pedemontana e l'innescò con l'autostrada A26. I tratti considerati sono rappresentati in Figura 2-87.

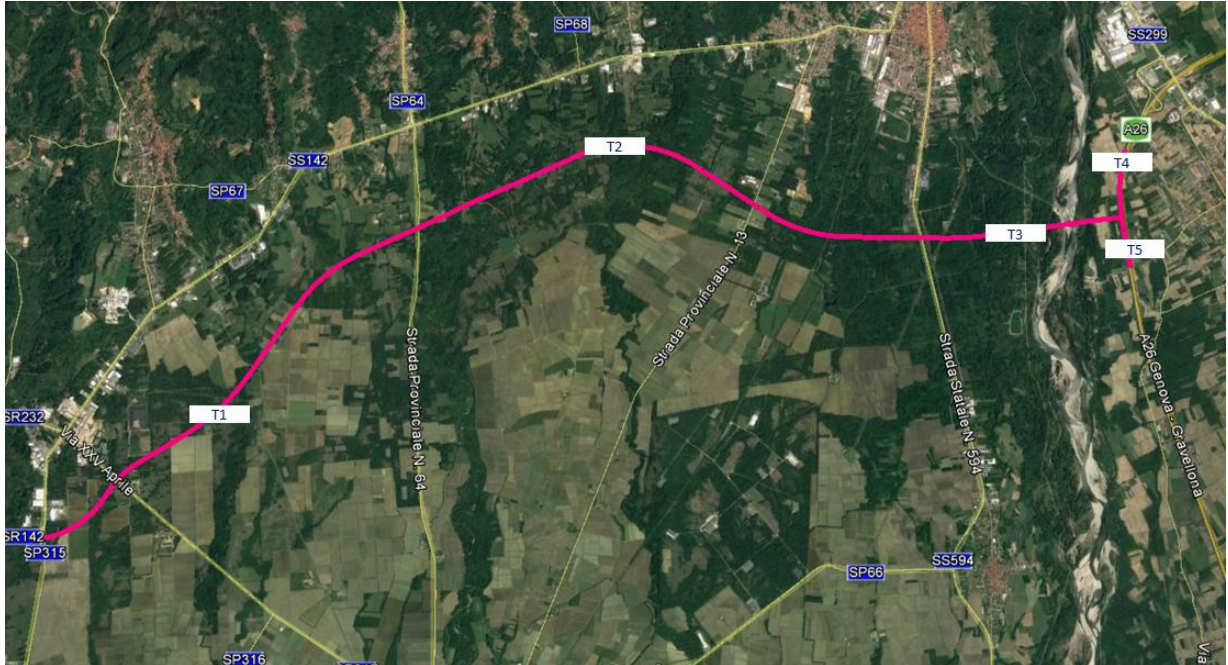


Figura 2-87 Schematizzazione Pedemontana vista su Google Earth scenario post operam

Si specifica come le due analisi siano state condotte in modo distinto e separato, in quanto nell'analisi del tratto della vecchia SS142 sia stato possibile escludere il contributo del traffico circolante previsto sulla Pedemontana stante i risultati delle concentrazioni di inquinanti in prossimità della stessa, dai quali, come più avanti descritto nel dettaglio, è possibile osservare oltre i 500 metri di distanza dalla strada un valore di concentrazione trascurabile per tutti gli inquinanti (a titolo esemplificativo per l'inquinante più critico l'NOx, oltre i 500 metri si registra un valore inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Essendo il ricettore R rappresentativo del centro abitato di San Bernardo distante dalla Pedemontana di circa 2 chilometri è possibile considerare valida tale assunzione.

Metodologia di analisi per il calcolo dei fattori di emissione

Per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti è stato utilizzato il medesimo software di simulazione Calroads utilizzato per le simulazioni dello scenario attuale e dell'opzione zero. Tale modello necessita di diversi input tra cui i fattori di emissione dei singoli inquinanti che si vogliono valutare. Pertanto, al fine di stimare correttamente tali fattori è stato utilizzato Copert, un altro modello matematico che lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante futuro è stato poi valutato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

Composizione del parco veicolare circolante

Per la composizione del parco veicolare circolante futuro sulla rete stradale considerata per il caso in esame si può fare riferimento al Par. 2.8.1.

Volumi e velocità del traffico circolante

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione e per il calcolo delle concentrazioni utilizzati dai modelli di simulazione descritti in precedenza.

In particolare, è stata assunta per lo scenario post operam la seguente composizione di traffico:

| Link | TGM |
|--------------|-------|
| 16704 | 3255 |
| 16708 | 6350 |
| T1 | 27855 |
| T2 | 25811 |
| T3 | 26709 |
| T4 | 23111 |
| T5 | 17824 |

Tabella 2-71 Dati di traffico per gli scenari post operam

Per le velocità per il calcolo dei fattori di emissione si può far riferimento alla tabella sottostante.

| Asse viario | V. Leggeri | V. Pesanti |
|----------------------|------------|------------|
| vecchia SS142 | 50 km/h | 50 km/h |
| Pedemontana | 90 km/h | 70 km/h |
| A26 | 130 km/h | 100 km/h |

Tabella 2-72 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione della categoria di veicolo e dell'infrastruttura viaria

Fattori di emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante per i veicoli leggeri e pesanti. Sapendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti su ogni infrastruttura considerata è stato possibile ottenere un valore di fattore di emissione medio per ogni inquinante e per ogni strada, da utilizzare nelle simulazioni.

Si evidenzia come il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni necessiti di un fattore di emissione espresso in miglia e pertanto è stata effettuata la trasformazione da g/km*veicoli a g/miglia*veicolo (1km=0.6214 miglia).

| Inquinanti | Fattore di emissione leggeri | Fattore di emissione pesanti |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | [g/km*veic] | [g/km*veic] |
| NOx vecchia SS142 | 0,174 | 2,823 |
| NOx Pedemontana | 0,175 | 2,456 |
| NOx A26 | 0,286 | 2,344 |
| CO vecchia SS142 | 0,327 | 0,652 |
| CO Pedemontana | 0,542 | 0,582 |

| Inquinanti | Fattore di emissione leggeri | Fattore di emissione pesanti |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| | [g/km*veic] | [g/km*veic] |
| CO A26 | 2,129 | 0,566 |
| PM10 vecchia SS142 | 0,005 | 0,048 |
| PM10 Pedemontana | 0,007 | 0,044 |
| PM10 A26 | 0,011 | 0,044 |
| PM2.5 vecchia SS142 | 0,003 | 0,029 |
| PM2.5 Pedemontana | 0,004 | 0,026 |
| PM2.5 A26 | 0,007 | 0,027 |

Tabella 2-73 Fattore di emissione veicoli leggeri e pesanti Post operam

Inquinante NOx

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione | Fattore di emissione |
|---------------|-----------|-----------|----------------------|-----------------------|
| | | | medio [g/km*veic] | medio [g/miglia*veic] |
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,44 | 0,71 |
| Pedemontana | 89% | 11% | 0,43 | 0,68 |
| A26 | 80% | 20% | 0,70 | 1,12 |

Tabella 2-74 Fattore di emissione medio Post operam per ogni infrastruttura per l'inquinante NOx

Inquinante CO

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione | Fattore di emissione |
|---------------|-----------|-----------|----------------------|-----------------------|
| | | | medio [g/km*veic] | medio [g/miglia*veic] |
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,36 | 0,58 |
| Pedemontana | 89% | 11% | 0,55 | 0,88 |
| A26 | 80% | 20% | 1,82 | 2,93 |

Tabella 2-75 Fattore di emissione medio Post operam per ogni infrastruttura per l'inquinante CO

Inquinante PM10

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione | Fattore di emissione |
|---------------|-----------|-----------|----------------------|-----------------------|
| | | | medio [g/km*veic] | medio [g/miglia*veic] |
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,01 | 0,01 |
| Pedemontana | 89% | 11% | 0,01 | 0,02 |
| A26 | 80% | 20% | 0,02 | 0,03 |

Tabella 2-76 Fattore di emissione medio Post operam per ogni infrastruttura per l'inquinante PM10

Inquinante PM2.5

| Strada | % leggeri | % pesanti | Fattore di emissione | Fattore di emissione |
|--------|-----------|-----------|----------------------|-----------------------|
| | | | medio [g/km*veic] | medio [g/miglia*veic] |

| | | | | |
|----------------------|-----|-----|------|------|
| vecchia SS142 | 90% | 10% | 0,01 | 0,01 |
| Pedemontana | 89% | 11% | 0,01 | 0,01 |
| A26 | 80% | 20% | 0,01 | 0,02 |

Tabella 2-77 Fattore di emissione medio Post operam per ogni infrastruttura per l'inquinante PM2.5

2.10.2.3 I ricettori

Relativamente al tratto della vecchia SS142, al fine del confronto tra i valori di concentrazione risultati dalle simulazioni ante operam, opzione zero e post operam, si è scelto di considerare e quindi calcolare le concentrazioni in prossimità dello stesso ricettore di riferimento per l'analisi. I valori di concentrazione quindi sono stati valutati in prossimità del ricettore R e sulla stessa maglia di calcolo (cfr. Par. 2.7.2).

Relativamente alla Pedemontana sono stati scelti come punti ricettori su cui valutare le concentrazioni di inquinanti i ricettori più vicini all'infrastruttura rappresentativi di edifici residenziali (R), nonché alcuni ricettori per la vegetazione (V), rappresentativi dello ZSC presente nell'area (ZSC IT1120004 "Baraggia di Rovasenda"), in prossimità della nuova infrastruttura in progetto.

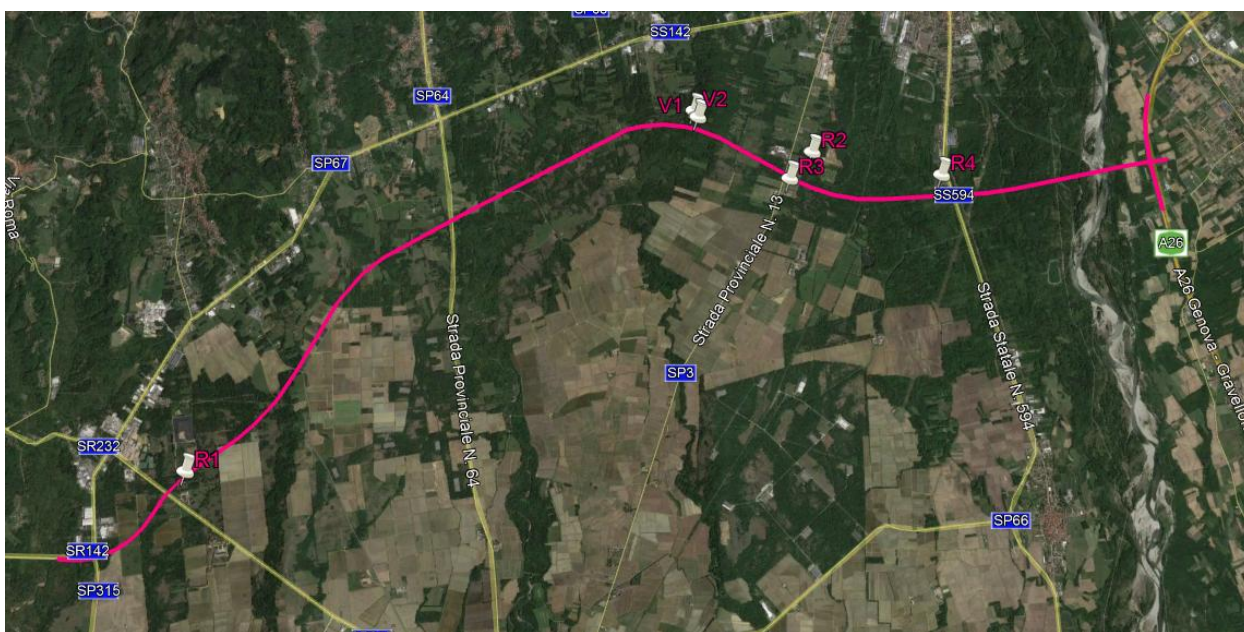


Figura 2-88 Localizzazione punti ricettori

| Punto | Coordinate X | Coordinate Y | Altezza di calcolo |
|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| R1 | 441805 | 5045357 | 1,8 m |
| R2 | 449227 | 5049136 | 1,8 m |
| R3 | 448949 | 5048809 | 1,8 m |
| R4 | 450788 | 5048844 | 1,8 m |
| V1 | 447848 | 5049585 | 10 m |
| V2 | 447801 | 5049663 | 10 m |

Tabella 2-78 Punti ricettori

Oltre a tali punti ricettori, come per il tratto della vecchia SS142, anche per la nuova infrastruttura, per osservare le concentrazioni in prossimità della stessa, si è cercato di generare una maglia di ricettori sufficientemente fitta per poter generare le carte di isoconcentrazione in maniera quanto più precisa possibile, conciliando in maniera efficiente la precisione dell'output con le tempistiche di analisi.

Dal punto di vista delle maglie per la generazione delle isoconcentrazioni è stata identificata, quindi, una maglia strutturata in maniera tale da rappresentare un vero e proprio buffer intorno all'infrastruttura, seguendone così la geometria e coprendo i punti di "vuoto" che si possono generare in una maglia di tipo rettangolare. Le caratteristiche sono le stesse della maglia già considerata per la simulazione del tratto della vecchia SS142.

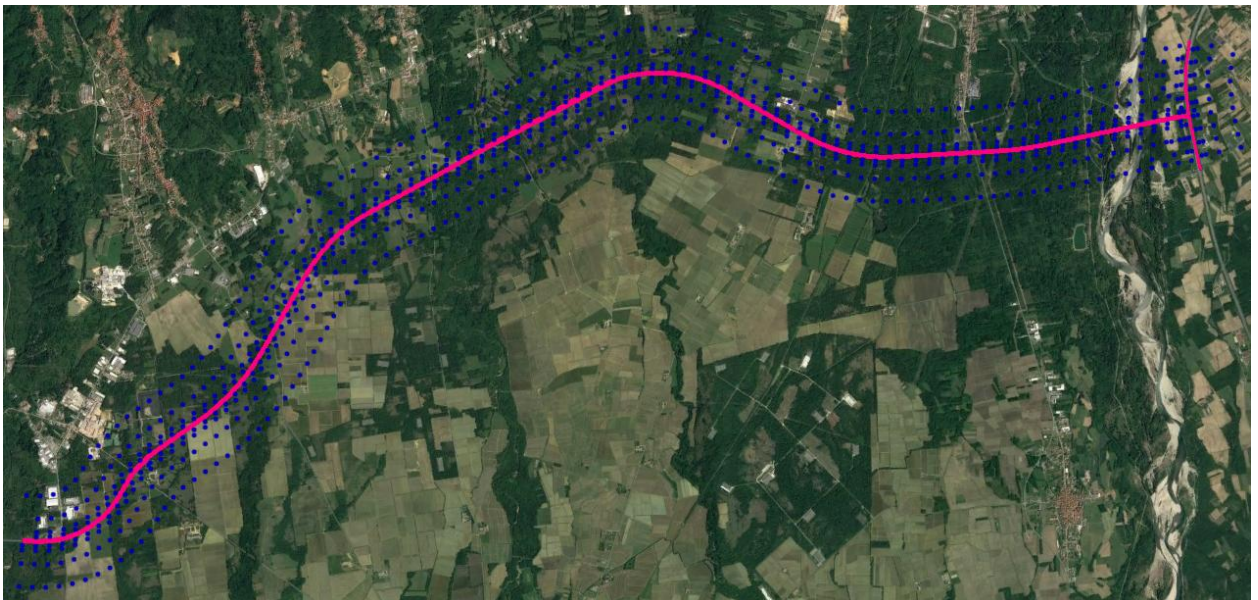


Figura 2-89 Rappresentazione maglia di calcolo "buffer" Pedemontana

| Caratteristica | Valore |
|---|--------|
| Distanza laterale dall'infrastruttura 1° buffer | 50 m |
| Distanza laterale dall'infrastruttura 2° buffer | 100 m |
| Distanza laterale dall'infrastruttura 3° buffer | 250 m |
| Distanza laterale dall'infrastruttura 4° buffer | 500 m |
| Distanza longitudinale tra i punti | 150 m |
| Punti totali della maglia buffer | 640 |
| Altezza relativa sottomaglia di calcolo | 1,8 m |

Tabella 2-79 Caratteristiche "maglia buffer" Pedemontana

2.10.2.4 Le concentrazioni di inquinante risultati dalle simulazioni per lo scenario post operam

A valle dell'applicazione delle simulazioni condotte per lo scenario post operam, mediante Calroads, sono stati ottenuti i valori di concentrazioni degli inquinanti NOx, CO, PM10 e PM2.5 in prossimità dei ricettori individuati e delle maglie di calcolo. Si specifica come già detto, che al fine di effettuare il confronto con i limiti normativi, per valutare

il rispetto del limite per la protezione umana, e quindi nello specifico per i ricettori R, l'NO_x è stato trasformato in NO₂ attraverso la formulazione stimata al Par. 2.5.3.

In Tabella 2-80 si riportano i valori di concentrazione risultati dalla simulazione del tratto stradale della vecchia SS142 per ogni inquinante per il ricettore R preso come riferimento.

| Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM ₁₀ [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM _{2.5} [µg/m ³] |
|-----------|--|---|---|--|
| R | 0,21 | 0,002 | 0,004 | 0,004 |

Tabella 2-80 Valori delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀ e PM_{2.5} post operam per il ricettore R per la protezione umana

Dai risultati emergono dei valori di concentrazione in prossimità del ricettore in esame molto bassi.

Infatti, relativamente all'NO₂ si evidenzia come il valore registrato dal modello sia circa lo 0,5% del limite normativo pari a 40 µg/m³, mentre per la CO il valore di concentrazione corrisponde a circa lo 0,02% del limite di 10 mg/m³.

Il particolato, infine, in termini di PM₁₀ registra un valore pari allo 0,01% del limite normativo, mentre il PM_{2.5} rappresenta lo 0,02%.

Sommando a tali valori i valori di fondo individuati dalla centralina ARPA per l'NO₂, il PM₁₀ ed il PM_{2.5} si verifica sempre il rispetto dei limiti, arrivando a titolo esemplificativo per l'NO₂, che rappresenta l'inquinante più critico rispetto agli altri, ad un valore pari a 20,70 µg/m³.

Relativamente alle concentrazioni stimate in prossimità del tratto stradale sulla maglia di calcolo individuata, emerge che i valori massimi per ogni inquinante restano sempre al di sotto dei limiti stabiliti dalla normativa.

Rispetto all'analisi condotta per la nuova infrastruttura prevista, relativamente alle concentrazioni di inquinanti calcolate presso i ricettori per la salute umana si può far riferimento alla Tabella 2-81.

| Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM ₁₀ [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM _{2.5} [µg/m ³] |
|-----------|--|---|---|--|
| R1 | 4,305 | 0,088 | 0,132 | 0,079 |
| R2 | 0,692 | 0,020 | 0,021 | 0,013 |
| R3 | 1,915 | 0,048 | 0,058 | 0,035 |
| R4 | 1,364 | 0,035 | 0,041 | 0,025 |

Tabella 2-81 Valori delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀ e PM_{2.5} post operam per i ricettori "R" per la salute umana

Dai risultati delle concentrazioni emersi in prossimità dei ricettori per la salute umana si rilevano dei valori notevolmente bassi in generale. Nello specifico il ricettore che registra i valori più alti è R1 con valori di concentrazione per l'NO₂ pari a 4,305 µg/m³, rappresentativo di circa il 10% del limite normativo (40 µg/m³). Relativamente all'anidride carbonica in prossimità di R1 si registra un valore di concentrazione pari a 0,088 mg/m³ (circa 0,9% del limite normativo), mentre per il PM₁₀ ed il PM_{2.5} rispettivamente le concentrazioni risultano rispettivamente 0,132 µg/m³ e 0,079 µg/m³ (per entrambi lo 0,3% del limite normativo).

Per quanto concerne, invece, le concentrazioni di inquinanti calcolate presso i ricettori per la vegetazione si può far riferimento alla Tabella 2-82.

| Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m^3] | Media annua delle concentrazioni di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Media annua delle concentrazioni di PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|-----------|--|---|---|--|
| V1 | 2,151 | 0,040 | 0,066 | 0,040 |
| V2 | 1,655 | 0,034 | 0,047 | 0,028 |

Tabella 2-82 Valori delle concentrazioni di NOx, CO, PM10 e PM2.5 post operam per i ricettori "V" per la vegetazione

Dai risultati della simulazione dello scenario post operam emergono in prossimità dei punti ricettori per la vegetazione dei valori di concentrazione bassi per tutti gli inquinanti analizzati. In particolare, con riferimento all'NOx, che risulta quello maggiormente critico ed è l'unico inquinante analizzato per cui la normativa definisce un valore limite, il massimo valore è stato registrato in prossimità del ricettore V1, pari a $2,151 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore è rappresentativo di circa il 7% del limite normativo, pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e fornisce quindi un contributo modesto di incremento di concentrazioni. Per un'analisi più dettagliata sull'effetto di tali concentrazioni sulla vegetazione si rimanda alla componente Biodiversità.

In ultimo, per quanto riguarda le concentrazioni degli inquinanti valutate in prossimità delle maglie di calcolo si può far riferimento agli elaborati "Planimetria dei recettori e concentrazioni CO – NOx – PM10 – PM 2.5 Post operam". Sono state valutate in particolare le medie annue per gli inquinanti NOx, PM10 e PM2.5 ed i valori massimi medi su 8 ore consecutive per la CO. Dagli elaborati grafici è possibile notare quanto precedentemente anticipato, ossia che in linea di massima oltre i 500 metri di distanza dall'infrastruttura di progetto i valori di concentrazione risultano trascurabili. Per l'NOx infatti oltre tale distanza si ha un valore di concentrazione inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3,3% del limite normativo), per il PM10 si è registrato un valore inferiore ai $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,05% del limite normativo) e per il PM2.5 delle concentrazioni sempre inferiori ai $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,08% del limite normativo). Relativamente all'inquinante CO la situazione è leggermente differente in quanto non è stata rappresentata la media annua ma i massimi medi di 8 ore consecutive i cui risultati sono maggiormente dispersi rispetto agli altri inquinanti, ma oltre i 500 metri di distanza dalla strada i valori di concentrazione si mantengono comunque al di sotto dei $0,07 \text{mg}/\text{m}^3$ (0,7% del limite normativo).

2.11 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE

2.11.1 LA FASE DI ESERCIZIO

2.11.1.1 L'analisi emissiva

Il presente paragrafo è volto al confronto delle analisi effettuate nei precedenti capitoli in termini di emissioni di inquinanti prodotti nei tre scenari di riferimento (ante operam, opzione zero e post operam) al fine di verificare i benefici introdotti dalla nuova infrastruttura in progetto.

Rispetto alle emissioni valutate nei tre scenari considerati sui rami della rete stradale scelta è possibile osservare, con riferimento agli elaborati cartografici "Analisi emissiva della rete (Nox, CO, PM10, PM2.5) – Stato attuale, opzione zero e post operam", come allo stato attuale le strade con valori di emissione maggiori in relazione agli inquinanti

CO, NO_x, PM10 e PM2.5 siano l'autostrada A26 e la vecchia SS142 utilizzata come collegamento principale tra Biella e l'autostrada stessa.

Considerando lo scenario caratteristico dell'opzione zero, si verifica una riduzione in termini emissivi, nonostante l'incremento di traffico previsto per il 2033, attribuibile al miglioramento tecnologico dei veicoli stradali per il quale si è ipotizzata l'assenza dei veicoli Euro 0 ed Euro 1. I risultati dell'analisi sono di seguito riportati.

| | CO [t] | NO _x [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|----------------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|
| Ante operam (AO) | 199,69 | 120,10 | 4,62 | 2,77 |
| Opzione zero (OZ) | 127,41 | 115,34 | 4,03 | 2,42 |
| % riduzione AO - OZ | -36% | -4% | -13% | -13% |

Tabella 2-83 Confronto emissioni ante operam, opzione zero prodotte dal traffico veicolare sulla rete stradale simulata

Confrontando infine i risultati derivanti dall'analisi emissiva allo scenario di progetto emerge come rispetto all'opzione zero in termini emissivi la vecchia SS142 si scarichi notevolmente (le emissioni di CO, NO_x, PM10 e PM2.5 si riducono del 73%) in quanto l'infrastruttura di collegamento tra Biella e l'autostrada A26 è rappresentata dalla nuova strada di progetto di funzionalità maggiore.

Con riferimento pertanto alle infrastrutture della rete stradale ad esclusione della nuova infrastruttura, si nota come queste complessivamente allo stato di progetto rispetto all'opzione zero vengano scaricate in termini di emissioni di inquinanti grazie alla realizzazione della Pedemontana. Nella tabella che segue si riporta tale confronto.

| | CO [t] | NO _x [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|----------------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|
| Opzione zero (OZ) | 127,41 | 115,34 | 4,03 | 2,42 |
| Post operam (PO) | 114,41 | 102,14 | 3,58 | 2,15 |
| % riduzione OZ - PO | -10% | -11% | -11% | -11% |

Tabella 2-84 Confronto emissioni opzione zero e post operam prodotte dal traffico veicolare sulla rete stradale ad eccezione della nuova infrastruttura

In termini di emissioni complessive sulla rete, invece, considerando il traffico introdotto sulla nuova infrastruttura, si avranno necessariamente dei valori emissivi totali maggiori, anche se l'incremento emissivo tra l'opzione zero ed il post operam risulta minimo.

| | CO [t] | NO _x [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|-----------------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|
| Opzione zero (OZ) | 127,41 | 115,34 | 4,03 | 2,42 |
| Post operam (PO) | 128,75 | 118,96 | 4,20 | 2,52 |
| % incremento PO - OZ | 1% | 3% | 4% | 4% |

Tabella 2-85 Confronto emissioni opzione zero e post operam prodotte dal traffico veicolare sull'intera rete stradale simulata (compresa la Pedemontana)

Stanti tali considerazioni è chiaro come la previsione della nuova infrastruttura generi una riduzione in termini di traffico e conseguentemente di emissioni sulla restante rete stradale. Le emissioni previste sulla nuova infrastruttura

restano comunque basse, stanti le nuove tecnologie previste per il parco veicolare futuro grazie alle quali complessivamente sulla rete le emissioni allo scenario di progetto risultano inferiori a quelle attualmente prodotte. Per tali ragioni l'impatto del progetto previsto in termini di emissioni prodotte dal traffico veicolare può ritenersi trascurabile.

Al fine di valutare quanto contribuisce l'opera in esame alla produzione di emissioni nell'intero territorio provinciale si è preso come riferimento l'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera della Regione Piemonte dal quale sono stati estratti i dati emissivi del 2013 (ultimo anno disponibile) riferiti alle Province di Biella, Vercelli e Novara che rappresentano le tre provincie attraversate dal tracciato di progetto.

Pertanto, le emissioni complessive prodotte dal traffico veicolare circolante sulla rete allo scenario di progetto sono state confrontate, in termini percentuali, con le emissioni totali prodotte dalle tre provincie sopra definite.

| | CO [t] | NOx [t] | PM10 [t] | PM2.5 [t] |
|---|---------|---------|----------|-----------|
| Post operam simulazione | 128,75 | 118,96 | 4,20 | 2,52 |
| Emissioni IREA 2013 | 5204,73 | 6347,01 | 408,95 | 319,62 |
| % emissioni prodotte su territorio provinciale | 2,47% | 1,87% | 1,03% | 0,79% |

Tabella 2-86 Contributo percentuale emissivo della rete stradale allo stato di progetto rispetto al territorio provinciale di Biella, Novara e Vercelli

Si specifica come il contributo percentuale stimato sia soggetto all'ipotesi che il dato di riferimento del 2013 si mantenga costante fino allo scenario di progetto. Il valore percentuale, così calcolato, fornisce quindi un'indicazione di massima del contributo emissivo che l'opera ha sul territorio circostante che sembra essere coerente.

2.11.1.2 L'analisi delle concentrazioni sui ricettori per la salute umana

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni in termini di concentrazioni stimate in prossimità dei ricettori per la salute umana. In particolare, vengono effettuati i confronti tra i valori di concentrazione calcolati sul tratto stradale della vecchia SS142 di riferimento per i tre scenari ante operam, opzione zero e post operam, con specifico riferimento alle concentrazioni di inquinanti valutate in prossimità del ricettore R identificativo del centro abitato di San Bernardo. Successivamente, dall'analisi dei risultati della simulazione effettuata per lo scenario di progetto caratterizzato dalla nuova infrastruttura in esame, nonché dell'innesco tra questa e l'autostrada A26, vengono verificate le concentrazioni in prossimità dei ricettori scelti rispetto ai limiti normativi.

Partendo dalla simulazione del tratto stradale della vecchia SS142 in Tabella 2-87 si riportano i valori di concentrazione di CO, NO₂, PM10 e PM2.5 stimati in prossimità del ricettore R con riferimento ai tre scenari di riferimento.

| Scenario | Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM10 [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM2.5 [µg/m ³] |
|---------------------|-----------|--|---|---|--|
| Ante operam | R | 0,85 | 0,017 | 0,027 | 0,013 |
| Opzione zero | R | 0,56 | 0,009 | 0,009 | 0,009 |

| Scenario | Ricettori | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM ₁₀ [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM _{2.5} [µg/m ³] |
|--------------------|-----------|--|---|---|--|
| Post operam | R | 0,21 | 0,002 | 0,004 | 0,004 |

Tabella 2-87 Valori delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀ e PM_{2.5} stimati per i tre scenari in prossimità del ricettore R per la protezione umana

Si osserva subito, a partire dai valori di concentrazione risultanti, come questi si riducano progressivamente. Tale riduzione ha una motivazione differente tra i tre scenari, in quanto tra lo scenario ante operam e l'opzione zero la riduzione è dovuta ad un parco veicolare meno inquinante che nonostante l'incremento di traffico fa sì che le concentrazioni siano ridotte, al contrario tra l'opzione zero e lo scenario post operam la riduzione in termini di concentrazioni è dovuta alla riduzione del volume di traffico sulla vecchia SS142 allo stato di progetto, stante la distribuzione di questo principalmente riversato sulla nuova infrastruttura.

Pertanto, in Tabella 2-88 vengono esplicitate le percentuali di riduzione di concentrazioni tra i diversi scenari considerati.

| Percentuale di riduzione | Ricettori | Concentrazioni di NO ₂ | Concentrazioni di CO | Concentrazioni di PM ₁₀ | Concentrazioni di PM _{2.5} |
|--------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| AO - OZ | R | -34% | -47% | -67% | -31% |
| OZ - PO | R | -63% | -78% | -56% | -56% |
| AO - PO | R | -75% | -88% | -85% | -69% |

Tabella 2-88 Percentuali di riduzione delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀ e PM_{2.5} tra i tre scenari di riferimento in prossimità del ricettore R per la protezione umana

Dalla tabella sopra riportata emergono delle percentuali di riduzione molto alte, quasi sempre superiori ad un decremento superiore del 50%. In particolare, confrontando lo scenario attuale con lo scenario di progetto si nota un notevole miglioramento di concentrazioni di inquinanti in prossimità del ricettore R con una riduzione che in generale per gli inquinanti considerati è contenuta in un range tra circa il 70% ed il 90%.

Rispetto alla simulazione condotta per lo scenario di progetto sulla nuova infrastruttura, i valori di concentrazione degli inquinanti stimati in prossimità dei ricettori sono stati verificati attraverso il confronto con i limiti normativi di riferimento. In Tabella 2-89 si riportano i valori di concentrazione calcolati per l'inquinante NO₂.

| Ricettori | R1 | R2 | R3 | R4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Concentrazioni di NO₂ da simulazione [µg/m³] | 4,305 | 0,692 | 1,915 | 1,364 |
| Concentrazioni di NO₂ di fondo [µg/m³] | 20,49 | 20,49 | 20,49 | 20,49 |
| Concentrazioni di NO₂ totali [µg/m³] | 24,795 | 21,182 | 22,405 | 21,854 |
| Limite normativo NO₂ [µg/m³] | 40 | 40 | 40 | 40 |
| % Concentrazioni di NO₂ totali sul limite normativo | 62% | 53% | 56% | 55% |

Tabella 2-89 Verifica dei limiti normativi per i valori medi annui di concentrazione di NO₂ post operam in prossimità dei ricettori "R" per la salute umana

Da tale analisi è possibile osservare come i valori di concentrazione di NO₂ risultanti dalla simulazione post operam, anche sommati al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, pari a 20,49 µg/m³, rispettino i limiti normativi, arrivando al massimo per il ricettore R1 ad un valore circa pari al 62% del limite stesso.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie annue del PM10 stimate a valle della simulazione e confrontate con il limite normativo di riferimento, si può osservare la Tabella 2-90.

| Ricettori | R1 | R2 | R3 | R4 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Concentrazioni di PM10 da simulazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 0.132 | 0.021 | 0.058 | 0.041 |
| Concentrazioni di PM10 di fondo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 25,64 | 25,64 | 25,64 | 25,64 |
| Concentrazioni di PM10 totali [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 25,772 | 25,661 | 25,698 | 25,681 |
| Limite normativo PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 40 | 40 | 40 | 40 |
| % Concentrazioni di PM10 totali sul limite normativo | 64% | 64% | 64% | 64% |

Tabella 2-90 Verifica dei limiti normativi per i valori medi annui di concentrazione di PM10 post operam in prossimità dei ricettori "R" per la salute umana

Dall'analisi del PM10 è possibile osservare come i valori di concentrazione risultanti dalla simulazione post operam, sommati al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, pari a $25,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, non modificano significativamente il contributo percentuale rispetto al limite normativo, incrementando il valore di fondo di un massimo dello 0,5%. Pertanto, la percentuale delle concentrazioni totali di PM10 rispetto al limite normativo risulta pari a circa il 64%, stesso contributo dato analizzando il solo valore di fondo.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie annue del PM2.5 stimate a valle della simulazione e confrontate con il limite normativo di riferimento, si può osservare la Tabella 2-90. Si specifica come il valore di fondo sia stato rilevato dal valore di fondo del PM10 moltiplicando lo stesso per 0,6.

| Ricettori | R1 | R2 | R3 | R4 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Concentrazioni di PM10 da simulazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 0.079 | 0.013 | 0.035 | 0.025 |
| Concentrazioni di PM10 di fondo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 15,38 | 15,38 | 15,38 | 15,38 |
| Concentrazioni di PM10 totali [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 15,459 | 15,393 | 15,415 | 15,405 |
| Limite normativo PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 25 | 25 | 25 | 25 |
| % Concentrazioni di PM10 totali sul limite normativo | 62% | 62% | 62% | 62% |

Tabella 2-91 Verifica dei limiti normativi per i valori medi annui di concentrazione di PM10 post operam in prossimità dei ricettori "R" per la salute umana

Dai risultati è possibile fare le stesse considerazioni già viste per il PM10. I valori risultanti dalle simulazioni sono inferiori ai valori di concentrazione di PM10 e sommati al valore di fondo rappresentano circa il 62% del limite normativo per il PM2.5, che costituisce lo stesso contributo percentuale stimato considerando solo il valore di fondo.

Relativamente ai valori di concentrazione dell'anidride carbonica (CO) calcolati in prossimità degli stessi ricettori, si può far riferimento alla Tabella 2-92, in cui è stato effettuato il confronto normativo direttamente con il valore registrato dalla simulazione, non avendo a disposizione il valore di fondo dalla centralina di riferimento presa per la presente analisi.

| Ricettori | R1 | R2 | R3 | R4 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Concentrazioni di CO da simulazione [mg/m^3] | 0.088 | 0.020 | 0.048 | 0.035 |
| Limite normativo CO [mg/m^3] | 10 | 10 | 10 | 10 |
| % Concentrazioni di CO sul limite normativo | 0,88% | 0,20% | 0,48% | 0,35% |

Tabella 2-92 Verifica dei limiti normativi per i valori massimi medi su 8 ore consecutive di concentrazione di CO post operam in prossimità dei ricettori "R" per la salute umana

I valori di concentrazione di CO relativi ai massimi medi calcolati su 8 ore consecutive risultano notevolmente bassi, rimanendo per tutti i ricettori al di sotto dell'1% del limite normativo pari a 10 mg/m³.

2.11.1.3 L'analisi delle concentrazioni sui ricettori per la vegetazione

Relativamente ai ricettori analizzati per la vegetazione di seguito si riportano i risultati dei livelli di concentrazione di NOx, PM10, PM2.5 e CO calcolati in prossimità dei punti ricettori individuati.

Considerando il livello di qualità dell'aria di NOx, PM10 e PM2.5 registrato della centralina ARPA di riferimento per le analisi, i valori risultanti possono essere visibili nelle tabelle seguenti.

| Ricettori | V1 | V2 |
|---|--------|--------|
| Concentrazioni di NOx da simulazione [µg/m ³] | 2,151 | 1,655 |
| Concentrazioni di NOx di fondo [µg/m ³] | 28,56 | 28,56 |
| Concentrazioni di NOx totali [µg/m ³] | 30,711 | 30,215 |

Tabella 2-93 Valori medi annui totali di concentrazione di NOx post operam in prossimità dei ricettori "V" per la vegetazione

| Ricettori | V1 | V2 |
|--|--------|--------|
| Concentrazioni di PM10 da simulazione [µg/m ³] | 0.066 | 0.047 |
| Concentrazioni di PM10 di fondo [µg/m ³] | 25,64 | 25,64 |
| Concentrazioni di PM10 totali [µg/m ³] | 25,706 | 25,687 |

Tabella 2-94 Valori medi annui totali di concentrazione di PM10 post operam in prossimità dei ricettori "V" per la vegetazione

| Ricettori | V1 | V2 |
|---|--------|--------|
| Concentrazioni di PM2.5 da simulazione [µg/m ³] | 0.040 | 0.028 |
| Concentrazioni di PM2.5 di fondo [µg/m ³] | 15,38 | 15,38 |
| Concentrazioni di PM2.5 totali [µg/m ³] | 15,420 | 15,408 |

Tabella 2-95 Valori medi annui totali di concentrazione di PM2.5 post operam in prossimità dei ricettori "V" per la vegetazione

Per l'inquinante CO, non avendo informazioni dalla centralina di riferimento, si riporta il valore di concentrazione risultante dalla simulazione in prossimità dei punti ricettori individuati.

| Ricettori | V1 | V2 |
|--|-------|-------|
| Concentrazioni di CO da simulazione [mg/m ³] | 0.040 | 0.034 |

Tabella 2-96 Valori medi annui di concentrazione di CO post operam in prossimità dei ricettori "V" per la vegetazione

Si nota come per tutti gli inquinanti il contributo fornito dall'infrastruttura di progetto sul fondo di riferimento sia minimo. Solamente per l'NOx, tra gli inquinanti analizzati, la normativa definisce il limite normativo da rispettare per la vegetazione, pari a 30 µg/m³.

Sommando il valore di qualità dell'aria del fondo registrato dalla centralina ARPA con il valore risultante dalla simulazione è evidente come per entrambi i ricettori V1 e V2 il limite normativo viene raggiunto, generando una situazione di criticità.

Approfondendo la tematica è doveroso però sottolineare che il raggiungimento del limite normativo è dovuto prevalentemente dall'elevato valore di concentrazione di NOx del fondo di riferimento, tipico dell'area della Pianura Padana. Infatti, si evidenzia come il contributo fornito, in termini di concentrazioni di NOx, dalla nuova infrastruttura in esame sia modesto e pari a circa il 7% del limite normativo.

Facendo un ulteriore ragionamento sul trend relativo ai valori di concentrazione media annua registrati dalla centralina di riferimento del fondo, dal 2013 al 2017, si nota come possa essere individuato un andamento decrescente. Nell'ipotesi che tale andamento si mantenesse costante fino all'anno in cui è previsto l'esercizio della nuova infrastruttura (2033), in quell'anno il valore di fondo dell'NOx risulterebbe pari a circa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore sommato al valore risultante dalla simulazione delle concentrazioni di NOx in prossimità di V1 e V2, renderebbe le concentrazioni totali coerenti con il limite normativo e pari rispettivamente per V1 e V2 a circa 22,151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 21,655 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Per un maggiore approfondimento sugli effetti che tali livelli di concentrazione di NOx, nonché i livelli di concentrazione di CO, PM10 e PM2.5 risultati dalle simulazioni post operam, possano generare sulla vegetazione, si rimanda alla componente Biodiversità del presente studio.

2.11.1.4 Le conclusioni delle analisi

Dalle valutazioni fin qui condotte sui risultati delle simulazioni effettuate per la fase di esercizio attraverso l'analisi dei tre scenari di riferimento (ante operam, opzione zero e post operam), è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive in merito agli effetti del progetto sulla componente atmosfera:

- il progetto della Pedemontana Piemontese, in termini emissivi, garantisce la riduzione delle emissioni sul resto della rete stradale considerata nell'analisi, in particolare sul tratto della vecchia SS142 tra Masserano e Gattinara che allo stato attuale rappresenta il collegamento tra l'area di Biella e l'autostrada A26, sostituito allo stato di progetto dalla Pedemontana stessa;
- dall'analisi delle concentrazioni di NO2, PM10, PM2.5 e CO sul tratto considerato più critico della vecchia SS142, in cui questa attraversa il centro abitato di San Bernardo, è emersa una significativa riduzione dei livelli di concentrazione degli inquinanti (di circa il 70-80%), in prossimità del ricettore R scelto, tra lo stato attuale e lo scenario di progetto, stante la notevole riduzione di traffico previsto;
- dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO2, PM10, PM2.5 e CO stimati sui ricettori per la salute umana prossimi alla nuova infrastruttura allo scenario di progetto, non sono emerse criticità, in quanto è stato sempre verificato il rispetto dei limiti normativi per tutti i valori registrati sommando a questi anche il contributo del valore di fondo registrato dalla centralina ARPA di qualità dell'aria scelta come riferimento per tale analisi;
- dall'analisi dei livelli di concentrazione stimati sui ricettori per la vegetazione si evidenzia una situazione di criticità per l'NOx, in quanto il valore risultante dalla simulazione sommato al valore di fondo, per ogni ricettore, supera il limite normativo. Il superamento, però, è attribuibile all'elevato valore di fondo tipico della Pianura Padana, infatti si evidenzia il modesto contributo fornito dal progetto che rappresenta circa il 7% del limite normativo. Per gli altri inquinanti (CO, PM10 e PM2.5) non si rilevano criticità essendo i valori risultanti dal modello di simulazione molto bassi e non avendo da normativa dei limiti di riferimento da verificare per la vegetazione.

2.11.2 LA FASE DI COSTRUZIONE

Il presente paragrafo vuole fornire il rapporto tra l'opera nella sua dimensione costruttiva e la componente atmosfera, al fine di valutare la criticità o meno delle attività di cantiere più critiche in termini di emissioni e dispersioni di polveri in atmosfera.

In primo luogo, è stata condotta un'analisi finalizzata alla stima delle emissioni di NOx e di PM10 generate dai traffici di cantiere. Conoscendo il volume di traffico di cantiere circolante sulle viabilità individuate, pari a 100 veicoli/giorno e calcolando mediante il software Copert 5 i fattori di emissione di NOx e PM10 per un autocarro tipo di circa 32 t, è stato possibile stimare le emissioni di NOx e PM10 espresse in g/km al giorno, pari rispettivamente a 372 g/km e 5 g/km al giorno. Tali valori ove possibile sono stati confrontati con le emissioni stimate allo stato attuale sulle strade utilizzate come percorsi di cantiere.

Nello specifico per il Percorso 1 non è stato possibile effettuare tale confronto, in quanto non sono a disposizione i dati di traffico, il Percorso 4 caratterizzato da tratte autostradali non è stato analizzato poiché considerato un traffico di base su tali autostrade notevolmente maggiore rispetto al traffico di cantiere, quest'ultimo e di conseguenza le emissioni che genera, può ritenersi trascurabile. Per quanto riguarda, invece, i Percorsi 2 e 3 le emissioni calcolate, prodotte dai traffici di cantiere, sono state sommate alle emissioni stimate allo stato attuale su questi percorsi, al fine di valutare il contributo emissivo prodotto dai mezzi di cantiere.

| Percorsi | Inquinante | Contributo emissivo % dei traffici di cantiere |
|----------------------------|------------|--|
| Percorso 2 – SP 315 | NOx | 35% |
| | PM10 | 17% |
| Percorso 3 – SP 594 | NOx | 18% |
| | PM10 | 8% |

Tabella 2-97 Contributo emissivo NOx e PM10 sulla SP 315 e sulla SP 594 prodotto dai traffici di cantiere

Tali contributi, ad eccezione dell'NOx sulla SP 315, possono ritenersi trascurabili, in quanto sempre inferiori al 20%. Relativamente all'unico valore più critico (35%), questo è attribuibile al fatto che allo stato attuale la SP 315 è meno trafficata rispetto alla SP 594, e ciò spiega il maggior contributo relativo ai traffici di cantiere. Considerando le emissioni in termini assoluti, il percorso 2 produce complessivamente meno emissioni del percorso 3 (1049 g/km al giorno rispetto a 2087 g/km al giorno), pertanto, complessivamente, anche sommando il traffico di cantiere, la situazione sulla SP 315 non risulta critica in termini di emissioni in atmosfera.

Si evidenzia, comunque, che nella scelta dei percorsi si è cercato di bypassare i centri abitati utilizzando la viabilità disponibile in modo tale da mantenersi il più possibile lontano dai ricettori sensibili. Inoltre, si prevede l'applicazione durante la fase di cantiere, di alcune *best practice* finalizzate all'abbattimento delle polveri ed in generale alla riduzione delle emissioni, tra cui si evidenzia l'utilizzo di mezzi di cantiere, carburanti diesel a basso tenore di zolfo (<50 ppm) e filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni.

Alla luce di tale analisi, considerato quindi il traffico di cantiere su viabilità esistente trascurabile da un punto di vista atmosferico rispetto ai traffici attuali circolanti sulle strade in esame, la simulazione diffusiva finalizzata alla valutazione delle concentrazioni di PM10 generate dal cantiere, è stata condotta considerando come sorgenti l'area di cantiere più critica rispetto ai movimenti di terra rappresentativa di una giornata e la pista di cantiere non pavimentata su

cui transitano i mezzi pesanti, prendendo come riferimento il traffico di cantiere stimato su quel tratto (200 veicoli/giorno). La metodologia utilizzata è quella del “*Worst Case Scenario*”, attraverso la quale viene scelto lo scenario più critico, verificato il quale saranno verificate tutte le altre configurazioni di cantiere.

Quindi, attraverso la schematizzazione delle aree e della viabilità di cantiere all’interno del software Aermod View, i cui input principali fanno riferimento alle caratteristiche geometriche e ai fattori di emissione, è stato possibile determinare le concentrazioni di PM10 complessive.

Nel caso specifico l’area di cantiere simulata è stata presa in corrispondenza del ricettore più vicino risultato più critico dall’analisi delle concentrazioni (R1). Come punto ricettore su cui valutare le concentrazioni di PM10 prodotte dalle attività di cantiere, ed in particolare dalla realizzazione del rilevato e dal transito dei mezzi su piste non pavimentate, è stato quindi scelto C1 (in giallo nella figura sottostante), oltre ad una maglia di calcolo per la definizione delle curve di isoconcentrazione.

L’output del modello è di seguito rappresentato.



Figura 2-90 Concentrazioni di PM10 complessive 1st valori media giornaliera

In prossimità del ricettore C1 si stima una concentrazione media giornaliera di PM10 pari a $3,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore sommato al valore di fondo per il PM10, corrispondente a $25,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta complessivamente di $29,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore che si mantiene sotto al limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Considerando che tale scenario è rappresentativo dello scenario più critico in fase di cantiere, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, possono ritenersi poco significative. Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori. Per i dettagli si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale. Inoltre, si sottolinea comunque l’impiego di alcune *best practice* da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti, specialmente di polveri, in atmosfera (cfr. Par. 2.9.7).

3 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 QUADRO CONOSCITIVO

3.1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di studio si trova nell'ampia distesa dei depositi quaternari dell'alta pianura piemontese, mentre più a nord inizia il settore montuoso del margine meridionale della catena alpina.

Tali depositi fanno parte del Bacino Padano, in particolare della sua porzione occidentale. Questo presenta una forma arcuata con asse maggiore di allungamento E-W (Cfr. Figura 3-1) ed è delimitato:

- ad ovest e a nord dal margine alpino, rappresentato dalle unità metamorfiche alpine e dalle Alpi meridionali (le quali si approfondiscono morfologicamente verso est e verso sud);
- a sud dalle successioni della Collina di Torino, del Monferrato e dalle loro prosecuzioni sepolte, intensamente coinvolte e deformate dai thrusts N-NE vergenti (Cfr. Figura 3-2, Profilo B).

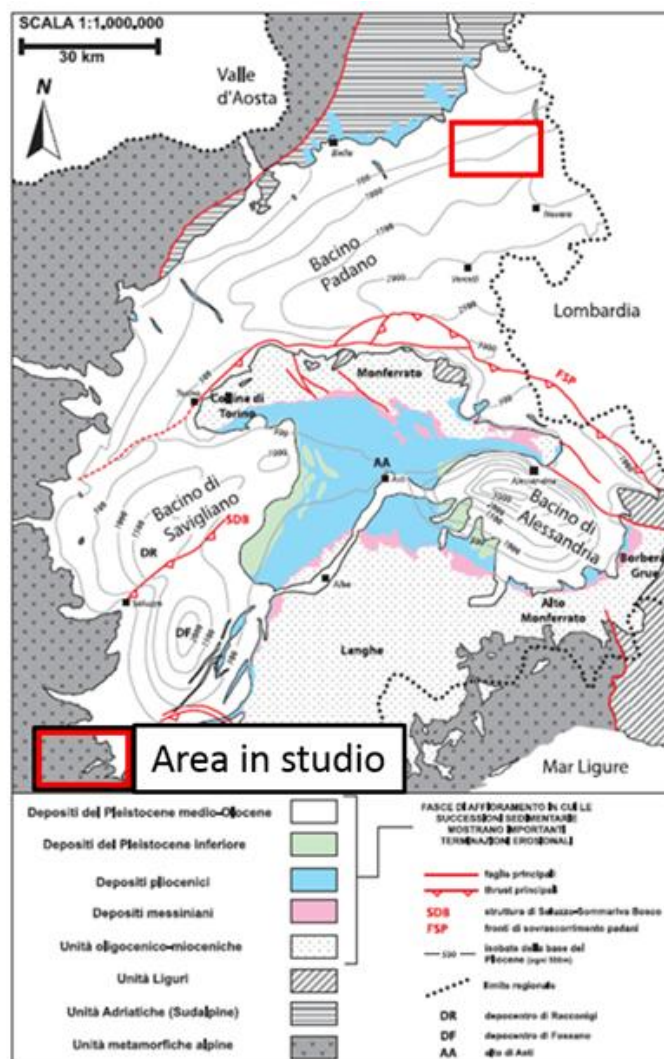


Figura 3-1 Schema geologico semplificato della Regione Piemonte (modificato da Bigi et al., 1990).

I depositi plio-quadernari del Bacino Padano definiscono una sinclinale regionale asimmetrica (cfr. Figura 3-2), con depocentri sepolti direttamente a nord del sistema nord-vergente del Monferrato-Collina di Torino. In tali depocentri anche i depositi plio-quadernari sono intensamente dislocati dai thrust Nord vergenti (cfr. Figura, Profilo 8).

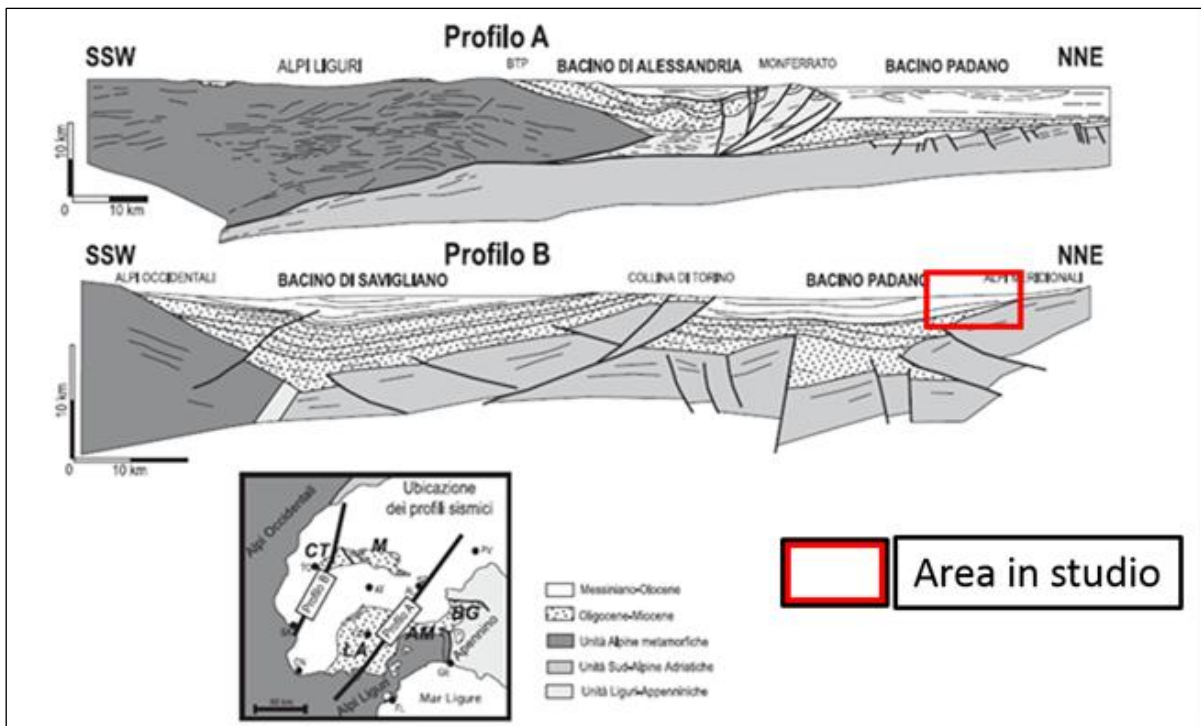


Figura 3-2 Profili geologici schematici attraverso i principali elementi strutturali della Pianura Padana occidentale (modificato da: Cassano et al., 1986; Falletti et al., 1995; Mosca, 2006).

Le successioni plioceniche sono esposte lungo gli attuali bordi settentrionale ed occidentale del bacino e risultano tiltate verso la parte assiale del bacino stesso; verso sud tali successioni sono localmente esposte in corrispondenza del margine settentrionale dei rilievi della Collina di Torino e del Monferrato.

I sedimenti del Pleistocene inferiore, invece, si rinvengono solo in condizioni sepolte al di sotto dei più recenti depositi del Pleistocene medio-Olocene, su cui è impostata l'intera area di pianura, su cui si imposterà l'opera oggetto di questo studio.

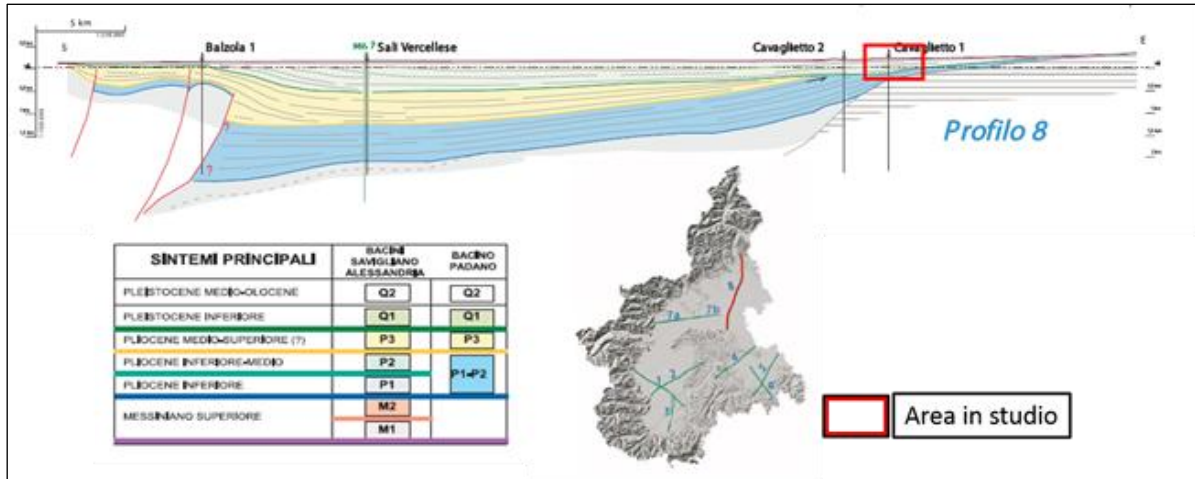


Figura 3-3 Profilo geologico strutturale (modificato da "GEOLOGIA E IDROSTRATIGRAFIA PROFONDA DELLA PIANURA PADANA OCCIDENTALE" A. Irace, P. Clemente, M. Natalicchio, L. Ossella, S. Trenkwalder, D. A. De Luca, P. Mosca, F. Piana, R. Polino & D. Violanti).

Infatti, relativamente all'area di studio, facendo riferimento all'elaborato "Carta geologica e geomorfologica" è possibile osservare le unità litostratigrafiche affioranti dallo svincolo di Masserano fino a quello di Ghemme, che appartengono alla successione quaternaria e sono dall'alto verso il basso:

- fl1 Depositi fluviali e di debris flow dell'Olocene-attuale; litologia: Ghiaie e sabbie,
- P16 Depositi fluviali Parte alta del Pleistocene sup - Olocene; litologia: Ghiaie e sabbie,
- P15 Depositi fluviali e di megafan; depositi fluvioglaciali Pleistocene Sup. litologia Ghiaie e sabbie
- P14 Depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-sup; litologia: Ghiaie e sabbie,
- P14b Depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-sup; litologia: Ghiaie e sabbie,
- P13 Depositi fluviali e fluvioglaciali della parte terminale del Pleistocene medio; litologia: Ghiaie e sabbie,
- P12 Depositi fluviali e Fluvioglaciali del Pleistocene medio; litologia: Ghiaie e sabbie,
- P11 Depositi fluviali e Fluvioglaciali del Pleistocene inf-medio; litologia: Ghiaie e sabbie.

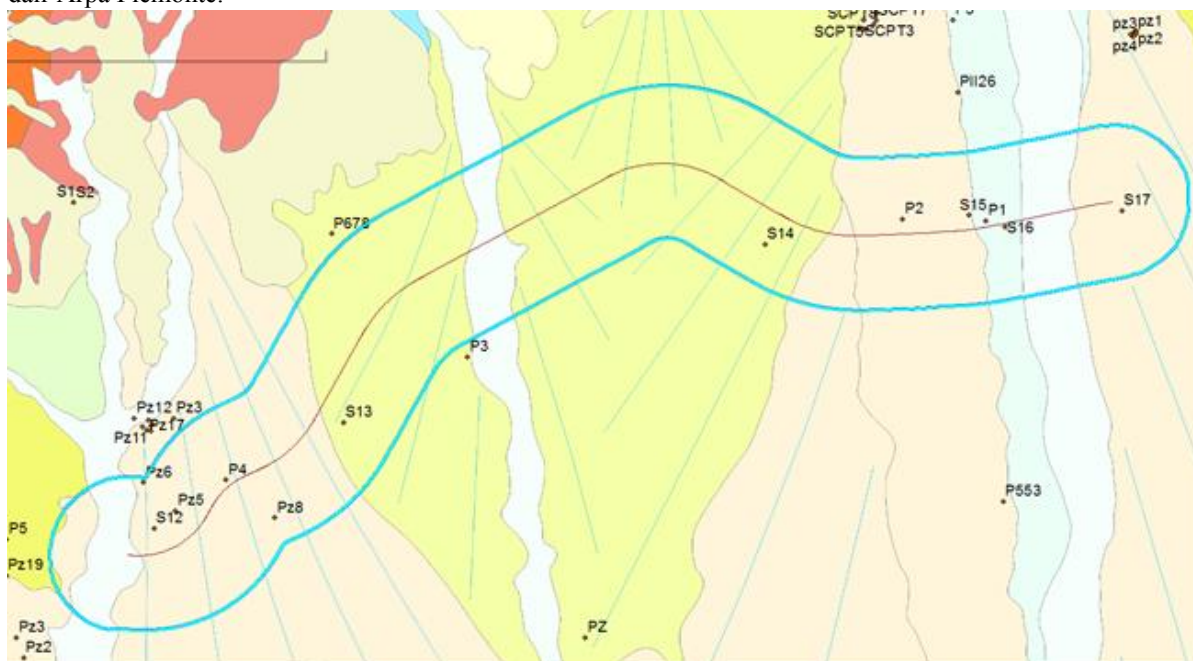
Allontanandosi dall'area in studio oltre il chilometro circa dall'asse della strada in progetto, si possono notare dei sedimenti appartenenti alla successione cenozoica dei bacini episturali interni, precedentemente accennati, che si possono così riassumere sempre dall'alto verso il basso:

- S8b Sabbie e sabbie ghiaiose del bacino Pliocenico Padano del Zandeano-Piacenzano Litologia Ghiaie e sabbie,
- S8d Silt, sabbie e ghiaie del bacino Pliocenico Padano del Zandeano-Piacenzano Silt, Litologia sabbie e ghiaie.

Nell'estremo settentrionale dell'area nella porzione centrale affiorano per una porzione molto limitata dei carbonati della del Dominio subalpino che possiamo così descrivere

- SA2 Calcari e calcari selciferi, marne, brecce calcaree del Giurassico Litologia calcari e carbonati ricchi in marne

In Figura 3-4 sono indicate le posizioni dei sondaggi effettuati nell'area di studio, mentre le informazioni ad esse relative sono fornite nella successiva Tabella 3-1, secondo quanto riportato nel Geoportale Piemonte e raccolti dall'Arpa Piemonte.



- f11 Depositi fluviali e di debris flow dell'Olocene-attuale; litologia: Ghiaie e sabbie
- P16 Depositi fluviali Parte alta del Pleistocene sup – Olocene; litologia: Ghiaie e sabbie
- P14 Depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-sup; litologia: Ghiaie e sabbie
- P14b Depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-sup; litologia: Ghiaie e sabbie
- P13 Depositi fluviali e fluvioglaciali della parte terminale del Pleistocene medio; litologia
- P12 Depositi fluviali e Fluvioglaciali del Pleistocene medio; litologia: Ghiaie e sabbie
- P11 Depositi fluviali e Fluvioglaciali del Pleistocene inf-medio; litologia: Ghiaie e sabbie

Figura 3-4 Perforazioni presenti nell'area in studio (area con limite azzurro costituita dal buffer di ampiezza pari ad 1 km dall'asse stradale) – fonte: Arpa Piemonte

| Nome | Comune | Prov. | Località | Data | Descrizione | Profondità | Tipo |
|------|-----------|-------|----------------------------|-----------|--|------------|-----------|
| P2 | Gattinara | VC | Gattinara | 14/8/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, con debole strato di alterazione; copertura loessica (Pleist.) | 1,50 | sondaggio |
| S15 | Gattinara | VC | Gattinara | 13/8/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, con debole strato di alterazione; copertura loessica (Pleist.) | 20,00 | sondaggio |
| Pz8 | Masserano | BI | via Reg. Quattro Madame | ----- | Dep. fluvioglaciali ciottolose grossolane, alterate in "ferretto" con ciottoli profondamente alterati; coperture loessiche (Pleist.) | 35,85 | pozzo |
| S13 | Brusnengo | BI | S.P. Brusnengo - Rovasenda | 18/8/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, alterati in terreno argilloso; coperture loessiche (Pleist.) | 20,00 | sondaggio |
| S12 | Masserano | BI | Masserano | 21/8/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, al- | 20,00 | sondaggio |

| Nome | Comune | Prov. | Località | Data | Descrizione | Profondità | Tipo |
|------------|-----------|-------|--|-----------|--|------------|-----------|
| | | | | | terati in terreno argilloso; coerture loessiche (Pleist.) | | |
| P4 | Masserano | BI | Rolino | 20/8/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, alterati in terreno argilloso; coerture loessiche (Pleist.) | 1,50 | sondaggio |
| S16 | Gattinara | VC | Gattinara | 7/8/2009 | Dep. alluvionali ghiaiosi recenti ed attuali (Olocene) | 40,00 | sondaggio |
| S14 | Gattinara | VC | S.P.Gattinara - Rovasenda | 14/8/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, alterati in terreno argilloso; coerture loessiche (Pleist.) | 30,00 | sondaggio |
| P1 | Gattinara | VC | Gattinara | 10/8/2009 | Dep. alluvionali ghiaiosi recenti ed attuali (Olocene) | 1,50 | sondaggio |
| Pz5 | Masserano | BI | Fraz. San Giacomo - Masserano (BI) | 1985 | Dep. fluvioglaciali ciottolose grossolane, alterate in "ferretto" con ciottoli profondamente alterati; coperture loessiche (Pleist.) | 81,00 | pozzo |
| S17 | Ghemme | NO | Ghemme | 31/7/2009 | Dep. fluvioglaciali ghiaiosi, con debole strato di alterazione; copertura loessica (Pleist.) | 40,00 | sondaggio |
| Pz6 | Masserano | BI | Reg. Baraggione Loc. San Giacomo - Masserano (BI) | 1984 | Dep. fluvioglaciali ciottolose grossolane, alterate in "ferretto" con ciottoli profondamente alterati; coperture loessiche (Pleist.) | 92,00 | pozzo |

Tabella 3-1 Perforazioni presenti nell'ambito di Studio (modificato da Geoportale regione Piemonte fonte Arpa) – Tutti i sondaggi sono stati effettuati nell'ambito dello studio per il progetto dell'A4-Biella-A26 "Pedemontana Piemontese".

Per ulteriori dettagli relativi alla geologia dell'area interessata si rimanda alla Relazione geologica del Progetto Definitivo e alla Documentazione relativa alle indagini geognostiche e geofisiche effettuate.

3.1.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'alta pianura è costituita da una serie di terrazzi sensibilmente inclinati verso sud. I più alti, già modificati dall'erosione («vaude» o «baragge»), sono costituiti da terreni profondamente ferrettizzati sui quali troviamo generalmente una scarsa vegetazione naturale quando, sfruttando la natura tipicamente impermeabile del ferretto, non sono stati trasformati in estese risaie, la tipica cultura del Vercellese, più a sud della zona interessata dal progetto. Questa utilizzazione ha interessato soprattutto il secondo sistema di terrazzi, separato dal primo da un'alta scarpata, nel quale il substrato impermeabile è invece costituito da una potente coltre di loess sensibilmente argillificato. Sono stati analizzati anche i dati forniti dal Geoportale della Regione Piemonte che riguardano la presenza sul territorio di frane sia attive che quiescenti oltre che fenomeni di crollo (Cfr. Figura 3-5). Per l'ambito di studio non si rivelano nessun tipo di fenomeno, va però ricordato che gran parte dell'ambito di studio è attraversato da Conoidi di deiezione dalle alluvioni recenti depositate del Fiume Sesia, del Torrente Rovasenda e del Torrente Ostola.

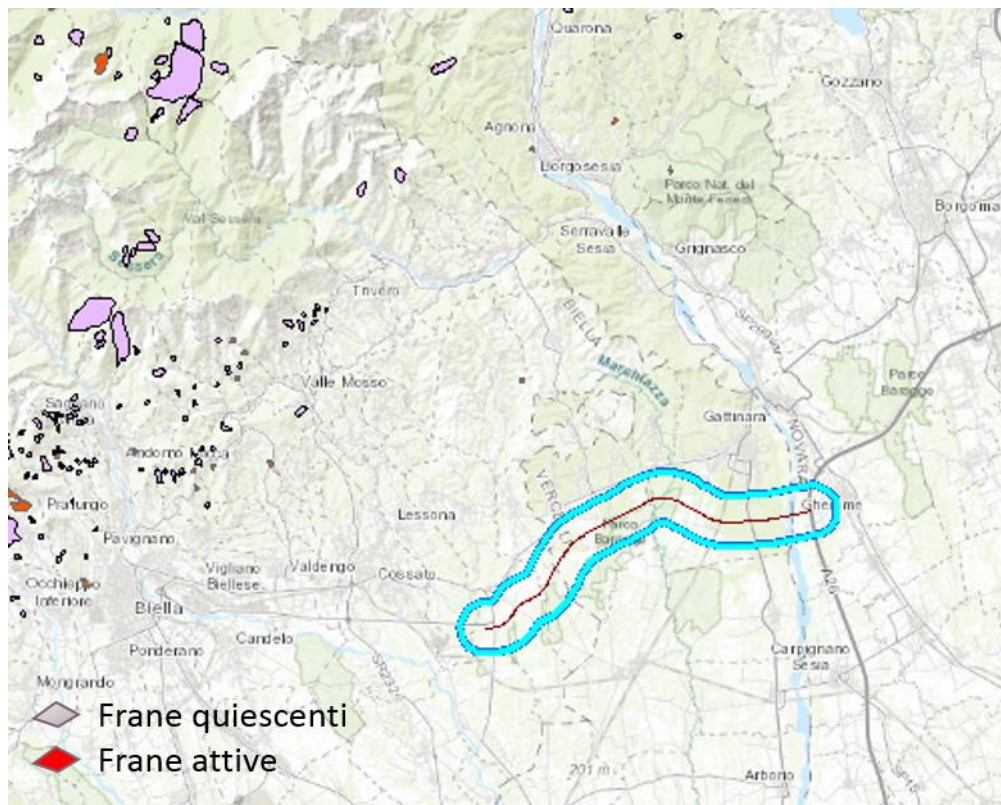


Figura 3-5 Ambito di Studio e presenza di Frane attive e quiescenti da dati Geoportale regione Piemonte

3.1.3 USO DEL SUOLO

Per quanto riguarda l'uso del suolo, si può affermare che in generale nell'area di studio non vi sono grandi insediamenti antropici, e la vocazione del territorio è più a carattere agricolo naturalistico (cfr. Tav. "Carta dell'uso del suolo").

Più in particolare, la maggior parte del territorio coincide con aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti. Queste aree si alternano con boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche in corrispondenza dei diversi corsi d'acqua che attraversano l'area in studio.

Sono altresì presenti in forma non trascurabile boschi a prevalenza di querce caducifoglie e boschi a prevalenza di specie igrofile.

La parte centro meridionale dell'area in studio è occupata dalle risaie. In particolare, in corrispondenza dell'intersezione del tracciato dell'opera con il torrente Guarabione vi è la presenza di una vasta area occupata da risaia.

A Est del Torrente Marchiazza si incontrano aree ricoperte da sistemi culturali e particellari complessi, così come ad Est del Fiume Sesia. Nella fascia intorno a quest'ultimo corso d'acqua il suolo è ricoperto di sabbie.

Infine, le Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado occupano parte del margine settentrionale dell'area di studio oltre che l'estremo orientale della stessa con l'abitato di Ghemme. L'unico centro abitato nella fascia settentrionale che presenta un nucleo di zona residenziale a tessuto continuo è quello di Gattinara.

3.1.4 SISMICITÀ

Dal punto di vista sismico il territorio regionale piemontese è sede di attività sismica, modesta come intensità, ma notevole come frequenza.

Gli epicentri si concentrano lungo due direttrici, note storicamente come arco sismico piemontese e arco sismico brianzonese: la prima segue la direzione dell'arco alpino occidentale nella sua parte interna in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità, lungo il limite fra le unità penniniche e la pianura padana; la seconda, più dispersa, segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi occidentali francesi, lungo il Fronte Pennidico. Le due direttrici si collegano a nord alla sismicità del Vallese e convergono verso sud nel Cuneese; si presenta una maggiore dispersione verso la costa del Mar Ligure, interessando il Nizzardo e l'Imperiese, e lungo i rilievi a sud del Piemonte, verso l'Appennino settentrionale e gli eventi ad esso correlati. Sono inoltre noti alcuni eventi a maggiore profondità ipocentrale all'interno del territorio regionale, prevalentemente nelle province occidentali e in quelle meridionali.

La rete sismica regionale rileva ogni anno alcune centinaia di eventi sismici con epicentro localizzato in Piemonte o nei territori circostanti, aventi magnitudo superiore a 1, che per lo più non sono percepiti dalle persone. Il numero di terremoti nell'area mediamente in un anno è dell'ordine della decina per magnitudo superiore a 3, di cui circa uno all'anno maggiore o uguale a 4.

L'area di Ivrea e Biella rappresenta uno dei raggruppamenti più significativi dell'"arco sismico piemontese", che si sviluppa lungo la fascia pedemontana; in particolare tale raggruppamento risulta caratterizzato da eventi sismici sporadici ad energia variabile ed a lunga periodicità. A conferma della sporadicità e della lunga periodicità di tali eventi, nel corso delle indagini bibliografiche non sono emerse notizie circa l'appartenenza dell'area su cui ricade il territorio in esame ad un ambito soggetto in passato (almeno nell'ultimo secolo) ad eventi sismici di rilevante intensità.

3.2 RAPPORTO OPERA - AMBIENTE

3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE

L'identificazione del nesso di causalità che correla le azioni di progetto, i fattori causali di impatto e le tipologie di impatti potenziali è stata condotta sulla base della considerazione dell'opera in progetto nella sua triplice dimensione di opera come realizzazione (Dimensione costruttiva), opera come manufatto (Dimensione fisica) ed opera come esercizio (Dimensione operativa). Sulla base di tale approccio emerge il seguente quadro d'insieme.

Con riferimento alla **"Dimensione costruttiva"**, gli interventi in progetto comporteranno l'effettuazione di scavi che potranno determinare la perdita di suolo e la modifica della originale morfologia del terreno e la formazione di rilevati e trincee, oltre che la costruzione di ponti e cavalcavia, che potranno causare il consumo di risorse non rinnovabili e la produzione di rifiuti; in tutti i casi vi è la possibilità che tali attività influiscano sulle caratteristiche qualitative del suolo. L'approntamento delle aree di cantiere causerà la modifica dell'uso del suolo, sebbene temporanea.

Con riferimento alla **"Dimensione fisica"** dell'opera in esame la prevista costruzione del corpo stradale, con i relativi svincoli ed opere d'arte, comporterà inevitabilmente un'impronta a terra dell'intera infrastruttura con una conseguente

variazione dell'uso del suolo.

Con riferimento alla “**Dimensione operativa**”, l'esercizio della infrastruttura, nella sua configurazione di progetto, non si ritiene possa determinare interferenze con la componente in esame.

Come si evince da quanto sopra riportato, in buona sostanza, gli effetti potenziali determinati dagli interventi in progetto si risolvono per la maggior parte nella fase di costruzione.

Il nesso di causalità intercorrente tra azioni di progetto, fattori causali e tipologie di impatti potenziali, risulta quindi sintetizzabile nei seguenti termini (Cfr. Tabella 3-2).

Tabella 3-2 Quadro di sintesi dei nessi di causalità Azioni – Fattori – Impatti potenziali

| Azioni di progetto | Fattori causali | Impatti potenziali |
|---|---|--|
| Dimensione costruttiva | | |
| Scotico terreno vegetale | Asportazione della coltre di terreno vegetale | Perdita di suolo |
| Scavi e sbancamenti | Movimento terra | Modifica della originale morfologia del terreno |
| Esecuzione fondazioni indirette | Sversamenti accidentali | Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo |
| | Produzione di terre e di rifiuti inerti | Smaltimento di inerti |
| | Approvvigionamento di terre e inerti | Consumo di risorse non rinnovabili |
| Formazione rilevati | Produzione di terre e di rifiuti inerti | Smaltimento di inerti |
| Formazione trincee | Sversamenti accidentali | Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo |
| Posa in opera di elementi strutturali/prefabbricati | Interferenza siti potenzialmente contaminati | Movimentazione rifiuti |
| Approntamento aree e piste di cantiere | Occupazione suolo | Modifica temporanea dell'uso del suolo |
| Dimensione fisica | | |
| Presenza del nuovo corpo stradale | Occupazione suolo | Modifica dell'uso del suolo Modifica della originale morfologia del terreno |

3.2.2 DIMENSIONE COSTRUTTIVA

Perdita di suolo

La realizzazione dell'opera comporterà, inevitabilmente, una perdita di suolo che, ad opera terminata, risulterà permanente a seguito della costruzione delle superfici di impronta a terra conseguente agli interventi infrastrutturali in progetto. Nel corso della fase di realizzazione, difatti, gli interventi necessari per l'impronta del rilevato stradale, comporteranno la necessità di provvedere a scotico e bonifica.

Lo scotico consiste, negli scavi in trincea, nella rimozione ed asportazione del suolo, del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua, nella rimozione ed asportazione di erba, radici, cespugli, piante e alberi, da effettuarsi preventivamente a tutte le lavorazioni di scavo, avendo cura di rimuovere completamente tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito. Lo

scotico, laddove realizzato propedeuticamente alla preparazione del piano di posa di rilevati prevede, oltre alle operazioni di asportazione del terreno vegetale, il costipamento del fondo scavo ed il riempimento con materiali idonei. La bonifica tradizionale consiste nella rimozione e sostituzione di parti aventi scadenti caratteristiche meccaniche o contenenti notevoli quantità di sostanze organiche (coltre di alterazione) con materiale selezionato, appartenente ai gruppi (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285).

Considerata la vocazione dell'area che è per la maggior parte ad uso agricolo in parte occupato da risaie, con la presenza anche di aree boscate, si ritiene di poter definire il relativo impatto di livello moderato.

In ogni caso, durante la esecuzione degli interventi previsti, si provvederà ad accantonare separatamente le zolle di terreno vegetale, in vista di un successivo rinverdimento, oltre che delle scarpate dei rilevati, anche delle aree interessate da movimenti terra, ma non soggette a interventi di pavimentazione.

Inoltre, sono previsti interventi di ripristino delle aree di cantiere ed alcuni interventi di inserimento paesaggistico sui reliquati che consentirà un miglioramento delle caratteristiche delle qualità pedologiche dei suoli.

Modifica della originaria morfologia del terreno

Tenuto conto dell'aspetto del tutto pianeggiante delle aree interessate dai lavori, le possibili modificazioni della morfologia, per di più a carattere temporaneo, riguardano esclusivamente le operazioni di eventuale abbancamento, movimentazione e trattamento dei materiali, provocate dalle attività di scavo e demolizione.

Si tratta di un effetto fisico temporaneo, in quanto limitato alla fase di realizzazione dell'opera, che comporta una alterazione minima dello stato dei luoghi e che, al termine dell'attività di cantiere, non produrrà praticamente alcuna modifica permanente dal punto di vista morfologico.

Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo

Gli impatti potenziali sull'ambiente suolo e sottosuolo derivanti dalle seguenti lavorazioni:

- scotico terreno vegetale,
- scavi e sbancamenti,
- esecuzione fondazioni indirette,
- formazione rilevati,
- formazione trincee,
- posa in opera di elementi strutturali/prefabbricati.

sono riconducibili tutti a sversamenti accidentali da parte delle macchine operatrici. Di conseguenza gli impatti sono da ritenersi moderati e perlopiù legati all'eccezionalità di un evento accidentale.

Date le caratteristiche di tali lavorazioni non si ritiene necessario provvedere alla messa in opera di particolari mitigazioni, ritenendo le previste misure di gestionali del cantiere sufficienti a ridurre in maniera congrua il rischio di contaminazione del suolo.

Smaltimento di inerti

Per quanto lo smaltimento di inerti va sottolineato che il progetto definitivo non prevede tratti in galleria ed i tratti in trincea sono limitati rispetto a quelli in rilevato, con numerosi ponti e viadotti. In questo senso il materiale in esubero proverrà per la gran parte dal tratto in trincea, per cui sarà di quantità modesta. Infatti, la realizzazione della trincea

genera la produzione di materiale ghiaioso, ciottoloso, sabbioso e argilloso-limoso, tipico della litologia presente in sito, che per le caratteristiche meccaniche di tali terreni, non risulta idoneo per un suo futuro riutilizzo nell'ambito della realizzazione della nuova infrastruttura.

L'unico materiale che potrà essere riutilizzato all'interno dell'opera è il materiale che proviene dallo scotico, per un quantitativo di quasi 110.000 m³.

Del materiale scavato una quota parte, circa 640.000 m³, è destinato a deposito definitivo esterno in qualità di sottoprodotto (se ne prevede il riutilizzo per la riambientalizzazione delle stesse cave di prestito individuate per l'approvvigionamento di materiali vergine), mentre la restante parte, circa 19.000 m³, sarà conferita a discarica.

Occorre ricordare che la quantità di terra di cui è previsto il riutilizzo in qualità di sottoprodotto sarà trattata ai sensi del DPR 120 del 2017, come indicato nel Piano di Utilizzo facente parte del Progetto Definitivo dell'opera.

Per quanto concerne il materiale in esubero da conferire a discarica si evidenzia la sua modestia, tale che il quantitativo stimato è totalmente conferibile presso i due impianti individuati dal Progetto Definitivo presso le località Cerrione, Andreotti Flavio Escavazioni, e Cossato, B.F. Srl, situate entrambi in provincia di Biella, e che in totale possono ospitare circa 24.000 m³ di materiale.

Consumo di risorse non rinnovabili

L'esecuzione del progetto stradale in esame comporta l'utilizzo di terre per la costruzione dei rilevati e l'approvvigionamento di inerti pregiati per la produzione di calcestruzzo necessario alla fabbricazione delle opere d'arte. Entrambe le attività richiedono lo sfruttamento di cave di prestito, con conseguente consumo di risorse non rinnovabili e relativi costi in termini ambientali.

Sono diverse le tipologie di fabbisogno:

- rinterro scotico + bonifica,
- rilevato,
- fondazione stradale (inerti pregiati),
- riempimento corpo stradale (misto granulare),
- spartitraffico (misto granulare),
- scogliera protezione pile Sesia,
- terreno vegetale

e come precedentemente detto i materiali di scavo non possono essere riutilizzati all'interno del progetto in esame tranne che per il terreno vegetale; conseguentemente il totale del fabbisogno ammonta a circa 2.845.000 m³ di materiale. Ulteriori dettagli circa il bilancio dei materiali ed i fabbisogni sono riportati negli elaborati di progetto definitivo. Per l'approvvigionamento di detto materiale sono state individuate una serie di cave di prestito, che nell'insieme si prevede garantiscano le necessità progettuali qui brevemente illustrate. Per l'approvvigionamento di materiale vergine i siti individuati sono collocati presso Santhià, parte in provincia di Vercelli e parte in provincia di Biella:

- Green Cave Srl - Cascina La Mandria,
- Green Cave Srl - ex Viabit,
- EdilcaveSrl - Cascina Valle,

- Edilcave Srl - Cascina Alba.

Per l'approvvigionamento di materiali provenienti da inerti di riciclo sono stati individuati invece i seguenti impianti:

- Cave f.lli Pozzali,
- ECAM Srl,
- F.lli Sogno & figli,
- Mosca & C. Cave Calcestruzzi,
- B.F. Srl,
- Negro Servizi Srl,
- Andreotti Flavio Escavazioni,
- Barbera A&N sas,
- Idrocem Manufatti Srl,
- SO.D.I.S. Srl.

Movimentazione rifiuti

Posto che in linea generale ogniqualvolta il progetto preveda la movimentazione di rifiuti, questa è effettuata ai sensi della normativa vigente, nella presente trattazione si evidenzia come sebbene vi siano alcuni siti contaminati nell'ambito territoriale interessato dal progetto, questi non causano la necessità di provvedere alla movimentazione di terreno contaminato.

Come già indicato nel Quadro di riferimento progettuale, l'Anagrafe Regionale dei Siti Contaminati (ASCO) riporta la presenza di tre siti contaminati in prossimità delle aree di intervento, come riportato in Figura 3-6.

I tre siti si trovano nella provincia di Vercelli: due nel comune di Roasio e uno nel comune di Gattinara.

In particolare, il sito VC-00049, il più vicino, che si trova a circa 200 m dall'opera in progetto, secondo quanto riportato dal sito della Regione Piemonte è stato notificato da parte dell'interessato ai sensi del art. 7 del D.M.471/99 per la presenza di sostanze inquinanti quali Idrocarburi, composti inorganici e metalli dovuta a cattiva gestione di impianti o strutture. Per questo sito è prevista una Bonifica e ripristino ambientale (numero 01 – 01245).



Figura 3-6 Siti inquinati e relazione con l'opera in progetto (fonte: ASCO)

Vista la distanza che intercorre tra questo sito con la infrastruttura il progetto l'interferenza può considerarsi nulla. Lo stesso può affermarsi conseguentemente per gli altri due che si trovano a distanze ancora maggiori (più di 400 metri

dall'infrastruttura).

Diversamente, nell'ambito della progettazione dell'infrastruttura in esame, è stata rilevata un'interferenza con un sito di discarica controllata in località San Giacomo del Bosco, in comune di Masserano. Tale discarica è stata attiva dal 1989 al 2003.

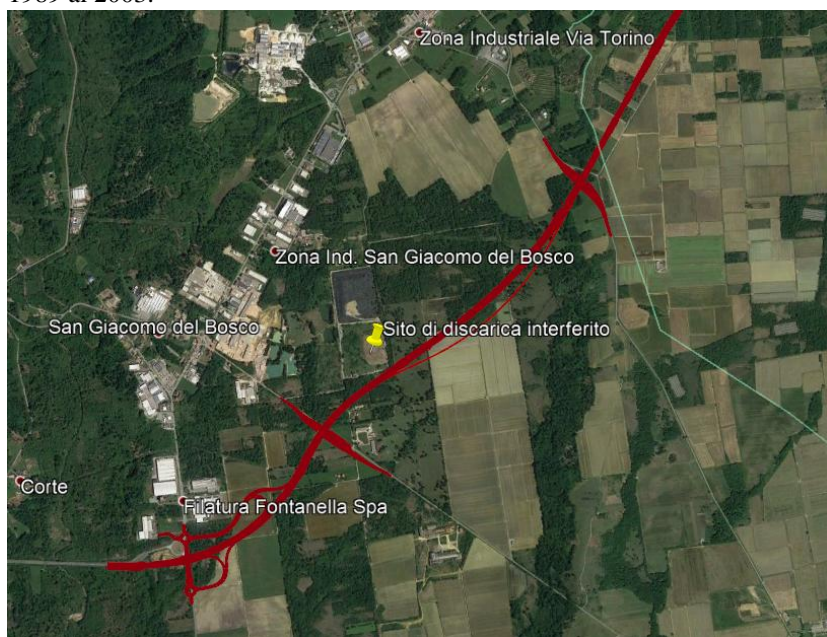


Figura 3-7 Localizzazione sito di discarica interferito in località San Giacomo del Bosco

L'interferenza con l'asse stradale in progetto riguarda alcuni i presidi di sicurezza posti nella zona perimetrale a sud est del sito, la corrispondente parte di recinzione, un cavidotto interrato e la viabilità limitrofa.

Tale interferenza in sede progettuale è stata risolta e consiste nella realizzazione di nuovi pozzi, un nuovo piezometro, un nuovo tratto di recinzione con caratteristiche simili a quella esistente, lo spostamento di numero tre punti luce e della relativa linea di alimentazione, lo spostamento del cavidotto interrato e la realizzazione di un nuovo tratto di strada con caratteristiche simili a quella esistente.

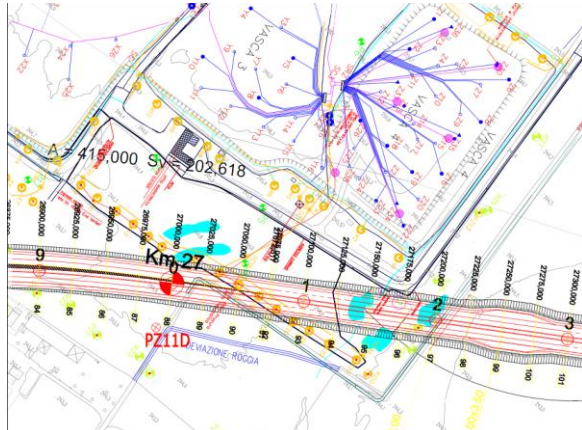


Figura 3-8 Interferenza – Stato di fatto

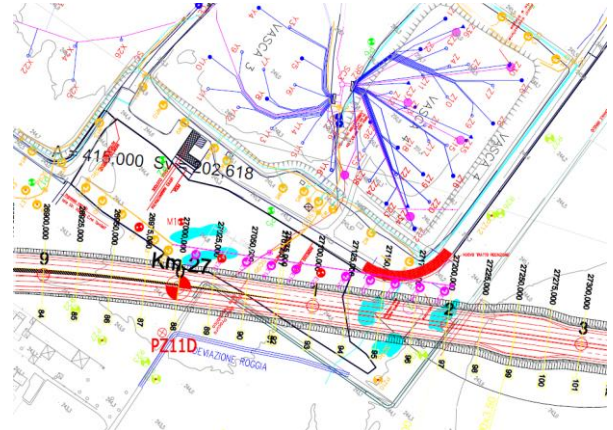


Figura 3-9 Interferenza – Stato di progetto

Considerato che l'interferenza non riguarda il corpo dei rifiuti conferiti, che quindi non dovranno essere maneggiati né spostati, ma la rete per la gestione del biogas e che per questa si è provveduto alla progettazione della modifica che avverrà prima dei lavori di costruzione della strada in argomento, l'interferenza può considerarsi risolta ed i rifiuti generati dall'intervento saranno correttamente gestiti secondo i vigenti dettami normativi.

Modifica temporanea dell'uso del suolo

Per quanto riguarda la modifica temporanea della destinazione d'uso del suolo, è necessario evidenziare prima di tutto che non si prevede l'apertura di piste di cantiere, oltre a quella che poi ospiterà l'infrastruttura in progetto, e che i siti ove si prevede la realizzazione delle aree di cantiere sono strettamente contermini all'area di intervento e nella loro individuazione, si è fatto in modo di scegliere, quando possibile, le aree che andranno successivamente ad ospitare gli svincoli stradali e di minimizzarne le dimensioni, per ridurre il più possibile l'estensione delle aree interessate dal progetto.

In particolare, come indicato nell'elaborato "Cantierizzazione: ubicazione delle aree di cantiere e viabilità di servizio", è stato deciso di inserire le aree di cantiere all'interno di 3 dei 4 svincoli che saranno costruiti: seguendo le progressive crescenti i cantieri saranno presenti all'interno degli svincoli di Masserano (25.000 m²), Roasio (30.000 m²) e Gattinara (13.000 m²). Per questi siti l'occupazione di suolo sarà definitiva perché ricadenti nell'impronta dell'infrastruttura stessa. Occorre evidenziare però che tutte per le aree intercluse il progetto prevede adeguate opere a verde, come dettagliatamente descritto nel Quadro di riferimento progettuale del presente Studio.

Il quarto ed ultimo cantiere, diversamente, sarà posto vicino allo svincolo di Ghemme (24.000 m²), ma non insisterà nell'area che successivamente rimarrà interclusa nello svincolo perché si è valutato opportuno avvicinarla al Sesia, laddove sarà realizzato il viadotto, per renderla allo scopo più funzionale. Questa area presenta diversi usi del suolo che saranno ripristinati gli originari usi a fine lavori: per l'area di cantiere vera e propria sarà ripristinato lo stato agricolo preesistente, l'area di deposito sarà oggetto di rinaturalizzazione mediante la piantumazione di masse arboreo-arbustive, mentre l'area adibita alla realizzazione del viadotto sarà oggetto di riqualificazione della vegetazione ripariale.

Da quanto sopra illustrato ne discende che la modifica temporanea dell'uso del suolo dovuta alla cantierizzazione del

progetto in esame è un impatto che si può considerare complessivamente di modesta entità.

3.2.3 DIMENSIONE FISICA

Modifica dell'uso del suolo

La prevista costruzione del corpo stradale, con relativi svincoli ed opere d'arte, comporterà inevitabilmente un'impronta a terra con una conseguente variazione permanente dell'uso del suolo.

In particolare, le interferenze riguarderanno in modo più specifico la componente vegetazione in quanto una parte del suolo attualmente è coperto da boschi di latifoglie misti e da aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti.

I dettagli delle percentuali di suolo che saranno occupate dalla infrastruttura in studio, non considerando le aree di suolo già utilizzate per infrastrutture viarie o accessorie a queste già presenti sul territorio, sono riportate in Tabella 3-3.

| Uso del suolo | AREA ha | % AREA |
|---|------------------|-------------|
| Spiagge, dune e sabbie | 1,78306 | 1,4 |
| Sistemi culturali e particellari complessi | 4,80517 | 3,8 |
| Aree preval. occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti | 49,70108 | 39,3 |
| Boschi a prev. di querce caducifoglie | 3,19160 | 2,5 |
| Culture intensive | 6,81642 | 5,4 |
| Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | 2,44997 | 1,9 |
| Boschi a prevalenza di specie igrofile | 2,10773 | 1,7 |
| Boschi ed ex-piantagioni a prev. di latifoglie esotiche | 23,10196 | 18,3 |
| Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado | 0,11126 | 0,1 |
| Boschi misti a prev. di altre latifoglie autoctone | 27,48397 | 21,8 |
| Risaie | 4,76937 | 3,8 |
| Totale | 126,32159 | 100 |

Tabella 3-3 Uso del suolo caratteristico delle aree sottratte dalla costruzione dell'infrastruttura

Da questa tabella si evince che si sottrarranno complessivamente 126,32 ha di terreno di cui il 39,3%, cioè circa 50 ha, di aree oggi occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti. Altresì va segnalato che saranno sottratti circa il 22% del totale da terreni attualmente occupati da boschi misti a prevalenza di latifoglie autoctone per circa 27 ha. Altra parte significativa di suolo attualmente coperta boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche saranno occupati dall'impronta della nuova struttura. Da considerare anche la parte ad uso agricolo più specifico come le risaie (3,8%) e le colture intensive (5,4%).

Risulta in conclusione che la vocazione di questa porzione di territorio è decisamente agricola e naturalistica essendo le aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati circa il 2% dell'intero territorio che sarà occupato dall'impronta dell'opera in progetto.

Alla luce di quanto esposto, prendendo in considerazione che secondo la legge regionale LR 4/2009 la totalità di ettari di bosco tagliati saranno o ripiantati in appositi spazi verdi e in parte monetizzati, e che comunque sono previste delle opere di mitigazioni che prevedono l'inserimento di opere a verde l'interferenza per la modifica del suolo può ritenersi

trascurabile. Maggiori dettagli saranno forniti nelle descrizioni delle interferenze per quanto riguarda la vegetazione e nella parte del quadro progettuale che si occupa delle opere di mitigazione in generale.

Modifica della originaria morfologia del terreno

L'infrastruttura in progetto è prevista in larga parte in rilevato, la cui altezza media è inferiore ai 4 m e supera localmente i 6 m da p.c.

Certamente la presenza dell'infrastruttura induce quindi una modifica all'originaria morfologia del terreno, attualmente pianeggiante, che però non comporta significativi impatti sulla componente in esame, non avendo il territorio attraversato caratteristiche di sensibilità in questo senso. Tali variazioni possono influire in maniera più importante sull'ambiente idrico e sul paesaggio e nell'ambito della trattazione di tali componenti la tematica è più diffusamente trattata.

4 AMBIENTE IDRICO

4.1 QUADRO CONOSCITIVO

4.1.1 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area di studio è compresa all'interno del bacino del Sesia. Il bacino del Sesia ha una superficie complessiva di circa 3.075 km² (4% della superficie del bacino del Po), di cui il 45% ricadente in ambito montano.



Figura 4-1 Bacino del Sesia (bordo più spesso grigio) e sottobacini relativi

Il Sesia ed i suoi affluenti Mastallone, Sessera e Cervo, con il tributario Elvo, hanno origine dal gruppo orografico del monte Rosa nelle Alpi Pennine. Ai rispettivi bacini competono elevati valori delle precipitazioni annuali, come pure di quelle brevi e intense, che danno luogo a un regime di deflussi caratterizzato da una elevata frequenza degli eventi di piena con ragguardevoli valori delle portate al colmo.

Il Sesia trae le sue sorgenti dai ghiacciai di Bors, delle Piode e delle Vigne, che si stendono sul versante SE del Monte

Rosa, poi per circa 41 km (fino a Varallo) scorre nella Val Grande e sbocca in pianura a Romagnano dopo un percorso di altri circa 24 km. Il corso del fiume è diretto WE fino a Varallo, alla confluenza col torrente Mastallone; da Varallo piega verso sud fino al termine della valle. Riceve in destra gli affluenti Vogogna, Arroghna, Sorba, Sessera e in sinistra i torrenti Sermenza, Mastellone, Civiasco e Strona di Valduggia. In pianura, poco a monte di Vercelli, confluisce il torrente Cervo, che con l'Elvo, raccoglie tutti i deflussi provenienti dalla zona pre-alpina del Biellese.

Nel Sesia confluiscono altresì buona parte degli scoli provenienti dal territorio di pianura appartenente alla provincia di Vercelli. I principali corsi d'acqua della zona sono rappresentati dal torrente Marcova e dalla Roggia Stura, a cui si affiancano una numerosa serie di canali irrigui.

La zona in studio fa parte per il 90% del sottobacino del Cervo e per il 10% del sottobacino del Basso Sesia (cfr. Figura 4-1).

Il torrente Cervo ha un bacino idrografico caratterizzato nella parte più alta da una morfologia montana, con quote anche superiori ai 2.000 m, valli di origine fluvioglaciale strette e pareti molto inclinate e per lo più boscate. Nel primo tratto il torrente e i suoi affluenti sono molto incisi e hanno un trasporto solido rilevante e di notevoli dimensioni; più a valle si allargano ad assumere una morfologia terrazzata, con andamento che passa da ramificato nel tratto superiore (fino al ponte di Cossato - S.S. 232) a monocursale sinuoso, con frequenti barre laterali e subordinatamente barre longitudinali e isole stabili.

Le aste principali del Sesia e del Cervo sono suddivisibili in tratti distinti per caratteristiche morfologiche, morfometriche e per comportamento idraulico:

- il tratto montano del Sesia, dalla sorgente a Romagnano Sesia, per una lunghezza di circa 65 km, che sottende i sottobacini degli affluenti alpini, e il tratto di pianura, di lunghezza pari a circa 74 km, fino alla confluenza in Po, che sottende il sottobacino (in destra) del Cervo;
- il tratto montano del Cervo, dalla sorgente a Biella, per una lunghezza di circa 12 km, e il tratto di pianura, per una lunghezza di circa 43 km fino alla confluenza in Sesia, che sottende il sottobacino dell'Elvo in destra.

I bacini del Sesia e dei suoi affluenti, Mastallone, Sessera e Cervo ricevono le massime precipitazioni annuali che si rilevano nella regione padana, come pure quelle di massima intensità; questo comportamento idrologico, sommato a percentuali di permeabilità praticamente nulle per tutta la parte montana, è la ragione di un regime dei deflussi contraddistinto per la frequenza della manifestazione di stati di piena con elevati valori delle portate al colmo.

Nel bacino le aree di generazione delle piene si localizzano soprattutto nella parte mediana e pedemontana, mentre i contributi del settore di testata, circa a monte della confluenza del torrente Mastallone, sono solitamente minori.

Nel bacino idrografico le precipitazioni medie variano da 900 mm/anno in pianura a circa 2000 mm/anno. L'esame dei dati pluviometrici conferma il tipo pluviometrico alpino esposto alla pianura, contraddistinto da precipitazioni più elevate di quelle che arrivano a interessare le vallate interne alla cerchia alpina.

Nel bacino idrografico del Sesia le stazioni di misura per le quali sono disponibili valori storici delle portate di piena sono elencate in Tabella 4-1.

| Sezione | Superficie km ² | Hmedia m s.m. | Hmin m s.m. | Qmax m ³ /s | qmax m ³ /s km ² | Data |
|---|-------------------------------|------------------|----------------|---------------------------|---|----------|
| Rio Gallina a Conf.Marchiazza | 1,2 | 417 | 330 | 21,5 | 17,92 | 24/09/81 |
| Chiebbia a Vigliano | 10,2 | 433 | 240 | 86 | 8,43 | 02/11/68 |
| Ponzone a Confl.Sessera | 18,6 | 659 | 412 | 267 | 14,35 | 02/11/68 |
| Strona a Roncole | 20,4 | 1.131 | 480 | 440 | 21,57 | 02/11/68 |
| Guarnasca Conf.Chiebbia | 28,6 | 438 | 240 | 390 | 13,64 | 02/11/68 |
| Strona a Valle Mosso | 32 | 868 | 410 | 704 | 22,00 | 02/11/68 |
| Elvo a Sordevolo | 33,8 | 1.506 | 565 | 110 | 3,25 | 02/11/68 |
| Strona a Cossato | 39 | 750 | 270 | 772 | 19,79 | 02/11/68 |
| Cervo a Passo Breve | 74 | 1.495 | 580 | 195 | 2,64 | 05/08/39 |
| Sermenza a Rimasco | 81 | 1.840 | 900 | 400 | 4,94 | 25/09/56 |
| Sessera a Coggiola | 98 | 1.271 | 412 | 932 | 9,51 | 02/11/68 |
| Cervo a Biella | 113 | 1.400 | 390 | 690 | 6,11 | 26/09/56 |
| Mastallone a Ponte Folle | 149 | 1.350 | 440 | 1.050 | 7,05 | 02/11/68 |
| Sesia a Campertogno | 170 | 2.120 | 802 | 700 | 4,12 | 04/09/48 |
| Sesia a Borgosesia (P.Te Aranco) | 695 | 1.480 | 336 | 3.073 | 4,42 | 04/09/48 |
| Sesia a Vercelli | 2.274 | 844 | 178 | 3.900 | 1,72 | 02/11/68 |

Tabella 4-1 Valori delle portate di piena storiche nel bacino del Sesia (fonte Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico nel bacino del Sesia Autorità di bacino del Fiume Po)

L'area in studio si trova tra le stazioni di Sesia a Borgosesia (P.Te Aranco) e Sesia a Vercelli.

Il tracciato dell'opera in progetto attraversa trasversalmente i seguenti corsi d'acqua principali da est verso ovest (cfr. Figura 2.2):

- Fiume Sesia,
- Rio Colompasso,
- Torrente Marchiazza,
- Rio Torbola,
- Torrente Rovasenda,
- Rio S.Giorgio,
- ,
- Torrente Guarabione,
- Torrente Ostola.

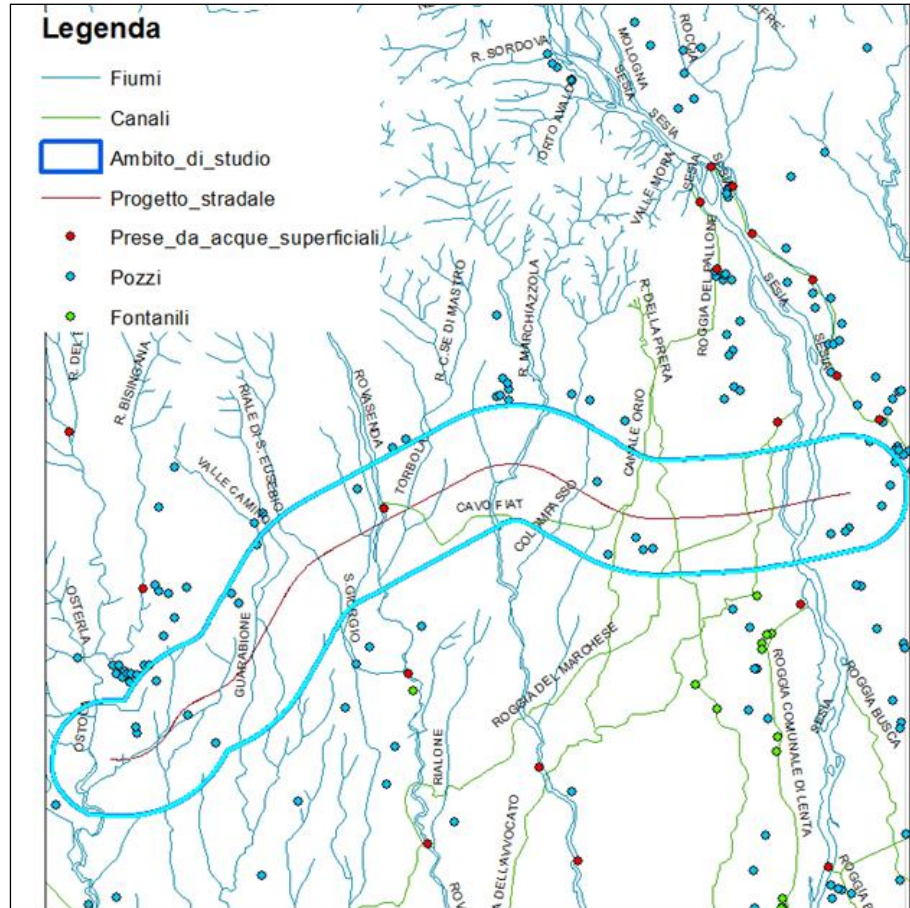


Figura 4-2 Rete idrografica superficiale (fonte Geoportale regione Piemonte)

Nella parte orientale dell'ambito di studio si nota una presenza importante di canali quali il Cavo Fiat, che traversa trasversalmente diversi corsi d'acqua, così come La Roggia del Marchese; si hanno inoltre altri canali che scorrono circa paralleli ai corsi d'acqua che sono, da est verso ovest: la Roggia dell'Avvocato, la Roggia del Pallone e il Canale Orio. Sempre nella stessa figura sono riportate le prese d'acqua superficiali, i pozzi per l'acqua, e i Fontanili.

L'alveo del Fiume Sesia, nel tratto da Romagnano Sesia a Ghislarengo, che include l'area in studio, si presenta generalmente di tipo pluricursale, e, localmente, di tipo ramificato con rami secondari sviluppati soprattutto in destra. È rilevante la presenza di depositi di materiale d'alveo, costituiti da barre longitudinali e trasversali, isolotti anche vegetati; vi sono inoltre accentuati fenomeni erosivi, localizzati soprattutto in corrispondenza delle fondazioni degli attraversamenti stradali e ferroviari, non protetti a valle da soglie di fondo.

4.1.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le formazioni geologiche affioranti nella Regione Piemonte sono state raggruppate in base alla litologia nei seguenti complessi idrogeologici (Cfr. Tav "Carta idrogeologica" e Figura 4-3):

- Depositi fluviali recenti o attuali,
- Depositi siltuosi o torbosi recenti,
- Depositi fluviali medi,

- Depositi fluviali antichi e depositi villafranchiani,
- Depositi glaciali degli archi morenici,
- Sabbie e conglomerati marini,
- Argille e marne argillose gessifere gessi,
- Depositi marini terrigeni,
- Rocce calcaree,
- Rocce metamorfiche vulcaniche o plutoniche.

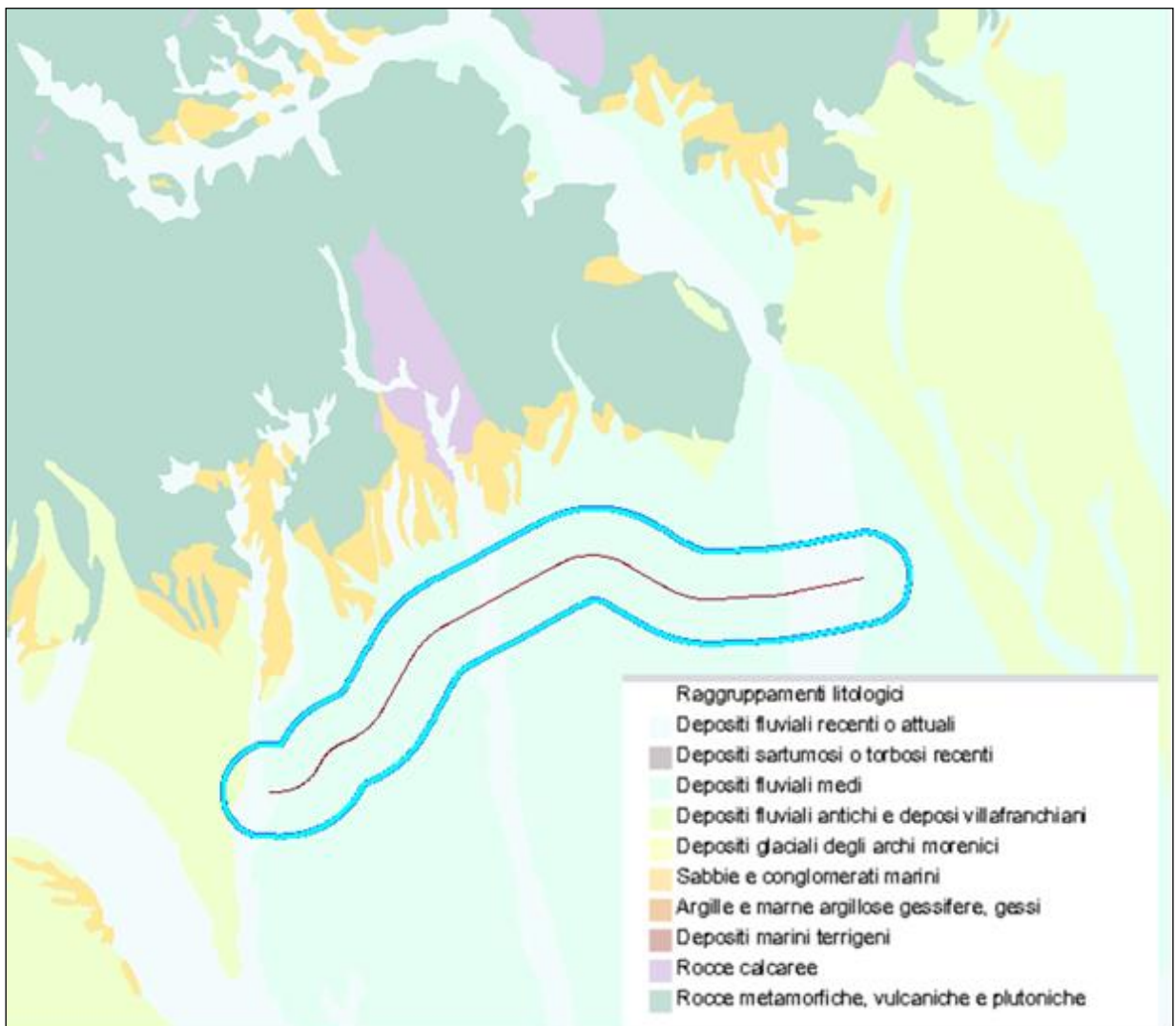


Figura 4-3 Carta dei complessi idrogeologici (modificato da Geoviewer del Portale Arpa)

Nella sezione litostratigrafica schematica di Figura 4-4 sono anche riportati i tipi di acquiferi presenti e le caratteristiche idrogeologiche in questa porzione di Bacino:

1) i sedimenti alluvionali grossolani del Quaternario superiore, cioè le prime tre classi di depositi (Depositi fluviali recenti o attuali, Depositi sartumosi o torbosi recenti, Depositi fluviali medi), ospitanti una falda a superficie libera;

- 2) le sequenze del Villafranchiano (Depositi fuviali antichi e depositi villafranchiani);
- 3) i depositi sabbiosi marini del Pliocene in facies astiana (Sabbie e conglomerati marini), contenenti una falda idrica in pressione;
- 4) i depositi marini prepliocenici, a prevalente composizione fine, impermeabili o localmente permeabili per fessurazione;
- 5) le rocce cristalline impermeabili o poco permeabili per fessurazione.

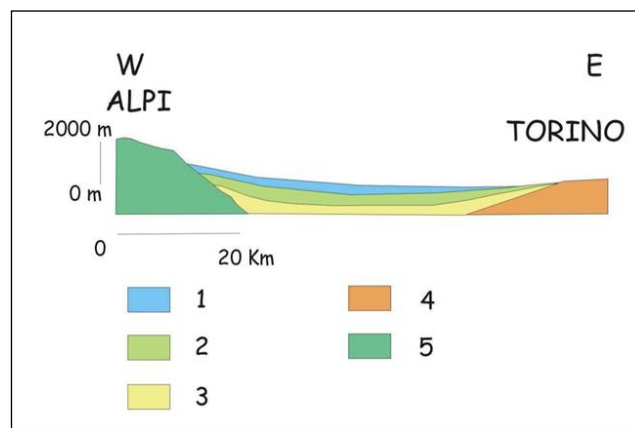


Figura 4-4 Sezione litostratigrafica schematica dalle Alpi alle colline di Torino (adattata da *Idrogeologia della pianura Piemontese Regione Piemonte – Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche*)

La **falda superficiale** è ospitata nei depositi grossolani, prevalentemente ghiaie, ciottoli e subordinatamente sabbie a granulometria variabile, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità buona (Complesso dei Depositi Fluviali); localmente sono presenti depositi argilloso-limosi, sotto forma di lenti discontinue o associate a ghiaie e sabbie che danno origine ad un deposito fortemente eterogeneo (Complesso delle Alternanze Fluviali). La produttività dell'acquifero contenente la falda superficiale è molto variabile: scarsa nei settori settentrionali della pianura biellese-vercellese, in corrispondenza dei depositi degli alti terrazzi, costituiti da alluvioni più antiche e quindi più alterate, e progressivamente maggiore nei settori centrali e meridionali, dove sono presenti alluvioni più recenti e quindi meno alterate. Lo spessore dei depositi alluvionali risulta variabile da poche decine di metri fino a 80 m nel centro di Novara. Gli spessori minori si trovano lungo la fascia del T. Sesia a partire dai centri di Arborio e Landiona; a valle del T. Cervo, a partire da Buronzo e nel settore meridionale della pianura Vercellese; le potenze massime si raggiungono invece a nord di Novara, tra il F. Sesia (a N di Carpignano Sesia) e il F. Ticino. Nella zona di pianura centro meridionale, l'acquifero superficiale è associabile ai depositi alluvionali recenti Würmiani (Pleistocene sup. - Attuale) e a quelli antecedenti del Mindel-Riss (Pleistocene inf. - Pleistocene med.).

La soggiacenza presenta i valori maggiori, anche superiori ai 50 m, in corrispondenza degli alti terrazzi presenti nel settore settentrionale della pianura biellese-vercellese e generalmente inferiori ai 10 m nei settori centrali e meridionali dell'area stessa.

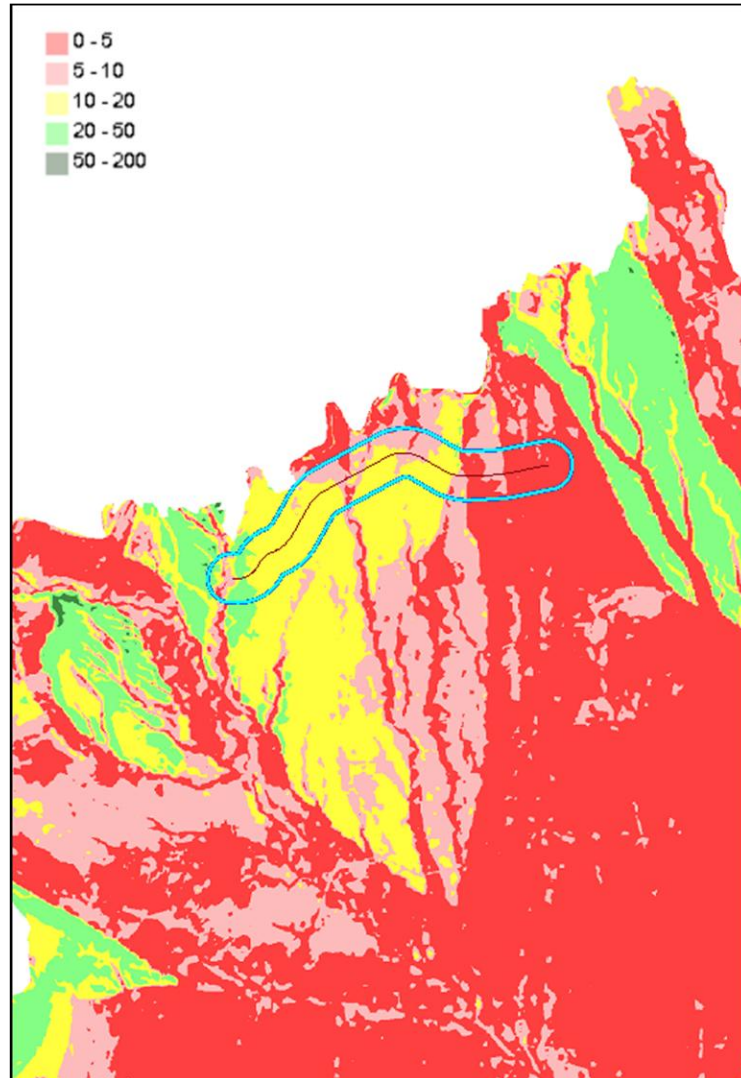


Figura 4-5 Soggiacenza della Falda superficiale nella Pianura Biellese-Vercellese (modificato da Geoviewer del Portale Arpa)

In particolare, per quanto riguarda l'area in studio, nella zona occidentale ha dei valori compresi tra 20 e 50 m, mentre nella parte centrale si hanno valori tra i 10-20 m in corrispondenza dei depositi fluviali medi, mentre per il resto dell'area i valori variano tra 0 e 10 m (Cfr. Figura 4-5).

La falda superficiale mostra una direzione di flusso complessiva NW-SE e risulta fortemente condizionata dall'azione drenante svolta dal F. Ticino al margine orientale dell'area, dal T. Cervo nel settore centro settentrionale e dal F. Po nel settore meridionale dell'area. Questa presenta i gradienti idraulici più elevati nelle aree poste a ridosso dei rilievi alpini in corrispondenza degli alti terrazzi (0.012) e progressivamente minori nelle aree meridionali dell'area (0.0015) (Cfr. Figura 4-6).

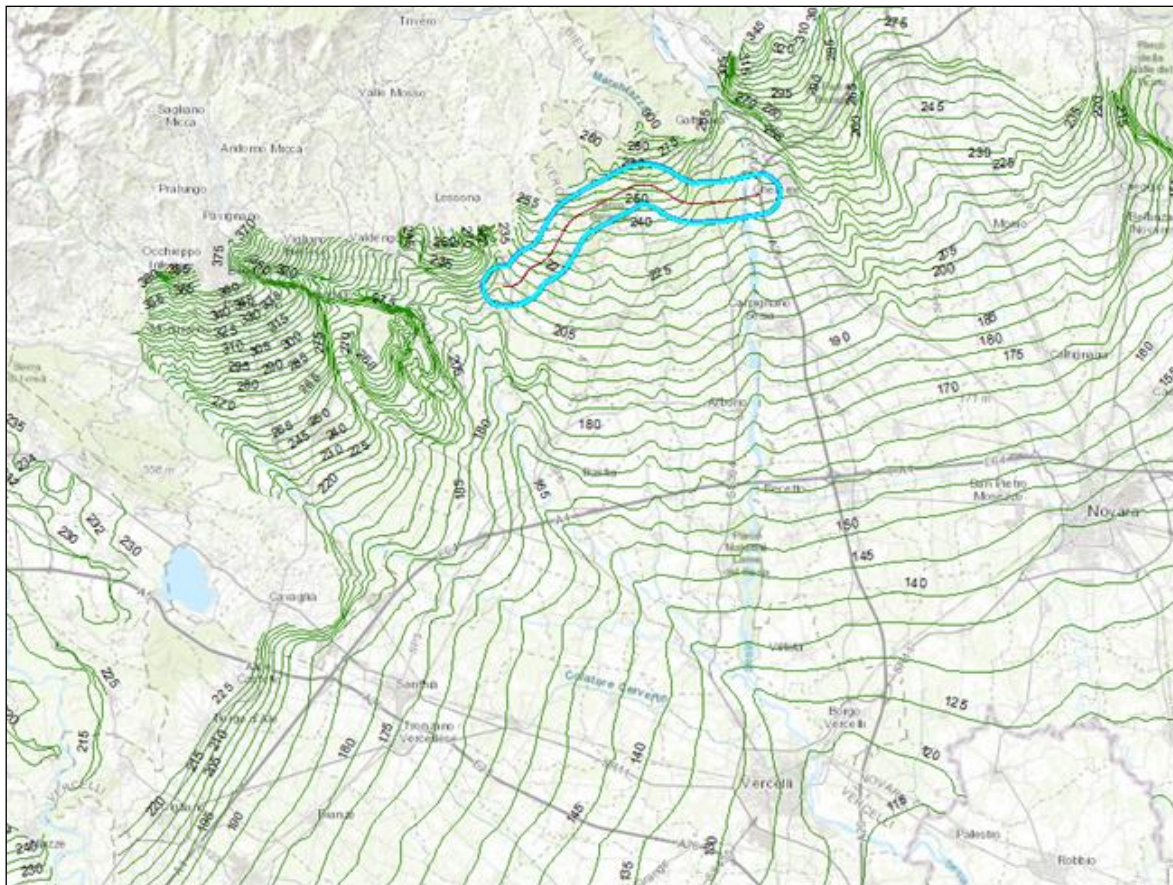


Figura 4-6 Piezometria della falda nella Pianura Biellese-Vercellese (modificato da Geoviewer del Portale Arpa)

La base dell'acquifero contenente la falda superficiale è in genere ben delineabile a causa delle diverse tessiture dei depositi che caratterizzano l'acquifero superficiale e quello profondo.

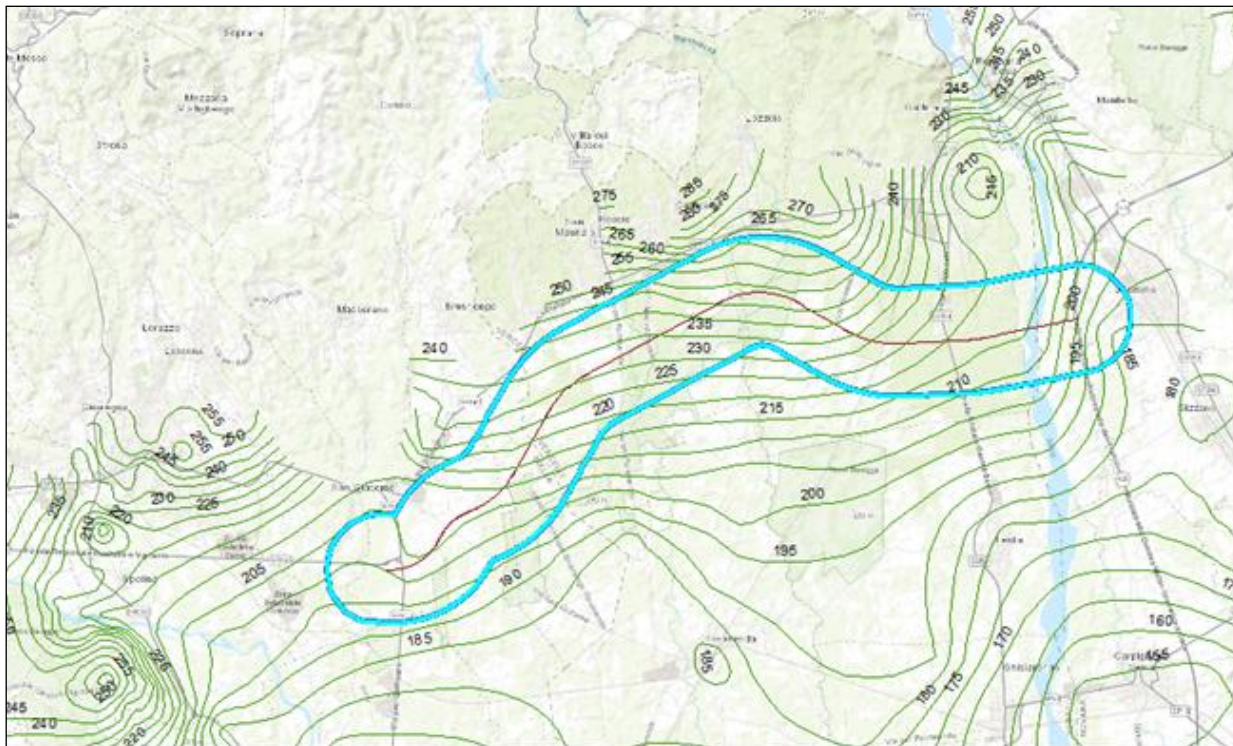


Figura 4-7 Isobate riferite al Piano campagna della base dell'acquifero (modificato da Geoviewer del Portale Arpa)

Nell'ambito di studio la profondità della base dell'acquifero varia da 260 metri da piano campagna fino a 185 metri da piano campagna nel lembo sud occidentale (Cfr. Figura 4-7).

Le **falde profonde** sono contenute entro livelli permeabili (prevalentemente sabbiosi) del Complesso delle Alternanze Villafranchiane appartenente alla Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani, nei depositi del Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini in facies di "Astiano" e nel sottostante Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso-sabbiosi in facies di "Piacenziano". Nel settore meridionale dell'area, il confinamento delle falde profonde è dovuto verticalmente a strati impermeabili del Complesso Villafranchiano e, lateralmente, dai sovrascorrimenti sepolti del margine appenninico, arcuati con direzione EW, che troncano la continuità degli orizzonti permeabili, portandoli a contatto con la successione del Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso-sabbiosi in facies di "Piacenziano". Nella parte settentrionale dell'area, a ridosso dei rilievi pre-alpini, i depositi villafranchiani (Complesso delle Alternanze Villafranchiane) passano lateralmente a depositi ghiaiosi alterati, alternati localmente a lenti di sabbie argillose.

Nella Relazione Geologica facente parte del Progetto Definitivo sono forniti ulteriori dettagli circa la descrizione del modello idrogeologico di dettaglio, determinato attraverso diverse campagne di rilievo mediante piezometriche che hanno integrato i dati desunti dal Piano di Tutela delle Acque, da quelli della provincia di Vercelli e dagli studi geologici degli strumenti di pianificazione comunale. Da tale modello sono stati desunti i complessi idrogeologici principali di seguito descritti:

- COMPLESSO IDROGEOLOGICO 1 (Alluvioni attuali e recenti e Alluvioni antiche) - Depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi e ciottolosi, non alterati, in matrice sabbiosa, appartenenti agli alvei attivi ed

abbandonati. Ospitano una falda a superficie libera collegata con la rete idrografica. OLOCENE. Aree a permeabilità elevata ($10^{-4} < K < 10^{-2}$ m/s);

- COMPLESSO IDROGEOLOGICO 2 (Fluvioglaciale Wurm-Riss) - Depositi di origine fluvioglaciale appartenenti al livello fondamentale della pianura, costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa con debole strato di alterazione bruno-giallastro e coperture loessiche sabbioso-limose con spessore non superiore al metro. Ospitano una falda a superficie libera collegata con la rete idrografica. PLEISTOCENE SUP. - PLEISTOCENE MEDIO. Aree a permeabilità da buona a elevata ($10^{-5} < K < 10^{-4}$ m/s);
- COMPLESSO IDROGEOLOGICO 3 (Fluvioglaciale Riss) - Depositi di origine fluvioglaciale costituiti da ghiaie alterate in matrice sabbioso limosa con lenti sabbioso - argillose. Tali depositi, formano un alto ed esteso sistema di terrazzi che si raccordano con le cerchie moreniche rissiane e sono ricoperti da un paleosuolo essenzialmente argilloso di colore rosso-arancio che presenta inclusioni di ciottoli silicatici alterati. Ospitano una falda a superficie libera, talvolta protetta dagli strati superficiali, drenata dalla rete idrografica. Il grado di permeabilità è variabile, da buono nei termini ghiaioso-sabbiosi a discreto nei termini sabbiosi-limosi e basso nella coltre superficiale di copertura. PLEISTOCENE MEDIO.

Infine, si evidenzia che il tracciato segue un percorso che non interferisce con le fonti idropotabili.

4.1.3 QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Al fine di definire lo stato qualitativo dei corsi d'acqua interessati dall'ambito di studio in esame, si fa riferimento a quanto pubblicato dall'Arpa Piemonte ed in particolare a quanto indicato nelle "Attività Arpa nella gestione della rete di monitoraggio delle acque superficiali Monitoraggio sessennio 2009-2014 ed aggiornamento 2015". Mentre per la qualità degli acquiferi sia superficiali che profondi si è fatto riferimento ad "Attività Arpa nella gestione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee Piano di monitoraggio triennio 2012)", sempre a cura dell'Arpa Piemonte.

Per quanto riguarda il fiume Sesia esistono due stazioni di monitoraggio uno a monte dell'area in studio ed una a valle dell'ambito di studio. Più esattamente quella a monte, denominata SESIA – Quarona (01SS3N721PI) nel comune di Quarona, e quella a valle, denominata SESIA – Ghislarengo (06SS3F722PI) (Cfr. Figura 4-8).

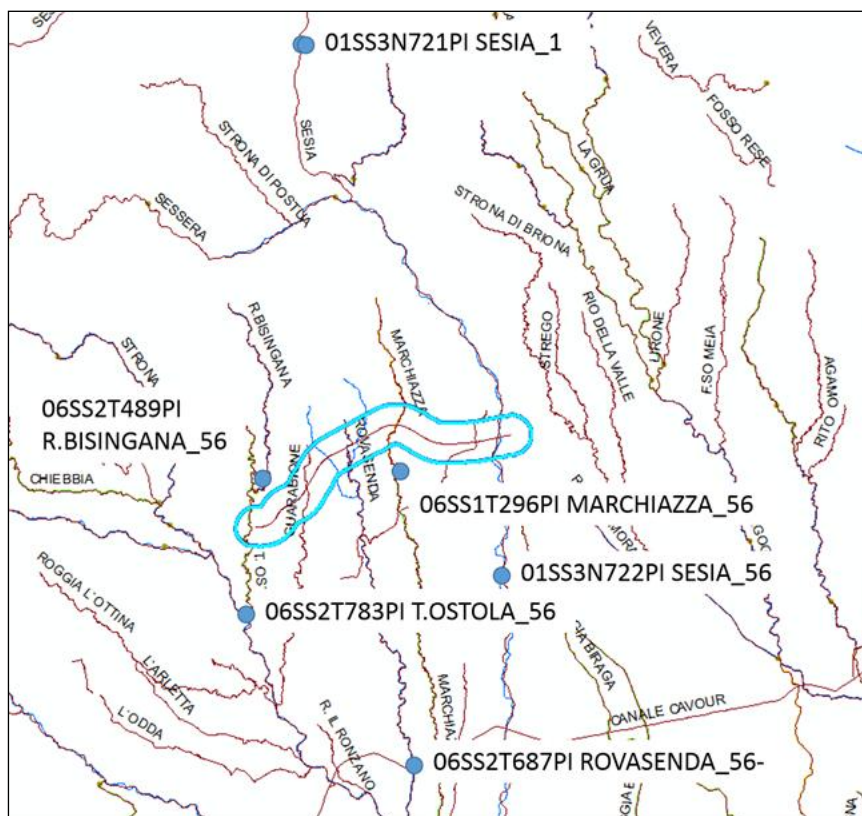


Figura 4-8 Stazioni di Monitoraggio acque superficiali vicine all'ambito di studio (fonte Arpa Piemonte)

Queste due stazioni fanno parte del “Monitoraggio sessennio 2009-2014 Stato di qualità dei Corpi Idrici ai sensi del Decreto 260/2010” effettuato da Arpa Piemonte. I dati di monitoraggio sono riassunti nella Tabella 4-2 di seguito riportata, che mostra anche il Livello di Confidenza del dato (LC). Si segnala che per lo Stato in senso generale viene preso il peggiore LC tra quello dello stato ecologico e quello dello stato chimico.

| Codice CI | Denominazione | Stato ecologico | LC stato ecologico | Stato chimico | LC stato chimico | Stato | LC Stato |
|-------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------|------------------|-------|----------|
| 01SS3N721PI | SEZIA_1 | Buono | alta | Buono | alta | Buono | alta |
| 06SS3F722PI | SEZIA_56 | Buono | alta | Buono | alta | Buono | alta |

Tabella 4-2 Dati di Monitoraggio relativi al Fiume Sesia monte e a valle dell'ambito di studio

Di seguito viene riportato lo Stato Qualitativo dell'Acqua (SQA) per lo stato ecologico riferito a diversi singoli anni sempre nell'intervallo 2009_2014 (Cfr. Tabella 4-3). Da questa tabella emerge che soprattutto nella stazione a valle dell'intervento in esame lo SQA risulta elevato per gli ultimi due anni in studio, ovvero 2014 e 2013.

| Codice CI | 2012_2014 | 2014 | 2013 | 2012 | 2009_2011 | 2011 | 2010 | 2009 |
|-------------|-----------|------|-------|------|-----------|------|------|---------|
| 01SS3N721PI | Buono | | Buono | | Elevato | | | Elevato |

06SS3F722PI Buono Elevato Elevato Buono Buono Buono Elevato Buono

Tabella 4-3 SQA Ecologico anni 2009_2014. Dati di Monitoraggio relativi al Fiume Sesia a monte e a valle dell'ambito di studio anni 2009_2014 SQA Ecologico

Per quanto riguarda lo Stato Qualitativo dell'Acqua per lo stato chimico per entrambe le stazioni di monitoraggio si ha un costante valore di buono per tutti gli anni presi in considerazione (Cfr. Tabella 4-4).

SQA chimico

| Codice CI | 2012_2014 | 2014 | 2013 | 2012 | 2009_2011 | 2011 | 2010 | 2009 |
|--------------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| 01SS3N721PI | Buono | | Buono | | Buono | | | Buono |
| 06SS3F722PI | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono |

Tabella 4-4 SQA Chimico anni 2009_2014. Dati di Monitoraggio relativi al Fiume Sesia monte e a valle dell'ambito di studio anni 2009_2014 SQA Chimico

Per quanto riguarda il reticolo idrografico minore esiste una serie di stazioni di monitoraggio lungo la rete idrografica che attraversa l'ambito di studio (Cfr. Figura 4-8). In particolare, nella Tabella 4-5 si riportano i valori medi relativi al sessennio 2009-2014.

| Codice CI | Denominazione | Stato ecologico | LC stato ecologico | Stato chimico | LC stato chimico | Stato | LC Stato |
|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|
| 06SS2T687PI | ROVASENDA_56 | Scarso | medio | Buono | alta | Buono | media |
| 06SS1T296PI | MARCHIAZZA_56 | Sufficiente | medio | Non Buono | media | Non buono | media |
| 06SS2T489PI | R.BISINGANA_56 | Sufficiente | alta | Buono | alta | Non buono | alta |
| 06SS2T783PI | T.OSTOLA_56 | Scarso | alta | Buono | alta | Non buono | alta |

Tabella 4-5 Dati di Monitoraggio relativi al reticolo idrografico che attraversa l'ambito di studio

Per il Rio Bisingana, il Torrente Marchiazza e per il Torrente Ostola si ha uno stato generale non Buono.

Di seguito viene riportato lo Stato Qualitativo dell'Acqua per lo stato ecologico riferito a diversi anni sempre nell'intervallo 2009_2014 (cfr. Tabella Tabella 4-1). Da questa tabella emerge che lo stato ecologico è variabile da Sufficiente a Buono, con due Elevato per il torrente Marchiazza e il torrente Ostola negli anni 2013 e 2014.

| Codice CI | Denominazione | 2012_2014 | 2014 | 2013 | 2012 | 2009_2011 | 2011 | 2010 | 2009 |
|--------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|-------------|
| 06SS2T687PI | ROVASENDA_56 | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente | Buono | Buono | Sufficiente |
| 06SS1T296PI | MARCHIAZZA_56 | Buono | Elevato | Elevato | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono |
| 06SS2T489PI | R.BISINGANA_56 | Buono | Buono | | | | | | |
| 06SS2T783PI | T.OSTOLA_56 | Elevato | Elevato | | | | | | |

Tabella 4-6 SQA Ecologico anni 2009_2014. Dati di Monitoraggio relativi al reticolo idrografico che attraversa l'ambito di studio

Per quanto riguarda Stato Qualitativo dell'Acqua per lo stato chimico riferito a diversi singoli anni sempre nell'intervallo 2009_2014 (cfr. Tabella 4-7) si può notare un generale stato di Buono e un miglioramento per il Torrente Marchiazza che è passato da un Non Buono per gli anni 2011 e 2012 ad uno stato di Buono per gli anni 2013 e 2014.

| Codice CI | Denominazione | 2012_2014 | 2014 | 2013 | 2012 | 2009_2011 | 2011 | 2010 | 2009 |
|-------------|-----------------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| 06SS2T687PI | ROVA-SENDA_56 | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono | Buono |
| 06SS1T296PI | MAR-CHIAZZA_56 | Buono | Buono | Buono | Non Buono | Non Buono | Non Buono | Buono | Buono |
| 06SS2T489PI | R.BISIN-GANA_56 | Buono | Buono | | | | | | |
| 06SS2T783PI | T.OSTOLA_56 | Buono | Buono | | | | | | |

Tabella 4-7 SQA Chimico anni 2009_2014. Dati di Monitoraggio relativi al reticolo idrografico che attraversa l'ambito di studio

4.1.4 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Tra le attività dell'ARPA Piemonte c'è anche quella della gestione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee. In particolare, si fa riferimento alla "Relazione monitoraggio anno 2015. La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (RMRAS) del Piemonte" cui afferiscono i punti di monitoraggio, è composta da 13 corpi idrici sotterranei, di seguito indicati con la sigla GWB, relativi al Sistema Acquifero Superficiale di Pianura (Cfr. Figura 4-9) e 6 GWB relativi al Sistema Acquifero Profondo di Pianura (Cfr. Figura 4-10).

L'area in studio appartiene al codice corpo idrico GWB-S1 cioè al sistema acquifero superficiale di pianura denominato "Pianura Novarese, Biellese e Vercellese".

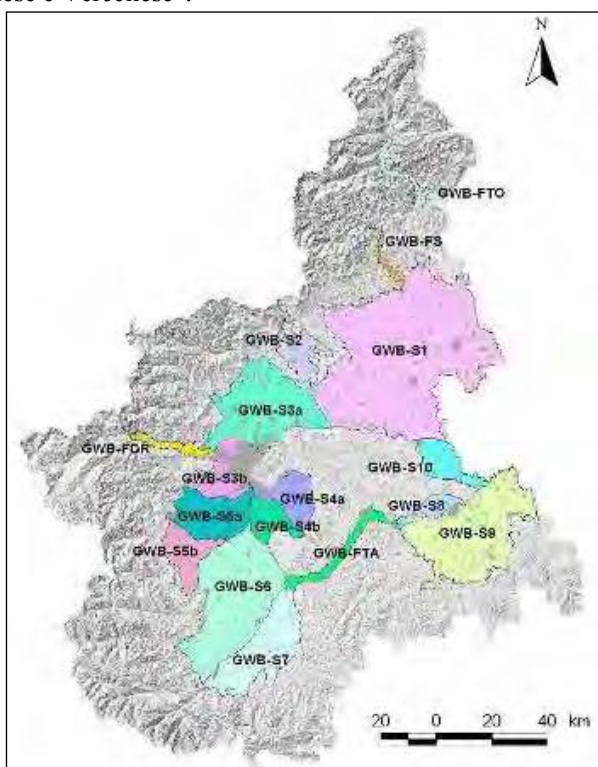


Figura 4-9 GWB relativi al Sistema Acquifero Superficiale di Pianura, da "Relazione monitoraggio anno 2015 La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (RMRAS) del Piemonte"

Per quanto riguarda il sistema acquifero profondo l'area in studio ricade nel GWB-P1 denominato "Pianura Novarese, Biellese e Vercellese".

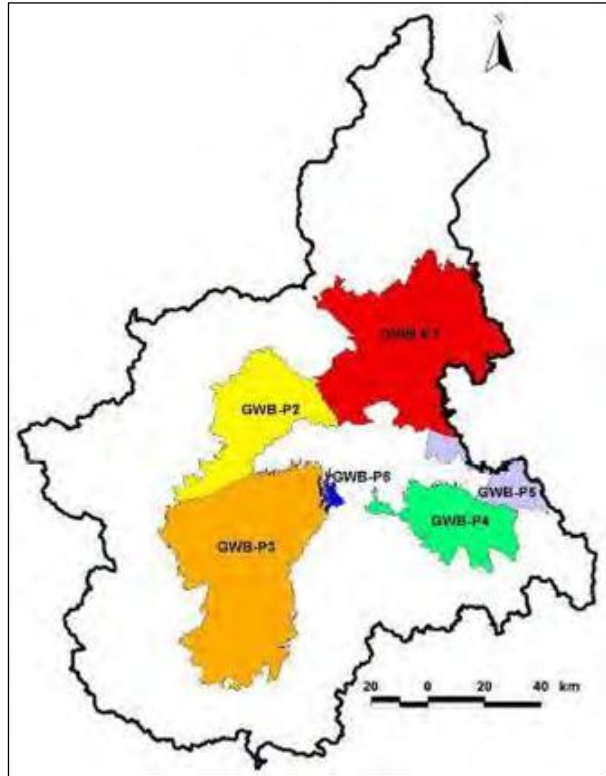


Figura 4-10 GWB relativi al Sistema Acquifero Profondo di Pianura, da "Relazione monitoraggio anno 2015 La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (RMRAS) del Piemonte"

Per quanto riguarda il sistema acquifero superficiale, quello denominato GWB-S1 "Pianura Novarese, Biellese e Vercellese" si espande su di una superficie di 2.750 km² e raccoglie 102 punti di monitoraggio. In particolare, nei dintorni dell'area in studio lo stato chimico della falda superficiale sembra buono (Cfr. Figura 4-11). Infatti, nella stessa figura che rappresenta lo Stato Chimico sono indicati in verde i punti in stato BUONO ed in rosso quelli in stato SCARSO.

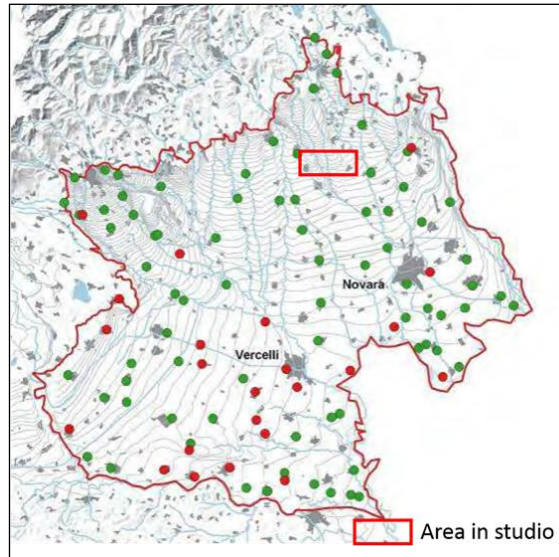


Figura 4-11 Stato Chimico areale e puntuale 2015 nel GWB-S1, da “Relazione monitoraggio anno 2015 La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (RMRAS) del Piemonte”

In Tabella 4-8 si riportano i dati relativi allo stato chimico dell’acquifero superficiale per l’intero dominio GWB-S1 che viene definito scarso, sia per il triennio 2012-2014, che per l’anno 2015, anche se in una porzione pari a circa il 77% dell’area lo stato dell’acquifero è buono.

| GWB | Ipotesi di classificazione Triennio 2012 2014 | LC | Stato 2015 | % Area Buono |
|---------------|---|------|------------|--------------|
| GWB-S1 | Scarso | Alto | Scarso | 76,8 |

Tabella 4-8 Stato Chimico 2015 nel GWB-S1 e comparazione con il valore del triennio 2012-2014

Per quanto riguarda l’acquifero profondo si illustra di seguito lo stato chimico del dominio GWB-P1 “Pianura Novarese, Biellese e Vercellese” di cui fa parte l’area di studio. Si tratta di una superficie di 2.691 km² e circa 95 punti di monitoraggio (Cfr. Figura 4-12).

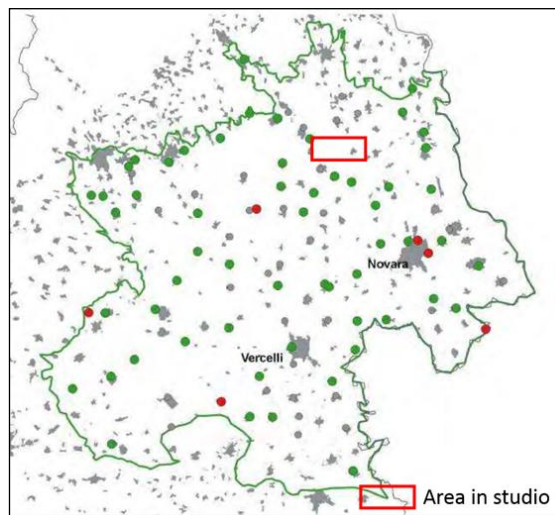


Figura 4-12 Stato Chimico areale e puntuale 2015 nel GWB-P1, da “Relazione monitoraggio anno 2015 La rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (RMRAS) del Piemonte”

Come risulta dalla Tabella 4-9, in questo dominio lo stato chimico sia del 2015 che del triennio 2012-2014 risulta buono.

| GWB | Ipotesi di classificazione Triennio 2012 2014 | LC | Stato 2015 | % Area Buono |
|---------------|---|------|---------------------------------|--------------|
| GWB-P1 | Buono | Alto | Buono (Da sorveglianza 2012) | N.D. |

Tabella 4-9 Stato Chimico 2015 nel GWB-P1 e comparazione con il valore del triennio 2012-2014

In realtà, lo Stato Chimico del GWB-P1 nel 2015 non è stato calcolato in quanto è stato sottoposto a Monitoraggio Operativo Puntuale solo su una selezione di punti che presentavano delle criticità negli anni passati. Essendo NON a rischio e in stato BUONO nel triennio 2012-2014, confermato dal monitoraggio di sorveglianza nel 2012, si considera in Stato Chimico BUONO anche nel 2015.

4.1.5 VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

Per quanto riguarda la vulnerabilità dell'acquifero per l'area in studio questa è stata ricavata dai dati del Geoviewer del Portale Arpa e riassunta nella Figura 4-13. Dall'analisi della carta si può rilevare che per gran parte dell'ambito di Studio la Vulnerabilità è trascurabile, mentre sia in corrispondenza del Torrente Ostola che del Torrente Rovasenda la vulnerabilità passa da Bassa ad Alta. Allo stesso modo, all'estremo orientale dell'ambito di studio passa prima a Moderata per arrivare ad Alta sulla sponda sinistra del fiume Sesia.

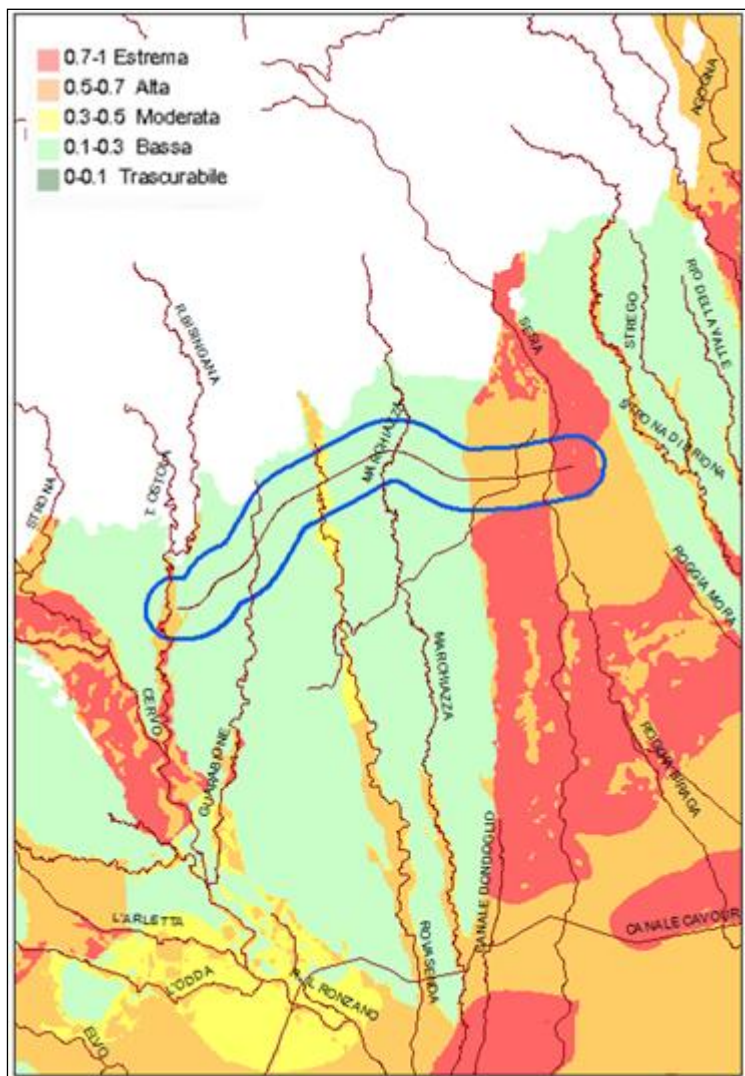


Figura 4-13 Carta della Vulnerabilità dell'acquifero superficiale (fonte Geoviewer del Portale Arpa Piemonte)

Come noto, la Vulnerabilità si può considerare come fortemente influenzata dalla permeabilità e dai tempi di arrivo in falda. A tale proposito si è preso in considerazione anche il dato della permeabilità prevalente della zona non satura, che viene riportato nella Figura 4-14. Chiaramente la zona di scorrimento del Torrente Ostola e dell'area legata ai sedimenti alluvionali del Fiume Sesia presentano valori di permeabilità maggiori di 10^{-3} m/sec.

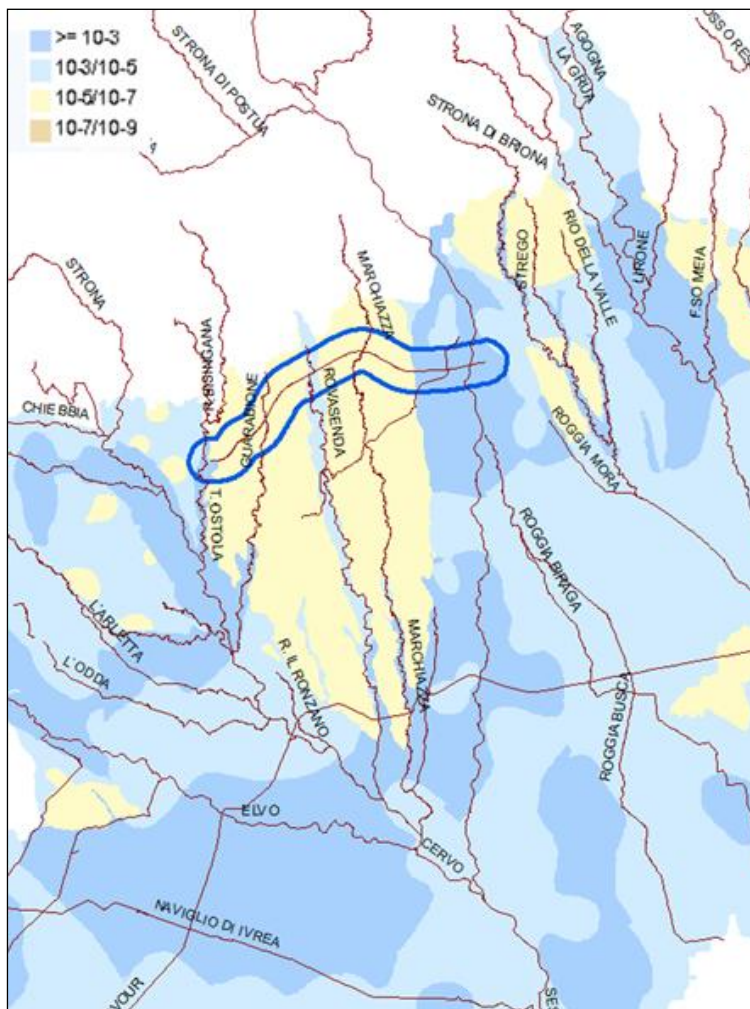


Figura 4-14 Permeabilità prevalente della zona non satura (fonte Geoviewer del Portale Arpa Piemonte)

Può essere di interesse analizzare anche la carta dei tempi di arrivo in falda, come riportata dal Geoviewer del Portale Arpa Piemonte, rappresentata nella Figura 4-15, dove la porzione settentrionale dei sedimenti alluvionali del Torrente Rovasenda così come l'area afferente al fiume Sesia ha un tempo di arrivo in falda minore di una settimana.

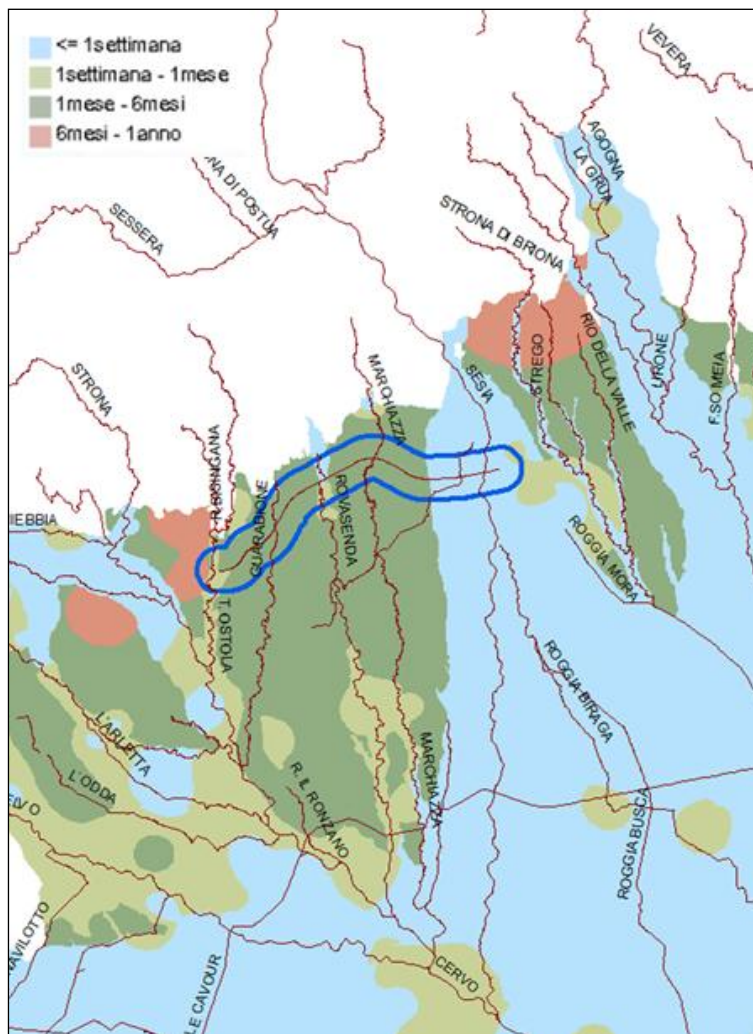


Figura 4-15 Carta dei tempi di arrivo in falda, (fonte Geoviewer del Portale Arpa Piemonte)

4.1.6 PERICOLOSITÀ ALLUVIONI PGRA-DIRETTIVA ALLUVIONI

Circa le aree di pericolosità da Alluvioni si fa riferimento al Piano di Gestione del Rischio alluvioni (PGRA- Direttive Alluvioni) del bacino del Fiume Po di cui l'ambito di studio fa parte. Tale Piano è stato adottato nella seduta di Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, con deliberazione n.4/2015, mentre è stato approvato nella seduta del Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016, con deliberazione n.2/2016.

Nell'ambito della redazione del PGRA è stata condotta una specifica attività volta a verificare le esigenze di aggiornamento degli strumenti di pianificazione di bacino vigenti (Piano per l'Assetto Idrogeologico – PAI e PAI Delta) allo scopo di armonizzarli con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – PGRA.

Un'attività particolare, in coordinamento con le Regioni del Distretto, ha riguardato le Norme di Attuazione (NA) del PAI e del PAI Delta allo scopo di aggiornarle ed integrarle in relazione alla necessità di acquisire i nuovi quadri conoscitivi del PGRA.

Con Decreto del Segretario Generale n. 115 del 19 giugno 2015 è stato pubblicato lo Schema di Progetto di Variante alle NA del PAI e del PAI Delta, al fine di promuovere la partecipazione attiva di tutte le parti interessate all'elaborazione, al riesame ed all'aggiornamento degli strumenti della pianificazione di bacino distrettuale del fiume Po, ai sensi e per gli effetti dell'art. 66, comma 7, lettera c) del D.lgs. 152/2006: AdbPo_DecretoSG_115-2015_VarianteNA-PAI.

A conclusione della fase di partecipazione attiva, con Deliberazione n. 5/2015, nella seduta di Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Progetto di Variante alle NA del PAI e del PAI Delta e si è avviata la fase di osservazione. In data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 il Comitato Istituzionale ha adottato la variante alle norme del PAI e del PAI Delta.

Le varianti che sono state adottate non riguardano l'area di Studio.

Per questo motivo si ritiene sufficiente considerare le informazioni contenute nel PGRA, in cui PGRA si individuano tre zone:

- Area ad elevata probabilità di alluvioni (H = high) tempo di ritorno frequente 20-50 anni;
- Area a media probabilità di alluvioni (M =medium) 100-200 anni (poco frequente);
- Area a scarsa probabilità di alluvioni (L = low) Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro).

Per l'ambito di studio in esame, come riportato nell'elaborato grafico "Carta del reticolo idrografico e dei ricettori delle acque di piattaforma", si hanno due aree critiche da un punto di vista della pericolosità delle alluvioni: una all'estremo orientale dove si ha un'area di pericolosità frequente legata al Torrente Ostola e una area più grande legata al Fiume Sesia. Nell'area centrale dell'area in studio esistono delle aree di pericolosità poco frequenti legate a due corsi d'acqua, il Torrente Torbola e il Torrente Rovasenda e dei loro affluenti minori.

Per il resto dell'ambito di studio si hanno solamente un'area di pericolosità rara legata al Torrente Marchiazza e ad una serie di corsi d'acqua minori come il Marchiazzola e il Colompasso che sono affluenti di sinistra dello stesso. Aree di pericolosità rara sono da segnalare nell'area compresa tra il Torrente Marchiazza e il Fiume Sesia e corrispondono al Canale Orio ed il Canale Dondoglio.

4.2 RAPPORTO OPERA - AMBIENTE

4.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE

L'identificazione del nesso di causalità che correla le azioni di progetto, i fattori causali di impatto e le tipologie di impatti potenziali è stata condotta sulla base della considerazione dell'opera in progetto nella sua triplice dimensione di opera come realizzazione (Dimensione costruttiva), opera come manufatto (Dimensione fisica) ed opera come esercizio (Dimensione operativa). Sulla base di tale approccio emerge il seguente quadro d'insieme.

Con riferimento alla "Dimensione costruttiva", gli interventi in progetto comporteranno la presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e una produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di betonaggio e il lavaggio dei mezzi. Saranno inoltre prodotte acque reflue dagli scarichi civili in funzione durante la cantierizzazione. La generazione di tali acque reflue potrebbe potenzialmente modificare lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei presenti in prossimità dell'intervento.

Gli scavi per la realizzazione delle opere d'arte potrebbero interessare la falda, causando delle modifiche alle caratteristiche dell'ambiente idrico sotterraneo. Poiché nell'ambito del progetto è previsto anche l'intervento di rettifica di diversi corsi d'acqua e l'attraversamento tramite ponti di corsi d'acqua principali tali operazioni potrebbe portare a fenomeni di intorbidimento delle acque e a variazioni del normale deflusso nell'alveo.

Con riferimento alla "Dimensione fisica" dell'opera in esame la prevista costruzione del corpo stradale, con i relativi svincoli ed opere d'arte, comporterà inevitabilmente l'impermeabilizzazione di una parte del terreno con il rischio di modifica degli apporti idrici al reticolo idrografico e alla falda.

Le modifiche apportate alla rete idrica superficiale, inoltre, potrebbero alterare le normali condizioni di deflusso dei corpi idrici interessati.

Con riferimento alla "Dimensione operativa" occorre analizzare, infine, se ed in che modo il sistema di gestione delle acque di piattaforma previsto potrà evitare l'alterazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Il nesso di causalità intercorrente tra azioni di progetto, fattori causali e tipologie di impatti potenziali, risulta quindi sintetizzabile nei seguenti termini, come riportato in Tabella 4-10.

| Azioni di progetto | Fattori causali | Impatti potenziali |
|--|---|---|
| Dimensione costruttiva | | |
| Approntamento aree e piste di cantiere | Modifica delle condizioni di deflusso | Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali |
| Gestione acque (meteoriche, reflue e da attività di cantiere) | Presenza acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere | Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei |
| | Produzione acque di cantiere (da attività di lavaggio, di betonaggio e di stoccaggio) | |
| | Produzione acque reflue (scarichi civili) | |
| Scavi e sbancamenti sotto falda | Gestione acque meteoriche | Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei |
| | Interferenza con acquiferi | |
| Scavi e sbancamenti in alveo | Accumuli di acqua sul fondo scavo | Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali |
| | Sollevamento sedimenti | Modifica delle condizioni di deflusso in fase costruttiva |
| | Modifica assetto dell'alveo | |
| Dimensione fisica | | |
| Presenza del nuovo corpo stradale | Acque di dilavamento piattaforma stradale | Modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei |
| Modifica rete idrica | Modifica delle condizioni di deflusso | Modifica assetto corpo idrico |
| Dimensione operativa | | |
| Gestione delle acque di piattaforma | Convogliamento e Trattamento Acque | Gestione delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei |

Tabella 4-10 Quadro di sintesi dei nessi di causalità Azioni – Fattori – Impatti potenziali

4.2.2 DIMENSIONE COSTRUTTIVA

Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

L'esecuzione dei lavori comporterà la *generazione diretta o indiretta di acque reflue* di differente origine: meteorica;

- da attività di cantiere;
- da lavaggi piazzali e macchinari;
- da scarichi civili.

Al fine di eliminare o quantomeno limitare il più possibile le interferenze sui corpi idrici, senza alterazione della qualità delle acque, si prevedono in fase di cantierizzazione diverse misure di mitigazione.

In primo luogo, relativamente alle acque che interessano la superficie delle aree di cantiere, si dovranno adottare dei sistemi di regimazione idraulica che consentano la raccolta delle acque meteoriche, nonché provenienti da processi produttivi, da convogliare nell'unità di trattamento generale.

Allo stesso modo per le acque ricche di idrocarburi, olii e di sedimenti terrigeni generate dalle attività di lavaggio dei mezzi e delle aree di cantiere si prevede un ciclo di disoleazione precedente all'immissione di queste dell'impianto di trattamento generale. Ciò che viene trattenuto dal processo di disoleazione dovrà essere smaltito come rifiuto speciale in discariche autorizzate.

Si evidenzia, inoltre, come durante alcune lavorazioni, come le attività di scavo, si possano generare acque di perforazione o possano presentarsi additivi vari, in tali casi si dovrà prevedere una specifica raccolta e successivamente lo smaltimento in discarica.

Infine, le acque inerenti agli scarichi provenienti dai servizi igienici, assimilate alle acque reflue domestiche, saranno raccolte e trattate separatamente mediante un trattamento primario (fossa Imhoff) ed in un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale".

Da quanto sopradescritto si evince che le acque derivanti dalle attività di cantiere saranno tutte raccolte in modo idoneo e gestite correttamente; ne consegue quindi che l'impatto sulla componente idrica superficiale e sotterranea potenzialmente generata dalla fase di costruzione relativa all'approntamento delle aree di cantiere e alla gestione delle acque relative alle attività di cantiere può essere considerata trascurabile.

Per quanto concerne *le attività di scavo e sbancamento* si è verificato se ed in quali circostanze queste *potranno generare interferenze con l'ambiente idrico sotterraneo*. L'analisi fatta ha condotto alle seguenti risultanze, descritte in funzione delle progressive chilometriche e dei complessi idrogeologici attraversati.

| Progressive | Complesso idro-geologico | Descrizione | |
|------------------------|--------------------------|--|---|
| | | Piezometria | Commenti |
| 25143.86 – 25325.00 | Complesso 1 | I piezometri presenti in tale settore, S3_pz (anno 2017), indicano la presenza di una falda compresa tra i 15 ed i 20 m da p.c. | Il tratto di strada in trincea in previsione tra le sezioni 14 e 35 che comporterà degli scavi e sbancamenti fino a 7 m circa da p.c. non dovrebbe pertanto interessare la falda superficiale, ma con buona probabilità unicamente locali falde sospese legate alla presenza di locali orizzonti fini (argilloso – limosi) che limitano localmente l'infiltrazione delle acque meteoriche creando tali falde sospese. |
| 25325.00 - 27050.00 | Complesso 3 | Considerando anche un'oscillazione della falda verso la superficie in determinati periodi dell'anno caratterizzati da intense e prolungate precipitazioni ci si può aspettare una risalita | |

| | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
| <p>27050.00 – 31500.00</p> | <p>Complesso 3</p> | <p>massima della stessa fino a circa 12/13 m da p.c.</p> <p>I piezometri presenti in tale settore, S5_pz (anno 2017) e S7_pz (anno 2017), indicano la presenza di una falda compresa tra i 7 ed i 10 m da p.c.</p> <p>Ulteriori variazioni potrebbero essere presenti in corrispondenza di settori incisi e di settori maggiormente rilevati, a causa della locale morfologia. Considerando anche un'oscillazione della falda verso la superficie in determinati periodi dell'anno caratterizzati da intense e prolungate precipitazioni ci si può aspettare una risalita massima della fino a circa 4/5 m da p.c.</p> | <p>Potrebbero marginalmente interessare la falda le opere di fondazione indirette per il cavalcavia in corrispondenza della SP Rolino, ma sono nella parte superficiale e nel caso di temporanea risalita dovuta a precipitazioni intense e prolungate.</p> <p>Non sono previsti tratti in trincea che potrebbero interessare la falda.</p> <p>Potrebbero altresì interessare la falda le opere di fondazione indirette necessarie per la costruzione del Ponte sul Rio Guarabione e sul Riale San Giorgio, ma sono nella parte superficiale e nel caso di temporanea risalita dovuta a precipitazioni intense e prolungate.</p> |
| <p>31500.00 – 31875.00 31875.00 - 32075.00</p> | <p>Complesso 1 Complesso 3</p> | <p>Il piezometro presente in tale settore, S10_pz (anno 2017), indica la presenza di una falda a circa 7 m da p.c. In corrispondenza dell'incisione dei rii Rovasenda e Torbola si ha un innalzamento del livello di falda fino a p.c. a causa del locale effetto drenante dei corsi d'acqua e della diminuzione di quota in corrispondenza dell'alveo inciso.</p> | <p>Le opere in previsione in prossimità dei predetti rii interesseranno la falda, come anche le relative opere di fondazione indirette.</p> |
| <p>32075.00 – 35200.00</p> | <p>Complesso 3</p> | <p>Il piezometro presente in tale settore, S12/2010 (anno 2010), indica la presenza di una falda a circa 10 m da p.c. Non sono presenti nuovi piezometri rendendo tale settore carente come dati. Non si hanno pertanto informazioni precise sui livelli di falda. In corrispondenza e nelle immediate vicinanze dell'incisione del torrente Marchiazza si potrebbe prevedere un locale innalzamento del livello di falda fino a p.c. a causa del locale effetto drenante del corso d'acqua e della diminuzione di quota in corrispondenza dell'alveo inciso. Tale ipotesi potrebbe essere confermata dalla segnalazione della presenza di acqua a circa 3 m durante l'esecuzione del sondaggio S11/2010.</p> | <p>Le opere in previsione in prossimità del predetto torrente potrebbero interessare la falda, come anche le relative opere di fondazione indirette.</p> |

| | | | |
|--|----------------------------|--|---|
| 35200.00 – 36975.00 | Complesso 3 | I piezometri presenti in tale settore, S14_pz (anno 2017), S15b_pz (anno 2017), S15bis_pz (anno 2017) e S13/2010 (anno 2010), indicano la presenza di una falda compresa tra i 7 ed i 14 m da p.c. | Non sono previsti tratti in trincea né opere che potrebbero interessare la falda. |
| 36975.00 - 38526 36975.00 - 38526 | Complesso 2 Complesso 3 | I piezometri presenti in tale settore, S18_pz (anno 2017) e S14/2010 (anno 2010) e S15 (anno 2009), indicano la presenza di una falda compresa tra i 3 ed i 6 m da p.c. (quest'ultimo valore in corrispondenza dei settori più rilevati). Considerando anche un'oscillazione della falda verso la superficie in determinati periodi dell'anno caratterizzati da intense e prolungate precipitazioni ci si può aspettare una risalita massima della stessa fino a circa 1/2 m da p.c. | Considerato che la falda in questo tratto è molto prossima al p.c. la stessa potrebbe facilmente essere interessata dagli scavi. Occorre però considerare che in questo tratto il tracciato è interamente in rilevato e non sono previste significative opere d'arte, è ragionevole quindi pensare che l'interferenza potrà verificarsi solo per la messa in opera dei tombini. |
| 38526.00 - 239.452 | Complesso 1 | Il piezometro presente in tale settore, S24_pz (anno 2017), indicano la presenza di una falda ad una quota di 3,5 m da p.c. (quest'ultimo valore in corrispondenza dei settori più rilevati). Sebbene non si abbiano ulteriori dati piezometrici, l'intero settore, interessato dall'alveo del fiume Sesia, presenta una falda sub-affiorante strettamente connessa con i livelli idrici del fiume. Considerando anche un'oscillazione della falda verso la superficie in determinati periodi dell'anno caratterizzati da intense e prolungate precipitazioni ci si può aspettare una risalita massima della stessa fino a p.c. con maggiore evidenza in corrispondenza dell'alveo inciso. | Interesseranno la falda tutte le opere di fondazione dirette ed indirette ed in particolare quelle necessarie alla costruzione del viadotto sul fiume Sesia. |

Tabella 4-11 Analisi delle interferenze fra progetto e falda

Come emerge dall'analisi rappresentata nella precedente tabella le interferenze del progetto con la falda si verificheranno in corrispondenza delle opere di attraversamento dei rii Rovasenda e Torbola, del torrente Marchiazza, del fiume Sesia e della messa in opera dei tombini fra la progressiva 36+975 e 38+526.

In questi casi, per le lavorazioni necessarie saranno messi in campo tutti gli accorgimenti utili ad evitare sversamenti di sostanze inquinanti nella falda e la sua locale risalita per effetto degli scavi.

Ad esempio, nel caso di palificazioni, queste potranno essere eseguite mediante pali trivellati con tecnologia CFA (Continuous Flight Auger) la quale, in breve, consiste nel trivellamento del terreno mediante una asta ad elica continua

e nella successiva iniezione di calcestruzzo attraverso l'asta stessa, una volta raggiunta la profondità desiderata; al termine dell'iniezione, quando l'asta viene estratta, si inserisce l'armatura metallica (cfr. Figura Figura 4-16).

Tra i diversi vantaggi che sotto il profilo ambientale offre detta tecnologia, oltre alla silenziosità ed alla assenza di vibrazioni trasmesse al terreno, si evidenzia la drastica riduzione della quantità di terreno estratto e la mancata necessità di utilizzo di additivi.

In merito al primo aspetto, nel palo CFA, a differenza degli altri pali trivellati, il terreno non viene asportato durante la fase di trivellazione, ma addirittura viene compresso per l'introduzione della coclea e successivamente pressato durante la fase del getto.

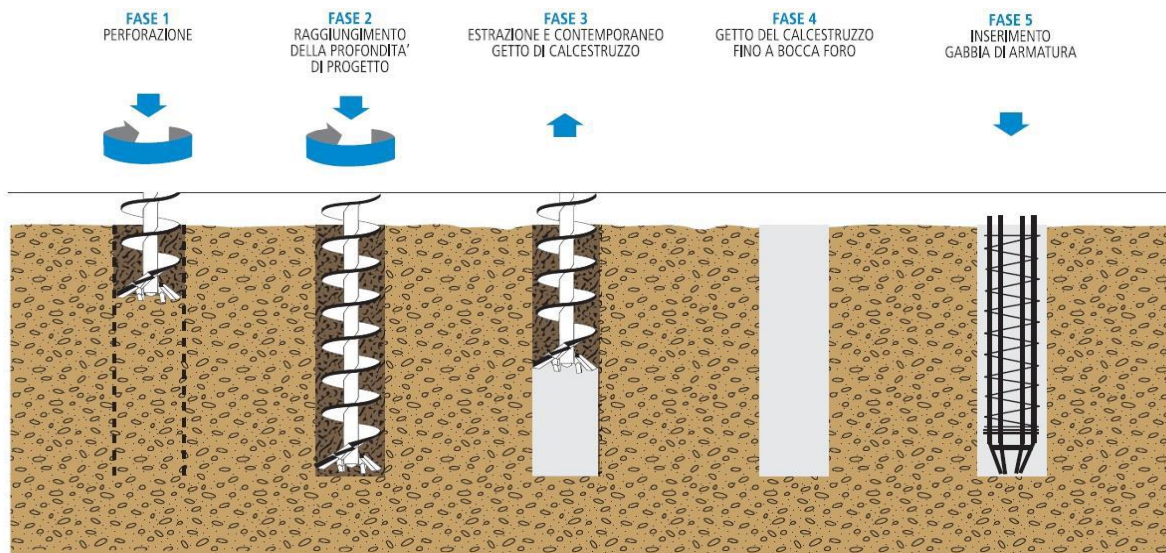


Figura 4-16 Palo CFA: sequenza attività di scavo

L'altro aspetto ambientalmente qualificante della tecnologia in argomento risiede nella possibilità di eseguire lo scavo in assenza di fanghi bentonitici, caratteristica questa che consente di poter escludere che possa determinarsi una compromissione della qualità delle acque sotterranee durante la realizzazione delle palificazioni.

Per quanto riguarda la **potenziale risalita della falda** in caso di scavi che la intercettano occorre prevedere l'aggottamento per mantenere asciutto il fondo dello scavo e la gestione delle acque emunte potrà avvenire attraverso la reimmissione in falda, soluzione perseguibile nel caso di pieno rispetto per tutti i parametri di analisi dei limiti normativi ed idonea nel caso di cantieri localizzati in aree dotate di buona trasmissività dell'acquifero sottostante, quindi anche nel presente caso.

Il progetto, per ottimizzare le condizioni di deflusso dei corsi d'acqua attraversati, prevede l'inalveazione di alcuni di questi, definite a valle delle verifiche di compatibilità idraulica.

Le **inalveazioni** verranno realizzate con metodologie differenti a seconda dell'importanza del corso d'acqua, della portata di verifica e delle condizioni morfologiche. Per i corsi d'acqua principali quali il Rio Guarabione, il Riale San Giorgio, il Torrente Torbola e il Rio Colompasso, le inalveazioni verranno realizzate con scogliere con massi di cava di adeguate dimensioni, mentre per i corsi d'acqua minori, costituiti da portate smaltite decisamente inferiori, l'inal-

vezazione verrà realizzata in terra o, nel caso dei canali irrigui attualmente rivestiti in c.a., verrà mantenuto il rivestimento in c.a..

Le dimensioni caratteristiche in sezione per detta sistemazione sono pertanto variabili con pendenza delle sponde 3:2 per le inalveazioni in terra, ove l'ampiezza del canale sia maggiore o uguale a 2 metri e pendenza 1:1 per inalveazioni in c.a. o in terra per i cavi irrigui di dimensioni ridotte.

Tali inalveazioni non modificano le caratteristiche quantitative di deflusso delle acque, né dovrebbero modificare quelle qualitative, dato che non avverranno scavi o più in generale lavorazioni in alveo. Tuttavia, nei casi in cui l'inalveazione sarà realizzata in terra ma si potrà verificare localmente il sollevamento di sedimenti con il conseguente aumento della torbidità delle acque. Per questa ragione in fase costruttiva dovranno essere attuati tutti gli accorgimenti utili a ridurre l'impatto, pur considerando il suo carattere necessariamente transitorio.

Gli attraversamenti del fiume Sesia e del torrente Rovasenda prevedono la realizzazione di viadotti con pile in alveo. Le lavorazioni effettuate per la realizzazione di tali pile possono provocare una transitoria alterazione delle caratteristiche qualitative dei corsi d'acqua. L'effettivo verificarsi di questo tipo di impatto dipende dalle modalità costruttive che il progetto prevede e dalle condizioni di deflusso del corso d'acqua al momento delle lavorazioni: per ridurre le interferenze si dovrà accingersi a tali lavorazioni nel periodo dell'anno in cui i livelli idrici sono ai minimi valori, dimodoché si possa gestire al meglio la portata di magra e limitare il rischio di sollevamento sedimenti con conseguente aumento della torbidità.

Modifica delle condizioni di deflusso in fase costruttiva

Per l'attraversamento del Fiume Sesia il progetto considera la condizione appena detta, cioè di accingersi alle lavorazioni nel periodo dell'anno in cui i livelli idrici sono ai minimi valori, e, avendo individuato i rami di magra del fiume, prevede la realizzazione di alcune opere provvisorie (guadi) per il loro attraversamento, come mostrato nella figura seguente.

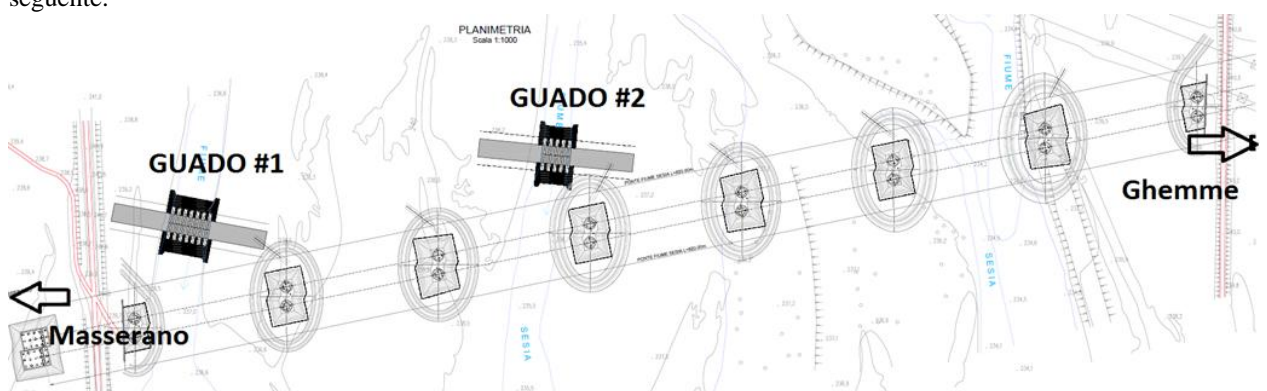


Figura 4-17 Attraversamenti provvisionali Sul Fiume Sesia

Siccome, la parzializzazione di sezione dell'alveo in seguito alla realizzazione delle opere provvisorie, deve essere tale da garantire comunque il deflusso di un determinato valore di portata, sono state fatte le idonee verifiche, prendendo a riferimento la Direttiva 2/99 dell'Autorità di Bacino del fiume Po (deliberazione 11 maggio 1999) per l'individuazione delle portate di piena di riferimento.

Tali verifiche consentono di poter affermare che le opere provvisorie in progetto consentono il transito della portata di riferimento senza provocare, quindi, modifiche alle condizioni di deflusso del Sesia.

| | Quota posa (m slm) | Quota livello idrico (m slm) | Grado di riempimento | Franco (m) |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| GUADO #1 | 237.4 | 238.8 | 68% | 1.10 |
| GUADO #2 | 235.6 | 238.8 | 88% | 0.30 |

Tabella 4-12 Verifica idraulica opera provvisoria

4.2.3 DIMENSIONE FISICA

Modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

Ai fine duplice di preservare la piattaforma stradale e di salvaguardare il bilancio idrico totale di ciascun bacino afferente all'opera in progetto sono stati previsti i seguenti interventi:

- drenaggio delle acque di piattaforma formato da un sistema di collettori che conferisce le acque presso i recapiti costituiti dalla rete idrica superficiale;
- fossi di guardia posti al piede del rilevato lungo tutto il percorso dell'infrastruttura stradale che raccolgono le acque che ricadono direttamente sulle scarpate dei rilevati e che anche essi conferiscono le acque presso i recapiti costituiti dalla rete idrica superficiale.

In termini di bilancio complessivo, il rischio di modifica di apporti meteorici all'ambiente idrico dovuta all'impermeabilizzazione del suolo prevista dal progetto è quindi assente, dato che la totalità delle acque piovane verrà reimpressa nel sistema idrico superficiale e da qui nel sotterraneo.

Modifica assetto corpo idrico

La realizzazione dell'opera in studio comporta necessariamente l'attraversamento di corpi idrici di importanza variabile dal semplice canale artificiale a fiumi di una certa importanza come il Fiume Sesia.

Nel complesso vengono realizzati 64 attraversamenti idraulici, tra viadotti e tombature, per l'elenco dei quali si rimanda alla Relazione del Quadro di riferimento progettuale.

Le strutture di questi attraversamenti potrebbero indurre delle modifiche alle condizioni di deflusso dei corsi d'acqua e per questo si rende necessario analizzare le interazioni fra tali strutture, la corrente idrica e l'alveo del corso d'acqua in cui questa defluisce.

Come più dettagliatamente descritto nella Relazione idraulica del Progetto definitivo la presenza di un attraversamento, infatti, quand'anche si prescinda dai problemi derivanti da un suo eventuale collasso o danneggiamento, può indurre conseguenze rilevanti sulla morfologia dell'alveo fluviale, sulle caratteristiche idrauliche della corrente e sullo stesso regime delle portate di piena. Ad esempio, si possono verificare migrazioni laterali d'alveo indotte dalla presenza in alveo delle infrastrutture del ponte, in particolare dei rilevati di accesso, riduzione della capacità di deflusso e conseguente rialzo dei livelli del pelo libero di monte, e formazione di invasi a monte del manufatto di attraversamento che possono essere amplificati dalla parziale ostruzione delle luci del ponte ad opera di detriti lapidei e vegetali trasportati dalla corrente. La formazione di tali invasi temporanei può avere conseguenze particolarmente rilevanti, poiché da un lato può provocare un sensibile rialzamento dei livelli a monte e conseguente sormonto dell'impalcato, dall'altro l'insorgenza di sollecitazioni anomale sia sulle pile dei ponti che soprattutto sull'impalcato. Ciò può portare

al collasso del ponte, fenomeno che si sviluppa usualmente in tempi piuttosto brevi; si verifica così lo svaso rapido del volume idrico accumulato a monte, che si traduce in un incremento anche notevole del valore di portata del colmo di piena transitante a valle rispetto alla situazione di alveo indisturbato.

Per evitare l'insorgere di tali condizioni sono stati analizzati i fenomeni di rigurgito della corrente a monte di tutti gli attraversamenti ed i fenomeni erosivi alla base delle strutture in alveo.

Come già accennato nell'ambito del Quadro di riferimento progettuale le analisi e le verifiche idrauliche sono state sviluppate sulla base dei valori di portata, ai corrispondenti scenari di riferimento, riportati nello Studio Idrologico con le seguenti metodologie:

- sui corsi d'acqua principali e secondari con attraversamento in viadotto, ovvero il Fiume Sesia, il Rio Guarabione, il Riale San Giorgio, il Torrente Rovasenda, il Torrente Torbola, il Torrente Marchiazza e la Roggia Colompasso, sono state condotte le analisi in moto permanente monodimensionale con l'ausilio del software HEC-RAS River Analysis System (facendo riferimento al tempo di ritorno di 200 anni);
- per gli attraversamenti minori l'analisi è stata effettuata, in riferimento alla portata di riferimento duecentennale, con l'ausilio del software HY-8, che sfrutta l'equazione di conservazione dell'energia secondo la metodologia messa a punto dall'agenzia americana U.S. Federal Highway Administration (FHWA).

In tutti i casi le verifiche hanno avuto esito positivo, cioè confermano che le opere di attraversamento sono state progettate consentendo condizioni di deflusso simili alle attuali e conseguentemente appare scarsamente probabile che si verifichino impatti indotti dal rallentamento della corrente.

Di seguito si riportano i valori ottenuti dalle verifiche per i corsi d'acqua principali e secondari.

| | Sezioni | Condizioni ante operam | Condizioni post operam | Variazione |
|----------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Fiume Sesia | Monte viadotto | 239.8 | 239.97 | 0.17 |
| | Valle viadotto | 239.61 | 239.64 | 0.03 |
| Rio Guarabione | Monte cavalcavia | 250.12 | 249.02 | -1.10 |
| | Valle cavalcavia | 248.99 | 248.88 | -0.11 |
| | Monte viadotto | 248.27 | 248.54 | 0.27 |
| | Valle viadotto | 248.16 | 248.44 | 0.28 |
| Riale san Giorgio | Monte viadotto | 259.51 | 258.94 | -0.57 |
| | Valle viadotto | 259.13 | 258.89 | -0.24 |
| Torrente Rovasenda | Monte viadotto | 259.31 | 259.33 | 0.02 |
| | Valle viadotto | 258.90 | 258.90 | 0.00 |
| Torrente Torbola | Monte viadotto | 263.11 | 262.99 | -0.12 |
| | Valle viadotto | 262.94 | 262.99 | 0.05 |
| Torrente Marchiazza | Monte viadotto | 271.66 | 271.68 | 0.02 |
| | Valle viadotto | 271.25 | 271.25 | 0.00 |

| | | | | | |
|---------------------|---------------|----------------|--------|--------|-------|
| Roggia passo | Colom- | Monte viadotto | 269.05 | 268.62 | -0.43 |
| | | Valle viadotto | 269.14 | 268.48 | -0.66 |

Tabella 4-13 Tabella comparativa dei livelli idrici che, per tempo di ritorno duecentennale, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle dei principali corsi d'acqua attraversati

Per indagare la possibilità dell'instaurarsi di fenomeni erosivi è stata svolta un'analisi quantitativa del massimo scalzamento atteso al piede delle stilate previste dal progetto delle opere di attraversamento, all'occorrenza della piena con portata di progetto, in funzione delle dimensioni significative delle pile e delle strutture di fondazione.

A tal fine si è proceduto alla stima, con metodi di letteratura basati su sia su sperimentazioni di laboratorio che su dati di campo di cui è data ampia descrizione nella Relazione idraulica allegata al Progetto Definitivo, dello scavo prodotto dalla corrente in piena al piede delle pile e delle spalle dei manufatti previsti per il superamento delle interferenze dell'asse viario in progetto con il reticolo idrografico esistente.

Il massimo grado di scalzamento al fondo è stato calcolato considerando:

- la piena contempi di ritorno di 200 anni,
- i parametri idraulici derivati dalle simulazioni in moto permanente effettuate per le verifiche idrauliche di cui si è dato conto.

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle.

| Pila 1 | Pila 2 | Pila 3 | Pila 4 | Pila 5 | Pila 6 | Pila 7 | Pila 8 | Spalla 1 | Spalla 2 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 3.85 | 3.85 | 3.98 | 4.90 | 4.52 | 5.23 | 3.87 | 3.53 | - | - |

Tabella 4-14 Scavo massimo atteso per il nuovo viadotto sul Fiume Sesia

| Pila 1 | Pila 2 | Spalla 1 | Spalla 2 |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 3.65 | 3.98 | 2.20 | - |

Tabella 4-15 Scavo massimo atteso per il nuovo viadotto sul Torrente Rovasenda

In considerazione delle risultanze delle analisi effettuate il progetto prevede che sia le pile che le spalle siano protette da manti in massi sciolti di placcaggio, il cui dimensionamento e posizionamento è stato verificato al fine di limitare e contrastare fenomeni erosivi.

Per gli attraversamenti minori, il progetto prevede la realizzazione di tombini scatolari per i quali, nel dimensionamento si è cercato, laddove possibile, di non determinare restringimenti significativi delle sezioni del corso d'acqua, verificando che i massimi livelli per l'evento di progetto, non determinassero gradi di riempimento superiori al 70% dell'altezza dell'opera. Le dimensioni dei tombini, in taluni casi assolutamente sovrabbondanti rispetto alle portate di progetto calcolate, sono state determinate tenendo in conto la situazione attuale dell'attraversamento, ove esistente, e comunque assicurando in ogni caso la facilità di intervento in sicurezza per le future operazioni manutentive.

I risultati delle verifiche idrauliche condotte hanno consentito di ottenere esiti positivi in tutti i casi (cfr. Relazione idraulica allegata al Progetto Definitivo).

Con la finalità di mantenere la funzionalità idraulica dei corsi d'acqua il progetto prevede uno specifico Piano di manutenzione delle opere idrauliche. La manutenzione ordinaria consiste nel taglio controllato della vegetazione, i disalvei, la movimentazione dei sedimenti, la rimozione di materiale flottante e di rifiuti; la manutenzione straordinaria, invece, oltre alle tipologie precedenti eseguite però eccezionalmente nel tempo, può richiedere modifiche della

sezione idraulica rispetto allo stato preesistente, l'eliminazione di opere interferenti con la corrente, purché migliorative delle condizioni di deflusso. I dettagli sono indicati nell'elaborato di riferimento allegato al Progetto Definitivo.

4.2.4 DIMENSIONE OPERATIVA

Gestione delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

Il progetto in esame prevede un sistema di drenaggio delle acque di piattaforma stradale, nel dettaglio illustrato nella Relazione di aggiornamento Quadro di riferimento progettuale del presente studio di aggiornamento della documentazione ambientale e nella Relazione sull'idraulica di piattaforma allegata al Progetto Definitivo.

Tale sistema è costituito da un sistema misto: chiuso per la maggior parte del tracciato (da inizio tracciato alla stazione di esazione) ed aperto nella parte finale (dalla stazione di esazione a fine tracciato). La motivazione per la quale si è adottata questa soluzione dipende dal fatto che superata la stazione di esazione la gestione dell'infrastruttura non è di Anas ma di Autostrade per l'Italia SpA.

L'acqua meteorica viene raccolta in collettori mediante caditoie poste lungo il tracciato, per essere, poi, indirizzata, nel caso di sistema chiuso, verso le vasche di trattamento previste finalizzate all'eliminazione degli inquinanti presenti nell'acqua prima del conferimento della stessa al recapito finale e, nel caso di sistema aperto, direttamente ai recapiti finali.

Per quanto riguarda il potenziale impatto di modifica qualitativa dell'ambiente idrico occorre distinguere in funzione dei due tipi di sistemi previsti: chiuso ed aperto.

Il sistema chiuso, previsto per la maggior parte del tracciato ed in particolare dall'inizio presso lo svincolo di Masserano fino alla stazione di esazione prevede che tutte le acque di piattaforme siano convogliate presso 15 vasche di trattamento della prima pioggia, prima dello sversamento nei recapiti finali, che sono:

- Torrente Ostola
- Torrente Triogna
- Rio Guarabione
- Rio Margaccia
- Torrente Rovasenda
- Torrente Torbola
- Roggia Colompasso
- Impluvio naturale Rio Orii
- Riale Prera

più 6 impluvi naturali di cui è data indicazione nell'elaborato "Carta del reticolo idrografico e dei ricettori delle acque di piattaforma".

Per quanto riguarda questi corpi idrici sono pertanto da escludersi potenziali alterazioni della loro qualità.

Per quanto concerne il sistema aperto, diversamente, tali potenziali alterazioni non possono essere escluse, si evidenzia comunque che il tracciato interessato in questo caso è lunghezza minore.

5 BIODIVERSITÀ

5.1 METODOLOGIA DI LAVORO

Oggetto della presente trattazione è la componente “Biodiversità” o “Diversità biologica” intesa come “La variabilità fra gli organismi viventi di ogni tipo, inclusi, fra gli altri, i terrestri, i marini e quelli di altri ecosistemi acquatici, nonché i complessi ecologici di cui fanno parte. Ciò include la diversità entro le specie, fra le specie e la diversità degli ecosistemi” (ex art.2 della Convenzione di Rio de Janeiro sulla Biodiversità, 1992). In tale senso la comunità biologica è rappresentata dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie appartenenti alla flora e alla fauna (con particolare riguardo a specie ed habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), dalle interazioni svolte all’interno della comunità e con l’ambiente abiotico, nonché dalle relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

La metodologia applicata per l’analisi della componente in esame ha lo scopo di caratterizzare la biodiversità del contesto territoriale in cui si inserisce la Pedemontana Piemontese in riferimento all’attuazione del tratto Masserano – Ghemme (1a Fase), in relazione agli habitat in cui si svolgono le funzioni vitali delle comunità vegetali e faunistiche e alle connessioni e/o frammentazione del territorio, sia nella fase iniziale (ante-operam) sia nella fase della realizzazione degli interventi (in corso d’opera) e della loro messa in opera (post-operam), in modo da evidenziare gli elementi maggiormente sensibili ai possibili impatti che si potrebbero avere in attuazione delle opere previste dal progetto.

Il lavoro svolto è stato impostato in un primo momento analizzando separatamente tutti i fattori rappresentativi della biodiversità del territorio, sia a livello compositivo, quali le comunità vegetali e floristiche, i popolamenti faunistici e le unità ecosistemiche, sia a livello strutturale, quali le aree di interesse naturalistico-ambientale e la rete ecologica che riguardano la conservazione e la tutela delle specie e la connettività del territorio, anche in considerazione del grado di naturalità del territorio stesso e di quanto emerso dalla normativa di settore relativa ai principali strumenti di pianificazione territoriale.

Ogni tema è stato indagato secondo scale di rappresentazione, a seconda della necessità di inquadrare l’opera all’interno del sistema di riferimento in esame. La trattazione ha riguardato dapprima il contesto ambientale generale in cui si inquadra l’opera e a seguire il contesto specifico delle aree più prossime all’intervento, sulla base anche delle informazioni disponibili.

In un secondo momento la trattazione ha riguardato l’analisi delle potenziali interferenze tra l’opera in progetto e l’ambiente, anche in considerazione delle misure di mitigazione e dagli interventi di compensazione, per il ripristino delle superfici forestali sottratte dal progetto, definiti in fase progettuale per l’attenuazione degli impatti attesi.

Le fasi analitiche della componente in esame sono riassunte come segue.

Quadro conoscitivo

- Inquadramento geografico e bioclimatico del territorio in cui si inserisce l’area di studio.
- Analisi vegetazionale e floristica condotta su due livelli di approfondimento: dapprima è stata illustrata la vegetazione potenziale del territorio in esame; in seguito, mediante l’integrazione delle informazioni derivanti dall’uso del suolo Corine Land Cover (2012) con quelle fornite dalla “Carta forestale” (2016) è stata definita la vegetazione reale dell’area di studio, considerando anche le informazioni tratte dai rilievi specifici effettuati *in situ*.
- Analisi del popolamento faunistico che interessa il territorio oggetto di analisi, anche in relazione ai regimi di tutela e conservazione vigenti, in riferimento ai biotopi individuati e alle aree omogenee in cui si espletano le

funzioni ecologiche della fauna stessa.

- Analisi delle principali unità ecosistemiche, ricavate definendo dei macroambienti, ossia delle aree aventi le risorse atte a supportare la vita di determinate specie animali, a partire dalla “Carta della vegetazione reale”.
- Individuazione delle aree di interesse naturalistico sottoposte a tutela ambientale in base alla normativa comunitaria, nazionale, regionale nonché provinciale e delle reti ecologiche a diversa scala di indagine, che contribuiscono alla definizione delle tutele al livello naturalistico del comprensorio esaminato, all’individuazione di aree più sensibili e all’esistenza di connessioni tra gli habitat, così da poter stimare se e in quale misura il territorio indagato sia ad oggi in grado di salvaguardare e promuovere la biodiversità e, in tal senso, contrastare la frammentazione, intesa quale uno dei principali fattori di compromissione di detta biodiversità.

Rapporto Opera – Ambiente

Sintesi del rapporto Opera – Ambiente desunte dall’analisi del contesto analizzato e dalle tematiche chiave individuate. Tale paragrafo rappresenta l’esito conclusivo della ricostruzione dello stato attuale della componente indagata e riguarda l’individuazione e la stima dei potenziali impatti determinati dall’opera, anche in considerazione delle misure di mitigazione e dagli interventi di compensazione per il ripristino della vegetazione forestale previste in fase progettuale.

Sulla scorta della ricostruzione del quadro conoscitivo delle aree di intervento, anche in base alla conoscenza degli input progettuali, sono stati definiti gli impatti potenziali che la realizzazione della nuova opera stradale e la sua messa in esercizio potrebbero indurre sulla biodiversità del territorio, in riferimento alle biocenosi presenti, anche in considerazione del loro livello di conservazione e tutela (Direttiva Habitat 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche e Direttiva Uccelli 2009/147/CE concernente la conservazione degli uccelli selvatici), alla loro entità ed interesse naturalistico-ambientale, e alle componenti della rete ecologica, tenendo anche in considerazione le azioni di mitigazione e compensazione previste in fase progettuale. Tali impatti potenziali riguardano prevalentemente la sottrazione di biocenosi conseguente alla sottrazione di suolo per la realizzazione dell’Opera, la modificazione della connettività ecologica conseguente alla presenza di nuove aree pavimentate che potrebbero costituire un effetto barriera al passaggio della fauna, il rischio di mortalità della fauna selvatica per investimento e le alterazioni comportamentali della fauna e la loro conseguente dispersione a seguito della modificazione del clima acustico connesse al traffico stradale.

Il supporto a tali indagini è stato fornito dalle seguenti fonti informative:

Bibliografia

- Bennet G. and Wit P., 2001. The Development and Application of ecological network: a review of proposal, plans and programmes. AIDEnvironmet and IUCN, Amsterdam.
- Blasi C., Michetti L., 2005. Biodiversità e clima. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (eds). *Stato della Biodiversità in Italia - Contributo alla strategia Nazionale per la biodiversità*. Palombi Editori, Roma. pp 57-66.
- Blasi C., Capotorti G., Smiraglia D., Guida D., Zattero L., Mollo B., Frondoni R., Copiz R., 2010. *Le Ecoregioni d’Italia - Contributo alla strategia Nazionale per la biodiversità*. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione per la Protezione della Natura e del Mare.

- Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, 2009. *Atlante climatico d'Italia 1971-2000*. Vol. III. Aeronautica Militare Italiana - Servizio Meteorologico.
- Istituto per le piante da legno e l'ambiente – Ipla S.p.A. (Torino), 2007. *I boschi del Piemonte. Conoscenze e indirizzi gestionali*. Regione Piemonte – Assessorato allo sviluppo della montagna e foreste.
- Istituto per le piante da legno e l'ambiente – Ipla S.p.A. (Torino), 2017. *La carta forestale del Piemonte. Aggiornamento 2016*. Regione Piemonte – Assessorato allo sviluppo della montagna e foreste.
- Paolo Pedrini, Franco Rizzolli, Francesca Rossi, Fernando Spina. “*Il Progetto Alpi: studio della migrazione autunnale degli uccelli sulle Alpi italiane*”. In “*Le autostrade del cielo rotte di migrazione dell'avifauna attraverso le Alpi*”. Atti del Convegno, Torino, 15 giugno 2007. A cura dell'“Osservatorio regionale sulla fauna selvatica”. Regione Piemonte - Assessorato Agricoltura, Tutela della fauna e della flora.

Piani territoriali e ambientali

Piano forestale regionale 2017-2027, approvato con DGR n.8-4583 del 23 gennaio 2017.

Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DCR n. 233-35836 del 03/10/2017.

Piano Territoriale Provinciale di Biella, approvato con DCR n.90 – 34130 del 17.10.2006 e successive varianti.

Piano Territoriale Provinciale di Novara, approvato con DCR n. 383-28587 del 05/10/2004.

Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Vercelli, approvato con DCR n. 240-8812 del 24.02.2009.

Sitografia

Arpa Piemonte - <http://www.arpa.piemonte.gov.it>

Geoportale Arpa Piemonte - <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale>

Geoportale Nazionale - <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/visualizzatori>

Geoportale Piemonte - <http://www.geoportale.piemonte.it>

Parco del Ticino - <http://www.parcotycinolagomaggiore.it>

Provincia di Biella - <http://www.provincia.biella.it>

Provincia di Novara - <http://www.provincia.novara.it>

Provincia di Vercelli - <http://www.provincia.vercelli.it>

Regione Piemonte - <http://www.regione.piemonte.it>

Sitad Piemonte - <http://www.sistemapiemonte.it/serviziositad>

Webgis Osservatorio della Biodiversità

I documenti di supporto al presente capitolo sono costituiti dagli elaborati grafici riportati nella tabella seguente (cfr. Tabella 5-1).

| Codice | Titolo | Scala |
|--------------------|--|----------|
| T00IA34AMBCT01-2 A | Carta della vegetazione reale | 1:10.000 |
| T00IA34AMBCT03-4 A | Carta delle unità ecosistemiche | 1:10.000 |
| T00IA34AMBCT05-6 A | Carta dell'ecomosaico – rete ecologica | 1:10.000 |

Tabella 5-1 Elenco elaborati grafici per la componente “Biodiversità”

5.2 POLITICHE, PIANI E PROGRAMMI

5.2.1 LIVELLO INTERNAZIONALE

- COM(2011)244 “La Strategia europea per la Biodiversità verso il 2020”.
- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 “Direttiva Uccelli” concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- Direttiva quadro 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino.
- COM(2006)302 “Piano d'azione dell'UE per le foreste”.
- Direttiva 97/62/CEE del 27 ottobre 1997 recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.
- Accordo sulla conservazione degli uccelli migratori dell'Africa-Eurasia (Aia, 1996).
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 “Direttiva Habitat” relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche e sue successive modifiche.
- Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica (1992).
- Eurobats Agreement on the Conservation of Population of European Bats (1991).
- Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Convenzione di Berna, 1979).
- Convenzione per la Conservazione delle Specie Migratrici di Animali Selvatici (Convenzione di Bonn, 1979).
- Convenzione di Ramsar (1971) e successivo protocollo di modifica (Parigi 1982) convenzione internazionale relativa alle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici.
- Convenzione internazionale per la protezione degli uccelli (Parigi, 1950).

5.2.2 LIVELLO NAZIONALE

- Decreto 7 marzo 2012 “Quinto elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica continentale in Italia ai sensi della direttiva 92/43/CEE”.
- Decreto 6 giugno 2011 “Istituzione del Comitato paritetico per la Biodiversità, dell'Osservatorio nazionale per la Biodiversità e del Tavolo di consultazione (G. U. della Repubblica Italiana S. G. n. 143 del 22 giugno 2011)”.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 2010 “La Strategia Nazionale per la Biodiversità”.
- Decreto Legislativo n.190 del 2010 “Attuazione della direttiva 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino”.
- Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 17 ottobre 2007 recante “Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone speciali di conservazione (ZSC) e a Zone di protezione speciale (ZPS)”.
- Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”.
- Legge n.66 del 2006 “Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa – Eurasia (Aia, 1996)”.
- Legge n.104 del 25 maggio 2005 “Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione delle popolazioni di pipistrelli europei (EUROBATS), con emendamenti, fatto a Londra il 4 dicembre 1991, e sua esecuzione”.

- Decreto del Presidente della Repubblica n.120 del 12 marzo 2003 e s.m.i. “Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica n.357/97”.
- Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n.224 del 3 settembre 2002 “Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000”.
- Decreto Ministeriale del 3 aprile 2000 “Elenco dei Siti di Importanza Comunitaria e delle Zone di Protezione Speciali, individuati ai sensi della Direttiva 92/43/CEE e 79/409/CEE”.
- Decreto del Presidente della Repubblica n.357 del 8 settembre 1997 “Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”.
- Legge n.124 del 14 febbraio 1994 “Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla biodiversità, con annessi (Rio de Janeiro, 1992)”.
- Legge n.157 del 1992 e smi “Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio” aggiornata con la Legge 4/6/2010 n. 96 “Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee”.
- Legge n.394 del 6 dicembre 1991 “Legge Quadro sulle aree protette”.
- Legge n.42 del 1983 “Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati (Bonn, 1979)”.
- Legge n.503 del 1981 “Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Berna, 1979)”.
- Legge n.812 del 1978 “Adesione alla convenzione internazionale per la protezione degli uccelli, adottata a Parigi il 18/10/1950, e sua esecuzione”.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 448 del 1976 e s.m.i. “Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale, firmata a Ramsar nel 1971”.

5.2.3 LIVELLO REGIONALE

- [DGR n.33-5174 del 12 giugno 2017](#) "Aggiornamento degli elenchi delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte approvati con DGR n.23-2975 del 29 febbraio 2016 e approvazione del documento "Linee Guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale".
- [DGR n.54-7409 del 7 aprile 2014](#) e s.m.i.. recante l’approvazione, in attuazione dell'art. 40 della legge regionale 29 giugno 2009, n. 19, delle "Misure di conservazione per la tutela della Rete natura 2000 del Piemonte" poi modificate con la DGR n.22-368 del 29/09/2014, con la DGR n.17-2814 del 18/01/2016 e con la DGR n.24-2976 del 29/2/2016.
- DGR n.46- 5100 del 18 dicembre 2012 “Identificazione degli elenchi (Black List) delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte e promozione di iniziative di informazione e sensibilizzazione”.
- Legge regionale n.19 del 29 giugno 2009 e s.m.i. “Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità”.

5.3 QUADRO CONOSCITIVO

5.3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E BIOCLIMATICO

L'area attraversata dal nuovo tratto stradale Masserano-Ghemme interessa le provincie di Biella, Vercelli e Novara e i comuni di Masserano, Brusnengo, Roasio, Lozzolo, Gattinara, Romaniano Sesia e Ghemme.

Il contesto territoriale risulta composto da una pluralità di paesaggi con un elevato grado di naturalità, composti prevalentemente dalla fascia collinare e pedemontana, dall'ambito di pianura e dagli ambiti fluviali, che si riferiscono agli ambiti di paesaggio "Colline Novaresi" e "Colline di Curino e Coste della Sesia" così come individuati dal Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DCR n. 233-35836 del 3 ottobre 2017.

L'ambito "Colline Novaresi" è costituito prevalentemente dalla piana del Sesia, in sinistra idrografica del fiume omonimo, a partire dal suo sbocco extravallivo, stretta di Romagnano Sesia-Gattinara, fino a Sillavengo che ne costituisce il limite occidentale. Molto diffuso è ancora il bosco, sia lungo l'asta fluviale, sia al centro della piana Versorella, in cui domina la robinia ma sono presenti anche altre formazioni, seppure più sporadicamente, con quercu-carpineti e querceti di rovere. Altrettanto diffusa è la pioppicoltura; la coltura più frequente è il mais, mentre sono sparsi ma comuni frutteti e vigneti, eccezionalmente ancora a piantata planiziale. È rilevante la presenza di canali di cospicua portata che vengono derivati dal Sesia per l'irrigazione: tali opere sono ora soltanto in parte efficienti, in quanto manca la necessaria manutenzione.

L'ambito "Colline di Curino e Coste della Sesia" confina a sud con la Baraggia di Rovasenda, a nord-est con la Bassa Valsesia, a nord-ovest con le Prealpi Biellesi e a sud con la zona delle baragge tra Cossato e Gattinara. Si tratta di un territorio in gran parte costituito da una morfologia di bassa montagna quasi integralmente ricoperta da bosco misto di latifoglie e da viticoltura. Nella restante parte di quest'ambito la vegetazione, oltre che dal querceto e dalla brughiera, è rappresentata dal castagneto ceduo, nei versanti caratterizzati dai suoli più profondi e fertili, e dal robinieto diffuso un po' ovunque, soprattutto nelle aree abbandonate dalla viticoltura e dalla praticoltura, quest'ultima in forte regressione per l'assenza di aziende zootecniche. Nei comuni di Brusnengo, Gattinara, Masserano e Roasio è inoltre possibile coltivare il riso con l'indicazione DOP Riso di Baraggia Biellese e Vercellese.

Relativamente all'inquadramento bioclimatico dell'area interessata dalla nuova opera stradale, le condizioni termiche e pluviometriche sono parametri indispensabili per lo studio delle comunità vegetali che consentono di evidenziare i periodi di aridità, i quali normalmente sono responsabili di profonde variazioni sull'assetto vegetazionale di un dato territorio.

Su larga scala, dalla carta dei Bioclimi (Blasi e Michetti, 2005) si evince che l'area di studio è identificata in una zona di transizione tra il clima temperato subcontinentale della Pianura Padana e delle pianure alluvionali contigue (Supratemperato umido-subumido), le cui caratteristiche vegetazionali sono riferibili a quelle comunità continentali in cui i boschi divengono via via meno termofili, ed il clima temperato dell'Italia settentrionale, presente nelle pianure alluvionali orientali e nelle pianure e valli moreniche della parte centrale (Mesotemperato/Supratemperato umido) (cfr. Figura 5-1).



Figura 5-1 Stralcio della carta dei bioclimi (Blasi e Michetti, 2005)

Per studiare le condizioni climatiche dell'area a scala di dettaglio sono stati considerati i dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, sezione dell'Atlante climatico. I dati elaborati appartengono al trentennio 1970-2001 e sono stati acquisiti dalla centralina di Milano Malpensa (Lat: 45.630001 - Long: 8.723333), che dista dall'area interessata dalla nuova opera stradale circa 40 km e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteorologiche dell'area in esame (cfr. componente "Atmosfera").

Uno degli strumenti atti a valutare le condizioni climatiche e in particolare il periodo di aridità è costituito dal diagramma di Bagnouls – Gausсен. Dal grafico riportato in Figura 5-2 si evince come il clima non presenti un periodo di aridità estiva, ma solo una diminuzione delle precipitazioni nel mese di luglio con un valore pari a 70 mm, mentre nel restante periodo dell'anno le precipitazioni si distribuiscono omogeneamente con un valore medio di 101 mm ed un massimo nei mesi di ottobre (165 mm) e maggio (155 mm). Le temperature minime annue vengono raggiunte durante i mesi di gennaio e dicembre pari rispettivamente a 1,7 °C e 2,1 °C, mentre le massime si registrano nei mesi di luglio e agosto con un valore di circa 22 °C.

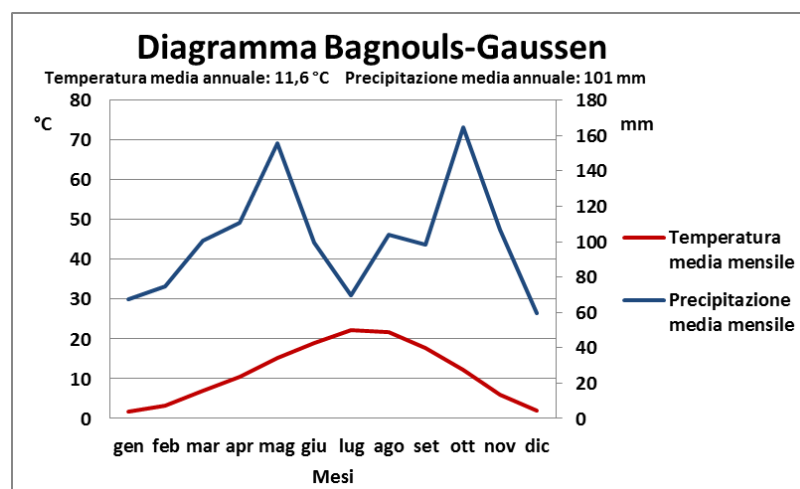


Figura 5-2 Diagramma Bagnouls – Gausсен relativo ai dati medi mensili di temperatura e precipitazione, riferiti al trentennio 1970-2001 e alla centralina di Milano Malpensa

5.3.2 INQUADRAMENTO VEGETAZIONALE E FLORISTICO

Il dissodamento delle terre di pianura è avvenuto soprattutto a spese di quell'enorme foresta di farnie che occupava gran parte della Pianura Padana. Il ricordo della foresta originaria è andata via via svanendo: la bonifica dei terreni affetti da ristagni idrici, la canalizzazione dei corsi d'acqua, la progressiva riduzione delle fasce di margine hanno eliminato gran parte delle formazioni rimaste. Le alberature artificiali (pioppi, platani, robinie, *etc.*) hanno sostituito le associazioni originarie sulle superfici non coltivate a seminativo. Le ultime spinte di razionalizzazione agraria del comprensorio padano stanno portando ad ulteriore semplificazione, con la perdita di alberature artificiali ed ulteriore riduzione degli ambiti marginali, non assoggettati al regime arativo e non sottratti da opere di urbanizzazione.

Il paesaggio vegetale originario era prevalentemente costituito da boschi mesofili di farnia e carpino bianco (*Quercocarpinetum* = *Quercocarpinetum boreoitalicum* = *Ornithogalo pirenaici-carpinetum*) dominante nelle aree pianeggianti. Sui rilievi prealpini si avevano boschi misti a carpino nero ed ornello, accompagnati da acero campestre, rovere, roverella, carpino bianco e tiglio. Lungo le sponde dei corsi d'acqua erano dominati le formazioni azonali tipiche degli ambienti umidi, con presenza di salici, pioppi e ontani neri.

La vegetazione dominante dell'alta Pianura è costituita da quercocarpineti, querceti relativamente xerofili di rovere dei substrati morenici antichi e dall'alta pianura diluviale ed ostrieti mesofili. La potenzialità per la vegetazione è comunque di impronta mesofila. In realtà trattasi di zone in cui i territori sono uniformati e in cui le diversità morfologiche naturali non sono più evidenziate a causa dell'intensa urbanizzazione che ha modificato la struttura originaria della pianura stessa, rendendo quasi indistinguibili i caratteri e gli elementi morfologici. La pianura ha praticamente perduto ogni carattere di naturalità per la presenza di numerosi elementi artificiali connessi allo sviluppo delle aree edificate e poiché la vegetazione potenziale è quasi ovunque sostituita da monoculture. La successione dinamica della vegetazione risulta notevolmente rallentata conseguentemente all'utilizzazione antropica del territorio.

I pochi frammenti di vegetazione naturale o prossima alla naturalità si concentrano in alcuni ambiti di quercocarpinetum planiziale a farnia, carpino bianco ed olmo, e, in condizioni di maggiore igrofilia, alnete ad ontano nero. Le articolazioni catenali della vegetazione potenziale sono riferibili ai boschi misti di caducifoglie dominati o codominanti di *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* inquadrabili nel *Salvio glutinosae-Fraxinetum* (*Carpinion betuli*) sebbene vi siano alcune differenze strutturali. Lo strato arbustivo è costituito da: *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus*, *Sambucus nigra*.

In conclusione, la vegetazione climax dell'area interessata dalla nuova opera stradale è costituita da foresta mista caducifoglia (*Quercocarpinetum*) tipica del piano basale, orizzonte submediterraneo. La massima parte è quindi caratterizzata dal climax della Farnia, del Frassino e del Carpino bianco, che costituiva la foresta originaria planiziale. Fanno eccezione alcune aree a morfologia collinare, in cui si ritrova il climax della Rovere.

Facendo riferimento al Corine Land Cover 2012 (cfr. Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale" allegata alla presente relazione) emerge che nell'ambito del contesto paesaggistico nel quale si inserisce l'opera stradale in progetto sono chiaramente distinguibili tre porzioni territoriali dai caratteri nettamente distinti e contrapposti. Appare difatti evidente la netta distinzione tra gli ambiti urbani, sviluppati lungo le prime propaggini collinari poste tra la fascia pedemontana e quella della pianura, le aree agricole, prevalentemente presenti in ambiti di pianura, e le aree naturali e seminaturali, tipiche dei paesaggi collinari che discendono verso la pianura concentrandosi soprattutto

nei pressi dei principali corsi d'acqua (cfr. Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale"; da sinistra: T.Ostola, T.Guarabione, T.Rovasenda, T.Marchiazza, Fiume Sesia).

La matrice antropica si trova confinata in alcune aree limitate (cfr. Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale"), caratterizzata prevalentemente da una vegetazione sinantropica, ruderale e nitrofila, delle aree urbanizzate e degli insediamenti produttivi, talvolta con evoluzione in atto da parte delle varie forme della vegetazione pioniera (cfr. Specie alloctone invasive vegetali della Regione Piemonte riportate nella DGR n.46 – 5100 del 18/12/2012 "Identificazione degli elenchi (*Black list*) delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte e promozione di iniziative di informazione e sensibilizzazione" e s.m.i.).

La matrice agricola è caratterizzata prevalentemente da seminativi (generalmente cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere), colture eterogenee e risaie, quest'ultime localizzate nell'area a sud del tracciato stradale in progetto in prossimità della ZSC "Baraggia di Rovasenda" (cfr. Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale"). Le risaie sono superfici utilizzate per la coltura del riso, terreni con idonee arginature, con piano di coltura livellato e sistema di irrigazione basato prevalentemente su canalizzazioni aperte. Le superfici possono essere temporaneamente destinate ad altre colture, come il mais.

La coltura del riso (*Oryza sativa*) è la forma predominante di cerealicoltura estiva; richiede grandi quantità d'acqua proveniente in parte dalle precipitazioni primaverili ma perlopiù da un capillare sistema irriguo di canali e rogge, che derivano l'acqua da fiumi e da risorgive e fontanili. Le risaie sono superfici perfettamente piane delimitate da arginelli; rimangono allagate con 20-30 cm d'acqua per quasi tutto il periodo vegetativo del riso, da aprile ad agosto-settembre, quando si attua la asciutta delle camere e si procede al raccolto con trebbiatrici su cingoli.

La coltura del mais (*Zea mays*) è seconda per importanza dopo il riso. Il mais richiede molta acqua per fornire una produzione soddisfacente; si avvantaggia di suoli profondi con buona ritenzione idrica e di irrigazioni per infiltrazione. Le colture agricole sono spesso soggette all'avvento della vegetazione erbacea infestante che rientrano nella Classe fitosociologica *Secalietea*, caratterizzata da piante annuali a semina primaverile, di rapida colonizzazione. Gli agenti chimici utilizzati per il diserbo provocano generalmente un'accentuata selezione nelle specie presenti; ad esempio nelle monoculture di mais, l'utilizzo di erbicidi fenossiderivati porta all'affermazione delle graminacee ed in particolare dell'avena selvatica (*Avena spp.*) e dell'erba codina (*Alopecurus myosuroides*); mentre nei campi di cereali l'utilizzo degli erbicidi triazinici selezionano un popolamento con farinello comune (*Chenopodium album*) e calderina (*Senecio vulgaris*).

La matrice naturale e seminaturale è rappresentata da boschi di latifoglie, vegetazione in evoluzione e vegetazione dei greti (cfr. Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale"), con la presenza di specie di interesse comunitario e specie floristiche protette (LR 32/82).

La prima categoria è riferibile prevalentemente ai boschi di latifoglie, sia di origine autoctona, sia derivati dall'insediamento di specie alloctone, quali la *Robinia pseudoacacia*, sia formazioni di carattere misto. Il governo prevalente è a ceduo composto, con strato dominante costituito da esemplari di alto fusto. Tali formazioni arboree hanno dominanza di Farnia (*Quercus robur*). Nello strato arboreo, quali elementi accessori, si ritrovano il Ciliegio (*Prunus avium*), il Tiglio (*Tilia cordata*), l'Ontano nero (*Alnus glutinosa*), il Pioppo nero (*Populus nigra*), il Pioppo bianco (*P. alba*). Lo strato arbustivo comprende Nocciolo (*Corylus avellana*), Sambuco (*Sambucus nigra*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Biancospino (*Crataegus monogyna*), Ligustro (*Ligustrum vulgare*) e Viburno (*Viburnum opulus*).

Nelle lanche abbandonate dei fiumi, nelle aree di esondazione di corsi d'acqua e alla base dei terrazzamenti fluviali

ove si accumula l'acqua proveniente dalle falde idriche interrotte si sviluppano formazioni di Alneti a Ontano nero (*Alnus glutinosa*). Lo strato arboreo è costituito in modo quasi esclusivo dall'Ontano nero che, con copertura molto densa, ostacola l'insediamento di altre specie arboree e arbustive. Sporadicamente all'Ontano nero si accompagnano il Pado (*Prunus padus*) e, in qualità di specie accessorie, il Pioppo nero (*Populus nigra*), il Salice bianco (*Salix alba*), la Farnia (*Quercus robur*). Lo strato arbustivo è generalmente assente fatta eccezione per nuclei di *Salix cinerea*, che rappresentano lo stadio evolutivo antecedente l'ontaneto e la sporadica presenza di *Rubus sp.* e *Sambucus nigra* nelle piccole radure e nei margini. Nello strato erbaceo si ritrovano *Poa palustris*, *Iris pseudacorus*, *Equisetum sp.*, *Solanum dulcamara*.

La vegetazione in evoluzione (cfr. Tavola T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale") interessa superfici erbacee e/o arbusteti con struttura diversificata a seconda della storia delle forzanti ecologiche di origine antropica. Sono inclusi incolti, reliquati presso le infrastrutture viarie e gli svincoli, appezzamenti incolti presso aree industriali e residenziali, ex superfici estrattive in fase di evoluzione, diradamenti all'interno di aree boscate. Nella categoria sono rappresentati gli stadi evolutivi dalla semplice formazione erbacea a strutture pluristratificate ormai prossime ad una conformazione di tipo boschivo.

La vegetazione dei greti (cfr. Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale") interessa depositi fluviali di sabbie e ciottoli, con vegetazione scarsa o assente, periodicamente allagate durante le piene. Tra le specie erbacee pioniere si identificano *Xanthium italicum*, *Linaria vulgaris* e *Polygonum lapathifolium* su isole fluviali di sabbia e ghiaia. Le formazioni talvolta corrispondono a saliceto arbustivo a *Salix caprea*, *S. alba*, *S. cinerea* e/o a relitti di pioppeti naturali (*Populus alba*, *P. nigra*) con esemplari isolati.

Con riferimento alla "Carta forestale" della Regione Piemonte (aggiornamento 2016), che costituisce uno degli elementi conoscitivi fondamentali del Piano Forestale Regionale 2017-2027, la vegetazione boschiva riportata nelle Tavole T00IA34AMBCT01-2 A "Carta della vegetazione reale" viene descritta a livello di ulteriore dettaglio riportando di seguito la descrizione delle singole componenti boschive individuate nell'area in esame (cfr. Figura 5-3), quali, in maggior misura, Quercocarpineti e Robinieti, e in misura minore, Querceti di rovere a *Teucrium scorodonia*, Castagneti mesoneutrofili a *Salvia glutinosa* delle Alpi, Acero-tigli-frassineti, Boscaglie pioniere di invasione rappresentate da Betuleti planiziali di brughiera, Saliceti e pioppeti ripari e Alneti planiziali. Dalla Figura 5-3 si vede come la Robinia abbia preso il sopravvento su gran parte dell'area in esame; si nota anche la presenza consistente di Quercocarpineti, specialmente nelle aree interne ai siti di interesse conservazionistico, come, nel caso specifico, la Zona Speciale di Conservazione "Baraggia di Rovasenda" che, in parte, interferisce il tracciato stesso. Nel quadrante a nord ovest del tracciato stradale sono presenti Querceti di rovere inframmezzati a Castagneti, Acero-tigli-frassineti e a Rimboschimenti. A sud del tracciato sono presenti Boscaglie pioniere di invasione, mentre in prossimità dei principali corsi d'acqua si osservano formazioni di Alneti planiziali (lungo il T.Rovasenda) e Saliceti e pioppeti ripari (lungo il F.Sesia).

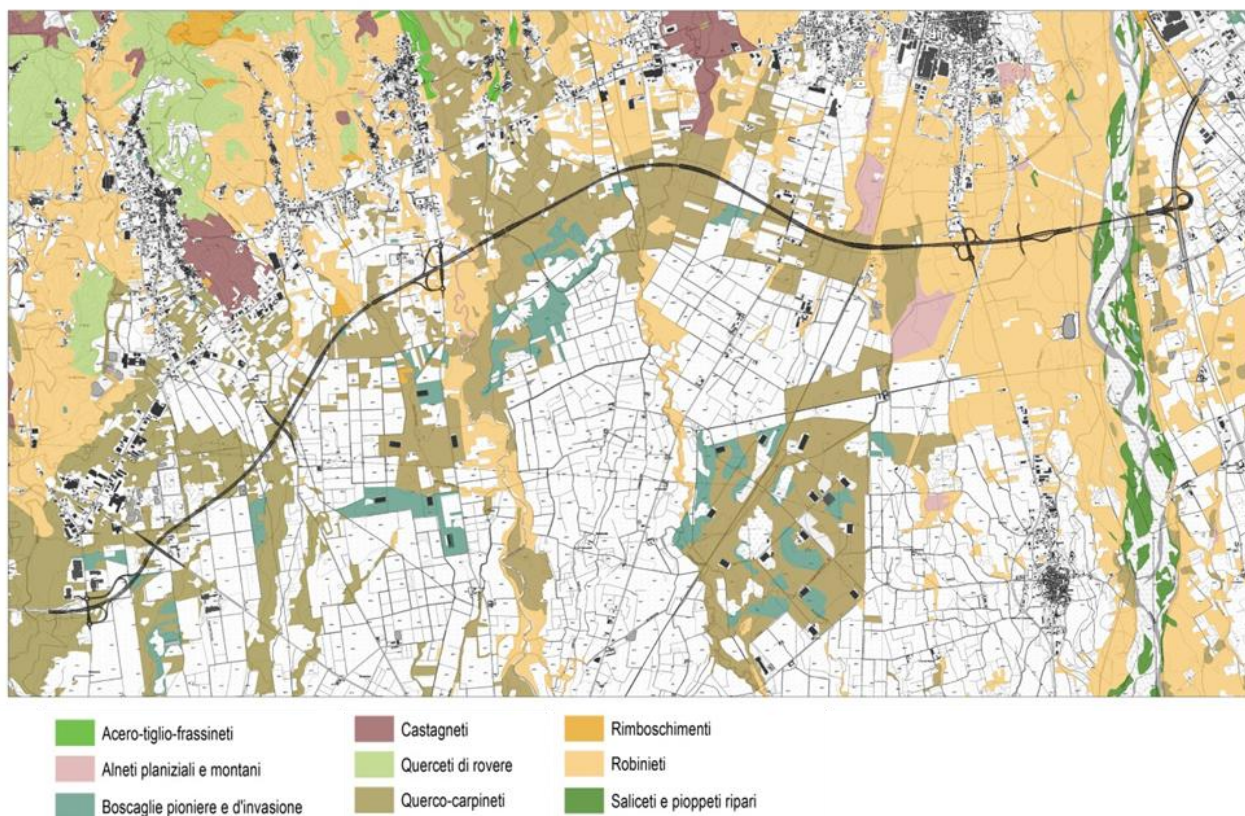


Figura 5-3 Composizione boschiva (Fonte: shapefile Regione Piemonte – Carta forestale, 2016)

Quercio-carpineti

I Quercio-carpineti sono formazioni costituite principalmente da farnia e carpino bianco con differenti gradi di mescolanza e con la partecipazione secondaria di altre latifoglie mesofile (frassino maggiore, ciliegio, tiglio selvatico, ecc.), oltre alla diffusissima robinia, in funzione delle caratteristiche stazionali e dell'assetto evolutivo-culturale. I Quercio-carpineti sono per estensione la nona categoria forestale regionale, con una diffusione che interessa circa il 60% delle Aree Forestali.

Si tratta di formazioni ad ambito prevalentemente pianiziale e collinare dove, accanto ai boschi pianiziali più rilevanti, nuclei generalmente di limitata estensione, si sono conservati in stazioni favorevoli lungo i corsi d'acqua principali al di là delle golene, sulle scarpate e sommità dei terrazzi fluvio-glaciali meno fertili, nell'alta pianura negli impluvi e fondovalle collinari. Nell'alta pianura spesso divengono rilevanti i popolamenti con varianti a castagno e rovere, in particolare sulle scarpate e declivi dove minori sono i rischi di ristagno; viceversa nelle stazioni dove si hanno fenomeni di idromorfia stagionale compaiono i sottotipi a *Molinia sp.* con pioppo tremolo e betulla.

In generale, si tratta in realtà di stazioni relittuali di un areale assai più vasto che un tempo doveva interessare in particolare gran parte della pianura ora agricola; alcuni popolamenti di particolare interesse per estensione e grado di conservazione sono oggetto di tutela nei Parchi e Riserve Naturali Regionali.

I Quercio-carpineti hanno rilevante funzione naturalistica in quanto rari e spesso inclusi nelle aree protette; risultano tra le categorie con la maggiore estensione di superficie con tale destinazione dopo Faggete e Lariceti. Si tratta di popolamenti di elevato interesse conservazionistico per la ricchezza specifica, talvolta estremamente localizzata, del

sottobosco erbaceo, riconosciuta anche a livello europeo (Direttiva “Habitat” 92/43/CEE). Tali popolamenti rivestono anche un valore storico-culturale quali vestigia della vegetazione forestale che un tempo ricopriva gran parte degli ambienti pianiziali. Più del 50% della superficie, includendo anche i boschi di ambiti sottoposti a vincolo idrogeologico, possiede destinazione produttiva. Gli indirizzi di gestione prevedono soprattutto tagli di rinnovazione, da attuarsi prevalentemente attraverso la gestione sostenibile dei cedui composti, tagli a scelta e tagli successivi in fustaia. Anche in popolamenti con destinazione prevalentemente naturalistica risulta necessario intervenire in tempi relativamente brevi, in quanto rappresentano formazioni da lungo tempo sottoposte a gestione attiva più o meno razionale in cui la robinia e altre specie esotiche in minor misura hanno progressivamente colonizzato il sottobosco e devono essere guidate nell’evoluzione per evitarne la repentina degradazione e assicurarne la stabilità e l’avvenire.

Querceti di rovere

I Querceti di rovere, con una diffusione che interessa il 90% delle Aree Forestali regionali, risultano una categoria assai frequente a livello regionale ma con popolamenti in genere frammentati e di ridotta estensione. In ambito alpino, nei distretti più asciutti, sono frequenti i tipi con sottobosco a *Potentilla alba* e *Teucrium scorodonia*, dove betulla, faggio, castagno e altre latifoglie mesofile costituiscono le varianti con le maggiori estensioni. Nel tipo appenninico, affine a quello collinare, risulta frequente la mescolanza con castagno e secondariamente con pino marittimo. I Querceti di rovere sono tra le categorie con il maggior numero di individui per unità di superficie. L’assetto prevalente è quello ceduo, spesso composto con componente agamica tradizionalmente a castagno, ora spesso con robinia; rilevanti sono pure i popolamenti senza gestione. La destinazione prevalente è quella produttivo-protettiva, trattandosi di ambiti collinari e montani con marcate limitazioni prevalentemente sottoposti a vincolo idrogeologico. Circa 1/4 della superficie possiede destinazione naturalistica poiché inclusa in aree protette, ponendo quindi tra i principali obiettivi della gestione dei Querceti la conservazione e il miglioramento, aspetto di particolare importanza per popolamenti relittuali di elevato valore. Nell’ottica di una valorizzazione polifunzionale dei Querceti gli interventi di miglioramento vengono previsti su una porzione di superficie significativa; in particolare si prevedono interventi di diradamento e conversione.

Castagneti

I Castagneti sono la categoria forestale con la maggiore estensione in Piemonte e una presenza che interessa quasi il 100% delle Aree Forestali regionali. Tale diffusione, spesso in purezza, di una specie pur indigena è soprattutto opera dell’uomo che fin dall’antichità ha progressivamente sostituito le formazioni boschive originarie, in particolare Querceti di rovere e, alle quote superiori, faggio, con il castagno.

I Castagneti, essendo formazioni di origine antropica, si mantengono stabili solo attraverso una gestione attiva che una volta cessata innesca, in tempi più o meno brevi, la regressione del castagno passando anche attraverso fasi di collasso delle ceppaie dominati. Nei Castagneti da frutto abbandonati si ha l’insediamento progressivo di latifoglie pioniere e mesofile che, in tempi relativamente brevi, ne modificano la composizione e la struttura.

Le latifoglie mesofile, quindi faggio, aceri, frassino e localmente rovere, costituiscono le varianti con maggiore estensione nei Castagneti a *Salvia glutinosa*.

L’assetto prevalente è il ceduo matricinato e, secondariamente il ceduo composto; lo stadio evolutivo prevalente nel ceduo e nella fustaia è quello adulto, segue quello a ceduo invecchiato. La destinazione prevalente è quella produttivo-

protettiva e produttiva. Poco meno del 10% della superficie dei Castagneti ha funzione naturalistica, trattandosi di popolamenti inclusi in Aree Protette; con la Direttiva “Habitat” 92/43/CEE i Castagneti sono stati designati tra gli habitat di interesse comunitario, sebbene in ambito regionale, data l’ampia diffusione, non costituiscono un areale di emergenza naturalistica. In considerazione della funzione prevalentemente produttiva sono previsti interventi di gestione attiva con tagli di rinnovazione, attuabili attraverso il mantenimento/ripresa delle ceduzioni. Tra gli interventi di miglioramento sono previsti la conversione a fustaia, e, in misura ridotta, interventi di cure colturali destinate prevalentemente alla gestione e al recupero dei migliori Castagneti da frutto.

Aceri-tiglio-frassineti

Si tratta di una delle categorie con la superficie più estesa a livello regionale. Le specie principali costituenti il soprassuolo sono il frassino maggiore, gli aceri di monte e riccio, tigli e castagno. In particolare, il frassino maggiore, acero di monte e tiglio cordato sono le specie che, nell’ambito del tipo d’invasione, rappresentano circa i 3/4 della superficie dell’intera categoria, più frequentemente costituiscono popolamenti puri, ossia con almeno il 75% della copertura di una sola delle prime due specie. Il castagno, viceversa, così come il faggio, risultano specie accessorie, del tipo di invasione.

Si tratta in prevalenza di formazioni secondarie, sviluppatasi in ambito montano in seguito all’abbandono di prati e coltivi dei fondivalle e dei versanti più freschi, caratterizzati da una maggiore fertilità stazionale; la facilità di disseminazione e la rapidità di accrescimento hanno contribuito alla diffusione di queste formazioni, talora in nuclei di limitata estensione, determinata dal regime patrimoniale e dalla conseguente frammentazione particellare.

Il ruolo di specie pioniere svolto dal frassino maggiore e dall’acero di monte viene sottolineato dalla rapida evoluzione che spesso i popolamenti d’invasione subiscono, in particolare dove più favorevoli risultano le condizioni stazionali; in tali ambiti alle specie principali costituenti il soprassuolo ne subentrano altre che costituiranno le cenosi definitive in equilibrio con i fattori ambientali locali.

Condizione più marginale è assunta dagli Aceri-tiglio-frassineti di forra che si sviluppano su greti, impluvi incassati e versanti ombrosi con suoli poco profondi o a tasche; si tratta di popolamenti di tipo primario, soggetti a periodici ringiovanimenti, la cui dinamica evolutiva risulta più lenta o del tutto bloccata.

La destinazione, per circa i 2/3 della superficie, risulta almeno in parte produttiva, relativamente agli ambiti di invasione con caratteristiche stazionali e di fertilità, versanti poco acclivi e facilmente accessibili. La destinazione naturalistica, che include le superfici ricadenti in aree protette, incide per poco meno del 10%; il tipo di forra caratterizzato anche da notevole ricchezza floristica del sottobosco costituisce habitat di interesse prioritario in base alla Direttiva omonima.

Su circa il 40% della superficie sono previsti interventi di miglioramento, prevalentemente costituiti da diradamenti e diradamento-conversione destinati ai cedui composti. Su oltre il 50% della superficie è possibile effettuare l’esbosco per mezzo di trattori, mentre sul 10% è possibile utilizzare l’avvallamento.

Boscaglie pioniere e di invasione

Categoria estremamente eterogenea, raggruppa formazioni caratterizzate da struttura e composizione specifica assai diversa in funzione delle stazioni e degli ambiti di diffusione, a carattere pioniero, secondario o stabile. Presente in tutte le Aree Forestali regionali, per estensione risulta una delle categorie più diffuse.

L'analisi della composizione specifica evidenzia la prevalenza di betulla diffusa soprattutto in ambito montano, secondariamente ciliegio selvatico e olmo, il secondo prevalente in collina e pianura, poi faggio, castagno e sorbi ancora di ambiti montani. I popolamenti sono di tipo pioniero o primario in stazioni rupicole, greti e detriti di falda soggetti a disturbo naturale, o secondario se d'invasione su superfici agricole abbandonate. Solo nelle stazioni più fertili si osserva un'evoluzione dei popolamenti con progressiva infiltrazione delle specie più esigenti, mentre altrove i forti condizionamenti stazionali limitano i processi evolutivi.

L'assetto risulta eterogeneo, con prevalenza di boschi senza gestione per condizionamenti stazionali, e, secondariamente, di neoformazione e fustaie; come conseguenza lo stadio evolutivo prevalente è quello irregolare, cui seguono per estensione gli stadi più giovanili delle fustaie.

La destinazione rispecchia l'eterogeneità, con quasi il 40% di popolamenti potenzialmente produttivi; circa 1/5 della superficie ha specifica funzione di protezione, imponendo su tali una gestione mirata da attuarsi prevalentemente attraverso diradamenti e ricostituzione boschiva. Solo su poco più del 10% della superficie è prevista la gestione attiva; si tratta in prevalenza di tagli di miglioramento e in particolare diradamenti e cure colturali.

Robinieti

I Robinieti per estensione sono la terza categoria forestale in Piemonte. Hanno diffusione prevalentemente collinare, pianiziale e talora pedemontana, con rare digitazioni all'interno delle vallate alpine.

In passato la specie fu ampiamente diffusa dall'uomo e lo è tuttora in alcune aree del Piemonte per le sue caratteristiche di frugalità, rapidità di accrescimento e sviluppo dell'apparato radicale, a elevato potere consolidante.

Tuttavia, la specie, proprio per la sua facilità di diffusione, soprattutto agamica mediante polloni radicali, ha progressivamente colonizzato e in parte sostituito le formazioni forestali naturali collinari e pianiziali, causando la rarefazione e la degradazione dal punto di vista della biodiversità. Se da un lato i Robinieti hanno accresciuto nei boschi la produzione di biomassa destinabile a legna da ardere, dall'altro ne hanno impoverito, se non nelle stazioni più fertili, le potenzialità, in termini di assortimenti legnosi di pregio, di ricchezza specifica e capacità di rigenerazione, in caso di abbandono della ceduzione a regime, rendendo i popolamenti maggiormente vulnerabili a processi di senescenza e collasso.

La composizione dei Robinieti risulta costituita per circa 2/3 da robinia in termine di volume. Una quota del 10% è costituita da specie quercine, in particolare farnia e rovere, spesso con soggetti di grosse dimensioni in qualità di matricine/riserve; meno del 5% è costituito da castagno, che talvolta può essere considerato relittuale in popolamenti degradati e successivamente infiltrati dalla robinia. Le latifoglie mesofile come ciliegio selvatico, frassino maggiore ed olmo campestre possono essere presenti accanto alla robinia in boschi di neoformazione, cui talora partecipa anche la farnia.

Tra gli assetti prevalgono i cedui semplici seguiti dai cedui composti, in cui la robinia viene ceduata a turni brevi e la fustaia rada viene destinata alla produzione di assortimenti da lavoro. La destinazione prevalente è quella produttiva, che diviene polifunzionale produttivo-protettiva per le aree collinari sottoposte a vincolo idrogeologico. I Robinieti vengono destinati a funzione protettiva (fasce fluviali, versanti sedimentari instabili) e a funzione naturalistica (qualora compresi in aree protette) in egual misura; infatti in alcuni ambiti pianiziali, in cui l'indice di boscosità risulta assai basso, anche i Robinieti, puri o meglio ove misti, assumono importanza in termini naturalistici, come unico possibile habitat e rifugio per la fauna locale.

In accordo con la funzione prevalentemente produttiva svolta dai Robinieti, gli indirizzi di intervento prevedono per la maggior parte la gestione attiva; sono previsti sia tagli di rinnovazione, principalmente attraverso la ceduzione e la gestione del ceduo composto, sia interventi di miglioramento con conversioni e diradamenti.

Saliceti e pioppeti ripari, Alneti planiziali

In generale, la vegetazione arborea e arbustiva lungo i corsi d'acqua è la più vulnerabile alla colonizzazione delle specie esotiche invasive, in quanto il disturbo periodico indotto dai processi di erosione e deposizione contribuisce a creare habitat ad esse idonei e la corrente trasporta il materiale di propagazione. La riduzione relativa ai Saliceti e pioppeti ripari, per esempio, è dovuta al passaggio alla Categoria Robinieti ed in parte alla dinamica fluviale.

L'arboricoltura da legno in forma di pioppicoltura è molto diffusa nelle golene fluviali del Sesia. Vengono impiegati pioppi ibridi (*Populus x euroamericana*), caratterizzati da un accrescimento più rapido rispetto ai pioppi indigeni (*Populus alba* e *P. nigra*). Durante i primi (1-3) anni di impianto, al pioppeto vengono spesso consociate colture erbacee quali grano e mais. Grazie alla resistenza alle esondazioni temporanee, i pioppeti possono essere impiantati proficuamente sui letti di piena dei fiumi.

Gli Alneti hanno estensione limitata costituendo meno dell'1% delle superficie forestale regionale; tuttavia, sebbene in nuclei di modesta estensione risultano avere diffusione elevata con una presenza che interessa oltre l'80% delle Aree Forestali regionali soprattutto planiziali. Analizzando la composizione specifica emerge che, accanto all'ontano nero, frassino maggiore, castagno, ciliegio selvatico e olmo sono le specie maggiormente rappresentate. Più sporadica la presenza dell'ontano bianco, come conseguenza di una minore diffusione del tipo forestale montano. Il frassino costituisce una fase evolutiva di tali popolamenti, altrimenti stabili, in cui per cause naturali o di origine antropica vi sia un progressivo abbassamento della falda o cessino i disturbi legati alla dinamica dei versanti. La categoria comprende essenzialmente due tipi forestali: il primo è caratterizzato dalla predominanza dell'ontano nero con diffusione prevalentemente planiziale e pedemontana, inclusi i fondivalle alpini; il secondo è costituito da ontano bianco, che viceversa presenta diffusione prevalentemente montana, con rare discese a quote inferiori lungo le aste dei principali fiumi e torrenti, qui talora anche in mescolanza con l'ontano nero.

L'assetto prevalente risulta il ceduo composto, secondariamente il ceduo e la fustaia; gli stadi di sviluppo risultano prevalentemente giovani o adulti nelle fustaie e adulti/maturi per i cedui. Trattandosi di ambiti prevalentemente planiziali, non inclusi in territori sottoposti a vincolo idrogeologico, la percentuale destinata alla produzione risulta relativamente elevata. Circa 1/3 della superficie assume destinazione naturalistica trattandosi di aree sottoposte a tutela e comunque di interesse conservazionistico. Gli Alneti, infatti, sono inclusi tra gli habitat di interesse comunitario prioritario in base alla Direttiva "Habitat" 92/43/CEE. Possono inoltre divenire siti elettivi per la nidificazione degli ardeidi, in particolare nei popolamenti in cui l'estensione è di alcuni ettari.

Rimboschimenti

I Rimboschimenti in Piemonte occupano poco più del 2% della superficie forestale totale e hanno diffusione prevalentemente alpina soprattutto nella fascia pedemontana. Si tratta di impianti con età assai variabile, realizzati diffusamente a partire dall'inizio del secolo scorso. Le conifere maggiormente utilizzate risultano larice, abete rosso, pino nero e pino silvestre; la quercia rossa risulta la specie più impiegata in ambito planiziale. Nella categoria delle "altre latifoglie e conifere" è incluso il pino strobo, ampiamente utilizzato in ambito planiziale e collinare; le altre latifoglie

autoctone presenti sono da considerarsi prevalentemente spontanee.

Si tratta di boschi con buone potenzialità produttive; poco meno di 1/3 della superficie svolge funzione protettiva o generale diretta di infrastrutture e insediamenti umani. Su oltre i 3/4 della superficie è prevista la gestione attiva attraverso tagli di miglioramento che prevedono in particolare diradamenti e trasformazioni verso diverse composizioni.

L'analisi floristica dell'area interessata dalla nuova opera stradale è stata effettuata con maggior dettaglio e attenzione in relazione alle aree attraversate dalla Zona Speciale di Conservazione denominata "Baraggia di Rovasenda" mediante alcune indagini floristiche speditive e di valutazione degli habitat lungo l'asse di sviluppo principale dell'opera nelle stazioni M1, M2, M3, M4 nel mese di ottobre 2010 (cfr. Tabella 5-2).

| Stazioni | M1 | M2 | M3 | M4 |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Coordinate Est | 8° 19.894' | 8° 19.245' | 8° 18.020' | 8° 17.921' |
| Coordinate Nord | 45° 35.947' | 45° 35.762' | 45° 35.487' | 45° 35.305' |
| Quota (m s.l.m.) | 272 | 273 | 264 | 260 |

Tabella 5-2 Punti di monitoraggio per indagini floristiche speditive effettuate nel 2010 presso la ZSC "Baraggia di Rovasenda"

La stazione M1 è localizzata alla sinistra idrografica del torrente Marchiazza; la stazione M2 è localizzata ad ovest del torrente Marchiazza; la stazione M3 è localizzata lungo l'opera di canalizzazione della Roggia del Pallone che incrocia il torrente Tortola a nord e confluisce nel torrente Rovasenda, a nord della cascina Mossa; la stazione M4 è localizzata presso le sponde del Torrente Rovasenda (cfr. Figura 5-4).

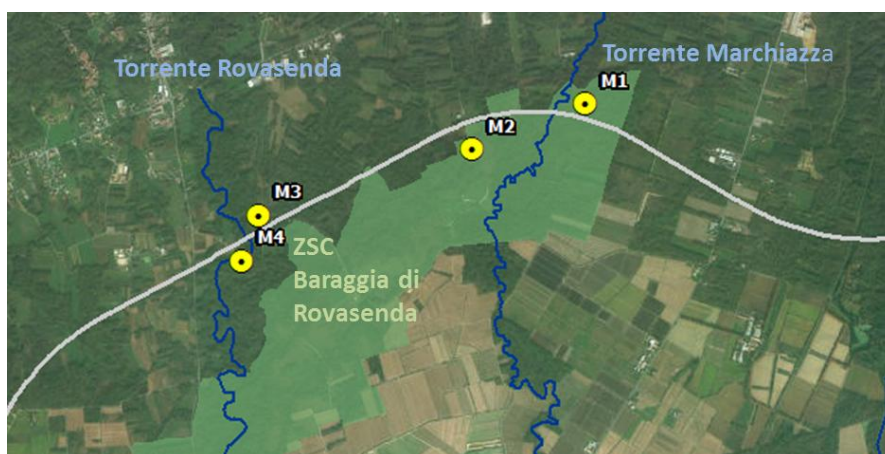


Figura 5-4 Punti di monitoraggio presso la ZSC "Baraggia di Rovasenda" effettuati nel 2010

Il numero di specie trovate nelle quattro stazioni è risultato pari a 67. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di specie autoctone, tipiche degli ambienti di baraggia (cfr. Tabella 5-3).

| Specie | M1 | M2 | M3 | M4 |
|--|----|----|----|----|
| <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn | x | | | |
| <i>Athyrium filix-foemina</i> (L.) Roth | x | | | |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott. | | | x | |

| Specie | M1 | M2 | M3 | M4 |
|--|----|----|----|----|
| <i>Pinus strobus L.</i> | | | x | |
| <i>Salix alba L.</i> | | x | | x |
| <i>Salix rosmarinifolia L.</i> | | x | | |
| <i>Populus tremula L.</i> | x | | x | |
| <i>Populus nigra L.</i> | | | x | |
| <i>Populus gr. canadensis</i> | | x | | x |
| <i>Betula pendula Roth</i> | x | | x | |
| <i>Alnus glutinosa (L.) Gaertner</i> | | | x | x |
| <i>Carpinus betulus L.</i> | x | | x | |
| <i>Corylus avellana L.</i> | x | x | x | x |
| <i>Castanea sativa Miller</i> | x | | | |
| <i>Quercus cerris L.</i> | x | | x | |
| <i>Quercus robur L.</i> | x | x | x | x |
| <i>Ulmus minor Miller</i> | x | | | |
| <i>Humulus lupulus L.</i> | | | | x |
| <i>Parietaria officinalis L.</i> | | | | x |
| <i>Polygonum hydropiper L.</i> | | | | x |
| <i>Polygonum persicaria L.</i> | x | | x | |
| <i>Phytolacca americana L.</i> | x | | | |
| <i>Silene flos-cuculi (L.) Clairv.</i> | | x | | |
| <i>Epimedium alpinum L.</i> | x | | | |
| <i>Cardamine amara L.</i> | | | | x |
| <i>Spiraea japonica L.</i> | x | x | | |
| <i>Rubus caesius L.</i> | | | x | |
| <i>Rubus ulmifolius Schott.</i> | x | x | | |
| <i>Agrimonia eupatoria L.</i> | x | | | |
| <i>Geum urbanum L.</i> | x | | | |
| <i>Potentilla erecta (L.) Rauschel</i> | x | | | |
| <i>Duchesnea indica (Andreuws) Focke</i> | x | | | |
| <i>Crataegus monogyna Jacq.</i> | x | x | | |
| <i>Prunus avium L.</i> | x | | x | |
| <i>Genista tinctoria L.</i> | | x | | |
| <i>Robinia pseudoacacia L.</i> | x | x | x | x |
| <i>Oxalis fontana Bunge</i> | x | | | |
| <i>Acer pseudoplatanus L.</i> | | | x | |
| <i>Euonymus europaeus L.</i> | x | | | x |
| <i>Viola spp.</i> | x | | | |
| <i>Sycios angulata L.</i> | | x | | |

| Specie | M1 | M2 | M3 | M4 |
|--|----|----|----|----|
| <i>Cornus sanguinea L.</i> | x | | | |
| <i>Hedera helix L.</i> | | | x | |
| <i>Calluna vulgaris (L.) Hull</i> | x | x | x | |
| <i>Fraxinus ornus L.</i> | x | x | | |
| <i>Fraxinus excelsior L.</i> | | | | x |
| <i>Ligustrum vulgare L.</i> | | | | x |
| <i>Calystegia sepium (L.) R.Br.</i> | | | x | |
| <i>Stachys sylvatica L.</i> | x | | | |
| <i>Mentha arvensis L.</i> | | x | | |
| <i>Verbascum spp.</i> | | | | x |
| <i>Plantago major L. s.l.</i> | | | x | |
| <i>Knautia arvensis (L.) Coulter</i> | | x | | |
| <i>Solidago gigantea Aiton</i> | | x | x | x |
| <i>Erigeron annuus (L.) Pers.</i> | | | x | |
| <i>Bidens tripartita L.</i> | x | x | x | |
| <i>Leucanthemum vulgare Lam.</i> | | x | | |
| <i>Arctium minus (Hill.) Bernh.</i> | x | | | |
| <i>Convallaria majalis L.</i> | x | | | |
| <i>Polygonatum multiflorum (L.) All.</i> | x | | | |
| <i>Juncus sp.</i> | x | x | x | |
| <i>Brachypodium sylvaticum (Hudson) Beauv.</i> | x | | x | x |
| <i>Holcus lanatus L.</i> | | x | | |
| <i>Molinia arundinacea Schrank</i> | x | x | x | |
| <i>Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.</i> | | | x | |
| <i>Carex spp.</i> | x | | | |
| <i>Carex sylvatica Hudson</i> | x | | | |

Tabella 5-3 Elenco floristico delle specie rilevate presso i punti di monitoraggio nella ZSC "Baraggia di Rovasenda"

Tra le specie rilevate il brugo (*Calluna vulgaris*) e la molinia (*Molinia arundinacea*) formano le praterie umide tipiche della baraggia (moliniati) (cfr. Figura 5-5).



Figura 5-5 Molinia (Molinia arundinacea) nelle stazioni M1, M2, M3

Nella stazione M2, accanto alle due specie citate, è stato rinvenuto un esemplare di Salice a foglie di rosmarino (*Salix rosmarinifolia*), una specie tipica dei prati umidi e di torbiera, che nonostante non compaia all'interno di liste rosse, è molto rara in Italia e nelle baragge biellesi ha i suoi popolamenti più consistenti (cfr. Figura 5-6).



Figura 5-6 Ambretta comune (Knautia arvensis) e Salice a foglie di rosmarino (Salix rosmarinifolia) nella stazione M2

Tra le specie rinvenute nella stazione M1 c'è l'epimedio alpino (*Epimedium alpinum*), una specie ad areale ridotto, dal Friuli al Piemonte, che nella baraggia di Rovasenda trova il settore di distribuzione più occidentale (cfr. Figura 5-7).



Figura 5-7 Epimedio alpino (Epimedium alpinum) nella stazione M1

Le specie arboree sono tipiche delle formazioni a quercu-carpineto, tra queste la farnia (*Quercus robur*), che forma

dei ricchi popolamenti, il carpino bianco (*Carpinus betulus*) che, assieme alla robinia (*Robinia pseudoacacia*), sono le specie più frequenti e danno luogo a popolamenti del quercio-carpineto. Alle specie citate si aggiungono esemplari sporadici di castagno (*Castanea sativa*) e di cerro (*Quercus cerris*). Tra le specie del sottobosco occasionalmente si trova una specie mesofila come il cappello del prete (*Euonymus europaeus*) (cfr. Figura 5-8).



Figura 5-8 Cappello del prete (*Euonymus europaeus*) nelle stazioni M1 e M4

Le specie erbacee invadenti presenti sono concentrate lungo le strade e i corsi d'acqua. Tra queste si trovano la *Solidago gigantea*, il *Sicyos angulatus*, l'*Echinochloa crus-galli*, specie localmente anche molto abbondanti ma con una diffusione contenuta e ridotta, ad indicare l'esistenza di habitat in buon stato, con un marcato equilibrio delle specie che li compongono. Tra le specie arboree la Robinia (*Robinia pseudoacacia*) è specie alloctona naturalizzata, presente nella maggior parte dei boschi della ZSC "Baraggia di Rovasenda".

Per ciascuna delle stazioni di rilievo è stata condotta un'analisi degli ambienti e degli habitat presenti. Nella stazione M1 la copertura forestale è preponderante, con due tipologie forestali ben distinguibili: il Quercio-carpineto e il Robinieto. Il quercio-carpineto è inserito in allegato I della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE con codice 9160 "Quercio-carpineto di pianura e degli impluvi collinari". Di tale formazione è ben riconoscibile la fisionomia, sebbene accanto alla farnia (*Quercus robur*) e al carpino bianco (*Carpinus betulus*) sia riscontrabile la presenza, anche cospicua, di robinia (*Robinia pseudoacacia*) e, in misura minore, di altre specie come il castagno (*Castanea sativa*) e il cerro (*Quercus cerris*). Anche il sottobosco è caratterizzato dalla presenza di specie tipiche dell'alleanza del *Carpinion* come il mughetto (*Convallaria majalis*) e il sigillo di Salomone (*Polygonatum multiflorum*).

All'interno della trama boschiva si aprono radure a molinieto di limitata estensione. Si tratta di un habitat in allegato I della Direttiva "Habitat" con codice 6410 "Praterie a Molinia su suoli calcarei, argillosi e neutro-acidi".

Il confine ovest dell'area di rilievo floristico è definito dal torrente Marchiazza che scorre incassato tra le sponde boscate a Quercio-carpineto.

La stazione M2 è caratterizzata dall'alternanza di superfici boscate e superfici a radure. Le superfici boscate sono caratterizzate dalla presenza dominante di farnia (*Quercus robur*); sono presenti anche ampie superfici con betuleti d'invasione che insistono sui molinieti, caratterizzanti gran parte delle radure. Le superfici prative restanti sono ricoperte da prati stabili e incolti.

La stazione M3 presenta caratteristiche simili alla stazione M1, con dominanza di copertura forestale a Quercio-carpineto e apertura di radure a molinieto. Lungo il torrente Tortola si sviluppano piccoli nuclei ad ontano nero (*Alnus glutinosa*).

La stazione M4, è localizzata lungo le sponde del torrente Rovasenda, dove la copertura boschiva circostante è caratterizzata da Robinieti. Lungo il corso d'acqua si sviluppa una sottile fascia di ontano nero (*Alnus glutinosa*) e di salice bianco (*Salix alba*). Ad ovest del corso d'acqua iniziano le colture intensive.

A marzo 2018 ad integrazione dei rilievi sopracitati sono stati effettuati ulteriori rilievi vegetazionali e floristici lungo l'intero tracciato in progetto, che confermano quanto già precedentemente caratterizzato. Si tratta grossomodo di aree a quercu-carpinetu con una tipologia di variante abbastanza diffusa, robinieto misto con alcuni tratti di quercu-carpinetu. A macchia sono presenti anche alcune piccole aree a betuleto su brughiera e pineta su brughiera, entrambe sempre in mescolanza a quercu-carpinetu. Dove la vegetazione arborea è rada, nelle chiare in mezzo ai boschi, quindi escludendo le aree agricole sfalciate, si estende la brughiera (cfr. Figura 5-9).

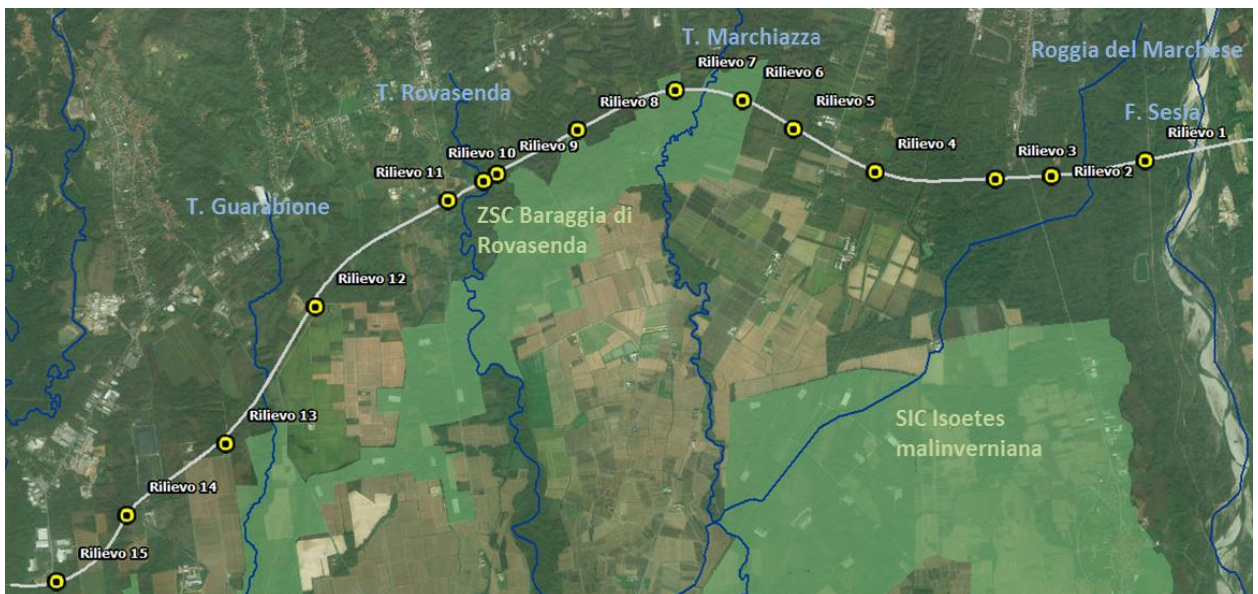


Figura 5-9 Punti di monitoraggio lungo il tracciato in progetto effettuati a febbraio 2018

Il picchettamento del tracciato e il rilievo dei punti sono stati effettuati attraverso strumento GPS sub metrico. Lo studio vegetazionale e fisionomico è stato realizzato attraverso il metodo fitosociologico di Braun-Blanquet (Pirola, 1970), individuando le aree di rilievo di adeguata superficie ed annotando le specie presenti (erbacee, arbustive ed arboree) con i relativi indici di abbondanza-dominanza. La nomenclatura è quella indicata da Pignatti, 1982.

Di seguito sono riportate le schede descrittive dei rilievi effettuati (cfr. Figura 5-10). Per le aree 6 e 7 che interferiscono con la ZSC “Baraggia di Rovasenda” si rimanda allo Studio di Incidenza per una trattazione di dettaglio.

Descrizione Rilievo 1: Robinieto misto

Immagini

Popolamenti di robinia in mescolanza con querce ed altre latifoglie. Si è in prossimità di un'area di divagazione fluviale con rami secondari del fiume Sesia. Cedui, fustaie sopra ceduo e boschi di neoformazione. Cenosi tendenzialmente mesofile e neutrofile. In queste cenosi la robinia si insedia, generalmente, per invasione secondaria su incolti o per infiltrazione a seguito di ceduazioni in boschi circostanti i coltivi. Il rapido sviluppo ed il temperamento eliofilo dimostrato dalla specie è tale per cui queste cenosi tendono a rimanere stabili solo se ceduate regolarmente. Tendenze evolutive verso boschi misti si hanno con la comparsa di specie autoctone diverse in funzione dei diversi ambiti stagionali di diffusione.



Descrizione Rilievo 2: Area tagliata a raso sotto elettrodo

Immagini

Fascia di rispetto di elettrodotto aereo e gasdotto interrato, interessata da continui tagli a raso, calpestamento del terreno con mezzi gommati e cingolati. La vegetazione potenziale sarebbe di Querceto carpineto dell'alta pianura, ma il forte disturbo e continuo taglio ha portato all'ingresso preponderante delle Robinia. Nell'intorno, al di fuori della fascia di rispetto delle reti elettriche e del gas, è presente un Robinieto misto con alcuni relitti di Querceto carpineti.



Descrizione Rilievo 3: Querceto carpineto dell'alta pianura

Immagini

Popolamento a prevalenza di farnia, con ancora una forte presenza di robinia. Si tratta di una zona di transizione dal robinieto misto al Querceto carpineto dell'alta pianura. Localmente in mescolanza con carpino bianco, rovere, roverella, sottobosco caratterizzato dall'abbondante presenza di specie acidofile e di brughiera. E' presente una rete secondaria di scoline artificiali per il deflusso delle acque.



Descrizione Rilievo 4: Quercio-carpinetto dell'alta pianura

Immagini

Popolamenti a prevalenza di farnia, localmente in mescolanza con carpino bianco, rovere, roverella e cerro; sottobosco caratterizzato dall'abbondante presenza di specie acidofile e di brughiera. Il suddetto Tipo forestale costituisce la vegetazione potenziale della pianura terrazzata del Piemonte centro-settentrionale. In alcune piccole aree limitrofe al punto di rilievo la degradazione antropica di questi boschi corrispondono a frammenti di brughiere a *Calluna vulgaris* e *Molinia arundinacea*, che possono tornare al bosco di farnia attraverso uno stadio preparatorio a *Cytisus scoparius* e *Betula pendula* (Betuleto planiziale di brughiera).



Descrizione Rilievo 5: Prateria magra

Immagini

Prateria magra caratterizzata da specie di taglia medio-alta che, anche se fortemente disturbato dalle attività venatorie, è classificabile come molinieta appartenente alla classe *Molinio-Arrhenateretea*, che si sviluppa su terreni a basso-medio contenuto di nutrienti con un'alta percentuale di sostanza organica. L'area è conterminata da alti argini artificiali ed è destinata all'attività di addestramento cani da caccia e attività venatoria (testimoniato dalla numerosa presenza a terra di cartucce di fucile). L'area è localmente interessata da un piccolo impianto arboreo artificiale con esemplari di frassino, *prunus* e acero. In alcuni tratti vi sono affioramenti di falda che ne fanno aree umide.



Descrizione Rilievo 6: Quercio-carpinetto dell'alta pianura

Immagini

Popolamenti a prevalenza di farnia, localmente in mescolanza con carpino bianco, rovere, roverella, cerro e castagno; sottobosco caratterizzato dall'abbondante presenza di specie acidofile e di brughiera. Per quanto riguarda il loro ciclo evolutivo si hanno poche conoscenze dirette, dato che i rapporti di competizione tra rovere, farnia, cerro, frassino e carpino bianco sono ancora poco noti: la farnia ed il frassino sembrano tuttavia avere maggiori propensioni verso un ruolo pioniero. Siamo all'interno del sito di interesse comunitario.



Descrizione Rilievo 7: Brughiera

Immagini

Vegetazione basso-arbustiva acidofila dominata da *Calluna vulgaris* (brughiera), ricca in specie dei generi *Vaccinium*, *Genista*, *Erica* e/o di *Ulex europaeus*. Si tratta di comunità tipiche di pascoli abbandonati e radure dei boschi di latifoglie collinari e submontani. Tali comunità rappresentano una variante caratterizzata da specie più schiettamente termofile e mediterranee.

La componente basso-arbustiva è ben sviluppata, dominata da *Calluna vulgaris* e *Cytisus scoparius*, spesso accompagnate da *Molinia caerulea*. Dove la copertura arbustiva si interrompe, il substrato è colonizzato da fitti tappeti muscinali oppure da comunità di terofite acidofile che vedono la dominanza di *Filago minima*.

Presenti sporadicamente risultano anche le alloctone *Robinia pseudoacacia* e *Quercus rubra*, di cui sono stati osservati sparsi esemplari tra gli arbusti.

Sono presenti giovani esemplari di rinnovazione di Pino silvestre proveniente da una limitrofa stazione di pineta di brughiera, popolamenti di pino silvestre in mescolanza con latifoglie eliofile pioniere e specie quercine, caratterizzati da fitti tappeti di calluna e molinia nel sottobosco. Il pino rappresenta, con ogni probabilità, un relitto post-glaciale che ha colonizzato brughiere ed incolti, soprattutto negli ultimi 30-40 anni. Si tratta di un soprassuolo del tutto transitorio che tende ad evolvere verso un bosco di latifoglie.

Siamo all'interno del sito d'interesse comunitario.



Descrizione Rilievo 8: Querco-carpinetto dell'alta pianura

Immagini

Popolamenti a prevalenza di farnia, localmente in mescolanza con carpino bianco, rovere, roverella, cerro e castagno; sottobosco caratterizzato dall'abbondante presenza di specie acidofile e di brughiera

Per quanto riguarda il loro ciclo evolutivo si hanno poche conoscenze dirette, dato che i rapporti di competizione tra rovere, farnia, cerro, frassino e carpino bianco sono ancora poco noti: la farnia ed il frassino sembrano tuttavia avere maggiori propensioni verso un ruolo pioniero.



Descrizione Rilievo 9: Prato magro da fieno

Immagini

Prato da mesici a pingui, regolarmente falciati e concimati in modo non intensivo, floristicamente ricchi distribuiti dalla pianura alla fascia montan inferiore, riferibili all'alleanza *Arrhenatherion*.



Descrizione Rilievo 10: Quercio-carpineto dell'alta pianura

Immagini

Popolamenti a prevalenza di farnia, localmente in mescolanza con carpino bianco, rovere, roverella, cerro e castagno; sottobosco caratterizzato dall'abbondante presenza di specie acidofile e di brughiera. Presenza del torrente Giara e di alcune opere di captazione che necessitano di un intervento di sistemazione che le renda compatibili dal punto di vista ambientale.



Descrizione Rilievo 11: Prato stabile

Immagini

Area a prato sfalciato regolarmente e destinato all'alimentazione bovina.



Descrizione Rilievo 12: Risaie

Immagini

Area destinata a risaie limitrofe a popolamenti di Quercio-carpineti planiziali. Le aree risultano depresse e continuamente interessate da escavazioni e movimenti terra per la pratica della risicoltura che ne prevede l'allagamento temporaneo.






| Descrizione Rilievo 13: Riserva di caccia "La Baraggia" | Immagini |
|--|--|
| <p>Area destinata ad un utilizzo abbastanza intensivo dal punto di vista venatorio. I boschi presenti sono Quercio-carpineti planiziali tipici della zona. Nell'area di rilievo è presente un bacino d'acqua artificiale probabilmente funzionale al mantenimento degli ambienti legati all'attività venatoria.</p> |  |
| Descrizione Rilievo 14: Betuleto misto planiziale | Immagini |
| <p>Piccoli popolamenti di invasione di betulla in mescolanza con pioppo tremolo, salicome e farnia; sottobosco caratterizzato dalla presenza di specie di brughiera, quali molinia, calluna e felce aquilina. Boschi di neoformazione, senza gestione. Formazioni da mesofile a debolmente mesoxerofile, marcatamente acidofile. Cenosi pioniere originate dalla colonizzazione di brughiere a calluna e molinia e in evoluzione verso Quercio-carpineti dell'alta pianura o, secondariamente, verso i Querceti di rovere. Questo Tipo può colonizzare i terreni abbandonati dall'agricoltura sia indirettamente, passando attraverso una fase arbustiva intermedia a ginestra dei carbonai, sia direttamente, con una pronta e densa rinnovazione di betulla, talora in mescolanza con pioppo tremolo, farnia, e, nel Piemonte nordorientale, con pino silvestre.</p> |  |
| Descrizione Rilievo 15: Quercio-carpineto dell'alta pianura | Immagini |
| <p>Popolamenti a prevalenza di farnia, localmente in mescolanza con carpino bianco, rovere, roverella, cerro e castagno; sottobosco caratterizzato dall'abbondante presenza di specie acidofile e di brughiera Per quanto riguarda il loro ciclo evolutivo si hanno poche conoscenze dirette, dato che i rapporti di competizione tra rovere, farnia, cerro, frassino e carpino bianco sono ancora poco noti: la farnia ed il frassino sembrano tuttavia avere maggiori propensioni verso un ruolo pioniero.</p> |  |

Figura 5-10 Schede descrittive dei rilievi effettuati a marzo 2018

Nella tabella seguente sono riportate le specie presenti in ogni stazione e le relative percentuali di copertura secondo la scala di Braun-Blanquet (cfr. Tabella 5-4):

- 5 = copertura >75%
4 = copertura 50 – 75 %
3 = copertura 25 – 50 %
2 = abbondante, ma con copertura < 25 %
1 = ben rappresentata, ma con copertura < 5 %
+ = presente, con copertura assai scarsa.

| Ri- lievo | Specie | Scala di Braun- Blanquet | |
|--|--|---|---|
| 1 | <i>Hedera helix, Rubus ulmifolius</i> | 4 | |
| | <i>Cornus sanguinea</i> | 3 | |
| | <i>Robinia pseudacacia, Sambucus nigra, Salix eleagnos, Amorpha fruticosa</i> | 2 | |
| | <i>Ligustrum vulgare, Clematis vitalba, Brachypodium sylvaticum</i> | 1 | |
| | <i>Ulmus glabra, Fraxinus excelsior, Acer negundo, Populus nigra, Prunus spinosa, Lonicera caprifolium, Malus sylvestris, Rosa cfr. canina, Agrimonia eupatoria, Geranium robertianum, Parietaria officinalis, Alliarica petiolata</i> | + | |
| | <i>Ligustrum vulgare</i> | 3 | |
| | <i>Rubus ulmifolius, Agrimonia eupatoria</i> | 2 | |
| | <i>Cornus sanguinea, Bromus sterilis, Poa pratensis, Geranium robertianum, Setaria viridis</i> | 1 | |
| | 2 | <i>Fraxinus ornus, Ulmus minor, Amorpha fruticosa, Crataegus monogyna, Hedera helix, Clematis vitalba, Sorghum halepense, Galium album, Euphorbia celioscopia, Reseda lutea, Verbena officinalis, Poa compressa, Lathyrus pratensis, Ambrosia artemisifolia, Sonchus oleraceus, Mentha spicata, Calystegia sepium, Hypericum perforatum, Dactylis glomerata, Senecio inaequidens, Plantago lanceolata, Lapsana communis, Ranunculus acris, Artemisia vulgaris, Brachypodium sylvaticum, Medicago lupulina</i> | + |
| | | <i>Vinca minor L</i> | 4 |
| <i>Quercus robur L., Tilia cordata Miller, Fraxinus excelsior L., Corylus avellana L., Carpinus betulus L., Hedera helix L.,</i> | | 3 | |
| <i>Polygonatum multiflorum (L.), Aristolochia pallida Willd., Symphytum tuberosum L., Anemone nemorosa L., Carex digitata L., Poa nemoralis L., Robinia pseudo-acacia L.</i> | | 2 | |
| 3 | | <i>Festuca heterophylla Lam., Euphorbia dulcis L., Primula vulgaris Hudson, Lamiastrum galeobdolon (L.), Dryopteris affinis (Lowe) Fr.-Jenk., Acer campestre L., Brachypodium sylvaticum, Viola riviniana Rchb., Carex brizoides L., Rubus caesius L., Matteuccia struthiopteris (L.) Tod., Cardamine bulbifera (L.) Crantz, Cardamine heptaphylla, Paris quadrifolia L., Euonymus europaeus L., Crataegus monogyna Jacq., Ligustrum vulgare L., Tamus communis L., Fragaria vesca L., Ranunculus ficaria L., Aegopodium podagraria L., Melica nutans L., Doronicum pardalianches L., Athyrium filix-foemina (L.) Roth, Aconitum vulparia Rchb.</i> | + |
| | | <i>Carpinus betulus L., Corylus avellana L.,</i> | 4 |
| | | <i>Tilia cordata Miller,</i> | 3 |
| | | <i>Quercus robur L., Vinca minor L., Fraxinus excelsior L., Anemone nemorosa L., Carex digitata L.,</i> | 2 |
| | | <i>Polygonatum multiflorum (L.), Melica nutans L.</i> | 1 |
| | | 4 | <i>Aristolochia pallida Willd, Convallaria majalis L., Prunus avium L., Festuca heterophylla Lam., Carex umbrosa Host, Daphne mezereum L., Symphytum tuberosum L., Euphorbia dulcis L., Castanea sativa Miller (plant.), Brachypodium sylvaticum, Viola riviniana Rchb., Poa nemoralis L., Hepatica nobilis Mill., Carex brizoides L., Euonymus europaeus L., Rosa canina L., Buxus sempervirens L., Pinus strobus L. (plant.), Luzula pilosa (L.) Willd, Rubus hirtus W. et K.</i> |

| Ri- lievo | Specie | Scala di Braun- Blanquet |
|--------------|--|-----------------------------|
| 5 | <i>Anthoxanthum odoratum</i> L. subsp. <i>Odoratum</i> | 4 |
| | <i>Holcus lanatus</i> L. | 3 |
| | <i>Agrostis capillaris</i> L., <i>Festuca pratensis</i> Huds. subsp. <i>Pratensis</i> | 2 |
| | <i>Poa sylvicola</i> Guss., <i>Ranunculus acris</i> L. subsp. <i>Acris</i> , <i>Rumex acetosa</i> L. subsp. <i>Acetosa</i> | 1 |
| | <i>Achillea roseo-alba</i> Ehrend., <i>Ajuga reptans</i> L., <i>Cardamine matthioli</i> Moretti, <i>Centaurea nigrescens</i> Willd., <i>Cerastium holosteoides</i> Fr., <i>Leontodon autumnalis</i> L., <i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv., <i>Plantago lanceolata</i> L., <i>Trifolium repens</i> L. subsp. <i>repens</i> | + |
| 6 | <i>Carpinus betulus</i> L. | 4 |
| | <i>Vinca minor</i> L., <i>Tilia cordata</i> Miller, <i>Anemone nemorosa</i> L. | 3 |
| | <i>Quercus robur</i> L. (As), <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Euonymus europaeus</i> L. | 2 |
| | <i>Melica nutans</i> L., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz, <i>Rubus caesius</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Symphytum tuberosum</i> L. | 1 |
| | <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All., <i>Aristolochia pallida</i> Willd., <i>Euphorbia dulcis</i> L., <i>Primula vulgaris</i> Hudson, <i>Asarum europaeum</i> L., <i>Leucojum vernum</i> L., <i>Geranium nodosum</i> L., <i>Lamium galeobdolon</i> (L.), <i>Lilium martagon</i> L., <i>Carex digitata</i> L., <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Hedera helix</i> L., <i>Poa nemoralis</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Ligustrum vulgare</i> L., <i>Cornus mas</i> L., <i>Ranunculus ficaria</i> L., <i>Polygonum bistorta</i> L., <i>Artemisia vulgaris</i> L. | + |
| | <i>Pinus strobus</i> L., <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull | 3 |
| | <i>Rubus</i> sp. | 2 |
| 7 | <i>Agrostis capillaris</i> L., <i>Cytisus scoparius</i> (L.), <i>Danthonia decumbens</i> (L.), <i>Festuca filiformis</i> Pourr., <i>Frangula alnus</i> Mill. subsp. <i>Alnus</i> , <i>Genista germanica</i> L., <i>Genista tinctoria</i> L., <i>Hieracium umbellatum</i> agg., <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Populus tremula</i> L., <i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch., <i>Ditrichum flexicaule</i> (Schwägr.) | 1 |
| | <i>Betula pendula</i> Roth, <i>Juncus tenuis</i> Willd., <i>Lotus corniculatus</i> L., <i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej., <i>Quercus rubra</i> L. | + |
| | <i>Carpinus betulus</i> L. | 5 |
| | <i>Vinca minor</i> L. | 4 |
| | <i>Carex digitata</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Quercus robur</i> L. | 2 |
| | <i>Melica nutans</i> L., <i>Euonymus europaeus</i> L., <i>Anemone nemorosa</i> L., <i>Symphytum tuberosum</i> L. | 1 |
| | <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All., <i>Aristolochia pallida</i> Willd., <i>Euphorbia dulcis</i> L., <i>Primula vulgaris</i> Hudson, <i>Asarum europaeum</i> L., <i>Leucojum vernum</i> L., <i>Anemone ranunculoides</i> L., <i>Lilium martagon</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Viola riviniana</i> Rchb., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus caesius</i> L., <i>Cardamine heptaphylla</i> , <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Cornus mas</i> L., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Artemisia vulgaris</i> L. | + |
| 9 | <i>Anthoxanthum odoratum</i> L. subsp. <i>Odoratum</i> | 3 |
| | <i>Agrostis capillaris</i> L., <i>Festuca pratensis</i> Huds. subsp. <i>Pratensis</i> , <i>Holcus lanatus</i> L., <i>Poa sylvicola</i> Guss. | 2 |
| | <i>Achillea roseo-alba</i> Ehrend., <i>Ajuga reptans</i> L., <i>Ranunculus acris</i> L. subsp. <i>Acris</i> , <i>Ranunculus repens</i> L. | 1 |
| | <i>Trifolium repens</i> L. subsp. <i>Repens</i> , <i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv., <i>Lolium perenne</i> L., <i>Leontodon autumnalis</i> L., <i>Centaurea nigrescens</i> Willd., <i>Carex ovalis</i> Gooden., <i>Cardamine matthioli</i> Moretti | + |
| | <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Tilia cordata</i> Miller | 3 |
| 10 | <i>Corylus avellana</i> L., <i>Hedera helix</i> L. | 2 |
| | <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Anemone nemorosa</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Quercus robur</i> L. | 1 |

| Ri- lievo | Specie | Scala di Braun- Blanquet |
|--------------|---|-----------------------------|
| 11 | <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All., <i>Convallaria majalis</i> L., <i>Vinca minor</i> L., <i>Euphorbia dulcis</i> L., <i>Primula vulgaris</i> Hudson, <i>Viola reichenbachiana</i> Jordan, <i>Carex sylvatica</i> Hudson, <i>Corydalis solida</i> (L.) Swartz, <i>Acer campestre</i> L., <i>Carex digitata</i> L., <i>Viola riviniana</i> Rchb., <i>Erythronium dens-canis</i> L., <i>Scilla bifolia</i> L., <i>Euonymus europaeus</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Rubus hirtus</i> W. et K., <i>Lonicera japonica</i> Thunb. | + |
| | <i>Achillea millefolium</i> agg., <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.), <i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>Glomerata</i> , <i>Holcus lanatus</i> L., <i>Leontodon hispidus</i> L., <i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>Corniculatus</i> , | 2 |
| | <i>Trisetaria flavescens</i> (L.), <i>Trifolium repens</i> L. subsp. <i>Repens</i> , <i>Trifolium pratense</i> L. subsp. <i>Pretense</i> , <i>Stellaria graminea</i> L., <i>Rumex acetosa</i> L. subsp. <i>Acetosa</i> , <i>Ranunculus acris</i> L. subsp. <i>Acris</i> , <i>Poa angustifolia</i> L., <i>Plantago lanceolata</i> L., <i>Pimpinella major</i> (L.) Huds., <i>Festuca pratensis</i> Huds., <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Daucus carota</i> L. | 1 |
| | <i>Agrostis capillaris</i> L., <i>Galium mollugo</i> L. subsp. <i>Mollugo</i> , <i>Lolium perenne</i> L., <i>Rumex acetosella</i> L. subsp. <i>Acetosella</i> , <i>Silene vulgaris</i> (Moench), <i>Solidago gigantea</i> Aiton | + |
| | <i>Carpinus betulus</i> L. | 4 |
| 13 | <i>Quercus robur</i> L., <i>Vinca minor</i> L., | 3 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Carex digitata</i> L. | 2 |
| | <i>Melica nutans</i> L., <i>Euonymus europaeus</i> L., <i>Anemone nemorosa</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Symphytum tuberosum</i> L. | 1 |
| | <i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd., <i>Ranunculus ficaria</i> L., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All., <i>Euphorbia dulcis</i> L., <i>Primula vulgaris</i> Hudson, <i>Asarum europaeum</i> L., <i>Anemone ranunculoides</i> L., <i>Lilium martagon</i> L., <i>Viola riviniana</i> Rchb., <i>Rubus caesius</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Cornus mas</i> L., <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | + |
| | <i>Anemone nemorosa</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth, <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull, <i>Tilia cordata</i> Miller | 3 |
| 14 | <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Euonymus europaeus</i> L., <i>Quercus robur</i> L. (As), <i>Rubus</i> sp., <i>Molinia caerulea</i> (L.) | 2 |
| | <i>Agrostis capillaris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Cytisus scoparius</i> (L.), <i>Danthonia decumbens</i> (L.), <i>Ditrichum flexicaule</i> (Schwägr.), <i>Festuca filiformis</i> Pourr., <i>Fragula alnus</i> Mill. subsp. <i>Alnus</i> , <i>Genista germanica</i> L., <i>Genista tinctoria</i> L., <i>Hieracium umbellatum</i> agg., <i>Melica nutans</i> L., <i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch, <i>Rubus caesius</i> L., <i>Symphytum tuberosum</i> L. | 1 |
| | <i>Ranunculus ficaria</i> L., <i>Poa nemoralis</i> L., <i>Primula vulgaris</i> Hudson, <i>Poa nemoralis</i> L., <i>Petasites albus</i> (L.) Gaertn., <i>Lotus corniculatus</i> L., <i>Geranium nodosum</i> L., <i>Erythronium dens-canis</i> L., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Cyclamen purpurascens</i> Miller, <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Carex digitata</i> L., <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Artemisia vulgaris</i> L. | + |
| | <i>Quercus robur</i> L., <i>Vinca minor</i> L. | 4 |
| | <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Corylus avellana</i> L. | 3 |
| 15 | <i>Euonymus europaeus</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L. | 2 |
| | <i>Melica nutans</i> L., <i>Carex digitata</i> L., <i>Anemone nemorosa</i> L., <i>Symphytum tuberosum</i> | 1 |
| | <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All., <i>Aristolochia pallida</i> Willd., <i>Euphorbia dulcis</i> L., <i>Primula vulgaris</i> Hudson, <i>Asarum europaeum</i> L., <i>Anemone ranunculoides</i> L., <i>Lilium martagon</i> L., <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Viola riviniana</i> Rchb., <i>Erythronium dens-canis</i> L., <i>Rubus caesius</i> L., <i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz, <i>Cornus mas</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Ranunculus ficaria</i> L., <i>Artemisia vulgaris</i> L. | + |

Tabella 5-4 Specie presenti in ogni stazione e le relative percentuali di copertura secondo la scala di Braun-Blanquet

5.3.3 INQUADRAMENTO FAUNISTICO

L'area in esame è caratterizzata prevalentemente da habitat boschivi, comprendenti anche la vegetazione riparia lungo i corsi d'acqua, ed agricoli.

La fauna degli ambienti forestali è composta prevalentemente da specie ad ampia diffusione, appartenenti a tutti i *taxa*. I boschi sono habitat importanti per gli uccelli sia passeriformi che non passeriformi e per i chiroterri, in quanto offrono loro opportunità di rifugio, "producono" prede e sono elementi di riferimento, nel paesaggio, che gli esemplari seguono nei loro spostamenti. In questi ambienti sono numerose anche le specie di anfibi e di rettili che durante lunghi periodi dell'anno vivono all'interno delle aree forestali e sono strettamente legate a questo tipo di habitat.

I corsi d'acqua costituiscono importanti corridoi per la dispersione della fauna e il collegamento tra biotopi, grazie alla fascia di vegetazione presente sulle sponde e nelle aree di esondazione. Gli ecosistemi acquatici hanno una produttività molto elevata e costituiscono aree di riproduzione e alimentazione per innumerevoli specie, soprattutto delle Classi *Amphibia* e *Aves*. Il disturbo umano ridotto e l'abbondanza di cibo favoriscono la sosta di numerose specie di uccelli migratori. La presenza di acque lentiche, con corrente debole o assente, favorisce lo sviluppo della vegetazione acquatica e di ripa e di tutte le specie animali che vi trovano rifugio e alimentazione.

Negli agroecosistemi e negli ambienti edificati, invece, la presenza dell'uomo che ha trasformato i caratteri naturali del territorio modificando le biocenosi presenti ha fatto sì che la fauna tipica di tali sistemi sia caratterizzata da specie prevalentemente sinantropiche, più facilmente adattabili ai potenziali elementi di disturbo.

In particolare, nelle aree agricole coltivate in maniera intensiva il popolamento faunistico è ridotto. La scarsità di vegetazione spontanea e la rarefazione delle colture non intensive costituiscono fattori fortemente limitanti per la fauna. La monotonia ed estrema semplificazione degli habitat fa sì che le specie presenti siano perlopiù generaliste ed antropofile, con la notevole eccezione degli aironi (*Ardeidae*) che utilizzano le risaie come surrogati artificiali di habitat palustri trovandovi favorevoli condizioni per l'alimentazione, rimanendo comunque legati ad ambienti di vegetazione naturale per la riproduzione.

Gli ambienti edificati offrono una discreta disponibilità di aree di rifugio per chiroterri e specie ornitiche nidificanti in cavità. La fauna presenta livelli di diversità talvolta anche elevati, ma generalmente dominati da specie generaliste ad ampia adattabilità ecologica.

Di seguito vengono riportate le specie faunistiche tipiche degli ambienti individuati nell'area interessata dalla nuova opera stradale, con riferimento alle classi: *Mammalia*, *Amphibia et Reptilia* e *Aves*.

Mammiferi

La maggioranza delle specie con una valenza di tipo conservazionistico è legata ad ambienti protetti e/o ai soprassuoli boscati più estesi, mentre sul resto del territorio la diversità è decisamente più ridotta. Analogamente alle altre Classi di Vertebrati, la mammalofauna del sito di progetto ha risentito notevolmente dello sviluppo industriale ed agricolo e risulta più ridotto rispetto alle aree protette del comprensorio.

Con l'eccezione dei Chiroterri, le specie della mammalofauna con presenza certa o possibile nell'area in esame non presenta particolarità di notevole importanza. I Roditori e gli Insettivori sono caratterizzati da specie ad ampio spettro ecologico o adattate ad ambienti antropici e rurali. Molte specie che sfruttano aree agricole per alimentarsi dipendono da residue aree a vegetazione spontanea come siti di rifugio e riproduzione: tra queste tutti i Carnivori (Volpe *Vulpes vulpes*, Tasso *Meles meles*, Donnola *Mustela nivalis*, Puzzola *Mustela putorius*) e i Lagomorfi (Lepre *Lepus capensis*,

Coniglio selvatico *Oryctolagus cuniculus*). Tra i Mammiferi si segnala anche la presenza di specie di ungulati di grande taglia: cinghiale (*Sus scrofa*), cervo (*Cervus elaphus*) e capriolo (*Capreolus capreolus*).

Diverse specie di Chiroterri sono segnalate in Allegato B o D del DPR 248/97: “Regolamento di attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”. La loro presenza è però limitata nell’area in esame vista la scarsità di alberi maturi con cavità e la presenza di manufatti moderni che offrono pochi siti di rifugio, svernamento o riproduzione alle specie segnalate.

Erpetofauna

Le specie presenti sono prevalentemente caratterizzate da un’ecologia di tipo generalista e sono ben diffuse a livello nazionale, ad eccezione di due importanti specie di Anuri: la rana di Lataste (*Rana latastei*) e il pelobate fosco (*Pelobates fuscus insubricus*).

Il pelobate fosco è probabilmente l’anfibio italiano più raro e minacciato di estinzione, tanto che è stato incluso tra le specie prioritarie della Direttiva Habitat 92/43/CEE, ossia tra le specie più rare in assoluto nel territorio europeo, per le quali l’Unione si assume l’obiettivo indifferibile della conservazione. Il pelobate, un tempo assai diffuso in tutti gli ambienti idonei della Pianura Padana, ha subito un forte declino negli ultimi decenni a seguito sia della riduzione degli ambienti adatti alla sopravvivenza sia dell’introduzione di tecniche agricole ad elevato impatto ambientale.

La rana di Lataste è una specie di grande interesse zoogeografico, in quanto costituisce un taxon endemico dell’Italia settentrionale, con penetrazione nella Svizzera meridionale e in Istria. Il suo *status* di conservazione è “in pericolo” ed è elencata negli Allegati B e D del DPR 357/97 (specie animale di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione e che richiede una protezione rigorosa). La specie frequenta i boschi igrofilii, dove utilizza, per la riproduzione, piccole pozze d’acqua.

Tra le altre specie di Anfibi, nell’area in esame potrebbero essere presenti: Tritone crestato (*Triturus cristatus*), Tritone punteggiato (*Triturus vulgaris*), Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), Rospo comune (*Bufo bufo*), Raganella italiana (*Hyla intermedia*), Rana verde di Lessona (*Rana lessonae*) e Rana dalmatina (*Rana dalmatina*).

Le specie della Classe *Reptilia* con presenza certa o possibile sono adattate ad un ampio ventaglio di habitat; sono ancora presenti specie di rilievo, soprattutto tra quelle legate ad ambienti umidi. Il popolamento annovera quindi sia specie ad ampia diffusione e con capacità di adattamento, sia specie a distribuzione molto localizzata e tendente verso un ulteriore decremento.

Alcune di queste specie (ad esempio la Lucertola muraiola *Podarcis muralis*) possono essere considerate specie tendenzialmente antropofile. Il Biacco (*Hierophis viridiflavus*) e il Ramarro (*Lacerta viridis*) presentano un’ampia distribuzione a livello nazionale. La Natrice tesellata (*Natrix tesellata*) è considerata a livello nazionale una specie parzialmente minacciata.

La Testuggine d’acqua (*Emys orbicularis*) è ancora abbastanza comune in alcune regioni italiane, ma ha subito in generale una drastica diminuzione essendo legata ad ambienti paludosi che stanno rapidamente scomparendo dai nostri territori; è segnalata con uno status di conservazione a “Minor preoccupazione”.

Tra le altre specie di Rettili, nell’area in esame potrebbero essere presenti: Orbettino (*Anguis fragilis*), Biscia dal collare (*Natrix natrix*), Colubro liscio (*Coronella austriaca*), Colubro di Esculapio (*Zamenis longissimus*), Vipera comune (*Vipera aspis*).

Oltre alle specie a priorità di conservazione sopra citate si segnala anche la presenza di specie di rettili e anfibi caratterizzate da una sensibilità verso i fenomeni di antropizzazione, pur non presentando uno status tale da farne temere l'estinzione: *Bufo viridis*, *Hyla intermedia*, *Triturus cristatus*, *Podarcis sicula*, *P. muralis*, *Lacerta viridis*, *Coronella austriaca*, *Zamenis longissimus* e *Hierophis viridiflavus*. Queste specie rientrano tra le specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa (Allegato D del DPR 357/97: "Regolamento di attuazione della Direttiva Habitat 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche").

Ittiofauna

Molte delle specie presenti sono caratteristiche dei grandi fiumi planiziari come il Sesia, con correnti ridotte e abbondanza di sostanza organica in sospensione (zona a barbi, zona a carpe). Specie più esigenti, che richiedono acque limpide e di buona qualità, trovano idonee condizioni di vita presso i fontanili e i canali e rogge da questi alimentati. L'uniformità della temperatura dell'acqua dei fontanili (12-14 °C tutto l'anno) li rende ambienti importanti per la riproduzione di specie come il Luccio (*Esox lucius*). Alcune specie ittiche migratrici lungo l'asta dei corsi d'acqua hanno risentito della costruzione di dighe ed altre opere e idrauliche che risultano ostacoli insormontabili. Su scala minore, lo sbarramento di presa del Roggione di Sartirana sul fiume Sesia impedisce il transito ittico tra questo fiume e il Po.

Per le acque a velocità ridotta, come il Fiume Sesia, sono caratteristiche le seguenti specie: Anguilla (*Anguilla anguilla*), Triotto (*Rutilus erythrophthalmus*), Pigo (*Rutilus pigo*), Scardola (*Scardinius erythrophthalmus*), Alborella (*Alburnus alburnus*), Carassio (*Carassius carassius*), Carpa (*Cyprinus carpio*), Pesce gatto (*Ictalurus melas*), Luccio (*Esox lucius*), Gambusia (*Gambusia holbrooki*), Spinarello (*Gasterosteus aculeatus*). Tra queste, il Pigo e lo Spinarello sono specie "Vulnerabili" individuate dalla Lista Rossa IUCN, mentre il Luccio è una specie a "Minor preoccupazione". Il Pigo è una specie elencata nell'Allegato B del DPR 357/97.

Avifauna

In prossimità dei corsi d'acqua principali, il popolamento è caratterizzato da un popolamento ornitico contraddistinto da un elevato numero di specie migratrici e svernanti. La maggioranza delle specie con una valenza di tipo conservazionistico è legata ad ambienti protetti, mentre sul resto del territorio la diversità è decisamente più ridotta.

Analogamente alle altre Classi di Vertebrati, il popolamento ornitico del sito in esame ha risentito notevolmente dello sviluppo industriale ed agricolo e risulta più ridotto rispetto alle aree protette vicine, sia per quanto concerne le specie nidificanti, sia per le svernanti e le migratrici.

Di particolare importanza per il comprensorio padano è la Famiglia degli *Ardeidae*, in particolare: Nitticora, *Nycticorax nycticorax*; Garzetta, *Egretta garzetta*; Airone cenerino, *Ardea cinerea*; Sgarza ciuffetto, *Ardeola ralloides*; Airone rosso, *Ardea purpurea*. L'Italia ospita le più importanti popolazioni nidificanti di Nitticora e Garzetta di tutta Europa: la zona della Padania occidentale contiene rispettivamente i 2/3 della popolazione nidificante italiana di Nitticora e i 2/5 di quella di Garzetta. Le cinque specie si riproducono in colonie monospecifiche o miste dette "garzaie", che tendono a localizzarsi negli stessi luoghi anno dopo anno. Tipicamente sono sedi di garzaie piccoli appezzamenti di pochi ettari di estensione a vegetazione spontanea, con relitti di boschi igrofilo di latifoglie e saliceti a struttura arbustiva.

Nel mese di ottobre 2010 sono stati eseguiti rilievi speditivi per l'individuazione delle specie faunistiche in quattro aree, più o meno coincidenti con quelle considerate per il monitoraggio floristico, nei pressi della ZSC "Baraggia di Rovasenda" (cfr. Figura 5-11):

- Bosco del Re, lato nord nell'azienda faunistico-venatoria in prossimità al Torrente Marchiazza (area 1);
- Fornace Vegis e S.Fabiano (a sud) - Torrente Marchiazza (alla destra idrografica) (area 2);
- C.na Mossa - C.na Biellese, Baraggia di S.Maria (area 3);
- C.na Pubbione e Torrente Rovasenda (area 4).

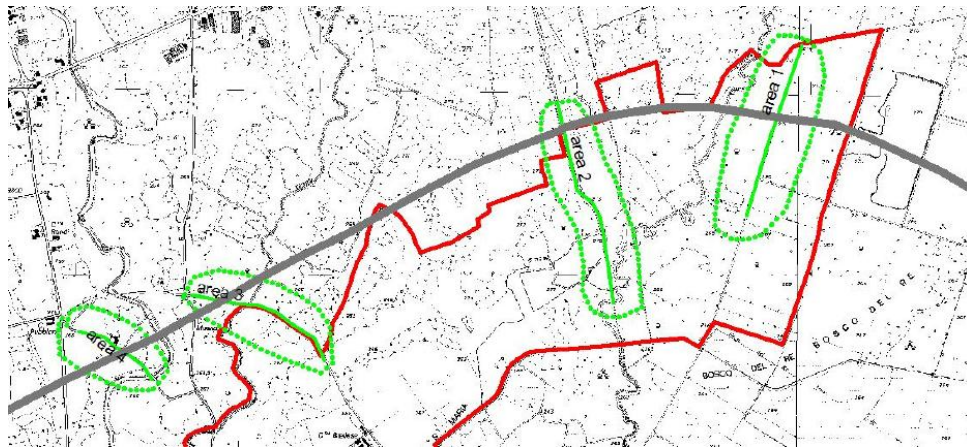


Figura 5-11 Transesti ed aree di rilievo (in verde) della fauna nei pressi della ZSC "Baraggia di Rovasenda" (in rosso)

Considerando la stagione autunnale, i dati sono stati quasi totalmente limitati all'avifauna, sebbene sia stato possibile raccogliere anche alcuni dati puntuali su alcune specie ancora attive di odonati, lepidotteri e rettili.

Presso l'area 1, il dato principale riguarda la rilevazione di una popolazione di *Sympecma paedisca*, specie inserita in allegato IV della Direttiva Habitat, presso la zona a molinetto, vicina al torrente Marchiazza.

Nella stessa area è da segnalare anche la presenza di *Sympetrum fonscolombii*, specie assai più comune.

L'avifauna rilevata nell'area 1 è rappresentata dalle seguenti specie, molte delle quali legate all'ambiente forestale:

- Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*);
- Ghiandaia (*Garrulus glandarius*);
- Picchio verde (*Picus viridis*);
- Picchio rosso maggiore (*Picoides major*);
- Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*);
- Merlo (*Turdus merula*);
- Pettiroso (*Erithacus rubecula*);
- Codibugnolo (*Aegithalos caudatus*);
- Cinciallegra (*Parus major*);
- Cinciarella (*Parus caeruleus*);
- Fringuello (*Fringilla coelebs*).

Presso l'area 2 sono state rilevate le seguenti specie ornitiche:

- Poiana (*Buteo buteo*);

- Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*);
- Ghiandaia (*Garrulus glandarius*);
- Gazza (*Pica pica*);
- Picchio rosso maggiore (*Picoides major*);
- Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*);
- Pispola (*Anthus pratensis*);
- Merlo (*Turdus merula*);
- Pettiroso (*Erithacus rubecula*);
- Cinciallegra (*Parus major*);
- Luì piccolo (*Phylloscopus collybita*);
- Fringuello (*Fringilla coelebs*).

Presso l'area 3 è stata segnalata la presenza del Picchio rosso minore (*Picoides minor*) e dell'Airone cenerino (*Ardea cinerea*).

Nell'area 3 sono state rilevate le seguenti specie ornitiche:

- Airone cenerino (*Ardea cinerea*);
- Poiana (*Buteo buteo*);
- Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*);
- Ghiandaia (*Garrulus glandarius*);
- Gazza (*Pica pica*);
- Picchio rosso maggiore (*Picoides major*);
- Picchio rosso minore (*Picoides minor*);
- Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*);
- Merlo (*Turdus merula*);
- Pettiroso (*Erithacus rubecula*);
- Cinciallegra (*Parus major*);
- Luì piccolo (*Phylloscopus collybita*);
- Fringuello (*Fringilla coelebs*).

Tra gli odonati sono stati rilevati *Sympetrum striolatum* e *Sympetrum fonscolombii* mentre nel caso dei lepidotteri è stata rilevata *Gonepteryx rhamni*. Tra i rettili si segnala la sola Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*).

Nell'area 4, in corrispondenza del Torrente Rovasenda, sono state rilevate le seguenti specie:

- Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*);
- Ghiandaia (*Garrulus glandarius*);
- Gazza (*Pica pica*);
- Picchio rosso maggiore (*Picoides major*);
- Martin pescatore (*Alcedo atthis*);
- Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*);
- Ballerina bianca (*Motacilla alba*);
- Merlo (*Turdus merula*);
- Pettiroso (*Erithacus rubecula*);

- Cinciallegra (*Parus major*);
- Fringuello (*Fringilla coelebs*).

Da sottolineare la presenza di specie tipicamente legate ai corsi d'acqua (in questo caso il Torrente Rovasenda), quali il Martin pescatore (*Alcedo atthis*) e la Ballerina bianca (*Motacilla alba*).

A marzo 2018 ad integrazione dei rilievi sopracitati sono stati effettuati ulteriori rilievi faunistici lungo l'intero tracciato in progetto, nelle stesse stazioni in cui sono stati effettuati i rilievi vegetazionali e floristici (cfr. Figura 5-9).

Il picchettamento del tracciato e il rilievo dei punti sono stati effettuati attraverso strumento GPS sub metrico. Lo studio faunistico è stato realizzato attraverso il metodo diretto in campo, individuando come target rappresentativi i rilievi entomologici, i rilievi erpetologici ed i rilievi per i piccoli mammiferi:

- l'indagine sui Coleotteri geobi è stata svolta effettuando campionamenti mediante trappole a caduta "Barber" (*pitfall traps*);
- il monitoraggio dei Rettili è stato effettuato tramite rilevamento visivo diretto lungo transetti di lunghezza fissa all'interno di ciascuna particella sperimentale;
- il rilievo dei piccoli Mammiferi è stato effettuato mediante trappole a vivo modello "Sherman" (Gurnell e Flowerdew, 2005).

Rilievi entomologici

L'indagine sui Coleotteri geobi è stata svolta effettuando campionamenti mediante trappole a caduta "Barber" (*pitfall traps*), costituite da recipienti di capacità pari a 500 ml, posizionati in griglia regolare, a cinque metri di distanza l'uno dall'altro. In ognuna delle 15 particelle soggette ad indagine sono state quindi attivate 9 trappole a caduta. Le trappole sono state innescate con aceto di vino e coperte con sassi, sia per evitare l'ingresso di materiale dall'esterno e la diluizione dell'aceto a causa dell'acqua piovana, sia per renderle meno facilmente individuabili (cfr. Figura 5-12).

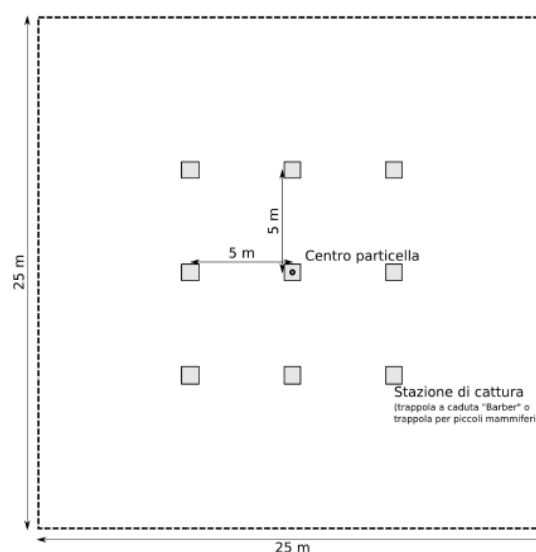


Figura 5-12 Metodo di campionamento per i Coleotteri geobi

L'indagine relativa alla fauna invertebrata presente nell'area di studio è stata condotta prendendo in considerazione alcuni taxa di invertebrati geobi facilmente campionabili con metodi standardizzati, e in grado di consentire una va-

lutazione diretta delle modifiche delle cenosi presenti e delle dinamiche relazionali tra vegetazione e fauna. In particolare, si è provveduto a raccogliere indicazioni sulla presenza dei seguenti gruppi faunistici: *Carabidae*, *Silphidae*, *Geotrupidae*.

Al termine dei campionamenti tutte le trappole a caduta sono state rimosse.

La Tabella successiva riporta i risultati dei campionamenti *ante operam* suddivisi per stazione e per famiglia. Sono state complessivamente raccolte 20 specie di Carabidi, 3 specie di Silfidi e una specie di Geotrupidi (cfr. Figura 5-13).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------------------|-----|-----|----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|
| Carabidae | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Abax continuus</i> | 38 | 23 | 36 | 13 | 43 | 7 | 36 | 10 | 25 | 24 | 30 | 15 | 32 | 10 | 39 |
| <i>Amara cfr nitida</i> | 12 | 24 | 17 | 25 | 25 | 49 | 3 | 43 | 15 | 12 | 20 | 26 | 24 | 42 | 4 |
| <i>Bembidion lampros</i> | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 1 | - | - | - | - |
| <i>Calathus melanocephalus</i> | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | - |
| <i>Calathus rubripes</i> | 46 | 18 | 19 | 4 | 14 | 11 | 13 | 11 | 40 | 15 | 15 | 8 | 12 | 8 | 10 |
| <i>Carabus convexus</i> | 2 | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 | 2 | - | - | 2 | - | - |
| <i>Carabus coriaceus</i> | 2 | - | 2 | 1 | 3 | 2 | - | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | - |
| <i>Carabus germari</i> | 2 | - | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | - |
| <i>Carabus glabratus</i> | 62 | 43 | 23 | 37 | 34 | 38 | 37 | 40 | 50 | 25 | 12 | 36 | 31 | 26 | 38 |
| <i>Carabus granulatus</i> | 1 | - | - | 3 | - | 1 | - | 1 | 2 | - | - | 3 | - | 1 | - |
| <i>Carabus intricatus</i> | 5 | 1 | - | - | 2 | 1 | - | 4 | 2 | - | - | - | 2 | 2 | 2 |
| <i>Cychnus caraboides</i> | - | - | - | 3 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | 2 | 3 | 2 | 1 |
| <i>Cymindis cingulata</i> | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Harpalus atratus</i> | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Harpalus latus</i> | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - | - | - |
| <i>Platyderus rufus transalpinus</i> | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| <i>Pseudophonus griseus</i> | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Pseudophonus rufipes</i> | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - | - | - | - |
| <i>Pterostichus micans</i> | 7 | 1 | 1 | 7 | 5 | 5 | 4 | 1 | 6 | 3 | 1 | 6 | 5 | 8 | 6 |
| <i>Sinuchus nivalis</i> | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Geotrupidae | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anoplotrupes stercorosus</i> | 348 | 121 | 84 | 79 | 336 | 71 | 268 | 97 | 142 | 110 | 65 | 69 | 253 | 8 | 210 |
| Silphidae | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nicrophorus vespilloides</i> | 63 | 15 | 5 | 13 | 2 | 1 | 21 | 6 | 50 | 25 | 8 | 9 | 4 | 2 | 22 |
| <i>Phosphuga atrata</i> | 29 | 9 | 4 | 21 | 7 | 29 | 6 | 25 | 36 | 12 | 6 | 26 | 8 | 29 | 8 |
| <i>Silpha carinata</i> | 47 | 33 | 11 | 38 | 12 | 10 | 8 | 12 | 45 | 36 | 15 | 44 | 15 | 15 | 9 |

Figura 5-13 Risultati dei campionamenti entomologici *ante operam*: numero di individui catturati per particella

Le tre specie di Silfidi, *Nicrophorus vespilloides*, *Phosphuga atrata* e *Silpha carinata*, sono risultate presenti in tutte le parcelle indagate, anche se con frequenze differenti. Lo stesso vale per *Anoplotrupes stercorosus*, un Geotrupide piuttosto comune con un'ampia diffusione, che è risultato essere la specie più abbondante in assoluto nell'area indagata, con ben 2.261 esemplari catturati.

Fra i Carabidi rilevati, la maggior parte delle specie è piuttosto sporadica con catture limitate. La cenosi risulta in massima parte costituita da entità in prevalenza silvicole quali *Abax continuus*, *Calathus rubripes*, *Carabus coriaceus* e *Pterostichus micans*, con l'aggiunta di una specie tendenzialmente silvicola, ma spesso comune anche in aree arbustive o prative come *Carabus glabratus*, che è risultato il Carabide più abbondante nell'area indagata.

A queste specie si aggiunge un'entità tipica di aree prative o aperte come *Amara cfr. nitida*.

Rilievi erpetologici

Il monitoraggio dei Rettili è stato effettuato tramite rilevamento visivo diretto lungo transetti di lunghezza fissa all'interno di ciascuna delle 15 particelle sperimentali. In particolare, il percorso ha utilizzato come capisaldi le posizioni delle stazioni di cattura utilizzate per il monitoraggio entomologico e dei piccoli Mammiferi, come indicato in figura successiva (cfr. Figura 5-14).

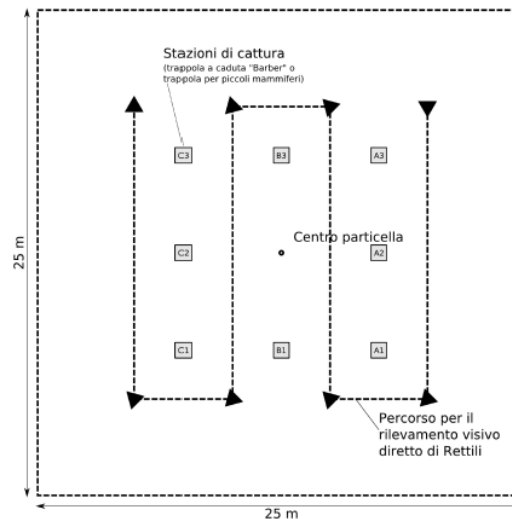


Figura 5-14 Metodo di campionamento per i rilievi erpetologici

Lungo i transetti non sono mai state rilevate specie di rettili, trattandosi in buona parte di aree boschive molto chiuse, non particolarmente idonee alla presenza di specie eliofile come il ramarro (*Lacerta bilineata*) e la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*). Individui di queste due specie sono invece stati avvistati occasionalmente al di fuori dei percorsi stabiliti.

All'interno delle trappole per invertebrati sono anche state rilevate occasionalmente specie di Anfibi, quali un esemplare giovane di rospo comune (*Bufo bufo*) e uno di rana agile (Rana dalmatina) e una femmina di lucertola muraiola viva.

Rilievi di piccoli mammiferi

Analogamente a quanto descritto per i rilievi entomologici, per il rilievo dei piccoli Mammiferi sono state utilizzate trappole a vivo modello "Sherman" (Gurnell e Flowerdew, 2005). Le trappole, innescate con granaglie, sono state mantenute attive per 5 notti complessivamente, di cui le prime due di pre-innesco (trappole innescate ma con meccanismo di scatto non attivo). Le trappole sono state controllate all'alba e al tramonto, e in caso di cattura, gli animali sono stati sottoposti a rilievo biometrico (peso, lunghezza testa-corpo, lunghezza piede posteriore, sesso, classe di età), alla determinazione a livello specifico e ad una marcatura temporanea mediante spuntatura del pelo nella parte posteriore del corpo, utile all'identificazione di eventuali ricatture. In caso di ricattura si è proceduto alla sola misurazione del peso.

Le specie campionate risultano essere due, *Apodemus sylvaticus* e *Myodes glareolus*, rispettivamente il muride e l'arvicolide più comuni in situazioni forestali secondarie.

| Stazione di rilievo | Specie | Sesso | Età | Peso (g) | Piede posteriore(mm) |
|---------------------|----------------------|-------|-----|----------|----------------------|
| 1 | <i>A. sylvaticus</i> | M | A | 48,6 | 22,1 |
| 2 | <i>A. sylvaticus</i> | F | J | 12,2 | 19 |
| 3 | <i>A. sylvaticus</i> | F | J | 17,3 | 20,1 |
| 3 | <i>A. sylvaticus</i> | M | A | 17 | SI |
| 5 | <i>A. sylvaticus</i> | M | J | 20,4 | 22 |
| 6 | <i>A. sylvaticus</i> | M | J | 16 | 22,3 |
| 8 | <i>M. glareolus</i> | M | J | 29,1 | 18,2 |
| 8 | <i>A. sylvaticus</i> | M | J | 13,4 | 20,9 |
| 10 | <i>A. sylvaticus</i> | M | J | 13,6 | SI |

| Stazione di rilievo | Specie | Sesso | Età | Peso (g) | Piede posteriore(mm) |
|---------------------|----------------------|-------|-----|----------|----------------------|
| 11 | <i>A. sylvaticus</i> | M | A | 30,3 | 21,4 |
| 12 | <i>A. sylvaticus</i> | F | A | 21,7 | 22,1 |
| 13 | <i>A. sylvaticus</i> | M | A | 24,9 | 22,5 |
| 13 | <i>A. sylvaticus</i> | M | A | 27,4 | 20,8 |
| 15 | <i>Apodemus sp.</i> | Ind. | J | | |
| 1 | <i>A. sylvaticus</i> | M | A | 48,6 | 22,1 |

Tabella 5-5 Risultati dei campionamenti di piccoli Mammiferi: individui catturati. M: maschio, F: femmina, Ind.: indeterminato; A: adulto, J: giovane

5.3.4 UNITÀ ECOSISTEMICHE

L'elaborato grafico T00IA34AMBCT03-4 A "Carta delle unità ecosistemiche" riporta le unità ecosistemiche presenti nell'area di studio con l'individuazione dei principali ecotopi, di seguito descritti, e l'indicazione del grado di pregio faunistico delle diverse unità ecosistemiche. La presenza di differenti tipologie ambientali, presenti nelle aree adiacenti l'area di studio, non permette l'individuazione di un'unica area di idoneità assoluta per ciascun gruppo faunistico considerato. A seconda, infatti, delle differenti esigenze ecologiche delle specie target, sia trofiche che riproduttive, vi saranno differenti aree potenzialmente idonee alla loro presenza.

Sistema forestale e arbustivo in evoluzione

L'ecosistema forestale costituisce una componente significativa nel paesaggio vegetale dell'area di studio, ove risulta presente una matrice forestale, in gran parte attribuibile al target regionale dei boschi di latifoglie, con quercu-carpineti, querceti di rovere, castagneti e robinieti, spesso in contatto con i boschi ripariali con importanti habitat a dominanza di pioppi, salici, alneti e arbusti presenti lungo le sponde del Fiume Sesia e del reticolo idrografico minore. A tali valori si associa anche l'importante continuità degli ecosistemi forestali e lo scarso disturbo antropico, soprattutto per le aree interne alle Aree Protette (es. Zona Speciale di Conservazione "Baraggia di Rovasenda").

Lo strato arbustivo in evoluzione riguarda in gran parte formazioni secondarie di degradazione della vegetazione forestale, spesso presente in mosaici con le aree forestali.

Nel suo complesso, tale sistema, caratterizzato da formazioni vegetali costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, è di discreta idoneità per le specie di rapaci e passeriformi, legate agli ambienti boschivi, per le specie di rettili e per specie di mammiferi quali Volpe *Vulpes vulpes*, Tasso *Meles meles*, Donnola *Mustela nivalis*, Faina (*Martes foina*), Scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*). La tipologia è, infine, ad alta idoneità per le specie di chiroterti legate agli ambienti forestali, sia dal punto di vista trofico che riproduttivo.

A tale sistema, viste le sue caratteristiche peculiari, è stato attribuito un valore faunistico "alto" (cfr. Tavole T00IA34AMBCT03-4 A "Carta delle unità ecosistemiche").

Sistema delle zone umide e fluviali

La rete ecologica regionale individua il reticolo idrografico, gli ecosistemi fluviali e la vegetazione ripariale, come elementi di una complessiva rete ecologica di elevato valore naturalistico e funzionale. A tale sistema è associato il target degli ecosistemi fluviali presenti con importanti aree di pregio naturalistico, come quello presente in prossimità del Fiume Sesia con formazioni ripariali ben conservate e fauna ittica.

La vegetazione ripariale che borda i principali corpi idrici e i canali presenti nell'area, tra cui in prevalenza saliceti, pioppeti ed alneti, con presenza di *Robinia pseudoacacia*, rappresenta una tipologia ambientale particolarmente importante per garantire la presenza di numerosi taxa, quali anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, compresi i chiroterti. La maggior parte degli anfibi presenti è, infatti, strettamente legata agli ambienti acquatici, pertanto la tipologia risulta idonea alla presenza di specie di interesse conservazionistico quali Rospo smeraldino *Bufo viridis*, Raganella italiana *Hyla intermedia*, Tritone crestato *Triturus cristatus*. Tra le specie di rettili, vi è idoneità elevata per la specie di rettile acquatico *Natrix tessellata*, che vive presso i corpi idrici.

La tipologia di vegetazione ripariale è, inoltre, idonea al mantenimento delle esigenze ecologiche della maggior parte dell'avifauna legata agli ambienti umidi, tra cui specie di Allegato I della Dir. Uccelli (es. *Casmerodius albus*, *Egretta garzetta*, *Alcedo atthis*) e altre specie di limicoli di interesse conservazionistico (es. *Actitis hypoleucos*, *Charadrius dubius*). Tra i mammiferi la tipologia ambientale è idonea per specie quali la puzzola (*Mustela putorius*), le cui esigenze sono legate primariamente alla presenza di ambienti umidi, fluviali, fossi e specchi d'acqua. La tipologia è, infine, ad alta idoneità per le specie di chiroterti legate ai corpi idrici.

I corsi d'acqua e le aree limitrofe con vegetazione arboreo-arbustiva, talora ben strutturata e diversificata, costituiscono gli ambiti "sorgente" di gran parte della biodiversità faunistica dell'area in esame in cui gli unici elementi naturali ancora in grado di fungere da "corridoio" ecologico sono rappresentati dai corsi d'acqua e dalle fasce spondali di margine. Questi ambienti presentano a volte fenomeni di alterazione, rilevabili sia nella qualità delle acque, sia nella qualità dei parametri di estensione, composizione e struttura della vegetazione spontanea, ma restano sovente le uniche vie di connessione a lunga distanza ancora disponibili.

A tale sistema, viste le sue caratteristiche peculiari, è stato attribuito un valore faunistico "molto alto" (cfr. Tavole T00IA34AMBCT03-4 A "Carta delle unità ecosistemiche").

Sistema agricolo

Il paesaggio agricolo costituisce sicuramente un altro elemento caratterizzante dell'area di studio, presentando estese monoculture cerealicole e colture intensive, quali le risaie.

Le aree a seminativo, ovvero superfici coltivate, regolarmente arate, generalmente sono aree ad elevata idoneità per specie di rapaci legati agli ambienti aperti.

Le risaie, ovvero, superfici periodicamente inondate secondo un ciclo stagionale utilizzate per la coltura del riso, sono aree altamente idonee ad ospitare sia specie di anfibi (es. *Hyla intermedia*) che specie di uccelli di interesse conservazionistico. In particolare, frequentano le risaie specie di ardeidi di interesse comunitario, quali l'airone bianco maggiore (*Casmerodius albus*) e la garzetta (*Egretta garzetta*) e diversi limicoli quali il piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*). Tali aree molto idonee nel periodo tardo-estivo, autunnale ed invernale, per le specie ornitiche che sono svernanti o estivanti nell'area, in particolare gli ardeidi, che le utilizzano per la ricerca di risorse trofiche, rappresentano aree a rischio o aree, ecologicamente definite, "sinks", nel periodo riproduttivo. Tali zone sono, infatti, soggette ad allagamenti, nei mesi di maggio e giugno, che vanificano il successo riproduttivo delle specie nidificanti sul terreno.

A tale sistema, considerando la scarsa diversità strutturale delle aree agricole costituite sia da ampie estensioni di seminativi sia da sistemi colturali intensivi, quali le risaie, che comportano allagamenti ricorrenti delle superfici e mantengono un'importanza faunistica non trascurabile per alcune specie di anfibi e uccelli, è stato attribuito un valore faunistico "medio" (cfr. Tavole T00IA34AMBCT03-4 A "Carta delle unità ecosistemiche").

Sistema antropico

Tali aree sono rappresentate da piccoli centri urbani, edifici, manufatti, abitazioni agricole dispersi negli spazi naturali o agricoli, localizzati prevalentemente nell'area a nord del tracciato di progetto (cfr. Tavole T00IA34AMBCT03-4 A "Carta delle unità ecosistemiche").

Sono aree ad elevata idoneità per le specie di avifauna sinantropiche ad ampia adattabilità ecologica (es. Cornacchia grigia *Corvus corone cornix*, Merlo *Turdus merula*, Gazza *Pica pica*) e per le specie di chirotteri antropofili che utilizzano gli edifici, in particolare quelli abbandonati, come siti di rifugio, sia per l'ibernazione che per la riproduzione.

A tale sistema, viste le sue caratteristiche peculiari, è stato attribuito un valore faunistico "basso" (cfr. Tavole T00IA34AMBCT03-4 A "Carta delle unità ecosistemiche").

5.3.5 AREE DI ELEVATO VALORE NATURALISTICO SOGGETTE A REGIMI CONSERVAZIONISTICI

"[...] La Regione Piemonte riconosce l'importanza dell'ambiente naturale in quanto valore universale attuale e per le generazioni future [...]" e definisce con la Legge Regionale n.19 del 29 giugno 2009 e s.m.i. "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità" "[...] le modalità per la conservazione della biodiversità e per la gestione e per la promozione dei territori facenti parte della rete ecologica regionale [...]".

Di seguito sono riportate le aree naturali protette ricadenti in prossimità dell'opera in progetto (cfr. Tabella 5-6; Figura 5-15).

| Aree di interesse ambientale | | Distanza minima dall'opera in progetto |
|------------------------------|---|--|
| EUAP | "Riserva naturale orientata delle Baragge" (EUAP0349) | Interferita |
| ZSC | "Baraggia di Rovasenda" (IT1120004) | Interferita |
| SIC | "Stazioni di Isoetes malinverniana" (IT1120026) | Circa 1,5 km |

Tabella 5-6 Aree protette in prossimità dell'area interessata dalla nuova opera stradale

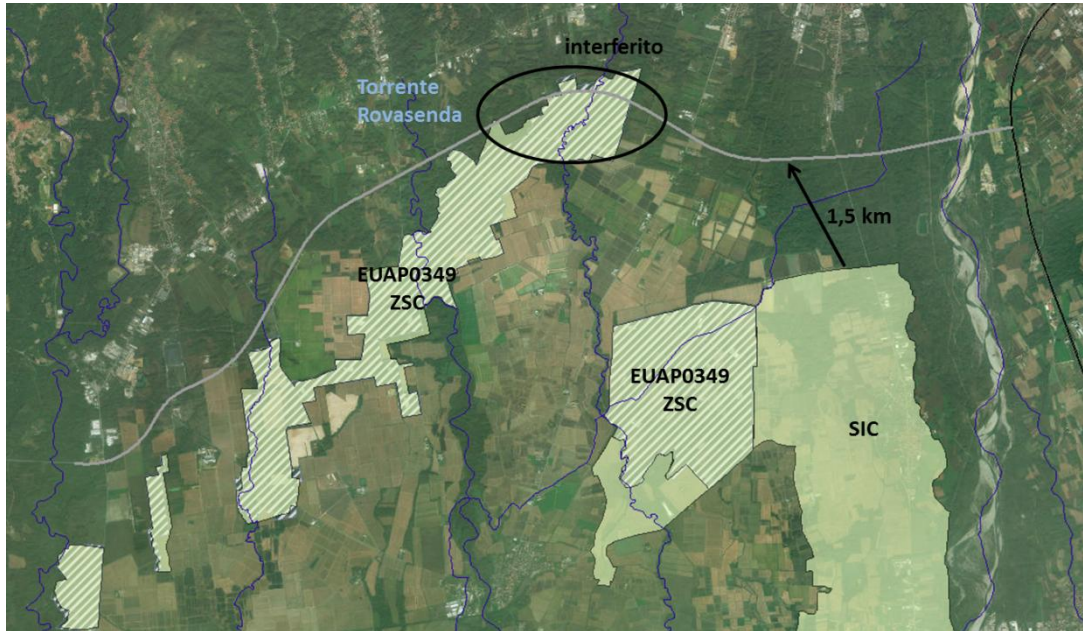


Figura 5-15 Aree protette in prossimità dell'opera in progetto. In verde oliva: i siti Natura 2000 (SIC e ZSC); le aree tratteggiate rappresentano il sito EUAP0349. In grigio: il tracciato stradale in progetto

Nel caso della Zona Speciale di Conservazione IT1120004 “Baraggia di Rovasenda” e della “Riserva naturale orientata delle Baragge” (EUAP0349), tra di loro quasi del tutto coincidenti, si prevede un’incidenza diretta sugli habitat e sulle biocenosi locali nell’area estrema settentrionale dei siti, nello specifico nella parte comprendente il Bosco del Re e la Baraggia di S.Maria, in cui i siti interferiscono il tracciato stradale in progetto. In questo caso, è risultato necessario sia valutare il grado di incidenza sulla conservazione globale della ZSC, considerando le caratteristiche del sito nel suo complesso, sia analizzare con attenzione, a livello locale, le ricadute del progetto nei punti di interferenza ricadenti nel settore attraversato dal futuro tratto stradale. Visto quindi l’interessamento, sebbene limitato in estensione e confinato esclusivamente all’area perimetrale della ZSC “Baraggia di Rovasenda”, al presente studio sarà associato anche l’aggiornamento dello Studio di Incidenza Ambientale (SInCA) a cui si rimanda per una trattazione più dettagliata.

Relativamente al Sito di Interesse Comunitario IT1120026 “Stazioni di Isoetes malinverniana”, l’area dista dal tracciato stradale in progetto circa 1,5 km.

Di seguito vengono brevemente descritte le aree sopra citate.

Un’ulteriore attenzione è posta relativamente alle formazioni forestali (Boschi ai sensi della LR 4/2009) che interessano l’area di studio, così come dedotte dalla Carta forestale (2016) e dagli strumenti territoriali pianificatori vigenti (Piano forestale regionale, territoriale e aziendale) che programmano e gestiscono gli interventi selvicolturali delle proprietà forestali e delle opere connesse, oltre che dalle risultanze dei rilievi *in situ*.

ZSC IT1120004 “Baraggia di Rovasenda”

La ZSC IT1120004 “Baraggia di Rovasenda” è un ampio territorio di estensione pari a 1.135 ha, a brughiera pedemontana, molto importante a livello naturalistico, nonostante le condizioni di frazionamento dovute all’eliminazione di ampie superfici nel corso del tempo per lasciare il posto all’agricoltura intensiva, agli insediamenti industriali e

urbani. È un sito che ricade in parte sul territorio della Provincia di Biella (comuni di Brusnengo, Castelletto Cervo e Masserano) ed in parte della Provincia di Vercelli (comuni di Gattinara, Lenta, Lozzolo, Roasio e Rovasenda). L'ambito geografico è quello delle prealpi biellesi e la comunità collinare di riferimento è la Comunità Collinare Aree pregiate del nebbiolo e del porcino.

Sono ampiamente diffusi i molinieti ed i calluneti, alternati a formazioni boschive planiziali a Farnia (*Quercus robur*), Betulla (*Betula pendula*) e Pioppo tremolo (*Populus tremula*).

Tra le specie arboree caratteristiche dell'ambiente planiziale si evidenzia anche il Carpino bianco (*Carpinus betulus*), mentre la composizione degli arbusteti è data dal Biancospino (*Craetegus monogyna*), il Sanguinello (*Cornus sanguinea*), alcune specie di *Salix sp.* e la Frangola (*Frangula alnus*).

Lungo il reticolo idrico si rilevano formazioni boschive lineari ad alneto con Ontano nero (*Alnus glutinosa*). La presenza diffusa di depressioni umide conferisce all'area un elevato valore per la riproduzione degli anfibi.

Gli habitat presenti nella ZSC ed inclusi in Allegato I della Direttiva Habitat 93/42/CEE sono i seguenti:

- habitat 4030 "Lande secche europee";
- habitat 7150 "Depressioni su substrati torbosi del *Rhynchosporion*";
- habitat 9160 "Querceti di farnia o rovere subatlantici e dell'Europa Centrale del *Carpinion betuli*";
- habitat 91E0* prioritario "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

In corrispondenza delle depressioni su substrati torbosi del *Rhynchosporion* sono presenti specie di rilevante interesse floristico, essendo inserite nella Lista Rossa Regionale, quali *Juncus tenageja*, *Juncus bulbosus*, *Rhynchospora fusca*, *Iris sibirica*, *Gentiana pneumonanthe*, *Gladiolus imbricatus*, *Gladiolus palustris* (in Allegato II e IV della Direttiva Habitat) e *Drosera intermedia*. E' da citare anche la rara *Isoetes malinverniana*.

La brughiera della baraggia di Rovasenda ha una prevalenza di Brugo (*Calluna vulgaris*) rispetto alle graminacee che sono rappresentate da *Molinia arundinacea*, *Festuca tenuifolia*, *Danthonia decumbens* e *Agrostis tenuis*.

Le aree xeriche (sovente interessate da incendi) vengono colonizzate dalla felce aquilina (*Pteridium aquilinum*).

I fattori che minacciano la conservazione del sito sono il rischio di incendi, di espansione dell'agricoltura intensiva (risaie, in particolare), degli insediamenti urbani ed industriali. Tutti questi fattori possono incrementare il grado di frazionamento preesistente degli habitat nella baraggia.

La Baraggia di Rovasenda presenta un elevato valore per la fauna di interesse conservazionistico, in relazione alla presenza di numerose specie rare e protette dalle direttive comunitarie, dalla legislazione italiana e regionale.

Tra i lepidotteri è accertata la presenza di *Lycaena dispar*, *Coenonympha oedippus* e *Euphydryas aurinia*, tutte specie rare ed inserite in Allegato II della Direttiva Habitat. È presente *Sympecma paedisca*, specie inserita in Allegato IV della Direttiva Habitat e fortemente minacciata, considerando anche la sua rarità sul territorio europeo. Numerose sono anche le carabidocenosi del sito (79 specie) insieme alla presenza di 235 curculionidei.

Tra gli anfibi si citano il Tritone crestato (*Triturus carnifex*) in Allegato II e IV della Direttiva Habitat, la Raganella (*Hyla intermedia*) e la Rana dalmatina (*Rana dalmatina*). Queste ultime due specie sono in allegato IV della Direttiva Habitat. In passato era segnalato anche il Pelobate fosco (*Pelobates fuscus insubricus*) ma già da molti anni non vi sono segnalazioni di questa specie per cui risulta difficile valutare lo status attuale di questo anfibio.

La baraggia di Rovasenda riveste un grande interesse per l'avifauna: tra le specie nidificanti spiccano la Cicogna bianca (*Ciconia ciconia*), il Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), il Succiacapre (*Caprimulgus europaeus*) e l'Averla

piccola (*Lanius collurio*). Tutte queste specie sono in Allegato 1 della Direttiva Uccelli. Hanno nidificato in passato anche il Tarabusino (*Ixobrychus minutus*) e l'Ortolano (*Emberiza hortulana*), senza tuttavia che si sia avuta una conferma di nidificazione recente. Tra le non nidificanti, incluse in Allegato I della Direttiva Uccelli, si annoverano: la Nitticora (*Nycticorax nycticorax*), la Cicogna nera (*Ciconia nigra*), il Biancone (*Circaetus gallicus*), l'Albanella reale (*Circus cyaneus*), l'Albanella minore (*Circus pygargus*), la Tottavilla (*Lullula arborea*) ed il Calandro (*Anthus campestris*).

Tra i mammiferi è segnalato il Moscardino (*Muscardinus avellanarius*), inserita in Allegato IV della Direttiva Habitat 93/42/CEE.

Con DGR n.24 – 4043 del 10/10/2016 vengono approvate ai sensi dell'art. 40 della LR 19/2009 “Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità” le Misure di Conservazione sito-specifiche necessarie ad evitare il degrado degli habitat naturali e degli habitat di specie nonché la perturbazione delle specie che hanno motivato l'individuazione della ZSC, in conformità a quanto disposto, rispettivamente, dall'articolo 6, paragrafi 1 e 2, della Direttiva Habitat 92/43/CEE e dall'articolo 4 della Direttiva Uccelli 147/2009/CE in conformità con la normativa nazionale di recepimento. Tali misure vietano le attività, i piani, i programmi, i progetti, gli interventi e le opere che possono compromettere lo stato di conservazione degli habitat inseriti nell'Allegato I della Direttiva Habitat, delle specie inserite negli Allegati II e IV della Direttiva Habitat e dei loro habitat, delle specie di uccelli inseriti nell'Allegato I della Direttiva Uccelli, degli uccelli migratori e dei loro habitat. Nel caso specifico, in riferimento alla ZSC in esame, gli habitat presenti nel sito e oggetto di conservazione sono gli ambienti forestali, gli ambienti aperti, gli ambienti agricoli, le acque ferme e le acque correnti.

Le opere in progetto interferiscono in alcuni punti del tracciato con la ZSC “Baraggia di Rovasenda”.

SIC IT11200026 “Stazioni di *Isoetes malinverniana*”

Il SIC IT11200026 “Stazioni di *Isoetes malinverniana*” ha una superficie di 2.043 ha ed include la maggior parte delle stazioni attuali di presenza della rara pteridofita endemica padana che dà il nome al sito stesso, *Isoetes malinverniana*, una felce acquatica presente in alcune stazioni del reticolo irriguo del vercellese e del novarese (Comuni interessati: Lenta, Ghislarengo, Arborio, Albano Vercellese, Oldenico, Rovasenda, Villarboit, Novara). E' una specie floristica per cui è stata registrata una significativa contrazione negli ultimi decenni ed è per questo considerata "Criticamente minacciata" nella Lista Rossa italiana e globale.

Il sito è collocato nell'alta pianura novarese e vercellese dove l'uso del suolo, a tessitura prevalentemente argillosa, è destinato in maggioranza alla coltivazione risicola. Il sito è finalizzato a tutelare in primis *Isoetes malinverniana*, specie che vegeta in fontanili, canali e rogge di alimentazione delle risaie dove si associa ad altre specie tipiche dell'habitat 3260 “Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranuncion fluitantis* e *Callitricho- Batrachion*”. Alcune aree umide che si sviluppano sui suoli argillosi ospitano altre specie rare tutelate dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE, quali *Eleocharis carniolica*, *Marsilea quadrifolia*, *Lindernia procumbens*.

Il SIC comprende anche il sito detto “Baraggione di Villarboit” che ospita vegetazione di brughiera (habitat 4030 “Lande secche europee”) e altre specie rare e minacciate tipiche di ambienti umidi. Inoltre, nel SIC sono rappresentati anche altri habitat di interesse conservazionistico, quali l'habitat 3110 “Acque oligotrofe a bassissimo contenuto minerale delle pianure sabbiose (*Littorelletalia uniflorae*)” e l'habitat 3130 “Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe,

con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*".

La forte pressione delle attività agricole estensive ed in particolare la risicoltura, può compromettere nel breve periodo la conservazione di specie e habitat quando non mitigata dall'adozione di misure di conservazione adeguate.

Le opere in progetto risultano ad una distanza minima di circa 1,5 km dal SIC "Stazioni di Isoetes malinverniana".

[EUAP 0349 "Riserva orientata delle Baragge"](#)

La Riserva Naturale Regionale EUAP 0349 "Riserva orientata delle Baragge" è stata istituita con LR n. 3 del 14/01/1992. Il territorio è dominato da vaste praterie e brughiere alternate a sporadici alberi e vallette boscate. Un paesaggio, quello delle Baragge, che colpisce immediatamente per la sua semplicità e il suo equilibrio di spazi e forme, per il suo apparire senza confini, esteso all'infinito; un ambiente a tratti sorprendentemente somigliante alla savana africana. Sono le alte pianure biellesi, vercellesi e novaresi ad ospitare questi particolari ambienti, tipicamente in forme di vasti altopiani con quote variabili da 150 a 340 m. La Riserva Naturale delle Baragge è stata istituita al fine di salvaguardare gli ultimi lembi di Baraggia rimasti intatti, qualificare e valorizzare le attività agricole presenti nell'area e assicurare la corretta fruizione dell'area stessa.

Le Baragge nascono in ere geologiche a causa dell'azione di erosione e smantellamento, operata dai torrenti, su antiche pianure, con un fenomeno che ricorda quello della formazione del Grand Canyon statunitense. Un altro elemento di interesse è dato dagli affioramenti, osservabili lungo le incisioni dei torrenti, di depositi deltizi e marini che inglobano numerosi fossili.

La vegetazione tipica dell'ambiente baraggivo è costituita da praterie e brughiere a prevalenza di alte erbe (le molinie), di brugo, nonché, più sporadicamente, di felce aquilina. Dominano il tutto imponenti alberi di alto fusto più o meno isolati: querce nelle baragge Biellesi e Vercellesi, talora carpino bianco nei settori maggiormente boscati di fondovalle, oppure betulle nelle baragge Novaresi. Il paesaggio descritto costituisce una fase di degradazione di boschi di quercia preesistenti, via via diradati a causa di ripetuti tagli; l'aspetto di landa a copertura arborea rada si è mantenuto nel tempo grazie ad incendi, pascolamenti e sfalci. Non si tratta pertanto di ambienti di origine prettamente naturale: la loro struttura e composizione nonché la loro conservazione sono strettamente legate all'attività forestale, agricola e zootecnica, in particolare pastorizia e raccolta di stame.

Tra gli animali selvatici sono gli uccelli ad avvantaggiarsi maggiormente di questo peculiare ed ormai raro ambiente di pianura che alterna praterie e boschi; molte specie, inoltre, sono favorite anche dalla vicina presenza di campi agricoli e soprattutto dalle risaie, che raggiungono per alimentarsi, utilizzando la baraggia come area-rifugio per il riposo diurno e notturno.

Le opere in progetto interferiscono in alcuni punti del tracciato con la "Riserva orientata delle Baragge", in particolar modo in località "Baraggia Santa Maria".

[Boschi \(ai sensi della LR 4/2009 e DGR 233-35836/2017\)](#)

Il Piano Paesaggistico Regionale del Piemonte, approvato con DCR n. 233-35836 del 03/10/2017, riconosce e individua nella Tavola P2 e nel Catalogo di cui all'articolo 4, comma 1, lettera c., le foreste e i boschi di cui all'articolo 142, comma 1, lettera g. del Codice, quale componente strutturale del territorio e risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dell'intera regione, individuandone l'estensione sulla base del Piano forestale regionale e degli altri strumenti di pianificazione forestale previsti dalla Legge Regionale 4/2009, utilizzando i dati della Cartografia forestale,

aggiornata (2016) e scaricabile dal sito informatico della Regione.

Secondo la normativa regionale vigente (art.3 della LR 4/2009): “[...] per bosco si intendono i terreni coperti da vegetazione forestale arborea associata o meno a quella arbustiva di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, con estensione non inferiore a 2.000 m² e larghezza media non inferiore a 20 m e copertura non inferiore al 20%, con misurazione effettuata dalla base esterna dei fusti. Sono inoltre considerate bosco le tartufaie controllate che soddisfano la medesima definizione [...]”.

Sono assimilati a bosco: “[...] i fondi gravati dall'obbligo di rimboschimento per le finalità di difesa idrogeologica del territorio, qualità dell'aria, salvaguardia del patrimonio idrico, conservazione della biodiversità, protezione del paesaggio e dell'ambiente in generale; le aree forestali temporaneamente prive di copertura arborea e arbustiva a causa di utilizzazioni forestali, avversità biotiche o abiotiche, eventi accidentali, incendi [...]”.

In particolare, il PPR promuove la salvaguardia (art.13 delle Norme di attuazione):

- di castagneti da frutto che, pur non essendo bosco ai sensi della normativa statale e regionale vigente, costituiscono elementi qualificanti del paesaggio rurale, con particolare riferimento ai soggetti di maggiori dimensioni;
- di prati stabili, prato-pascoli, aree agricole di montagna e collina, aree umide, brughiere, aree di crinale intervisibili, anche limitando il rimboschimento, l'imboschimento e gli impianti di arboricoltura da legno.

La superficie forestale piemontese è riconducibile per la maggior parte, per caratteristiche compositive, fitosociologiche ed ecologiche, ad habitat di interesse comunitario in base all' “*Interpretation Manual of European Habitat*” redatto dall'UE; in particolare, nel territorio regionale sono stati identificati 6 gruppi di habitat forestali comprendenti in tutto 16 habitat di interesse. Tra questi, nella tabella successiva si riportano quelli identificati nell'area di studio (cfr. Tabella 5-7).

| Categoria forestale | Tipo forestale | Codice Natura 2000 | Denominazione habitat Natura 2000 |
|-----------------------------|--|--------------------|--|
| Quercocarpineti | Quercocarpineto della bassa pianura e dell'alta pianura | 9160 | Querceti di farnia o rovere subatlantici e dell'Europa Centrale del <i>Carpinion betuli</i> |
| | | 9190 | Vecchi querceti acidofili delle pianure sabbiose con <i>Quercus robur</i> |
| Querceti di rovere | Querceti di rovere a <i>Teucrium scorodonia</i> | 9180* | Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del <i>Tilio-Acerion</i> |
| Castagneti | Castagneto mesoneutrofilo a <i>Salvia glutinosa</i> delle Alpi | 9260 | Foreste di <i>Castanea sativa</i> |
| Saliceti e Pioppeti ripari | Saliceto di salice bianco, Pioppeto di pioppo nero | 91E0* | Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosae Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) |
| Alneti pianiziali e montani | Alneto di ontano nero | 91E0* | Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosae Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) |

Tabella 5-7 Habitat forestali di interesse comunitario presenti nell'area di studio. * Habitat prioritari

I boschi, come componente essenziale dell'ambiente, rivestono una moltitudine di ruoli: produzione di legno, protezione del suolo e delle acque, conservazione della biodiversità, serbatoio di CO₂, luogo di svago ed elemento essenziale del paesaggio. Tali funzioni sono riassumibili in cinque macro-categorie: produttiva, protettiva, turistico-ricreativa, naturalistica ed ambientale, potenzialmente svolte in contemporanea da tutti i boschi, anche se in misura e con efficacia differente, a seconda del contesto ambientale e socio-economico.

Nell'area in esame, la funzione assunta dal bosco è prevalentemente protettiva, produttiva e naturalistica. Relativamente alla prima funzione appena elencata, i boschi svolgono un ruolo fondamentale di protezione del territorio contro gli agenti meteorici destabilizzanti grazie all'azione degli apparati radicali e delle parti epigee, prevenendo l'erosione diffusa, i dissesti, la caduta di massi, le valanghe e, lungo i corsi d'acqua, l'erosione spondale.

I boschi di produzione (16% a livello regionale) comprendono i soprassuoli di buona fertilità che non presentano particolare rilevanza naturalistica o protettiva; essi costituiscono, in termini assoluti e percentuali, la destinazione prevalente in ambito planiziale. In tale funzione ricadono prevalentemente i Castagneti ed i Robinieti.

Le foreste con funzione produttivo-protettiva, nettamente prevalenti in ambito montano e collinare, risultano preponderanti anche a livello regionale; tale destinazione è comprensiva dei soprassuoli posti sotto vincolo idro-geologico. Le foreste piemontesi a destinazione produttiva-protettiva risultano composte prevalentemente da Castagneti, Faggete e Robinieti diffusi in ambito collinare e planiziale.

I boschi a destinazione naturalistica costituiscono circa il 15% della superficie forestale regionale. Tali boschi comprendono i soprassuoli forestali inseriti in Aree Protette, Siti di Interesse Comunitario (SIC), Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) o aree di particolare valore per la conservazione della flora e della fauna. Tra le foreste a destinazione naturalistica prevalgono i Quercocarpinieti con assetto a fustaia prevalente. Dal punto di vista degli strumenti di pianificazione territoriale, la pianificazione forestale si suddivide in tre livelli: regionale, territoriale e aziendale. Il piano forestale regionale (art. 9 della LR 4/2009) 2017-2027, approvato con DGR n.8-4583 del 23 gennaio 2017, ha validità decennale e rappresenta il quadro strategico e strutturale all'interno del quale sono individuati gli obiettivi e le strategie di pianificazione da perseguire nel periodo di validità. Il piano forestale territoriale (art. 10 della LR 4/2009) è finalizzato alla valorizzazione polifunzionale delle foreste e dei pascoli all'interno delle singole aree forestali individuate dal piano forestale regionale; sottoposto ad aggiornamento almeno ogni quindici anni, determina le destinazioni d'uso delle superfici boscate e le relative forme di governo e trattamento, nonché le priorità di intervento per i boschi e i pascoli.

Il piano forestale aziendale (art. 11 della LR 4/2009), valido quindici anni, rappresenta lo strumento di programmazione e gestione degli interventi selvicolturali delle proprietà forestali e delle opere connesse.

Con la DGR n. 27-3480 del 13 giugno 2016 sono state approvate le nuove indicazioni tecnico-metodologiche per la Pianificazione Forestale Aziendale, in sostituzione di quelle del 2009, a seguito dei mutamenti normativi nel frattempo intervenuti (in ambito forestale e ambientale) e delle opportunità di semplificazione fornite dall'evoluzione dei sistemi informativi regionali. In particolare, le evoluzioni normative più significative hanno riguardato:

- il campo forestale, con l'adozione del Regolamento Forestale regionale;
- il campo ambientale, con l'adozione delle Misure di Conservazione per la tutela della Rete natura 2000.

Per le aree forestali che ricadono all'interno della ZSC "Baraggia di Rovasenda" si fa riferimento alle disposizioni di salvaguardia indicate dalle Misure di conservazione sito-specifiche, approvate con DGR n.24 - 4043 del 10/10/2016, agli art.8-14.

La pianificazione locale recepisce la disciplina in materia di compensazioni forestali ai sensi dell'articolo 19 della LR 4/2009 che cita come segue: *“Costituisce trasformazione del bosco [...] qualsiasi intervento che comporta l'eliminazione della vegetazione esistente finalizzato a un'utilizzazione del suolo diversa da quella forestale.*

[...] La trasformazione del bosco è vietata fatte salve le autorizzazioni rilasciate dalle amministrazioni competenti ai sensi dell'art. 146 del d.lgs. 42/2004 e dell'art. 1 della l.r. 45/1989, compatibilmente con la conservazione della biodiversità, con la stabilità dei terreni, con il regime delle acque, con la difesa dalle valanghe e dalla caduta dei massi, con la tutela del paesaggio, con l'azione frangivento e di igiene ambientale locale.

[...] Sono a carico del destinatario dell'autorizzazione la compensazione della superficie forestale trasformata e la mitigazione degli impatti sul paesaggio. [...] La compensazione può essere effettuata mediante la realizzazione di rimboschimenti con specie autoctone di provenienza locale, con miglioramenti boschivi, o con versamento in denaro.

[...] La compensazione non è dovuta per superfici inferiori a 500 mq”.

La Giunta Regionale con deliberazione n. 23-4637 del 6 febbraio 2017, ai sensi dell'art 19 della Legge Regionale 4/2009, approva il documento “Disposizioni sulle trasformazioni del bosco ad altra destinazione d'uso e approvazione dei criteri e delle modalità per la compensazione”. La compensazione delle aree boschive sottratte è possibile attraverso compensazione monetaria o compensazione fisica se la superficie sottratta è maggiore di 1 ha, quest'ultima mediante rimboschimento e miglioramento boschivo realizzati con specie arboree ed arbustive autoctone elencate nell'Allegato C, tabella I, del Regolamento forestale (DPGR 8/R/2011 e ss.mm.ii.).

5.3.6 RETE ECOLOGICA

La rete ecologica si potrebbe definire come *“Un sistema coerente di zone naturali e/o seminaturali che è strutturato e gestito con l'obiettivo di mantenere o ripristinare la funzionalità ecologica per conservare la biodiversità e allo stesso tempo creare appropriate opportunità per l'uso sostenibile delle risorse naturali”* (Bennet e Wit, 2001).

Il Piano Paesaggistico Regionale del Piemonte, approvato con DCR n. 233-35836 del 03/10/2017, promuove la formazione di un sistema integrato di reti di valorizzazione ambientale (art. 42, comma 1) che comprende:

- elementi della rete ecologica regionale da sviluppare secondo quanto previsto dalla LR 19/2009;
- la rete storico-culturale;
- la rete fruitiva.

Attraverso il sistema integrato delle reti il PPR persegue i seguenti obiettivi (art. 42, comma 7):

- assicurare le condizioni di base per la sostenibilità ambientale dei processi di crescita e di trasformazione e la conservazione attiva della biodiversità;
- assicurare un'adeguata tutela e accessibilità alle risorse naturali e paesaggistiche;
- ridurre o contenere gli impatti negativi sul paesaggio e sull'ambiente;
- valorizzare il patrimonio culturale regionale anche in funzione della sua accessibilità e fruibilità;
- migliorare le prestazioni delle infrastrutture dedicate alla fruizione paesaggistica ed ambientale.

Le reti integrate previste dal PPR sono rappresentate nella Tavola P5.

Il PPR introduce i primi elementi della Rete Ecologica Regionale (art. 42, comma 3), così come definita dalla LR 19/2009:

- nodi principali e secondari (*core areas*);
- connessioni ecologiche;

- aree di progetto (*buffer zone*):
 - a) aree tampone,
 - b) contesti dei nodi,
 - c) contesti fluviali,
 - d) varchi fluviali;
- aree di riqualificazione fluviale.

Il PPR riconosce e individua nella Tavola P5 le aree di conservazione della biodiversità, così articolate:

- le aree protette di cui all'articolo 4 della LR 19/2009;
- i siti della Rete Natura 2000 di cui all'articolo 39 della LR 19/2009;
- le aree contigue, le zone naturali di salvaguardia e i corridoi ecologici di cui agli articoli 6, 52bis e 53 della LR 19/2009 e gli ulteriori altri siti di interesse naturalistico;
- gli ecosistemi acquatici di pregio ambientale e naturalistico correlati alla qualità delle acque, di cui al Piano di gestione del Distretto idrografico del fiume Po attuativo della direttiva europea 2000/60/CE.

Nel caso in esame, l'area in prossimità del tratto stradale in progetto riguarda (cfr. Figura 5-16):

- i nodi principali (*core areas*), identificati come Aree protette (EUAP0349 "Riserva orientata delle Baragge"), SIC (IT11200026 "Stazioni di *Isoetes malinverniana*") e ZSC (IT1120004 "Baraggia di Rovasenda");
- i contesti dei nodi (*buffer zones*), identificati nella "Terra da riso di Rovasenda, Buronzo e San Giacomo". Sono luoghi di integrazione tra la rete ecologica e il territorio in cui sono inseriti, che richiedono prioritariamente la considerazione delle principali interdipendenze che si producono in termini ecologici, funzionali, paesaggistici e culturali;
- i contesti fluviali (*buffer zones*), identificati nell'area in prossimità del Fiume Sesia. Sono definiti dalle terre alluvionali poste lungo le aste principali, nonché lungo i corsi d'acqua minori, quando interessati da situazioni di stretta relazione con le aree protette o per necessità di ricostruzione delle connessioni;
- le connessioni ecologiche, identificati nei corridoi ecologici e nei corridoi su rete idrografica da mantenere, quali il Torrente Rovasenda e il Torrente Marchiazza. Le connessioni mantengono e favoriscono le dinamiche di dispersione delle popolazioni biologiche tra i diversi nodi della rete.

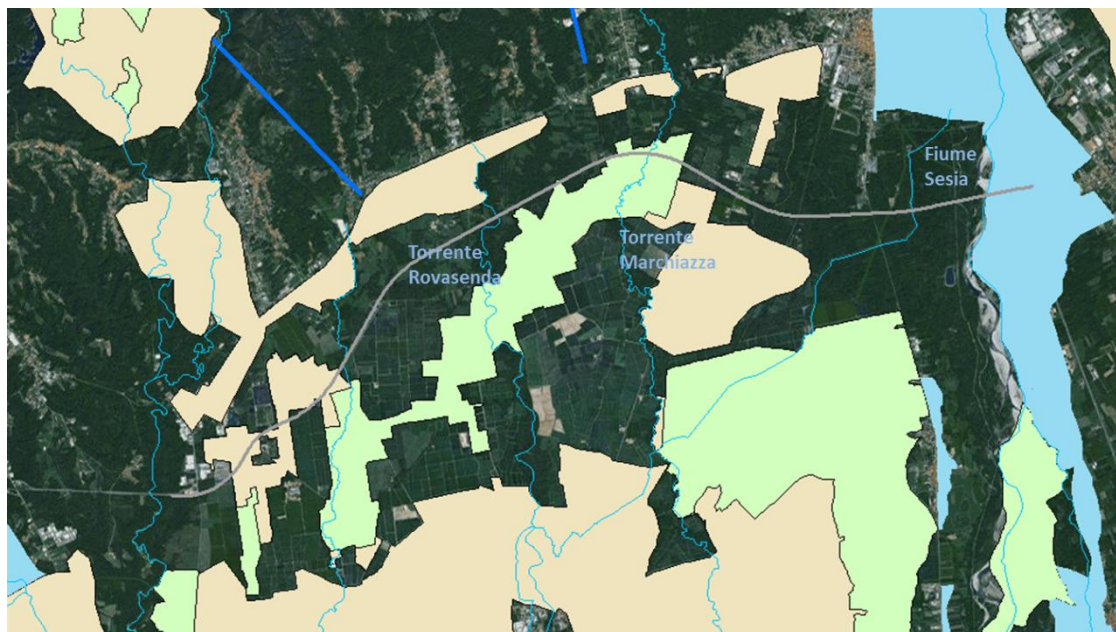


Figura 5-16 Elementi principali della Rete Ecologica Regionale (Fonte: shapefile Regione Piemonte). In grigio: tracciato stradale in progetto. In verde: nodi principali. In rosa: contesti dei nodi. In celeste: contesti fluviali. Linee blu: corridoi ecologici da mantenere.

Come riportato anche nel PPR, i piani territoriali provinciali e i piani locali considerano gli elementi della Rete Ecologica Regionale individuando le misure di tutela e di intervento per migliorarne il funzionamento, mediante appositi progetti, piani e programmi che ne approfondiscano e specificino gli aspetti di interesse sub-regionale e locale, in coerenza con le norme specifiche di tutela e conservazione delle aree naturali protette e dei Siti della Rete Natura 2000.

In tale contesto, si riporta quanto definito dalla pianificazione delle provincie di Biella, Novara e Vercelli interessate dall'opera stradale in progetto.

Il Piano Territoriale Provinciale di Biella, approvato con DCR n.90 – 34130 del 17.10.2006 e successive varianti, al fine di perseguire la tutela e il miglioramento della biodiversità e la valorizzazione degli ecosistemi presenti nel territorio provinciale, promuove lo sviluppo della rete ecologica (art. 2.7 delle Norme di attuazione e tavola MA8 “Biopermeabilità e rete ecologica” del PTP), intesa come strumento per conseguire gli obiettivi di conservazione degli habitat naturali, della flora e della fauna rare e minacciate, in coerenza con la Direttiva Habitat 92/43/CEE, con il relativo Regolamento attuativo che prevede la realizzazione della “Rete Natura 2000” e con gli obiettivi del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio relativi alla costruzione di una rete ecologica nazionale intesa come articolazione della rete europea. In particolare, il PTP, riconoscendo la funzione di corridoio ecologico svolta dai corsi d'acqua, attribuisce alle fasce fluviali il ruolo di ambiti vitali propri del corso d'acqua, all'interno dei quali devono essere perseguiti in modo unitario ed equilibrato gli obiettivi di qualità idraulica, qualità naturalistica e qualità paesaggistica. Le Tavole T00IA34AMBCT05-6 A “Carta dell'ecomosaico – rete ecologica” allegate alla presente relazione identificano per l'area in esame ricadente nella provincia di Biella le seguenti tipologie:

- ambiti con buona/elevata biopermeabilità, quali sistemi areali complessi, naturali e seminaturali con funzioni di capisaldi della rete ecologica, fiumi, boschi e praterie. Fungono da ambiti di appoggio e integrazione delle aree

di nucleo a cui devono essere preferibilmente collegati. Specialmente gli ambiti fluviali devono essere valorizzati con funzioni polivalenti purché subordinate alla funzionalità ecologica;

- ambiti con biopermeabilità media, come l'arboricoltura da legno ed i seminativi;
- ambiti con biopermeabilità nulla, come l'urbanizzato e le infrastrutture;
- aree strategiche, come le fasce con presenza di elementi di continuità, quali ambiti entro cui consolidare corridoi ecologici attraverso la valorizzazione delle aree permeabili esistenti; varchi da attrezzare, quali ambiti entro cui attivare politiche e progetti che portino alla formazione di sistemi di biopermeabilità funzionali alla creazione di fasce di continuità ambientale capaci di connettere in rete i nuclei esistenti; areali con habitat in evoluzione da recuperare alla funzione di nodo ecologico;
- ambiti di connessione ecologica, quali corridoi fluviali e ambiti collinari periurbani, al fine di favorire le dinamiche di dispersione degli elementi e degli organismi utili ai fini della biodiversità;
- elementi di discontinuità, quali il sistema urbano.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Vercelli, approvato con DCR n. 240-8812 del 24.02.2009, valorizza i siti naturalistici esistenti creando un sistema unitario con la rete ecologica (art. 11-17 delle Norme di attuazione e tavola P2A-4 "Tutela e valorizzazione del paesaggio come sistema di ecosistemi" del PTCP).

Le Tavole T00IA34AMBCT05-6 A "Carta dell'ecomosaico – rete ecologica" allegate alla presente relazione identificano per l'area in esame ricadente nella provincia di Vercelli le seguenti tipologie:

- le macchie e i corridoi a matrice naturale e mista, quali le aree forestali ai sensi della LR 4/2009;
- i parchi regionali e le aree Natura 2000, quali la Riserva Naturale Regionale EUAP 0349 "Riserva orientata delle Baragge", la ZSC IT1120004 "Baraggia di Rovasenda", il SIC IT11200026 "Stazioni di Isoetes malinverniana";
- gli elementi di discontinuità, quali i sistemi agricoli diversificati ad alta eterogeneità (risaie e colture eterogenee) ed i sistemi agricoli industrializzati a bassa eterogeneità;
- gli ambiti di recupero, rinaturalizzazione e ridefinizione ambientale finalizzati al ripristino di una maggiore naturalità del territorio.

In particolare, il PTCP di Vercelli, nell'ambito della redazione dei progetti e delle intese, richiede di valorizzare i siti naturalistici esistenti creando un sistema unitario con la rete ecologica, così come individuata nelle Tavole P.2.A/1-6 di Piano, zona 1.a (Macchie e corridoi primari a matrice naturale), recuperando e valorizzando i beni d'interesse storico-architettonico e ambientale, i percorsi ciclo-pedonali esistenti ed in progetto, nell'ambito di una valorizzazione turistica complessiva dell'area. I Comuni, in sede di PRG definiscono norme al fine di limitare le trasformazioni della matrice naturale, che dovranno essere destinate alla conservazione e al ripristino della vegetazione naturale attraverso Piani di assestamento forestale.

Il Piano Territoriale Provinciale di Novara, approvato con DCR n. 383-28587 del 05/10/2004, individua nella costruzione della rete ecologica provinciale una delle strutture-guida per la tutela/riqualificazione del paesaggio e dell'ambiente e per la garanzia di uno sviluppo compatibile del territorio (art. 2.8 delle Norme di attuazione e tavola A "Caratteri territoriali e paesistici" del PTP). Il PTP delinea la struttura primaria della rete, attribuendo alle aree di elevata naturalità (Parchi e Riserve regionali, biotopi) il ruolo di capisaldi (matrici naturali) del sistema, ai principali corsi d'acqua naturali (Sesia, ecc.) e artificiali il ruolo di corridoi primari.

Lo strumento per la realizzazione e la gestione del progetto di rete ecologica, esteso all'intero territorio, è individuato in un Progetto (strategico) di rilievo provinciale ai sensi dell'art. 8 bis della L.R. 56/77 e successive integrazioni,

capace di definire, anche attraverso l'apporto di discipline diverse, le azioni territoriali e contemporaneamente di mettere a punto le necessarie analisi ed azioni sul piano economico e di fattibilità. Con D.G.R. 27 Febbraio 2017, n. 8-4704 si ha la presa d'atto dei risultati del progetto "Novara in rete - Studio di fattibilità per la definizione della Rete Ecologica in Provincia di Novara", in applicazione della metodologia di individuazione della Rete ecologica regionale ai sensi della legge regionale del 29 giugno 2009, n. 19 "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità" (rif. Carta della Rete, 2016).

Le Tavole T00IA34AMBCT05-6 A "Carta dell'ecomosaico – rete ecologica" allegate alla presente relazione identificano per l'area in esame ricadente nella provincia di Novara le seguenti tipologie:

- il corridoio fluviale del Fiume Sesia
- il corridoio collinare/montano che si sviluppa in contesto agricolo sulla sinistra orografica della valle del Fiume Sesia consentendo la connessione tra le aree sorgente "Fiume Sesia" ad ovest e "Piano Rosa-Bosco della Panigà-Collina di Barengo" ad est (non rappresentata in carta), attraverso il ramo delimitato dai centri abitati di Ghemme e Sizzano;
- il corridoio di pianura.

5.4 RAPPORTO OPERA – AMBIENTE

5.4.1 INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE

Secondo l'approccio metodologico posto alla base del presente studio e riportato nell'introduzione, l'analisi dei potenziali impatti e la conseguente stima del rapporto Opera-Ambiente sono stati individuati con riferimento alle "dimensione costruttiva", "dimensione fisica" e "dimensione operativa".

Con riferimento alla dimensione costruttiva si evidenzia che la realizzazione delle opere di progetto comporterà la modifica degli habitat e delle biocenosi presenti, con la potenziale interruzione della connettività ecologica ed il passaggio della fauna. Gli interventi in progetto comporteranno l'effettuazione di scavi, con asportazione della coltre di terreno vegetale e produzione di polveri per la movimentazione delle terre che, in alcuni casi riguardanti nello specifico le lavorazioni nei pressi dei corsi d'acqua, potrebbe alterare la qualità delle acque in termini di torbidità e, di conseguenza, alterare le condizioni dell'ittiofauna. Inoltre, la presenza dei mezzi di cantiere e le lavorazioni in generale potrebbero generare la produzione di sversamenti accidentali durante la realizzazione delle opere che potrebbe compromettere lo stato qualitativo degli habitat e, di conseguenza, lo stato di salute delle specie che popolano tali habitat. L'incremento dei livelli acustici e di illuminazione e degli stimoli visivi generati dalle lavorazioni e dal traffico di cantiere, sebbene temporanei, potrebbero generare un disturbo della fauna con il conseguente allontanamento e dispersione della stessa, inficiando potenzialmente la biodiversità locale.

Con riferimento alla dimensione fisica, la presenza di nuove superfici pavimentate rispetto allo stato attuale, in sostituzione di lembi di habitat naturali e seminaturali, potrebbe rappresentare una barriera fisica per lo spostamento delle specie faunistiche presenti nell'area, frammentando il territorio ed influenzando negativamente la connettività ecologica.

In fase di esercizio della nuova infrastruttura stradale, l'incremento del traffico veicolare potrebbe determinare una mortalità per investimento della fauna selvatica presente nell'area (*'road mortality'*). Questo fattore potrebbe essere

il più importante tra le cause di mortalità per la fauna provocate dalle attività antropiche, alla luce generale dell'espansione della rete stradale e dell'incremento dei volumi di traffico.

L'incremento dei livelli acustici dovuti al traffico stradale e l'illuminazione artificiale potrebbe alterare il comportamento di diverse specie faunistiche (insetti, pipistrelli, uccelli, ecc.), con la conseguente alterazione comportamentale e allontanamento della fauna dal luogo fonte di disturbo.

Infine, il dilavamento delle acque di piattaforma, se non adeguatamente gestite e trattate, potrebbero influire sulla qualità dei fattori ambientali, quali principalmente il suolo e le acque superficiali e sotterranee, e di conseguenza inficiare le componenti biotiche che popolano tali aree modificando l'equilibrio ecosistemico.

Il nesso di causalità intercorrente tra azioni, fattori causali e tipologie di impatti potenziali, risulta quindi sintetizzabile nei seguenti termini (cfr. Tabella 5-8).

| Azioni | Fattori causali | Impatti potenziali |
|--|--|---|
| Dimensione Costruttiva | | |
| Scotico terreno vegetale | Asportazione di terreno vegetale | Sottrazione di habitat e di biocenosi |
| Scavi e sbancamenti e formazione di rilevati e trincee | Sversamenti accidentali e polveri | Modificazione delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi |
| | Modifica del clima acustico | Allontanamento della fauna |
| Scavi e sbancamenti in alveo | Aumento della torbidità | Disturbo della fauna ittica |
| Dimensione Fisica | | |
| Presenza di nuove aree pavimentate | Occupazione di suolo | Modificazione della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per la fauna |
| Dimensione Operativa | | |
| Traffico veicolare | Collisioni con fauna selvatica | Mortalità di animali per investimento |
| | Modifica del clima acustico e della qualità dell'aria | Modifica della biodiversità |
| Impianti di illuminazione | Modifica della percezione visiva | Modifica della biodiversità |
| Gestione delle acque di piattaforma | Modifica delle caratteristiche chimiche dei fattori ambientali | Modifica dell'equilibrio ecosistemico |

Tabella 5-8 Quadro di sintesi dei nessi di causalità Azioni – Fattori causali– Impatti potenziali

Di seguito vengono discussi i potenziali impatti sulle componenti naturalistiche in riferimento alla realizzazione delle opere in progetto, alla luce anche delle misure di mitigazione proposte per l'abbattimento delle emissioni acustiche e le "Best practices" adottate in fase di cantiere, in grado di prevenire l'alterazione degli ecosistemi presenti. A queste si aggiungono gli interventi di inserimento ambientale volti ad incrementare la naturalità e la rete connettiva del territorio in esame e gli interventi di compensazione per il ripristino delle aree forestali e degli habitat di interesse conservazionistico sottratti dalla realizzazione del progetto.

5.4.2 DIMENSIONE COSTRUTTIVA

Sottrazione di habitat e di biocenosi

In fase di realizzazione dell'opera si prevede la sottrazione di alcune porzioni di aree vegetate ricadenti in parte anche

all'interno dei siti Natura 2000, con conseguente perdita di specie vegetali e lembi di habitat e, di conseguenza di possibili siti di nidificazione, riposo, alimentazione, ecc. per la fauna locale. Si fa presente che per quanto riguarda nello specifico le aree interne ai siti Natura 2000 interessate dal progetto e, in particolare, la Zona Speciale di Conservazione IT1120004 "Baraggia di Rovasenda", si rimanda all'aggiornamento dello Studio di Incidenza Ambientale (SInCA), facente parte dell'Aggiornamento della documentazione ambientale ai fini della conferma dei pareri di cui alla nota del MIT prot. 3038 del 16/03/2016 di cui anche il presente studio è parte integrante, per una trattazione più di dettaglio, per valutare le possibili incidenze generate dagli interventi in progetto sugli habitat e sulle specie di cui alle Dir. 92/43/CEE e 2009/147/CE.

Gli interventi in progetto, pur ricadendo prevalentemente in ambiti agricoli o adibiti a pascolo, in alcuni tratti interessano porzioni di formazione vegetale arborea/arbustiva naturale. In tale contesto, relativamente alle sottrazioni delle porzioni vegetate per la predisposizione dei cantieri logistici ed operativi, è necessario precisare che esse sono da considerarsi temporanee, in quanto, a seguito dello smantellamento dei cantieri stessi, ne verrà ripristinato lo stato originario a seconda dell'attuale uso di destinazione delle suddette aree, agricolo o naturale (cfr. Tavola "Planimetria degli interventi di mitigazione"). Inoltre, il criterio della scelta della localizzazione dei cantieri ha comunque privilegiato l'ubicazione dei cantieri nelle aree intercluse del tracciato in progetto e il contenimento al minimo dell'eliminazione di superfici di vegetazione boschive, in particolare quelle riconducibili al querceto-carpineti, e di aree a brughiera. Nell'insieme, le aree sottratte temporaneamente in fase di cantiere sono definite nella tabella che segue (cfr. Tabella 5-9). La matrice naturale sottratta risulta pari a 3,48 ettari mentre la matrice agricola sottratta è pari a 2,57 ettari.

| Cantiere | Dimensione (ha) | Elementi vegetazionali | Superfici sottratte (ha) |
|---|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| Svincolo Masserano | 2,47 | Boscaglie pioniere di invasione | 0,18 |
| Svincolo Roasio | 3,0 | Colture eterogenee | 2,57 |
| | | Robineti | 0,78 |
| Svincolo Gattinara | 1,37 | Robineti | 1,10 |
| Svincolo Ghemme | 2,48 | Querceto-carpineti | 0,34 |
| | | Robineti | 0,61 |
| Area funzionale alla realizzazione viadotto sul F.Sesia | 3,56 | Querceto-carpineti | 0,10 |
| | | Robineti | 0,29 |
| | | Saliceti e pioppeti ripari | 0,08 |

Tabella 5-9 Elementi vegetazionali sottratti in maniera temporanea dai cantieri operativi e logistici

In considerazione di quanto detto e delle previsioni progettuali di ripristino e/o di mitigazione mediante opere a verde delle aree approntate a cantieri logistici ed operativi, si rende comunque trascurabile in tali aree la sottrazione di habitat e fitocenosi.

Relativamente, invece, alle aree sottratte in maniera definitiva dalla realizzazione dell'opera, le informazioni desunte dall'uso del suolo Corine Land Cover (2012) sono state integrate con quelle fornite dalla "Carta forestale" (2016), dalle interpretazioni delle foto satellitari e dai monitoraggi *in situ* in modo da delineare in maniera più approfondita gli elementi vegetazionali presenti. La tabella seguente (cfr. Tabella 5-10) riporta le superfici sottratte dal tracciato in progetto relative ad ogni elemento vegetazionale (cfr. Figura 5-3). Bisogna comunque tenere in considerazione che sul progetto preliminare, che prevedeva il tratto in autostrada (categoria A) e non in strada extraurbana (categoria B)

come nel progetto definitivo, la Commissione Tecnica di VIA del MATTM ha espresso parere favorevole n. 848/2011. Il progetto definitivo prevede quindi un restringimento dell'impronta di occupazione della strada passando da categoria A a B, con conseguente riduzione della superficie sottratta in fase realizzativa e riduzione della velocità del traffico sull'asse stradale in fase operativa. Tale scelta è ritenuta essere un'ottimizzazione rispetto alla precedente fase di progettazione, rappresentando un'interferenza minore sulle componenti naturalistiche in termini di perdita di habitat e di specie.

La valutazione dell'impatto in esame è stata basata sull'estensione e rappresentatività sul territorio delle tipologie di uso suolo ad orientamento vegetazionale sottratte e sulla composizione floristica delle aree boschive, in considerazione della loro naturalità e della capacità di recupero degli habitat interferiti.

La stima delle superfici oggetto di trasformazione è stata effettuata attraverso l'analisi delle aree di ingombro del tracciato stradale in progetto, considerando, a scopo cautelativo, un ingombro totale che include anche le aree al di sotto dei nuovi ponti e viadotti, in quanto nella presente fase progettuale non sono ancora definiti i dettagli realizzativi in merito, che potrebbero non necessitare della sottrazione della totalità degli elementi vegetazionali presenti.

Inoltre, si è tenuto conto sia del regime normativo di settore in atto, in particolare riguardante la sottrazione delle superfici boschive (LR 4/2009) e la necessità di prevedere opere di compensazione delle stesse, sia degli interventi di inserimento ambientale che sono stati previsti dal progetto con l'intenzione di rispondere anche alle esigenze della pianificazione territoriale con il fine sia di rinaturalizzare l'area con specie autoctone in sostituzione di quelle alloctone ed invasive sia di rafforzare la dotazione vegetazionale locale con il fine anche di riconnettere lembi di habitat e incrementare la connettività ecologica locale.

| Tipo | Elementi vegetazionali | Superfici sottratte (ha) |
|-----------------------------|---|--------------------------|
| Matrice boschiva e naturale | Alneti planiziali | 0,04 |
| | Boscaglie pioniere di invasione | 1,08 |
| | Querco-carpineti | 35,32 |
| | Robinieti | 26,32 |
| | Saliceti e pioppeti ripari | 0,41 |
| | Vegetazione dei greti | 0,90 |
| Matrice agricola | Seminativi | 4,70 |
| | Risaie | 4,68 |
| | Colture eterogenee | 51,82 |
| Matrice antropica | Vegetazione sinantropica degli insediamenti | 2,60 |

Tabella 5-10 Elementi vegetazionali sottratti in maniera definitiva dal tracciato stradale

Dalla Tabella 5-10 si evince che la matrice boschiva e naturale sottratta definitivamente dalle opere in progetto è di circa 64 ettari, mentre la matrice agricola è di 61 ettari e la matrice antropica di 2,6 ettari.

Dal punto di vista floristico, come è possibile osservare dalla Tabella 5-10 e come hanno dato riscontro i monitoraggi *in situ*, la maggior parte degli elementi individuati sono alterati da una spiccata presenza di specie invasive non caratteristiche della flora potenziale locale, quali la *Robinia pseudoacacia L.*. Tale specie, infatti, non è solo presente nelle formazioni quali Robinieti, ma anche nelle altre formazioni, quali Querco-carpineti, ecc. e ha progressivamente colonizzato e in parte sostituito le formazioni forestali naturali, causando la rarefazione e la degradazione dal punto di

vista della biodiversità e, in considerazione di ciò, non riveste particolare interesse in relazione al contesto ambientale in esame, sebbene sia molto diffusa.

Le formazioni di Quercu-carpineti sono inserite in allegato I della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE con codice 9160 "Quercu-carpineti di pianura e degli impluvi collinari" e si trovano presenti anche all'interno del sito Natura 2000 ZSC "Baraggia di Rovasenda" che viene attraversato in una parte dal tracciato stradale in progetto. La sottrazione di tali formazioni, sebbene siano ritenute specie con un alto valore naturale, non sono ritenute significative in considerazione della loro rappresentatività nell'area, in quanto sono molto diffuse, e degli interventi di inserimento ambientale previsti dal progetto per i quali si prevede un reintegro delle stesse formazioni vegetazionali, un mantenimento della vegetazione esistente ed un potenziamento della stessa mediante piantumazione di filari e masse arboreo-arbustive con specie autoctone (cfr. Tavola "Planimetria degli interventi di mitigazione").

Le Boscaglie pioniere di invasione risultano una delle categorie più diffuse in tutta la Regione e sono costituite prevalentemente sia da popolamenti di tipo pioniero in ambiti soggetti a disturbo naturale sia da popolamenti di invasione su superfici agricole abbandonate. Vista la loro diffusione sul territorio e la superficie sottratta contenuta, si ritiene che la loro perdita sia trascurabile.

I Saliceti e pioppeti ripari e gli Alneti planiziali costituiscono habitat comunitari prioritari 91E0 "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosae* *Fraxinus excelsior* (*Alno- Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)" strettamente legati agli ambienti acquatici, ben rappresentati nel sito e considerati comunità ad elevata resilienza e quindi con la caratteristica di ripristinarsi in tempi relativamente brevi. Gli interventi di inserimento delle opere a verde previsti dal progetto contemplano comunque il ripristino della vegetazione lungo i corsi d'acqua attraversati dalla nuova infrastruttura stradale con specie autoctone igrofile (cfr. Tavola "Planimetria degli interventi di mitigazione").

Oltre alle superfici vegetate naturali e seminaturali, l'opera ha un'incidenza che interessa anche le superfici agricole e la vegetazione sinantropica, che, vista la loro connotazione prevalentemente antropica che ha originato la loro trasformazione ad ambienti non naturali, ha un basso valore naturale.

In termini normativi, considerando anche la sottrazione temporanea dovuta alla predisposizione dei cantieri, l'area boscata sottratta risulta nel complesso di 66,6 ettari.

Costituisce trasformazione del bosco, così come definito all'articolo 3, in altra destinazione d'uso, qualsiasi intervento che comporti l'eliminazione della vegetazione esistente finalizzato ad un'utilizzazione del suolo diversa da quella forestale. Per superfici superiori a 500 mq deve essere prevista la compensazione delle superfici boschive sottratte mediante la realizzazione di rimboschimenti con specie autoctone di provenienza locale e/o con miglioramenti boschivi (art. 19 della LR 4/2009). In tale contesto, per rispondere a quanto enunciato dalla normativa vigente, il progetto prevede il ripristino di 16 ettari mediante compensazione fisica, con l'utilizzo di reliquati agricoli adeguatamente individuati in modo da mitigare la cesura introdotta nel mosaico delle coltivazioni ed evitare la formazione di aree residuali che andrebbero facilmente incontro a fenomeni di abbandono e di degrado, e la possibilità di una compensazione monetaria da definire a conclusione di un percorso di condivisione già avviato con la Regione Emilia Romagna (cfr. Relazione "Analisi trasformazione bosco in altra destinazione d'uso" da considerare parte integrante della documentazione predisposta nell'ambito del Progetto Definitivo ai sensi del DPCM 12/12/2005 ai fini della verifica di compatibilità paesaggistica). In riferimento agli interventi di compensazione con il reintegro delle specie autoctone, circa 1,5 ettari sono destinati alla ricostituzione dell'habitat forestale 9190 "Vecchi querceti delle pianure sabbiose con

Quercus robur” e di brughiera 4030 “Lande secche europee” in quanto habitat di interesse comunitario ai sensi dell’Allegato I della Direttiva “Habitat” 92/43/CEE sottratti dalle opere in progetto all’interno della ZSC “Baraggia di Rovasenda” (cfr. Aggiornamento dello Studio di Incidenza Ambientale) e circa 14 ettari sono destinati alla ricostituzione dell’habitat forestale 9160 “Querco-carpineti di pianura e degli impluvi collinari”.

In sintesi, considerando le aree di intervento nella loro totalità, seppure si assiste ad una variazione dell’assetto vegetazionale-floristico, considerata la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, la loro naturalità e rappresentatività sul territorio e considerati gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientali in termini di mitigazioni e compensazioni, facenti parte integrante del progetto, che andranno a ripristinare ed incrementare il sistema del verde del territorio attraverso essenze autoctone ripristinando sia le superfici boschive sottratte (ai sensi della LR 4/2009) sia gli habitat di interesse comunitario (ai sensi della Dir. 92/43/CEE), si può affermare che l’impatto può considerarsi contenuto.

Modificazione delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Durante la fase di cantiere le lavorazioni previste e la presenza dei mezzi di cantiere potrebbero causare un’alterazione della qualità di acque superficiali, suolo e atmosfera con la conseguente perturbazione degli habitat prossimi all’area di cantiere a causa di sversamenti accidentali, perdita di carburanti e materiali oleosi, stoccaggio e smaltimento di materiali, incremento della polverosità per lo spostamento di materiali. Inoltre, il convogliamento delle sostanze inquinanti nei corsi d’acqua e nelle falde è in grado di trasferire il danno anche a distanza, sia spaziale che temporale. Si deve comunque tenere presente che, in fase di cantiere, le lavorazioni saranno condotte dotando i mezzi d’opera di idonei sistemi per evitare sversamenti accidentali di oli/idrocarburi e le movimentazioni del materiale verranno effettuate tenendo in considerazione adeguate precauzioni e le normali “*Best practices*” per contenere al massimo la dispersione delle polveri che potrebbero alterare la condizione di salute delle biocenosi presenti.

Inoltre, in prossimità dei corsi d’acqua in cui è prevista la realizzazione di ponti e viadotti, le modalità di lavorazione terranno in considerazione adeguati accorgimenti atti a non disperdere materiale inquinante e polverulento nelle acque in modo da non inficiarne le caratteristiche qualitative e a non alterare le biocenosi presenti.

In sintesi, considerando le misure preventive e gestionali adottate in fase di cantiere, si ritiene trascurabile l’impatto relativo alla modificazione delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi.

Allontanamento della fauna

L’incremento dei livelli acustici generati dalle lavorazioni, le luci e gli stimoli visivi dei mezzi in movimento non sono ben tollerati da alcune specie di animali e possono causare un disturbo ed un allontanamento della fauna presente. Questi effetti si verificano a partire da un livello minimo di 50 dbA (Dinetti, 2000).

In riferimento alle lavorazioni svolte nei cantieri, è stata effettuata una simulazione degli scenari operativi connessi alle principali attività di cantiere (scavo e realizzazione di rilevati e trincee, esecuzione di fondazioni dirette e indirette, ecc.) con l’utilizzo di mezzi di cantiere (escavatori, pala, grader, autocarri, ecc.) allo scopo di stimare i livelli acustici che si potrebbero raggiungere. I risultati della simulazione ottenuti mediante il modello SoundPlan riportano una distanza isolivello $Leq(A)$ di 50 dB(A) nella direzione laterale rispetto al nuovo asse stradale in corrispondenza dei cantieri (i cantieri mobili sono stati posizionati in prossimità dei ricettori residenziali) che varia da un minimo di circa

150 m ad un massimo di circa 250 m.

Vista la temporaneità delle attività di lavorazione, la loro entità e il contesto ambientale in cui si svilupperanno e l'elevata capacità di resilienza degli habitat presenti sul territorio, si assume che la potenziale alterazione del clima acustico in fase di cantiere sia comunque contenuta.

In riferimento al disturbo dell'illuminazione sulla fauna, tale effetto è ritenuto trascurabile in quanto di notte non è prevista l'operatività dei mezzi di cantiere.

Disturbo della fauna ittica

Le lavorazioni in fase di cantiere associate principalmente alle attività di scavi e sbancamenti in alveo e alla movimentazione del materiale potrebbero generare, in prossimità dei corsi d'acqua a regime, un'alterazione della qualità delle acque degli stessi nei termini di incremento della torbidità e la conseguente alterazione delle biocenosi presenti, con particolare riguardo all'ittiofauna.

Tali effetti potrebbero essere attesi in particolar modo per le lavorazioni previste per la realizzazione del viadotto sul Fiume Sesia e del ponte sul Rovasenda. È comunque da tenere in considerazione che le lavorazioni saranno effettuate utilizzando tutti gli accorgimenti tali a ridurre il più possibile le interferenze sulla componente idrica superficiale e sull'ittiofauna.

In particolare, per ridurre le interferenze, il progetto, avendo individuato i rami di magra del Fiume Sesia, prevede le lavorazioni in alveo nel periodo dell'anno in cui i livelli idrici sono ai minimi valori, prevedendo anche la realizzazione di alcune opere provvisorie (guadi) per il loro attraversamento, dimodoché si possa gestire al meglio la portata di magra e limitare il rischio di sollevamento sedimenti con conseguente aumento della torbidità.

Inoltre, l'aumento di torbidità per il sollevamento dei sedimenti di fondo è temporaneo e si prevede un recupero delle condizioni ecosistemiche iniziali in tempi brevi, vista anche la capacità di recupero degli ecosistemi fluviali. Per maggiori dettagli sulla tematica si rimanda alla componente "Ambiente Idrico".

In conclusione, la messa in atto delle suddette misure in fase progettuale è stimata sufficiente a garantire il contenimento dell'effetto previsto, in modo da ritenerlo trascurabile.

5.4.3 DIMENSIONE FISICA

Modificazione della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per la fauna

La nuova infrastruttura stradale potrebbe determinare, rispetto allo stato attuale, un aumento dell'effetto barriera in termini di "aumento della superficie" dell'eventuale attraversamento nei confronti degli spostamenti delle specie faunistiche presenti nell'area, soprattutto per specie più piccole e lente (micromammiferi, anfibi, invertebrati), in quanto andrà ad occupare superfici di habitat e quindi risulterà più ampia da superare.

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla biodiversità del territorio interferito dagli interventi in progetto, si ritiene che una delle principali criticità sia rappresentata dall'aumento della frammentazione degli habitat naturali che potrebbe incidere in maniera negativa sulla connettività ecologica, determinando un'interruzione di importanti corridoi ecologici che attualmente garantiscono il flusso di biodiversità lungo l'area pedemontana e la porzione di pianura del territorio provinciale.

Il nuovo tratto stradale interferisce direttamente con ambiti territoriali caratterizzati sia da ambiti agricoli e pascoli sia da ambiti arborei-arbustivi con un più elevato livello di naturalità. Tali ambiti, come visto in precedenza attraverso

L'analisi della componente vegetazionale e confermati dai monitoraggi *in situ*, sono costituiti prevalentemente da Quercocarpineto e Robinieti misti, con una presenza significativa di *Robinia pseudoacacia*, una specie aliena ed invasiva che, grazie al suo potere diffusivo, rappresenta un effettivo elemento di disturbo per la vegetazione autoctona locale e costituisce un "falso" corridoio ecologico.

Il nuovo tracciato stradale, come già enunciato precedentemente, interessa in parte, solo nella zona perimetrale verso Gattinara, la Zona Speciale di Conservazione ZSC IT1120004 "Baraggia di Rovasenda" e la Riserva Naturale Orientata delle Baragge che rappresentano un importante corridoio ecologico di collegamento tra i rilievi collinari di Curino e la piana vercellese. Tale incidenza è comunque limitata e non si ritiene che possa influire negativamente sull'effetto di frammentazione, garantendo comunque la salvaguardia dei suddetti siti di interesse conservazionistico. A tale riguardo si rimanda all'aggiornamento dello Studio di Incidenza per una trattazione più dettagliata, a riguardo in modo particolare delle misure compensative previste.

Andando ad analizzare più nello specifico il territorio in esame, la nuova infrastruttura stradale interferisce con alcuni elementi di connessione ecologica, quali i corridoi fluviali ed i corridoi a matrice naturale. Riguardo ai primi, essi non verranno alterati e conserveranno la loro funzione di connessione grazie alla realizzazione di ponti e viadotti che consentiranno il normale deflusso delle acque. Inoltre, in corrispondenza dei corsi d'acqua il progetto prevede la realizzazione di scatolari per garantire il passaggio della fauna e, di conseguenza, consentire il mantenimento della biopermeabilità lungo il nuovo tracciato stradale (cfr. Tavola "Planimetria degli interventi di mitigazione"). In riferimento ai corridoi a matrice naturale e agli ambiti di biopermeabilità elevata (Boschi, sistemi naturali e seminaturali) interferiti, essi saranno ripristinati grazie all'inserimento delle opere a verde e alle opere di compensazione previste in fase progettuale (cfr. Tavola "Planimetria degli interventi di mitigazione") che consentiranno sia di rinaturalizzare l'area con specie autoctone in sostituzione di quelle alloctone ed invasive sia di rafforzare la dotazione vegetazionale locale con il fine anche di riconnettere lembi di habitat e incrementare la connettività ecologica locale.

In conclusione, seppure si assiste ad un'interferenza di alcuni elementi di connessione e biopermeabilità ecologica importanti, considerando gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientali in termini di mitigazioni e compensazioni, facenti parte integrante del progetto, che andranno a ripristinare ed incrementare il sistema del verde del territorio attraverso essenze autoctone ripristinando sia le superfici boschive sottratte (ai sensi della LR 4/2009) sia gli habitat di interesse comunitario (ai sensi della Dir. 92/43/CEE), si può affermare che l'impatto può considerarsi contenuto.

5.4.4 DIMENSIONE OPERATIVA

Mortalità di animali per investimento

In generale, la mortalità per investimento con veicoli in transito (*'road mortality'*) è causa di elevate perdite per molte specie. Se si considerano i dati noti in bibliografia, la mortalità stradale incide in genere sull'1-4% delle popolazioni di specie comuni, ma può arrivare al 40% nelle specie più sensibili. In ciascuna provincia italiana si stimano oltre 15.000 animali travolti ogni anno, e la tendenza generale va verso l'aumento, alla luce dell'espansione della rete stradale e dell'incremento dei volumi di traffico. Questo fattore potrebbe essere il più importante tra le cause di mortalità per la fauna provocate dalle attività antropiche.

I veicoli travolgono e uccidono ogni anno un gran numero di animali di ogni specie, dalle più comuni alle più rare. Le specie numericamente più colpite dalla mortalità stradale sono il riccio, il rospo e i rapaci notturni (barbagianni e

civetta).

L'incremento del traffico stradale in fase di esercizio della nuova infrastruttura in progetto potrebbe comportare un rischio per la sopravvivenza della fauna che popola il territorio. Per limitare tale impatto, sono state definite le misure e gli interventi atti ad attenuare tali tipi di effetti. Bisogna comunque tenere in considerazione che sul progetto preliminare, che prevedeva il tratto in autostrada (categoria A) e non in strada extraurbana (categoria B) come nel progetto definitivo, la Commissione Tecnica di VIA del MATTM ha espresso parere favorevole n. 848/2011. Il progetto definitivo, passando da categoria A a B, prevede una riduzione della velocità del traffico sull'asse stradale in fase operativa e, quindi, in riferimento al presente contesto di analisi, un'ottimizzazione rispetto alla precedente fase di progettazione. Gli interventi di mitigazione previsti in fase progettuale contemplano la realizzazione di passaggi faunistici (scatolari) in corrispondenza dei corsi d'acqua definiti per garantire il passaggio della fauna e, di conseguenza, consentire il mantenimento della biopermeabilità lungo il nuovo tracciato stradale evitando il potenziale rischio di schiacciamento per attraversamento del corpo stradale. Ai bordi dell'entrata del passaggio è prevista la piantumazione di elementi vegetazionali con funzione di invito per la fauna ad entrare.

Inoltre, unitamente agli inviti per il passaggio della fauna selvatica, sono previste dal progetto le reti di protezione per la fauna, antintrusione, per impedire l'accesso della fauna e l'attraversamento stradale della stessa.

In conclusione, la messa in atto delle suddette misure è stimata sufficiente a garantire il contenimento dell'effetto previsto.

Modifica della biodiversità

Relativamente alla potenziale modifica della qualità dell'aria per l'emissione in atmosfera e la ricaduta di inquinanti e polveri attribuibili al traffico stradale durante la fase di esercizio della nuova infrastruttura stradale, si sono considerate le simulazioni analizzate nella componente Atmosfera, a cui si rimanda per una trattazione più di dettaglio. Relativamente ai recettori per la vegetazione sono stati considerati due punti ubicati internamente al sito Natura 2000 ZSC IT1120004 "Baraggia di Rovasenda" ed in prossimità della nuova infrastruttura, in quanto tali aree si reputano essere quelle più sensibili, vista la presenza di habitat di interesse comunitario (ai sensi della Dir. 43/92/CEE).

Relativamente ai ricettori analizzati sono stati considerati i livelli di concentrazione di NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ e CO .

I risultati ottenuti evidenziano come per tutti gli inquinanti il contributo fornito dall'infrastruttura di progetto sul fondo di riferimento sia minimo. Solamente per l' NO_x la normativa definisce il limite normativo da rispettare per la vegetazione, pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sommando il valore di qualità dell'aria del fondo registrato dalla centralina ARPA con il valore risultante dalla simulazione per entrambi i ricettori considerati il limite normativo viene raggiunto. Approfondendo la tematica è doveroso però sottolineare che il raggiungimento del limite normativo è dovuto prevalentemente all'elevato valore di concentrazione di NO_x del fondo di riferimento ($28,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$), in termini numerici quasi pari al limite normativo, tipico dell'area della Pianura Padana. Infatti, si evidenzia come il contributo fornito, in termini di concentrazioni di NO_x , dalla nuova infrastruttura in esame sia modesto e pari a circa il 7% del limite normativo. Inoltre, si deve considerare che il trend relativo ai valori di concentrazione media annua registrati dalla centralina di riferimento del fondo, dal 2013 al 2017, sia decrescente.

Considerando il fondo ($28,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$) come livello di *background* a cui la vegetazione ed i sistemi ecologici in generale dell'area in esame si sono adattati nel tempo, creando le condizioni adeguate al loro ciclo vitale e allo svolgimento

delle loro funzioni, i valori di concentrazione al netto del fondo risultati dalle simulazioni sono da ritenersi come incrementi rispetto allo stato attuale rispettivamente pari a 2,15 e 1,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali valori sono dovuti al traffico stradale allo scenario futuro e sono molto bassi e di gran lunga inferiori al limite normativo. Quanto appena enunciato consente di ritenere la potenziale modifica della qualità dell'aria trascurabile per lo stato di salute della vegetazione e, di conseguenza, non influente sulla modifica della biodiversità nel territorio in esame.

L'incremento dei livelli acustici generati dal traffico della nuova infrastruttura stradale in fase di esercizio, le luci e gli stimoli visivi dei veicoli in movimento non sono ben tollerati da alcune specie di animali e possono causare un disturbo ed un allontanamento della fauna presente. Nelle fasce lungo le strade, la densità di alcune specie di uccelli si riduce, in particolare perché il rumore del traffico altera la possibilità di comunicare attraverso le emissioni canore. Questi effetti si verificano a partire da un livello minimo di 50 dB(A) (Dinetti, 2000). L'ampiezza della zona coinvolta è funzione del volume di traffico e delle caratteristiche del territorio: terrapieni e fasce alberate possono attutire il disturbo.

In riferimento al traffico stradale, è stata effettuata una simulazione degli scenari operativi connessi alle risultanze dello studio trasportistico con orizzonte al 2030 allo scopo di stimare i livelli acustici che si potrebbero raggiungere. I risultati della simulazione ottenuti mediante il modello SoundPlan, in riferimento al periodo diurno che risulta essere quello più critico in termini di estensione dell'impronta acustica dato il flusso di traffico maggiore, riportano una distanza isolivello $L_{eq}(A)$ di 50 dB(A) nella direzione laterale rispetto al nuovo asse stradale che varia da un minimo di circa 200 m ad un massimo di circa 380 m. La variazione dipende dalla tipologia del tracciato (rilevato, trincea, viadotto, ecc.), dall'altimetria del piano stradale rispetto al piano campagna e dai flussi di traffico.

Nel caso specifico è stata analizzata la situazione più critica che riguarda l'interferenza e la vicinanza con il sito Natura 2000 ZSC IT1120004 "Baraggia di Rovasenda", in quanto tali aree si reputano essere quelle più sensibili, vista la presenza di habitat di interesse comunitario (ai sensi della Dir. 43/92/CEE). Per la trattazione più di dettaglio si rimanda a quanto enunciato nell'aggiornamento allo Studio di Incidenza Ambientale.

Lo studio analizza le specie presenti sul sito e, per ognuna di esse, identifica la dinamica di popolazione, il grado di conservazione, il punto di ripristino e l'incidenza. I risultati evidenziano nessuna incidenza significativa a carico della fauna del sito.

Vista quanto appena enunciato, la mobilità della fauna e la capacità di adattamento alle nuove condizioni ambientali, si assume che la potenziale alterazione del clima acustico in fase di esercizio sia contenuta. Si ritiene comunque necessario in fase *post operam* il monitoraggio della biodiversità per effetto del disturbo acustico indotto dal traffico stradale al fine di verificare la presenza/assenza, abbondanza e distribuzione delle specie faunistiche durante l'esercizio della nuova infrastruttura stradale in prossimità delle aree naturali e più sensibili individuate sul territorio (cfr. Piano di Monitoraggio Ambientale e relativa cartografia).

Per quanto riguarda invece l'effetto delle luci sulla fauna, l'installazione di un'adeguata illuminazione solo nei pressi degli svincoli consente di ritenere trascurabili gli effetti previsti.

Modifica dell'equilibrio ecosistemico

A seguito della realizzazione di nuove aree pavimentate si incrementeranno le acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma la cui confluenza nelle aree limitrofe la nuova infrastruttura stradale potrebbe determinare delle

variazioni qualitative delle caratteristiche chimiche dei fattori ambientali quali suolo ed acque superficiali e, di conseguenza, potrebbe creare delle modiche all'equilibrio dei sistemi ecologici nelle aree a valle dell'immissione.

Ciò premesso, andando ad esaminare il sistema di gestione delle acque previsto in fase progettuale, per quanto concerne le acque meteoriche di dilavamento nel tratto da Masserano alla stazione di esazione (tratta stradale che rimarrà di competenza di Anas), a monte della loro immissione nei ricettori finali identificati nei corsi d'acqua, queste saranno intercettate e convogliate in canalette presso punti di raccolta e saranno soggette a trattamento.

La scelta progettuale di effettuare un sistema chiuso in cui le acque di piattaforma sono trattate prima della loro immissione nei corsi d'acqua consente di ritenere che gli equilibri dei sistemi ecologici rimangano inalterati e che, quindi, l'effetto previsto sia trascurabile.

6 RUMORE

Per tutto quanto riguarda la componente “Rumore” si rimanda allo Studio Acustico ed ai suoi allegati, facenti parte dell’Aggiornamento della documentazione ambientale i cui si inserisce anche la presente relazione. Nello specifico gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

- T00IA35AMBRE01A Studio Acustico
- T00IA35AMBCT01A-04A Carta dei ricettori, zonizzazioni acustiche comunali e punti di misura
- T00IA35AMBSC01A Schede censimento ricettori acustici
- T00IA35AMBCT05A-08A Clima acustico - Stato attuale diurno
- T00IA35AMBCT09A-12A Clima acustico - Stato attuale notturno
- T00IA35AMBRE02A Rapporto di misura per i rilievi acustici
- T00IA35AMBCT13A-16A Clima acustico allo stato di progetto diurno
- T00IA35AMBCT17A-20A Clima acustico allo stato di progetto notturno
- T00IA35AMBCT21A-26A Clima acustico allo stato di cantiere
- T00IA35AMBCT27 A Clima acustico relativo all'opzione zero diurno
- T00IA35AMBCT28A-31A Clima acustico post mitigazione diurno
- T00IA35AMBCT32-35A Clima acustico post mitigazione notturno
- T00IA35AMBCT36-41A Clima acustico post mitigazione allo stato di cantiere

7 PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO-CULTURALE

7.1 METODOLOGIA DI LAVORO

In riferimento alla componente Paesaggio e Patrimonio storico-culturale, all'interno del presente studio si è proceduto innanzitutto all'acquisizione di un quadro conoscitivo generale dell'area interessata dall'opera stradale in progetto indagata.

La metodologia utilizzata si basa sull'analisi paesaggistica e strutturale-funzionale del contesto paesaggistico di riferimento, indagando gli aspetti e gli effetti percettivi che il progetto produce in esso, quali:

- l'insieme geografico in continua trasformazione,
- l'interazione degli aspetti antropici con quelli naturali,
- i valori visivamente percepibili.

Tali concezioni, oggi, possono e devono essere ricondotte alla definizione riportata nella Convenzione Europea del Paesaggio, adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa nel 2000 e ratificata dall'Italia con legge del 9 gennaio 2006 n. 14, secondo la quale il termine “*designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*”, e che impegna tra l'altro i paesi firmatari a “*riconoscere giuridicamente il Paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità*”.

Alla definizione di paesaggio e ai concetti di “patrimonio” (*heritage*) ed “identità” che emergono dalla Convenzione si richiama anche il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, che stabilisce che per Paesaggio si deve intendere “*il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni*” (art. 131 co. 1) e che cita espressamente la Convenzione come riferimento per la ripartizione delle competenze in materia di Paesaggio (art. 132 co. 2). Il Codice, in particolare, “*tutela il paesaggio relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali*” (art. 131 co. 2), manifestando con ciò come la sua impostazione generale sia ispirata ai principi contenuti nell'art. 1, in base ai quali esso, in attuazione dell'articolo 9 della Costituzione, tutela e valorizza il “patrimonio culturale” (co. 1), costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici (art. 2 co. 1), con la finalità di preservare la memoria della comunità nazionale e del suo territorio e di promuovere lo sviluppo della cultura (art. 1 co. 2).

Facendo proprie tali definizioni e le recenti metodologie d'indagine paesaggistica, il metodo di lettura utilizzato nella presente relazione si fonda su due accezioni tra loro complementari:

- accezione strutturale,
- accezione cognitiva.

L'accezione strutturale parte dalla constatazione che ciascun paesaggio è dotato di una struttura propria: è formato, cioè, da tanti segni riconoscibili o è definito come struttura di segni. Tale lettura ha, quindi, come obiettivo prioritario l'identificazione delle componenti oggettive di tale struttura, riconoscibili sotto i diversi aspetti: geomorfologico, ecologico, assetto culturale, storico-insediativo, culturale, nonché dei sistemi di relazione tra i singoli elementi.

I caratteri strutturali sono stati indagati seguendo due filoni principali che definiscono altrettante categorie:

- elementi naturalistici,
- elementi antropici.

I primi costituiscono gli elementi principali su cui si regge il paesaggio interessato dall'intervento progettuale, rappresentando, in un certo senso, i "caratteri originari". Essi sono costituiti dalle forme del suolo, dall'assetto idraulico, dagli ambienti naturali veri e propri (boschi, forme riparali, zone umide, alvei fluviali e torrentizi).

I secondi sono rappresentati da quei segni della cultura presenti nelle forme antropogene del paesaggio che rivelano una matrice culturale o spirituale, come una concezione religiosa, una caratteristica etnica o sociale, etica, uno stile architettonico. Questa matrice può appartenere al passato o all'attualità, data la tendenza di questi segni a permanere lungamente alla causa che li ha prodotti.

L'accezione percettiva invece parte dalla constatazione che il paesaggio è fruito ed interpretato visivamente dall'uomo.

Il suo obiettivo è l'individuazione delle condizioni di percezione che incidono sulla leggibilità e riconoscibilità del paesaggio. L'operazione è di per sé molto delicata perché, proprio in questa fase, diventa predominante la valutazione soggettiva dell'analista.

Non va dimenticato, infatti, che la recente disciplina d'indagine e studio del paesaggio, pur avendo definito diversi indicatori della qualità visuale e percettiva dello stesso, non ha di pari passo riconosciuto ad alcuno di questi il carattere di oggettività che lo rende "unità di misura". Delle due fasi di lettura, questa è quella meno oggettiva poiché è collegata alla sensibilità dell'analista.

La metodologia applicata per lo studio del Patrimonio storico-culturale parte dall'indagine su più fronti con lo scopo di ottenere un'acquisizione dei dati inerenti ai territori in questione che sia il più completa possibile e quindi quello di fornire una valutazione dell'impatto meglio ponderata.

La ricerca è stata impostata attraverso il censimento dei siti già noti dalla bibliografia scientifica di riferimento nel territorio in questione e la sistematizzazione dei dati relativi ai vincoli e alle tutele esistenti.

Si è pertanto proceduto innanzitutto nella ricerca e verifica dell'esistenza, nel territorio all'interno del quale è prevista l'opera stradale in progetto, di siti archeologici già noti ed editi, considerando gli insediamenti antichi limitrofi ad essa.

Quanto alla loro localizzazione è stata definita considerando i Beni Culturali ai sensi dell'art. 10 del D.lgs. 42/2004 e s.m.i., le Zone di interesse archeologico ai sensi dell'art. 142 co. 1 lett. m del medesimo Decreto, disponibili all'interno del Geoportale della Regione Piemonte ed i Beni del Patrimonio monumentale appartenenti alla Carta del Rischio archeologico dell'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR).

Facendo riferimento agli elaborati cartografici allegati al Quadro di Riferimento Programmatico del presente Studio, nell'esposizione che segue sono riportati i dati essenziali relativi ai principali elementi di valore storico e artistico presenti nei pressi dell'intervento progettuale concernente la realizzazione della Pedemontana piemontese.

7.2 IL PAESAGGIO NELL'ACCEZIONE STRUTTURALE: IL CONTESTO PAESAGGISTICO

7.2.1 GLI AMBITI DI PAESAGGIO

Il contesto territoriale all'interno del quale si colloca l'area attraversata dalla nuova opera stradale si configura come ambito nel quale si sovrappongono e si intersecano differenti tipologie di contesto paesaggistico sia sotto il profilo della articolazione morfologica, che rispetto al grado di trasformazione, i cui esiti sono rappresentati all'interno dell'elaborato cartografico "Carta del contesto e struttura del paesaggio" allegata alla presente relazione.

Nello specifico, dal punto di vista dell'assetto morfologico, il contesto risulta difatti composto:

- dalla fascia collinare e pedemontana,
- dall'ambito di pianura,
- dagli ambiti fluviali.

Analogamente, tale pluralità di paesaggi è riscontrabile anche attraverso una lettura centrata sul grado di trasformazione dei luoghi, dal momento che all'interno del medesimo contesto è possibile individuare, da un lato, una molteplicità di tipologie urbane che sono il portato di eterogenei sistemi insediativi e, dall'altra, aree ancora integre e contraddistinte da elevati livelli di naturalità.

In tale prospettiva, il contesto paesaggistico di riferimento può essere ricondotto agli ambiti di paesaggio "Colline Novaresi" e "Colline di Curino e Coste della Sesia" così come individuati dal Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DCR n. 233-35836 del 3 ottobre 2017.

Il primo ambito di riferimento, "Colline Novaresi", è costituito da due aree principali: la piana del Sesia, in sinistra idrografica del fiume e il terrazzo antico, compreso tra il comune di Briona a sud e l'area di raccordo fra il terrazzo e primi rilievi montuosi del monte Fenera a nord. La piana alluvionale attuale e recente del Sesia è di forma pressappoco triangolare compresa fra il fiume e il terrazzo alto.

Il sistema insediativo si struttura sulla strada che da Novara tende verso la Valsesia percorrendo una lingua di pianura che si stende tra il fiume Sesia e il sistema collinare verso l'Agogna. Su di essa si trovano i maggiori nuclei abitati: Briona, Fara, Sizzano, Ghemme e Romagnano. Da Grignasco, Prato e Romagnano si distaccano alcune strade che risalgono i pendii collinari, mettendo così in comunicazione l'area vercellese e biellese con quella borgomanerese e rivierasca dei laghi Maggiore e d'Orta. Su queste si trovano gli abitati collinari di Boca, Maggiora e Cavallirio. Pochi sono i nuclei frazionali adagiati sulle colline, mentre si rileva la presenza di alcuni cascinali, tra cui la Cascina Montalbano, costruita sulle mura di un castello.

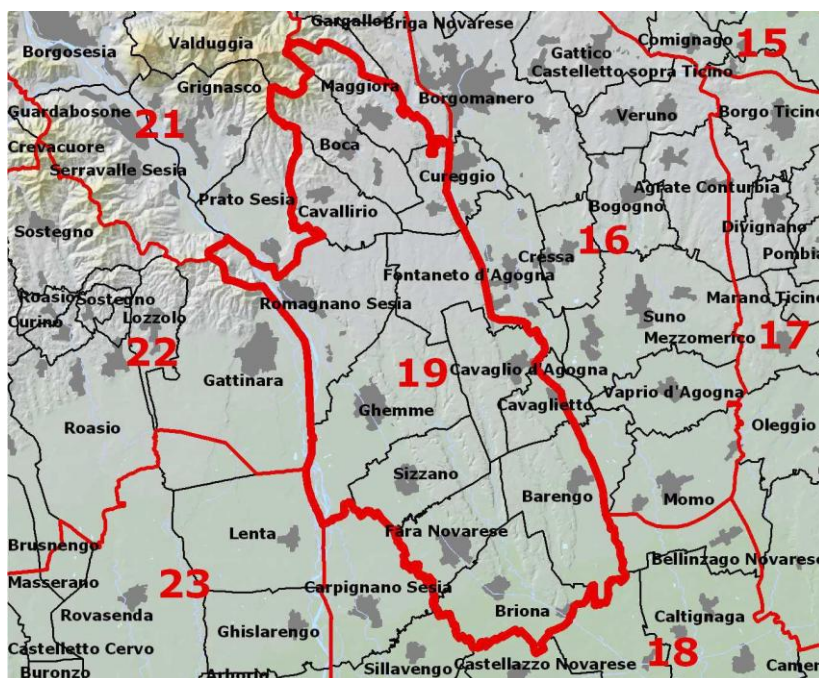


Figura 7-1 Ambito di paesaggio "Colline novaresi"¹¹

¹¹ Fonte: Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DCR n. 233-35836 del 3 ottobre 2017

Le vigne caratterizzano il paesaggio ricoprendo buona parte delle colline. La coltivazione è attualmente produttiva e redditizia (vini DOC) e ricopriva, almeno fin dall'Ottocento, gran parte del territorio.

Molto diffuso è ancora il bosco, sia lungo l'asta fluviale, sia al centro della piana Versorella, in cui domina la robinia ma sono presenti anche altre formazioni, seppure più sporadicamente, con quercu-carpineti e querceti di rovere. Altrettanto diffusa è la pioppicoltura; la coltura più frequente è il mais, mentre sono sparsi ma comuni frutteti e vigneti, eccezionalmente ancora a piantata planiziale, con supporto di pioppo bianco. È rilevante la presenza di canali di cospicua portata che vengono derivati dal Sesia per l'irrigazione: tali opere sono ora soltanto in parte efficienti, in quanto manca la necessaria manutenzione.

In generale l'aspetto paesaggistico più caratteristico è l'assenza di un assetto agrario omogeneo e, conseguentemente, una discontinuità nelle geometrie dei campi e nelle morfologie agresti. Questi aspetti sono accentuati e in generale compromessi dal tracciato autostradale che ha tagliato in due parti la pianura. Elevata criticità è determinata, inoltre, dalla caotica urbanizzazione dei centri principali della zona, in particolare Carpignano Sesia e Romagnano Sesia-Ghemme, ma anche, in generale, dalla presenza a macchia di leopardo di piccoli insediamenti industriali.

La fascia fluviale è costituita dall'alveo del Sesia con vasto greto e vegetazione a saliceti e pioppeti ripari, robinieti e lembi di quercu-carpineti golenali con frassini, compresa fra le sponde e gli argini artificiali, posti a 50 m circa dalle sponde stesse. Lungo gli argini la robinia si sviluppa vigorosamente potendo contare su un buon substrato di sabbie fini, seppure alternate a depositi più grossolani e lenti di ghiaia.

All'interno del terrazzo scorre il torrente Strona, che confluisce vicino a Briona, dove le rispettive valli terminano in pianura. La morfologia del terrazzo è ondulata, con tre livelli principali, zone incise ed erose, solcate da vallette e rii minori, che serpeggiano fra ripide scarpate e scoscesi pendii. Il paesaggio dei terrazzi antichi è il più tipico della zona, conservando ancora molti aspetti dell'ambiente naturale della Baraggia: il bosco planiziale a quercia e carpino e la brughiera.

Nel paesaggio naturale è storicamente inserita in modo armonioso l'attività agricola più importante della zona: la viticoltura. Soprattutto sulla scarpata occidentale del primo terrazzo il vigneto ricopriva quasi interamente il pendio, che per esposizione favorevole e suolo migliore consente la produzione delle uve di più alta qualità. Attualmente la superficie a vigneto si sta riducendo sia sulla scarpata sia sulla sommità: l'eccessiva frammentazione fondiaria è una delle cause delle difficoltà economiche delle aziende viticole.

Sul primo terrazzo sono evidenti gli interventi antropici legati all'attività viticola: esiste una fitta rete di strade poderali che consentono l'accesso ai vigneti sparsi un po' ovunque lungo tutta la superficie. Il bosco è presente sporadicamente con cedui invecchiati di robinia e castagno da paleria lungo le scarpate e come invasione negli incolti soprattutto verso lo Strona.

Sul secondo e terzo livello di terrazzo è invece assai più diffusa la vegetazione tipica della Baraggia e sporadiche sono le coltivazioni a vigneto, meno produttive e redditizie per la peggiore esposizione e per la maggiore distanza dai centri abitati.

Su terre ex agricole e marginali sono da segnalare alcuni rimboschimenti di pino strobo, impiantati come colture arboree a rapido accrescimento negli anni settanta, e ora con connotazione tipicamente forestale.

Caratteristiche a sé stanti riveste la superficie di raccordo fra il terrazzo e la formazione rocciosa a porfidi del massiccio culminante nel monte Fenera che, nella sua parte più settentrionale, presenta veri e propri caratteri morfologici e

pedologici che conferiscono al paesaggio aspetto tipico dei versanti di bassa montagna, sia per acclività sia per vegetazione. A partire dai comuni di Cavallirio, Boca e Maggiora scompare progressivamente la già marginale agricoltura del terrazzo per lasciare posto al bosco misto di latifoglie (spesso di neoformazione) o di betuleti e querceti su ex vigneti, che si alterna alla tradizionale presenza del vigneto fin qui espanso dai più noti areali viticoli di Ghemme e Gattinara.

Si segnala, infine, la presenza di attività estrattive, consistenti nella coltivazione di cave di argille, caolino e feldspati. Per quanto attiene il sistema stradale storico, di particolare importanza è la cosiddetta “Traversagna”, che collega Grignasco con Boca e su cui si strutturano nuclei frazionali di una certa consistenza. Tracce del sistema insediativo medioevale si hanno a Ghemme e a Romagnano, dove permangono in parte le strutture degli antichi ricetti. A Briona (castello Visconteo, ma di più antica origine), a Breclima, tra Ghemme e Romagnano, a Cavallirio (torre di Cavallirio) si trovano tracce di torri di avvistamento e di castelli. Questo sistema fortificatorio e difensivo va letto in stretto rapporto con quello valesiano, cui vanno aggiunti i siti fortificati e gli insediamenti promossi dalle politiche territoriali dei comuni medioevali di Vercelli e di Novara; più in generale, si può individuare un sistema di architetture fortificate e di centri di fondazione a cavallo del Sesia, in riferimento alle politiche territoriali dei comuni medioevali di Novara e Vercelli e, successivamente, del ducato sabauda e di quello milanese: il Sesia è fascia di confine dalla formazione del ducato di Savoia nel primo Quattrocento fino al 1713 per la parte inferiore, fino al 1748 per il tratto superiore.

La fascia di territorio tra il fiume Sesia e le colline possedeva una vitale importanza legata alla possibilità di derivare le rogge per irrigare il Novarese alimentando i mulini e i fossati della città di Novara. Le chiuse della Roggia Mora, scavata alla fine del sec. XII e prolungata da Ludovico il Moro fino quasi a Vigevano, sono a Prato Sesia, quelle della Roggia Busca più a sud verso Carpignano. Ancora oggi queste rogge hanno una parte importante nel disegno del territorio.

Nelle aree storicamente a viticoltura, siccome la popolazione viveva nei centri principali o in cascinali sparsi, talora lontani dal vigneto, vennero spesso costruiti tra fine Ottocento e inizio Novecento i caratteristici casini della vigna, piccoli fabbricati in mezzo ai vigneti che potevano ospitare per periodi limitati più persone. Caratterizzano il paesaggio agricolo soprattutto delle aree di Boca, Cavallirio e Maggiora.

Il piccolo ambito di paesaggio delle “Colline di Curino e Coste della Sesia” confina a sud con la Baraggia di Rovasenda, a nord-est con la Bassa Valsesia, a nord-ovest con le Prealpi Biellesi e a sud con la zona delle baragge tra Cossato e Gattinara. Si tratta di un territorio in gran parte costituito da una morfologia di bassa montagna quasi integralmente ricoperta da bosco misto di latifoglie e da viticoltura nelle migliori esposizioni, in prima approssimazione costituente un'unica grande unità di paesaggio.

L'ambito si caratterizza per essere una zona essenzialmente collinare in cui il sistema culturale si incentra sulla coltivazione della vite, che dà luogo alla produzione di vini DOCG (Gattinara) e DOC (Bramaterra, Coste della Sesia, Lessona). La zona tra Curino, Mezzana Mortigliengo, Casapinta e Soprana si contraddistingue per le cosiddette “Rive Rosse”, aride colline, basse e aspre, il cui colore rosso cupo è dato dalle rocce di porfido quarzifero. I principali centri sono Gattinara e Masserano.

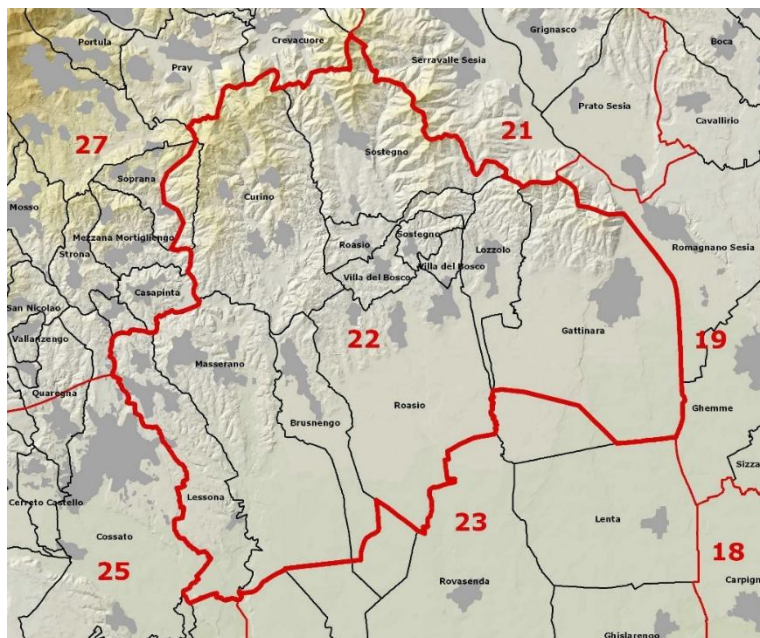


Figura 7-2 Ambito di paesaggio "Colline di Curino e Coste della Sesia" ¹²

Nell'ambito, collocato nella parte orientale del Biellese, costituito da ampie colline boschive costellate da piccoli borghi ricchi di storia e tradizione, sono presenti zone importanti dal punto di vista naturalistico come l'area delle Rive Rosse di Curino (o Biellesi). Si tratta di un ambiente particolare, sito di interesse regionale proposto per l'istituzione di un parco naturale; è completamente disabitato ed è caratterizzato da una serie di colline di terra rossa e da calanchi, rivestiti da una scarsa vegetazione che si è adattata alle condizioni particolari del luogo. L'ecosistema, definito delle Lande secche, è caratterizzato dalla presenza sui versanti sud di litosuoli sui quali si sviluppa una boscaglia rada di rovere alternata a brughiera. È in questo habitat che si trova l'Erica cinerea, endemica nelle Rive Rosse in un'area di circa 2,5 kmq, dove si trova raggruppata in macchie compatte o associata alla più diffusa *Calluna vulgaris*, brugo. Si tratta di una specie rarissima in Italia, da cui si produce anche un miele pregiato. L'area della frazione Cacciano Masserano, sempre presso la zona, è anche interessata dalla presenza di una torbiera e da attività estrattive, in particolare cave di feldspati, alcune delle quali già ripristinate con criteri naturalistico-ambientali.

Nella zona delle Rive Rosse ma anche in altre zone di questo ambito, alle quote più basse e nelle esposizioni sud, è presente anche la viticoltura che dà origine al Gattinara (DOCG), al Bramaterra, al Lessona, al Coste della Sesia (DOC), vini che si producono principalmente con le uve di Nebbiolo, localmente detto Spanna, Croatina, Vespolina e Bonarda, nei comuni di Lessona, Gattinara, Masserano, Brusnengo, Curino, Roasio, Villa del Bosco, Lozzolo e Sostegno.

Nella restante parte di quest'ambito la vegetazione, oltre che dal querceto e brughiera, è rappresentata dal castagneto ceduo, nei versanti caratterizzati dai suoli più profondi e fertili, e dal robinieto diffuso un po' ovunque, soprattutto nelle aree abbandonate dalla viticoltura e dalla praticoltura, quest'ultima in forte regressione per l'assenza di aziende zootecniche.

Nei comuni di Brusnengo, Gattinara, Masserano, Roasio è inoltre possibile coltivare il riso con l'indicazione DOP Riso di Baraggia Biellese e Vercellese.

¹² Fonte: Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DCR n. 233-35836 del 3 ottobre 2017

Oltre all'area delle Rive Rosse Biellesi, che costituisce elemento di caratterizzazione geomorfologica e botanica, un altro sito di interesse regionale con caratteristiche naturalistiche simili al precedente è quello chiamato Mazzucco-Bonda grande, situato a est del comune di Sostegno. Il sito di interesse comunitario Baraggia di Rovasenda, inserito all'interno della Riserva Naturale Orientata delle Baragge, ospita estese praterie e brughiere frammiste ad ambienti forestali a quercu-carpinetto con forme pioniere o di degradazione a betulla, pioppo tremolo, arbusti e pini silvestri. Quest'area, anche se notevolmente frammentata a causa della risicoltura, presenta ancora numerosi settori con gli ecosistemi tipici del terrazzo delle Baragge; l'area vitivinicola del Lessona, Gattinara, Bramaterra e della Coste della Sesia è importante sia per la particolarità del prodotto enologico, sia per la caratterizzazione paesaggistica che ne consegue.

L'ambito si struttura sulla direttrice viaria che mette in comunicazione Biella con Borgomanero, e quindi con i laghi d'Orta e Maggiore, passando da Gattinara dove incrocia la strada che da Vercelli porta alla Valsesia. Da questa direttrice viaria si dipartono due antiche strade di collegamento territoriale: la via *pecorilis* e la strada del Principe. La prima, il cui percorso non si discosta sostanzialmente dalla Crevacuore-Roasio, passante per Sostegno, era percorsa dai pastori durante la transumanza dalla piana vercellese alla Valsesia. La seconda è attestata già nel Settecento come importante strada di collegamento territoriale tra il Biellese, in particolare Masserano, e la Valsesia. Il tracciato toccava gli abitati di Masserano, Santa Maria, Curino e Azoglio, Crevacuore. Il percorso è attualmente destrutturato e rintracciabile in sentieri collinari.

Masserano era un importante nodo stradale in cui giungevano i collegamenti provenienti da Biella, Salussola, Buronzo (e quindi Vercelli) e da Gattinara. Masserano, antica sede dell'omonimo Principato, unitamente a Gattinara, borgo nuovo di Vercelli lungo la direttrice Vercelli-Valsesia, sono i nuclei storicamente più rilevanti e stratificati; conservano antiche vie porticate ed edifici densi di storia, fra i quali, a Masserano, la chiesa medioevale di San Teonesto e il Palazzo dei Principi Ferrero Fieschi, al cui interno si trovano i resti dell'antica rocca.

Alcuni nuclei, come Soprana e Sostegno, sono situati in posizione elevata e costituiscono punti di riferimento e di osservazione panoramica per il territorio circostante. Nella zona di Sostegno numerose erano le cave d'argilla, dalla quale si ricavavano calce e laterizi. Di recente sono stati avviati lavori di ristrutturazione di alcune fornaci.

7.2.2 IL SISTEMA INSEDIATIVO

Come accennato in precedenza, la pluralità di paesaggi individuati nell'ambito del contesto paesaggistico di riferimento è riscontrabile anche attraverso una lettura centrata sul grado di trasformazione dei luoghi, che ha dato origine alla individuazione di una molteplicità di tipologie urbane che sono il portato di eterogenei sistemi insediativi che, nel caso in specie, possono riferirsi ai seguenti sistemi insediativi:

- Sistema insediativo dei rilievi collinari,
- Sistema insediativo pedemontano,
- Sistema insediativo della pianura,
- Sistema insediativo degli ambiti fluviali di pianura.

Il sistema insediativo dei rilievi collinari costituisce la cerniera discontinua tra le aree montane ed il sistema insediativo pedemontano; di questo sistema sono riconoscibili nuclei di insediamenti collinari caratterizzati da una marcata vocazione residenziale, qualificata in relazione alle condizioni ambientali pregevoli e per la facile accessibilità al sistema urbano.

Alle spalle di queste prime quinte, si sviluppano alcuni sistemi insediativi collinari caratterizzati da minore accessibilità e quindi dal permanere di funzioni agricole più tradizionali.

Particolare rilievo assumono lungo i rilievi collinari le colture viticole, che danno vita alla produzione di un vino DOC di buona qualità. Inoltre, i centri appartenenti a tale sistema insediativo hanno sviluppato una interessante vocazione turistica, come luoghi di villeggiatura, connessa al paesaggio rurale e rafforzata dalla presenza di valori storici e naturali di rilievo, collegati anche al sistema della Baraggia.

Il sistema insediativo pedemontano che si estende ai piedi dei rilievi collinari racchiude in sé singoli insediamenti di diverso rilievo e spessore gerarchico: dai principali poli urbani, ai centri intermedi, a insediamenti minori di più marcata natura rurale, oggi di preminente caratterizzazione manifatturiera.

Il sistema pedemontano è stato interessato da processi conurbativi di sviluppo lineare lungo le principali vie di comunicazione; si è trattato di uno sviluppo avvenuto in modo sostanzialmente disordinato, che ha consumato quote eccessive di suolo, ha compromesso la possibilità di potenziare la rete viaria esistente ed ha creato una diffusa condizione di disagio ambientale. Negli anni più recenti, i processi di crescita urbana hanno interessato anche le direttrici radiali della pianura, dando luogo ad un ambito insediativo a marcata caratterizzazione produttiva e commerciale.

A valle degli insediamenti pedemontani, il territorio della pianura è prevalentemente caratterizzato da paesaggi agrari ed ambienti insediativi fortemente differenziati. Le risaie nella parte meridionale sono dominate dalla presenza di cascine isolate. Le aree a seminativo, attraversate dai paesaggi fluviali, sono interessate da ridotti insediamenti residenziali e produttivi.

La Baraggia, area non insediata, costituisce un quadro paesistico-ambientale di rilevante singolarità e valore naturalistico. Quest'ultima occupa una vasta area pianeggiante, rilevata rispetto alle circostanti pianure agricole, che si spinge dall'orlo del terrazzo del Cervo a Candelo, fino alle risaie. La singolarità vegetazionale dell'area, che rappresenta uno dei più significativi esempi di brughiera presenti nella scena padana, ha trovato riscontro nell'istituzione della Riserva Naturale Orientata.

Di rilievo è anche la caratterizzazione naturalistica degli ambienti fluviali caratterizzato da un'ampia estensione di aree umide e di vegetazione perifluviale e che costituiscono un rilevante riferimento per il patrimonio faunistico.

La trama dei centri urbani, sistematicamente addossati sulle principali direttrici viabilistiche, è generalmente priva di riferimento urbani significativi.

Nell'ambito delle aree di pianura caratteristici sono i nuclei urbani sviluppati lungo i corsi d'acqua, classificati come centri storici, molti dei quali presentano la struttura tipica dei borghi di rifondazione medioevale. Il principale di detto sistema può essere ricondotto a quello del Fiume Sesia, in cui l'organizzazione insediativa è caratterizzata e strutturata dai percorsi antichi diretti alla Valsesia, dagli allineamenti della "limitatio" romana e dalla presenza di rogge storiche (Mora, Busca). Il Sesia fin da epoche antiche ha costituito una importante via di transito e comunicazione per uomini e merci provenienti dalla Pianura Padana; il sistema dei beni è caratterizzato dalle costruzioni medioevali, in particolare dai ricetti (Carpignano, Ghemme, ecc.), dai resti di opere fortificate e dagli edifici religiosi romanici. Altri beni emergenti appartengono al sistema delle ville.

7.2.3 IL SISTEMA NATURALISTICO

Facendo riferimento al Corine Land Cover 2012 (cfr. Figura 7-3) emerge che nell'ambito del contesto paesaggistico nel quale si inserisce l'opera stradale in progetto sono chiaramente distinguibili tre porzioni territoriali dai caratteri nettamente distinti e contrapposti.

Appare difatti evidente la netta distinzione tra gli ambiti urbani, sviluppati lungo le prime propaggini collinari poste tra la fascia pedemontana e quella della pianura, le aree agricole, prevalentemente presenti in ambiti di pianura, e le aree naturali e seminaturali, tipiche dei paesaggi collinari che discendono verso la pianura concentrandosi soprattutto i principali corsi d'acqua.

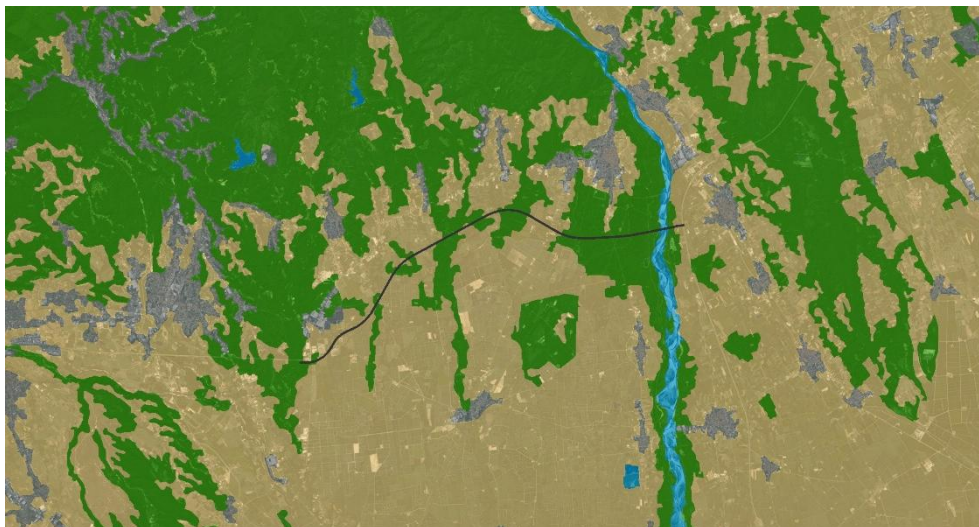


Figura 7-3 Corine Land Cover 2012 - 1° livello

All'ambito della pianura possono associarsi tutta quella serie di aree pianeggianti nelle quali vengono effettuate coltivazioni intensive sia foraggere che a seminativi, nonché risicole.

Sono aree dislocate in tutto il territorio pianeggiante che si caratterizzano però in modo diversificato a seconda della vocazione e della coltivazione prescelta. Anche da un punto di vista semplicemente paesaggistico queste differenze sono abbastanza tangibili e sono testimonianza della presenza di soggetti agricoli gestori del territorio diversificati e con aziende agricole di diversa impostazione tecnico economica. Questa sinergia tra gli aspetti paesaggistici e la realtà tecnico economica dei soggetti gestori determina una suddivisione del territorio in differenti aree:

- aree con prevalenza di coltivazioni foraggere, quei territori, in genere i più vicini alle aree montane e collinari, dove la presenza di aziende zootecniche e foraggere rende prevalente questo tipo di coltivazione (in genere esercitata in forma irrigua) pur riscontrando anche coltivazioni diverse (seminativi da granella o da foraggio);
- aree con prevalenza di seminativi, pur rilevando ancora la presenza di prati permanenti od avvicendati la prevalenza dei terreni è coltivato con seminativi da granella o da foraggio. In diversi casi queste aree sono anche occupate da impianti finalizzati all'arboricoltura da legno;
- aree quasi totalmente coltivate con seminativi, la cui coltivazione è realizzata in forma specializzata dalle aziende del territorio e costituiscono pertanto le aree più produttive e nelle quali si trovano le aziende meglio strutturate;
- aree coltivate inframmezzate ai centri abitati, in cui le coltivazioni sono di vario genere ed accanto ai seminativi si estendono colture vivaistiche, arboricoltura da legno, orti e frutteti famigliari. Queste aree, più confuse dal punto di vista vocazionale, rappresentano comunque una porzione limitata del territorio e specificatamente le zone più limitrofe ai centri abitati.
- aree risicole che si estendono quasi senza soluzione di continuità con l'unica interruzione generata dagli ecosistemi dei corsi d'acqua.

In particolare, per le aree risicole, nel periodo compreso tra maggio e ottobre, l'allagamento delle risaie e la loro

particolare conformazione caratterizza paesaggisticamente questo settore di territorio.

L'uomo ha realizzato nel corso del tempo la trama di questo paesaggio agrario, che sovrappone al territorio una geometria fitta e regolare di campi, filari, canali strade e cascine. Questa geometria è punteggiata da centri abitati, che ne costituiscono i punti nodali.

L'andamento dei canali, che separano gli appezzamenti, è generalmente intuibile dall'andamento delle piantumazioni o dall'addensarsi della vegetazione.

Un elemento naturale, che gioca un ruolo importante nel paesaggio, è l'acqua, sia per il valore intrinseco degli elementi del sistema idrografico, sia per l'influenza che esercita sulle attività antropiche e sull'agricoltura. Ed infatti, la combinazione di elementi morfologici ed idrografici determina situazioni caratterizzate da un elevato pregio paesistico ed ambientale, in cui è inserita anche l'opera dell'uomo. In particolare, le strutture agricole, le opere di bonifica ed irrigazione, le stesse colture agrarie, il disegno degli appezzamenti, sono tutti elementi costitutivi del paesaggio della zona.

Le aree a bosco rappresentano degli elementi residui di un certo valore paesistico per il grado di naturalità del bosco ripariale e costituiscono un altro elemento, oltre i centri abitati, di interruzione. Nel caso del territorio in esame queste aree boscate sono collocate in posizione limitrofe alle fasce spondali dei corsi d'acqua mentre ben scarse e limitate a piccoli frammenti di superficie sono le formazioni boschive inserite nel tessuto agricolo.

Le aree collinari si caratterizzano per una diffusa ed importante vocazione verso la coltivazione viticola. Questa coltivazione, fino alla metà del secolo scorso, era estesa ed affermata tanto da caratterizzarne fortemente anche la componente paesaggistica. In seguito, a causa della forte concorrenza economica del limitrofo settore industriale e ad una diminuita remunerazione dell'attività agricola, la coltivazione della vite si è molto contratta rimanendo concentrata soprattutto in alcune aree di riconosciuta vocazione, dove effettivamente sussistono le potenzialità per la realizzazione di prodotti di assoluto valore enologico. Attualmente, infatti, queste superfici rimangono completamente circondate da estese superfici boscate un tempo anch'esse dedicate alla coltivazione vitivinicola. Nonostante ciò, in questo ambito agroforestale la coltivazione vitivinicola rimane un elemento caratterizzante per il territorio.

Nella fascia subcollinare, un tempo interessata per larghe porzioni da coltivazione ma ora quasi totalmente abbandonata ed occupata da insediamenti di boschi di invasione, la robinia in popolamenti di scarso pregio selvicolturale è sicuramente la specie dominante ma si riscontrano anche situazioni con presenza di specie quercine anche di un certo pregio. All'interno di queste aree si riscontrano ancora alcune porzioni di territorio gestite a prato per l'alimentazione del bestiame o qualche raro insediamento viticolo. Si tratta di territori con un buon pregio naturalistico in quanto costituiscono le propaggini settentrionali dell'areale baraggivo.

Le fasce fluviali dei principali corsi d'acqua, una volta raggiunta la pianura, si caratterizzano dalla presenza di una vegetazione ripariale prevalentemente arborea, costituita da robinia, salice bianco, pioppi e ontano nero, nonché formazioni arbustive con la predominanza dei salici. A queste formazioni naturaliformi si accompagnano sovente impianti di arboricoltura da legno costituiti quasi esclusivamente da pioppo; meno frequenti sono i vivai.

Oltre al paesaggio prettamente agricolo della pianura, il tratto stradale in progetto indagato interessa porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza delle baragge, ovvero vasti altopiani connotati dalla presenza di praterie e brughiere alternate a sporadici alberi e vallette boscate.

Per tale peculiarità del paesaggio è stata istituita la Riserva naturale orientata delle Baragge con l'obiettivo di tutelare e conservare il particolare ambiente baraggivo anche attraverso interventi di recupero ambientale e di ripristino di aree

che abbiano subito modificazioni reversibili, consentire, qualificare e valorizzare le attività agricole presenti nell'area e assicurare la fruizione dell'area a fini culturali, scientifici e ricreativi, compatibilmente con le attività agricole presenti.

Questi particolari ambienti denominati baragge nascono in ere geologiche a causa dell'azione di erosione e smantellamento, operata dai torrenti, su antiche pianure; qui, gli affioramenti, osservabili lungo le incisioni dei torrenti, di depositi deltizi e marini che inglobano numerosi fossili sono questi i testimoni della presenza, in tutta la zona, di un grande golfo marino, circa 5,2 - 1,8 milioni di anni fa.

La vegetazione tipica dell'ambiente baraggivo è costituita da praterie e brughiere a prevalenza di alte erbe (le molinie), di brugo, nonché, più sporadicamente, di felce aquilina.

Dominano il tutto imponenti alberi di alto fusto più o meno isolati: querce nelle baragge Biellesi e Vercellesi; talora carpino bianco nei settori maggiormente boscati di fondovalle; oppure betulle nelle baragge Novaresi (Pian Rosa).

Tale paesaggio costituisce una fase di degradazione di boschi di quercia preesistenti, via via diradati a causa di ripetuti tagli; l'aspetto di landa a copertura arborea rada si è mantenuto nel tempo grazie ad incendi, pascolamenti e sfalci. Non si tratta pertanto di ambienti di origine prettamente naturale: la loro struttura e composizione, nonché la loro conservazione, sono strettamente legate all'attività forestale, agricola e zootecnica.

Di particolare interesse di questi ambienti sono il giaggiolo o iris siberiano (*Iris sibirica*), il giglio dorato (*Hemerocallis lilio-asphodelus*) e la genzianella mettimborsa (*Gentiana pneumonante*).

Interessanti sono, inoltre, gli ecosistemi di torbiera e acquitrini con alcune piante rare in prevalenza acquatiche come gli sfagni (*Spagnum spp.*), la drosera (*Drosera intermedia*) caratteristica per la sua capacità di catturare e digerire gli insetti che si posano su di essa e la ciperacea rincospora scura (*Rhynchospora fusca*).

Tra gli animali selvatici sono gli uccelli ad avvantaggiarsi maggiormente di questo peculiare ed ormai raro ambiente di pianura che alterna praterie e boschi; molte specie inoltre sono favorite anche dalla vicina presenza di campi agricoli e soprattutto dalle risaie, che raggiungono per alimentarsi, utilizzando la baraggia come area-rifugio per il riposo diurno e notturno.

Gli insetti, pur essendo più difficilmente osservabili, presentano alcune specie strettamente specializzati per l'ambiente baraggivo e quindi difficilmente rintracciabili altrove come *Agonium livens*, *A. ericeti*, *Bembidium humerale* e *Fissocatops westi* e due farfalle (lepidotteri) quali la ninfa delle torbiere (*Coenonympha oedippus*) a rischio di estinzione in Europa e la *Maculinea alcon* (strettamente legata alla genziana mettimborsa).

In corrispondenza della Riserva naturale orientata delle Baragge vi è inoltre presente la Zona Speciale di Conservazione "Baraggia di Rosavenda" (IT1120004) ed i Siti di Interesse Comunitario "Baraggia di Candelo" (IT1130003) e "Baraggia di Piano Rosa" (IT1150007) destinate alla tutela della biodiversità in attuazione della Direttiva Habitat (92/43/CEE) relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, della flora e fauna selvatiche, e della Direttiva "Uccelli" (79/409/CEE).

Relativamente più distante dall'opera stradale in progetto, e ubicati in ambito pedemontano, vi sono il Parco naturale del Monte Fenera (EUAP0209) e la Zona di salvaguardia del Monte Fenera (EUAP1184); i territori ricompresi in tali aree naturali protette sono inoltre interessati dalla presenza del Sito di Interesse Comunitario "Monte Fenera" (IT1120003).

Il paesaggio del Monte Fenera è caratterizzato da banchi calcareo dolomitici connotati da fenomeni di carsismo che hanno originato numerose cavità.

Pur essendo coperto per la massima parte da boschi, le peculiarità faunistiche del Parco appartengono anche ad habitat differenti per la presenza delle pareti verticali di dolomia, dei coltivi e delle aree di brughiera alberata, queste ultime sviluppate ai limiti del Parco. All'interno del Parco è possibile individuare due tipi di formazioni arboree: una caratterizzata dalla presenza di piante imponenti e senescenti, l'altra con prevalenza di piante di modesto diametro. Nella prima, con ex castagneti da frutto si trova una fauna tipica indicatrice della vetustà del bosco: tra gli uccelli il Picchio rosso minore, il Picchio muratore e rampichino; tra i mammiferi il Cinghiale ed il Capriolo. Nella seconda, come nelle boscaglie di ricostituzione, vi sono specie diverse quali lo Scricciolo, la Capinera ed il Toporagno, frequentatori abituali di formazioni arbustive. Fra i vari ambienti si evidenziano habitat particolari come quelli rupicoli delle pareti calcaree dove vivono animali, soprattutto uccelli, che raramente si trovano altrove in Valsesia, come il Falco pellegrino, la Rondine montana ed il Picchio muraiolo. Anche i coltivi, costituiti da prati, orti, frutteti e vigneti hanno un'importanza vitale per la diversificazione delle specie animali che li frequentano nelle fasce di transizione (ecotono); tra queste: il Torcicollo, il Picchio verde e il Frosone fra gli uccelli, il Capriolo e la Lepre tra i mammiferi, che utilizzano le colture per pascolare ed il bosco per riposare. In particolare, il vigneto ospita specie da esso dipendenti in modo esclusivo, come la Tortora, il Canapino e lo Zigolo nero. Nella brughiera, che presenta una vegetazione rada e stentata dovuta al terreno arido ed al passaggio del fuoco, albergano animali di particolare interesse ecologico-naturalistico come il Succiacapre ed il Falco pecchiaiolo. La maggior apertura e la possibilità di una migliore esposizione al sole propria di questo ambiente, favorisce la vita dei rettili quali il Ramarro, il Biacco e la Vipera comune che sono prede comuni del Biancone, grande rapace che popola i cieli del Parco assieme alla Poiana ed al Nibbio bruno. In autunno, il territorio del Parco è interessato da due cospicue direttrici di migrazione seguite da migliaia di uccelli che, in direzione NE-SO si spostano verso le aree di svernamento del Mediterraneo. Soprattutto in ottobre è possibile vedere grossi voli di Columbidi, Corvidi, Fringillidi e Turdidi, accompagnati da rapaci come Poiane e Pecchiaioli. La conformazione del territorio del Parco, degradante dagli 899 metri della punta del Monte Fenera ai 300 metri s.l.m., la varia esposizione dei versanti e l'abbondante presenza di corsi d'acqua, anche se a regime prevalentemente torrentizio, caratterizzano la notevole varietà di piante ed essenze arboree, anche rare, esistenti. Quasi la totalità della superficie del Parco è coperta da boschi con prevalenza di castagno, utilizzati per la produzione di legna da ardere e paleria, in cui è possibile incontrare ancora piante secolari un tempo destinate alla raccolta dei frutti. Al castagno si accompagnano altre specie quali il frassino, la farnia, il rovere, il cerro, la betulla, l'acero, il pioppo tremolo, il ciliegio selvatico, il salice e il sorbo montano; la robinia ha invaso le colline meridionali, mentre negli avvallamenti umidi e lungo i torrenti sono presenti l'ontano ed il pioppo nero. A settentrione, nei versanti più freschi, è ben presente il faggio, mentre a sud, su pareti rocciose e terreni calcarei, si trova l'orniello, tipica essenza di ambiente mediterraneo a cui appartengono anche il pungitopo ed il ginepro che si trovano in abbondanza. Le conifere naturali (pino silvestre) sono presenti in modo sporadico mentre più diffuse sono quelle d'impianto, preferite dall'uomo per la rapidità di accrescimento (come il pino strobo). Tra gli arbusti tipicamente presenti nei boschi si trovano il nocciolo, il corniolo, la sanguinella, il sambuco, il biancospino, l'evolino, il crespino ed il ligustro. Tra le piante erbacee oltre alle presenze più comuni di elleboro, ciclamino, polmonaria, campanellino, croco e dente di cane, vanno segnalate specie più rare come la *Daphne alpina*, *Daphne laureola*, *Daphne mezereum*, *Iris graminea* e la vite selvatica o rarissime, di elevato valore ornamentale, come la lingua cervina, la felce florida ed il capelvenere.

Attraverso i secoli, a partire dal Paleolitico Medio fino ai giorni nostri, si ha sul Fenera una continua presenza umana con genti molto diverse che si sono succedute nel tempo lasciando importanti tracce del loro passaggio. Dai rozzi

strumenti di pietra dell'uomo di Neanderthal, dopo molti millenni si perviene alla ceramica del Neolitico ed agli oggetti di metallo per arrivare all'epoca Romana con monete in bronzo e in argento e, probabilmente, nel tardo romano o primo Medioevo, ai più antichi segni dell'industrializzazione della valle con i resti di una fucina per la lavorazione del ferro. Infine, il Medioevo ha lasciato più evidenti testimonianze con le murature a spina del sec. XII, le rovine del Castello di Robiallo, il sistema a castra sviluppato lungo le vie commerciali ed i nuclei frazionali situati a valle risalenti al 1300; lo sviluppo urbanistico a quote superiori è avvenuto invece in tempi successivi tra il XV- XVI sec. Successivamente le testimonianze della presenza dell'uomo diventano sempre più evidenti e ricorrenti: l'itinerario del cinquecento e del Barocco è documentato dalla chiesa parrocchiale di Grinasco e dalla cappella di S. Antonio a Casa Negri e si sviluppa attraverso le chiese e gli oratori dei nuclei frazionali, in quota come ad es. a Colma, Maretti e sulla cima del Monte Fenera. L'itinerario dell'architettura antonelliana e del tardo Neoclassicismo è documentato dalle chiese di Soliva, Castagnola e del Santuario di Boca. Testimonianze più recenti relative ad una vita rurale e pastorizia sono identificabili negli alpeggi (Alpe Fenera, ai Camini...), nei nuclei frazionali caratterizzati, sino al 1960, da case abitate con i tetti di paglia, nelle manifatture quali le concerie ed i mulini, localizzati lungo i corsi d'acqua, infine le cave con i carrelli trasportatori e le strade di collegamento con le fornaci. Le ultime testimonianze di importanti eventi storici sono relative alla guerra partigiana vissuta e partecipata con particolare intensità dalle popolazioni locali che hanno sofferto la perdita di parenti: lungo i sentieri del Parco si possono infatti incontrare numerose lapidi di caduti.

7.3 IL PAESAGGIO NELL'ACCEZIONE STRUTTURALE: L'AREA DI INTERVENTO

7.3.1 LA STRUTTURA DEL PAESAGGIO

Il territorio attraversato dall'opera stradale in progetto appare fortemente connotata dalla contrapposizione tra gli ambiti di pianura e quelli pedemontani.

Una prima lettura interpretativa di tale struttura paesaggistica, dove i caratteri dell'insediamento si fondono con le determinanti geografiche nel caratterizzare i paesaggi umani, si fonda sulla individuazione delle caratteristiche e delle componenti paesaggistiche che possono essere ricondotte ai seguenti tre ambiti paesaggistici prevalenti:

- Ambiti di paesaggio urbano e antropizzato,
- Ambiti di paesaggio agricolo,
- Ambiti di paesaggio naturale e semi-naturale.

Per ciascuno di detti ambiti è stata operata una identificazione dei principali fattori strutturanti classificandoli secondo categorie di interpretazione della tipologia di paesaggio a cui si riferisce, mentre per una loro rappresentazione si fa riferimento agli elaborati cartografici denominati "Elementi di struttura del paesaggio" allegati alla presente relazione.

Ambiti di paesaggio urbano e antropizzato

La ubicazione dell'ambito di studio indagato tra la fascia pedemontana e la pianura posta tra le province di Biella, Novara e Vercelli fa sì che i caratteri paesaggistici urbani possano riferirsi per l'appunto ai territori costituenti il sistema insediativo sviluppato lungo la fascia pedemontana e costituito dagli agglomerati urbani appartenenti ai comuni di Brusnengo, Ghemme, Gattinara, Lozzolo, Masserano, Roasio e Romagnano Sesia.

Per gli ambiti di paesaggio urbano e antropizzato presenti all'interno del contesto paesaggistico indagato sono state individuate secondo una differente conformazione dell'impianto e della grana le tipologie di paesaggio nel seguito riportate.

L'impianto è determinato dalla forma d'insieme della rete stradale, mentre la grana, che indica il grado di frammentazione o unitarietà della trama edificata che compone il tessuto, viene definita sulla base della dimensione media dei corpi edilizi continui in esso presenti. La definizione del tipo di grana non dipende dalla dimensione complessiva degli isolati, né dall'altezza degli edifici, ma unicamente da dimensioni in pianta di edifici o lotti.

- *Tessuto urbano della città storica*



- *Tessuto residenziale compatto con tipi edilizi eterogenei*



- *Tessuto residenziale ad impianto aperto con tipi edilizi minuti e sistema del verde pertinenziale*



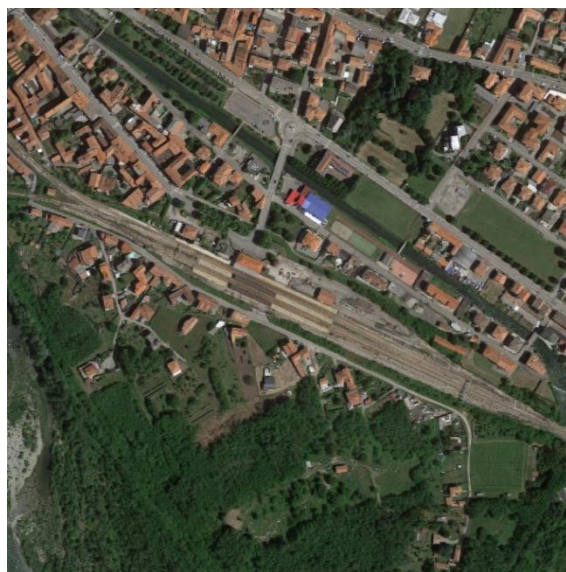
- *Tessuto di frangia urbana per tipi edilizi puntuali minuti con presenza di aree agricole intercluse*



- *Paesaggio degli insediamenti produttivi, del commercio e dei servizi*



- *Paesaggio delle infrastrutture*



Ambiti di paesaggio agricolo

Se da un lato le peculiari caratteristiche storiche e territoriali della pianura hanno reso possibile la nascita e lo sviluppo della specializzazione risicola, dall'altro lato la coltura del riso ha contribuito a modificare radicalmente il paesaggio agrario, rendendolo unico nel suo genere.

A tal proposito, l'ambito paesaggistico indagato non presenta i caratteri di un territorio del tutto omogeneo; si possono infatti contraddistinguere nello specifico due grandi aree connotate da caratteri culturali nettamente contrapposti: la prima è costituita nello specifico dalle colture intensive diffuse lungo la fascia ai margini dei rilievi collinari, quali prime propaggini del sistema montuoso, connotate dalla presenza di vigneti, campi ortofrutticoli e risaie inframezzate da boschi e pioppeti, la seconda area, quella che riguarda la piana vera e propria che si distingue per la prevalente presenza della produzione risicola, contrassegnata dal fitto intreccio di canali d'acqua.

- *Paesaggio delle colture intensive*



- *Coltura del riso*

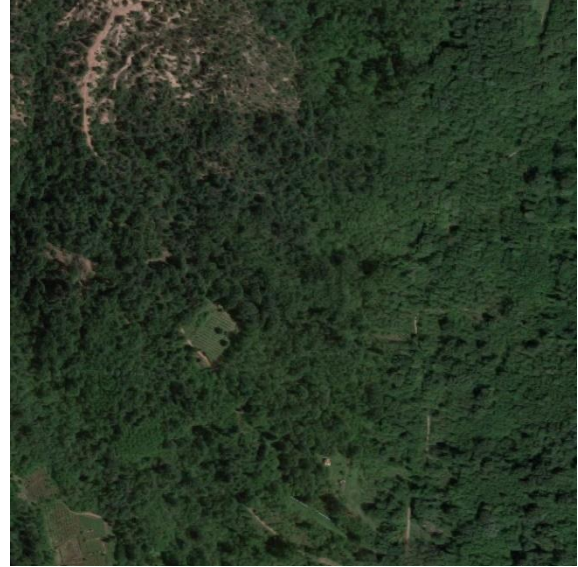


Ambiti di paesaggio naturale e seminaturale

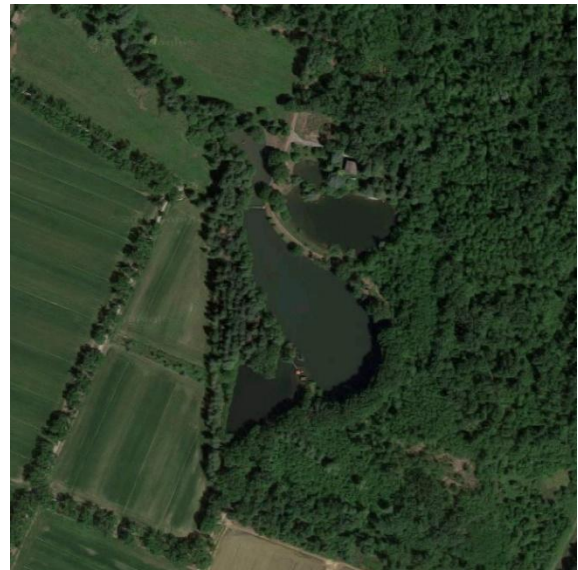
In generale, l'ambito del territorio indagato conserva i valori del paesaggio agricolo a cui si affiancano elementi naturalistici di maggior pregio.

Tali ambiti sono costituiti da porzioni di territorio caratterizzati dalla prevalente presenza di masse arboree, ubicate sia in pianura che lungo i rilievi collinari e montuosi retrostanti che, insieme alla fitta rete dei corsi d'acqua e delle zone umide, costituiscono i principali elementi a naturale vocazione presenti all'interno dell'ambito indagato.

- *Paesaggio naturale a portamento arboreo-arbustivo*



- *Paesaggio delle aree umide e dei corsi d'acqua*



7.3.2 IL PATRIMONIO STORICO-CULTURALE E TESTIMONIALE

I beni storico-culturali e testimoniali oggi presenti nell'ambito di studio sono facilmente rilevabili analizzando il percorso storico del sistema insediativo, la cui struttura urbana è strettamente legata alle condizioni morfologiche dei luoghi che hanno condizionato lo sviluppo dei nuclei urbani lungo la fascia pedemontana, favorendo invece una diffusione dell'attività agricola in pianura con gli annessi borghi rurali e cascine.

Osservando gli elaborati cartografici denominati "Elementi di valorizzazione" allegati al presente Studio, il territorio attraversato dalla infrastruttura stradale in progetto si caratterizza dalla diffusa presenza di beni architettonici, urbanistici ed archeologici riconducibili sia ai nuclei urbani pedemontani che agli insediamenti rurali della pianura.

Analizzando il territorio attraversato dal progetto stradale secondo una sequenza est-ovest, si incontra il nucleo urbano

di Ghemme, la cui ubicazione lungo la riva del fiume Sesia è nel corso del tempo stata sempre strategica, in quanto poneva in comunicazione la pianura con la Valsesia e con i territori d'oltre fiume. Di Ghemme l'elemento storico-culturale di maggior rilevanza può essere considerato il Castello Ricetto che si presenta come un vero e proprio borgo fortificato, edificato tra il XI ed il XV secolo su iniziativa degli stessi abitanti per far fronte alle incursioni ed ai saccheggi dei Francesi e degli Spagnoli e come rifugio per la popolazione e le derrate alimentari. In origine il castello, di forma rettangolare, era circondato da un fossato, colmato nel XIX secolo, e da mura di cinta perimetrali alte circa quattro metri, con merlatura alla ghibellina, parzialmente visibili ancora oggi su tre dei quattro lati. È solcato al centro, per tutta la sua lunghezza, da una strada principale, sulla quale si affacciano due fasce di edifici contrapposti. Da qui si dipartono vicoli secondari e sottoporticati che formano altri isolati irregolari con cortili e cortiletti centrali. In origine la via principale non aveva sbocco sui due lati, ma era chiusa dalle mura e dal fossato. L'accesso era possibile unicamente per mezzo di un torrione con ponte levatoio posto sul lato corto, a levante. Il lato opposto, che volgeva alla roggia Mora e quindi all'esterno del paese, era protetto da due torri cilindriche poste agli angoli, delle quali soltanto quella a sud-ovest si è conservata fino ad oggi. Gli edifici all'interno delle mura sono formati da due piani e da un mezzanino sottotetto: al piano terra si conservavano il vino e le derrate alimentari, il piano centrale era usato da abitazione mentre l'ultimo era utilizzato come solaio per il deposito dei grani. I muri sono costruiti con ciottoli di fiume disposti a spina di pesce, intervallati da mattoni, talvolta in funzione anche decorativa. Alcuni edifici presentano finestre e porte a sesto acuto con pregevoli decorazioni in cotto. All'interno alcune case hanno conservato gli antichi soffitti a cassettoni. Le abitazioni di maggior pregio possedevano pareti affrescate. Il Castello-Ricetto di Ghemme è uno dei meglio conservati del Piemonte e conserva intatta una suggestiva atmosfera.

Un altro centro urbano di particolare interesse può essere considerato quello di Gattinara, abitato fin dall'antichità dalle popolazioni liguri e celtiche, dal II° secolo a.C. fu dominato dai Romani che per primi vi avviarono la coltivazione della vite. A partire dal XII° secolo inizia per Gattinara una nuova storia fatta di libertà e autonomia: concessale, nel 1242 dalla Repubblica vercellese, la qualifica di Borgo Franco, la sua indipendenza fu poi ripetutamente confermata sia dai Visconti che dai Savoia, sotto la cui tutela rimarrà - salvo la parentesi napoleonica - sino all'unità d'Italia. Il centro storico di Gattinara mostra evidente la maglia rigorosa che ne testimonia la pianificazione urbanistica, studiata in occasione della fondazione del Borgo Franco nel 1242: in quel contesto, infatti, il comune di Vercelli appronta uno schema che prevede, lungo gli assi viari principali, allineamenti di lotti lunghi e stretti, il cui lato minore verso la strada è occupato dall'abitazione, mentre lo spazio retrostante è destinato ad usi agricoli e produttivi. Oggi, tuttavia, di tale aspetto medievale del borgo non sopravvive molto, poiché tra XVI e XVIII secolo un deciso rinnovamento ha interessato tanto i prospetti delle case affacciate sulle vie, quanto la disposizione dei cortili interni. Molti sono i palazzi che tuttora mostrano caratteristiche architettoniche significative risalenti a tali trasformazioni: sui corsi principali sono interessanti i portici, sorretti sia da colonne in pietra che da pilastri, che un tempo proteggevano le merci e l'ingresso delle botteghe, mentre molte case conservano ancora, appena sotto l'imposta dei tetti, graziosi allineamenti di loggette sostenute da colonnine lapidee. Proprio questi particolari rendono simili le forme del centro storico di Gattinara a quelle di molti insediamenti valsesiani, profondamente influenzati, da un punto di vista architettonico, dai modelli provenienti dalla Lombardia. I cortili sono in genere stretti e caratterizzati da forme irregolari, derivanti dal continuo aggiungersi di nuclei abitativi, che solo in alcuni casi hanno lasciato spazio alla realizzazione di piccoli porticati: interessanti, ove conservati, sono i ballatoi in legno o in granito, ornati da mensoloni lavorati.

La massiccia Torre delle Castelle, che dall'alto della collina domina Gattinara, è la parte più evidente di un importante complesso fortificato medievale che muniva in origine le sommità di questa collina e di quella accanto, entrambe oggi occupate da pregiati vigneti. La Torre risale all'XI secolo, mentre le cortine in muratura che la circondano furono innalzate durante l'occupazione viscontea in XIV. Verso il 1250 fu verosimilmente effettuato un radicale restauro, che conferì alla costruzione l'aspetto attuale. Risalgono al XII-XIII secolo le prime attestazioni documentarie di tale sistema fortificato, costituito pertanto da due recinti in muratura (le Castelle, appunto), occupati da costruzioni tra le quali svettava la torre; sul pianoro compreso tra le due fortificazioni sorgeva inoltre la chiesa di S. Giovanni alle Castelle, già regolarmente officiata nel 1217.

La situazione del territorio di Gattinara anteriormente alla costituzione del borgo franco rispecchiava l'organizzazione territoriale alto-medievale con la presenza di ben cinque villaggi tra cui Rado che, con la pieve di S. Maria, costituiva il fulcro di un territorio di circa 40 chilometri quadrati, avvantaggiandosi della propria posizione geografica nei pressi della via antica costeggiante il fiume e del luogo ove vi si raccordava la «via rovaenasca» e probabilmente non lontano da uno dei guadi della Sesia dove varcava il fiume la «via agamina» diretta a Ghemme.

L'antico insediamento di Rado sorgeva due chilometri a sud di Gattinara e conobbe la massima fioritura tra XII e XIII secolo. Lo statuto del Comune di Vercelli che stabilì a metà del XIII secolo la fondazione del borgo franco di Gattinara, ne provocò la decadenza e l'abbandono. Oggi del villaggio non resta alcuna traccia, mentre si sono conservati la chiesa romanica del Santuario di Rado (testimone del toponimo) e i ruderi del castello con la cappella di S. Sebastiano.

Non molto distate da questa sono ancora visibili i ruderi immersi nel verde della chiesetta campestre di S. Giorgio, costituita da una semplice aula absidata. Lo stato attuale dei resti dell'edificio è assai precario: restano in piedi per tutta la loro altezza solo le murature settentrionali dell'abside, la cui porzione meridionale è conservata solo a livello delle finestre e in alcuni tratti rovinata. Dei muri perimetrali solo pochi tratti del lato meridionale sono riconoscibili, in alcuni casi con forte inclinazione verso l'esterno. Ancora visibile è un breve tratto della muratura della facciata. Il lato settentrionale è completamente rovinato. La pianta è ad una sola navata rettangolare terminante ad oriente con abside semicircolare scandito da due lesene, una delle quali appena visibile, nella quale si aprono due ordini di finestre. Tre finestre a doppia strombatura sono a pochi centimetri dal piano di pavimentazione interno, una finestra a feritoia, in asse con la finestrella centrale dell'ordine inferiore, si trova a m 2,60 dal piano di pavimentazione realizzato in cocciopesto, di cui si hanno tracce nello scavo dell'abside, e sale fino a poche decine di centimetri dal livello di copertura.

Ad ovest di Gattinara sorge il nucleo urbano di Lozzolo, antico possesso arduinico, ubicato alla sinistra del torrente Marchiazza nel punto ove la sua corta valle sbocca nella pianura. Non si conosce la data precisa della costruzione del suo Castello, ma della sua esistenza si ha notizia certa nell'atto di vendita del 5 dicembre 1302. Situato in posizione dominante è deturpato dalle costruzioni che gli sono cresciute accanto. Il lato nord con torretta angolare cilindrica è la parte che meglio conserva l'aspetto originale, nonostante si trovi in miserevole stato di conservazione. Nel XIV secolo il muro di cinta era più basso e munito di merlature a coda di rondine, parte delle quali sono ancora visibili. Il lato orientale è stato deturpato da finestre e balconi. La torre cilindrica dell'angolo sud-est è stata rifatta in epoca posteriore, dotata di loggetta panoramica e intonacata; sotto questa torre si trova l'antica cappella del castello, ormai ridotta a magazzino. L'interno, rifatto nella metà dell'Ottocento, è stato arricchito di un ampio salone e belle sale ornate e affrescate.

Il sistema insediativo di Roasio è frazionato in piccoli borghi ubicati lungo le diverse colline presente sul territorio che si sviluppano principalmente attorno alle Chiese più antiche, ancora oggi esistenti, pur se modificate nel corso dei secoli. L'unica attestazione materiale riferibile ad una fortificazione presente a Roasio è S. Maurizio. Nel 1225 Alberto e Pietro, figli di Roboaldo, signori di Rovasenda, di Roasio e di Roasino, cedettero i loro diritti su Roasio e Roasino a Bongiovanni Piazza, il quale diede loro in cambio i diritti su Rovasenda. Roasio fu occupata da Gian Galeazzo Visconti e da questi concessa a Manfredo Barbavara nel 1402. Nel 1421 entrò in possesso dei Savoia. Su di un colle situato ai limiti dell'abitato di Roasio S. Maurizio, a qualche centinaio di metri a nord della chiesa parrocchiale omonima, sono visibili per un'altezza di alcuni metri, i resti murari di una forte torre a pianta quadrata, costruita con pietre ben squadrate agli angoli e con corsi regolari di ciottoli a spina di pesce, sottolineati da linee tracciate nella malta, ottimamente conservata. Il piccolo pianoro doveva poi verosimilmente essere contornato da un recinto, del quale non sono visibili resti, ma che è in qualche modo richiamato dal terrazzamento contornante l'altura e dalla parcellazione catastale. Il tipo di muratura è genericamente databile in zona al XII-XIII secolo.

Proseguendo lungo la fascia pedemontana si incontra il centro abitato di Brusnengo, le cui terre erano, probabilmente già dalla fine del XII secolo, sotto la giurisdizione degli Avogadro ed anteriormente, con ogni probabilità, della Chiesa vercellese. Il piccolissimo abitato è costituito principalmente da fabbricati agricoli, fra i quali è un edificio, situato presso la chiesa, che ingloba una struttura a forma di torre. Essa presenta, sia all'esterno che all'interno, una grande porta ad arco, posteriormente murata, che dava accesso ad una grande corte. Si tratta dell'unica traccia riferibile ad un edificio fortificato.

Poco oltre Brusnengo sorge il nucleo abitato di Masserano; la derivazione del nome "masserano" è incerta e una delle ipotesi al riguardo sostiene che alcune tribù di origine germanica si stanziarono nel luogo e costruirono una torre che doveva servire alla difesa degli abitanti dei piccoli villaggi, oggi scomparsi, di Muro e Campalona, ubicati vicino all'attuale frazione di San Giacomo. La torre venne costruita sulle alture dove sorse poi il villaggio a cui venne dato il nome di "Messer-Hand" parole della lingua longobarda che significano mano armata, come simboleggia lo stemma di Masserano.

Raggiunto il piazzale retrostante il Municipio si osserva la collina coi resti delle mura di cinta in chiara posizione circolare segno dell'antica rocca. Questa fu sostituita dal Palazzo dei Principi, la cui entrata è sul viale denominato Giovanni Battista Cassinis. Il palazzo fu costruito per volere della Marchesa Claudia di Savoia e dal figlio Francesco Filiberto Ferrero Fieschi nel 1597. Nel 1624 i Masseranesi stanchi dei soprusi del Principe, insorsero e invasero il Palazzo, distruggendone il secondo piano. Tornata la calma il Principe ordinò la ricostruzione ed un ampliamento che si completarono nel 1634. La struttura esterna è sobria e lineare su cui spiccano due affreschi, la meridiana è sulla torretta centrale lo stemma di una famiglia che si imparentò con i Ferrero Fieschi. All'interno i soffitti sono a cassettoni spesso affrescati. La più interessante di tutte le sale è la quinta, detta dello Zodiaco o del Trono. Le scene dei nove cassettoni della sala sono a soggetto mitologico, i dipinti del soffitto sono attribuiti al Tanzio, mentre i fregi al Gianoli. La chiesa di San Teonesto è la più antica del paese la sua costruzione probabilmente risale ai secoli XXI. La chiesa fu parrocchia sino al 1507, successivamente fu occupata dai frati Minori Osservanti riformati di S. Francesco, che la ampliarono e costruirono il convento con il chiostro sui cui muri è conservata una serie di orologi solari o meridiane

che costituiscono un reperto eccezionale per il territorio.

Per quanto attiene all'ambito più aperto della pianura a prevalente destinazione agricola, caratterizzata da una maglia insediativa fitta ma costituita da piccoli centri contrassegnati da campanili, tetti in coppi e fazzoletti d'orto, tra i quali spiccano, per la cromia calda delle loro strutture in mattoni, le presenze dei castelli che le contraddistinguono in modo inconfondibile, imponendosi anche visivamente come testimoni del progressivo trasformarsi della piana circostante. Accanto a questi piccoli borghi poi sorgono le isolate cascine, nodi di una rete che si fa palpabile nel tempo dell'adattamento primaverile, fatta com'è di rive di risaie e sponde di fossi, alberate e strisce di siepe, strade serpeggianti e tracciati interpoderali.

Le prime cascine compaiono timidamente nella documentazione fra X e XII secolo come semplici ricoveri nei quali vaccari e "cascinari" riparano i loro animali, sullo sfondo delle vaste estensioni incolte che segnano le piane anche a ridosso della città, frammezzate da estensioni coltivate strappate al bosco e alla brughiera con estenuanti operazioni di dissodamento. Proprio questo nesso con allevamento e transumanza segue il comparire delle prime cascine, spesso in relazione ai patrimoni di importanti enti religiosi o di famiglie aristocratiche, nell'ambito dei quali soprattutto le zone umide intorno ai principali fiumi rappresentano una risorsa redditizia.

Successivamente, il ritmo sempre più incalzante delle bonifiche è all'origine di un insediamento rurale sparso, finalizzato allo sfruttamento ottimale delle risorse agricole, ma ancora lontano dalla omogeneità di strutture che contraddistingue le vere e proprie cascine.

Con il XV secolo si assiste ad una graduale ridefinizione del paesaggio, sempre più orientato all'estendersi del prato da fieno, e di conseguenza sempre più fittamente intersecato da reti irrigue che, poco meno di un secolo dopo, costituiranno la premessa per il diffondersi della risicoltura. È questo anche il momento in cui gli insediamenti agricoli sparsi iniziano ad acquisire funzioni residenziali stabili, e il nome cascina, dalla tettoia per le bestie e per il fieno passa ad indicare per estensione l'intero complesso.

Il panorama intorno alla città cambia, e le cascine acquisiscono la consistenza di nuclei insediativi di rilievo, formati da grappoli di abitazioni e appendici rustiche ancora contrassegnate nel nome dal riferimento alla presenza di un mulino, di un edificio religioso o di una torre che ne sono stati il nucleo generatore, ma ormai decisamente strutturate a livello abitativo.

Guerre, saccheggi, pestilenze rallentano o influenzano fra Quattro e Cinquecento questo rimodellarsi degli scenari rurali, anche con drammatici momenti di abbandono che hanno pesanti conseguenze a livello demografico, e si intrecciano con il primo diffondersi della risicoltura proprio durante il XVI secolo. La rete irrigua, costantemente curata nei secoli per far fronte alle esigenze dei prati, si presta efficacemente alla nuova pratica, e la memoria di questo passaggio funzionale rimane ancora oggi nel nome, pradarô (l'uomo dei prati), con cui gli agricoltori indicano l'acquaio che ha cura dei canali intorno alle loro risaie. È un'evoluzione che tocca anche le strutture produttive e residenziali: alle mole da grano dei mulini si affiancano le "pile" delle "piste" dove si sbianca il riso, accanto ai fienili compaiono i magazzini da risone, si strutturano forme di avvicendamento colturale in cui la coesistenza fra risaia, colture da asciutta e allevamento si mantiene fondamentale per una strategia gestionale redditizia, in una complementarietà di attività produttive che fino a tutto l'Ottocento contraddistinguerà il mondo agricolo della pianura.

Gli ultimi decenni del Cinquecento secolo anticipano dunque la formidabile crescita agraria che, nel nome della risaia,

segna soprattutto nel corso del secolo successivo il panorama rurale, con un adattamento e una continua sperimentazione delle svariate forme di coesistenza fra antiche consuetudini e nuove pratiche. Anche il disegno del paesaggio inizia a regolarizzarsi con rettifiche di corsi d'acqua, spianamenti, tracciamento di canalizzazioni ed argini, altrettante forme del processo di addomesticamento della morfologia naturale che attualmente contraddistingue le terre da riso. Non è difficile, tuttavia, scorgere ancora oggi le tracce di un'articolazione territoriale un tempo movimentata da dossi, ondulazioni, dal serpeggiare di ruscelli e fontanili: il profilo sinuoso di una strada o di un fosso, il confine irregolare fra due appezzamenti o le macchie boscate ancora presenti lungo le rive più erte di alcune risaie, o in fazzoletti di terra difficilmente irrigabili perché posti a quota troppo alta o troppo bassa, tutti questi sono relitti degli antichi paesaggi rurali, non del tutto cancellati dai radicali rimodellamenti ai quali le terre sono andate incontro soprattutto negli ultimi due secoli.

Fra XVII e XVIII secolo le innovazioni maggiori sono soprattutto nella ridefinizione delle zone destinate all'allevamento stabile del bestiame, fondamentale anche per la produzione di letame. Il paesaggio cambia, e la cascina si adegua, ma con una progressione costante che non contempla stravolgimenti radicali. Un cammino lento, che nella maggior parte dei casi passa attraverso una serie di parziali adattamenti, ristrutturazioni, piccole aggiunte e ampliamenti, e che ha fra le sue conseguenze il passaggio dai materiali deperibili ancora ampiamente utilizzati nel XVII secolo, legno, incannicciati, paglia per le coperture, ad un impiego massiccio dei laterizi, spesso lasciati faccia a vista. Nel Settecento grandi stalle voltate in muratura, qualche volta spartite da colonnati centrali in pietra viva, si allungano sotto i fienili, che arrivano, nelle realtà più strutturate, a recingere completamente i cortili interni, utilizzati come aie d'autunno. Le maniche residenziali sono sottolineate dai lunghi ballatoi che fungono da disimpegno per gli ambienti interni, scanditi dai comignoli sui tetti e dal ritmo più o meno regolare di porte e finestre affacciate sul cortile. Eventuali intervalli fra gli edifici vengono occupati da fabbricati minori, legnaie, porcilaie, pollai, o semplicemente colmati con tratti di muro di cinta, anche in un'ottica di sicurezza rispetto ad intromissioni dall'esterno.

Cicli produttivi articolati come quello della produzione di latticini o della vinificazione, ancora rilevanti anche in pianura fino a buona parte del XVIII secolo, trovano spazi specifici, fra "casoni del latte", "crotte" (cantine semiinterrate) e torchi. Allo stesso modo, la documentazione ricorda talvolta la presenza di spazi destinati a professionalità specifiche (il fabbro, o il falegname) indispensabili per il mantenimento in efficienza degli impianti produttivi come la pista da riso o il mulino, quasi sempre parti integranti del complesso, o per la manutenzione di fabbricati e attrezzi agricoli.

Va però evidenziato come, proprio in questo momento, convivano diversi modelli strutturali: la cascina a corte chiusa non è certo la norma, anche intorno alla città dove compaiono anche più modeste strutture a corpo unico, con residenza, stalla e fienili disposti in linea, oppure con appendici rustiche antistanti, unite al resto delle fabbriche mediante muri di cinta.

Le tendenze settecentesche si accentuano e giungono alla massima loro espressione nel XIX secolo, durante il quale l'ampliamento strutturale dei fabbricati raggiunge l'apice: le grandi aziende sono dotate in molti casi di chiesa, cimitero, osteria, scuola e spaccio interno, a soddisfare le esigenze di una popolazione più o meno stabile che nei periodi di punta conta centinaia di residenti.

Ancora una volta la ristrutturazione delle cascine riflette questo momento di passaggio: non mancano interessanti casi di scelte architettoniche in chiave vagamente neoclassica, che ripercorrono quanto contemporaneamente accade in ambito urbano. Dopo la metà del secolo si ricorre anche a forme goticheggianti e ad una valorizzazione del cotto

faccia a vista, che stabilisce interessanti parallelismi con le strutture quattrocentesche dei castelli.

Con il Novecento l'introduzione da un lato di nuovi materiali come calcestruzzo, cemento precompresso, eternit e lamiere ondulate, e dall'altro l'urgenza di esigenze igieniche e sanitarie che si impongono anche sull'onda delle lotte contadine di inizio secolo, imprimono l'ultima grande svolta alla struttura delle cascine, con lo stravolgimento dall'interno della spazialità definitasi durante l'Ottocento. La produzione risicola taglia traguardi che pochi decenni prima sembravano irraggiungibili, e la necessità di spazio per alloggiare la manodopera diviene spasmodica: ci sono mon-dine, tagliariso, braccianti, trapiantini, decine, a volte centinaia di persone che devono abitare in cascina per periodi più o meno lunghi. Così si riattano magazzini o si costruiscono ex novo dormitori, si impiantano latrine e si allestiscono fabbricati per le docce.

I primi decenni del Novecento sono contraddistinti da radicali aggiornamenti tecnologici: i salti d'acqua già sfruttati da piste e mulini si valorizzano con la posa di turbine per la produzione di energia elettrica e forza motrice; la quantità sempre maggiore di foraggio si immagazzina in silos a torre in cemento, che sorgono vicino alle stalle. Porcili e letamai si allontanano dalle zone residenziali, nascono nuove tettoie per ospitare la "macchina", la trebbiatrice fissa, e i primi rudimentali essiccatoi.

Nella maggior parte dei casi la vecchia centralità della cascina si sfrangia o si dilata in una pluralità di aggiunte, ampliamenti e risistemazioni che coinvolgono anche la parte residenziale, di frequente ricostruita in chiave moderna abbandonando i vecchi blocchi architettonici con i prospetti a ballatoio. Questo processo si arresta con il secondo dopoguerra, con la meccanizzazione che a partire dagli anni '50 spopola le cascine, e quando la risaia soppianta totalmente altre attività come l'allevamento e le colture di avvicendamento. Si abbandonano le maniche residenziali, oppure si sventrano per ricavarne volumi per lo stoccaggio del risone, anche se più frequentemente si assiste alla costruzione di strutture prefabbricate, più solide e versatili. A disgregarsi rapidamente è anche il tessuto architettonico più minuto: le porcilaie, i pollai e i forni, le ghiacciaie e i pozzi, tutto quanto è divenuto obsoleto, e non può essere riconvertito ad altri usi.

Secondo diverse modalità, le aziende più a ridosso della cerchia urbana vengono a poco a poco inglobate dall'espansione edilizia, e non di rado in questo nuovo contesto vengono a ricoprire nuove ed inedite funzioni. Se talvolta lo sviluppo urbano ha portato alla demolizione di alcuni complessi, in altre occasioni si sono attuati restauri rispettosi, oppure la vitalità del complesso è stata assicurata dal mantenimento di funzioni complementari a quelle prettamente agricole.

7.4 IL PAESAGGIO NELL'ACCEZIONE COGNITIVA

7.4.1 I CARATTERI MORFOLOGICI E PERCETTIVI DEL PAESAGGIO

Il progetto in esame si inserisce in un territorio con caratteristiche strutturali variegato che rende necessario analizzare l'inserimento dell'intervento sul paesaggio interessato in relazione agli elementi morfologici, naturali e artificiali dei luoghi.

Osservando l'elaborato cartografico "Morfologia del paesaggio" allegato al presente Studio, l'area di intervento si inserisce all'interno di un territorio compreso tra la porzione dell'alta pianura e la fascia pedemontana ad andamento morfologico collinare, di tanto in tanto alternata da valli fluviali più o meno ampie e profonde; tali aree possiedono caratteristiche paesaggistiche e morfologiche differenti che determinano un diverso grado di visibilità del paesaggio circostante.

Ciò che accomuna i territori di pianura da quelli di collina è la diffusa presenza del paesaggio urbano, sviluppatosi nel tempo secondo differenti tessiture. Infatti, da un punto di vista strutturale, per il paesaggio urbano si possono distinguere, secondo la densità dell'edificato, gli ambiti urbani ad alta densità, posti prevalentemente lungo le pendici collinari e la urbanizzazione diffusa a bassa densità tipica della pianura.

Qui la tipologia di paesaggio collinare è costituita dalle pendici del sistema delle colline della bassa Valsesia che presenta un andamento morfologico articolato, con rilievi più ondulati verso valle, mentre risultano più accentuati salendo di altitudine. In prossimità della pianura la fascia pedemontana è caratterizzata dagli ambiti urbani ad alta densità costituiti dai principali centri storici presenti nell'ambito di studio indagato.

Il paesaggio urbano viene in primo luogo percepito attraverso vedute limitate e chiuse. Le uniche fughe prospettiche verso viste più lontane si hanno dagli assi delle direttrici che si dipartono dal centro della città. Lungo queste radiali la città racconta la sua storia edilizia con le sue espansioni avvenute nel corso della storia. Tipologicamente si riconoscono paesaggi storici diversi: quelli raccolti entro i perimetri murati, le espansioni ottocentesche di promozione industriale, quelle del primo novecento ancora contenute nella rete avviluppante dei piani regolatori del periodo, quelle dell'ultimo quarantennio disperse a macchia sul territorio periferico.

La densità dell'urbanizzazione man mano che si allarga si riduce, si frammenta o si organizza altrimenti. Via via che ci si allontana dal nucleo storico anche i vuoti modificano i loro caratteri. Lo sguardo coglie con frequenza sempre maggiore, visuali più ampie e più lontane. Tali vuoti urbani assumono caratteri diversi, da luoghi anonimi ed abbandonati, reliquati di urbanizzazioni moderne, a luoghi più ampi che ancora mantengono testimonianze dei paesaggi agrari interposti fra gli agglomerati di edifici, capannoni, svincoli e cave.

È una periferia punteggiata di nuclei ed elementi storici, spesso difficilmente percepibili e riconoscibili, che si protende lungo i corsi d'acqua o le nuove direttrici stradali, dando origine a nuovi continui urbani e a tipici paesaggi di frangia.

Oltre questo ambito il paesaggio è dominato da aree in cui i manufatti e le agglomerazioni si riducono e si diffondono con un'immagine rarefatta. La percezione è ampia e tali paesaggi permettono di cogliere visuali e panorami lontani. Si passa da nuclei o insiemi di manufatti ad altri, percorrendo ampi brani di paesaggi rurali e/o naturali.

All'interno di tale tipologia di paesaggio le viste sono spesso ostacolate anche nelle brevi distanze dall'edificato circostante; solo i margini più esterni dell'abitato possono offrire visuali generalmente più aperte verso il paesaggio circostante. Qui, gli elementi che possono costituire delle barriere visuali sono rappresentati prevalentemente dalle masse arboree che connotano il paesaggio pedemontano presenti lungo le strade che risalgono i pendii; tali elementi però non costituiscono mai delle barriere vere e proprie, poiché sono sempre dotate di una certa trasparenza che è determinata dalla densità delle piante, dallo spessore della quinta arborea, dalla presenza o meno di fogliame in relazione alla stagione.

La tipologia di paesaggio della pianura è connotata dal prevalente uso agricolo del suolo; i fondi agricoli sono suddivisi geometricamente l'uno dall'altro da filari di alberi, dalle strade pressoché rettilinee, che dipartono dai nuclei urbani e dai percorsi minori battuti esclusivamente dai mezzi agricoli. Altra peculiarità dell'area è la presenza della fitta rete di canalizzazione delle acque, che può essere ricondotta soprattutto agli anni dello sviluppo dell'attività risicola. Diffusamente presenti nella pianura sono le cascine e strutture adibite per l'attività agricola edificate prevalentemente lungo le strade principali. Permangono ancora all'interno della pianura estese aree boscate che si sviluppano soprattutto lungo i corsi d'acqua, alternandosi ai coltivi.

La tipologia di paesaggio presente in questa area permette vedute generalmente profonde fino a notevoli distanze; in tale contesto, gli elementi che possono costituire delle barriere visive, limitando quindi la vista verso il paesaggio circostante, sono rappresentate dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo, costituiti in prevalenza dai manufatti agricoli, dai filari di alberi presenti lungo le strade e dalle masse arboree di pianura.

7.4.2 ANALISI DELL'INTERVISIBILITÀ

7.4.2.1 I criteri metodologici

L'impianto metodologico si articola in tre fasi, di seguito descritte con riferimento alle finalità perseguite da ciascuna di esse ed alla conseguente logica di lavoro:

- **Analisi di intervisibilità (fase 1)**

La finalità della Analisi di intervisibilità risiede nell'identificazione della porzione territoriale e/o di quelle sue parti dalle quali l'area di intervento risulta effettivamente percepibile, le quali sono state definite nel seguito con il termine "ambiti di fruizione visiva effettiva".

- **Identificazione degli ambiti visivi prioritari (fase 2)**

Partendo dalla delimitazione del campo di indagine, di cui alla precedente fase, la finalità della seconda fase risiede nell'operarne un affinamento, volto ad individuare quegli ambiti di fruizioni dai quali siano esperibili delle visuali che, per diversificate motivazioni, possono essere ritenute quelle che in misura maggiore consentono di poter individuare e stimare le modificazioni determinate dall'opera in progetto, aspetto che costituisce la finalità perseguita dalla Relazione paesaggistica e dalla procedura di verifica di compatibilità paesaggistica di cui all'articolo 146 co. 5 del D.lgs. 42/2004 e smi.

Tali ambiti sono stati definiti con il termine "Ambiti visivi prioritari" e risultano da un processo di tipizzazione di quelli effettivi, condotto in ragione delle condizioni percettive e delle caratteristiche del contesto nel quali questi sono collocati.

- **Analisi delle relazioni cognitive (fase 3)**

Se le due precedenti fasi rivestono un ruolo propedeutico, la terza rappresenta quella nella quale si sostanzia l'analisi del paesaggio come processo cognitivo. Tale finalità è perseguita attraverso le tre sopracitate declinazioni di tale processo, identificate nelle valenze percettiva, interpretativa ed estetica.

La finalità assegnata all'**Analisi di intervisibilità (fase 1)** risiede nell'identificazione degli "ambiti di fruizione visiva effettiva", ossia di quelle porzioni di territorio dalle quali l'area di intervento e, con essa, le opere in progetto risultano realmente percepibili. La metodologia di lavoro a tal fine seguita si articola in due passaggi successivi, così articolati:

- **Identificazione degli ambiti di fruizione visiva potenziale**, quale esito di un processo di selezione e classificazione della porzione territoriale all'interno della quale è collocata l'area di intervento.
- **Identificazione degli ambiti di fruizione visiva effettiva**, quale esito dell'operazione di selezione di quelli potenziali, definiti nella precedente sotto-fase, condotta sulla base dei condizionamenti percettivi offerti dal territorio.

Secondo quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005, la analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che la prima operazione da

condursi risulta essere quella della individuazione di quei punti di vista che nel presente Studio sono stati indicati con il termine di “ambiti di fruizione visiva potenziale”, ovvero sia quelle porzioni del territorio al cui interno è collocata l’area di intervento e che costituiscono l’insieme dei punti dai quali detta area risulta teoricamente percepibile, prescindendo con ciò dai condizionamenti determinati dagli elementi di matrice naturale ed antropica presenti.

L’identificazione degli elementi territoriali rispondenti a tale definizione comporta lo svolgimento di un’attività di analisi del territorio a ciò specificatamente finalizzata, che è stata condotta mediante un processo di loro progressiva selezione e classificazione.

Relativamente ai parametri utilizzati nell’analisi di visibilità, questi riguardano l’altezza del punto di osservazione, l’ampiezza del cono visivo (apertura orizzontale e verticale) e la profondità di visuale. L’altezza del punto di osservazione è assunta di prassi pari ad 1,60 metri, corrispondente all’occhio umano. Per la profondità visiva, in termini di estensione e di corrispondente intellegibilità della scena percepita, è stata assunta la scelta di assumere la “distanza dall’area di intervento” quale criterio di selezione e di declinarla rispetto ad un bacino visivo locale, assunto come la zona entro la quale si ritiene che l’area di intervento e, con essa, le modifiche ad essa apportate dalle opere in progetto possano essere, almeno sotto il profilo teorico, percepite in modo distinto.

Il quadro complessivo dei criteri di selezione e dei relativi requisiti che debbono possedere i diversi elementi del territorio per essere identificati come ambiti di fruizione visiva potenziale sono i seguenti:

- Accessibilità - Identificazione di quegli ambiti a normale accessibilità. Questi rispetto alle caratteristiche di frequentazione possono essere articolati secondo tre criteri specifici:
 - Modalità di frequentazione, con riferimento alla distinzione tra dinamica e statica
La classificazione della frequentazione in dinamica e statica è operata in ragione della tipologia funzionale dei luoghi;
 - Intensità di frequentazione, articolata in elevata e locale
Tale classificazione è stata operata limitatamente all’armatura viaria ed è stata condotta in relazione al livello di rete al quale appartengono i singoli assi;
 - Velocità di percorrenza, in ragione delle classi di velocità
La velocità di percorrenza è stata desunta sulla base del livello di rete al quale appartengono i singoli assi considerati, nonché verificata in funzione dei limiti imposti dalla disciplina viaria;
- Distanza - Identificazione di quegli ambiti corrispondenti con la porzione di territorio all’interno della quale si ritiene che l’area di intervento e, con essa, le modifiche ad essa apportate dalle opere in progetto possano essere, almeno sotto il profilo teorico, percepite in modo distinto;
- Altezza - Identificazione di quegli ambiti aventi quota superiore a quella dell’area di intervento e, con ciò, avente la caratteristica di panoramicità. Rispetto a tale criterio sono state identificate tre posizioni: “tratti a quota superiore”, “tratti a quota analoga”, “tratti a quota inferiore”. Tali posizioni, ad eccezione dell’ultima per la quale da subito è escludibile ogni possibilità di fruizione visiva, non prefigurano una condizione di visibilità, in quanto costituiscono dei parametri integrativi e di approfondimento rispetto alla consistenza delle quinte visive; la verifica di dette condizioni non è stata pertanto definita in via teorica, ma stabilita volta per volta sulla base dell’osservazione dei singoli casi.

Una volta identificati tali ambiti, la fase successiva è rappresentata dalla loro selezione condotta sulla base delle condizioni di visibilità determinate dalle quinte visive dei punti di osservazione e dalle loro caratteristiche altimetriche. In tal senso, il criterio di selezione degli ambiti di fruizione effettiva è stato individuato nella correlazione definita tra la natura e consistenza delle quinte visive, e la posizione altimetrica dei punti di osservazione, da un lato, e le tipologie di condizioni di visibilità a queste associate, dall'altro.

Le tipologie di condizioni di visibilità assunte sono state le seguenti:

- Possibile (V1), nei casi in cui l'area di intervento è effettivamente visibile nella sua interezza o per sua buona parte;
- Parziale (V2), nei casi in cui la vista dell'area di intervento sia frammentaria o non consenta la percezione di sue parti atti ad identificarla come tale;
- Impossibile (V3), nei casi in cui l'area di intervento non risulti percepibile.

Per quanto attiene ai criteri di selezione e nello specifico a quelli basati sui condizionamenti offerti dalle quinte visive, si è proceduto definendo diverse tipologie di quinte ed associando ad esse delle condizioni di visibilità.

Le tipologie di quinte visive sono state determinate in base alla matrice, distinta in naturale/semi-naturale ed antropica, nonché in ragione di criteri specifici relativi a ciascuna di tali due matrici.

In particolare, le quinte appartenenti alla matrice naturale/semi-naturale sono state distinte in tre sotto-tipologie:

- "Territorio aperto delle aree agricole e a pascolo",
- "Territorio aperto delle aree ad elevata connotazione arbustiva ed arborea",
- "Paesaggio delle aree umide e dei corsi d'acqua".

In considerazione del differente portamento di tali tre tipologie vegetazionali e della variabilità della consistenza nel corso delle stagioni, alle aree agricole è stata associata una condizione di visibilità possibile (V1), al paesaggio delle aree umide e dei corsi d'acqua una condizione di visibilità parziale (V2), mentre a quelle ad elevata connotazione arboreo/arbustiva una condizione di visibilità impossibile (V3).

Le quinte appartenenti alla matrice antropica sono state distinte in due sotto-tipologie:

- "Tessuti edilizi compatti", nei casi in cui, a prescindere dalla dimensione della trama e delle caratteristiche tipologiche dei manufatti edilizi, compone un fronte unitario,
- "Tessuti edilizi frammentati", nei casi in cui i manufatti edilizi sono intervallati ad aree aperte di modeste dimensioni alternate in modo irregolare.

A completamento dell'analisi condotta, a loro volta i tessuti edilizi sono stati distinti rispetto ai caratteri tipologici propri dei manufatti, con riferimento alle macro-categorie della residenza e delle aree produttive e speciali così come di seguito elencate:

- "Tessuti edilizi compatti con caratteri tipologici propri della residenza",
- "Tessuti edilizi frammentati con caratteri tipologici propri della residenza",
- "Tessuti edilizi compatti con caratteri tipologici propri delle aree produttive e speciali".

La condizione di visibilità è stata definita impossibile per i tessuti compatti (V3), mentre parziale per i tessuti frammentati (V2).

Gli esiti di tale indagine sono descritti ai paragrafi che seguono e rappresentati negli elaborati cartografici denominati “Carta della percezione e dell’intervisibilità” allegati al presente Studio.

Una volta definiti gli ambiti di fruizione visiva effettiva, con specifico riferimento a quelli dai quali l’area di intervento è effettivamente visibile nella sua interezza o per sua buona parte (V1), la finalità della seconda fase di lavoro risiede nell’**identificazione degli ambiti visivi prioritari**, intesi come quei luoghi ai quali è stato riconosciuto un ruolo primario ai fini dell’identificazione e stima delle modificazioni delle visuali indotte dall’opera in progetto.

Il ruolo di ambito visivo prioritario è stato riconosciuto nel combinarsi delle caratteristiche di ciascun ambito visivo relative ai seguenti aspetti:

- Condizioni percettive, intese con riferimento alle caratteristiche dell’ambito visivo rispetto ai rapporti geometrici con l’area di intervento ed alle caratteristiche di frequentazione.
- Condizioni di contesto, con riferimento alla tipologia di paesaggio all’interno del quale l’ambito visivo è collocato ed a quelle del quadro scenico che compone la visuale che da detto ambito è possibile fruire.

Come detto, tali ambiti rappresentano l’esito di un processo di selezione degli ambiti effettivi, volto ad identificare quelli che, in ragione del diverso combinarsi di una serie di condizioni, risultano maggiormente rappresentativi della tipologia ed entità degli «effetti dell’inserimento nel contesto paesaggistico e nell’area di intervento e [della] adeguatezza delle soluzioni»¹³, risultato che rappresenta la finalità ultima per la compatibilità paesaggistica.

Stante quanto detto, l’identificazione degli ambiti visivi prioritari è il risultato della preventiva tipizzazione degli ambiti visivi effettivi in base alle condizioni percettive ed alle caratteristiche paesaggistiche del contesto all’interno questi si trovano e del giudizio espresso in merito al diverso combinarsi di tali parametri.

Nell’espressione del giudizio in merito a quella combinazione dei parametri “condizioni percettive” e “condizioni di contesto” che si può ritenere come la più rilevante ai fini dell’identificazione e stima delle modificazioni delle visuali indotte dall’opera in progetto, il criterio seguito è quello della massimizzazione delle condizioni critiche, quali ad esempio distanza ravvicinata, vista frontale e velocità lenta; in tal senso è operata un’equiparazione tra situazione ritenuta maggiormente rappresentativa e quella critica.

Si specifica che, a fronte di tali considerazioni, gli ambiti prioritari visivi sono stati individuati come quelli rispetto ai quali sviluppare le fotosimulazioni a supporto della terza ed ultima fase costituita dalla analisi delle relazioni cognitive eseguita nell’ambito del Rapporto Opera-Ambiente a seguire.

7.4.2.2 Gli ambiti di fruizione potenziale

In accordo con i criteri metodologici alla base della presente analisi percettiva definiti al precedente paragrafo (cfr. § 7.4.2.1), gli ambiti di fruizione visiva potenziale sono stati individuati secondo i criteri di accessibilità, distanza ed altezza.

Tali ambiti, presenti all’interno del bacino visivo locale considerato, sono pertanto costituiti da:

- Assi viari a frequentazione di grado elevato ed alta velocità di percorrenza
 - Autostrada dei Trafori A26,

¹³ DPCM 12 dicembre 2005, Allegato, par. 3.2 “Elementi per la valutazione di compatibilità paesaggistica”

- Assi viari a frequentazione di grado elevato e media velocità di percorrenza
 - SP142var,
- Assi viari a frequentazione locale e bassa velocità
 - SP3,
 - SP64,
 - SP142,
 - SP315,
 - SP317,
 - SP318,
 - SP594,
- Ambiti urbani con i caratteri propri della residenza,
- Aree caratterizzate dalla presenza di beni storico-testimoniali locali.

Per ciascuno di detti ambiti di fruizione potenziale sono state analizzate le condizioni di visibilità al fine di individuare gli ambiti di fruizione effettiva.

Questi ultimi, in riferimento agli ambiti urbani con i caratteri propri della residenza, possono considerarsi quelli aventi la condizione di visibilità “possibile” (V1), ovvero quegli ambiti da cui l’area di intervento è effettivamente visibile nella sua interezza o per sua buona parte e la condizione di visibilità “parziale” (V2), ovvero quando la vista dell’area di intervento è frammentaria o non consente la sua percezione atta ad identificarla come tale. In tal modo sono esclusi gli ambiti aventi la condizione di visibilità “impossibile” (V3), ovvero quando l’area di intervento non risulta in alcun modo percepibile.

Per quanto concerne gli assi stradali indagati, la condizione di visibilità possibile corrisponde con i tratti aventi qualità panoramiche e che ne permette la fruibilità visiva del paesaggio circostante.

Gli ambiti di fruizione effettiva, e relativa analisi percettiva, sono riportati nel paragrafo a seguire.

7.4.2.3 Gli ambiti di fruizione effettiva

La analisi delle condizioni percettive relative agli assi viari e agli ambiti urbani con i caratteri propri della residenza, eseguita secondo l’impostazione metodologica di riferimento, ha determinato una selezione degli ambiti di fruizione potenziale secondo i parametri analitici, individuando gli ambiti di fruizione effettiva per i quali segue una breve descrizione delle indagini affrontate.

Per quanto concerne gli **assi viari a frequentazione di grado elevato ed alta velocità di percorrenza**, corrispondenti con l’Autostrada dei Trafori A26, e gli **assi viari a frequentazione di grado elevato e media velocità di percorrenza**, rappresentati dalla SP142var, la presenza di ampie masse arboree in prossimità del loro tracciato, nonché il loro alto e medio grado di percorrenza, non permettono di godere di viste ampie e profonde verso il paesaggio circostante.

Tali assi stradali inoltre rappresentano gli elementi che saranno tra di loro collegati mediante il nuovo tracciato della Pedemontana piemontese: tale condizione determinerà per la A26 (cfr. Figura 7-4) la presenza di un nuovo svincolo che, da un punto di vista visivo, sarà percepito solo mediante la presenza della nuova segnaletica stradale, grazie all’effetto mascheramento delle citate masse arboree. Rispetto alla attuale condizione della SP142var (cfr. Figura 7-5)

che termina nei pressi dello svincolo con la SP315 mediante rotatoria, il nuovo stracciato stradale costituirà un prolungamento della stessa non apportando alterazioni alle condizioni percettive del paesaggio circostante per l'utente della strada.



Figura 7-4 Condizioni di visibilità impossibile dalla A26



Figura 7-5 Condizioni di visibilità impossibile dalla SP142var

In relazione agli altri assi stradali aventi una frequentazione locale con bassa velocità, le condizioni di fruibilità dell'ambito interessato dall'opera progettuale dipendono essenzialmente dalla distanza dal punto di ripresa e l'opera stessa e la eventuale presenza di elementi verticali quali masse arboree che ne potrebbero ostacolare la vista. Come è possibile osservare dai citati elaborati cartografici "Carta della percezione visiva e dell'intervisibilità", le condizioni di visibilità possibile si hanno lungo i tratti stradali della pianura agricola priva di elementi arborei che possono costituire delle barriere visive. In questo caso la visibilità dell'opera stradale dipenderà esclusivamente dalla distanza intercorrente tra il punto di visuale e l'opera stradale stessa. Tali condizioni possono riscontrarsi lungo i tratti della SP315 (cfr. Figura 7-6) e della SP318 (cfr. Figura 7-7).



Figura 7-6 Condizioni di visibilità possibile dalla SP315



Figura 7-7 Condizioni di visibilità possibile dalla SP318

Analogamente, anche per quanto riguarda gli **ambiti urbani a prevalente connotazione residenziale** le condizioni di visibilità dell'ambito interessato dall'opera progettuale dipendono dalla distanza dal punto di ripresa e l'opera stessa e la eventuale presenza di elementi verticali quali masse arboree che ne potrebbero ostacolare la vista.

Come già accennato in precedenza, nell'ambito di tale contesto paesaggistico gli agglomerati urbani aventi un tessuto edilizio compatto risultano svilupparsi lungo la SP142 che attraversa in direzione prevalente est-ovest la fascia pedemontana, quest'ultima fortemente caratterizzata dalla presenza di ampie aree boscate che digradando verso sud cedono gradualmente il posto all'ambito più prettamente agricolo.

Stante tale situazione, gli ambiti urbani risultano relativamente distanti rispetto all'area di ingombro della nuova infrastruttura determinando in tal senso una condizione di fruibilità impossibile, favorita inoltre dalla quasi costante presenza delle aree boscate. Tale condizione può riscontrarsi nei pressi degli ambiti urbani ubicati lungo le varie strade provinciali che, partendo dalla SP142 in corrispondenza dei nuclei urbani pedemontani, convergono verso l'abitato di

Rovasenda (cfr. Figura 7-8 e Figura 7-9).



Figura 7-8 Condizioni di visibilità impossibile da nuclei urbani posti lungo la SP142



Figura 7-9 Condizioni di visibilità impossibile da nuclei urbani posti lungo la SP317

Solo gli ambiti urbani più marginali e ubicati all'interno del paesaggio agricolo della pianura, caratterizzati da una tessitura frammentata, possono presentare condizioni di fruibilità possibile o parziale in relazione alla loro distanza/vicinanza all'area di intervento in condizioni di assoluta assenza di aree boscate (cfr. Figura 7-10, Figura 7-11, Figura 7-12).



Figura 7-10 Condizioni di visibilità possibile da nuclei urbani posti lungo la SP594



Figura 7-11 Condizioni di visibilità impossibile da nuclei urbani posti lungo la SP3



Figura 7-12 Condizioni di visibilità impossibile da nuclei urbani posti lungo la SP64

In ultimo sono state analizzate le condizioni percettive da alcuni beni storico-testimoniali locali la cui fruibilità del paesaggio circostante potrebbe essere soggetta ad alterazione a seguito della realizzazione della Pedemontana piemontese.

Nello specifico si è posta particolare attenzione alle condizioni di fruibilità nei pressi del Santuario della Madonna di Rado ubicato nel Comune di Gattinara in prossimità del nuovo svincolo e a quelle nei pressi della Cascina Carità ubicata nel Comune di Ghemme in prossimità del nuovo svincolo con la A26 ubicata.

Per quanto concerne le condizioni di fruibilità nei pressi del Santuario della Madonna di Rado, la presenza delle aree boscate nel suo prossimo intorno, nonché la distanza intercorrente tra tale bene e l'opera infrastrutturale, con specifico riferimento al nuovo svincolo di Gattinara, sono tali da non permettere una possibile condizione di visibilità della nuova infrastruttura come è osservabile mediante la seguente Figura 7-13.

In riferimento al sistema della Cascina Carità, la sua prossimità all'area di intervento fa sì che le condizioni di visibilità dell'intervento stesso possano risultare possibili come inquadrato in Figura 7-14. Tale condizione può essere minimizzata grazie alla presenza di aree boscate nell'intorno.



Figura 7-13 Condizioni di visibilità parziale dal Santuario della Madonna di Rado



Figura 7-14 Condizioni di visibilità possibile dal sistema della Cascina Carità

7.4.2.4 Identificazione degli ambiti prioritari

Una volta individuati gli ambiti di fruizione visiva effettiva sulla scorta delle analisi delle condizioni di visibilità, il passo successivo è quello relativo alla definizione degli ambiti di fruizione prioritaria.

La finalità di tale fase di lavoro risiede nell'identificazione degli ambiti visivi prioritari, intesi come quei luoghi ai quali è stato riconosciuto un ruolo primario ai fini dell'identificazione e stima delle modificazioni delle visuali indotte dall'opera in progetto, sulla scorta dei criteri metodologici di riferimento (cfr. § 7.4.2.1).

In tal senso, di ogni ambito di fruizione visiva effettiva sono stati presi in riferimento solo quelli, o parti di essi, aventi la condizione di visibilità possibile (V1). Questi sono stati valutati secondo le condizioni definite dalla metodologia per l'analisi cognitiva, descrivendo pertanto per ciascun ambito di fruizione visiva effettiva con condizione di visibilità possibile le condizioni percettive e quelle di contesto.

I risultati di tale indagine sono riportati nel seguito, facendo riferimento all'elaborato cartografico "Fotosimulazioni" allegato al presente Studio.

- **Ambito 1**

Tale ambito è ubicato nei pressi del nuovo svincolo di Masserano lungo la viabilità stradale della SP315 caratterizzata da ampi tratti di fruizione visiva in quanto ricadenti all'interno di un paesaggio caratterizzato dalla presenza di territori aperti delle aree agricole e a pascolo. La SP315 è stata individuata tra gli ambiti prioritari di fruizione in quanto rappresenta una delle strade costituenti il citato nuovo svincolo.

- **Ambito 2**

Analogamente anche l'ambito 2, prossimo all'intervento ubicato alla progressiva 28750 e corrispondente con la realizzazione del cavalcavia mediante modifica di un tratto del sedime stradale esistente della SP318 Masserano - Rovasenda, si caratterizza dalla presenza di ampi tratti di fruizione visiva in quanto ricadenti all'interno di un paesaggio connotato da territori aperti delle aree agricole e a pascolo.

- **Ambito 3**

L'Ambito 3 è ubicato in prossimità del nuovo svincolo di Roasio all'interno di un paesaggio caratterizzato in parte dal prevalente uso agricolo del suolo e con la presenza sporadica sul territorio di tessuto edilizio frammentato della frangia urbana, ed, in parte, da territori ad elevata connotazione arborea ed arbustiva. Nello specifico tale ambito è sito nei pressi di una cascina la cui vicinanza all'area di intervento e l'assenza di masse arboree contribuiscono ad una condizione di visibilità possibile delle opere in progetto.

- **Ambito 4**

Tale ambito è ubicato lungo la SP3 nei pressi del sottovia della medesima strada Gattinara - Rovasenda alla progressiva 35+845 circa; in tale ambito il territorio si caratterizza dalla presenza di tessuto edilizio frammentato della frangia urbana sito in un contesto costituito sia da ampie aree boscate, sia da aree a prevalente uso agricolo del suolo. L'assenza di vegetazione arborea tra gli ambiti urbani e l'area di progetto, nonché la limitata distanza intercorrente tra di essi, fanno sì che le condizioni di visibilità dell'Ambito 4 siano possibili.

- **Ambito 5**

Tale ambito è ubicato nei pressi del nuovo svincolo di Gattinara il cui contesto paesaggistico è caratterizzato dalla esclusiva presenza di aree boscate e da tessuto edilizio frammentato della frangia urbana. La presenza della vegetazione arborea fa sì che le condizioni di visibilità possibile dell'opera sia consentita esclusivamente in corrispondenza dell'abitato più prossimo all'area di intervento.

- **Ambito 6**

L'ambito in questione è rappresentato dal percorso pedonale lungo il Fiume Sesia che rappresenta l'unico ambito dal quale è possibile una vista verso il nuovo viadotto in progetto, quest'ultimo considerato tra le opere d'arte principali dell'intero progetto stradale della Pedemontana piemontese. La condizione di visibilità di tale ambito è possibile in ragione della sua inevitabile vicinanza all'area di intervento seppur il grado di frequentazione sia pressoché basso.

Tali ambiti prioritari rappresentano quelli che, in ragione del diverso combinarsi di condizioni percettive e condizioni di contesto, possono ritenersi più rilevanti ai fini dell'identificazione e stima delle modificazioni delle visuali indotte dall'opera in progetto e, successivamente, attraverso i quali poter elaborare le fotosimulazioni utili per la analisi delle relazioni cognitive, i cui esiti sono stati sviluppati nell'ambito del seguente paragrafo 7.5.

7.5 RAPPORTO OPERA-AMBIENTE

7.5.1 INDIVIDUAZIONE DELLE TEMATICHE CHIAVE

La analisi della componente Paesaggio e patrimonio culturale, intesa come caratterizzazione della qualità del paesaggio con riferimento sia agli aspetti storico-testimoniali e culturali, sia agli aspetti legati alla percezione visiva, ha come obiettivo quello di definire le azioni di disturbo esercitate dal progetto e le modifiche introdotte in rapporto alla qualità dell'ambiente.

Ciò premesso, la finalità assegnata al presente paragrafo può essere sinteticamente identificata nella definizione del rapporto Opera-Ambiente, locuzione con la quale nel presente Studio si è inteso identificare i termini in cui si compongono gli impatti originati dagli interventi costituenti la Pedemontana piemontese, le caratteristiche ambientali ed i relativi livelli di qualità pregressi propri della porzione territoriale da detti impatti interessati.

Concettualmente, il rapporto Opera-Ambiente è il prodotto del combinarsi delle tre seguenti famiglie fattori: l'Opera, intesa come nesso di causalità che correla le Azioni di progetto, i Fattori causali di impatto ed i relativi Impatti potenziali; l'Ambiente, colto nel suo attuale stato e livelli di qualità; le Azioni di mitigazione (misure ed interventi) previste al fine di indirizzare il rapporto tra Opera ed Ambiente verso una prospettiva di compatibilità e sostenibilità ambientale.

La prima operazione propedeutica allo sviluppo dello studio risiede nella identificazione delle azioni di progetto pertinenti alla componente esaminata, ossia di quelle azioni che potenzialmente sono all'origine di impatti.

Nel caso in specie, dove la realizzazione della Pedemontana piemontese è connotata da una serie di azioni previste, detta operazione è principiata dal riconoscimento di quelle che potrebbero interferire con la componente indagata secondo le due distinte dimensioni: **Dimensione costruttiva**, in cui l'opera è intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti; **Dimensione Fisica**, in cui l'opera è intesa come elemento costruttivo, colto nelle sue caratteristiche dimensionali e fisiche.

Con riferimento alla Dimensione costruttiva, la finalità della indagine è quella di verificare le potenziali interferenze che le attività di cantiere connesse alla realizzazione della Pedemontana piemontese possono indurre al Paesaggio e patrimonio culturale in termini di compromissione fisica del patrimonio archeologico e modifica degli aspetti connessi

alla percezione del paesaggio.

L'indagine operata, si è sviluppata mediante analisi relazionali tra gli aspetti strutturali e cognitivi del paesaggio e le azioni di progetto relative alla dimensione costruttiva, evidenziando di quest'ultime quelle che possono maggiormente influire in termini sia di interferenza con gli aspetti archeologici, sia in riferimento alla alterazione delle condizioni percettive del paesaggio.

In ragione di tale approccio si ipotizza che le attività riconducibili all'approntamento delle aree di cantiere ed il connesso scavo del terreno possano determinare una possibile compromissione del patrimonio archeologico in ragione della accertata presenza di testimonianze culturali nell'ambito del territorio indagato; inoltre, la presenza di mezzi d'opera e, più in generale, quella delle diverse tipologie di manufatti tipici delle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali) potrebbe costituire un elemento di intrusione visiva, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare un'alterazione del significato dei luoghi, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

Nello specifico, per quanto attiene la considerazione dell'opera come costruzione, ossia delle Azioni di progetto collegate alla fase realizzativa, le tipologie di impatto potenziale presi in considerazione risultano le seguenti (cfr. Tabella 7-1).

| Azioni di progetto | Fattori causali | Impatti potenziali |
|---|---|---|
| Approntamento area di cantiere e scotico terreno vegetale | Presenza mezzi d'opera Danneggiamento beni culturali | Modificazione delle condizioni percettive |
| Scavo di sbancamento | | Interferenza con il patrimonio archeologico |
| Attività di cantiere | | |

Tabella 7-1 Dimensione costruttiva - Matrice di correlazione Azioni - Fattori causali - Impatti potenziali

Rispetto alla Dimensione fisica, finalità dell'indagine è quella di verificare la compatibilità del progetto nel suo assetto finale rispetto alle tematiche connesse alla percezione del paesaggio.

L'indagine della dimensione fisica, ossia quella che legge l'opera in progetto nella sua fisicità di manufatto, considera i possibili effetti determinati dalla presenza di nuovi manufatti infrastrutturali ed edilizi che potrebbero costituire una alterazione della conformazione delle visuali, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare una alterazione dei rapporti e dei significati di dette visuali, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

L'analisi di dette possibili interferenze sono state sviluppate attraverso una approfondita indagine degli aspetti cognitivi del paesaggio, facendo principalmente ricorso alla simulazione dell'inserimento delle opere sul paesaggio tramite la composizione di fotosimulazioni.

Relativamente alla Dimensione fisica rilevante ai fini del rapporto con la componente indagata, ossia quella riguardante la considerazione della dimensione fisica dell'opera come manufatto, le tipologie di impatto potenziale prese in esame sono state le seguenti (cfr. Tabella 7-2).

| Azioni di progetto | Fattori causali | Impatti potenziali |
|---|----------------------------------|---|
| Presenza di nuove aree artificializzate | Incremento aree artificializzate | Modificazione delle condizioni percettive |
| Presenza di nuovi manufatti | Modifica dello skyline | |

Tabella 7-2 Dimensione fisica - Matrice di correlazione Azioni - Fattori causali - Impatti potenziali

Di seguito vengono discussi i potenziali impatti sulla componente Paesaggio e patrimonio storico-culturale in riferimento alla realizzazione delle opere in progetto, alla luce anche degli interventi di mitigazione e di inserimento paesaggistico-ambientale volti ad integrare le opere strutturali con il contesto paesaggistico circostante.

7.5.2 DIMENSIONE COSTRUTTIVA

In riferimento alla dimensione costruttiva, come appena anticipato, in ragione delle Azioni di progetto individuate, le tipologie di potenziali impatti riguardano l'interferenza con il patrimonio storico-culturale ed archeologico e la modificazione delle condizioni percettive che potrebbero determinarsi nel corso delle attività di scotico, connesse all'aprontamento delle aree di cantiere, ed a quelle di sbancamento, eseguite durante i lavori di realizzazione delle opere in progetto.

Interferenza con il patrimonio archeologico

Per quanto concerne la prima tipologia di impatti potenziali connessa alla dimensione costruttiva, ossia l'interferenza con il patrimonio archeologico, le informazioni tratte dalle indagini effettuate nell'ambito del Quadro Programmatico e gli esiti della ricognizione e fotointerpretazione effettuati nell'ambito degli approfondimenti archeologici consentono di poter escludere con ragionevole certezza il possibile verificarsi di interferenze con il patrimonio archeologico lungo tutto il tracciato stradale, fatta eccezione per l'area in corrispondenza del nuovo svincolo di Gattinara che risulta connotata dalla presenza di testimonianze storiche legate all'evoluzione insediativa dei luoghi.

Tenendo pertanto conto dell'esistenza di tali testimonianze storiche ancorché non interferenti ma localizzate nelle immediate vicinanze dell'ambito di intervento, non risulta lecito escludere la possibilità di ritrovamenti nel sottosuolo. A fronte di tali considerazioni, in fase di cantiere si prevede l'applicazione di misure ed accorgimenti per la prevenzione e la riduzione di potenziali impatti sugli aspetti di rilevanza archeologica, nonché la presenza di personale specializzato archeologico durante i lavori di scavo per scotico e sbancamento.

Modificazione delle condizioni percettive

Per quanto attiene alla seconda tipologia di impatto, occorre preventivamente distinguere tra le attività connesse all'aprontamento delle aree di cantiere e quelle riguardanti la realizzazione delle opere.

Relativamente alle prime il progetto individua quattro siti destinati ad accogliere le aree di cantiere distinti in operativi e base:

- a servizio del nuovo svincolo di Masserano sono ubicati due cantieri operativi (CO_01 e CO_02);

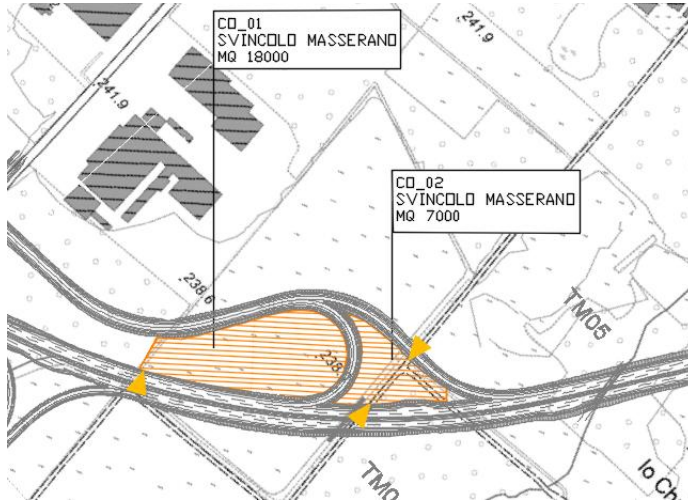


Figura 7-15 Aree di cantiere ubicate nei pressi del nuovo svincolo di Masserano

- nei pressi del nuovo svincolo di Roasio si prevede la predisposizione del cantiere base (CB_01) e di un cantiere operativo (CO_03) a servizio dello svincolo stesso in progetto;



Figura 7-16 Aree di cantiere ubicate nei pressi del nuovo svincolo di Roasio

- a servizio dello svincolo di Gattinara è prevista l'ubicazione del cantiere operativo CO_04;



Figura 7-17 Area di cantiere ubicata nei pressi del nuovo svincolo di Gattinara

- i cantieri operativi CO_05 e CO_06 sono ubicati in prossimità dello svincolo di Ghemme e sono rispettivamente necessari alle lavorazioni del viadotto sul Fiume Sesia ed alla realizzazione dello svincolo stesso.

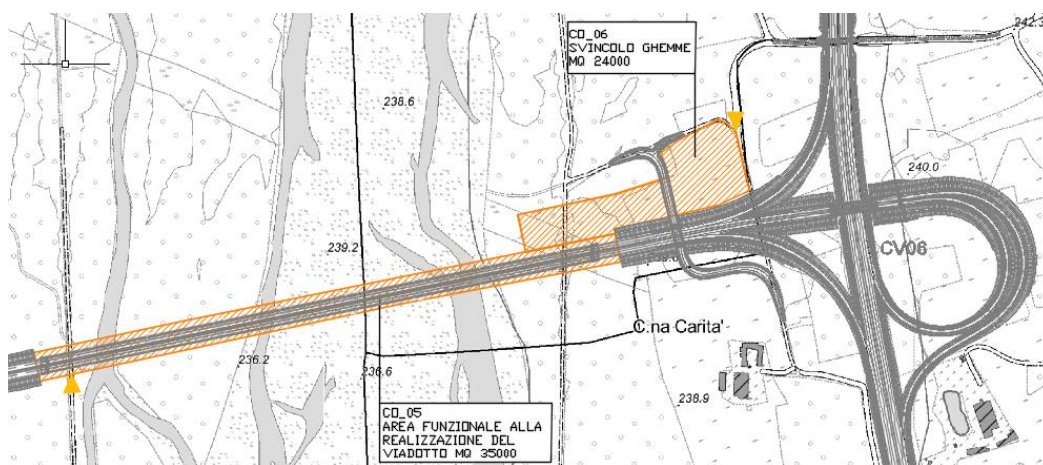


Figura 7-18 Aree di cantiere ubicate nei pressi del nuovo svincolo di connessione con la A26

Analizzando la struttura paesaggistica dei siti destinati a cantieri operativi e base si evidenzia quanto segue:

- l'ambito interessato dalla realizzazione del nuovo svincolo di Masserano è caratterizzato dalla presenza di boschi di latifoglie alternati ad ampie aree destinate ad uso agricolo, nello specifico alla coltivazione di seminativi. Rispetto a tale struttura paesaggistica, i cantieri operativi CO_01 e CO_02 andranno ad interessare parte delle aree destinate alla coltivazione di seminativi.

La dimensione delle aree all'interno delle quali è prevista la localizzazione di tali cantieri è tale da non consentire la restituzione alla destinazione d'uso agricolo attuale. Le stesse aree inoltre risultano intercluse dalle rampe del previsto svincolo, pertanto non avranno continuità spaziale con il resto del territorio.

Stante ciò, tali ambiti saranno oggetto di interventi di inserimento paesaggistico ambientale, più dettagliatamente descritti nell'ambito dell'aggiornamento del Quadro Progettuale, che prevedranno la piantumazione di masse arboreo-arbustive e di masse arbustive di medio-grande dimensione ed eterogeneità di specie e fitta al fine di

potenziare la vegetazione boscata presente nell'intorno;

- analogamente, anche l'ambito territoriale in cui sarà realizzato il nuovo svincolo di Roasio si caratterizza dalla presenza di boschi di latifoglie alternati ad aree agricole; pertanto anche il cantiere base CB_01 e quello operativo CO_03 qui previsti andranno ad interessare porzioni di territorio caratterizzati da ambiti agricoli e boscati. Anche per tali aree di cantiere, intercluse all'interno delle rampe dello svincolo stesso e di modesta estensione, non è possibile un ripristino della destinazione dell'uso attuale caratterizzata dall'uso agricolo del suolo. Stante tali motivazioni, se ne prevede un'azione di rinaturalizzazione mediante interventi di opere del verde costituite anche in questo caso dalla piantumazione di masse arboreo-arbustive e di masse arbustive di medio-grande dimensione ed eterogeneità di specie e fitta come previsto dagli interventi di inserimento paesaggistico ambientale ai quali si rimanda nell'ambito dell'aggiornamento del Quadro Progettuale;

- lo svincolo di Gattinara sarà previsto in un ambito territoriale esclusivamente connotato dalla presenza di boschi di latifoglie; pertanto il cantiere operativo CO_04 qui previsto andrà ad interessare inevitabilmente tale tipologia di paesaggio. Per tale area di cantiere se ne prevede una restituzione alla destinazione d'uso attuale costituita esclusivamente da boschi mediante la piantumazione di masse arboreo-arbustive così come previsto dagli interventi di inserimento paesaggistico ambientale ai quali si rimanda nell'ambito dell'aggiornamento del Quadro Progettuale;

- per quanto attiene al cantiere operativo CO_05 necessario alla realizzazione del viadotto sul Fiume Sesia, questo interesserà porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza di boschi di latifoglie e di vegetazione tipica dei greti fluviali, mentre quello interessato dalla realizzazione del nuovo svincolo di Ghemme è connotato dalla presenza di colture eterogenee costituite da boschi di latifoglie alternati ad aree destinate alla coltivazione di seminativi. Il cantiere operativo CO_06 qui previsto andrà ad interessare porzioni di territorio costituite da boschi di latifoglie, sia da ambiti con destinazione agricola.

Stante ciò, per tali aree saranno ripristinati gli originari usi del suolo: per l'area di cantiere operativo sarà ripristinato lo stato agricolo preesistente mediante la tecnica del sovescio e sarà potenziata la vegetazione boschiva mediante la piantumazione di masse arboreo-arbustive, mentre l'area adibita alla realizzazione del viadotto sarà oggetto di riqualificazione della vegetazione ripariale mediante la piantumazione di filari arboreo-arbustivi così come previsto dagli interventi di inserimento paesaggistico ambientale ai quali si rimanda nell'aggiornamento del Quadro Progettuale.

Stante il quadro delle considerazioni appena riportato riguardo le aree di cantiere previste dal progetto, ed in considerazione del fatto che alla conclusione dei lavori di realizzazione della nuova infrastruttura stradale, tali aree saranno tempestivamente smantellate, sarà effettuato lo sgombero e lo smaltimento del materiale di risulta derivante dalle opere di realizzazione, evitando la creazione di accumuli permanenti in loco e sarà effettuato il loro ripristino ambientale, si può affermare che le attività di scotico connesse all'approntamento di tali aree determineranno degli impatti pressoché trascurabili in termini di modificazione delle condizioni percettive del paesaggio.

Analoghe considerazioni valgono anche per quanto attiene alla presenza dei baraccamenti, dei mezzi d'opera, nonché dei depositi temporanei, dal momento che l'intrusione visiva determinata dai detti elementi è limitata nel tempo; inoltre si ricorda che nei pressi delle aree di cantiere eventualmente prossime a ricettori abitativi saranno attuate misure di mitigazione mediante la predisposizione di pannelli rinverditi atti a garantire un loro mascheramento che garantirà la schermatura dell'area di cantiere e dei suoi manufatti.

Per quanto invece concerne gli impatti potenziali connessi alle attività di scotico e quelle relative alla realizzazione delle opere, si evidenzia come l'entità delle aree che saranno di fatto interessate dalle lavorazioni e la presenza della dotazione vegetazionale propria delle zone interessate dalla realizzazione della infrastruttura stradale costituita sia da aree con destinazione agricola sia da aree boscate, consentono di poter affermare che le attività di scotico saranno all'origine di impatti di modesta entità.

Un ulteriore tema da evidenziare a seguito della realizzazione della nuova infrastruttura stradale è la possibile formazione di reliquati agricoli, ovvero di aree con attuale destinazione agricola che, con la realizzazione della nuova infrastruttura, risultano marginali e non più in connessione con il resto degli appezzamenti agricoli e pertanto soggette ad abbandono e degrado.

A tal riguardo si evidenzia che nell'ambito degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale del progetto si prevede la ricostruzione di habitat forestali, per una superficie totale che ammonta a circa 15 ha, a compensazione di quelli interessati dalla realizzazione della nuova infrastruttura stradale la cui ubicazione è stata individuata proprio in corrispondenza di detti reliquati agricoli prossimi al tracciato stradale.

7.5.3 DIMENSIONE FISICA

Per quanto attiene alla dimensione fisica, la tipologia di impatto potenziale è stata identificata nella modificazione delle condizioni percettive conseguente all'incremento delle aree artificializzate ed alla presenza di nuovi manufatti. Prima di entrare nel merito della analisi dell'assetto percettivo e dell'alterazione delle relazioni percettive, quali temi di lettura per l'analisi delle modificazioni delle condizioni percettive, un aspetto da prendere in considerazione riguarda le caratteristiche strutturali dell'opera infrastrutturale in rapporto al contesto paesaggistico in cui si inserisce. In linea generale, la nuova infrastruttura stradale sarà realizzata per gran parte del suo tratto in rilevato e, in misura minore, in trincea, per consentire la minore interferenza possibile con l'assetto idrogeologico dell'area che, nel corso della progettazione, è risultato uno dei temi centrali a cui porre particolare attenzione. Lungo il tracciato stradale si prevedono inoltre quattro nuovi svincoli e una serie di opere d'arte di scavalco della viabilità e della rete ferroviaria esistente, nonché dei corsi d'acqua intercettati.

Da un punto di vista percettivo, il progetto della Pedemontana piemontese così sinteticamente descritto andrà ad inserirsi all'interno di un paesaggio connotato da un carattere prettamente pianeggiante privo di punti panoramici in quota in grado di offrire una vista di insieme verso l'opera infrastrutturale, connotato da vaste aree boscate, che costituiscono di per sé un efficace mascheramento visivo, e a destinazione agricola nell'immediato intorno.

L'ambito all'interno del quale è previsto il nuovo stracciato stradale si colloca tra la fascia pedemontana, più prettamente urbanizzata, e la pianura agricola e risicola vera e propria, caratterizzata da una ridotta presenza di punti di fruizione visiva costituiti essenzialmente dalla viabilità esistente attraversata dall'opera stradale e dalle limitate unità abitative ubicate lungo tale viabilità.

Nell'analisi dell'impatto visivo dell'opera di progetto, fermo restando le esigenze di natura progettuale atte alla sua realizzazione, per realizzare un inserimento che risulti il più congruo possibile con il paesaggio circostante, si deve necessariamente tenere conto di tutti gli accorgimenti che non vadano in conflitto con la progettazione strutturale delle opere che compongono il tracciato, lavorando ad esempio sugli aspetti di tipo cromatico, su alcuni materiali o sulle opere di mitigazione.

Nel dettaglio si potrà apprezzare come, laddove possibile, si sia cercato di ridurre al minimo l'impatto visivo, poiché

con l'ausilio delle riprese effettuate, si è cercato di rendere l'idea del concetto di corretto inserimento dell'opera nel contesto circostante, sempre fermo restando i vincoli di natura progettuale, analizzando tutte le diverse viste selezionate e scelte per la rappresentazione.

Pertanto, tenendo in considerazione tutti gli elementi di natura prescrittiva e non che costituiscono il paesaggio da assumersi a supporto per il corretto inserimento delle opere, il presente paragrafo è finalizzato ad illustrare le scelte progettuali in rapporto agli elementi del paesaggio con cui interagiscono le opere e descriverne gli effetti sulle condizioni percettive facendo ricorso principalmente agli esiti emersi dalla precedente analisi cognitiva del paesaggio e alla conseguente simulazione dell'inserimento delle opere sul paesaggio tramite la composizione di fotosimulazioni contenute all'interno degli elaborati cartografici T00IA36AMBFO01A e T00IA36AMBFO02A allegati alla presente relazione.

Nello specifico, l'insieme delle fotosimulazioni realizzate sono state operate dagli ambiti di fruizione prioritaria quale esito della analisi cognitiva del paesaggio (cfr. § 7.4) che, proprio in ragione della loro valenza di fruizione prioritaria, sono risultati rilevanti ai fini dell'identificazione e della stima delle modificazioni delle visuali indotte dalle opere in progetto.

Partendo da quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005, gli ambiti di fruizione prioritaria individuati, che costituiscono «luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici», sono rappresentativi per quanto concerne il tipo di opera inquadrata (viadotti, cavalcavia, rilevati e svincoli) in modo tale da far emergere le criticità maggiori, ponendo ovviamente l'attenzione sui tratti paesaggistici per quanto possibile privi di vegetazione arborea che, come già accennato, può costituire un naturale mascheramento dell'opera in progetto.

Per ciascun ambito di fruizione prioritaria è riportata la ripresa fotografica nella configurazione dello stato attuale ante operam e la simulazione delle opere da realizzare con le relative mitigazioni come meglio descritte nell'ambito del Quadro Progettuale.

Facendo riferimento alle fotosimulazioni relative agli ambiti di fruizione prioritaria 1, 3 e 5, rispettivamente ubicati nei pressi dei nuovi svincoli di Masserano, Roasio e Gattinara, è possibile osservare dalla ripresa fotografica dello stato ante operam una visuale verso il paesaggio interessato dalle opere costituito essenzialmente da due elementi principali: in primo piano l'area pianeggiante sede del tracciato stradale e delle sue limitrofe aree agricole, circondata dalla vegetazione arborea che ne chiude la scena.

Confrontando lo stato attuale con il post operam emerge che la distanza intercorrente tra detti ambiti di fruizione prioritaria ed i nuovi svincoli è tale da non permettere una vista di insieme verso l'opera infrastrutturale e, soprattutto, è possibile affermare che non vi sia alcuna sostanziale alterazione dei rapporti percettivi tra la pianura e le circostanti masse arboree. Inoltre, in corrispondenza degli svincoli sono previsti interventi di inserimento paesaggistico ambientale finalizzate al potenziamento della dotazione vegetazionale delle aree circostanti che, oltre a svolgere una funzione prettamente mitigativa dei potenziali impatti ambientali indotti dagli interventi previsti, hanno lo scopo di aumentare il valore complessivo del contesto territoriale attraversato dalla Pedemontana piemontese.

Analogamente anche per quanto riguarda la fotosimulazione relativa all'ambito di fruizione prioritaria 2, prossimo all'intervento ubicato alla progressiva 28+750 e corrispondente con la realizzazione del cavalcavia mediante modifica di un tratto del sedime stradale esistente della SP318 Masserano – Rovasenda, è possibile osservare dalla ripresa

fotografica dello stato ante operam una visuale verso il paesaggio interessato dalle opere costituito anche in questo caso dall'area pianeggiante sede del tracciato stradale e delle sue limitrofe aree agricole, circondata dalla vegetazione arborea che ne chiude la scena.

Rispetto allo stato ante operam, mediante la fotosimulazione è possibile osservare come le opere in progetto non vadano ad alterare le relazioni percettive tra il contesto pianeggiante agricolo e le circostanti masse arboree; ciò che emerge da tale visuale è la percezione del cavalcavia in progetto per il quale, in coerenza con quanto previsto nell'ambito degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale, è stata individuata la necessità di provvedere a opportune considerazioni relative alle finiture cromatiche e materiche delle opere d'arte, al fine di favorire l'armonizzazione della nuova opera con il paesaggio circostante.

La soluzione progettuale sviluppata, individua nel corpo strutturale l'elemento principale, dove le spalle del cavalcavia e la campata unica sono costituite da un insieme di travi in acciaio autopatinabile (corten) la cui forma rappresenta una sorta di piedistallo sul quale si "appoggia" il corpo della strada sovrastante.

In tal modo, il corpo strutturale, assunto come segnale simbolico del passaggio, è finalizzato ad evidenziare il differente rango della Pedemontana, rispetto alle strade secondarie al di sopra della quale corrono.



Figura 7-19 Tipologici dei cavalcavia previsti lungo la Pedemontana piemontese

L'ambito di fruizione prioritaria 4 è ubicato lungo la SP3 nei pressi del sottovia della medesima strada Gattinara - Rovasenda alla progressiva 35+845 circa.

Osservando la ripresa fotografica raffigurante la configurazione allo stato ante operam si evince come il paesaggio sia

caratterizzato da un andamento prettamente pianeggiante con la presenza di alcune unità abitative circondate da ambiti agricoli e masse arboree che anche in questo caso ne chiudono la scena.

Osservando lo stato post operam si evince come da tale ambito l'opera in progetto sia ben visibile in quanto si sviluppa su di un rilevato. A tal riguardo, in tale ambito, data la presenza delle citate unità abitative in prossimità dell'opera stradale, sono stati predisposti opportuni interventi aventi la funzione prettamente mitigativa dei potenziali impatti ambientali indotti dagli interventi previsti e costituiti dalla installazione di barriere acustiche (cfr. Figura 7-20) atte a ridurre l'impatto sulla qualità dei cittadini presenti nei dintorni dell'opera e dalla piantumazione di fasce arboree arbustive lungo il tracciato stradale avente la funzione di mascheramento visivo, nonché di continuità con la vegetazione arborea circostante.



Figura 7-20 Tipologico delle barriere acustiche previste lungo la Pedemontana piemontese

Per quanto in ultimo concerne l'ambito di fruizione prioritaria 6, questo è situato lungo il percorso pedonale del Fiume Sesia che rappresenta l'unico ambito dal quale è possibile una vista verso il nuovo viadotto in progetto, considerato tra le opere d'arte principali dell'intero progetto stradale della Pedemontana piemontese.

Osservando la relativa fotosimulazione si evince la inevitabile visibilità del viadotto grazie alla relativa vicinanza intercorrente tra esso ed il punto di vista e la quasi assenza di vegetazione che ne possa fare da schermatura.

Nonostante la chiara visibilità dell'opera, l'impatto sulle condizioni percettive di tale ambito possono ragionevolmente considerarsi trascurabili in ragione del basso grado di frequentazione dell'ambito 6.

8 SALUTE PUBBLICA

8.1 SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGIA

8.1.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

L'obiettivo principale di questo studio è individuare le eventuali interferenze dovute alle attività dell'infrastruttura viaria sullo stato di salute degli abitanti residenti nei Comuni interessati dall'intervento "Pedemontana piemontese – Realizzazione 1° fase Masserano - Ghemme".

Nel 1948 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha definito la salute come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia".

Questa definizione amplia lo spettro di valutazioni che normalmente vengono effettuate per la caratterizzazione e l'analisi della componente Salute Pubblica, in quanto nella valutazione del benessere delle popolazioni o dei singoli individui coinvolti vengono introdotti anche gli elementi psicologici e sociali.

Pertanto, in un'ottica medico-sociale moderna, la salute è garantita dall'equilibrio tra fattori inerenti allo stato di qualità fisico-chimica dell'ambiente di vita e quelli riguardanti lo stato di fruizione degli ambienti e le condizioni favorevoli per lo svolgimento delle attività, degli spostamenti quotidiani e di qualsiasi altra azione quotidiana.

Attualmente si dispone di una conoscenza approfondita del legame esistente fra la salute e le concentrazioni di sostanze patogene alle quali si è esposti. La relazione fra salute e livelli quotidiani di inquinamento risulta, invece, molto più complessa; molte malattie infatti, sono causate da una combinazione di più fattori, di ordine economico, sociale e di stile di vita e ciò rende difficile isolare gli elementi di carattere specificamente ambientale.

L'obiettivo dello studio sullo stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana è quello di verificare la compatibilità degli effetti diretti e indiretti del progetto con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana.

L'obiettivo generale dell'analisi è quello, infatti, di definire il rapporto tra lo stato di salute della popolazione presente all'interno del territorio, quale esito del confronto tra lo stato attuale e quello derivante dalle modificazioni apportate dal progetto.

8.1.2 METODOLOGIA DI LAVORO UTILIZZATA

Gli obiettivi appena definiti sono stati perseguiti attraverso un percorso di lavoro che ha considerato, preliminarmente, i fattori di rischio ambientale, o fattori di pressione, legati all'esercizio di una infrastruttura viaria, focalizzando l'attenzione sulla valutazione degli effetti sanitari ad opera di detti fattori.

In sintesi, la metodologia adottata per l'analisi dell'ambiente potenzialmente coinvolto dagli interventi di progetto, in relazione al benessere ed alla salute umana, è stata articolata secondo le seguenti tematiche di studio, riportate in seguente tabella.

Fasi di lavoro

Tematiche di studio

1. Individuazione delle principali fonti di disturbo per la salute umana

• Screening delle principali fonti di disturbo per la salute umana legate all'infrastruttura viaria

| Fasi di lavoro | Tematiche di studio |
|---|---|
| 2. Caratterizzazione dello stato attuale | <ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione della struttura demografica e dello stato di salute delle comunità potenzialmente coinvolte • Analisi dei fattori di pressione esistenti |
| 3. Stima degli effetti degli interventi di progetto sulla salute della popolazione coinvolta | <ul style="list-style-type: none"> • Individuazione delle condizioni di esposizione delle comunità potenzialmente coinvolte allo scenario di progetto e in fase di cantiere in relazione alle principali fonti di disturbo |

Tabella 8-1 Fasi di lavoro e tematiche di studio per la componente Salute pubblica

La prima fase di analisi (cfr. par. 8.2) rappresenta dallo screening delle principali fonti di disturbo per la salute umana, vede l'individuazione dei principali fattori che possono essere ricondotti a:

- qualità dell'aria;
- clima acustico.

Le emissioni atmosferiche e a quelle sonore rappresentano i principali potenziali disturbi connessi alla presenza dell'infrastruttura in oggetto e alle azioni previste. Sono fattori evidentemente oggetto specifico di componenti ambientali già esaminate nel presente lavoro che, in questa sede, vengono ripresi. Verrà quindi condotta un'analisi sinergica dei risultati delle elaborazioni sull'atmosfera e sul rumore che consentono di dare un quadro complessivo sulla qualità dell'aria e sul clima acustico connesso all'intervento e legato all'impatto potenziale sulla componente Salute Pubblica.

La seconda fase della metodologia, ovvero la caratterizzazione dello stato attuale (cfr. par. 8.3), si divide in due sottofasi:

- analisi del contesto demografico, del profilo epidemiologico sanitario condotta attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici;
- analisi dei fattori di pressione presenti.

La prima sottofase, prevede l'analisi demografica della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, condotta attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici. Inoltre, è stato valutato lo stato di salute della stessa popolazione attraverso analisi specifiche riguardanti due principali tematiche, quali la mortalità e la morbosità, con riferimento alle maggiori cause legate alle azioni di progetto.

Al fine di fornire un quadro completo del contesto conoscitivo, si è ritenuto utile definire lo scenario dei fattori di pressione presenti in prossimità dell'infrastruttura viaria (cfr. par. 8.3.3).

Per quanto riguarda la terza fase della metodologia di analisi, costituendo gli inquinamenti atmosferici ed acustici dei fenomeni di preminente importanza nell'ambito dell'analisi degli effetti dei nuovi interventi sulla salute umana, sono stati valutati i risultati degli studi condotti su tali componenti ambientali.

Si ritiene infatti che, in ragione della tipologia degli interventi in esame, tali aspetti, siano quelli che, in modo più rilevante, incidano sui parametri di valutazione della qualità della salute pubblica.

A partire da considerazioni in merito all'evoluzione delle fonti inquinanti sono state pertanto analizzate le condizioni nello scenario ante operam, opzione zero, di cantiere e post operam, dedotte dalle simulazioni di rumore ed atmosfera e messi a confronto i risultati ottenuti per gli scenari in esame, al fine di verificare l'eventuale variazione della qualità di vita della popolazione tra lo scenario attuale e quello futuro.

8.2 SCREENING DELLE FONTI DI DISTURBO DELLA SALUTE UMANA

8.2.1 PREMESSA

Al fine di individuare le principali patologie che possono compromettere la salute dell'uomo, la prima operazione che è stata compiuta è l'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dalle attività relative all'infrastruttura stradale in esame.

Nello specifico, le principali azioni che possono avere effetti sulla salute umana possono essere ricondotte in primo luogo alla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche determinate dal traffico.

In tal senso, le principali patologie legate all'esercizio di una infrastruttura stradale possono essere:

- cardiovascolari;
- respiratorie;
- polmonari;
- tumorali;
- alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni psicologiche e psicomotorie.

Il confronto tra lo stato di salute attuale della popolazione presente all'interno dell'ambito di studio considerato, in relazione alle suddette patologie, e gli effetti del progetto sull'inquinamento atmosferico ed acustico ha permesso di valutare le modifiche apportate dall'intervento sulla qualità dell'ambiente in cui vive tale popolazione.

8.2.2 INQUINAMENTO ATMOSFERICO E SALUTE PUBBLICA

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana come "ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente" (art. 268, comma 1 let. a del D.lgs. 152/2006 e smi).

Si è soliti distinguere gli effetti dell'inquinamento atmosferico in effetti di tipo acuto a breve latenza ed effetti cronici. I primi si manifestano in modo episodico in occasione di picchi d'inquinamento e comportano disturbi che interessano principalmente l'apparato respiratorio ed il sistema cardiovascolare.

Nel lungo termine (dopo anni di esposizione a livelli eccessivi di inquinamento), invece, in alcuni soggetti possono svilupparsi malattie ad andamento cronico (broncopneumopatie croniche, tumori, ecc.).

I principali inquinanti, caratterizzati dagli ossidi di azoto e dal particolato, sono di seguito descritti, evidenziando gli effetti di entrambi sulla salute pubblica.

Ossidi di Azoto (NOx)

In atmosfera sono presenti diverse specie di ossidi di azoto, tuttavia per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa

quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

L'NO è un gas incolore, insapore ed inodore prodotto soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto (che costituisce meno del 5% degli NO_x totali emessi). Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole.

Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; è un ossidante molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Esiste nelle due forme N₂O₄ (forma dimera) e NO₂ che forma per dissociazione delle molecole dimere. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto, per l'appunto, al biossido di azoto. Rappresenta un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico, in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitrati, i perossiacetilnitrati ed altri.

La principale fonte di ossidi di azoto è l'azione batterica. L'emissione di origine antropica ha però la caratteristica di essere presente ad alte concentrazioni in aree urbane ad elevato traffico, soprattutto a causa dei motori diesel. Il tempo di permanenza medio degli ossidi di azoto nell'atmosfera è molto breve: circa tre giorni per l'NO₂ e circa quattro per l'NO.

Il monossido di azoto è da ritenersi a tossicità estremamente bassa mentre il biossido di azoto presenta problemi di maggior rilevanza essendo 4÷5 volte più tossico del primo.

L'NO₂ è un irritante polmonare, disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico, diminuisce l'attività fagocitaria, provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca le perossidazioni dei lipidi.

Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere, attraverso la trachea e i bronchi, gli alveoli polmonari provocando gravi forme di irritazione e, soprattutto nelle persone deboli, notevoli difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

L'NO₂, attraverso il processo respiratorio alveolare, si combina con l'emoglobina esercitando un'azione di ossidazione sul ferro dell'anello prostetico. Questa reazione comporta una modificazione delle proprietà chimiche e fisiologiche dell'emoglobina dando luogo a formazione di metaemoglobina. Quest'ultima molecola non è più in grado di trasportare ossigeno e già a valori intorno al 3÷4 % di metaemoglobina si manifestano disturbi a carico della respirazione.

L'NO₂ a contatto con i liquidi gastrici comporta necessariamente la formazione di acido nitroso che è il precursore della formazione delle nitrosammine, ben note per l'azione cancerogena a loro associata.

Il Particolato - Polveri Inalabili (PM₁₀) e Polveri Respirabili (PM_{2,5})

Le polveri o particolato (Particulate Matter) consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 µm e 0.1 µm. Le particelle più grandi di 10 µm sono in genere polveri volatili derivanti da processi industriali ed erosivi.

Questo insieme di piccole particelle solide e di goccioline liquide volatili presenti nell'aria costituisce un serio problema di inquinamento atmosferico. In condizione di calma di vento, esiste una relazione tra dimensione e velocità di sedimentazione, per cui il periodo di tempo in cui le particelle rimangono in sospensione può variare da pochi secondi a molti mesi.

I particolati presenti in atmosfera provengono in buona parte anche da processi naturali, quali le eruzioni vulcaniche e l'azione del vento sulla polvere e sul terreno.

L'inquinamento da particolati proveniente da attività antropiche ha origine dalla industria delle costruzioni (particelle di polvere), dalle fonderie (ceneri volatili) e dai processi di combustione incompleta (fumi). Il traffico urbano contribuisce all'inquinamento dell'aria da particolati, oltre che con le emissioni, anche attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici.

Il diametro delle particelle in sospensione è indicativamente così correlato alla fonte di provenienza:

- diametro maggiore di 10 μm : processi meccanici (ad esempio erosione del vento, macinazione e diffusione), polverizzazione di materiali da parte di velivoli;
- diametro compreso tra 1 μm e 10 μm : provenienza da particolari tipi di terreno, da polveri e prodotti di combustione di determinate industrie e da sali marini in determinate località;
- diametro compreso tra 0.1 μm e 1 μm : combustione ed aerosol fotochimici;
- diametro inferiore a 0.1 μm : processi di combustione.

Nell'aria urbana, più dell'80% del PM_{10} è formato da agglomerati di composti organici, prodotti per condensazione o sublimazione dei composti gassosi più pesanti emessi dai processi di combustione. Circa il 50% di questa frazione organica si produce nello smog fotochimico nella complessa reazione fra composti organici ed ossidi di azoto.

Nelle aree urbane il PM_{10} riveste un ruolo importante sia dal lato sanitario che da quello climatologico locale. A causa della loro elevata superficie attiva e dei metalli (piombo, nichel, cadmio etc.) in esse dispersi, le particelle agiscono da forti catalizzatori delle reazioni di conversione degli ossidi di zolfo e di azoto ad acido solforico ed acido nitrico. Pertanto, la loro azione irritante viene potenziata dalla veicolazione di acidi forti, la cui concentrazione nella singola particella può essere molto elevata. Esse costituiscono anche il mezzo attraverso cui avviene la deposizione secca degli acidi su edifici ed opere d'arte.

Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso.

Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a 5 μm si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra 0,5 μm e 5 μm possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola.

Il pericolo è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche.

Sulla base dei risultati di diversi studi epidemiologici, si ipotizza che ad ogni 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di concentrazione in aria di

PM₁₀ è associato un incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per ogni causa, risultato pari a 0,51%. L'incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie è risultato pari a 0,68% (The New England Journal of Medicine).

Attualmente in Italia il D.lgs. 155/2010 stabilisce per la concentrazione in aria del PM₁₀, lo standard di riferimento di 40 µg/m³ come valore obiettivo (media annuale). Per le polveri PM_{2,5}, definite respirabili in quanto capaci di penetrare fino agli alveoli polmonari, in assenza di normativa statale lo standard di riferimento è quello fissato dall'EPA, pari a 15 µg/m³.

La Tabella 5-60 riassume le conseguenze sulla salute determinate dall'inquinamento atmosferico, a breve e a lungo termine, stimati per un aumento di 10 µg/m³ della concentrazione di PM₁₀. Tali dati sono basati sulla letteratura epidemiologica attualmente disponibile.

| Effetti sulla salute | Incremento % della frequenza degli effetti sulla salute per un aumento di 10 mg/m³ di PM₁₀ |
|--|---|
| <i>Effetti a breve termine (acuti)</i> | |
| Uso bronco dilatatori | 3 |
| Tosse | 3 |
| Sintomi delle basse vie respiratorie | 3 |
| Diminuzione della funzione polmonari negli adulti rispetto alla media (picco respiratorio) | -13 |
| Aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie | 0,8 |
| Aumento della mortalità giornaliera totale (escluse morti accidentali) | 0,7 |
| <i>Effetti a lungo termine (cronici)</i> | |
| Aumento complessivo della mortalità escluse morti accidentali) | 10 |
| Bronchiti | 29 |
| Diminuzione della funzione polmonare nei bambini rispetto alla media (picco respiratorio) | -1,2 |
| Diminuzione della funzione polmonari negli adulti rispetto alla media (picco respiratorio) | -1 |

Tabella 8-2 Effetti a breve e lungo termine sulla salute umana dell'inquinamento atmosferico

8.2.3 INQUINAMENTO ACUSTICO E SALUTE PUBBLICA

La natura fisica del rumore fa in modo che sia destinato a propagarsi e ad interessare gli ambienti situati anche ben oltre il sito ove la sorgente è collocata. L'intrusione indiscriminata nell'ambiente circostante, sia esso esterno esteso o abitativo confinato, è la caratteristica peculiare della emissione rumorosa.

L'immissione di rumore in un ricettore interferisce con il normale svilupparsi della vita del ricettore, determinando una condizione di disagio che si riflette sulla salute dei soggetti esposti con ripercussioni sulle varie sfere emotivamente sollecitabili.

L'origine della rumorosità veicolare è una combinazione di diverse componenti: motore, che è sede di compressioni, scoppi e decompressioni, resistenza dell'aria, che si rileva in genere solo a velocità superiore a 200 km/h, rotolamento dei pneumatici, vibrazioni sulla carrozzeria, motorizzazioni accessorie (impianto di condizionamento, ventola del radiatore, ecc.), nonché l'azionamento dei freni, che si manifesta attraverso lo sfregamento fra ferodo e disco ed infine il trascinarsi del pneumatico sull'asfalto quando la pressione fra ferodo e disco è molto elevata.

Il rumore prodotto dal motore degli autoveicoli risulta, alle basse velocità, superiore a quello prodotto dal rotolamento dei pneumatici sull'asfalto. Mano a mano che la velocità cresce la rumorosità di rotolamento si fa più intensa fino a prevalere su quella prodotta dal motore. Diversamente, per quanto riguarda i mezzi pesanti, la componente motore predomina sempre sulla componente pneumatici.

L'organismo umano non è predisposto per potersi difendere dal rumore in quanto l'udito è sempre all'erta anche durante il sonno innescando immediatamente la reazione involontaria del sistema neuro-vegetativo di vigilanza.

L'inquinamento da rumore comporta nell'individuo reazioni di allarme che tendono ad ingigantirsi e ad influenzare tutto il sistema di vita, provocando lo sconvolgimento di attività organiche e ghiandolari.

Le conseguenze sull'uomo sono diverse e di differente entità in funzione della reattività specifica di ognuno: pregiudizio per sistema nervoso, apparato cardiovascolare, digerente e respiratorio.

In particolare, lo stress, reiterato a causa della continua immissione intrusiva di segnali acustici, porta a reazioni che possono trasformarsi in patologiche. Infatti, studi condotti dalla ricerca medica hanno classificato il rumore come uno degli stress più insinuanti che innesca reazioni che coinvolgono tutto l'organismo.

Il rumore interferisce con l'equilibrio psico-fisico dei soggetti esposti ed è una minaccia alla salute dell'uomo ed al confortevole svolgimento della sua vita quotidiana.

Le conseguenze per gli abitanti delle zone adiacenti a grandi arterie di traffico possono essere significative sia in termini qualitativi che quantitativi.

Gli effetti del rumore sull'organismo umano sono molteplici e complessi, possono avere carattere temporaneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo, oppure interagire negativamente con altri fattori generando situazioni patologiche a carico del sistema nervoso o endocrino.

In fisiologia acustica gli effetti del rumore vengono classificati in tre categorie, denominate danno, disturbo e fastidio ("annoyance").

Gli effetti di danno si riferiscono ad alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili dovute al rumore che siano oggettivamente dal punto di vista clinico (ad esempio, l'innalzamento della soglia dell'udibile oppure la riduzione della capacità di comprensione del parlato).

L'azione patogena del rumore aumenta con il crescere dell'intensità sonora; non è tuttavia possibile stabilire un rapporto lineare relativo all'andamento dei due fenomeni, sia per la mancanza di una correlazione diretta tra incremento della potenza acustica recepita ed intensità della sensazione acustica provata, sia per il diversificarsi del danno in relazione alla entità dei livelli sonori impattanti. Si preferisce, pertanto, definire una serie di bande di intensità, i cui limiti sono stati delimitati sperimentalmente ed in corrispondenza delle quali tende a verificarsi un "danno tipo".

Gli effetti di disturbo riguardano, invece, le alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto che determinano conseguenze fisio-patologiche ben definite su:

- apparato cardiovascolare (cuore e vasi sanguigni): con rumori intermittenti si osserva un'accelerazione della frequenza cardiaca, con conseguente minor gittata e minor nutrimento del cuore per riduzione del flusso nelle arterie coronarie. Tutti i ricercatori sono concordi nel ritenere che un rumore di intensità superiore a 70 dB determini una brusca contrazione dei vasi sanguigni con centralizzazione della circolazione e conseguente minor irrorazione sanguigna, maggior aggregazione dei globuli rossi e tendenza alla trombosi: questa reazione è tanto più accentuata

quanto più intenso è il rumore. Cessato il rumore, lo spasmo vascolare scompare tanto più lentamente quanto più lunga è stata l'esposizione. Sia per i motivi precedentemente esposti, sia per la capacità di agire come stress e provocare la liberazione di una grande quantità di adrenalina, si può ritenere certa la capacità del rumore di provocare aterosclerosi;

- sistema nervoso centrale (cervello): già nei primi anni del Novecento furono messi in rilievo gli effetti del rumore improvviso sulla circolazione cerebrale. In seguito, sono state stabilite precise correlazioni tra andamento dell'encefalogramma e intensità, qualità e durata dell'esposizione al rumore;
- apparato digerente: studi meno recenti parlano di azione inibitrice sulle secrezioni ghiandolari del tratto gastro-intestinale. Ciò sembrerebbe in accordo con il meccanismo di attivazione simpatica indotto dal rumore; indagini più recenti segnalano invece la secrezione gastrica di acido cloridrico. C'è comunque notevole accordo sul possibile effetto lesivo del rumore sull'apparato gastro-intestinale, che precocemente si traduce in inappetenza e disturbi digestivi e, alla lunga, in gastriti e talora ulcera. A ciò si devono aggiungere fenomeni spastici della cistifellea;
- ghiandole endocrine: inizialmente aumenta l'attività di certe ghiandole endocrine per rispondere allo stress, ma successivamente tale eccessiva attività porta ad esaurimento funzionale, con minore capacità di resistenza ed adattamento agli eventi della vita. Tra le molte altre dannose conseguenze di queste alterazioni endocrine va ricordata la riduzione di alcune categorie di globuli bianchi, con conseguente diminuzione delle difese nei confronti di batteri e virus;
- senso dell'equilibrio: per livelli di rumore oltre i 110 dB si può avere una sensazione accentuata di vertigine e nausea, che produce insicurezza nel movimento e una minore capacità di autocontrollo;
- vista: le conseguenze dirette sulla vista sono riconducibili a una diminuzione dell'acutezza visiva per difficoltà di accomodazione e dilatazione della pupilla, a una riduzione della percezione del rilievo e del riconoscimento dei colori, a un'alterazione della visione notturna. Per elevate intensità di rumore si può verificare un restringimento del campo visivo;
- apparato respiratorio: il rumore aumenta la frequenza respiratoria, mentre diminuisce il volume corrente (volume di aria che viene scambiato ad ogni singolo atto respiratorio). Il consumo di ossigeno presenta una diminuzione costante, anche se non grande; alla lunga c'è la possibilità che anche questo fatto incida negativamente;
- apparato muscolare: aumento del tono muscolare proporzionalmente all'intensità del rumore;
- psiche: il rumore produce sull'uomo effetti sul carattere, sul comportamento e sulla personalità;
- alterazioni dell'affettività (azioni depressive o aggressive): data la relativa difficoltà ad accertare e quantificare con esattezza gli effetti psichici del rumore, i ricercatori ricorrono frequentemente alla fisiologia e alla psicologia sensoriale. Si è così giunti a dimostrare le seguenti alterazioni della funzionalità psicomotoria: ritardo nei tempi di reazione in relazione con l'aumento di intensità del rumore, aumento degli errori, diminuzione dell'attenzione e della precisione. Il rumore interferisce negativamente sul meccanismo dell'apprendimento determinando un susseguirsi di reazioni di allarme: i processi di memorizzazione, confronto e sintesi sono così disturbati con conseguente rallentamento nell'apprendimento. Tra gli effetti psicologici provocati dal rumore ha notevole importanza la cosiddetta fastidiosità, dovuta in gran parte alla durata dello stimolo sonoro, oltre che alla sua intensità, alla sua frequenza e al timbro. Per quanto riguarda l'ansietà alcuni studi hanno dimostrato che i soggetti esposti a rumori molto intensi sono i più ansiosi;

- sonno: a parità di intensità il rumore notturno è molto più dannoso di quello diurno per tre motivi:
 - i soggetti esposti presentano in genere segni di affaticamento e una più elevata reattività psichica, poiché persistono gli effetti degli stress accumulati durante le ore precedenti;
 - tale rumore è spesso inaspettato e dunque psichicamente meno accettabile e caratterizzato da una componente ansiogena molto superiore;
 - è meno tollerato per la maggior differenza che in genere si verifica tra rumore di fondo e picchi durante la notte.

Gli effetti di annoyance, termine inglese di non facile traduzione, indicano un sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede possa agire su di lui in modo negativo. Tale fastidio è la risposta soggettiva agli effetti combinati dello stimolo disturbante e di altri fattori di natura psicologica, sociologica ed economica.

In generale gli effetti, diversi da soggetto a soggetto, possono essere distinti in due categorie: uditivi ed extrauditivi. Gli uditivi si verificano quando l'esposizione al rumore avviene per tempi molto lunghi, mentre gli effetti extrauditivi influenzano la sfera psicosomatica dell'uomo, generando ansia, stress, palpitazioni, scarsa capacità di concentrazione e confusione mentale.

Come è definito dall'Agenzia Europa per l'Ambiente, i principali effetti uditivi ed extrauditivi dell'esposizione al rumore sono i seguenti:

- fastidio;
- interferenza con la comunicazione vocale;
- disturbi del sonno (risvegli e incapacità di riaddormentarsi);
- effetti sulla produttività e sulla performance;
- effetti sul comportamento sociale e residenziale (letture, apertura finestre);
- effetti psicopatologici (complesso da stress, ipertensione, malattie ischemiche cardiache, aggressività);
- effetti sulla salute mentale (ricoveri ospedalieri);
- relazione dose - effetto per effetti combinati (ad es. fastidio + disturbi del sonno + ipertensione);
- effetti su gruppi più vulnerabili (bambini, persone con disturbi uditivi);
- disfunzioni uditive indotte da rumore (tinnito, innalzamento soglia uditiva, sordità, fischi) (prevalentemente per esposizioni professionali).

Il rumore può provocare vari effetti dipendenti dal tipo (pressione, frequenza), dalla durata e dal periodo di esposizione ma anche dalla particolare suscettibilità della popolazione esposta. La risposta di ciascun individuo è poi, specie ai livelli di inquinamento urbano, grandemente influenzata da fattori legati sia a determinate caratteristiche del soggetto che sente il rumore, sia a fattori circostanziali cioè dipendenti dalle occasioni di esposizione, e spiega perché le persone possono avere diverse reazioni allo stesso rumore.

La sensibilità al rumore ha comunque una spiccata variabilità individuale: mentre alcuni individui sono in grado di tollerare alti livelli di rumore per lunghi periodi, altri nello stesso ambiente vanno rapidamente incontro ad una diminuzione della sensibilità uditiva (ipoacusia).

In particolare, i bambini appaiono una categoria a maggior rischio, soprattutto nella fase dell'acquisizione del linguaggio, insieme ai ciechi, agli affetti da patologie acustiche e ai pazienti ricoverati negli ospedali.

Alla luce delle considerazioni effettuate sulla base di studi noti di letteratura, si può concludere che l'esposizione ad elevati livelli di rumore porta ad un deterioramento dello stato di salute, per cui si avverte una condizione di scadimento della qualità della vita.

8.3 QUADRO CONOSCITIVO

8.3.1 DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE E CONTESTO DEMOGRAFICO

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale, provinciale e comunale.

Secondo i dati dell'Istat¹⁴, riferiti al 2016, la popolazione residente in Piemonte è di circa 4.4 milioni di abitanti, dei quali circa 2.3 milioni donne e 2.1 milioni uomini.

| Classi di età | Regione Piemonte | | | | | |
|-------------------|------------------|------|-----------|------|-----------|------|
| | Uomini | | Donne | | Totale | |
| | <i>n</i> | % | <i>n</i> | % | <i>n</i> | % |
| 0-4 anni | 88.214 | 4,1 | 83.206 | 3,7 | 171.420 | 3,9 |
| 5-14 anni | 198.658 | 9,3 | 186.619 | 8,2 | 385.277 | 8,8 |
| 15-24 anni | 200.684 | 9,4 | 186.180 | 8,2 | 386.864 | 8,8 |
| 25-34 anni | 224.857 | 10,6 | 217.919 | 9,6 | 442.776 | 10,1 |
| 35-44 anni | 300.566 | 14,1 | 300.743 | 13,3 | 601.309 | 13,7 |
| 45-54 anni | 352.709 | 16,6 | 359.607 | 15,9 | 712.316 | 16,2 |
| 55-64 anni | 288.691 | 13,6 | 303.804 | 13,4 | 592.495 | 13,5 |
| 65-74 anni | 245.765 | 11,5 | 274.055 | 12,1 | 519.820 | 11,8 |
| 75+ anni | 229.259 | 10,8 | 350.990 | 15,5 | 580.249 | 13,2 |
| Totale | 2.129.403 | 100 | 2.263.123 | 100 | 4.392.526 | 100 |

Tabella 8-3 Popolazione residente in Piemonte distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Tuttitalia.it -dati ISTAT 2017)

¹⁴ Sistema informative territoriali su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a giugno 2017

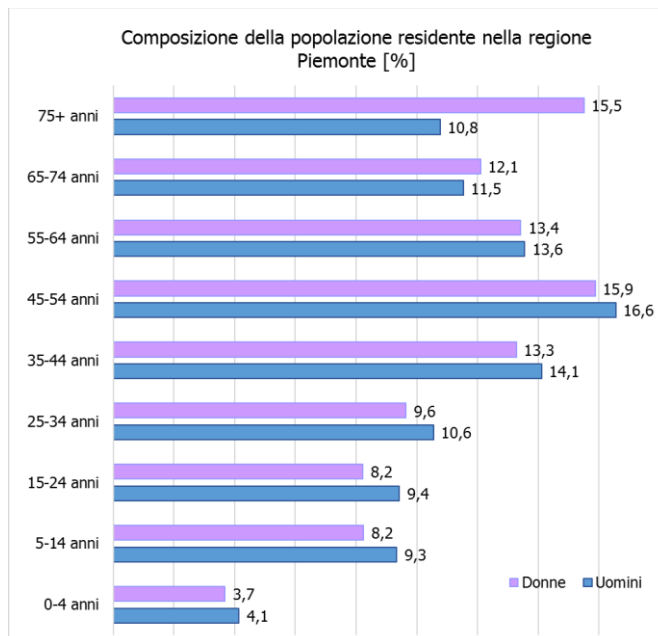


Figura 8-1 Composizione della popolazione residente in Piemonte distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: dati ISTAT 2017)

Nella tabella seguente si riportano i dati di popolazione relativi al 2017 delle tre Provincie piemontesi interessate all'opera in progetto.

| Età | Provincia di Biella | | | Provincia di Novara | | | Provincia di Vercelli | | |
|-------------------|---------------------|--------|---------|---------------------|---------|---------|-----------------------|--------|---------|
| | Uomini | Donne | Totale | Uomini | Donne | Totale | Uomini | Donne | Totale |
| 0-4 anni | 3.057 | 2.769 | 5.826 | 7.711 | 7.467 | 15.178 | 3.180 | 3.024 | 6.204 |
| 5-14 anni | 7.274 | 6.915 | 14.189 | 17.217 | 16.536 | 33.753 | 7.199 | 6.755 | 13.954 |
| 15-24 anni | 7.727 | 7.441 | 15.168 | 17.262 | 15.896 | 33.158 | 7.926 | 7.059 | 14.985 |
| 25-34 anni | 8.185 | 7.648 | 15.833 | 19.345 | 18.723 | 38.068 | 8.764 | 8.233 | 16.997 |
| 35-44 anni | 11.257 | 11.522 | 22.779 | 27.075 | 26.205 | 53.280 | 11.302 | 11.173 | 22.475 |
| 45-54 anni | 14.609 | 14.726 | 29.335 | 30.690 | 30.466 | 61.156 | 14.122 | 13.977 | 28.099 |
| 55-64 anni | 12.312 | 12.969 | 25.281 | 24.414 | 25.439 | 49.853 | 12.102 | 12.608 | 24.710 |
| 65-74 anni | 10.958 | 12.205 | 23.163 | 19.125 | 21.459 | 40.584 | 9.962 | 11.064 | 21.026 |
| 75+ anni | 10.120 | 16.857 | 26.977 | 17.001 | 28.112 | 45.113 | 9.653 | 15.765 | 25.418 |
| Totale | 85.499 | 93.052 | 178.551 | 179.840 | 190.303 | 370.143 | 84.210 | 89.658 | 173.868 |

Tabella 8-4 Popolazione residente nella provincia Biella, Novara e Vercelli distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: dati ISTAT 2017)

Nell'immagine seguente è riportata la composizione della popolazione residente nelle tre Provincie interessate.

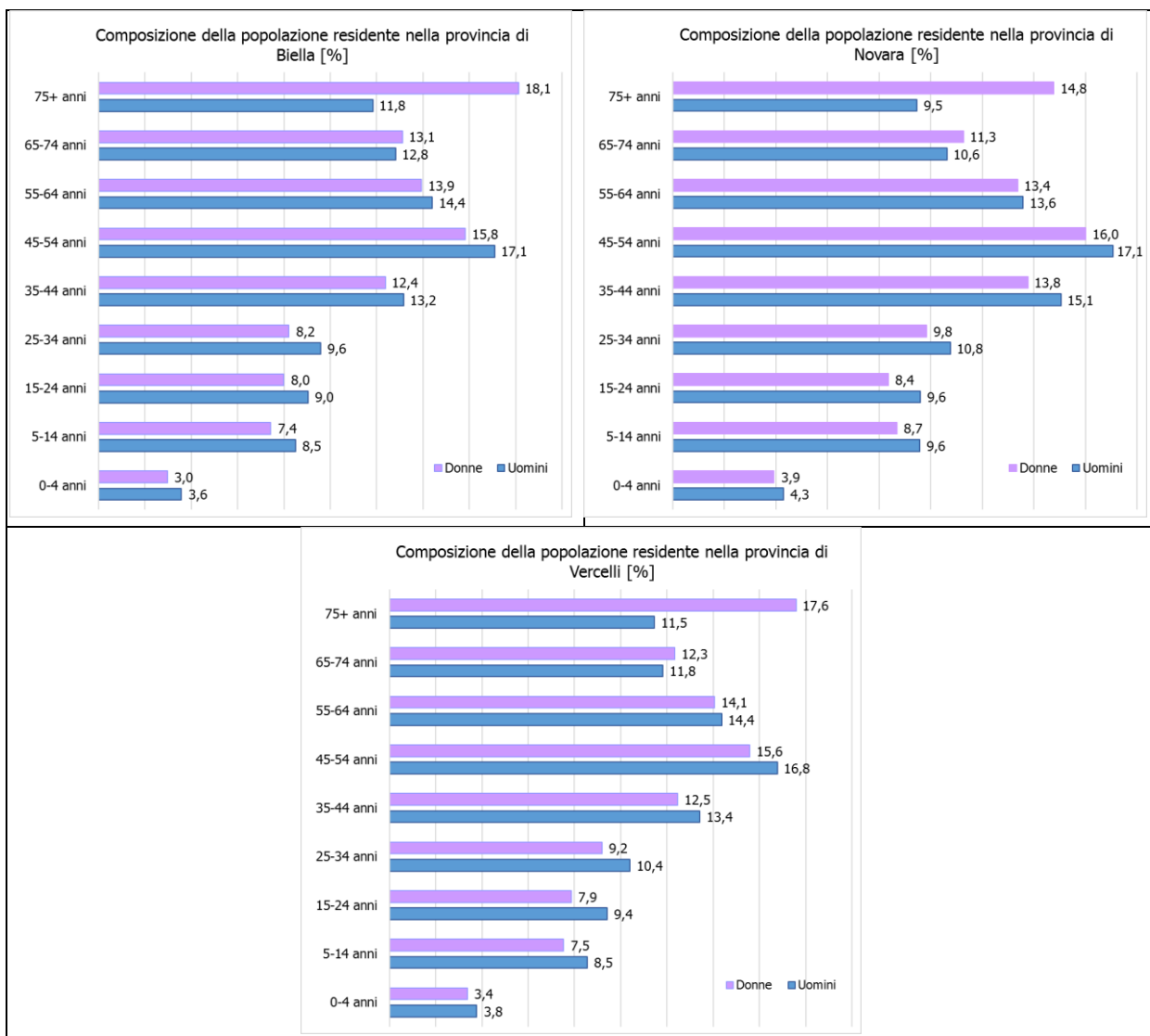


Figura 8-2 Composizione della popolazione residente nella provincia di Biella, Novara e Vercelli distinta per tipologia e fascia d'età (dati ISTAT 2017)

Risulta rilevante riportare l'analisi dei dati legati all'indice di invecchiamento relativo alle tre Provincie e paragonato a quello regionale nazionale (cfr. Tabella 8-5).

| Aree territoriali | Indice di invecchiamento | | |
|-------------------|--------------------------|--------|--------|
| | Uomini | Donne | Totale |
| Biella | 201,67 | 296,5 | 247,65 |
| Novara | 143,26 | 205,39 | 173,72 |
| Vercelli | 185,99 | 272,4 | 227,86 |
| Piemonte | 163,69 | 229,58 | 195,63 |
| Italia | 137,08 | 191,24 | 163,37 |

Tabella 8-5 Indice di invecchiamento per la provincia di Biella, Novara, Vercelli, la regione Piemonte e l'Italia (fonte: HFA 2017 – anno 2016)

Dalla tabella precedente risulta evidente come l'indice di invecchiamento delle tre Province in esame sia sostanzialmente più alto rispetto al dato regionale ma soprattutto rispetto a quello nazionale. Tale informazione è da tenere da conto nell'analisi dei dati di mortalità e morbosità raccolti.

Nell'immagine seguente sono indicati i sette Comuni piemontesi interessati dall'infrastruttura in esame. Nella Tabella 8-6 è riportato il numero di residenti e la relativa densità abitativa dei sette Comuni interessati.

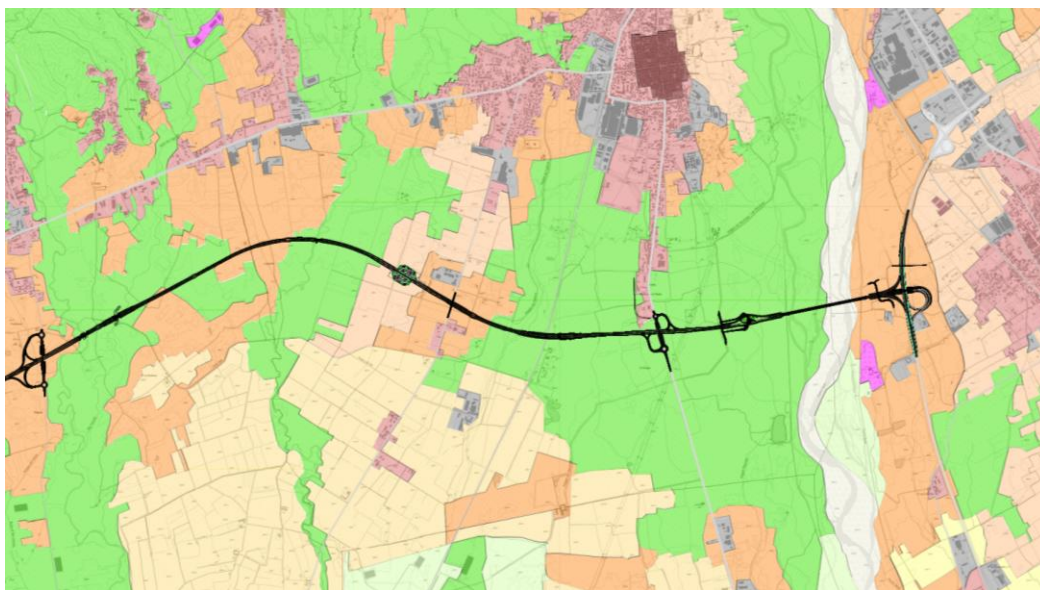
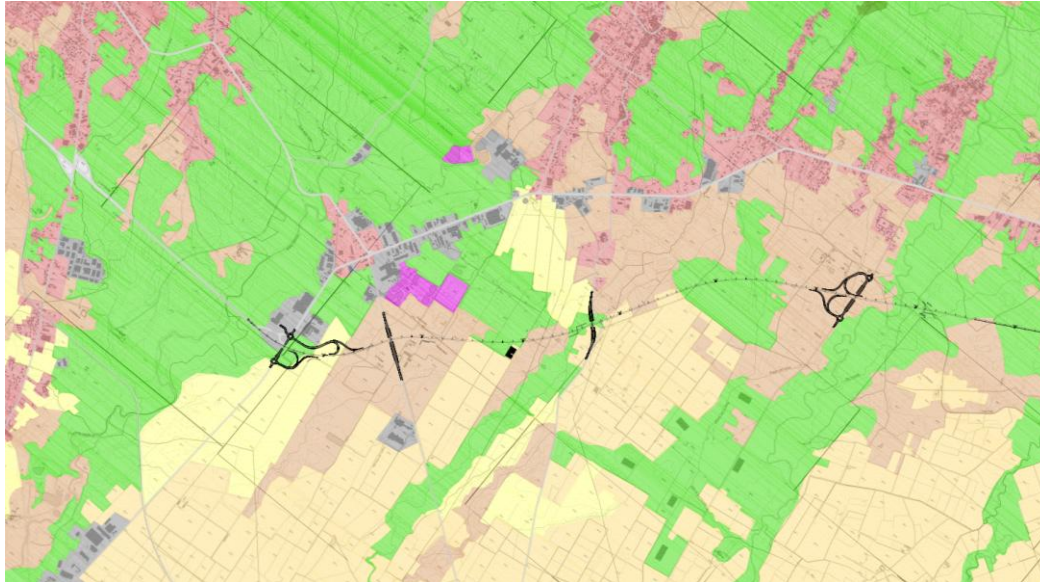


Figura 8-3 Comuni interessati dall'infrastruttura

| Province | Comune | Popolazione | Superficie [km ²] | Densità [ab/km ²] |
|-----------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Biella | Masserano | 2.112 | 27 | 78,01 |
| | Busnengo | 2.071 | 10,45 | 198,12 |
| Novara | Romagnano Sesia | 3.944 | 17,98 | 219,4 |
| | Ghemme | 3.627 | 20,64 | 175,69 |
| Vercelli | Roasio | 2.352 | 27,92 | 84,25 |
| | Lozzolo | 829 | 6,67 | 124,34 |
| | Gattinara | 8.052 | 33,67 | 239,17 |

Tabella 8-6 Residenti dei Comuni interessati (fonte: Tuttitalia.it -dati ISTAT 2017)

Per completezza si riporta uno stralcio della Carta dell'uso del suolo (T00IA33AMBCT03A-04A).



Legenda













| | | | |
|---|--|---|--|
|  | 111 - Zone residenziali a tessuto continuo |  | 213 - Risaie |
|  | 112 - Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado |  | 242 - Sistemi colturali e particellari complessi |
|  | 121 - Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati |  | 243 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti |
|  | 122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche |  | 311 - Boschi di latifoglie |
|  | 131 - Aree estrattive |  | 324 - Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione |
|  | 211 - Seminativi in aree non irrigue |  | 331 - Spiagge, dune e sabbie |

Figura 8-4 Uso suolo

Dall'immagine precedente si evince come l'area sia prevalentemente caratterizzata da un territorio agricolo naturalistico, e dalla presenza di alcune zone residenziali a tessuto discontinuo e rado. Per approfondimenti sul tema dell'uso del suolo si rimanda al par. 3.1.3.

Nelle tabelle seguenti è riportata la composizione della popolazione nei sette suddetti Comuni suddivisa per fasce di età.

| Età [anni] | Masserano | | | | | | Brusnengo | | | | | |
|---------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | Uomini | | Donne | | Totale | | Uomini | | Donne | | Totale | |
| | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % |
| 0-4 | 38 | 3,7 | 37 | 3,4 | 75 | 3,6 | 34 | 3,5 | 27 | 2,5 | 61 | 2,9 |
| 5-14 | 100 | 9,7 | 77 | 7,1 | 177 | 8,4 | 81 | 8,2 | 81 | 7,5 | 162 | 7,8 |
| 15-24 | 92 | 8,9 | 87 | 8,0 | 179 | 8,5 | 80 | 8,1 | 79 | 7,3 | 159 | 7,7 |
| 25-34 | 98 | 9,5 | 77 | 7,1 | 175 | 8,3 | 85 | 8,6 | 79 | 7,3 | 164 | 7,9 |
| 35-44 | 124 | 12,0 | 155 | 14,3 | 279 | 13,2 | 140 | 14,2 | 153 | 14,1 | 293 | 14,1 |
| 45-54 | 185 | 18,0 | 177 | 16,4 | 362 | 17,1 | 183 | 18,6 | 166 | 15,3 | 349 | 16,9 |
| 55-64 | 158 | 15,3 | 144 | 13,3 | 302 | 14,3 | 154 | 15,7 | 158 | 14,5 | 312 | 15,1 |
| 65-74 | 114 | 11,1 | 132 | 12,2 | 246 | 11,6 | 129 | 13,1 | 149 | 13,7 | 278 | 13,4 |
| 75+ | 121 | 11,7 | 196 | 18,1 | 317 | 15,0 | 98 | 10,0 | 195 | 17,9 | 293 | 14,1 |
| Totale | 1.030 | 100 | 1.082 | 100 | 2.112 | 100 | 984 | 100 | 1.087 | 100 | 2.071 | 100 |

Tabella 8-7 Numero e percentuali di residenti nel comune di Masserano e Brusnengo (elaborazione dati ISTAT – tuttitalia.it)

| Età [anni] | Romagnano Sesia | | | | | | Ghemme | | | | | |
|---------------|-----------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | Uomini | | Donne | | Totale | | Uomini | | Donne | | Totale | |
| | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % |
| 0-4 | 92 | 4,8 | 75 | 3,7 | 167 | 4,2 | 62 | 3,5 | 74 | 4,0 | 136 | 3,7 |
| 5-14 | 133 | 7,0 | 166 | 8,1 | 299 | 7,6 | 128 | 7,3 | 131 | 7,0 | 259 | 7,1 |
| 15-24 | 198 | 10,4 | 145 | 7,1 | 343 | 8,7 | 181 | 10,3 | 141 | 7,5 | 322 | 8,9 |
| 25-34 | 218 | 11,4 | 204 | 10,0 | 422 | 10,7 | 195 | 11,1 | 193 | 10,3 | 388 | 10,7 |
| 35-44 | 273 | 14,3 | 256 | 12,5 | 529 | 13,4 | 255 | 14,5 | 232 | 12,4 | 487 | 13,4 |
| 45-54 | 313 | 16,4 | 322 | 15,8 | 635 | 16,1 | 295 | 16,8 | 320 | 17,1 | 615 | 17,0 |
| 55-64 | 274 | 14,4 | 268 | 13,1 | 542 | 13,7 | 242 | 13,8 | 257 | 13,7 | 499 | 13,8 |
| 65-74 | 197 | 10,3 | 245 | 12,0 | 442 | 11,2 | 217 | 12,4 | 212 | 11,3 | 429 | 11,8 |
| 75+ | 206 | 10,8 | 359 | 17,6 | 565 | 14,3 | 182 | 10,4 | 310 | 16,6 | 492 | 13,6 |
| Totale | 1.904 | 100 | 2.040 | 100 | 3.944 | 100 | 1.757 | 100 | 1.870 | 100 | 3.627 | 100 |

Tabella 8-8 Numero e percentuali di residenti nel comune di Romagnano Sesia e Ghemme (elaborazione dati ISTAT – tuttitalia.it)

| Età [anni] | Roasio | | | | | | Lozzolo | | | | | |
|---------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Uomini | | Donne | | Totale | | Uomini | | Donne | | Totale | |
| | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % | n. | % |
| 0-4 | 47 | 4,2 | 41 | 3,3 | 88 | 3,7 | 17 | 4,3 | 11 | 2,6 | 28 | 3,4 |
| 5-14 | 89 | 7,9 | 98 | 8,0 | 187 | 8,0 | 42 | 10,6 | 28 | 6,5 | 70 | 8,4 |
| 15-24 | 112 | 10,0 | 103 | 8,4 | 215 | 9,1 | 42 | 10,6 | 42 | 9,7 | 84 | 10,1 |
| 25-34 | 122 | 10,8 | 98 | 8,0 | 220 | 9,4 | 31 | 7,8 | 34 | 7,9 | 65 | 7,8 |
| 35-44 | 163 | 14,5 | 162 | 13,2 | 325 | 13,8 | 51 | 12,8 | 51 | 11,8 | 102 | 12,3 |
| 45-54 | 178 | 15,8 | 188 | 15,3 | 366 | 15,6 | 57 | 14,3 | 67 | 15,5 | 124 | 15,0 |
| 55-64 | 150 | 13,3 | 193 | 15,7 | 343 | 14,6 | 64 | 16,1 | 62 | 14,4 | 126 | 15,2 |
| 65-74 | 133 | 11,8 | 144 | 11,7 | 277 | 11,8 | 51 | 12,8 | 51 | 11,8 | 102 | 12,3 |
| 75+ | 131 | 11,6 | 200 | 16,3 | 331 | 14,1 | 43 | 10,8 | 85 | 19,7 | 128 | 15,4 |
| Totale | 1.125 | 100 | 1.227 | 100 | 2.352 | 100 | 398 | 100 | 431 | 100 | 829 | 100 |

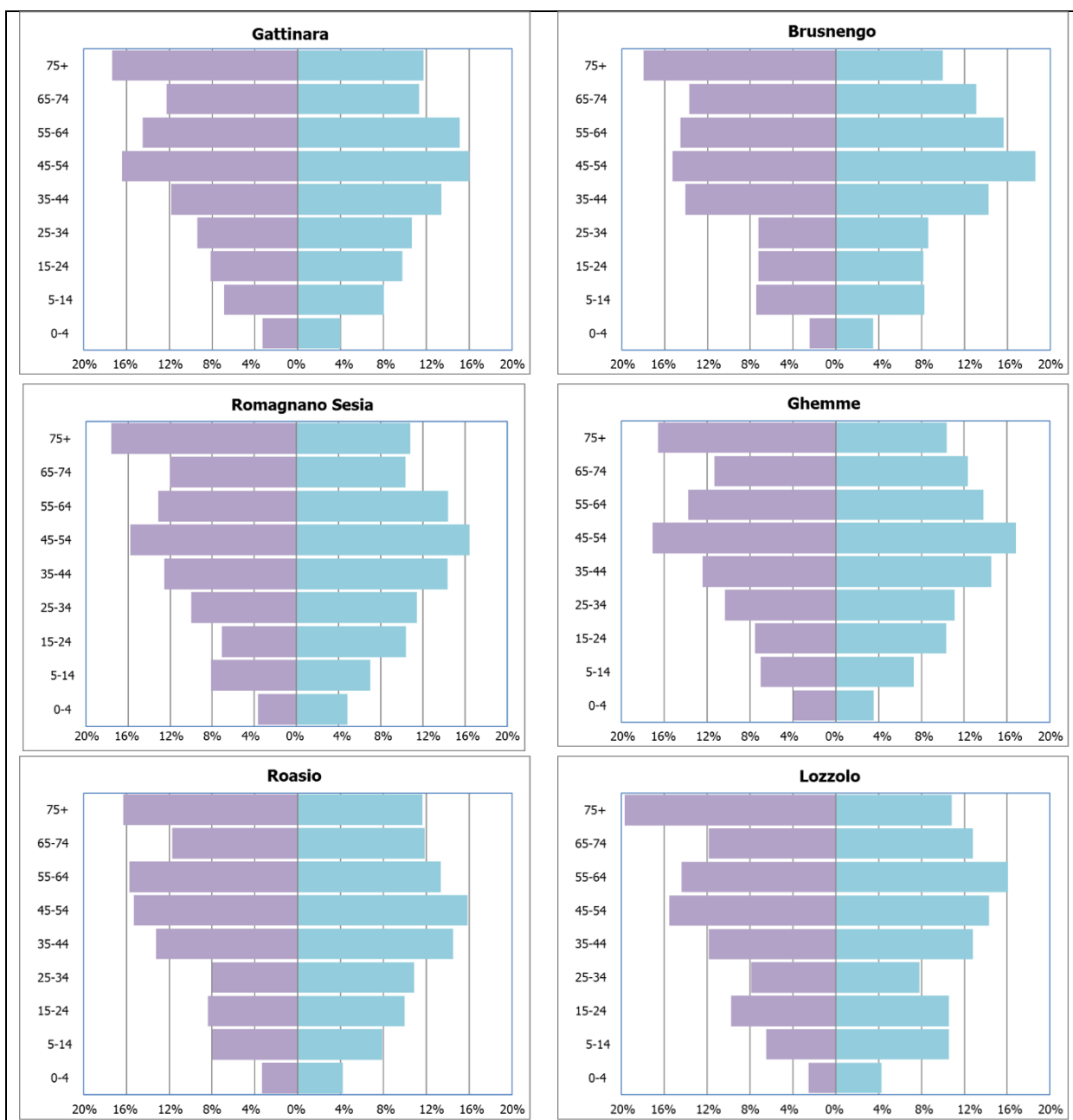
Tabella 8-9 Numero e percentuali di residenti nel Comune di Roasio e Lozzolo (elaborazione dati ISTAT – tuttitalia.it)

| Età [anni] | Gattinara | | | | | |
|---------------|-----------|------|-------|-----|--------|------|
| | Uomini | | Donne | | Totale | |
| | n. | % | n. | % | n. | % |
| 0-4 | 154 | 4,0 | 137 | 3,3 | 291 | 3,6 |
| 5-14 | 312 | 8,0 | 287 | 6,9 | 599 | 7,4 |
| 15-24 | 380 | 9,8 | 339 | 8,1 | 719 | 8,9 |
| 25-34 | 414 | 10,6 | 390 | 9,4 | 804 | 10,0 |

| | | | | | | |
|---------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 35-44 | 522 | 13,4 | 493 | 11,8 | 1.015 | 12,6 |
| 45-54 | 623 | 16,0 | 682 | 16,4 | 1.305 | 16,2 |
| 55-64 | 588 | 15,1 | 603 | 14,5 | 1.191 | 14,8 |
| 65-74 | 441 | 11,3 | 510 | 12,3 | 951 | 11,8 |
| 75+ | 456 | 11,7 | 721 | 17,3 | 1177 | 14,6 |
| To- tale | 3.890 | 100 | 4.162 | 100 | 8.052 | 100 |

Tabella 8-10 Numero e percentuali di residenti nel comune Gattinara (elaborazione dati ISTAT – tuttitalia.it)

Nelle immagini seguenti sono riportate le piramidi di distribuzione della popolazione per fasce di età, dalle quali si evince che per quasi tutti i Comuni la maggior percentuale è quella afferente alla popolazione ricadente nella fascia di età 45-54 anni e in quella maggiore di 75 anni.



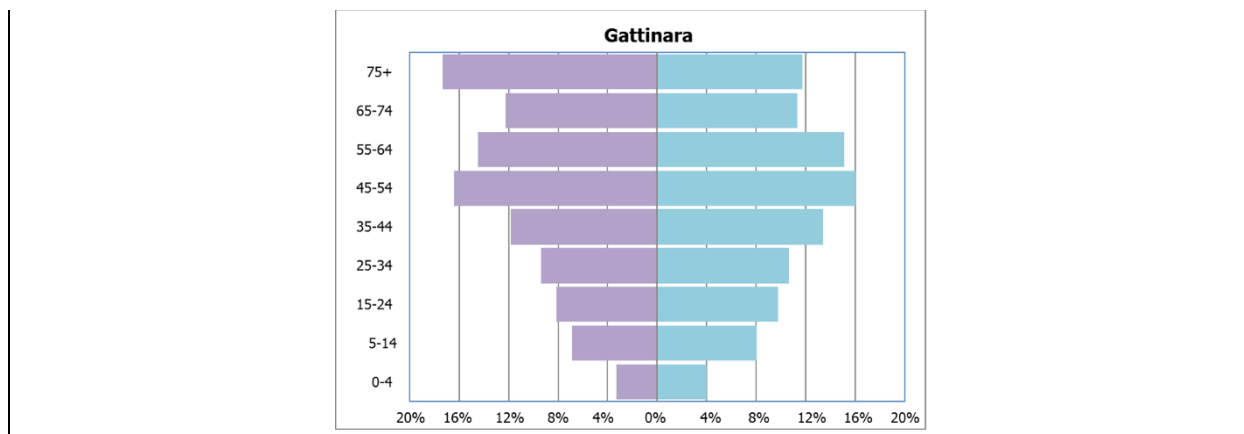


Figura 8-5 Piramidi di popolazione dei quattro Comuni interessati (elaborazione dati Istat)

8.3.2 PROFILO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO

8.3.2.1 Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione dell'area di studio e delle aree di riferimento, sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti dall'Istat:

- sulla mortalità registrata nell'anno 2014;
- sulla morbosità relativa al 2015 (per alcuni indici si hanno a disposizione i dati 2013);

Per ciascuna causa, sia di morte che di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e al numero di dimissioni, altri indicatori di seguito elencati:

- tasso di mortalità;
- tasso di mortalità standardizzato;
- tasso di ospedalizzazione acuti;
- tasso di ospedalizzazione lungodegenza e riabilitazione;
- tasso di dimissioni;
- tasso di dimissioni standardizzato.

In Tabella 8-11 sono sintetizzate le cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

| Cause di morte | Cause di ospedalizzazione |
|--|--|
| <i>Tumori</i> | |
| Tumori maligni | Tumori maligni |
| Tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici | - |
| Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni | Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni |
| <i>Sistema cardiocircolatorio</i> | |
| Malattie del sistema circolatorio | Malattie del sistema circolatorio |
| Malattie ischemiche del cuore | Malattie ischemiche del cuore |
| - | Infarto miocardico acuto |
| <i>Sistema cerebrovascolare</i> | |
| Disturbi circolatori dell'encefalo | Disturbi circolatori dell'encefalo |

| <i>Apparato respiratorio</i> | |
|--|--|
| Malattie dell'apparato respiratorio | Malattie dell'apparato respiratorio |
| BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva) | BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva) |
| <i>Sistema nervoso</i> | |
| Malattie del sistema nervoso e organi di senso | Malattie del sistema nervoso e organi di senso |
| Disturbi psichici | - |

Tabella 8-11 Cause di morte e di ospedalizzazione

8.3.2.2 Mortalità

Nel presente paragrafo sono riportati in forma tabellare i dati di mortalità registrati dall'Istat, con riferimento all'annualità 2014, in termini di numero di decessi, tasso di mortalità e tasso di mortalità standardizzato. Per tali indicatori sono esplicitati i casi di mortalità legati a patologie eventualmente correlate alle attività oggetto del presente studio.

Per avere un quadro generale sui decessi avvenuti nel 2014 nelle provincie di Biella, Novara e Vercelli, nella regione Piemonte e sull'intero territorio nazionale è possibile far riferimento alla Tabella 8-12.

| Aree territoriali | Numero di decessi | | Tasso di mortalità | | Tasso di mortalità std | |
|-------------------|-------------------|---------|--------------------|--------|------------------------|-------|
| | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| <i>Biella</i> | 960 | 1.199 | 117,65 | 130,42 | 94,41 | 63,42 |
| <i>Novara</i> | 1.810 | 2.108 | 99,06 | 107,12 | 96,03 | 61,53 |
| <i>Vercelli</i> | 1.058 | 1.204 | 128,42 | 129,83 | 104,9 | 63,02 |
| <i>Piemonte</i> | 23.471 | 26.001 | 109,02 | 112,63 | 95,73 | 63,07 |
| <i>Italia</i> | 289.800 | 308.870 | 97,48 | 98,35 | 95,22 | 62,34 |

Tabella 8-12 Indicatori di mortalità per la Provincia di Biella, Novara, Vercelli, la regione Piemonte e l'Italia (fonte: HFA 2017 – anno 2014)

Dalla tabella si osserva che, in particolare per i valori del tasso di mortalità standardizzato, sia la regione Piemonte che le tre Provincie, presentino valori pressoché in linea con i valori medi nazionali. In Figura 8-6 e in Figura 8-7 è riportata una rappresentazione grafica del tasso di mortalità standardizzato, distinto tra uomini e donne, in Italia e nella regione Piemonte.

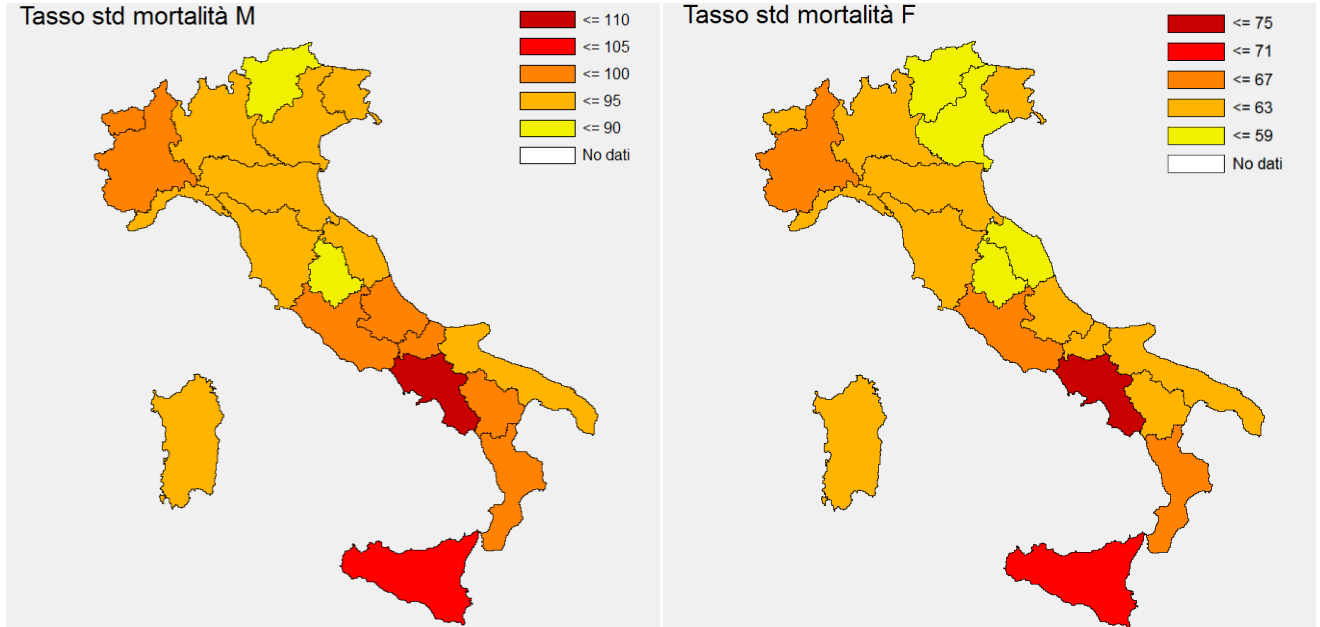


Figura 8-6 Tasso di mortalità standardizzato maschile e femminile (fonte: HFA 2017 – anno 2014)

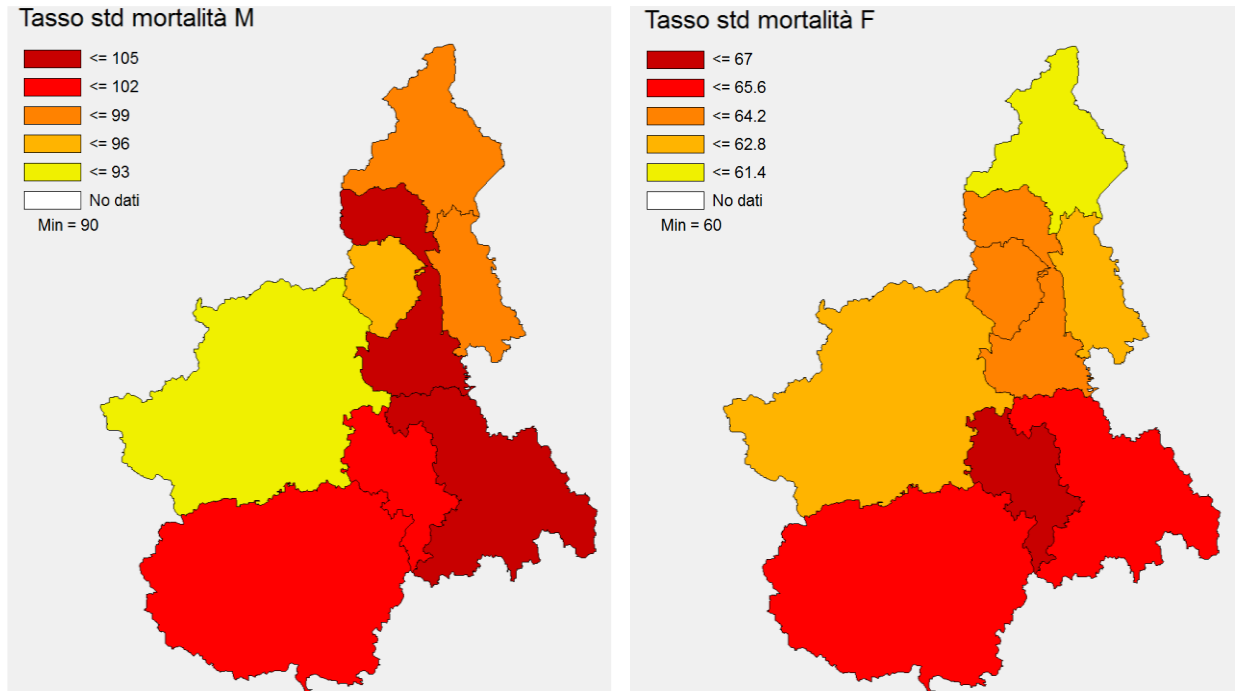


Figura 8-7 Tasso di mortalità standardizzato maschile e femminile regione Piemonte (fonte: HFA 2017 – anno 2014)

Entrando nel dettaglio dello studio di mortalità in funzione delle cause specifiche, di seguito si elencano le patologie considerate che potrebbero essere direttamente legate alla realizzazione degli interventi in progetto per un'infrastruttura viaria:

- tumori;
- patologie del sistema cardiocircolatorio;

- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori dei tre indicatori precedentemente descritti, forniti dall'Istat per l'ultimo anno disponibile (2014). Ogni tabella è relativa ad una specifica causa di mortalità e per ognuna sono stati distinti i valori di mortalità per area territoriale di riferimento, età e sesso.

In primo luogo, in Tabella 8-13, si riportano i dati di mortalità causate da di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

| Tumori | Area ter- ritoriale | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
|--|------------------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------|------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| | | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Tumori to- tale | Biella | 342 | 279 | 316 | 270 | 41,02 | 140,57 | 34,87 | 97,44 | 32,88 | 140,35 | 20,83 | 86,42 |
| | Novara | 634 | 524 | 506 | 424 | 36 | 154,78 | 26,36 | 86,74 | 36,28 | 154,69 | 18,18 | 71,65 |
| | Vercelli | 346 | 287 | 280 | 238 | 44,06 | 158,61 | 30,27 | 85,5 | 34,49 | 154,78 | 18,1 | 76 |
| | Pie- monte | 8.165 | 6.711 | 6.527 | 5.379 | 38,11 | 145,58 | 28,23 | 86,6 | 33,08 | 144,68 | 18,7 | 76,02 |
| | Italia | 99.412 | 80.651 | 77.889 | 62.563 | 33,57 | 143,05 | 24,81 | 83,37 | 32,41 | 142,56 | 18,34 | 74,08 |
| Tumori apparato respirato- rio e or- gani intra- toracici | Biella | 85 | 75 | 43 | 34 | 10,03 | 38,2 | 4,95 | 12,88 | 7,86 | 37,53 | 3,2 | 11,76 |
| | Novara | 182 | 141 | 57 | 49 | 10,06 | 40,5 | 2,92 | 9,87 | 9,49 | 39,95 | 2,22 | 9,77 |
| | Vercelli | 95 | 81 | 37 | 32 | 11,75 | 45,17 | 4,04 | 10,87 | 9,52 | 43,83 | 2,58 | 9,55 |
| | Pie- monte | 2.233 | 1.825 | 866 | 695 | 10,44 | 39,7 | 3,74 | 11,16 | 9 | 39,16 | 2,62 | 10,41 |
| | Italia | 26924 | 21744 | 10007 | 7580 | 9,1 | 38,58 | 3,19 | 10,1 | 8,75 | 38,27 | 2,49 | 9,53 |
| Tumori trachea, bronchi, polmoni | Biella | 64 | 60 | 63 | 62 | 7,84 | 31,84 | 7,16 | 23,32 | 6,12 | 31,34 | 3,13 | 16,03 |
| | Novara | 131 | 124 | 108 | 107 | 7,5 | 37,03 | 5,95 | 23,02 | 7,43 | 37,89 | 3,02 | 15,74 |
| | Vercelli | 97 | 92 | 94 | 93 | 10,69 | 44,12 | 9,18 | 31,12 | 8,56 | 42,39 | 3,89 | 20,4 |
| | Pie- monte | 1.999 | 1.884 | 1.754 | 1.708 | 9,28 | 40,83 | 7,61 | 27,6 | 8,14 | 41,33 | 3,95 | 20,23 |
| | Italia | 22.532 | 21.318 | 19.011 | 18.346 | 7,61 | 37,79 | 6,06 | 24,43 | 7,52 | 38,43 | 3,6 | 18,28 |

Tabella 8-13 Decessi avvenuti causa tumori (Fonte: HFA 2017 – anno 2014)

Dai valori tabellati emerge ovviamente, un tasso di mortalità e un tasso di mortalità standardizzato notevolmente maggiore negli uomini e nelle donne oltre i 65 anni. Inoltre, in linea generale, per le tre tipologie di tumori, i valori dei tre indicatori considerati risultano essere sempre maggiori negli uomini rispetto alle donne. Relativamente ai dati delle tre Province, questi risultano essere in linea con i valori sia regionali che nazionali.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio e alle malattie ischemiche del cuore, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 8-14 e in Tabella 8-15.

| Area ter- ritoriale | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
|------------------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------|------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 348 | 322 | 486 | 477 | 42,98 | 168 | 52,15 | 168,43 | 34,24 | 168,45 | 22,95 | 117,57 |
| Novara | 614 | 551 | 902 | 874 | 32,45 | 151,89 | 45,26 | 173,89 | 31,72 | 155,08 | 23,86 | 122,94 |
| Vercelli | 357 | 322 | 503 | 498 | 43,12 | 172,26 | 55,63 | 186,75 | 35 | 167,69 | 24,04 | 123,66 |
| Piemonte | 7.642 | 6.920 | 10.297 | 10.034 | 35,45 | 149,42 | 44,64 | 161,81 | 31,31 | 152,42 | 22,87 | 117,32 |
| Italia | 96.071 | 86.156 | 124.129 | 120.442 | 32,31 | 152,49 | 39,53 | 160,34 | 31,78 | 154,8 | 23,05 | 118,32 |

Tabella 8-14 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

Anche per quanto concerne i decessi legati alle patologie afferenti al sistema circolatorio, le Province interessate non presentano significative criticità rispetto a quanto stimato per l'intero territorio di riferimento.

| Area territoriale | Malattie ischemiche del cuore | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|------------|--------------|-----------|--------------------|------------|--------------|-----------|------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 112 | 102 | 110 | 108 | 13,6 | 52,9 | 12,01 | 10,63 | 52,09 | 5,4 | 28,09 | 10,63 |
| Novara | 253 | 223 | 238 | 230 | 13,06 | 59,6 | 12,01 | 12,78 | 61,25 | 6,51 | 33,34 | 12,78 |
| Vercelli | 105 | 89 | 103 | 103 | 11,87 | 44,12 | 11,15 | 9,43 | 41,89 | 4,98 | 25,79 | 9,43 |
| Piemonte | 2.591 | 2.255 | 2.246 | 2.179 | 11,95 | 48,38 | 9,8 | 10,45 | 48,84 | 5,14 | 26,19 | 10,45 |
| Italia | 35.714 | 31.401 | 33.939 | 32.884 | 11,99 | 55,5 | 10,8 | 43,75 | 11,74 | 56,16 | 6,35 | 32,53 |

Tabella 8-15 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

Anche in questo caso i valori del tasso di mortalità, compreso quello standardizzato, risultano essere sempre maggiori negli uomini e nelle donne che hanno superato i 65 anni di età. Tra le due differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore, poiché queste rappresentano una quota parte delle prime. Tra gli uomini e le donne non si hanno grandi differenze e i valori, corrispondenti ai tre gli indicatori di riferimento, possono ritenersi confrontabili.

Con riferimento alle patologie del sistema cerebrovascolare si evidenziano i decessi per disturbi circolatori dell'encefalo, i cui dati sono riportati in Tabella 8-16.

| Area territoriale | Disturbi circolatori dell'encefalo | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|------------|--------------|-----------|--------------------|------------|--------------|-----------|------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 103 | 98 | 151 | 150 | 12,79 | 51,43 | 16,43 | 53,59 | 10,3 | 51,75 | 7,06 | 37,02 |
| Novara | 144 | 137 | 285 | 276 | 7,78 | 38,19 | 14,41 | 55,7 | 7,55 | 38,53 | 7,36 | 38,34 |
| Vercelli | 99 | 97 | 178 | 178 | 12,34 | 54,09 | 19,89 | 67,12 | 10,06 | 53,12 | 8,27 | 43,08 |
| Piemonte | 2.038 | 1.936 | 3.436 | 3.362 | 9,49 | 41,93 | 14,88 | 54,15 | 8,36 | 42,69 | 7,55 | 38,99 |
| Italia | 22.609 | 21.027 | 34.621 | 33.578 | 7,62 | 37,26 | 11,03 | 44,72 | 7,48 | 37,68 | 6,44 | 33,06 |

Tabella 8-16 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie broncopneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità rispettivamente nella Tabella 8-17 e nella Tabella 8-18.

| Area territoriale | Malattie dell'apparato respiratorio | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------|--------------|-----------|--------------------|------------|--------------|-----------|------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 64 | 60 | 63 | 62 | 7,84 | 31,84 | 7,16 | 23,32 | 6,12 | 31,34 | 3,13 | 16,03 |
| Novara | 131 | 124 | 108 | 107 | 7,5 | 37,03 | 5,95 | 23,02 | 7,43 | 37,89 | 3,02 | 15,74 |
| Vercelli | 97 | 92 | 94 | 93 | 10,69 | 44,12 | 9,18 | 31,12 | 8,56 | 42,39 | 3,89 | 20,4 |
| Piemonte | 1.999 | 1.884 | 1.754 | 1.708 | 9,28 | 40,83 | 7,61 | 27,6 | 8,14 | 41,33 | 3,95 | 20,23 |
| Italia | 22.532 | 21.318 | 19.011 | 18.346 | 7,61 | 37,79 | 6,06 | 24,43 | 7,52 | 38,43 | 3,6 | 18,28 |

Tabella 8-17 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

| Area territoriale | Malattie BPCO | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------|------------|--------------|-----------|--------------------|------------|--------------|-----------|------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 35 | 33 | 30 | 30 | 4,38 | 17,63 | 3,16 | 10,44 | 3,34 | 16,92 | 1,4 | 7,54 |
| Novara | 74 | 73 | 47 | 46 | 4,06 | 20,83 | 2,35 | 9,04 | 4,01 | 21,34 | 1,24 | 6,43 |
| Vercelli | 43 | 41 | 33 | 33 | 4,58 | 19,43 | 3,39 | 11,62 | 3,64 | 18,6 | 1,39 | 7,5 |
| Piemonte | 1.035 | 1.000 | 733 | 716 | 4,82 | 21,66 | 3,19 | 11,6 | 4,19 | 21,77 | 1,67 | 8,62 |
| Italia | 12.035 | 11.566 | 8.199 | 7.951 | 4,07 | 20,52 | 2,61 | 10,59 | 4,01 | 20,8 | 1,56 | 7,99 |

Tabella 8-18 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

Anche per quanto concerne i casi di mortalità per malattie broncopneumopatiche croniche ostruttive, esaminando i tassi di mortalità, i valori registrati per le tre Province sono in linea con le tendenze regionali e nazionali.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

| Area territoriale | Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|------------|--------------|-----------|--------------------|------------|--------------|-----------|------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero decessi | | | | Tasso di mortalità | | | | Tasso di mortalità std | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 21 | 18 | 62 | 59 | 2,19 | 7,84 | 6,43 | 20,18 | 1,75 | 7,96 | 2,95 | 13,93 |
| Novara | 73 | 63 | 120 | 116 | 4 | 17,36 | 6,06 | 23,02 | 3,76 | 16,8 | 3,59 | 18,01 |
| Vercelli | 50 | 45 | 50 | 46 | 5,87 | 24,68 | 5,46 | 17,62 | 4,79 | 24,21 | 2,85 | 13,77 |
| Piemonte | 844 | 761 | 1.198 | 1.125 | 3,93 | 16,47 | 5,19 | 18,11 | 3,39 | 16,35 | 2,95 | 14,24 |
| Italia | 10.349 | 9.147 | 14.129 | 13.273 | 3,5 | 16,23 | 4,51 | 17,69 | 3,39 | 16,21 | 2,83 | 13,81 |

Tabella 8-19 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

| Area territoriale | Disturbi psichici | | | | | |
|-------------------|-------------------|--------|--------------------|-------|------------------------|-------|
| | Numero decessi | | Tasso di mortalità | | Tasso di mortalità std | |
| | Uomini | Donne | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| Biella | 26 | 51 | 3,23 | 5,16 | 2,73 | 2,22 |
| Novara | 27 | 58 | 1,44 | 2,82 | 1,43 | 1,54 |
| Vercelli | 33 | 56 | 3,64 | 5,57 | 2,92 | 2,38 |
| Piemonte | 618 | 1.204 | 2,85 | 5,2 | 2,53 | 2,55 |
| Italia | 5.952 | 11.645 | 2,01 | 3,71 | 2 | 2,07 |

Tabella 8-20 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2017 - anno 2014)

I dati Istat riportano una situazione omogenea in termini di mortalità per gli uomini e per le donne relativamente alle malattie del sistema nervoso e a disturbi psichici con dei valori che in ambito provinciale risultano essere in linea con il Piemonte e l'Italia.

8.3.2.3 Morbosità

Per quanto riguarda la morbosità in generale, per le diverse aree di riferimento caratterizzate dalla provincia di Biella, Novara, Vercelli, dalla regione Piemonte e dal territorio nazionale, vengono esplicitati due indicatori: il tasso di ospedalizzazione degli acuti e il tasso di ospedalizzazione di lungodegenza e di riabilitazione.

Il primo indicatore riguarda i ricoveri in tutti quei reparti che non sono classificati come riabilitativi o di lungodegenza, ad esclusione, inoltre, dei neonati sani. Per lungodegenza si intendono, invece, quei ricoveri di durata inferiore a 60

giorni, che insieme ai ricoveri per riabilitazione, costituiscono il secondo indicatore di morbosità.

I valori di tali indicatori, forniti dall'Istat, fanno riferimento all'ultimo anno disponibile e sono riportati in Tabella 8-21.

| Aree territoriali | Tasso di ospedalizzazione acuti | Tasso di ospedalizzazione lungodegenza e riabilitazione |
|-------------------|---------------------------------|---|
| Biella | 82,45 | 6,14 |
| Novara | 100,83 | 15,7 |
| Vercelli | 84,42 | 8,34 |
| Piemonte | 94,4 | 9,9 |
| Italia | 108,8 | 6,77 |

Tabella 8-21 Indicatori di morbosità per la Provincia di Biella, Novara, Vercelli, la Regione Piemonte e l'Italia (Fonte: Health for all Istat 2013)

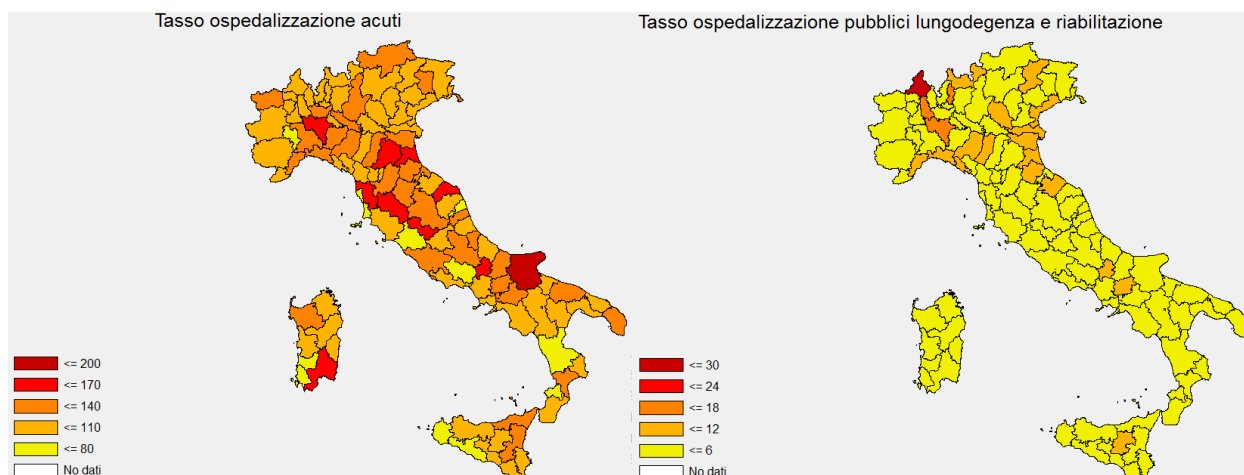


Figura 8-8 Tasso di ospedalizzazione (fonte: HFA 2017 – anno 2013)

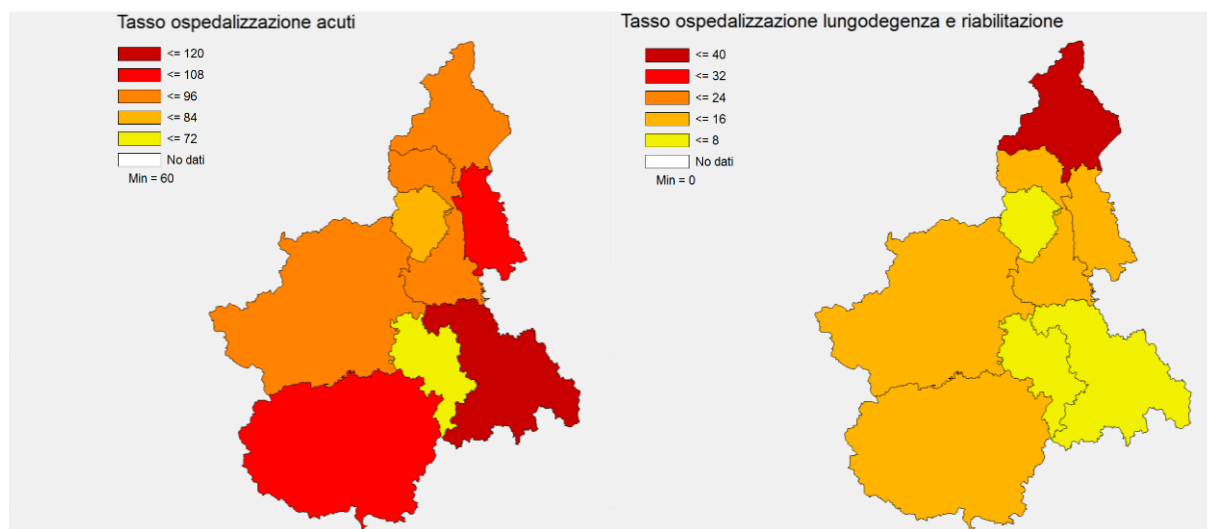


Figura 8-9 Tasso di ospedalizzazione regione Piemonte (fonte: HFA 2017 – anno 2013)

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

- tumori;
- patologie del sistema cardiocircolatorio;
- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimissioni, dal tasso di dimissioni e dal tasso di dimissioni standardizzato. I dati riportati sono forniti dall'Istat e sono relativi all'ultima annualità disponibile rappresentata dall'anno 2015. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di ospedalizzazione in cui i valori dei tre indicatori per area territoriale di riferimento, sono distinti per età e sesso.

In primo luogo, in Tabella 8-22, si riportano i dati di morbosità corrispondenti all'ospedalizzazione dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

| Tumori | Area territoriale | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
|---|-------------------|-------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Tumori maligni | <i>Biella</i> | 1.309 | 857 | 1.365 | 685 | 151,89 | 413,02 | 144,9 | 237,14 | 123,2 | 411,03 | 115,33 | 238,24 |
| | <i>Novara</i> | 2.628 | 1.698 | 2.778 | 1.283 | 146,14 | 481,68 | 145,34 | 261,14 | 136,82 | 477,9 | 125,77 | 263,71 |
| | <i>Vercelli</i> | 1.390 | 923 | 1.418 | 694 | 164,21 | 479,42 | 156,06 | 259,02 | 138,88 | 477,39 | 127,54 | 257,45 |
| | <i>Piemonte</i> | 30.613 | 19.981 | 31.423 | 14.481 | 143,31 | 427,55 | 137,93 | 233,7 | 125,64 | 424,72 | 117,69 | 235,76 |
| | <i>Italia</i> | 444,05 | 458,59 | 278,31 | 199,65 | 150,64 | 486,54 | 146,74 | 263,6 | 143,79 | 485,42 | 131,05 | 266,39 |
| | | 7 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | |
| Tumori maligni trachea, bronchi, polmoni | <i>Biella</i> | 95 | 72 | 47 | 28 | 11,02 | 34,7 | 4,99 | 9,69 | 8,7 | 34,69 | 3,48 | 9,37 |
| | <i>Novara</i> | 193 | 150 | 119 | 70 | 10,73 | 42,55 | 6,23 | 14,25 | 9,94 | 42,36 | 5,15 | 15,54 |
| | <i>Vercelli</i> | 109 | 89 | 50 | 33 | 12,88 | 46,23 | 5,5 | 12,32 | 10,66 | 46,82 | 4,06 | 12,69 |
| | <i>Piemonte</i> | 1.875 | 1.444 | 862 | 562 | 8,78 | 30,9 | 3,78 | 9,07 | 7,52 | 30,76 | 2,94 | 9,45 |
| | <i>Italia</i> | 33.031 | 24.839 | 14.204 | 9.172 | 11,2 | 43,42 | 4,55 | 12,11 | 10,67 | 43,44 | 3,84 | 12,62 |

Tabella 8-22 Ospedalizzazione per tumori (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

Come per i valori di mortalità, anche i valori dei tassi di dimissioni sono nettamente maggiori negli uomini e nelle donne oltre i 65 anni. I dati relativi tre Province risultano essere in linea con quelli registrati a livello regionale e nazionale.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 8-23, in Tabella 8-24 e in Tabella 8-25 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e gli infarti.

Malattie del sistema circolatorio

| Area territoriale | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
|-------------------|-------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 2.103 | 1.392 | 1.463 | 1.088 | 244,02 | 670,86 | 155,3 | 376,66 | 198,2 | 662,75 | 101,3 | 330,96 |
| Novara | 3.985 | 2.477 | 2.721 | 2.020 | 221,59 | 702,67 | 142,36 | 411,15 | 207,2 | 698,37 | 103,93 | 368,1 |
| Vercelli | 2.146 | 1.372 | 1.489 | 1.116 | 253,52 | 712,63 | 163,87 | 416,52 | 213,14 | 700,87 | 109,75 | 372,42 |
| Piemonte | 49.315 | 32.300 | 35.294 | 26.166 | 230,87 | 691,16 | 154,92 | 422,28 | 201,77 | 684,36 | 109,82 | 381,03 |
| Italia | 687.858 | 448.163 | 505.160 | 386.512 | 233,34 | 783,47 | 161,64 | 510,3 | 222,11 | 778,83 | 121,38 | 454,71 |

Tabella 8-23 Ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

Malattie ischemiche del cuore

| Area territoriale | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
|-------------------|-------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 611 | 388 | 239 | 180 | 70,9 | 186,99 | 25,37 | 62,32 | 56,3 | 185,16 | 16,51 | 58,94 |
| Novara | 1.412 | 869 | 626 | 509 | 78,52 | 246,51 | 32,75 | 103,6 | 72,18 | 245,71 | 23,51 | 96,38 |
| Vercelli | 631 | 379 | 253 | 201 | 74,54 | 196,86 | 27,84 | 75,02 | 61,99 | 197,6 | 18,74 | 73,62 |
| Piemonte | 14.543 | 9.161 | 6.264 | 4.986 | 68,08 | 196,03 | 27,49 | 80,47 | 58,56 | 195,26 | 19,39 | 76,88 |
| Italia | 186.231 | 112.338 | 79.123 | 61.609 | 63,17 | 196,39 | 25,32 | 81,34 | 59,44 | 196,21 | 19,55 | 77,27 |

Tabella 8-24 Ospedalizzazione per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

Infarto del miocardio acuto

| Area territoriale | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
|-------------------|-------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 240 | 141 | 109 | 87 | 27,85 | 67,95 | 11,57 | 30,12 | 22,27 | 66,38 | 6,8 | 25,42 |
| Novara | 452 | 262 | 229 | 187 | 25,13 | 74,32 | 11,98 | 38,06 | 22,88 | 73,61 | 7,72 | 30,63 |
| Vercelli | 284 | 169 | 136 | 120 | 33,55 | 87,78 | 14,97 | 44,79 | 27,39 | 85,68 | 8,8 | 38,87 |
| Piemonte | 5.924 | 3.560 | 3.186 | 2.617 | 27,73 | 76,18 | 13,98 | 42,23 | 23,73 | 75,26 | 9,21 | 37,27 |
| Italia | 76.779 | 44.621 | 39.247 | 31.895 | 26,05 | 78,01 | 12,56 | 42,11 | 24,34 | 77,57 | 9,14 | 37,49 |

Tabella 8-25 Ospedalizzazione per infarto miocardico acuto (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

In generale per tutte e tre le tipologie di malattia emergono tassi di dimissioni provinciali in linea con le aree di riferimento.

Per quanto riguarda la morbosità relativa alle patologie dei disturbi circolatori dell'encefalo, si riportano in Tabella 8-26 i dati di ospedalizzazione.

Disturbi circolatori dell'encefalo

| Area territoriale | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
|-------------------|-------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 388 | 311 | 330 | 293 | 45,02 | 149,88 | 35,03 | 101,43 | 35,44 | 148,39 | 18,85 | 81,62 |
| Novara | 571 | 421 | 479 | 397 | 31,75 | 119,43 | 25,06 | 80,81 | 29,36 | 117,88 | 16,78 | 68,15 |
| Vercelli | 347 | 265 | 353 | 300 | 40,99 | 137,64 | 38,85 | 111,97 | 33,2 | 132,64 | 22,83 | 93,88 |
| Piemonte | 7.731 | 5.986 | 6.998 | 5.942 | 36,19 | 128,09 | 30,72 | 95,89 | 30,81 | 125,86 | 19,53 | 81,41 |
| Italia | 115.971 | 89.501 | 113.709 | 95.345 | 39,34 | 156,46 | 36,38 | 125,88 | 37,19 | 155,04 | 25,8 | 108,68 |

Tabella 8-26 Ospedalizzazione per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

In termini di area di riferimento, per le tre Province i valori pressoché in linea con quelli a livello regionale e nazionale, sia per gli uomini che per le donne.

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio, sono riportati in Tabella 8-27 e in Tabella 8-28, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

| Area territoriale | Malattie dell'apparato respiratorio | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 905 | 490 | 810 | 447 | 105,01 | 236,15 | 85,98 | 154,75 | 95,97 | 234,2 | 71,42 | 125,78 |
| Novara | 1.784 | 926 | 1.590 | 894 | 99,2 | 262,68 | 83,19 | 181,96 | 96,85 | 259,99 | 69 | 150 |
| Vercelli | 1.008 | 581 | 891 | 530 | 119,08 | 301,78 | 98,06 | 197,81 | 106,95 | 291,32 | 77,97 | 163,75 |
| Piemonte | 24.959 | 14.137 | 20.460 | 12.197 | 116,84 | 302,5 | 89,81 | 196,84 | 107,74 | 298,53 | 71,9 | 166,03 |
| Italia | 357.918 | 184.832 | 285.749 | 161.235 | 121,41 | 323,12 | 91,43 | 212,88 | 118,36 | 320,9 | 76,84 | 182,34 |

Tabella 8-27 Ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

| Area territoriale | Malattie BPCO | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 23 | 13 | 23 | 14 | 2,67 | 6,27 | 2,44 | 4,85 | 2,4 | 6,13 | 1,9 | 3,92 |
| Novara | 59 | 40 | 45 | 34 | 3,28 | 11,35 | 2,35 | 6,92 | 3,09 | 11,19 | 1,62 | 5,71 |
| Vercelli | 64 | 48 | 49 | 28 | 7,56 | 24,93 | 5,39 | 10,45 | 6,44 | 24,17 | 4,61 | 9,83 |
| Piemonte | 1.546 | 1.134 | 1.117 | 774 | 7,24 | 24,27 | 4,9 | 12,49 | 6,34 | 23,84 | 3,68 | 10,93 |
| Italia | 32.037 | 20.578 | 25.590 | 16.387 | 10,87 | 35,97 | 8,19 | 21,64 | 10,42 | 35,6 | 6,62 | 19,12 |

Tabella 8-28 Ospedalizzazione per malattie BPCO (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

In termini di area di riferimento, per le tre Provincie i valori pressoché in linea con quelli a livello regionale e nazionale, sia per gli uomini che per le donne.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso di evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema, riportati in Tabella 8-29.

| Area territoriale | Malattie del sistema nervoso, organo dei sensi | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|------------|--------------|-----------|---------------------|------------|--------------|-----------|-------------------------|------------|--------------|-----------|
| | Numero dimissioni | | | | Tasso di dimissioni | | | | Tasso di dimissioni str | | | |
| | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 | Totale Uomini | Uomini +65 | Totale Donne | Donne +65 |
| Biella | 614 | 326 | 602 | 348 | 71,24 | 157,11 | 63,9 | 120,48 | 63,21 | 156,77 | 50,06 | 118,89 |
| Novara | 1.047 | 461 | 1.108 | 498 | 58,22 | 130,77 | 57,97 | 101,36 | 55,37 | 130,09 | 51,49 | 102,18 |
| Vercelli | 536 | 270 | 596 | 308 | 63,32 | 140,24 | 65,59 | 114,95 | 56,4 | 139,91 | 54,12 | 115,68 |
| Piemonte | 16.925 | 8.736 | 18.848 | 10.478 | 79,23 | 186,93 | 82,73 | 169,1 | 71,78 | 184,69 | 69,29 | 170,49 |
| Italia | 208.370 | 92.782 | 210.319 | 100.410 | 70,68 | 162,2 | 67,3 | 132,57 | 68,29 | 161,8 | 61,2 | 134,36 |

Tabella 8-29 Ospedalizzazione per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2017 – anno 2015)

I valori registrati nella tre Provincie, risultano essere pressoché in linea con i valori regionali e relativamente inferiori ai valori nazionali.

8.3.2.4 Conclusioni

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute dell'ambito Provinciale di Biella, Novara e Vercelli e le aree di riferimento corrispondenti

all'ambito regionale piemontese e all'intero territorio nazionale.

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale tra le tre Provincie e le suddette aree di riferimento (quella regionale e quella nazionale), non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie eventualmente collegate alle attività afferenti alla tipologia di opera infrastrutturale in esame.

8.3.3 FATTORI DI PRESSIONE

Al fine di fornire un quadro conoscitivo completo, il presente paragrafo è dedicato alla verifica dell'eventuale presenza di fattori di pressione nell'ambito di studio in esame, ed in particolare di:

- siti inquinati,
- discariche,
- stabilimenti a rischio di incidente rilevante.

Per quanto concerne il primo tema è stata rilevata¹⁵ in prossimità del tracciato di progetto, la presenza di tre siti contaminati ubicati in Provincia di Vercelli, come indicato nella tabella seguente.

| Provincia | Comune | Codice | Latitudine | Longitudine |
|-----------|-----------|------------|------------|-------------|
| Vercelli | Gattinara | VC - 00049 | 448918 | 5049285 |
| | Roasio | VC - 00041 | 446967 | 5048998 |
| | Roasio | VC - 00081 | 446919 | 5048971 |

Tabella 8-30 Caratteristiche siti contaminati prossimi all'infrastruttura in progetto

In particolare, il sito VC-00049, il più vicino, che si trova a circa 200 metri dall'opera in progetto, è identificato come sito inquinato per la presenza di sostanze inquinanti quali idrocarburi, composti inorganici e metalli dovuta a cattiva gestione di impianti o strutture. Per questo sito è prevista una bonifica ed il ripristino ambientale. Lo stesso vale per il sito VC-00041 costituito da sostanze inquinanti dovute a gestione scorretta dei rifiuti per il quale si prevede sempre la bonifica ed il ripristino ambientale. In ultimo, per il sito codificato VC-00081 è prevista invece la messa in sicurezza permanente. Questi ultimi due siti contaminati ubicati nel comune di Roasio si trovano ad una distanza dall'infrastruttura in progetto di circa 400 metri.

Per la localizzazione di tali siti si può far riferimento all'immagine sottostante.

¹⁵ dati forniti dall'Anagrafe Regionale ei Siti Contaminati della Regione Piemonte (ASCO)



Figura 8-10 Localizzazione siti contaminati

Oltre i siti contaminati individuati in prossimità dell'infrastruttura in progetto, si evidenzia la presenza di una discarica, sita in località San Giacomo del Bosco, nel comune di Masserano, in provincia di Biella, adiacente a nord al tracciato di progetto, in prossimità del km 27+100.

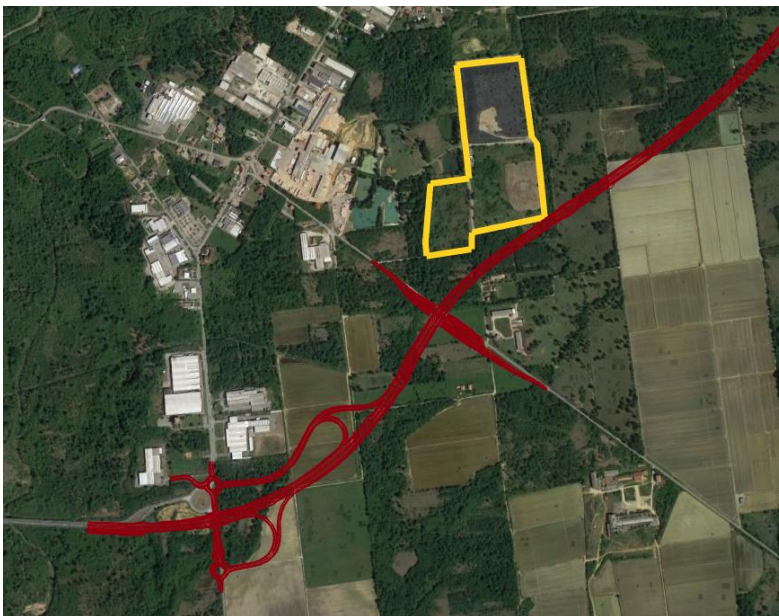


Figura 8-11 Localizzazione discarica località San Giacomo del bosco

L'area della discarica è individuabile sulla tavoletta I.S.O. "Rovasenda" del foglio n°43 "Biella" della Carta Geografica d'Italia in scala 1:25.000 edita dall' I.G.M. e sul foglio n. 43 sezione 115040 della Carta Tecnica Regionale.

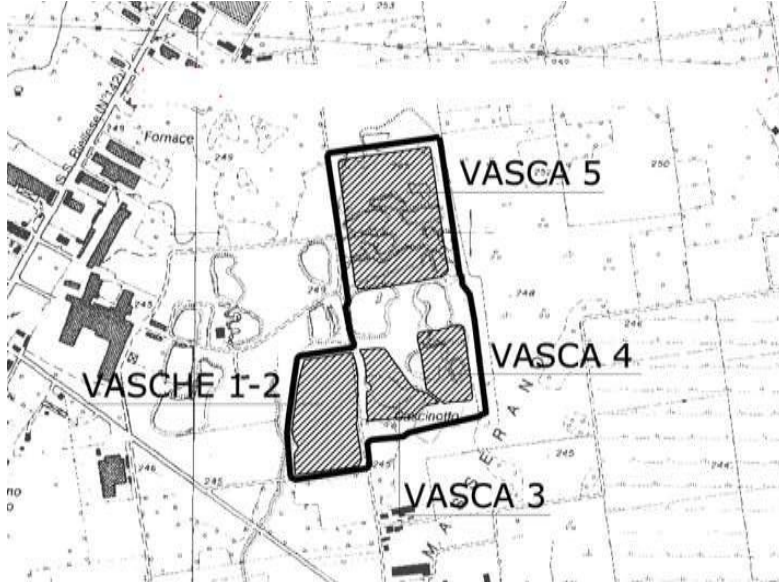


Figura 8-12 Discarica in località San Giacomo del Bosco fonte: Carta Geografica d'Italia Carta Tecnica Regionale

L'interferenza con l'asse stradale riguarda:

- i presidi di sicurezza denominati pozzi E (da E14 a E23), il piezometro M1, i pozzi R21 ed R25 e le puntazze PZ5, PZ6e PZ11;
- la recinzione nella porzione sud est dell'area della discarica;
- l'impianto di illuminazione stradale (tre punti luce);
- un cavidotto interrato;
- la viabilità in prossimità dello spigolo sud est.

Tali interferenze sono state gestite nell'ambito dello "Studio di Fattibilità spostamento pozzi "E" e piezometro "M1" a servizio della discarica consortile per interferenza con la Pedemontana Biellese" redatto da SEAB (Società Ecologica Area Biellese S.p.A.) attraverso i seguenti interventi:

- realizzazione di 11 nuovi pozzetti "E" aventi le seguenti caratteristiche tecniche: perforazioni con diametro da 400 mm fino ad una profondità di 15 metri; posa di una sonda di diametro 200 mm in polietilene fessurata da -15 a -2 rispetto al piano campagna. Da -2 metri al piano campagna sarà cieca; intercapedine tra la quota di -15 metri e -2 metri riempita con un filtro di materiale lapideo adeguato; tamponamento degli ultimi due metri con bentonite.
- realizzazione di un nuovo piezometro "M1" mediante perforazione fino ad una profondità di circa 35 metri con diametro di 400 mm per l'installazione di un tubo piezometrico da 8". Posa di un tubo piezometrico finestrato da -35 a -20 rispetto al piano campagna; da -20 al piano campagna tamponamento con bentonite.
- realizzazione di un nuovo tratto di recinzione con caratteristiche simili a quella esistente (rete metallica altezza due metri con pali di sostegno aventi interasse di due metri);
- spostamento di tre punti luce e della relativa linea di alimentazione;
- spostamento del cavidotto interrato;
- realizzazione di un nuovo tratto di strada con caratteristiche simili a quella esistente.

Per tutti i pozzi oggetto di interferenza, nel dettaglio da E15 a E23, R21, R25, PZ5, PZ6, PZ11 e piezometro M1, si prevede l'estrazione del tubo in polietilene e il successivo riempimento del pozzo con una miscela di cemento bentonite adatta per l'iniezione in terreni aventi le caratteristiche litostratigrafiche oggetto dell'intervento.

In ultimo, al fine di garantire elevati livelli di sicurezza, anche in previsione dell'attività di cantiere per la realizzazione della Pedemontana si prevede l'installazione di 3 centraline di monitoraggio in continuo per l'individuazione di eventuali fughe di biogas nel terreno a valle della linea dei pozzi.

Per quanto concerne gli stabilimenti a rischi di incidente rilevante si segnala considerando una distanza di 15 km dall'intervento, la presenza di tre stabilimenti, così come indicati nella tabella seguente.

| Cod. | Ragione Sociale | Soglia di assog- gettabilità (D.lgs. 105/15) | Comune | Provincia | Attività | Distanza mi- nima dall'inter- vento |
|-------|-------------------------------|--|------------|-----------|---|---|
| RI_01 | Agiltek S.r.l. | Superiore | Gattinara | Vercelli | Produzione chimica di base o intermedi | 1,5 Km |
| RI_02 | Ilario Ormezzano - SAI S.p.A. | Superiore | Gaglianico | Biella | Deposito commerciale di sostanze tossiche | 11 Km |
| RI_03 | Mirato S.p.A. | Inferiore | Landiona | Novara | Deposito e/o imbotigliamento di gas liquefatti infiammabili | 12 Km |

Tabella 8-31 Stabilimenti a rischio di incidente rilevante prossimi all'intervento

Tra i sopraelencati stabilimenti, si ritiene oggetto di approfondimento lo stabilimento AGILTEK S.r.l sito nel comune di Gattinara, Corso Garibaldi, 275 (cfr. Figura 8-13).

Lo stabilimento è classificato a "soglia superiore"¹⁶, per le sostanze pericolose stoccate per effetto del superamento dei limiti di soglia di cui alla nota 4 dell'allegato 1, punti a, b e c, del D.Lgs. n. 105 del 26 giugno 2015.

¹⁶ Art. 3 lett. b) del D.Lgs. n. 105 del 26/06/15 "Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose"

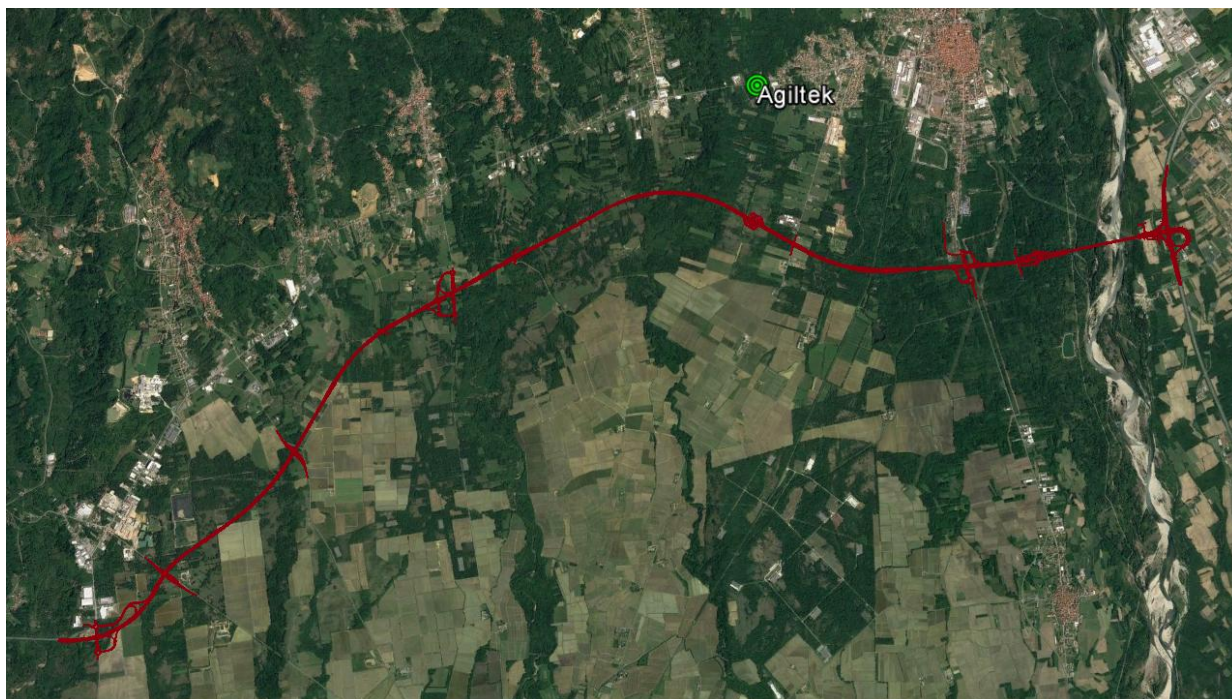


Figura 8-13 Ubicazione stabilimento Agiltek

Lo stabilimento, che ha ottenuto l'ultimo aggiornamento dell'Autorizzazione integrata ambientale rilasciata con Atto n. 717 del 24 marzo 2015, prevede la produzione chimica di base o intermedi; nella tabella seguente è riportato l'elenco delle attività IPCC¹⁷ previste nello stabilimento.

Codici IPPC

| | |
|----------------|---|
| 4.3 | Fabbricazione di fertilizzanti a base di fosforo, azoto o potassio (fertilizzanti semplici o composti) |
| 4.4 | Fabbricazione di prodotti fitosanitari o di biocidi |
| 5.1 | Recupero di rifiuti pericolosi, con capacità di oltre 10 Mg al giorno, che comporti il ricorso ad una o più |
| lett. b | delle seguenti attività: b) trattamento fisico-chimico |
| 5.5 | Accumulo temporaneo di rifiuti pericolosi prima dell'attività di cui al punto 5.1 letto b con una capacità totale superiore a 50 Mg, eccetto il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono generati i rifiuti |

Tabella 8-32 Attività previste nello stabilimento Agiltek (fonte: AIA n. 717 del 24/03/15)

Di seguito si riporta uno stralcio della mappa inerente al Piano di emergenza esterna (PEE) ai sensi dell'art. 21, comma 6, del D.Lgs. 105/2015, di cui la Prefettura di Vercelli, con il supporto degli Enti di competenza, ne ha predisposto una bozza, consultabile sul proprio sito¹⁸.

¹⁷ Integrated Pollution Prevention and Control

¹⁸ http://www.prefettura.it/vercelli/contenuti/Piano_di_emergenza_esterna_ditta_agil_tek_gattinara-6681900.htm

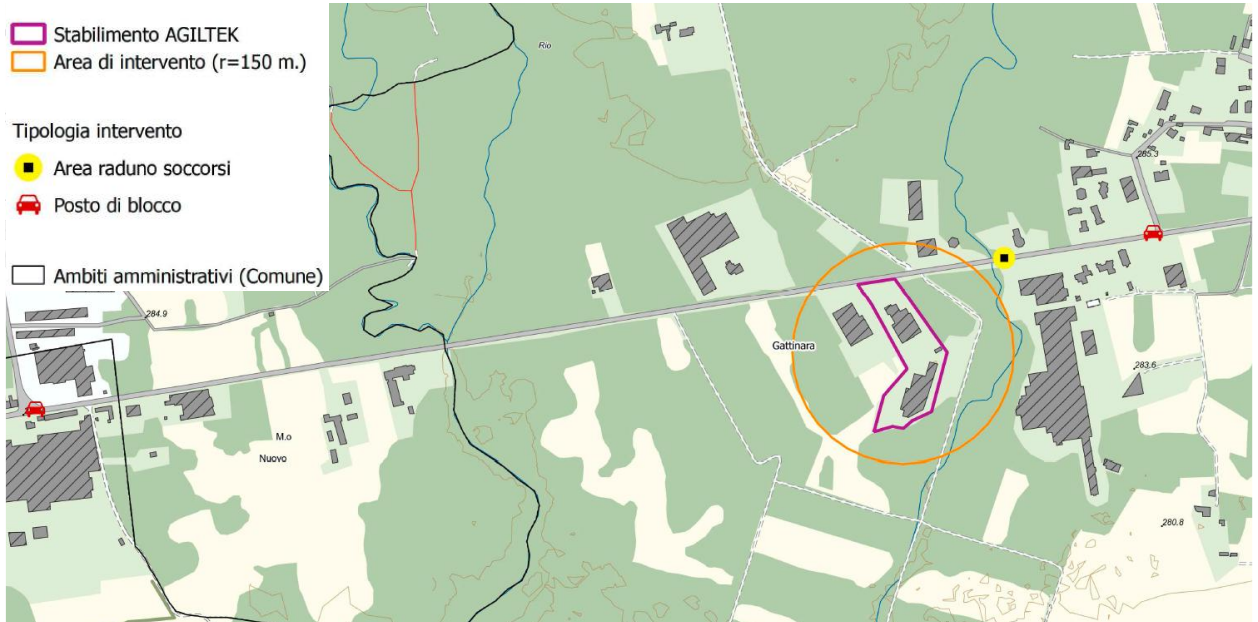


Figura 8-14 Stralcio mappa Agiltek (piano di emergenza esterna)¹⁹

Come si evince dall'immagine precedente, il PEE predisposto dalla Prefettura prevede un'area di intervento di raggio pari 150 m dallo stabilimento in esame.

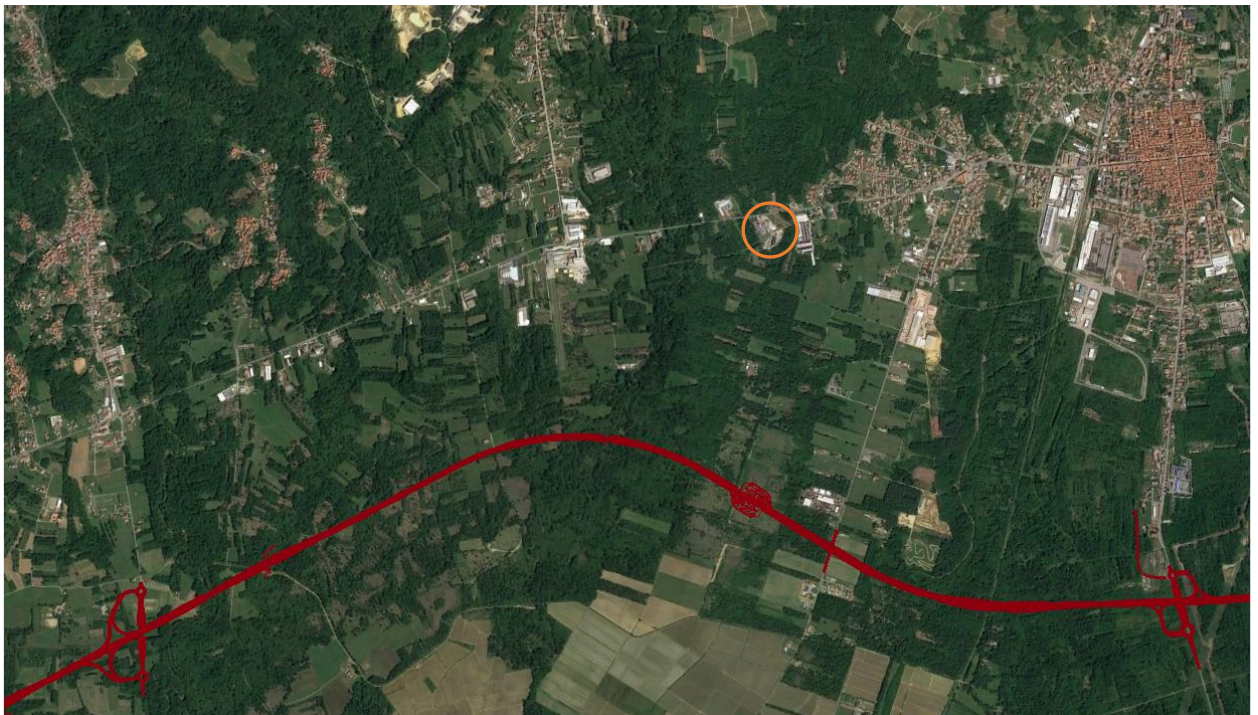


Figura 8-15 Area di intervento (in arancione) dello stabilimento Agiltek, in rosso il tracciato in progetto

¹⁹ Bozza del Piano provvisorio di Emergenza Esterna predisposta dalla Prefettura di Vercelli

8.4 LE CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

8.4.1 SINTESI METODOLOGICA DELLO STUDIO ATMOSFERICO

L'analisi svolta al fine di stimare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera è stata effettuata applicando specifici modelli di simulazione alle tre configurazioni: ante operam, opzione zero, post operam.

Si evidenzia che per l'opzione zero, ossia la condizione di non intervento in un periodo di riferimento temporale futuro, è stata considerata la stessa rete stradale di riferimento e come periodo temporale il 2033, anno in cui è prevista l'apertura della nuova infrastruttura in progetto. Sono state inoltre determinati i potenziali impatti legati alla fase costruttiva dell'opera.

Per i tre scenari si è fatto riferimento ai principali inquinanti legati alla realizzazione e all'esercizio di un'infrastruttura stradale (cfr. par. 8.2.2), ed in particolare:

- Ossidi di Azoto NO₂;
- Monossido di carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2.5}.

Rimandando al capitolo relativo all'Atmosfera (cfr. 2) per la descrizione dei differenti modelli di simulazione utilizzati e dei dati di input considerati per ciascun scenario, in questa sede si pone l'attenzione sulla scelta dei ricettori, sui risultati ottenuti dalle simulazioni e sul confronto.

Nella tabella seguente sono riportati i ricettori e i relativi scenari scelti e gli scenari per i quali sono state stimate le le concentrazioni degli inquinanti.

| Ricettori | Coordinate | | Infrastruttura di riferimento | Scenario |
|-----------|------------|---------|-------------------------------|--|
| | X | Y | | |
| R | 449220 | 5051190 | Vecchia SS142 | Ante operam Opzione Zero Post operam |
| R1 | 441805 | 5045357 | Pedemontana | Post operam |
| R2 | 449227 | 5049136 | | |
| R3 | 448949 | 5048809 | | |
| R4 | 450788 | 5048844 | | |

Tabella 8-33 I ricettori

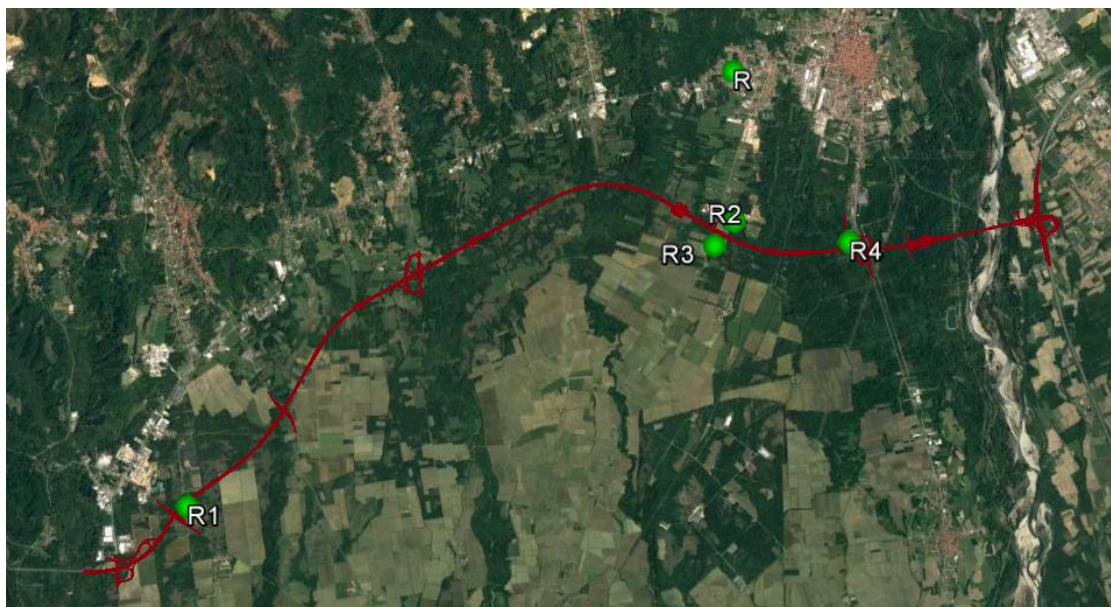


Figura 8-16 Localizzazione dei ricettori

Relativamente al tratto della vecchia SS142, al fine del confronto tra i valori di concentrazione risultati dalle simulazioni ante operam, opzione zero e post operam, si è scelto di considerare e quindi calcolare le concentrazioni in prossimità del ricettore R, rappresentato del centro abitato di San Bernardo.

Relativamente al progetto in esame sono stati scelti come punti ricettori su cui valutare le concentrazioni di inquinanti nel post operam, oltre al punto R, anche i ricettori (R1, R2, R3 e R4) più vicini all'infrastruttura.

Oltre a tali punti ricettori sia per il tratto della vecchia SS142 che per la nuova infrastruttura, per avere contezza dell'andamento delle concentrazioni in prossimità della sede stradale e quindi valutare le concentrazioni anche per quei ricettori più prossimi alla strada è stata definita una maglia strutturata in maniera tale da rappresentare un vero e proprio buffer intorno all'infrastruttura, con le seguenti caratteristiche.

| Caratteristica | Valore |
|---|--------|
| Distanza laterale dall'infrastruttura 1° buffer | 50 m |
| Distanza laterale dall'infrastruttura 2° buffer | 100 m |
| Distanza laterale dall'infrastruttura 3° buffer | 250 m |
| Distanza laterale dall'infrastruttura 4° buffer | 500 m |
| Distanza longitudinale tra i punti | 150 m |
| Punti totali della maglia buffer | 640 |
| Altezza relativa sottomaglia di calcolo | 1,8 m |

Tabella 8-34 Caratteristiche "maglia buffer"

Si rimanda al capitolo relativo all'Atmosfera per i dettagli delle analisi, nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni nei differenti scenari.

8.4.2 LE RISULTANZE DELLO STUDIO ATMOSFERICO

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, nella tabella seguente è riportato il confronto dei risultati ottenuti dalle simulazioni relative alle concentrazioni di inquinanti valutate nei differenti scenari.

Si ricorda che per i tre scenari il confronto è effettuato sul ricettore R relativo al centro abitato di San Bernardo.

| Scenario | Media annua delle concentrazioni di NO ₂ [µg/m ³] | Max media 8 ore delle concentrazioni di CO [mg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM ₁₀ [µg/m ³] | Media annua delle concentrazioni di PM _{2.5} [µg/m ³] |
|---------------------|--|---|---|--|
| Ante operam | 0,85 | 0,017 | 0,027 | 0,013 |
| Opzione zero | 0,56 | 0,009 | 0,009 | 0,009 |
| Post operam | 0,21 | 0,002 | 0,004 | 0,004 |

Tabella 8-35 Valori delle concentrazioni di inquinanti stimati per i tre scenari in prossimità del ricettore R

Dall'analisi della tabella si evince come, a partire dallo scenario ante operam, i valori di concentrazione risultanti siano progressivamente più bassi. Tale riduzione ha una motivazione differente tra i tre scenari:

- tra lo scenario ante operam e l'opzione zero la riduzione è dovuta ad un parco veicolare meno inquinante che nonostante l'incremento di traffico fa sì che le concentrazioni siano ridotte;
- tra l'opzione zero e lo scenario post operam la riduzione in termini di concentrazioni è dovuta alla riduzione del volume di traffico sulla vecchia SS142 allo stato di progetto, stante la distribuzione di questo principalmente riversato sulla nuova infrastruttura.

Per completezza nella tabella seguente si riportano le percentuali di riduzione di concentrazioni tra i diversi scenari considerati.

| Percentuale di riduzione delle concentrazioni | | | | |
|---|-----------------|------|------------------|-------------------|
| Scenari confrontati | NO ₂ | CO | PM ₁₀ | PM _{2.5} |
| AO - OZ | -34% | -47% | -67% | -31% |
| OZ - PO | -63% | -78% | -56% | -56% |
| AO - PO | -75% | -88% | -85% | -69% |

Tabella 8-36 Percentuali di riduzione delle concentrazioni di inquinanti tra i tre scenari di riferimento in prossimità del ricettore R

Dalla tabella sopra riportata emergono delle percentuali di riduzione molto alte, quasi sempre superiori ad un decremento superiore del 50%. In particolare, confrontando lo scenario attuale con lo scenario di progetto si nota un notevole miglioramento di concentrazioni di inquinanti in prossimità del ricettore R con una riduzione che in generale per gli inquinanti considerati è contenuta in un range tra circa il 70% ed il 90%.

Rispetto alla simulazione condotta per lo scenario di progetto sulla nuova infrastruttura, i valori di concentrazione degli inquinanti stimati in prossimità dei ricettori sono stati verificati attraverso il confronto con i limiti normativi di riferimento.

Nella tabella seguente si riportano i valori di concentrazione stimati.

| Concertazioni | | Ricettori | | | |
|---|---|-----------|--------|--------|--------|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 |
| Concentrazioni di NO₂ | simulazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 4,305 | 0,692 | 1,915 | 1,364 |
| | fondo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20,49 | 20,49 | 20,49 | 20,49 |
| | totale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 24,795 | 21,182 | 22,405 | 21,854 |
| | limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | % concentrazioni sul limite normativo | 62% | 53% | 56% | 55% |
| Concentrazioni di PM₁₀ | simulazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 0.132 | 0.021 | 0.058 | 0.041 |
| | fondo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 25,64 | 25,64 | 25,64 | 25,64 |
| | totale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 25,772 | 25,661 | 25,698 | 25,681 |
| | limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | % concentrazioni sul limite normativo | 64% | 64% | 64% | 64% |
| Concentrazioni di PM_{2.5} | simulazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 0.079 | 0.013 | 0.035 | 0.025 |
| | fondo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 15,38 | 15,38 | 15,38 | 15,38 |
| | totale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 15,459 | 15,393 | 15,415 | 15,405 |
| | limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | % concentrazioni sul limite normativo | 62% | 62% | 62% | 62% |
| Concentrazioni di CO | simulazione [mg/m^3] | 0.088 | 0.020 | 0.048 | 0.035 |
| | limite normativo [mg/m^3] | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | % concentrazioni sul limite normativo | 0,88% | 0,20% | 0,48% | 0,35% |

Tabella 8-37 Verifica dei limiti normativi per gli inquinanti nello scenario post operam

Dalla tabella analisi è possibile osservare come i valori di concentrazione di NO₂ risultanti dalla simulazione post operam, anche sommati al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, pari a 20,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, rispettino i limiti normativi, arrivando al massimo per il ricettore R1 ad un valore circa pari al 62% del limite stesso.

Dall'analisi del PM₁₀ si nota come i valori di concentrazione risultanti dalla simulazione post operam, sommati al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, pari a 25,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, non modificano significativamente il contributo percentuale rispetto al limite normativo, incrementando il valore di fondo di un massimo dello 0,5%. Pertanto, la percentuale delle concentrazioni totali di PM₁₀ rispetto al limite normativo risulta pari a circa il 64%, stesso contributo dato analizzando il solo valore di fondo.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie annue del PM_{2.5} dai risultati è possibile fare le stesse considerazioni già viste per il PM₁₀. I valori risultanti dalle simulazioni sono inferiori ai valori di concentrazione di PM₁₀ e sommati al valore di fondo rappresentano circa il 62% del limite normativo per il PM_{2.5}, che costituisce lo stesso contributo percentuale stimato considerando solo il valore di fondo.

Relativamente ai valori di concentrazione dell'anidride carbonica (CO), è stato effettuato il confronto normativo direttamente con il valore registrato dalla simulazione, non avendo a disposizione il valore di fondo dalla centralina di riferimento presa per la presente analisi; i valori di concentrazione di CO relativi ai massimi medi calcolati su 8 ore consecutive risultano notevolmente bassi, rimanendo per tutti i ricettori al di sotto dell'1% del limite normativo pari a 10 mg/m^3 .

In ultimo, per quanto riguarda le concentrazioni degli inquinanti valutate in prossimità delle maglie, si rimanda agli elaborati grafici "Planimetria dei recettori e concentrazioni CO – NO_x – PM₁₀ – PM 2.5 Post operam"; dagli elaborati si evince che oltre i 500 metri di distanza dall'infrastruttura di progetto i valori di concentrazione risultano trascurabili ed in particolare:

- per l'NO_x oltre tale distanza si ha un valore di concentrazione inferiore a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3,3% del limite normativo);

- per il PM₁₀ si è registrato un valore inferiore ai 0,02 µg/m³ (0,05% del limite normativo);
- per il PM_{2,5} delle concentrazioni sempre inferiori ai 0,02 µg/m³ (0,08% del limite normativo).

Relativamente all'inquinante CO la situazione è leggermente differente in quanto non è stata rappresentata la media annua ma i massimi medi di 8 ore consecutive i cui risultati sono maggiormente dispersi rispetto agli altri inquinanti, ma oltre i 500 metri di distanza dalla strada i valori di concentrazione si mantengono comunque al di sotto dei 0,07 mg/m³ (0,7% del limite normativo).

Al fine di fornire il rapporto tra l'opera nella sua dimensione costruttiva e la componente atmosfera, nell'ambito della componente di riferimento è stata condotta un'analisi finalizzata alla stima delle emissioni di NO_x e di PM₁₀ generate dai traffici di cantiere.

Rimandando alla specifica componente, in questa sede si evidenzia che, complessivamente, anche sommando il traffico di cantiere, la situazione sulla SP 315, considerata come quella che si troverebbe in condizioni più gravose, non risulta critica in termini di emissioni in atmosfera.

Si evidenzia, comunque, che nella scelta dei percorsi si è cercato di bypassare i centri abitati utilizzando la viabilità disponibile in modo tale da mantenersi il più possibile lontano dai ricettori sensibili.

Inoltre, si prevede l'applicazione durante la fase di cantiere, di alcune best practice finalizzate all'abbattimento delle polveri ed in generale alla riduzione delle emissioni, tra cui si evidenzia l'utilizzo di mezzi di cantiere, carburanti diesel a basso tenore di zolfo (<50 ppm) e filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni.

La simulazione diffusiva finalizzata alla valutazione delle concentrazioni di PM₁₀ generate dai cantieri, è stata condotta considerando come sorgenti l'area di cantiere più critica rispetto ai movimenti di terra rappresentativa di una giornata e la pista di cantiere non pavimentata su cui transitano i mezzi pesanti, prendendo come riferimento il traffico di cantiere stimato su quel tratto (200 veicoli/giorno). La metodologia utilizzata è quella del "Worst Case Scenario", attraverso la quale viene scelto lo scenario più critico, verificato il quale saranno verificate tutte le altre configurazioni di cantiere.

Quindi, attraverso la schematizzazione delle aree e della viabilità di cantiere all'interno del software Aermid View, i cui input principali fanno riferimento alle caratteristiche geometriche e ai fattori di emissione, è stato possibile determinare le concentrazioni di PM₁₀ complessive.

Considerando che tale scenario è rappresentativo dello scenario più critico in fase di cantiere, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, possono ritenersi poco significative. Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori. Per i dettagli si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale. Inoltre, si sottolinea comunque l'impiego di alcune best practice da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti, specialmente di polveri, in atmosfera.

8.5 LE CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO ACUSTICO

8.5.1 SINTESI METODOLOGICA DELLO STUDIO ACUSTICO

Il lavoro svolto ha riguardato la definizione e la valutazione dei potenziali impatti acustici indotti dal nuovo asse stradale mediante la definizione delle caratteristiche del rumore ambientale negli scenari ante operam, post operam e nell'opzione zero. Si evidenzia, inoltre, che è stato valutato anche lo scenario post operam nel quale sono stati considerati opportuni interventi di mitigazione acustica.

Rimandando allo Studio acustico (cfr. T00IA35AMBRE01A) per la descrizione dei modelli utilizzati, e dei dati di input considerati per ciascun scenario, in questa sede si pone l'attenzione sulla scelta dei ricettori, sui risultati ottenuti dalle simulazioni e sul confronto.

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato in primo luogo condotto un censimento di tutti gli edifici situati nelle fasce di pertinenza acustica e quindi entro i 250 metri per lato dal confine stradale e dei soli ricettori sensibili nelle fasce tra i 250 e i 500 metri. fonometrica.

Il censimento ha previsto l'elaborazione di una scheda dettagliata per ogni edificio, contenente tutte le principali informazioni quali le dimensioni, numero di piani, esposizione, d'uso, stato di conservazione, etc.

L'insieme di tutte le schede è contenuto nel documento allegato "Schede censimento ricettori acustici" (cfr. T00IA35AMBSC01A).

Si evidenzia come nell'ambito di studio individuato non è stata riscontrata la presenza di ricettori sensibili, ovvero scuole e/o ospedali.

Nel complesso, il censimento ha evidenziato la presenza di 37 ricettori, classificati come riportato nella tabella di seguito.

| Destinazione d'uso | n. edifici | di cui |
|---------------------------------|-------------------|---------------|
| Residenziali | 29 | 1 in disuso |
| Terziari | 1 | |
| Produttivi | 7 | |
| Sensibili | 0 | |
| Servizi | 0 | |
| Annessi non residenziali | 32 | |

Tabella 8-38 Numero edifici in funzione delle destinazioni d'uso

Successivamente, è stata condotta una campagna fonometrica, al fine di determinare la caratterizzazione del rumore nelle aree prospicienti il futuro asse stradale e la caratterizzazione del rumore stradale (per la verifica dell'attendibilità della modellazione acustica).

I rilievi fonometrici, unitamente a rilevamenti metereologici, sono stati effettuati in quattro differenti postazioni sia in periodo diurno che notturno. Nello specifico, tre rilievi di durata pari a 24 ore e un rilievo di durata settimanale, così come indicato nella tabella seguente.

| Punto di misura | Coordinate | | Principale sorgente | Durata rilievo |
|-----------------|---------------|--------------|---------------------|----------------|
| | Latitudine | Longitudine | | |
| RUM-01 | 45° 33' 30" N | 8° 15' 15" E | SP 317 | 24h |
| RUM-02 | 45° 35' 28" N | 8° 20' 41" E | SP 3 | 24h |
| RUM-03 | 45° 35' 35" N | 8° 22' 11" E | SP 594 | 24h |
| RUM-04 | 45° 35' 19" N | 8° 24' 12" E | A 26 | Settimanale |

Tabella 8-39 I punti dell'indagine fonometrica

Nell'immagine seguente è indicata l'ubicazione dei quattro punti di misura

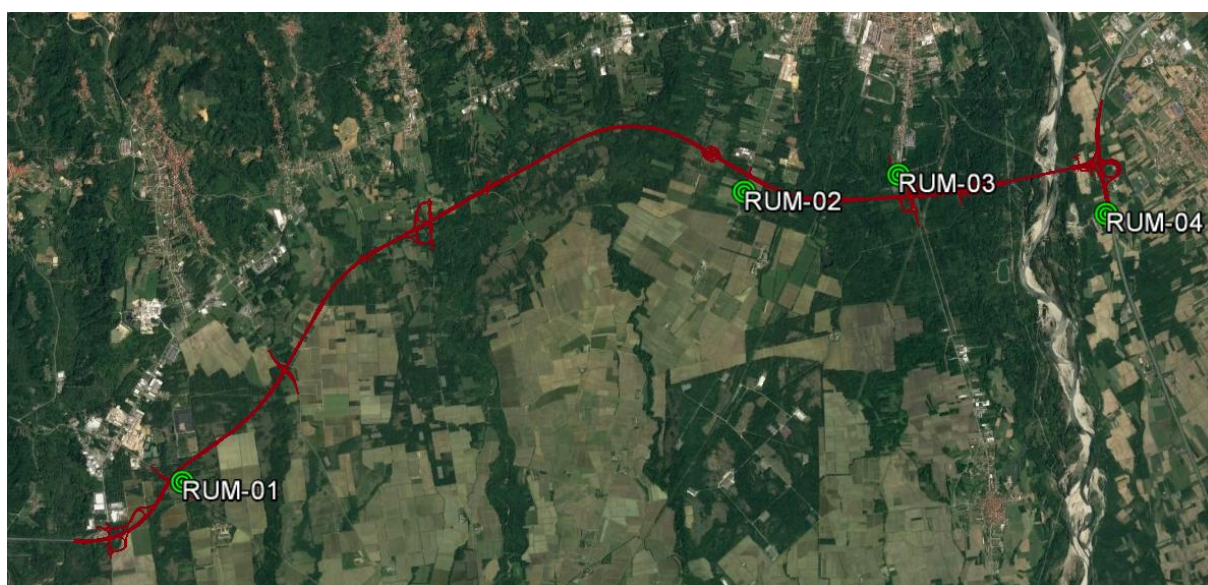


Tabella 8-40 Ubicazione dei punti di misura

Si rimanda al già citato Studio acustico per le specifiche relative ai modelli impiegati; nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati ottenuti dalle campagne e dalle simulazioni relative ai differenti scenari.

8.5.2 LE RISULTANZE DELLO STUDIO ACUSTICO

Per quanto concerne le misure finalizzate alla caratterizzazione del rumore nelle aree prospicienti il futuro asse stradale, nella tabella seguente è riportata una sintesi dei valori del Leq(A) per ciascuna misura divisi per periodo diurno e periodo notturno.

| Punto Misura | Risultati rilievi fonometrici | | | |
|--------------|-------------------------------|------------|--------|----------|
| | Periodo di rilevamento | | Leq(A) | Leq(A) |
| | da | a | Diurno | Notturmo |
| RUM01 | 20/02/2018 | 21/02/2018 | 55,2 | 47,2 |
| RUM02 | 31/01/2018 | 01/02/2018 | 60,9 | 50,2 |
| RUM03 | 20/02/2018 | 21/02/2018 | 55,2 | 47,5 |
| RUM04 | 12/02/2018 | 19/02/2018 | 57,7 | 51,1 |

Tabella 8-41 Risultati indagine fonometrica in Leq(A)

Per quanto concerne i risultati ottenuti dall'applicazione dei modelli, si riporta nella tabella seguente il confronto tra i differenti scenari considerati.

| Scenari | Valori acustici | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------|---------|---|---------------------|---------|---------|--------------------------|--------|--------|
| Ante operam | I risultati ottenuti dal modello di calcolo per lo scenario ante operam non hanno evidenziato alcuna criticità. Infatti, per tutti i ricettori considerati, i livelli acustici in prossimità delle facciate più esposte sono risultati al di sotto dei valori limite. | | | | | | | | | | | | |
| Post operam | <p>I risultati ottenuti hanno evidenziato superamenti dei valori limite previsti dalla norma.</p> <p>I ricettori, tutti residenziali, che presentano un impatto residuo in facciata superiore al valore limite di immissione sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R05; • R06; • R07; • R12; • R19; • R31. <p>Per i ricettori sopraelencati è necessario intervenire attraverso opere di mitigazione, oggetto di studio nella definizione dello scenario Post Mitigazione.</p> | | | | | | | | | | | | |
| Post Mitigazione | Attraverso l'adozione degli interventi di mitigazione tutti i ricettori, per i quali nello scenario Post Operam risultava il superamento dei limiti normativi, risultano completamente mitigati e non necessitano di ulteriori interventi di tipo diretto. | | | | | | | | | | | | |
| Opzione zero | <p>Lo studio acustico ha considerato anche lo scenario di non intervento, ovvero l'opzione zero.</p> <p>La verifica dell'alternativa di non intervento è finalizzata a valutare gli eventuali benefici o svantaggi che la soluzione di intervento possa indurre rispetto alla componente "Rumore".</p> <p>Nello specifico, quindi, è stato effettuato il confronto di tale scenario (2033 senza intervento) sia con lo stato attuale sia con l'opera di progetto in esercizio (2033 con intervento). Quale parametro assunto per tale analisi comparativa è stata considerata la superficie di area residenziale, desunta dall'uso del suolo, coinvolta da un rumore di origine stradale superiore ai 65 dB(A) in termini di Leq(A) nel periodo diurno.</p> <p>Stante la nuova realizzazione dell'opera di progetto su una porzione di territorio oggi non interessata dal rumore stradale, l'analisi dell'opzione zero si riferisce agli assi stradali maggiormente utilizzati allo stato attuale che dallo studio trasportistico subirebbero una riduzione dei flussi per effetto dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto. Nello specifico quindi si è fatto riferimento alla rete stradale costituita dalle infrastrutture denominate SR142, SP315, SR232 e vecchia SS142.</p> <p>Di seguito si riportano in forma tabellare gli esiti delle simulazioni e le relative variazioni percentuali rispetto allo stato attuale nelle due condizioni di esercizio all'orizzonte 2033.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Scenario</th> <th style="text-align: left;">Totale area [mq]</th> <th style="text-align: left;">Variazione % rispetto stato attuale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stato attuale</td> <td>464.896</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Opzione Zero</td> <td>584.950</td> <td>+25,8 %</td> </tr> <tr> <td>Stato di Progetto</td> <td>89.880</td> <td>-80,7%</td> </tr> </tbody> </table> | Scenario | Totale area [mq] | Variazione % rispetto stato attuale | Stato attuale | 464.896 | - | Opzione Zero | 584.950 | +25,8 % | Stato di Progetto | 89.880 | -80,7% |
| Scenario | Totale area [mq] | Variazione % rispetto stato attuale | | | | | | | | | | | |
| Stato attuale | 464.896 | - | | | | | | | | | | | |
| Opzione Zero | 584.950 | +25,8 % | | | | | | | | | | | |
| Stato di Progetto | 89.880 | -80,7% | | | | | | | | | | | |

Dai risultati si evince che, a seguito della realizzazione del nuovo asse stradale, il traffico veicolare converga su quest'ultima con conseguenti benefici, in termini di rumore, per i residenti che si trovano in prossimità delle infrastrutture esistenti.

Per la fase di corso d'opera sono stati considerati due differenti scenari operativi di cantiere: il primo connesso alle aree di cantiere di tipo fisso e il secondo connesso alle aree di cantiere di tipo mobile, queste ultime caratterizzate da attività lavorative potenzialmente più impattanti, in funzione della tipologia di sezione stradale (rilevato, viadotto, trincea, etc.), e localizzati in prossimità dei ricettori.

In ragione, infatti, dei flussi di traffico caratterizzanti la rete stradale territoriale e i diversi percorsi individuati che prevedono l'utilizzo, quanto possibile, della rete autostradale, non si ritiene che il traffico di cantiere rappresenti un elemento di criticità rispetto al clima acustico per il contesto territoriale esterno all'ambito di studio e all'area generale di cantierizzazione.

Le simulazioni sviluppate per le piste di cantiere evidenziano livelli di rumore diurni contenuti e trascurabili rispetto a quelli attualmente caratterizzanti i flussi veicolari lungo la rete viaria provinciale ed autostradale.

I risultati ottenuti dall'applicazione dei modelli di simulazione mettono in evidenza la necessità di interventi di mitigazione acustica a protezione del ricettore R07 e del territorio contermina, avendo per questo riscontrato un livello in facciata superiore ai 70 dB(A). Essendo la durata del cantiere pari a circa 4 anni, si ritiene opportuno installare una barriera antirumore della lunghezza di 100 m e di altezza pari a 3 m lungo il perimetro dell'area di lavoro in posizione baricentrica all'edificio.

Nella tabella seguente si riporta il confronto dei valori in Leq(A) relativi al solo periodo diurno, non essendo previste attività di notte, calcolati ad 1 m dalla facciata per ciascun piano esposto alle attività di cantierizzazione. Come si evince l'installazione di una barriera antirumore permette il contenimento delle emissioni di rumore in corrispondenza dell'edificio più esposto.

| Codice ricettore | Piano | Destinazione d'uso | Senza barriera (ante mitigazione) | | Con barriera (post mitigazione) | |
|------------------|----------|--------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------------|----------|
| | | | Diurno | Notturno | Diurno | Notturno |
| R07 | Piano T. | Residenziale | 69,7 | - | 62,4 | - |
| R07 | Piano 1 | Residenziale | 70,1 | - | 66,1 | - |
| R07 | Piano 2 | Residenziale | 70,1 | - | 69,6 | - |

Tabella 8-42 Elenco dei ricettori per lo scenario Corso d'Opera che superano i limiti normativi



Figura 8-17 Dettaglio planimetrico per i ricettori con livello acustico oltre il limite normativo e inserimento della barriera acustica mobile

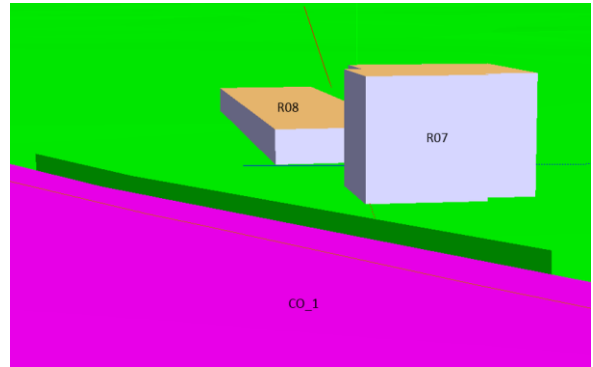


Figura 8-18 Dettaglio barriere acustiche al km 26+870

L'ottimizzazione del posizionamento della barriera e l'eventuale necessità di ricollocamento in funzione del cronoprogramma delle attività sarà oggetto in fase di progettazione esecutiva del cantiere. Il corretto dimensionamento e posizionamento dell'intervento di mitigazione sarà oggetto di verifiche durante l'attività di realizzazione dell'infrastruttura mediante un processo di monitoraggio ambientale acustico che prevede una serie di rilievi fonometrici in corrispondenza del ricettore. Si rimanda la Piano di Monitoraggio Ambientale per un maggior dettaglio circa le attività di monitoraggio acustico previste in fase di Corso d'Opera.

8.6 RAPPORTO OPERA AMBIENTE

Per quanto concerne le valutazioni relative all'eventuale esposizione all'inquinamento atmosferico, dall'analisi dei risultati delle simulazioni effettuate per la fase di esercizio attraverso l'analisi dei tre scenari di riferimento (ante operam, opzione zero e post operam), è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- il progetto di realizzazione della 1° fase della Pedemontana Piemontese da Masserano a Ghemme, in termini emissivi, garantisce la riduzione delle emissioni sul resto della rete stradale considerata nell'analisi, in particolare sul tratto della vecchia SS142 tra Masserano e Gattinara che allo stato attuale rappresenta il collegamento tra l'area di Biella e l'autostrada A26, sostituito allo stato di progetto dalla Pedemontana stessa;
- dall'analisi delle concentrazioni di NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} e CO sul tratto considerato più critico della vecchia SS142, in cui questa attraversa il centro abitato di San Bernardo, è emersa una significativa riduzione dei livelli di concentrazione degli inquinanti (di circa il 70-80%), in prossimità del ricettore R scelto, tra lo stato attuale e lo scenario di progetto, stante la notevole riduzione di traffico previsto;
- dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} e CO stimati sui ricettori per la salute umana prossimi alla nuova infrastruttura allo scenario di progetto, non sono emerse criticità, in quanto è stato sempre verificato il rispetto dei limiti normativi per tutti i valori registrati sommando a questi anche il contributo del valore di fondo registrato dalla centralina ARPA di qualità dell'aria scelta come riferimento per tale analisi.

Per quanto concerne l'eventuale esposizione all'inquinamento acustico, dallo studio sulla componente Rumore è emerso che:

- i risultati ottenuti dal modello di calcolo per lo scenario ante operam non hanno evidenziato alcuna criticità. Infatti, per tutti i ricettori considerati, i livelli acustici in prossimità delle facciate più esposte sono risultati al di sotto dei valori limite;
- per lo scenario post operam, i risultati ottenuti hanno registrato un incremento dei livelli acustici in prossimità dei ricettori per effetto del nuovo asse stradale e dei flussi di traffico previsti transitare;
- nello Scenario Post Mitigazione, nel quale sono stati previsti interventi di tipo diretto (cfr. Tabella 8-43) non sono state riscontrare criticità.

BARRIERE ACUSTICHE

| Cod. | Lato | Infrastruttura | Tratto | | Lunghezza [m] | Altezza [m] | Area [mq] |
|------|------|----------------|-------------|------------|---------------|-------------|-----------|
| | | | Da prog. Km | A prog. Km | | | |
| 1 | Sud | Pedemontana P. | 26+775 | 26+835 | 60 | 3 | 180 |
| | Sud | Pedemontana P. | 26+835 | 26+925 | 90 | 3,5 | 315 |
| 2 | Nord | Pedemontana P. | 26+925 | 27+025 | 100 | 2 | 200 |
| 3 | Nord | Pedemontana P. | 31+590 | 31+760 | 170 | 2 | 340 |
| 4 | Nord | Pedemontana P. | 35+825 | 35+900 | 75 | 2 | 150 |
| 5 | Nord | Pedemontana P. | 37+700 | 37+830 | 130 | 2 | 260 |

Tabella 8-43 Ubicazione e caratteristiche dimensionali delle barriere acustiche



PEDEMONTANA PIEMONTESE
REALIZZAZIONE 1° FASE MASSERANO - GHEMME
DALLA PROGR. 25118.109 ALLO SVINCOLO DI GHEMME

Progetto Definitivo

Aggiornamento documentazione ambientale ai fini della conferma dei pareri di cui alla nota del

MIT prot. 3038 del 16/03/2016

Aggiornamento del Quadro di Riferimento Ambientale - Relazione



PEDEMONTANA PIEMONTESE
REALIZZAZIONE 1° FASE MASSERANO - GHEMME
DALLA PROGR. 25118.109 ALLO SVINCOLO DI GHEMME

Progetto Definitivo

Aggiornamento documentazione ambientale ai fini della conferma dei pareri di cui alla nota del

MIT prot. 3038 del 16/03/2016

Aggiornamento del Quadro di Riferimento Ambientale - Relazione



Anas S.p.A.

Via Monzambano, 10 - 00185 Roma

www.stradeanas.it