COMMITTENTE

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

DIREZIONE TECNICA

U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

CUP: J81D19000000009

PROGETTO DEFINITIVO

NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – "AEROPORTO ORIO AL SERIO"

LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Relazione generale

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NM27	01	D	22	RG	SA0001	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Agosto 2020	G. Tucci G. Dajelli	Agosto 2020	I. Legramandi	Agosto 2020	D. Ludovici Agosto 2020

ITALFERR S.p.A.
Dott. Ing. Donato Ludovici
Ordine degli Ingegneri di Roma
n. A16319

File: NM2701D22RGSA0001001A.DOC		n. Elab.:

INDICE

1 INQUADRAMENTI PRELIMINARI 9

1.1 L'OGGETTO DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE 9

1.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE 9

1.2.1 Finalità generali 9

1.2.2 Le tipologie di opere 10

1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 10

1.4 DOCUMENTI ALLEGATI 11

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO 12

2.1 GLI INTERVENTI IN PROGETTO 12

2.1.1 Il quadro delle opere e degli interventi in progetto 12

2.1.2 Il nuovo collegamento ferroviario 13

2.1.3 Le opere d'arte principali 14

2.1.3.1 Viadotti ferroviari 14

2.1.3.2 Gallerie artificiali 15

2.1.4 Le opere connesse 18

2.1.4.1 Stazione di Orio al Serio 18

2.1.4.2 Fabbricati tecnologici e piazzali 19

2.1.5 Le opere viarie connesse 19

2.1.6 L'esercizio della linea 21

2.1.6.1 Modello di esercizio attuale 21

2.1.6.2 Modello di esercizio di progetto 21

2.2 CANTIERIZZAZIONE: ATTIVITÀ, BILANCI E TEMPI 22

2.2.1 Le aree di cantiere 22

2.2.2 Bilancio dei materiali 24

2.2.3 I flussi di traffico 25

3 COERENZE E CONFORMITÀ 26

3.1 GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO 26

3.1.1 Lo stato della pianificazione 26

3.1.2 La pianificazione territoriale 29

3.1.2.1 Piano Territoriale Regionale e Piano Paesaggistico Regionale 29

3.1.2.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo 34

3.1.3 La pianificazione locale 39

3.2 IL SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE DISCIPLINE DI TUTELA PAESISTICO-AMBIENTALE 43

3.2.1 Ambito tematico di analisi e fonti conoscitive 43

3.2.2 I beni culturali 45

3.2.3 I beni paesaggistici 45

3.2.4 Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000 46

3.2.5 Aree soggette a vincolo idrogeologico 47

3.2.6 Vincoli aeronautici 47

3.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 50

4 ALTERNATIVE DI PROGETTO 55

5 IL CONTESTO AMBIENTALE NELLO SCENARIO DI BASE 60

5.1 SUOLO 60

5.1.1 Inquadramento geologico 60

5.1.2 Inquadramento geomorfologico 62

5.1.3 Inquadramento idrogeologico 64

5.1.4 Sismicità *65*

5.1.5 Siti contaminati e potenzialmente contaminati *69*

5.2 ACQUE 73

5.2.1 Reticolo idrografico *73*

5.2.2 Pericolosità idraulica *74*

5.2.3 Stato qualitativo delle acque superficiali *78*

5.2.4 Stato qualitativo delle acque sotterranee *82*

5.2.5 Vulnerabilità della falda *84*

5.3 ARIA E CLIMA 86

5.3.1 Climatologia e meteorologia *86*

5.3.2 Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria *87*

5.3.3 Stato della qualità dell'aria *90*

5.3.4 Emissioni di gas serra *94*

5.4 BIODIVERSITÀ 98

5.4.1 Inquadramento bioclimatico *98*

5.4.2 Inquadramento vegetazionale e floristico *100*

5.4.3 Inquadramento faunistico ed ecosistemico *108*

5.4.4 Aree di interesse ambientale e reti ecologiche *114*

5.5 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE 131

5.5.1 Struttura territoriale e usi del suolo *131*

5.5.2 Patrimonio agroalimentare *136*

5.6 PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI 146

5.6.1 Il patrimonio culturale 146

5.6.2 Il patrimonio storico-testimoniale 155

5.7 PAESAGGIO 157

5.7.1 Il contesto paesaggistico di riferimento 157

5.7.2 La struttura del paesaggio 159

5.7.3 I caratteri percettivi del paesaggio 172

5.8 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA 177

5.8.1 Inquadramento demografico 177

5.8.2 Inquadramento epidemiologico 180

6 ANALISI AMBIENTALE DELL'OPERA 188

6.1 METODOLOGIA DI LAVORO 188

6.2 INDIVIDUAZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO E MATRICE GENERALE DI CASUALITÀ 198

6.2.1 Le Azioni di progetto 198

6.2.2 La Matrice generale di casualità oggetto di analisi 200

6.3 SUOLO 202

6.3.1 Inquadramento del tema 202

6.3.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 203

6.3.2.1 Perdita di suolo 203

6.3.2.2 Consumo di risorse non rinnovabili 204

6.3.2.3 Modifica dell'assetto geomorfologico 207

6.4 ACQUE 209

6.4.1 Inquadramento del tema 209

6.4.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 210

6.4.2.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque 210

6.4.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica 217

6.4.3.1 Modifica delle condizioni di deflusso 217

6.5 ARIA E CLIMA 221

6.5.1 Inquadramento del tema 221

6.5.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 223

6.5.2.1 Modifica delle condizioni di qualità dell'aria 223

6.5.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa 228

6.5.3.1 Modifica dei livelli di gas climalteranti 228

6.6 BIODIVERSITÀ 231

6.6.1 Inquadramento del tema 231

6.6.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 233

6.6.2.1 Sottrazione di habitat e biocenosi 233

6.6.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica 246

6.6.3.1 Modifica connettività ecologica 246

6.7 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE 252

6.7.1 Inquadramento del tema 252

6.7.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 254

6.7.2.1 Modifica degli usi in atto 254

6.7.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica 258

6.7.3.1 Consumo di suolo 258

6.7.3.2 Modifica degli usi in atto 260

6.7.3.3 Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza 263

6.8 PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI 264

6.8.1 Inquadramento del tema 264

6.8.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 265

6.8.2.1 Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale 265

6.8.2.2 Alterazione fisica dei beni materiali 269

6.9 PAESAGGIO 271

6.9.1 Inquadramento del tema 271

6.9.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 272

6.9.2.1 Modifica della struttura del paesaggio 272

6.9.2.2 Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo 276

6.9.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica 280

6.9.3.1 Modifica della struttura del paesaggio 280

6.9.3.2 Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo 284

6.10 CLIMA ACUSTICO 289

6.10.1 Inquadramento del tema 289

6.10.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 291

6.10.2.1 Inquadramento generale 291

6.10.2.2 Individuazione degli scenari di riferimento 293

6.10.2.3 Caratterizzazione acustica degli scenari di riferimento 293

6.10.2.4 Risultati delle simulazioni acustiche 294

6.10.2.5 Conclusioni 297

6.10.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa 298

6.11 POPOLAZIONE E SALUTE PUBBLICA 300

6.11.1 Inquadramento del tema 300

6.11.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 303

6.11.2.1 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico 303

6.11.2.2 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico 306

6.11.2.3 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale 307

6.11.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa 312

6.11.3.1 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico 312

6.11.3.2 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale 313

6.12 RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA 314

6.12.1 Inquadramento del tema 314

6.12.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 316

6.13 EFFETTI CUMULATI 321

6.13.1 Inquadramento del tema 321

6.13.2 La ricognizione della progettualità 329

6.13.3 Analisi preliminare delle altre opere in progetto 332

6.13.4 Analisi degli effetti cumulati 336

7 QUADRO DI SINTESI 346

7.1 MISURE ED INTERVENTI PER PREVENIRE, RIDURRE E MITIGARE GLI EFFETTI 346

7.1.1 Misure ed interventi previsti in fase di cantiere 346

7.1.1.1 Interventi per la riduzione della polverosità nelle aree di cantiere 346

7.1.1.2 Interventi di mitigazione acustica 347

7.1.2 Misure ed interventi previsti in fase di esercizio 350

7.1.2.1 Interventi di mitigazione acustica 350

7.1.2.2 Opere a verde 350

Finalità e metodologia di lavoro 350

Tipologici di intervento 352

Sintesi delle opere a verde 355

7.2 SINTESI DEI POTENZIALI EFFETTI 356

7.2.1 Quadro sinottico delle tipologie di effetti considerati 356

7.2.2 Rapporto con il sistema dei vincoli e delle tutele 361

7.2.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva 365

7.2.4 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica 388

7.2.5 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa 398

1 INQUADRAMENTI PRELIMINARI

1.1 L'oggetto della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

Il presente Studio di impatto ambientale e, con ciò, l'istanza di Valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'articolo 23 del DLgs 152/2006 e smi alla quale detto studio è finalizzato riguardano il Progetto Definitivo del Nuovo collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – "Aeroporto Orio al Serio" – Lotto 1: Nuova linea Bergamo – Orio al Serio con modifiche alla radice est del PRG di Bergamo e PRG di Orio al Serio.

I principali interventi previsti dal presente Progetto Definitivo riguardano il Nuovo collegamento ferroviario Bergamo – Orio al Serio a doppio binario, di estesa complessiva pari a circa 5,3 km.
Il progetto prevede inoltre, nell'ambito della realizzazione del nuovo collegamento, dei relativi impianti ed apparati tecnologici e di trazione elettrica, la realizzazione della nuova stazione ferroviaria di Aeroporto Orio al Serio.

1.2 Inquadramento progettuale

1.2.1 Finalità generali

L'aeroporto di Orio al Serio, attualmente, non è servito direttamente da un collegamento ferroviario.
Esso dispone di un collegamento autostradale (Autostrada A4), che si connota contestualmente come un elemento di forza e di criticità. Infatti, se da un lato l'infrastruttura aeroportuale può sfruttare il buon posizionamento rispetto all'autostrada, dall'altro, il fatto che tale tratto di autostrada sia uno dei più congestionati della rete italiana, anche per il collegamento con mezzi di trasporto collettivo (bus) rappresenta un'incognita nella pianificazione del trasferimento in aeroporto richiedendo la previsione di un margine di anticipo particolarmente ampio rispetto all'ora di partenza del volo.
Il servizio ferroviario attuale richiede un interscambio modale nella stazione di Bergamo con le linee di trasporto locale.

L'obiettivo dell'intervento è, pertanto, quello di realizzare un collegamento ferroviario diretto con l'aeroporto con distacco dalla linea Bergamo - Rovato – Brescia al fine di soddisfare la sempre crescente domanda di trasporto verso l'aeroporto, stimata in 13 milioni di passeggeri nel 2030 (fonte: ENAC) rispetto agli attuali

8 milioni pass/anno, attraverso un servizio ferroviario su ferro competitivo con il servizio pubblico su gomma.

1.2.2 Le tipologie di opere

Procedendo per estrema sintesi, le opere e gli interventi previsti dal progetto in esame e, come tali, l'oggetto della procedura di VIA possono essere distinti, sotto il profilo della loro tipologia, in:

- Interventi a carattere lineare e continuo
  All'interno di detta tipologia ricadono le opere di linea costituite dall'intervento vero e proprio del nuovo collegamento ferroviario Bergamo – Aeroporto Orio al Serio;
- Interventi a carattere puntuale
  Tale tipologia ricomprende la realizzazione della nuova stazione ferroviari di Aeroporto Orio al Serio, la realizzazione di fabbricati tecnologici, nonché l'adeguamento della viabilità esistente.

1.3 Inquadramento territoriale

Il progetto ricade all'interno della provincia di Bergamo ed interessa lo stesso comune di Bergamo ed il comune di Orio al Serio.

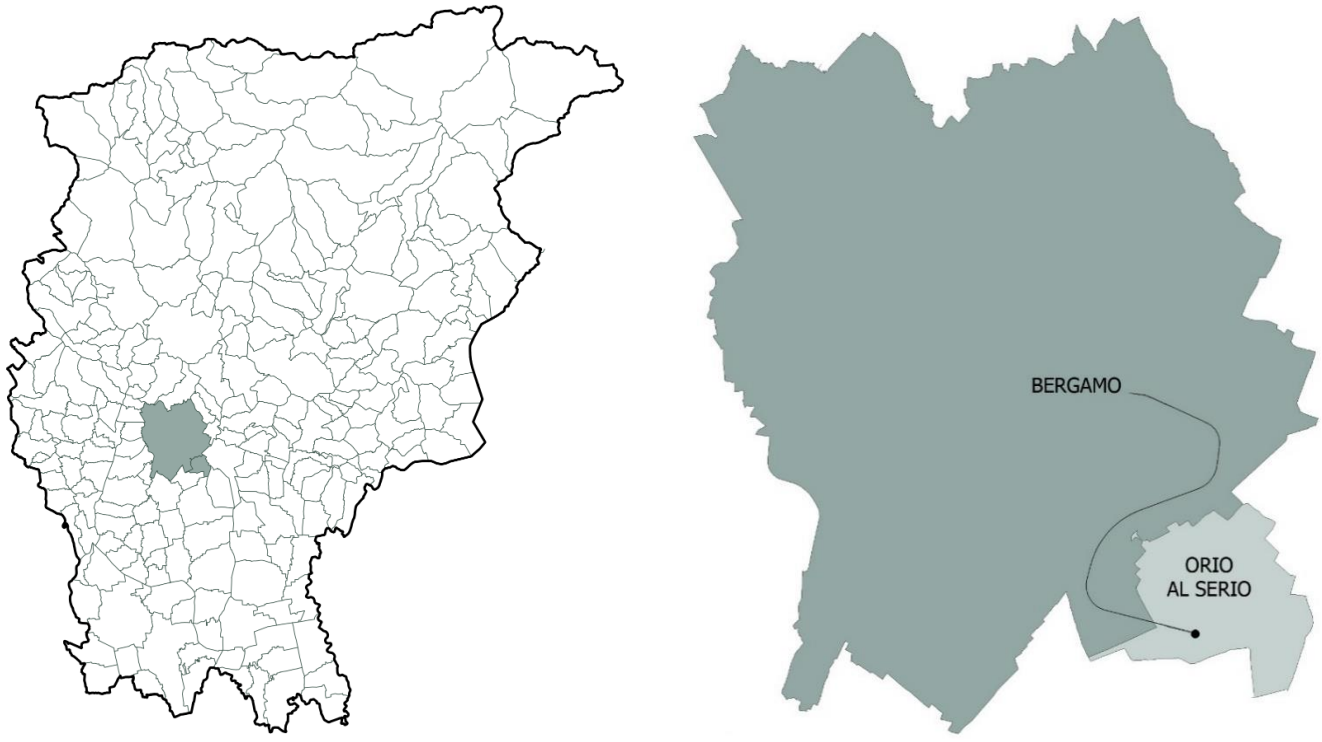


Figura 1-1 Inquadramento amministrativo. A sinistra i comuni interessati all'interno della provincia di Bergamo, a destra il tracciato ferroviario in progetto all'interno dei comuni di Bergamo ed Orio al Serio

1.4 Documenti allegati

La documentazione a corredo del progetto definitivo relativo al Nuovo collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – Aeroporto Orio al Serio, oggetto di VIA, si compone di numerosi elaborati così come riportati nell'Elenco elaborati (NM2701D05LSMD0000001A).

Le informazioni e le considerazioni contenute nel presente SIA sono state tratte e sviluppate sulla base di detta documentazione e, in particolare, dei seguenti elaborati ai quali si rimanda per una più approfondita trattazione dei singoli aspetti di rispettiva pertinenza:

- "Relazione Tecnica generale" (NM2701D05RGMD0000001A);
- Esercizio, costituito dalla "Relazione tecnica di esercizio" (NM2701D16RGES0001001A);
- Cantierizzazione, costituita dalla "Relazione di cantierizzazione" (NM2701D53RGCA0000001B) e relativi allegati;
- Gestione terre e bonifiche, costituito dal "Piano di gestione dei materiali di risulta" (NM2701D69RGTA0000001A), da "Siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione generale" (NM2701D69RGCA0000001A) e relativi allegati;
- Piano di utilizzo dei materiali di scavo (NM2701D69RGTA0000003A) e relativi allegati;
- Studio geologico costituito dalla Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica (NM2701D69RGGE0000001A) e relativi allegati;
- Idrologia ed idraulica, in particolare la "Relazione idrologica (NM2701D26RIID0001001A)", "Relazione di compatibilità idraulica e drenaggio acque di piattaforma (NM2701D26RIID0002001A);
- Studio acustico costituito dalla "Relazione generale" (NM2701D22RGIM0004001A) e relativi allegati;
- Studio vibrazionale costituito dalla "Relazione generale" (NM2701D22RGIM0004002A) e relativi allegati;
- Verifica di compatibilità paesaggistica costituita dalla "Relazione generale" (NM2701D22RGIM0002001A) e relativi allegati;
- Progetto di monitoraggio ambientale, costituito dalla "Relazione generale" (NM2701D22RGMA0000001A) e relativi allegati cartografici;
- Opere a verde di mitigazione e compensazione ambientale costituite dalla "Relazione descrittiva opere a verde" (NM2701D22RGIA0000001A) e relativi allegati.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 Gli interventi in progetto

2.1.1 Il quadro delle opere e degli interventi in progetto

L'intervento in progetto ha ad oggetto la realizzazione di un nuovo collegamento ferroviario diretto con l'aeroporto "Orio al Serio" con distacco dalla linea Bergamo – Rovato – Brescia al fine di soddisfare la sempre crescente domanda di trasporto verso l'aeroporto.
Gli interventi previsti nel presente progetto vedranno il loro sviluppo lungo un'area che coinvolge i comuni di Bergamo e Orio al Serio.

L'intervento a doppio binario con stazione ferroviaria in superficie ha uno sviluppo di estesa complessiva pari a circa 5,3 km. La stazione ferroviaria, che sarà servita da quattro binari di stazionamento, è prevista a raso sulla sede dell'attuale SP 116 che viene delocalizzata a nord della ferrovia e potrà contare su marciapiedi di stazione lunghi 250m, coperti da pensiline metalliche negli ultimi 70m. Al termine dei marciapiedi è posto un atrio coperto in cui sono presenti le scale mobili e fisse che conducono ad un piano interrato collegato a sua volta tramite un "finger" sotterraneo, realizzato da SACBO, al corpo principale dell'aerostazione.

Gli interventi previsti dal Progetto Definitivo del Lotto 1 sono riportati nella Tabella 2-1 e descritti nei paragrafi a seguire.

Tabella 2-1 Interventi previsti dal Progetto Definitivo per il nuovo collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – Aeroporto Orio al Serio

WBS	Intervento	Pk
Opere di linea		
-	Nuovo collegamento ferroviario Bergamo – Orio al Serio	
Opere d'arte principali		
VI01	Nuovo Ponte su Via Larga	1+529 – 1+575
GA01	Galleria ferroviaria	2+771 – 3+396
GA02	Galleria ferroviaria	3+582 – 3+601
Opere d'arte minori		

WBS	Intervento	Pk
IV01	Interventi su cavalcaferrovia esistente di via Piatti	0+209
Stazione ferroviaria		
FV01	Stazione Aeroporto Orio al Serio	5+278 – 5+304
Fabbricati tecnologici		
FA01	Piazzale con fabbricato tecnologico	4+575
FA02	Piazzale con fabbricato tecnologico SSE	-
Opere viarie connesse		
NV01	Nuova viabilità di accesso all'aeroporto	-
NV02	Ripristino strada perimetrale parcheggio P3	-
IR01	Viabilità d raccordo tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia	-

L'intervento comprende inoltre le opere di armamento, le opere di segnalamento e telecomunicazioni in linea e le opere d'arte minori, quali passerelle pedonale ciclopedonali, tombini ferroviari e stradali.

2.1.2 Il nuovo collegamento ferroviario

Il progetto prevede un collegamento ad "antenna" a doppio binario di estesa complessiva pari a circa 5,3 km, con distacco dalla linea Bergamo-Rovato-Brescia. In corrispondenza del distacco e per uno sviluppo di circa 1,1 km la linea attraversa un'area densamente abitata con la presenza di due importanti cavalcaferrovia che dettano l'assetto planimetrico dei binari.

In prossimità del Terminal dell'aerostazione, è prevista la realizzazione, in superficie, della futura stazione ferroviaria "Aeroporto" con quattro binari di stazionamento serviti da due marciapiedi.

Planimetricamente, il binario pari del nuovo collegamento Bergamo – Orio si posiziona, in parte, sul sedime dell'attuale asta di manovra a servizio del raccordo Cisalf posta sul lato Sud, comportando la dismissione totale dell'area del raccordo sin dalle prime fasi di realizzazione dell'opera. Il binario dispari, nel suddetto attraversamento urbano, trova la sua collocazione, in affiancamento al binario pari del nuovo collegamento, ad una distanza variabile nel primo tratto (in quanto vincolato dalle pile delle opere esistenti di Via Piatti e della SS470), per poi posizionandosi in perfetto parallelismo con interasse 4.00 m.

Al fine di permettere l'inserimento del nuovo collegamento Bergamo – Orio, il binario della linea Bergamo-Rovato-Brescia ha subito uno spanciamento planimetrico verso il lato Nord, permettendo una complessiva compatibilità con le opere esistenti e una geometrizzazione determinata dalle caratteristiche cinematiche della linea esistente.

La sede e le opere di TE sono compatibili con un futuro raddoppio della linea Bergamo-Rovato-Brescia: pur non essendo oggetto della progettazione in esame, è stato studiato l'andamento plano-altimetrico di tale futuro binario, rappresentandolo anche nei documenti progettuali.

2.1.3 Le opere d'arte principali

2.1.3.1 Viadotti ferroviari

Di seguito sono sintetizzate le caratteristiche del viadotto previsto in progetto:

Tabella 2-2 Opere d'arte principali previste dal progetto

WBS	Descrizione	Inzio pk	Fine pk	Lunghezza [m]
VI01	Ponte su Via Larga	1+529	1+575	46

L'opera in esame, denominata VI01, ricade tra il km 1+529 a km 1+575 del progetto definitivo del Nuovo collegamento ferroviario stazione di Bergamo – Aeroporto "Orio al Serio.

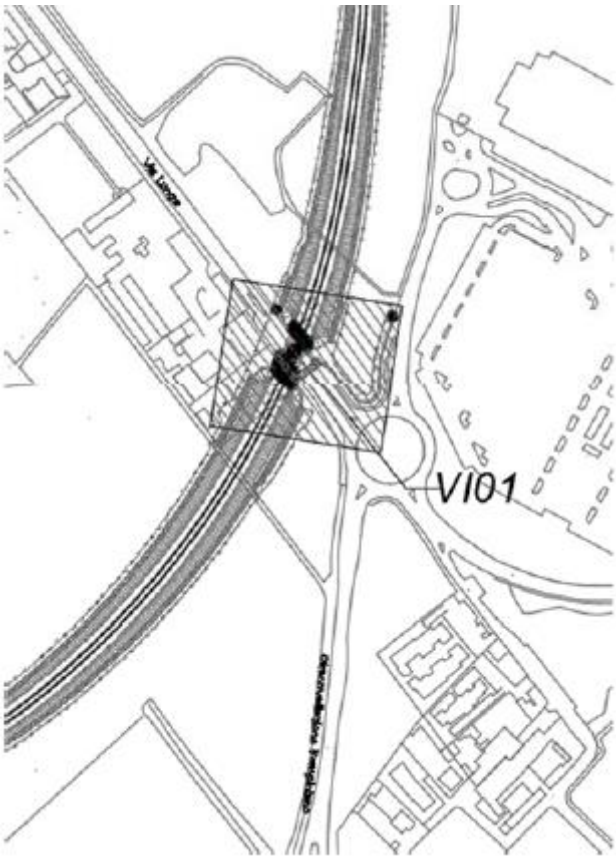


Figura 2-1 Inquadramento planimetrico VI01

L'impalcato presenta una luce di calcolo, definita come distanza netta tra gli assi degli appoggi, pari a 17.50 m. La lunghezza complessiva dell'impalcato è pari a 18.50 m ed è costituito da 23 travi metalliche HEA1000. L'impalcato è in semplice appoggio su due spalle in c.a.:

- La spalla nord, spalla mobile, è una spalla di tipo "classico" con plinto di spessore 1.5m, e fondazioni su 28 pali Ø1000 di lunghezza 19.5m;
- La spalla sud, spalla fissa, oltre a fornire l'appoggio all'impalcato, presenta un fornice promiscuo, il quale servirà sia a garantire il passaggio di una pista ciclopedonale (l= 2,5m) che a dare continuità ai lotti di terreno adiacenti al rilevato ferroviario (l=3,2 m).

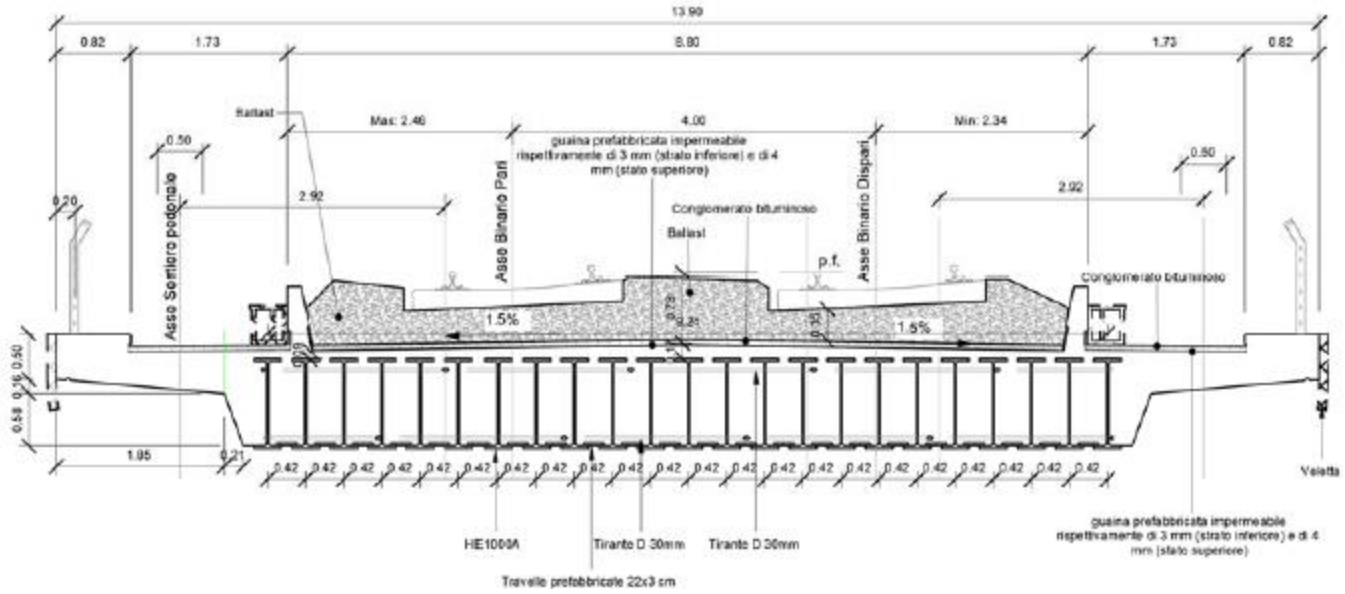


Figura 2-2 Sezione trasversale dell'impalcato VI01

2.1.3.2 Gallerie artificiali

Le gallerie previste in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

Tabella 2-3 Caratteristiche delle gallerie in progetto

WBS	Descrizione	Tratto	Inzio pk	Fine pk	Lunghezza [m]
GA01	Galleria artificiale ferroviaria	GA01A	2+771	2+896	125
		GA01B	2+896	3+296	400
		GA01C	3+296	3+396	100
GA02	Galleria artificiale ferroviaria	-	3+583	3+601	18

Galleria artificiale GA01

La galleria artificiale si sviluppa lungo la linea ferroviaria di collegamento tra l'aeroporto di Orio Al Serio e la stazione di Bergamo e risulta suddivisa in tre tratti. Il primo tratto GA01A ed il terzo, ed ultimo, tratto GA01C sono realizzati mediante il metodo Top Down, mentre il secondo tratto GA01B è realizzato con il metodo Cut and Cover.

La struttura scatolare ha uno sviluppo longitudinale complessivo pari a 400 m dalla pk. 2+896 alla pk. 3+296. La struttura sarà gettata in opera.

Il ricoprimento al di sopra dello scatolare ha uno spessore variabile da 90 cm circa a 1.70 m. Nel calcolo è stato considerato, a favore di sicurezza, il ricoprimento massimo pari a 1.70 m.

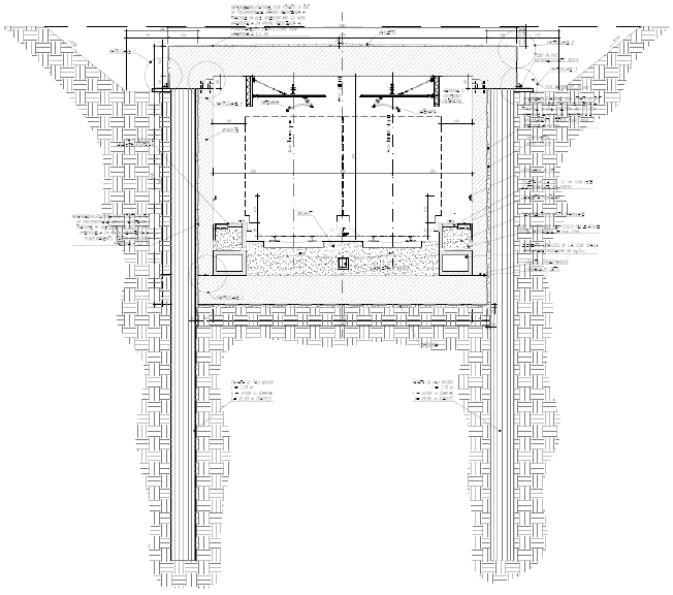


Figura 2-3 Sezione tipologica GA01A e GA01C

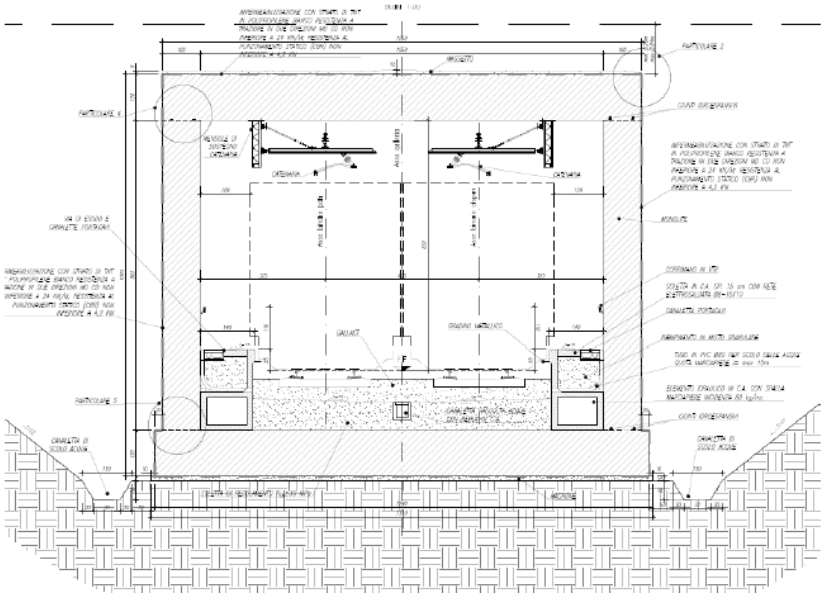


Figura 2-4 Sezione tipologica GA01B

Galleria artificiale GA02

Il solettone di scavalco ferroviario è situato tra la progressiva pk. 3+583 alla pk. 3+601, per una lunghezza complessiva di 18 m e, insieme alla trincea ferroviaria su cui appoggia, forma una struttura scatolare. La struttura sarà gettata in opera. La soletta superiore ha uno spessore di 1.10 m, mentre quella di fondazione hanno uno spessore pari a 1.20 m. I piedritti sono di spessore pari a 1.00 m.

Il ricoprimento della viabilità sovrastante lo scatolare ha uno spessore variabile da circa zero a 0.80 m (esclusa la pavimentazione che presenta un ulteriore spessore di 37 cm).

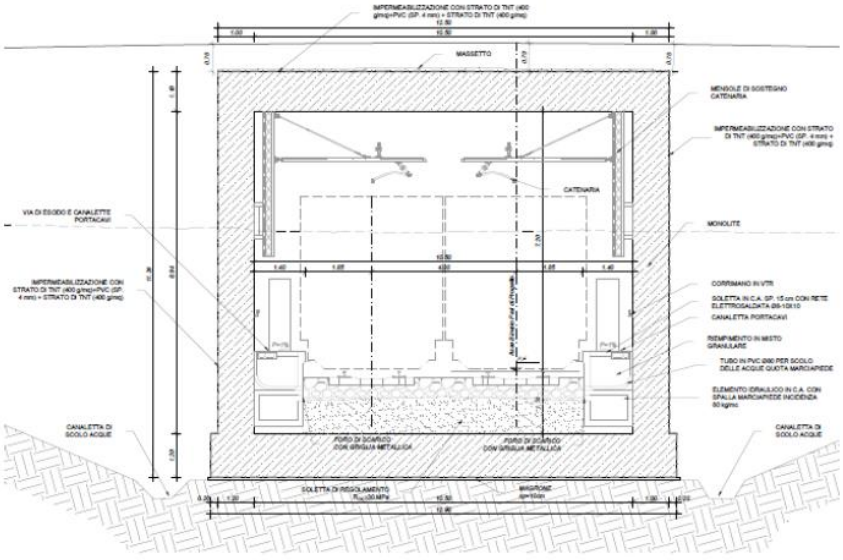


Figura 2-5 Sezione tipologica GA02

2.1.4 Le opere connesse

2.1.4.1 Stazione di Orio al Serio

Il Fabbricato Viaggiatori denominato Stazione Aeroporto di Orio al Serio è posto alla fine dell'intervento, in corrispondenza della pk 5+304.

La Stazione è costituita principalmente da un atrio aperto posto alla quota della banchina e da un piano interrato il cui piano di calpestio è previsto a quota 231,25 m slm. La struttura interrata, realizzata in c.a., poggia su una platea di fondazione di sp. 40 cm. Il solaio a terra, che delimita il piano interrato dall'atrio, è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera. La copertura dell'atrio è caratterizzata da sbalzi di circa 5,5 m sul lato nord, 4,5 sui lati est e ovest e da un foro centrale di circa 15x7 m, in corrispondenza del quale è prevista la realizzazione di un lucernario a shed realizzato con pannelli in vetro fotovoltaico. Nella parte sud dell'atrio di stazione sono previsti un'area servizi alla clientela e un blocco di servizi igienici.

I collegamenti verticali fra piano interrato e piano atrio sono costituiti da due scale mobili, due vani ascensore e due scale in c.a., delle quali una ha la funzione di scala di emergenza.

Gli ascensori sono di tipo panoramico, pertanto la struttura fuori terra è costituita da travi e pilastri in acciaio fondati su tre setti in c.a. che si sviluppano invece nel piano interrato.

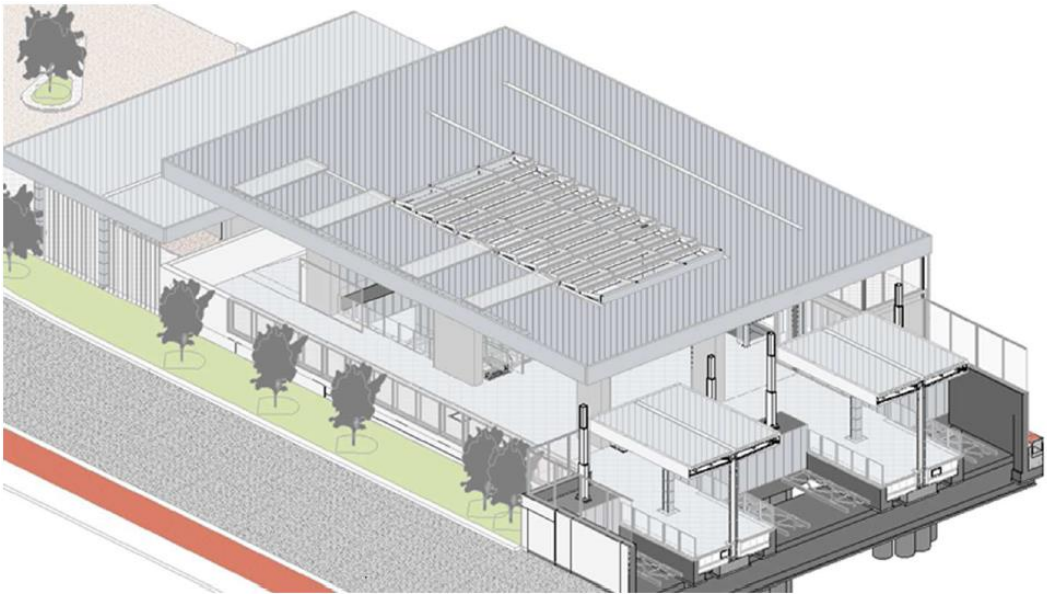


Figura 2-6 Vista assonometrica FV01 – Copertura principale e Copertura Bike Box fronte nord

2.1.4.2 Fabbricati tecnologici e piazzali

Le esigenze del progetto tecnologico hanno richiesto di prevedere lungo la linea alcuni fabbricati che potessero accogliere la strumentazione necessaria al suo funzionamento. In particolare, tali fabbricati sono stati ubicati in appositi piazzali tecnologici, tutti di nuova realizzazione. Di seguito si riporta l'elenco dei piazzali dei fabbricati tecnologici e delle dotazioni impiantistiche:

- Fabbricato tecnologico ACC – FA01 pk 4+575;
- Piazzale fabbricato tecnologico ACC pk 4+575;
- Fabbricato SSE – FA02;
- Piazzale fabbricato SSE.

2.1.5 Le opere viarie connesse

Nell'ambito del Progetto Definitivo sono previste una serie di opere viarie finalizzate al superamento delle interferenze con la viabilità provinciale esistente.
Gli interventi sulle viabilità sono stati definiti nel rispetto delle normative cogenti e delle condizioni locali esistenti, ambientali, locali, paesaggistiche ed economiche, garantendo sicurezza e funzionalità.

NV01 Nuova viabilità di accesso all'aeroporto

L'intervento viario di progetto è composto da cinque assi mediante i quali viene ridefinito l'accesso all'area aeroportuale interessando un tratto della SP 116 ed i rami di ingresso ed uscita dalla SP 591 bis. Tale intervento, con l'introduzione di un'intersezione a rotatoria lungo la SP 116 al posto dell'intersezione a T, permette di migliorare tale nodo viario dal punto di vista della sicurezza e della funzionalità.
La viabilità in oggetto si sviluppa quasi totalmente nel comune di Orio al Serio in un'area con presenza di strade, aree verdi, senza la presenza di fabbricati.
La sezione tipo adottata per l'asse 1 è la categoria "F1 locale ambito extraurbano". La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00 m, per una larghezza complessiva pari a 9.00 m.

La sezione tipo adottata per gli assi 2a e 2b presenta una piattaforma di larghezza pari a 6.00 m composta da una corsia larga 4.00 m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00 m. Tali rampe si sviluppano principalmente in trincea e presentano arginelli larghi 1.00 m e scarpate con pendenza 2 su 3.

La sezione tipo adottata per l'asse 3 è la categoria "F1 locale ambito extraurbano". La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali maggiorate di larghezza pari a 1.25m, per una larghezza complessiva pari a 9.50 m.

L'asse 4 presenta una piattaforma stradale di larghezza complessiva pari a 8.00 m, la quale è composta da una corsia di marcia di 5.00 m, in sinistra una fascia pavimentata e zebrata (usata durante la fase provvisoria di realizzazione dell'intervento viario) di larghezza pari a 3.00 m ed una banchina in destra di larghezza variabile.

IR01 Viabilità di raccordo tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia

L'intervento viario di progetto è composto da un unico asse, che sviluppandosi lungo una direzione est-ovest sovrappassa la linea ferroviaria di progetto. L'asse stradale in oggetto si sviluppa in ambito commerciale nel comune di Bergamo e permette di collegare la rotatoria posta sullo spigolo nord-ovest del parcheggio P3 dell'aeroporto a via Gerolamo Zanchi dell'area commerciale Galassia. Il tracciato presenta una lunghezza di 240 m

La sezione tipo adottata è coerente con la categoria "F1 extraurbana locale". La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00m, per una larghezza complessiva pari a 9.00m.

NV02 Ripristino strada perimetrale parcheggio P3

L'intervento viario di progetto è composto da tre assi: NV02A che garantisce il ripristino della viabilità perimetrale lato sud del parcheggio P3, NV02B e NV02C che ridefiniscono localmente l'andamento altimetrico delle viabilità del parcheggio aeroportuale per la presenza di un nuovo manufatto idraulico IN09 maggiormente ingombrante rispetto a quelli attuali.
Gli assi stradali in oggetto si sviluppano nell'ambito del parcheggio aeroportuale PE nel comune di Bergamo.

La sezione tipo adottata per l'asse NV02A e NV02B è coerente con la categoria "F1 locale ambito extraurbano ". La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00 m, per una larghezza complessiva pari a 9.00 m.

Per l'asse NV02C è stata adottata una sezione tipo coerente con la sezione stradale attuale. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.25 m e banchine laterali di larghezza

pari a 0.35 m, per una larghezza complessiva pari a 7.20 m. Alle estremità della piattaforma sono previsti due marciapiedi di larghezza pari a 2.50 m.

2.1.6 L'esercizio della linea

2.1.6.1 Modello di esercizio attuale

Nella stazione di Bergamo attualmente si attestano cinque linee di servizio commerciale:

- Da sud ovest:
  - 1 treno ogni 60' in morbida e 1 treno ogni 30' in punta da Milano Centrale/Porta Garibaldi via Treviglio;
  - 1 treno ogni 30' da Treviglio;
- Da ovest:
  - 1 treno ogni 30' da/per Milano Porta Garibaldi via Monza-Carnate;
- Da nord:
  - 1 treno ogni 60' da Lecco;
- Da est:
  - 1 treno ogni 60' in morbida e 1 treno ogni 30' in punta da Brescia.

2.1.6.2 Modello di esercizio di progetto

Nella stazione di Aeroporto – Orio al Serio sono previste le seguenti linee di servizio commerciale:

- Da sud ovest:
  - 1 treno ogni 30' da Milano Centrale/Porta Garibaldi via Treviglio;
- Da nord:
  - 1 treno ogni 60' da Lecco;
  - 1 treno ogni 60' da Ponte S. Pietro.

A completamento, i collegamenti a servizio della stazione di Bergamo/Montello (in aggiunta a quelli sopracitati per l'aeroporto) sono:

- Da sud ovest:
  - 1 treno ogni 60' da Treviglio attestato a Bergamo;
  - 1 treno ogni 60' da Treviglio attestato a Montello;
- Da ovest:
  - 1 treno ogni 30' da/per Milano Porta Garibaldi via Monza-Carnate per Montello;
- da Bergamo

- 1 treno ogni 30' verso Montello/Brescia;

- da Montello
  - 1 treno ogni 30' verso Brescia.

Di seguito si riporta un'ipotesi di suddivisione dei treni per l'aeroporto.

Tabella 2-4 Modello di esercizio stato di progetto per l'aeroporto (treni/giorno)

Relazione	Materiale rotabile	Totale servizi		
		Diurni 06-22	Notturni 22-06	Tot.
Lecco – Bergamo (Aeroporto)	Tipo Coradia ETR 245 (5 casse)	32	0	32
P.S. Pietro - Bergamo (Aeroporto)	Tipo Coradia ETR 245 (5 casse)	32	8	40
Milano C.le – Verdello – Bergamo - Aeroporto	Tipo Coradia ETR 245 (5 casse)	32	6	38
Milano Porta Garibaldo - Verdello – Bergamo - Aeroporto	Tipo Coradia ETR 245 (5 casse)	32	4	36
		128	18	146

2.2 Cantierizzazione: attività, bilanci e tempi

2.2.1 Le aree di cantiere

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

Le tipologie di aree di cantiere previste sono:

- *Cantieri Base (CB)*
  Contengono essenzialmente la logistica a supporto delle maestranze: alloggi, mensa e aree comuni, infermeria, uffici, viabilità e impianti antincendio.
- *Cantieri Operativi (CO)*

Contengono gli impianti, le attrezzature ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere: uffici, spogliatoi, magazzino e laboratorio, officina, cabina elettrica, vasche trattamento acque, impianti antincendio, area deposito olii e carburanti.

- *Aree Tecniche (AT)*

  Le aree tecniche sono aree di cantiere "secondarie", funzionali alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalca ferrovia, rilevati scatolari), e che contengono indicativamente: parcheggi per mezzi d'opera; aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo; eventuali impianti di betonaggio/prefabbricazione; aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie; eventuale box servizi igienici di tipo chimico.

- *Aree di Armamento/Elettrificazione (CA)*

  I cantieri di supporto ai lavori di armamento e attrezzaggio tecnologico contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle relative attività lavorative. Sono caratterizzati dalla presenza di almeno un tronchino, collegato alla linea esistente, che permette il ricovero dei carrelli ferroviari ad uso cantiere e il loro ingresso in linea. Proprio per questa loro peculiarità vengono generalmente collocati all'interno di scali ferroviari.

- *Aree di Stoccaggio (AS)*

  Le aree di stoccaggio non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. All'interno della stessa area di stoccaggio o in aree diverse si potranno avere, in cumuli comunque separati: terre da scavo destinate alla caratterizzazione ambientale, da tenere in sito fino all'esito di tale attività; terre da scavo destinate al reimpiego nell'ambito del cantiere; terre da scavo da destinare eventualmente alla riambientalizzazione di cave. La pavimentazione delle aree verrà predisposta in funzione della tipologia di materiali che esse dovranno contenere.

- *Aree di deposito terre (DT)*

  Le aree di deposito terre saranno invece destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate onde garantire almeno 8 mesi di accumulo dello scavo al fine di assicurare, su tale periodo, la continuità delle lavorazioni.

Nella tabella che segue si riportano nel dettaglio le aree di cantiere previste.

Tabella 2-5 Tabella riepilogativa aree di cantiere

Codice	*Descrizione*	*Superficie [mq]*
CB.01	Campo Base	5.300
CO.01	Cantiere Operativo	6.400
CO.02	Cantiere Operativo	5.500
CO.03	Cantiere Operativo	5.800
CO.04	Cantiere Operativo	2.000
CO.05	Cantiere Operativo	1.240
AT.01	Area Tecnica	1.700
AT.02	Area Tecnica	2.060
AT.03	Area Tecnica	3.100
AT.04	Area Tecnica	350
AT.05	Area Tecnica	1.700
AT.06	Area Tecnica	1.970
AT.07	Area Tecnica	350
AT.08	Area Tecnica	410
AS.01	Aree di stoccaggio	13.900
AS.02	Aree di stoccaggio	15.900
AS.03a	Aree di stoccaggio	5.400
AS.03b	Aree di stoccaggio	3.120
DT.01	Deposito Terre	19.000
CA.01	Cantiere AM/TE/IS	18.700/11.000

Oltre alle aree riportate nelle precedenti tabelle, completano il quadro dei cantieri le aree di lavoro che corrispondono in linea di principio con l'ingombro delle lavorazioni sulla linea da realizzare o adeguare e con il fronte di avanzamento dei lavori.

2.2.2 Bilancio dei materiali

I materiali principali coinvolti nella realizzazione delle opere oggetto dell'appalto sono costituiti da:

- Inerti in ingresso al cantiere;
- Conglomerati cementizi in ingresso al cantiere;
- Terre e demolizioni in uscita dal cantiere.

Nella tabella che segue sono sintetizzati i volumi dei materiali principali da movimentare.

Tabella 2-6 Tabella riepilogativa bilancio complessivo dei materiali

Produzione complessiva [mc in banco]	Fabbisogno [mc in banco]	Approvv. Interno		Approvv. Esterno [mc in banco]	Utilizzo esterno [mc in banco]	Materiali di risulta
		Utilizzo dalla stessa WBS [mc in banco]	Utilizzo da diversa WBS [mc in banco]			
666.915	482.902	228.629	216.932	37.341	134.608	86.746

2.2.3 I flussi di traffico

Le stime sono state eseguite sulla base delle produzioni riferite ai materiali maggiormente significativi in termini di volume, costituiti:

- in uscita dai cantieri dai materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle demolizioni (per le quali si è ipotizzato il trasporto mediante dumper da 15 mc);
- in ingresso ai cantieri dagli inerti per la realizzazione dei rilevati ed il calcestruzzo (anche per questi è stato ipotizzato il trasporto mediante dumper da 15 mc, mentre mediante autobetoniera da 9 mc per il cls).

Nell'elaborato grafico *"Planimetria generale di inquadramento della cantierizzazione e della viabilità pubblica impegnata dal trasporto dei materiali" (NM2701D53P4CA0000001A)* sono indicati i flussi di cantiere in ingresso e uscita da ogni cantiere e la durata di riferimento. I valori espressi nella tabella sono da intendersi come flussi medi giornalieri (viaggi/giorno) e di sola andata, pertanto il valore complessivo (andata e ritorno) è pari al doppio del valore espresso. Potranno verificarsi inoltre durante i periodi di punta "picchi" di traffico di breve durata. Inoltre, durante i periodi di contemporaneità i singoli flussi sulle strade primarie potranno sovrapporsi.

3 COERENZE E CONFORMITÀ

3.1 Gli strumenti di pianificazione di riferimento

3.1.1 Lo stato della pianificazione

La disamina degli strumenti pianificatori e programmatici vigenti nell'ambito territoriale di studio è stata effettuata con riferimento alle indicazioni fornite dalla vigente legge urbanistica regionale della Lombardia (Legge Regionale n. 12 del 11 marzo 2005 per il governo del territorio) che detta le norme di governo del territorio lombardo, definendo forme e modalità di esercizio delle competenze spettanti alla Regione e agli Enti locali, nel rispetto dei principi fondamentali dell'ordinamento statale e comunitario, nonché delle peculiarità storiche, culturali, naturalistiche e paesaggistiche che connotano la Lombardia. Tale Legge è stata oggetto di successive modifiche e integrazioni.

La Legge innova in maniera sostanziale la disciplina urbanistica previgente (LR n. 51 del 1975), realizzando una sorta di "testo unico" regionale, con l'unificazione di discipline di settore attinenti all'assetto del territorio (urbanistica, edilizia, tutela idrogeologica e antisismica, ecc.). In tal modo, vengono integrate tra loro le leggi di settore ed abrogate un cospicuo numero di quelle precedentemente operative, determinando una significativa riduzione del numero delle normative in materia.
La Legge introduce, inoltre, a supporto dell'attività di programmazione e pianificazione:

- il Sistema Informativo Territoriale (SIT), al fine di disporre di elementi conoscitivi necessari alla definizione delle scelte di programmazione generale e settoriale, di pianificazione del territorio e all'attività progettuale;
- la valutazione ambientale dei piani, nell'ambito dei procedimenti di elaborazione ed approvazione dei piani e programmi.

La Parte Prima della Legge, denominata "Pianificazione del territorio", identifica gli strumenti di pianificazione di competenza di ciascun livello istituzionale, gli ambiti di competenza di ciascun strumento, nonché i relativi aspetti contenutistici e le procedure di formazione ed approvazione.
Ai sensi del citato atto legislativo, il quadro della strumentazione pianificatoria può essere sintetizzato nei seguenti termini:

- Livello comunale (Capo II)
    - Piano di Governo del Territorio,

  - Piani attuativi e atti di programmazione negoziata con valenza territoriale,
- Livello provinciale (Capo III)
  - Piano Territoriale di Coordinamento provinciale,
- Livello regionale (Capo IV)
  - Piano Territoriale Regionale,
  - Piano Territoriale Regionale d'Area.

Il Capo II è interamente dedicato alla pianificazione di livello Comunale, composta dal Piano di Governo del Territorio (PGT), che definisce l'assetto dell'intero territorio comunale mediante i suoi atti (il documento di piano, il piano dei servizi ed il piano delle regole) e dai Piani attuativi e dagli atti di programmazione negoziata con valenza territoriale.
Gli atti di PGT sono adottati ed approvati dal consiglio comunale.
Prima dell'adozione degli atti di PGT il comune, tramite consultazioni, acquisisce il parere delle parti sociali ed economiche e, successivamente, vi è la convocazione di una conferenza di pianificazione per acquisire i pareri della Regione e della Provincia sulla compatibilità con la pianificazione sovraordinata.
Gli atti di PGT, definitivamente approvati, acquistano efficacia con la pubblicazione dell'avviso della loro approvazione definitiva sul Bollettino Ufficiale della Regione, subordinata:

- ai fini della realizzazione del SIT, all'invio alla Regione ed alla provincia degli atti del PGT in forma digitale;
- ai fini della sicurezza e della salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni, alla completezza della componente geologica del PGT, nonché alla positiva verifica in ordine al completo e corretto recepimento delle prescrizioni dettate dai competenti uffici regionali in materia geologica, ovvero con riferimento alle previsioni prevalenti del Piano Territoriale Regionale riferite agli obiettivi prioritari per la difesa del suolo.

Al Capo III viene definita la pianificazione territoriale provinciale. La Provincia, mediante il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), definisce gli obiettivi generali relativi all'assetto e alla tutela del proprio territorio; il PTCP è inoltre atto di indirizzo della programmazione socio-economica della provincia ed ha efficacia paesaggistico-ambientale.
In fase di predisposizione del PTCP, la provincia assicura la partecipazione attiva di enti istituzionali e non, e persegue la coerenza degli obiettivi di piano con le esigenze e le proposte manifestate da tali enti ed acquisite in via preventiva.
Il PTCP è adottato dal consiglio provinciale, previo parere obbligatorio della conferenza dei comuni, delle comunità montane e degli enti gestori delle aree regionali protette.

Successivamente alla sua adozione e in ogni caso contestualmente alla pubblicazione sul Bollettino ufficiale della Regione, il PTCP adottato è trasmesso dalla provincia alla Giunta regionale che ne verifica la conformità alla LR 12/2005, il rispetto della soglia regionale di riduzione del consumo di suolo e la compatibilità con gli atti di programmazione e pianificazione regionale.

Il PTCP acquista efficacia con la pubblicazione dell'avviso della sua approvazione definitiva sul Bollettino Ufficiale della Regione, da effettuarsi a cura della provincia. Ai fini della realizzazione del SIT, la pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione è subordinata all'invio alla Regione degli atti del PTCP in forma digitale. Il piano, definitivamente approvato, è depositato presso la segreteria provinciale.

Il Capo IV della LR 12/2005 fa riferimento al Piano Territoriale Regionale (PTR) che costituisce atto fondamentale di indirizzo della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province.

Qualora aree di significativa ampiezza territoriale siano interessate da opere, interventi o destinazioni funzionali aventi rilevanza regionale o sovraregionale, il PTR può, anche su richiesta delle province interessate, prevedere l'approvazione di un piano territoriale regionale d'area, che disciplini il governo di tali aree.

La Giunta regionale pubblica avviso sul Bollettino Ufficiale della Regione e su almeno due quotidiani a diffusione regionale la determinazione di procedere all'elaborazione del PTR o sua variante; tutti i soggetti interessati possono formulare proposte utili alla predisposizione del PTR o sua variante.

La Giunta regionale predispone il piano e lo sottopone al Consiglio regionale per la sua adozione.

Il PTR o sua variante, una volta adottato, è soggetto a pubblicazione-pubblicizzazione e tutti i soggetti interessati possono presentare osservazioni in ordine al PTR adottato o sua variante. La Giunta regionale esamina le osservazioni pervenute e formula proposte di controdeduzione al Consiglio regionale, il quale decide in merito alle stesse e approva il PTR o sua variante.

Il piano acquista efficacia con la pubblicazione dell'avviso di approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione.

L'istruttoria del piano d'area avviene sentiti i comuni, le province e gli enti gestori delle aree regionali protette interessate, riuniti in apposita conferenza; il piano territoriale regionale d'area, attuativo del PTR, è approvato dalla Regione.

Il PTR ha inoltre natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della LR 12/2005.

In tal senso, la LR 12/2005, al Capo V art. 77, stabilisce che "*entro due anni dall'approvazione del PTR, i comuni, le province, le città metropolitane e gli enti gestori delle aree protette conformano e adeguano i loro strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica agli obiettivi e alle misure generali di tutela paesaggistica dettati dal PTR, introducendo, ove necessario, le ulteriori previsioni conformative di*

maggiore definizione che, alla luce delle caratteristiche specifiche del territorio, risultino utili ad assicurare l'ottimale salvaguardia dei valori paesaggistici individuati dal PTR".

Stante il descritto impianto pianificatorio previsto dalla LR 12/2005, ed in considerazione della attuazione datane nella prassi dai diversi Enti territoriali e locali, il contesto pianificatorio di riferimento può essere identificato nei seguenti termini (cfr. Tabella 3-1).

Tabella 3-1 Pianificazione ordinaria generale di riferimento

Ambito	*Strumento*	*Estremi approvativi*
Regionale	Piano Territoriale Regionale	DCR del 19/01/2010 e successivi aggiornamenti
Provinciale	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo	DCP n. 40 del 22/04/2004
Comunale	Piano di Governo del Territorio del comune di Bergamo	DCC n. 86 Reg/26 Prop. Del. del 14/05/2010
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Orio al Serio	DCC n. 18 del 28/06/2013

Per quanto specificatamente attiene alla pianificazione di livello regionale, il PTR, in applicazione dell'art. 19 della LR 12/2005, assolve la natura e detiene gli effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale (D.lgs. n. 42/2004 e smi).
In tal senso, il PTR recepisce, consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) vigente in Lombardia dal 2001, integrandone e adeguandone contenuti descrittivi e normativi e confermandone impianto generale e finalità di tutela.
Rispetto agli strumenti di pianificazione sott'ordinati redatti dagli enti provinciali, comunali e dagli enti gestori, redatti e conformati secondo gli obiettivi e le logiche di tutela paesaggistica del PPR, questi si configurano come atto paesaggistico di maggiore definizione rispetto al PPR stesso.

3.1.2 La pianificazione territoriale

3.1.2.1 Piano Territoriale Regionale e Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato con DCR del 19/01/2010, costituisce «*atto fondamentale di indirizzo, agli effetti territoriali, della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province*», come previsto dall'art. 19, comma 1, della LR n. 12/2005.

Il Piano si compone delle seguenti sezioni:

- *Il PTR della Lombardia*: presentazione, che illustra la natura, la struttura e gli effetti del Piano;
- *Documento di Piano*, che definisce gli obiettivi e le strategie di sviluppo per la Lombardia;
- *Piano Paesaggistico*, che contiene la disciplina paesaggistica della Lombardia;
- *Strumenti Operativi*, che individua strumenti, criteri e linee guida per perseguire gli obiettivi proposti;
- *Sezioni Tematiche*, che contiene l'Atlante di Lombardia e approfondimenti su temi specifici;
- *Valutazione Ambientale*, che contiene il rapporto Ambientale e altri elaborati prodotti nel percorso di Valutazione Ambientale del Piano.

In particolare, la sezione Documento di Piano rappresenta l'elaborato di raccordo tra tutte le altre sezioni del Piano, poiché definisce gli obiettivi di sviluppo socio-economico della Lombardia individuando 3 macro-obiettivi e 24 obiettivi di Piano.
I tre macro-obiettivi identificati dal Piano sono:

1. rafforzare la competitività dei territori della Lombardia,
2. riequilibrare il territorio lombardo,
3. proteggere e valorizzare le risorse della regione.

I 24 obiettivi che il PTR propone sono:

1. Favorire, come condizione necessaria per la valorizzazione dei territori, l'innovazione, lo sviluppo della conoscenza e la sua diffusione.
2. Favorire le relazioni di lungo e di breve raggio, tra i territori della Lombardia e tra il territorio regionale e l'esterno, intervenendo sulle reti materiali e immateriali, con attenzione alla sostenibilità ambientale e all'integrazione paesaggistica.
3. Assicurare, a tutti i territori della regione e a tutti i cittadini, l'accesso ai servizi pubblici e di pubblica utilità, attraverso una pianificazione integrata delle reti della mobilità, tecnologiche, distributive, culturali, della formazione, sanitarie, energetiche e dei servizi.
4. Perseguire l'efficienza nella fornitura dei servizi pubblici e di pubblica utilità, agendo sulla pianificazione integrata delle reti, sulla riduzione degli sprechi e sulla gestione ottimale del servizio.
5. Migliorare la qualità e la vitalità dei contesti urbani e dell'abitare nella sua accezione estensiva di spazio fisico, relazionale, di movimento e identitaria (contesti multifunzionali, accessibili, ambientalmente qualificati e sostenibili, paesaggisticamente coerenti e riconoscibili).

6. Porre le condizioni per un'offerta adeguata alla domanda di spazi per la residenza, la produzione, il commercio, lo sport e il tempo libero, agendo prioritariamente su contesti da riqualificare o da recuperare e riducendo il ricorso all'utilizzo di suolo libero.
7. Tutelare la salute del cittadino, attraverso il miglioramento della qualità dell'ambiente, la prevenzione e il contenimento dell'inquinamento delle acque, acustico, dei suoli, elettromagnetico, luminoso e atmosferico.
8. Perseguire la sicurezza dei cittadini rispetto ai rischi derivanti dai modi di utilizzo del territorio, agendo sulla prevenzione e diffusione della conoscenza del rischio (idrogeologico, sismico, industriale, tecnologico, derivante dalla mobilità, dagli usi del sottosuolo, dalla presenza di manufatti, dalle attività estrattive), sulla pianificazione e sull'utilizzo prudente e sostenibile del suolo e delle acque.
9. Assicurare l'equità nella distribuzione sul territorio dei costi e dei benefici economici, sociali ed ambientali derivanti dallo sviluppo economico, infrastrutturale ed edilizio.
10. Promuovere l'offerta integrata di funzioni turistico-ricreative sostenibili, mettendo a sistema le risorse ambientali, culturali, paesaggistiche e agroalimentari della regione e diffondendo la cultura del turismo non invasivo.
11. Promuovere un sistema produttivo di eccellenza attraverso il rilancio del sistema agroalimentare come fattore di produzione ma anche come settore turistico, privilegiando le modalità di coltura a basso impatto e una fruizione turistica sostenibile, il miglioramento della competitività del sistema industriale tramite la concentrazione delle risorse su aree e obiettivi strategici, privilegiando i settori a basso impatto ambientale, lo sviluppo del sistema fieristico con attenzione alla sostenibilità.
12. Valorizzare il ruolo di Milano quale punto di forza del sistema economico, culturale e dell'innovazione e come competitore a livello globale.
13. Realizzare, per il contenimento della diffusione urbana, un sistema policentrico di centralità urbane compatte ponendo attenzione al rapporto tra centri urbani e aree meno dense, alla valorizzazione dei piccoli centri come strumenti di presidio del territorio, al miglioramento del sistema infrastrutturale, attraverso azioni che controllino l'utilizzo estensivo di suolo.
14. Riequilibrare ambientalmente e valorizzare paesaggisticamente i territori della Lombardia, anche attraverso un attento utilizzo dei sistemi agricolo e forestale come elementi di ricomposizione paesaggistica, di rinaturalizzazione del territorio, tenendo conto delle potenzialità degli habitat.
15. Supportare gli Enti Locali nell'attività di programmazione e promuovere la sperimentazione e la qualità programmatica e progettuale, in modo che sia garantito il perseguimento della sostenibilità della crescita nella programmazione e nella progettazione a tutti i livelli di governo.

16. Tutelare le risorse scarse indispensabili per il perseguimento dello sviluppo attraverso l'utilizzo razionale e responsabile delle risorse anche in termini di risparmio, l'efficienza nei processi di produzione ed erogazione, il recupero e il riutilizzo dei territori degradati e delle aree dismesse, il riutilizzo dei rifiuti.
17. Garantire la qualità delle risorse naturali e ambientali, attraverso la progettazione delle reti ecologiche, la riduzione delle emissioni climalteranti ed inquinanti, il contenimento dell'inquinamento delle acque, acustico, dei suoli, elettromagnetico e luminoso, la gestione idrica integrata.
18. Favorire la graduale trasformazione dei comportamenti, anche individuali, e degli approcci culturali verso un utilizzo razionale e sostenibile di ogni risorsa, l'attenzione ai temi ambientali e della biodiversità, paesaggistici e culturali, la fruizione turistica sostenibile, attraverso azioni di educazione nelle scuole, di formazione degli operatori e di sensibilizzazione dell'opinione pubblica.
19. Valorizzare in forma integrata il territorio e le sue risorse, anche attraverso la messa a sistema dei patrimoni paesaggistico, culturale, ambientale, naturalistico, forestale e agroalimentare e il riconoscimento del loro valore intrinseco come capitale fondamentale per l'identità della Lombardia.
20. Promuovere l'integrazione paesistica, ambientale e naturalistica degli interventi derivanti dallo sviluppo economico, infrastrutturale ed edilizio, tramite la promozione della qualità progettuale, la mitigazione degli impatti ambientali e la migliore contestualizzazione degli interventi già realizzati.
21. Realizzare la pianificazione integrata del territorio e degli interventi, con particolare attenzione alla rigorosa mitigazione degli impatti, assumendo l'agricoltura e il paesaggio come fattori di qualificazione progettuale e di valorizzazione del territorio.
22. Responsabilizzare la collettività e promuovere l'innovazione di prodotto e di processo al fine di minimizzare l'impatto delle attività antropiche sia legate alla produzione che alla vita quotidiana.
23. Gestire con modalità istituzionali cooperative le funzioni e le complessità dei sistemi transregionali attraverso il miglioramento della cooperazione.
24. Rafforzare il ruolo di "Motore Europeo" della Lombardia, garantendo le condizioni per la competitività di funzioni e di contesti regionali forti.

Il PTR, in coerenza con gli obiettivi individuati, identifica gli elementi essenziali di assetto del territorio regionale, considerati fondamentali, strutturanti e di riconoscibilità, nonché i punti di particolare attenzione per fragilità o criticità ambientali, quale occasione per promuovere potenzialità endogene e per creare opportunità di sviluppo. Tra tali elementi il PTR riconosce come essenziali le Infrastrutture prioritarie per

la Lombardia, ovvero quell'insieme di infrastrutture strategiche che concorrono in maniera significativa al perseguimento degli obiettivi di Piano.

In particolare, per quanto concerne le infrastrutture per la mobilità, le strategie individuate si orientano sulle seguenti principali linee di azione:

- rafforzare l'integrazione della regione nella rete europea per aumentarne la competitività,
- favorire gli spostamenti, programmare l'offerta e agire sulla domanda,
- realizzare un servizio pubblico d'eccellenza e sviluppare forme di mobilità sostenibile,
- equilibrare le risposte di mobilità pubblica e privata secondo un modello integrato,
- riorganizzare il sistema delle merci per uno sviluppo del settore più sostenibile e competitivo.

Per quanto concerne la sezione Piano Paesaggistico, il PTR assume, in base alla LR 12/2005, natura ed effetti di Piano Paesaggistico Regionale (PPR), andando ad integrare ed aggiornare il precedente Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) approvato nel 2001, in linea con la Convenzione Europea del Paesaggio e con il D.lgs. 42/2004 e smi.

Come tale, il PPR ha natura:

- di Quadro di Riferimento per la costruzione del Piano del Paesaggio Lombardo,
- di strumento di disciplina paesaggistica del territorio.

Il QRP contribuisce alla programmazione regionale, in quanto costituisce quadro di orientamento e base di verifica, sotto il profilo paesaggistico, delle politiche di settore e di spesa che hanno rilevanza territoriale, con particolare riguardo a quelle relative alle attività produttive e ai lavori pubblici.

La disciplina paesaggistica identifica ambiti spaziali o categorie o strutture di rilevanza paesaggistica regionale, cui attribuisce differenti regimi di tutela. Attraverso la disciplina paesaggistica il PPR:

a. indirizza le trasformazioni territoriali nei diversi ambiti regionali per la tutela dei caratteri connotativi delle diverse unità tipologiche del paesaggio e delle strutture insediative presenti;
b. indirizza e fornisce linee guida e criteri paesaggistici per la pianificazione e la progettazione delle infrastrutture tecnologiche a rete e della viabilità;
c. fornisce disposizioni immediatamente efficaci su ambiti territoriali regionali considerati di particolare rilevanza paesaggistica e ambientale;
d. individua i criteri e gli indirizzi per la pianificazione spettante agli enti locali e individua in tal senso anche ambiti unitari di particolare attenzione da sottoporre a studi più approfonditi;

e. definisce una procedura di esame paesistico degli interventi sul territorio;
f. individua le azioni di programmazione e le politiche regionali da promuovere al fine della migliore tutela del paesaggio e della diffusione di una maggiore consapevolezza rispetto alle problematiche connesse alla tutela stessa;
g. definisce prescrizioni generali per la disciplina dei beni paesaggistici.

Il PPR, come Quadro di Riferimento Paesaggistico, rappresenta lo strumento di salvaguardia e disciplina del territorio, è esteso all'intero territorio regionale e opera fino a quando non siano vigenti atti a valenza paesaggistica di maggiore definizione; pertanto, secondo quanto stabilito dall'art. 30 delle Norme di Piano, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) recepisce il PPR e integra il Piano del Paesaggio Lombardo per il territorio interessato, configurandosi come atto paesaggistico di maggiore definizione rispetto al PPR.
Il PTCP assume, da un lato, le indicazioni di carattere ricognitivo e valutativo nonché dispositivo contenute nel PPR e, dall'altro, precisa, arricchisce e sviluppa tali indicazioni, formando il quadro di riferimento per i definitivi contenuti paesaggistici della pianificazione comunale e per l'esame paesistico di cui alla Parte IV delle Norme di Piano.
Discorso analogo vale anche per gli Enti gestori dei parchi e delle aree protette (art. 33) che, con riferimento alle disposizioni dell'art. 77 della LR 12/2005, adeguano i rispettivi strumenti di pianificazione in recepimento del Piano Paesaggistico Regionale.
Anche per quanto riguarda la pianificazione comunale (art. 34) i Comuni, nella redazione dei propri Piani del Governo del Territorio (PGT), impostano le scelte di sviluppo urbanistico locale in coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi di tutela paesaggistica contenuti nel Piano del Paesaggio, recependo i contenuti del PPR e del PTCP, ove esistente.

Stabilito che il PTCP, i PGT e i PTC delle aree naturali protette, ove esistenti, assumano la natura di atto di maggiore definizione del PPR (art. 6), nell'ambito del presente SIA, si rimanda al PTCP della Provincia di Bergamo ed ai PGT dei Comuni attraversati dalla linea ferroviaria in progetto, nel seguito analizzati.

3.1.2.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo

Con Decreto Presidente n. 45 del 17/03/2016 viene avviato il percorso di revisione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo (PTCP), approvato con DCP n. 40 del 22/04/2004, redatto ed approvato pertanto antecedentemente alla L.R. n. 12/2005.
Nell'ambito della strumentazione territoriale e di settore, il PTCP ad oggi vigente si pone obiettivi di valorizzazione paesistica, di tutela ambientale e di tutela del territorio rurale, di sostegno allo sviluppo

economico, di mantenimento e promozione delle identità socio-culturali che caratterizzano i vari ambiti territoriali della Provincia di Bergamo.
Esso persegue inoltre il miglioramento della qualità dei sistemi insediativi, infrastrutturali e dei servizi, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile del territorio.
Il PTCP specifica i contenuti del Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) e quindi esso assume specifica valenza paesistica ed è parte integrante del Piano del Paesaggio Lombardo.

Il PTCP articola i propri contenuti rispetto alle seguenti tematiche di interesse territoriale:

- Tutela del suolo e regimazione delle acque,
- Aspetti paesistico ambientali e sistema delle reti ecologiche,
- Infrastrutture per la mobilità,
- Organizzazione e disciplina degli insediamenti.

La normativa di Piano disciplina gli interventi da questo individuati secondo tre diversi livelli di regolamentazione:

- prescrizioni,
- direttive,
- indirizzi.

Le prescrizioni sono indicazioni vincolanti della disciplina di Piano, hanno valore cogente e prevalgono sugli strumenti urbanistici generali e attuativi alla scala sub provinciale e comunale. Esse riguardano principalmente:

- le aree ad elevata pericolosità idrogeologica,
- gli ambiti e gli elementi di rilevante valenza paesistica,
- gli ambiti di riqualificazione paesistica e di connessione dei sistemi verdi (reti ecologiche),
- le infrastrutture per la mobilità di interesse provinciale,
- gli insediamenti di interesse provinciale.

Le prescrizioni non comprendono i territori dei Parchi Naturali Regionali, Parchi Regionali, Riserve e Monumenti Naturali (disciplinati dai relativi Piani Territoriali di Coordinamento e dai Piani delle Riserve vigenti).
Le direttive si riferiscono alla indicazione di finalità e modalità operative da osservarsi nella pianificazione alla scala sub provinciale e comunale relativamente ad aree e ambiti a varia finalità e localizzazione, nonché per la formazione di altri atti amministrativi e regolamentari degli Enti Locali, quando questi abbiano

rilevanza programmatoria e/o pianificatoria in materia urbanistica, ambientale, paesistica e di pianificazione del territorio rurale e comunque ineriscano le materie disciplinate dal PTCP.
Le direttive sono orientate in particolare alle questioni e alle problematiche insediative e agli elementi non prescrittivi della valenza ambientale del PTCP.
Gli indirizzi costituiscono elementi di carattere orientativo.

Per quanto riguarda le argomentazioni relative alla Tutela del suolo e regimazione delle acque, osservando la Figura 3-1 di riferimento, emerge che l'ambito attraversato dalla linea ferroviaria in progetto, fatto salvo le aree urbanizzate, è caratterizzato da Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono mantenere come soglia minimale le condizioni geologiche ed idrauliche esistenti così come individuati dal PTCP. Per dar conto di tali condizioni, le norme del PTCP (Art. 44) impongono di effettuare studi ed analisi preventivi atti a garantire interventi che non riducano le condizioni di assetto idrogeologico vigenti.

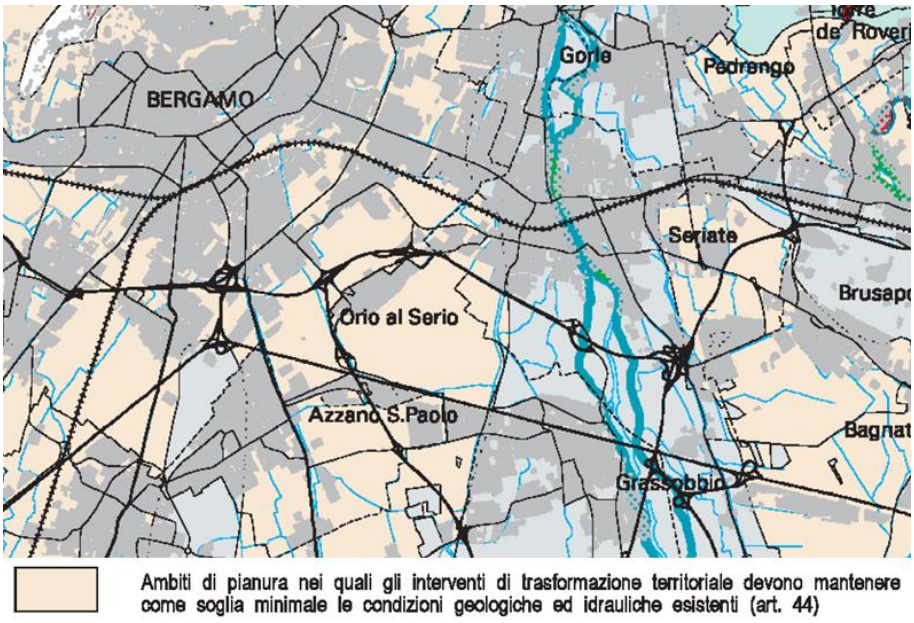


Figura 3-1 Stralcio della TAV.1 "Elementi di pericolosità e criticità: compatibilità degli interventi di trasformazione del territorio"

Osservando la Figura 3-2 relativa agli Aspetti paesistico ambientali e sistema delle reti ecologiche, fatta eccezione per le aree urbanizzate e quelle protette da specifica tutela, il territorio attraversato dalla linea ferroviaria oggetto di intervento risulta caratterizzato dalla presenza di Aree con fenomeni urbanizzativi in atto o previste i prevalentemente inedificate, di immediato rapporto con i contesti urbani ed Aree agricole con finalità di protezione e conservazione.

Con riferimento alle Aree con fenomeni urbanizzativi in atto o previste i prevalentemente inedificate, di immediato rapporto con i contesti urbani (art. 62), gli interventi di espansione e trasformazioni urbane dovranno essere rivolti ad un adeguato inserimento paesistico ed ambientale, da ottenersi anche mediante previsione di impianti arborei ed arbustivi nelle parti esterne, adiacenti il territorio agricolo.

Secondo quanto stabilito dalle Norme del PTCP (art. 65), le Aree agricole con finalità di protezione e conservazione possono configurarsi come "zone a struttura vegetazionale di mitigazione dell'impatto ambientale e di inserimento paesaggistico delle infrastrutture", in cui l'inserimento della infrastruttura deve effettuarsi con una progettazione specifica e con eventuale riqualificazione paesaggistica.

Nello specifico gli ambiti appartenenti al sistema paesistico ambientale sono coinvolti prevalentemente dalle aree per la cantierizzazione, per cui si prevede la totale restituzione alla condizione originaria. Per quanto riguarda l'inserimento del tracciato ferroviario si prevedono opere di inserimento paesaggistico, altrimenti indicate come opere a verde con l'obiettivo di aumentare il valore del contesto paesaggistico di riferimento.

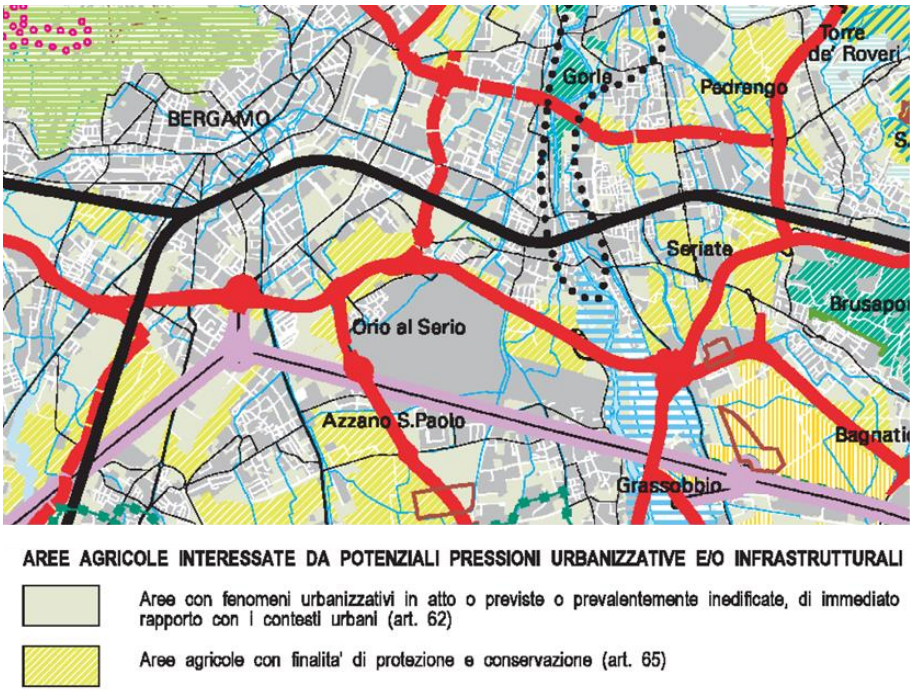


Figura 3-2 Stralcio della TAV.2.2 "Tutela, riqualificazione e valorizzazione ambientale e paesistica del territorio"

Per quanto attiene alle tematiche relative alle Infrastrutture per la mobilità ed alla Organizzazione e disciplina degli insediamenti, osservando la Figura 3-3 di riferimento, si evince come parte del nuovo tracciato ferroviario attraversi il centro urbano di Bergamo in affiancamento stretto all'esistente, mentre la restante parte interessi ambiti definiti dalla pianificazione locale vigente connotata da arterie di comunicazione esistenti e di previsione.

Per quanto concerne le aree urbanizzate attraversate dalla linea ferroviaria non risultano esservi nuclei storici direttamente interessati, anche se adiacenti l'attuale sedime. Per tali contesti il PTCP (art. 91 NTA) rimanda alla pianificazione locale la disciplina degli interventi ai sensi dell'art. 17 della L.R. 51/75, così come modificato dall'art. 5 della L.R. 1/2001.

Figura 3-3 Stralcio della TAV.4 "Quadro strutturale - Organizzazione del territorio e sistemi insediativi"

3.1.3 La pianificazione locale

In riferimento alla LR 12/2005, la pianificazione comunale si attua mediante il Piano di Governo del Territorio (PGT) che definisce l'assetto dell'intero territorio comunale ed è articolato nei seguenti atti:

- il Documento di Piano,
- il Piano dei Servizi,
- il Piano delle Regole.

Gli aspetti regolamentativi e gli elementi di qualità della città e del territorio sono affidati al Piano delle Regole; l'armonizzazione tra insediamenti funzionali ed il sistema dei servizi e delle attrezzature pubbliche e di interesse pubblico o generale viene affidata al Piano dei Servizi.
Questi ultimi due strumenti pur congegnati in modo da avere autonomia di elaborazione, previsione ed attuazione, devono interagire, tra loro e con il Documento di Piano, assicurando reciproche coerenze e sinergie, ma soprattutto debbono definire le azioni per la realizzazione delle strategie e degli obiettivi prefigurati nel Documento di Piano, all'interno dell'unicità del processo di pianificazione.
Sia il Piano dei Servizi che il Piano delle Regole devono garantire coerenza con gli obiettivi strategici e quantitativi di sviluppo complessivo del PGT contenuti nel Documento di Piano e, nello stesso tempo, gli indirizzi specifici contenuti in essi trovano fondamento e si configurano come sviluppi delle direttive ed indicazioni che il Documento di Piano detta nell'ambito della definizione delle politiche funzionali (residenza, edilizia residenziale pubblica, attività produttive primarie, secondarie, terziarie, distribuzione commerciale), di qualità del territorio e di tutela dell'ambiente.
In quest'ottica le previsioni contenute nel Documento di Piano, in quanto espressioni della strategia complessiva di sviluppo delineata dal PGT, non producono effetti diretti sul regime giuridico dei suoli. La conformazione dei suoli avviene infatti attraverso il Piano dei Servizi, il Piano delle Regole, i piani attuativi, ed i Programmi Integrati di Intervento.

Il Documento di Piano

La caratteristica fondamentale del Documento di Piano è quella di possedere una dimensione strategica, che si traduce nella definizione di una visione complessiva del territorio comunale e del suo sviluppo, ed una più direttamente operativa, contraddistinta dalla determinazione degli obiettivi specifici da attivare per le diverse destinazioni funzionali e dall'individuazione degli ambiti soggetti a trasformazione.
Il Documento di Piano, pur riferendosi ad un arco temporale definito (validità quinquennale assegnata dalla Legge), che risponde ad un'esigenza di flessibilità legata alla necessità di fornire risposte tempestive al rapido evolversi delle dinamiche territoriali, proprio per l'essenza dello stesso deve contenere una visione strategica rivolta ad un orizzonte temporale di più ampio respiro.

Il documento di piano definisce:

- il quadro ricognitivo e programmatorio di riferimento per lo sviluppo economico e sociale del comune;
- il quadro conoscitivo del territorio comunale, come risultante dalle trasformazioni avvenute;
- l'assetto geologico, idrogeologico e sismico.

I quadri conoscitivi e ricognitivi costituiscono pertanto il riferimento per:

- l'individuazione degli obiettivi di sviluppo, miglioramento e conservazione a valenza strategica per la politica territoriale del Comune
- la determinazione degli obiettivi quantitativi di sviluppo complessivo del PGT
- la determinazione delle politiche di intervento per i diversi sistemi funzionali
- la dimostrazione della compatibilità delle politiche di intervento individuate con le risorse economiche attivabili dall'Amministrazione Comunale
- l'individuazione degli ambiti di trasformazione
- determinare le modalità di recepimento delle eventuali previsioni prevalenti contenute nei piani di livello sovracomunale
- definire eventuali criteri di compensazione, di perequazione e di incentivazione

Il Piano dei Servizi

Con la LR 12/2005, il Piano dei Servizi strumento già noto ai Comuni in quanto introdotto nella legislazione urbanistica regionale nel 2001, acquista valore di atto autonomo, a riconoscimento della centralità delle politiche ed azioni di governo inerenti alle aree ed alle strutture pubbliche e di interesse pubblico o generale e della dotazione ed offerta di servizi.

Il Piano dei Servizi concorre al perseguimento degli obiettivi dichiarati nel Documento di Piano per realizzare un coerente disegno di pianificazione sotto l'aspetto della corretta dotazione di aree per attrezzature pubbliche nonché per assicurare, attraverso il sistema dei servizi l'integrazione tra le diverse componenti del tessuto edificato e garantire un'adeguata ed omogenea accessibilità ai diversi servizi a tutta la popolazione comunale.

In questo senso il Piano dei Servizi determina importanti ricadute in termini di disegno del territorio, in quanto struttura portante del sistema urbano e, in particolare, dello spazio pubblico della città.

Il Piano dei Servizi, basandosi sul quadro conoscitivo e orientativo del territorio comunale definito dal Documento di Piano e sulla scorta di eventuali ulteriori e specifiche indagini sulla situazione locale deve in particolare:

- inquadrare il Comune nel contesto territoriale che rappresenta l'ambito di riferimento per la fruizione dei servizi;
- formulare l'inventario dei servizi presenti nel territorio;
- determinare lo stato dei bisogni e della domanda di servizi;
- confrontare l'offerta e la domanda di servizi per definire una diagnosi dello stato dei servizi ed individuare eventuali carenze;
- determinare il progetto e le priorità di azione.

Il Piano delle Regole

Il Piano delle Regole si connota come lo strumento di controllo della qualità urbana e territoriale.
Esso considera e disciplina, cartograficamente e con norme, l'intero territorio comunale, fatta eccezione per le aree comprese negli ambiti di trasformazione di espansione individuati dal Documento di Piano, che si attuano tramite piani attuativi, secondo criteri, anche insediativi e morfologici, dettati direttamente dal Documento di Piano stesso.
Il Piano delle Regole, concorre al perseguimento degli obiettivi dichiarati nel Documento di Piano per un coerente disegno di pianificazione sotto l'aspetto insediativo, tipologico e morfologico e per un miglioramento della qualità paesaggistica delle diverse parti del territorio urbano ed extraurbano; inoltre in coordinamento con il Piano dei Servizi, disciplina - sotto l'aspetto insediativo, tipologico e morfologico - anche le aree e gli edifici destinati a servizi (edifici e aree per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico o generale, aree a verde, corridoi ecologici e sistema del verde di connessione tra territorio rurale e quello edificato, eventuali aree per l'edilizia residenziale pubblica), al fine di assicurare l'integrazione tra le diverse componenti del tessuto edificato e di questo con il territorio rurale.

Il Piano delle Regole, basandosi sul quadro conoscitivo del territorio comunale definito dal Documento di Piano e sulla scorta di eventuali ulteriori indagini conoscitive, individua e recepisce innanzitutto:

- le previsioni sovraordinate, prevalenti e vincolanti;
- tutti i vincoli di varia natura sovraordinati che gravano sul territorio;
- gli ambiti del tessuto urbano consolidato, costituito dall'insieme delle parti di territorio su cui è già avvenuta l'edificazione o la trasformazione dei suoli, comprendendo in esso le aree libere intercluse o di completamento;
- le aree destinate all'esercizio dell'attività agricola;

- le aree di valore paesaggistico-ambientale ed ecologiche ritenute meritevoli di valorizzazione a livello locale;
- le aree non soggette ad interventi di trasformazione urbanistica;
- i vincoli e le classi di fattibilità, delle azioni di piano secondo i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della LR 12/2005";
- le aree e gli edifici a rischio di compromissione o degrado, che richiedono una particolare attenzione manutentiva ed una disciplina degli interventi di recupero e valorizzazione.

Con riferimento al Progetto Definitivo indagato, gli strumenti urbanistici dei territori comunali interessati dalle opere in progetto sono i seguenti:

- PGT del comune di Bergamo, approvato con DCC n. 86 Reg/26 Prop. Del in data 14/05/2010,
- PGT del comune di Orio al Serio, approvato con DCC n. 18 del 28/06/2013.

Al fine di inquadrare l'opera in progetto con i suddetti strumenti di pianificazione urbanistica, l'analisi condotta ha preso a riferimento gli elaborati cartografici afferenti al Piano delle Regole, che rappresenta lo strumento finalizzato a definire le regole urbanistiche ed edilizie, le destinazioni d'uso del suolo e degli edifici e le modalità di intervento relative al territorio urbanizzato, la cui restituzione cartografica è riportata nell'elaborato "Uso approvato del territorio" (NM2701D22N5SA0001001-2A) allegato alla presente relazione.

Analizzando tale elaborato cartografico emerge una elevata presenza di aree classificate come non funzionali all'attività agricola e di scarso valore paesaggistico ambientale ed ecosistemico, intervallate da aree libere indicate come di supporto alla rete ecologica comunale. Per quanto riguarda le aree urbane interessate dalle opere in progetto trattasi di tessuti urbani consolidati e di trasformazione.

Nell'ambito del Piano delle Regole del PGT del Comune di Orio al Serio, la stazione ferroviaria risulta ricompresa all'interno del Sedime aeroportuale come definito dal Piano.
Per tale ambito, l'art. 20 delle Norme stabilisce che sono le leggi nazionali e regionali a regolare lo sviluppo, l'utilizzo e la gestione delle strutture aeroportuali.
Il medesimo articolo stabilisce inoltre che sono a carico della Società aeroportuale, previo accordo con l'Amministrazione Comunale e gli Enti istituzionali di controllo, tutte le opere di mitigazione funzionali alla riduzione dell'inquinamento acustico per la protezione del centro abitato. I relativi progetti d'intervento dovranno essere sottoposti all'Amministrazione Comunale, previo parere degli organismi di controllo.

La Società gestore del sistema aeroportuale è obbligata a sottoporre a parere da parte dell'Amministrazione Comunale qualsiasi progetto d'intervento di modificazione dei luoghi, siano essi interventi a carattere edilizio, che relativi ad opere infrastrutturali e di urbanizzazione primaria o secondaria.

3.2 Il sistema dei vincoli e delle discipline di tutela paesistico-ambientale

3.2.1 Ambito tematico di analisi e fonti conoscitive

La finalità dell'analisi documentata nel presente paragrafo risiede nel dare conto del rapporto intercorrente tra l'opera in progetto, considerata esclusivamente rispetto alla sua impronta a terra, ed il sistema dei vincoli e delle tutele, quest'ultimo inteso con riferimento alle tipologie di beni nel seguito descritte rispetto alla loro natura e riferimenti normativi:

- *Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi*

  Secondo quanto disposto dal co. 1 dell'articolo 10 del suddetto decreto «sono beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, ivi compresi gli enti ecclesiastici civilmente riconosciuti, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico», nonché quelli richiamati ai commi 2, 3 e 4 del medesimo articolo.

  Ai sensi di quanto disposto dal successivo articolo 12 «le cose indicate all'articolo 10, comma 1, che siano opera di autore non più vivente e la cui esecuzione risalga ad oltre settanta anni, sono sottoposte alle disposizioni della presente Parte fino a quando non sia stata effettuata la verifica di cui al comma 2», ossia sino a quando i competenti organi del Ministero, d'ufficio o su richiesta formulata dai soggetti cui le cose appartengono, non abbiano condotto la verifica della sussistenza dell'interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico.

- *Beni paesaggistici di cui alla parte terza del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente ex artt. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", 142 "Aree tutelate per legge"*

  Come noto, i beni di cui all'articolo 136 sono costituiti dalle "bellezze individue" (co. 1 lett. a) e b)) e dalle "bellezze d'insieme" (co. 1 lett. c) e d)), individuate ai sensi degli articoli 138 "Avvio del procedimento di dichiarazione di notevole interesse pubblico" e 141 "Provvedimenti ministeriali".

  Per quanto riguarda le aree tutelate per legge, queste sono costituite da un insieme di categorie di elementi territoriali, per l'appunto oggetto di tutela ope legis in quanto tali, identificati al comma 1 del succitato articolo dalla lettera a) alla m). A titolo esemplificativo, rientrano all'interno di dette categorie i corsi d'acqua e le relative fasce di ampiezza pari a 150 metri per sponda, i territori coperti da boschi e foreste, etc.

- *Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91 e dal Piano generale delle aree protette lombarde ai sensi della LR n. 86 del 30 novembre 1983 e la Rete Natura 2000*

  Ai sensi di quanto disposto dall'articolo 1 della L394/91, le aree naturali protette sono costituite dai quei territori che, presentando «formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che hanno rilevante valore naturalistico e ambientale», sono soggetti a specifico regime di tutela e gestione. In tal senso, secondo quanto disposto dal successivo articolo 2 della citata legge, le aree naturali protette sono costituite da parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali.

  In Lombardia, con la LR n. 86/1983 è stata avviata la costruzione di un sistema completo di aree naturali, individuando una serie di zone di alto valore naturalistico e paesaggistico, distribuite su tutto il territorio regionale; tali aree sono classificate in Parchi, Riserve e Monumenti naturali. La stessa legge ha introdotto la categoria dei Parchi Locali d'Interesse Sovracomunale (PLIS).

  Ai sensi di quanto previsto dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat", con Rete Natura 2000 si intende l'insieme dei territori soggetti a disciplina di tutela costituito da aree di particolare pregio naturalistico, quali le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) ovvero i Siti di Interesse Comunitario (SIC), e comprendente anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE.
- *Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923*

  Come chiaramente definito dall'articolo 1, il "vincolo per scopi idrogeologici" attiene ai quei «terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7,8 e 9, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque».

  In tal senso e, soprattutto, letto nell'attuale prospettiva, è possibile affermare che detto vincolo definisce un regime d'uso e trasformazione (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo) di dette tipologie di terreni, il quale, oltre a prevenire il danno pubblico, è volto a garantire l'equilibrio ecosistemico.

La ricognizione dei vincoli e delle aree soggette a disciplina di tutela è stata operata sulla base delle informazioni tratte dalle seguenti fonti conoscitive:

- *Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia*, *Tavola delle previsioni di Piano dei PGT redatti dai Comuni* (Agg. 01/02/2017), al fine di individuare la localizzazione dei Beni culturali tutelati ai sensi della Parte II del D.lgs. 42/2004 e smi ricadenti nell'ambito della provincia di Bergamo;
- *Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia, Vincoli paesaggistici* (Agg. 31/12/2017), al fine di individuare la localizzazione dei Beni paesaggistici di cui alla Parte III del D.Lgs. 42/2004 e smi,

in particolare degli immobili e delle aree di notevole interesse pubblico di cui all'articolo 136 del D.lgs. 42/2004 e smi e delle aree tutelate per legge di cui all'art. 142 del citato Decreto;

- *Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia - Aree protette* (Agg. 31/03/2020) *e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Geoportale nazionale – Elenco Ufficiale Aree Protette (EUAP)* (Agg. 10/04/2011), al fine di individuare la localizzazione dei parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi tutelati ai sensi dell'art. 142 co. 1 lett. f del DLgs 42/2004 e smi;
- *Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia*, *Carta delle aree soggette a vincoli idrogeologico* (20/12/2013), al fine di individuare le aree gravate da vincolo idrogeologico.

La consultazione delle fonti sopra riportate è stata condotta nel mese di agosto 2020.

3.2.2 I beni culturali

La ricognizione dei Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi, condotta sulla scorta della consultazione delle succitate fonti conoscitive, i cui esiti sono rappresentati all'interno della "Carta dei vincoli e delle tutele" (NM2701D22N5SA0001003-4A), allegata alla presente relazione, gran parte dei beni culturali di interesse dichiarato di cui all'art. 10 del D.Lgs. 42/2004 e smi sono concentrati all'interno della Città Alta di Bergamo, mentre nelle zone di pianura, questi sono prevalentemente localizzabili in corrispondenza dei nuclei di antica formazione di origine rurale.

Nessuno di tali beni risulta in prossimità delle opere in progetto e delle relative aree di cantiere, fatta eccezione per l'edificio a corte con area annessa in via Piccinelli, 3 che, seppur localizzato in prossimità del tratto ferroviario in progetto, in corrispondenza della progressiva 0+900 circa, non risulta direttamente interferito dalle opere in progetto e dalle relative aree di cantiere fisso.

3.2.3 I beni paesaggistici

Attraverso la "Carta dei vincoli e delle tutele" (NM2701D22N5SA0001003-4A), allegata alla presente relazione, si evince che non risultano esservi nell'area oggetto di analisi di immobili ed aree di notevole interesse pubblico (ex art. 136 D.lgs. 42/2004 e smi); tale tipologia di bene è riscontrabile in corrispondenza della Città Alta di Bergamo e nelle aree collinari retrostanti.
Le opere in progetto e relative aree di cantiere fisso interessano unicamente aree tutelata per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi e, nello specifico con i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna di cui al co. 1 lett. c).

Si segnala altresì la presenza di territori boscati (art. 142 co. 1, lett. g)) e parchi e riserve (art. 142 co. 1 lett. f)) tutelati per legge che, pur essendo in aree contermini il tracciato ferroviario in progetto e relative aree di cantiere fisso, non sono direttamente interferiti.

Nella tabella che segue si riportano in dettaglio i rapporti di interferenza tra opere in progetto, le relative aree di cantiere fisso e beni paesaggistici ex art. 142 co. 1 lett. c del D.lgs. 42/2004 e smi.

Tabella 3-2 Rapporto tra opere in progetto e beni paesaggistici ex art. 142 co. 1 lett. c del D.lgs. 42/2004 e smi

Opere	Pk/WBS
Opere di linea	2+870 – 3+350
Opere idrauliche	IN09A IN09C
Opere viarie connesse	NV01C NV02B
Aree di cantiere fisso	CA.01 CB.01 AS.02 AS.03A/B AT.03

3.2.4 Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000

Attraverso la "Carta delle aree protette e Rete Natura 2000" (NM2701D22NZSA0001001A), allegata alla presente relazione, è possibile osservare come l'ambito attraversato dalla linea ferroviaria in progetto sia connotato dalla presenza di territori ricadenti all'interno di aree protette e siti Natura 2000.
Nello specifico, mediante il medesimo elaborato cartografico è possibile individuare le aree protette ricadenti entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario in progetto. In particolare, i rapporti tra le opere in progetto e le aree protette sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 3-3 Rapporto tra opere in progetto ed aree protette

Area protetta	*Distanza minima dall'asse ferroviario in progetto*
Parco naturale "Parco Naturale dei Colli di Bergamo" (EUAP0192)	3,6 km circa
Parco regionale "Parco dei Colli di Bergamo"	1,7 km circa

Area protetta	*Distanza minima dall'asse ferroviario in progetto*
Parco regionale "Parco del Serio"	2,5 km circa
PLIS "Parco del Serio Nord"	1,6 km circa
PLIS "Naturalserio"	3,3 km circa
PLIS "Parco Agricolo Ecologico"	600 m circa
PLIS "Parco del Rio Morla e delle rogge"	950 m circa
PLIS del Monte Bastia e del Roccolo	4 km circa

Come si evince dalla precedente tabella, tali aree non risultano interferite direttamente dalle opere in progetto; quella più prossima al tracciato in progetto risulta essere il Parco Locale di Interesse Sovracomunale "Parco Ecologico Agricolo", ubicato ad una distanza minima di circa 600 m dall'asse ferroviario in progetto.

Analogamente, anche per quanto attiene alla Rete Natura 2000, è possibile individuare i siti ricadenti entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario in progetto. Nello specifico, l'unico sito presente riguarda la Zona Speciale di Conservazione "Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza" (IT2060012), la cui distanza minima dall'asse ferroviario in progetto è pari a circa 3,6 km.

Altre aree protette e siti Natura 2000 presenti sono ubicati ad una distanza superiore di 5 km dalle opere in progetto.

3.2.5 Aree soggette a vincolo idrogeologico

Sulla scorta delle informazioni desunte dal Geoportale Lombardia, l'asse ferroviario in progetto non risulta attraversare aree gravate da vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923.

3.2.6 Vincoli aeronautici

Stante la prossimità dell'opera in progetto ad un'infrastruttura aeroportuale, nel caso in specie assume particolare rilevanza il tema dei vincoli aeroportuali.
La materia trova regolamentazione nell'articolo 707 "Determinazione delle zone soggette a limitazioni" del Codice della navigazione – Parte Seconda della Navigazione aerea, così come approvato con DLgs 96/2005, e nel "Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti" al Capitolo 4 "Valutazione e limitazione ostacoli".

Nello specifico, il primo comma del succitato articolo 707 stabilisce che «al fine di garantire la sicurezza della navigazione aerea, l'ENAC individua le zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti e stabilisce le limitazioni relative agli ostacoli per la navigazione aerea ed ai potenziali pericoli per la stessa, conformemente alla normativa tecnica internazionale».

Il citato Regolamento, riprendendo quanto disposto nell'articolo 707, stabilisce che «al fine di garantire la sicurezza della navigazione aerea, l'ENAC individua le zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti e stabilisce le limitazioni relative:

- agli ostacoli per la navigazione aerea, in conformità alle superfici di delimitazione degli ostacoli di cui ai successivi paragrafi del presente Capitolo
- ai potenziali pericoli per la stessa navigazione, in conformità alle indicazioni descritte nel paragrafo 12 del presente Capitolo.

Le zone da sottoporre a vincolo e le relative limitazioni sono riportate in apposite mappe alla cui redazione provvede il gestore aeroportuale nell'ambito dei compiti di cui al certificato di aeroporto.

Gli Enti locali, nell'esercizio delle proprie competenze in ordine alla programmazione ed al governo del territorio, adeguano i propri strumenti di pianificazione alle prescrizioni delle mappe di vincolo».

Le superfici di delimitazioni ostacoli, oggetto di regolamentazione nei paragrafi del Capitolo 4, sono le seguenti (cfr. Figura 3-4):

- Superficie di salita al decollo (Take off Climb Surface - TOCS)
  La Take off Climb Surface è un piano inclinato con origine oltre la fine della pista o alla fine della clearway quando presente
- Superficie di avvicinamento (Approach Surface)
  La superficie di avvicinamento, definita per ogni direzione di atterraggio, è un piano inclinato o una combinazione di piani che terminano 60 o 30 metri prima della soglia di pista
- Superficie di transizione (Transitional Surface - TS)
  La superficie di transizione è una superficie che si sviluppa dal bordo laterale della strip e da parte del bordo laterale della superficie di avvicinamento, con pendenza verso l'alto e verso l'esterno, fino alla superficie interna orizzontale

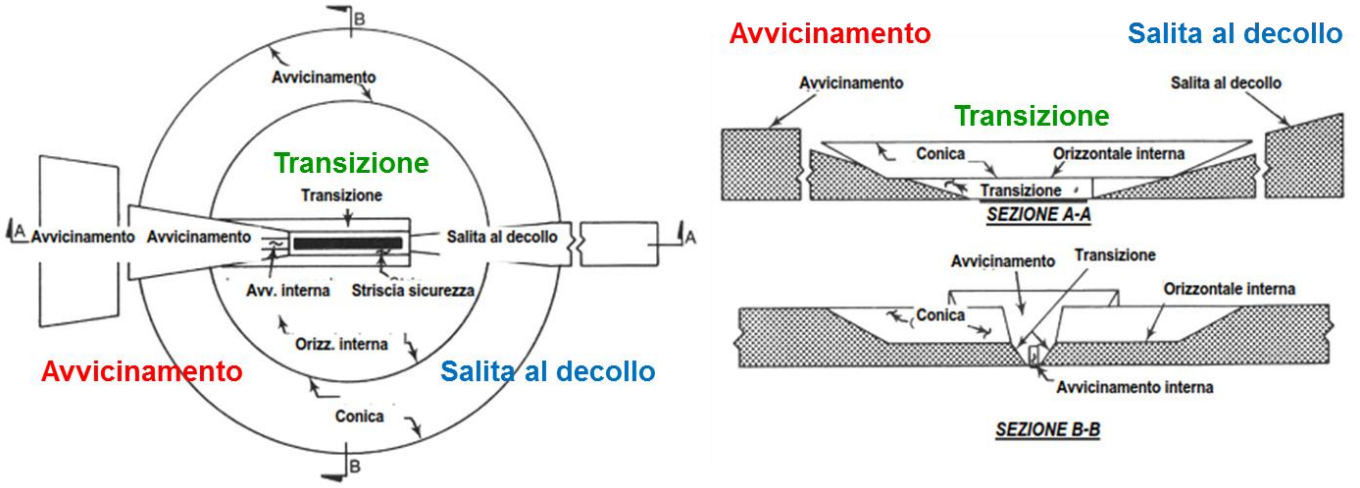


Figura 3-4 Denominazione delle diverse superfici di separazione ostacoli (Fonte: "Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti")

A queste si aggiungono inoltre Superficie orizzontale interna (Inner Horizontal Surface - IHS), Superficie conica (Conical Surface - CS) e la Superficie orizzontale esterna (Outer Horizontal Surface - OHS).

Le caratteristiche delle superfici di delimitazione ostacoli sono definite, a seguito del recepimento dei requisiti della normativa tecnica internazionale ICAO, sulla base delle caratteristiche fisiche ed operative degli aeroporti.

Entrando nel merito del caso in specie, l'individuazione delle superfici di delimitazione ostacoli è stata tratta dal Piano di sviluppo aeroportuale 2030 (PSA2030), redatto dalla società di gestione (SACBO), approvato in linea tecnica da parte di ENAC ed attualmente sottoposto a procedura di valutazione di impatto ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare (istanza presentata da ENAC, in qualità di proponente, in data 09.08.2018).
Nello specifico, l'individuazione di dette superfici è stata tratta dall'elaborato cartografico di PSA2030 denominato "Vincoli aeronautici - Limitazione ostacoli" (S07), facente parte della serie di elaborati relativi allo stato di fatto, ed il cui stralcio è riportato alla tavola NM2701D22N5SA0001005A allegata alla presente relazione.

Con riferimento a quanto riportato nel succitato elaborato si evidenzia che il tracciato in progetto interessa la Superficie di avvicinamento (Approach Surface), approssimativamente tra le progressive 3+300 e 3+900, e la Superficie di salita al decollo (Take off Climb Surface), tra le progressive 3+400 e 3+800, in testata pista 10.

A tale riguardo si ricorda che il tracciato in progetto, tra le progressive 2+295 e 2+771, corre in trincea per poi seguire, tra le progressive 2+771 e 3+396, in galleria artificiale (GA01) e nuovamente tornare in trincea sino alla progressiva 3+872.

In tal senso è possibile affermare che il tracciato in progetto non determina alcuna interferenza con le superfici di delimitazione ostacoli.

Inoltre, si evidenzia che il tratto in progetto compreso tra le progressive 1+830 e 2+100 interessa la Superficie di avvicinamento (Approach Surface) e la Superficie di salita al decollo (Take off Climb Surface) in testata 12 relativa alla pista di volo Aeroclub i cui limiti ostacoli sono impostati a circa 280 m s.l.m.. Posto che la porzione di progetto in questione, che corre in un tratto in rilevato tra le progressive 1+575 e 2+295 ad una quota compresa tra 247 e 249 m s.l.m., anche in questo caso è possibile ritenere che il tracciato in progetto non determina alcuna interferenza con le superfici di delimitazione ostacoli.

3.3 Considerazioni conclusive

Con riferimento alla pianificazione territoriale, sulla scorta della vigente legge urbanistica regionale (LR n. 12 del 11 marzo 2005 e ss.mm.ii.), il governo del territorio della Lombardia si attua mediante una pluralità di Piani, fra loro coordinati e differenziati, i quali, nel loro insieme, costituiscono la pianificazione del territorio stesso.

I Piani si caratterizzano ed articolano sia in ragione del diverso ambito territoriale cui si riferiscono, sia in virtù del contenuto e della funzione svolta dagli stessi.

Il Piano territoriale regionale e i Piani territoriali di coordinamento provinciali hanno efficacia di orientamento, indirizzo e coordinamento, fatte salve le previsioni che, ai sensi della suddetta LR, abbiano efficacia prevalente e vincolante.

A livello regionale è il Piano Territoriale Regionale, approvato con DCR del 19/01/2010, che costituisce «*atto fondamentale di indirizzo, agli effetti territoriali, della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province*», come previsto dall'art. 19, comma 1, della LR n. 12/2005.

La stessa LR attribuisce al PTR natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico e, in tal senso, la medesima legge stabilisce che «*entro due anni dall'approvazione del PTR, i comuni, le province, le città metropolitane e gli enti gestori delle aree protette conformano e adeguano i loro strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica agli obiettivi e alle misure generali di tutela paesaggistica dettati dal PTR, introducendo, ove necessario, le ulteriori previsioni conformative di maggiore definizione che, alla luce delle caratteristiche specifiche del territorio, risultino utili ad assicurare l'ottimale salvaguardia dei valori paesaggistici individuati dal PTR*» (Capo V, art. 77).

Stabilito quindi che il PTCP, i PGT e i PTC delle aree naturali protette, ove esistenti, assumono la natura di atto di maggiore definizione del PTR, le analisi di coerenza sono state effettuate tra il progetto oggetto del presente SIA ed i seguenti strumenti urbanistici: PTCP di Bergamo ed i PGT dei Comuni di Bergamo e Orio al Serio attraversati dalla tratta ferroviaria in progetto.

Per quanto attiene alla pianificazione di livello provinciale, l'analisi del PTCP di Bergamo è stata effettuata rispetto alle seguenti tematiche di interesse territoriale: Tutela del suolo e regimazione delle acque, Aspetti paesistico ambientali e sistema delle reti ecologiche, Infrastrutture per la mobilità, Organizzazione e disciplina degli insediamenti.
Per quanto riguarda le argomentazioni relative alla Tutela del suolo e regimazione delle acque, l'ambito attraversato dalla linea ferroviaria oggetto di intervento, fatta eccezione per le aree urbanizzate, risulta caratterizzato da Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono mantenere come soglia minimale le condizioni geologiche ed idrauliche esistenti; per dar conto di tali condizioni, le norme del PTCP impongono di effettuare studi ed analisi preventivi atti a garantire interventi che non riducano le condizioni di assetto idrogeologico vigenti.

In riferimento agli Aspetti paesistico ambientali e sistema delle reti ecologiche, la linea ferroviaria in progetto, fatta eccezione per le aree urbanizzate, attraversa limitate porzioni di territorio caratterizzate da Aree con fenomeni urbanizzativi in atto o previste i prevalentemente inedificate, di immediato rapporto con i contesti urbani ed Aree agricole con finalità di protezione e conservazione.
Secondo quanto stabilito dalle Norme del PTCP, nelle Aree con fenomeni urbanizzativi in atto o previste i prevalentemente inedificate, di immediato rapporto con i contesti urbani, gli interventi di espansione e trasformazioni urbane dovranno essere rivolti ad un adeguato inserimento paesistico ed ambientale, da ottenersi anche mediante previsione di impianti arborei ed arbustivi nelle parti esterne, adiacenti il territorio agricolo.
Con riferimento alle le Aree agricole con finalità di protezione e conservazione, queste possono configurarsi come "zone a struttura vegetazionale di mitigazione dell'impatto ambientale e di inserimento paesaggistico delle infrastrutture", in cui l'inserimento della infrastruttura deve effettuarsi con una progettazione specifica e con eventuale riqualificazione paesaggistica.
Nello specifico gli ambiti appartenenti al sistema paesistico ambientale sono coinvolti prevalentemente dalle aree per la cantierizzazione, per cui si prevede la totale restituzione alla condizione originaria. Per quanto riguarda l'inserimento del tracciato ferroviario si prevedono opere di inserimento paesaggistico, altrimenti indicate come opere a verde con l'obiettivo di aumentare il valore del contesto paesaggistico di riferimento.

Per quanto attiene alle tematiche relative alle Infrastrutture per la mobilità ed alla Organizzazione e disciplina degli insediamenti, parte del nuovo tracciato ferroviario attraversa il centro urbano di Bergamo in affiancamento stretto all'esistente, mentre la restante parte interessa ambiti definiti dalla pianificazione locale vigente connotata da arterie di comunicazione esistenti e di previsione.
Per quanto concerne le aree urbanizzate attraversate dalla linea ferroviaria non risultano esservi nuclei storici direttamente interessati, anche se adiacenti l'attuale sedime. Per tali contesti il PTCP rimanda alla pianificazione locale la disciplina degli interventi ai sensi dell'art. 17 della L.R. 51/75, così come modificato dall'art. 5 della L.R. 1/2001.

Con riferimento alla pianificazione urbanistica, l'analisi condotta ha evidenziato un territorio con elevata presenza di aree classificate come non funzionali all'attività agricola e di scarso valore paesaggistico ambientale ed ecosistemico, intervallate da aree libere indicate come di supporto alla rete ecologica comunale. Per quanto riguarda le aree urbane interessate dalle opere in progetto trattasi di tessuti urbani consolidati e di trasformazione.
Nell'ambito del Piano delle Regole del PGT del Comune di Orio al Serio, la stazione ferroviaria risulta ricompresa all'interno del Sedime aeroportuale come definito dal Piano. Per tale ambito, l'art. 20 delle Norme stabilisce che sono le leggi nazionali e regionali a regolare lo sviluppo, l'utilizzo e la gestione delle strutture aeroportuali. Il medesimo articolo stabilisce inoltre che sono a carico della Società aeroportuale, previo accordo con l'Amministrazione Comunale e gli Enti istituzionali di controllo, tutte le opere di mitigazione funzionali alla riduzione dell'inquinamento acustico per la protezione del centro abitato. I relativi progetti d'intervento dovranno essere sottoposti all'Amministrazione Comunale, previo parere degli organismi di controllo. La Società gestore del sistema aeroportuale è obbligata a sottoporre a parere da parte dell'Amministrazione Comunale qualsiasi progetto d'intervento di modificazione dei luoghi, siano essi interventi a carattere edilizio, che relativi ad opere infrastrutturali e di urbanizzazione primaria o secondaria.

Per quanto attiene al rapporto tra l'intervento in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele, si ricorda che gli interventi in progetto non interessano:

- Beni di interesse culturale dichiarato di cui alla Parte Seconda del D.lgs. 42/2004 e smi;
- Immobili ed aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136, Parte Terza del D.lgs. 42/2004 e smi;
- Aree protette, così come definite dalla L 394/91 e dal Piano generale delle aree protette lombarde ai sensi della LR n. 86 del 30 novembre 1983;
- Siti Natura 2000;

- Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923.

Stante quanto premesso, le situazioni di interferenza tra le opere in progetto ed il sistema dei vincoli attengono unicamente alle Aree tutelate per legge di cui all'art. 142, Parte Terza del D.lgs. 42/2004 e smi e riferibili nello specifico ai fiumi, torrenti, corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna di cui al co. 1 lett. c del citato Decreto.
Le opere in progetto, sempre intese nella loro totalità, non interessano alcuna delle altre tipologie di aree tutelate per legge previste dal predetto articolo di legge.

Entrando nel merito, come si evince dal grafico di seguito riportato, le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. c sono interessate dalle opere di linea per una estensione pari a circa 480 metri, equivalente a circa il 9% dell'estesa complessiva.

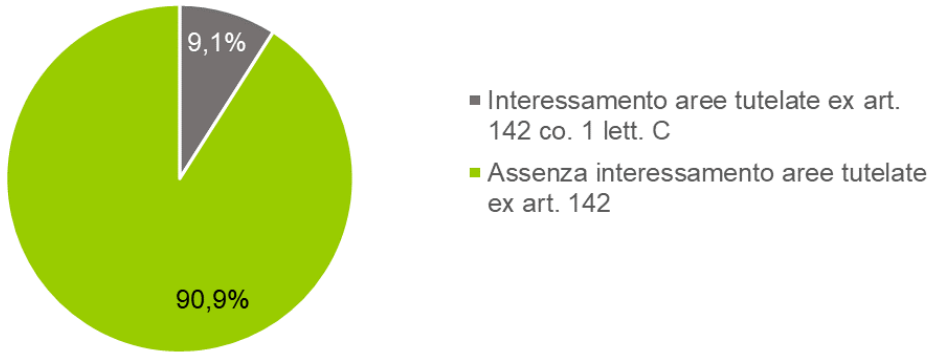


Figura 3-5 Rapporto tra Opere in progetto ed aree ex art. 142 co. 1 lett. c del Dlgs 42/2004 e smi

Per quanto concerne le opere viarie connesse, quelle che risultano ricadere in territorio gravato da tale area tutelata per legge sono esclusivamente la NV01C e NV02B.

Il progetto in esame prevede inoltre una serie di opere idrauliche a supporto delle opere infrastrutturali. Di queste, le uniche ricadenti in aree ex art. 142 co. 1 lett. c sono la IN09A e la IN09C.

In ultimo, rispetto alle 20 aree di cantiere fisso previste, solo i cantieri CA.01, CB.01, AS.02, AS.03A/B, AT.03 risultano ricadere nelle medesime aree tutelate per legge.

Se, in termini quantitativi, i dati sopra riportati danno conto del ridotto interessamento delle aree tutelate per legge da parte delle opere in progetto e delle aree di cantiere, dal punto di vista concettuale occorre

ricordare che le aree di cui all'articolo 142, sebbene nel loro complesso costitutive beni paesaggistici, presentano natura totalmente differente da quelle di cui all'articolo 136, in ragione della ratio della norma. Se nel caso delle aree di notevole interesse pubblico l'apposizione del vincolo discende dal riconoscimento in dette aree di «valori storici, culturali, naturali, morfologici, estetici [e della] loro valenza identitaria in rapporto al territorio in cui ricadono», in quello delle aree tutelate per legge la loro qualificazione come beni paesaggistici discende dalla volontà di preservare nella loro integrità specifiche tipologie di elementi del paesaggio, quali per l'appunto i corsi d'acqua e le loro sponde, a prescindere dalla loro qualità paesaggistica o rappresentatività.

Ad ogni modo, l'intervento in progetto è corredato dalla Relazione Paesaggistica redatta in conformità a quanto disposto dal DPCM 12/12/2005 al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 159 del D.lgs. 42/2004 e smi.

Si evidenzia che, data la prossimità dell'opera alla infrastruttura aeroportuale, la progettazione del collegamento ferroviario tra la Stazione di Bergamo e l'Aeroporto Orio al Serio ha tenuto da conto i vincoli aeroportuali relativi alle superfici di delimitazioni ostacoli.

4 ALTERNATIVE DI PROGETTO

Nel caso in specie, il tema delle alternative di progetto risulta strettamente correlato, da un lato, agli obiettivi posti alla base dell'iniziativa stessa e, dall'altro, alle caratteristiche territoriali alla base delle quali sono scaturite le scelte progettuali attraverso le quali è stata data risposta agli obiettivi di progetto.

Entrando nel merito degli obiettivi dell'iniziativa, in primo luogo occorre evidenziare che il collegamento ferroviario Orio al Serio, e con ciò l'intervento oggetto del presente studio, è inserito nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti (PRMT) che la Regione Lombardia ha approvato con DCR n. X/1245 del 20 settembre 2016 (cfr. Figura 4-1).

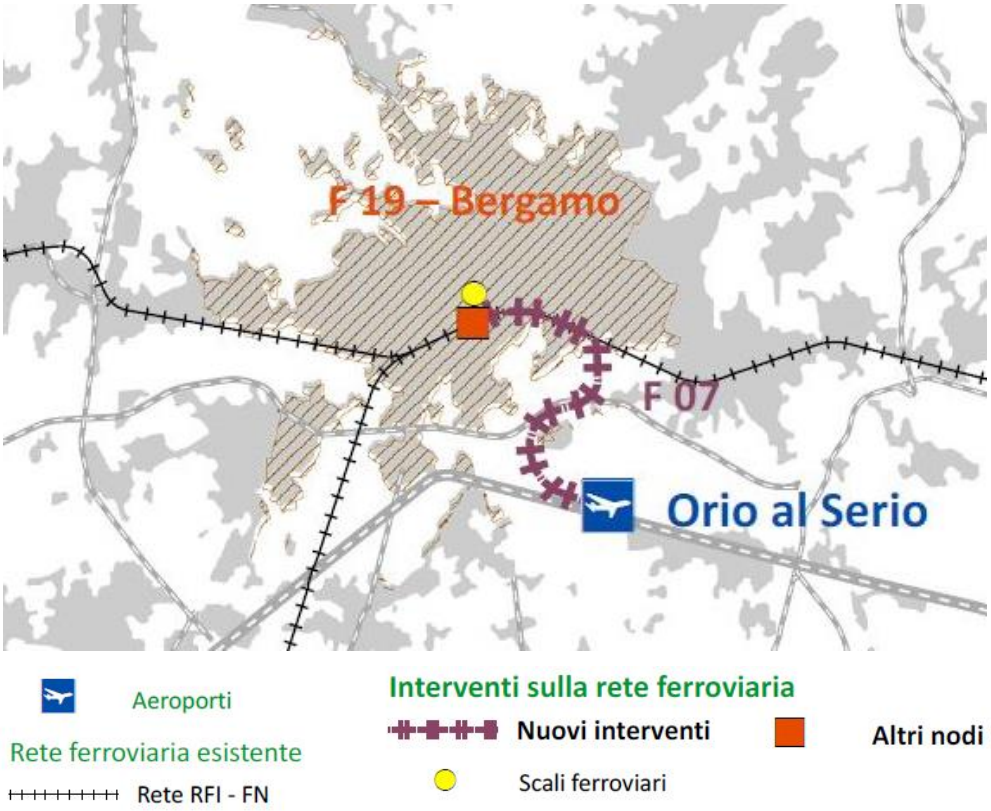


Figura 4-1 Interventi di connessione ferroviaria con l'Aeroporto di Orio al Serio (Fonte: PRMT – Tav. 1 Interventi sulla rete ferroviaria e sul sistema della logistica e intermodalità delle merci)

Come riportato nel capitolo 7 della Relazione di Piano[1] in merito al Collegamento Ferroviario Orio al Serio (Intervento F7), «*lo scopo è mettere in collegamento diretto la stazione ferroviaria di Bergamo con l'Aeroporto di Orio al Serio. Con questi interventi si intende garantire l'accessibilità ferroviaria ad Orio al Serio massimizzando la funzione dei collegamenti già oggi attivi sul territorio e minimizzando quindi i costi di esercizio*[2]».

Partendo da tale presupposto, l'obiettivo in capo al presente intervento è quello di realizzare un collegamento ferroviario diretto con l'aeroporto con distacco dalla linea Bergamo - Rovato – Brescia al fine di soddisfare la sempre crescente domanda di trasporto verso l'aeroporto, stimata in 13 milioni di passeggeri nel 2030 (fonte: ENAC) rispetto agli attuali 8 milioni pass/anno, attraverso un servizio ferroviario su ferro competitivo ed alternativo al servizio pubblico su gomma.

Per quanto invece concerne la configurazione delle opere di linea, come già illustrato, il tracciato si sviluppa all'interno di un contesto territoriale connotato da un grado di antropizzazione tale da aver sostanzialmente influito sulle scelte progettuali.
Il tracciato, nel suo tratto iniziale, si sviluppa, per circa 1,1 km, in stretto affiancamento alla linea ferroviaria esistente Bergamo – Rovato – Brescia, attraversando un'area densamente abitata di Bergamo.
A questo punto il nuovo tracciato si distacca dalla linea ferroviaria esistente proseguendo in direzione sud, attraversando un territorio prettamente agricolo e caratterizzato dalla presenza di importanti arterie stradali quali la SS671, la SP591bis e l'Autostrada A4. L'andamento planimetrico, così come concepito, consente al tracciato di svilupparsi quanto più possibile in affiancamento alla viabilità esistente prima di immettersi nell'area Terminal dell'Aeroporto, ove è prevista la realizzazione della stazione ferroviaria.

Appare, pertanto, evidente come le caratteristiche del territorio abbiamo fatto sì che la scelta progettuale adottata sia l'unica fattibile oltre a quella del non intervento, ossia la cosiddetta "Alternativa zero".
Questa ultima soluzione, oltre a risultare incoerente con l'assetto di rete infrastrutturale perseguito da Regione Lombardia attraverso l'approvazione del PRMT, non consentirebbe di conseguire l'obiettivo di collegare l'Aeroporto Orio al Serio, indicato da Regione stessa, funzionale a rispondere alla sempre più crescente domanda di trasporto un'offerta di trasporto verso l'Aeroporto attraverso un servizio pubblico su ferro che consenta una reale diversione modale dalla gomma privata a favore di detta modalità di trasporto.
La scelta della soluzione di non intervento, non rendendo possibile la creazione di una offerta di un servizio pubblico su ferro alternativo a quello pubblico su gomma, impedirebbe di conseguire a quella riduzione di

[1] Il capitolo è dedicato al "Sistema delle azioni"

[2] PRMT, Relazione di Piano, pag. 183

emissioni CO_2 derivante dalla diversione modale e che, nell'ambito del presente studio è stata stimata in 3000 t/anno.

Quanto qui sinteticamente riportato rende quindi evidente come l'Alternativa Zero, seppur teoricamente concepibile, di fatto non risulti percorribile.

In ragione di ciò, per il Nuovo collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Orio al Serio sono state individuate le seguenti sei diverse soluzioni infrastrutturali (Figura 4-2), che sono state oggetto di una analisi multicriteria al fine di individuare quella migliore da un punto di vista tecnico-economico, nonché ambientale:

- «Soluzione 1» collegamento da nord in galleria

  Il tracciato a doppio binario ha inizio sulla linea Bergamo - Brescia, subito dopo la Stazione di Bergamo, e si sviluppa in superficie per circa 1,4 km per poi svilupparsi in sotterraneo per circa 3,7 km. Sono previsti n. 2 impianti: "Fiera" in viadotto ed "Aeroporto" in sotterraneo in prossimità del Centro Commerciale. È previsto un collegamento sotterraneo di circa 220 m tra la Stazione Ferroviaria e il Terminal aeroportuale. Entrambi gli impianti prevedono un modulo marciapiedi di 250 m.
- «Soluzione 2» collegamento da ovest in superficie

  Il tracciato a doppio binario ha inizio sulla linea Treviglio - Bergamo, subito prima della Stazione di Bergamo, e si sviluppa completamente in superficie per circa 5,7 km. La stazione ferroviaria è in viadotto ed è collegata con il Terminal attraverso un collegamento in superficie di circa 130 m. La soluzione è compatibile con un eventuale collegamento superficiale con il Centro commerciale sopra l'autostrada.
- «Soluzione 3» collegamento da nord in galleria

  Il collegamento a doppio Binario è l'ottimizzazione della sol. 1. Il Tracciato è più corto di circa 1,1 km e si sviluppa a ridosso dell'aeroporto. Sono previsti due impianti: "Fiera" in viadotto ed "Aeroporto" in sotterraneo. La stazione è prevista in prossimità del Terminal aeroportuale. Il collegamento fra Stazione e Terminal è assicurato da un tunnel di estesa parti a circa 130 m.
- «Soluzione 4» collegamento da nord in superficie

  Il collegamento a doppio binario è l'ottimizzazione della sol. 1. Il Tracciato si sviluppa completamente in superficie. Per minimizzare le interferenze con il cono di volo delle piste è stato adottato un viadotto di tipo "Modena" a ridotto impegno verticale. Sono previsti due impianti: "Fiera" ed "Aeroporto" entrambe in superficie. La stazione è prevista in prossimità del Terminal aeroportuale. Il collegamento fra Stazione e Terminal è assicurato da un mezzanino superficiale di estesa parti a circa 130 m.

- «Soluzione 5» collegamento da nord «parzialmente interrato»

  Il collegamento a doppio Binario è l'ottimizzazione della sol. 1. Il Tracciato si sviluppa quasi completamente in superficie ad eccezione del tratto in corrispondenza delle piste aeroportuali. Per eliminare possibili interferenze con il cono di volo delle piste, il tracciato procede in sotterraneo per un estesa di circa 1,5 km. Sono previsti due impianti: "Fiera" ed "Aeroporto" entrambe in superficie. La stazione è prevista in prossimità del Terminal aeroportuale. Il collegamento fra Stazione e Terminal è assicurato da un mezzanino superficiale di estesa parti a circa 130 m.
- «Soluzione 6» collegamento da nord in superficie – Tracciato oggetto del presente Studio

  Il collegamento a doppio Binario è l'ottimizzazione della sol. 5. Il Tracciato si sviluppa quasi completamente in superficie ad eccezione del tratto in viadotto per scavalcare Via Lunga e in corrispondenza delle piste aeroportuali, per eliminare possibili interferenze con il cono di volo delle piste, il tracciato procede in sotterraneo per un estesa di circa 0,8 km. È prevista la realizzazione in superficie della stazione "Aeroporto" in prossimità del Terminal aeroportuale.

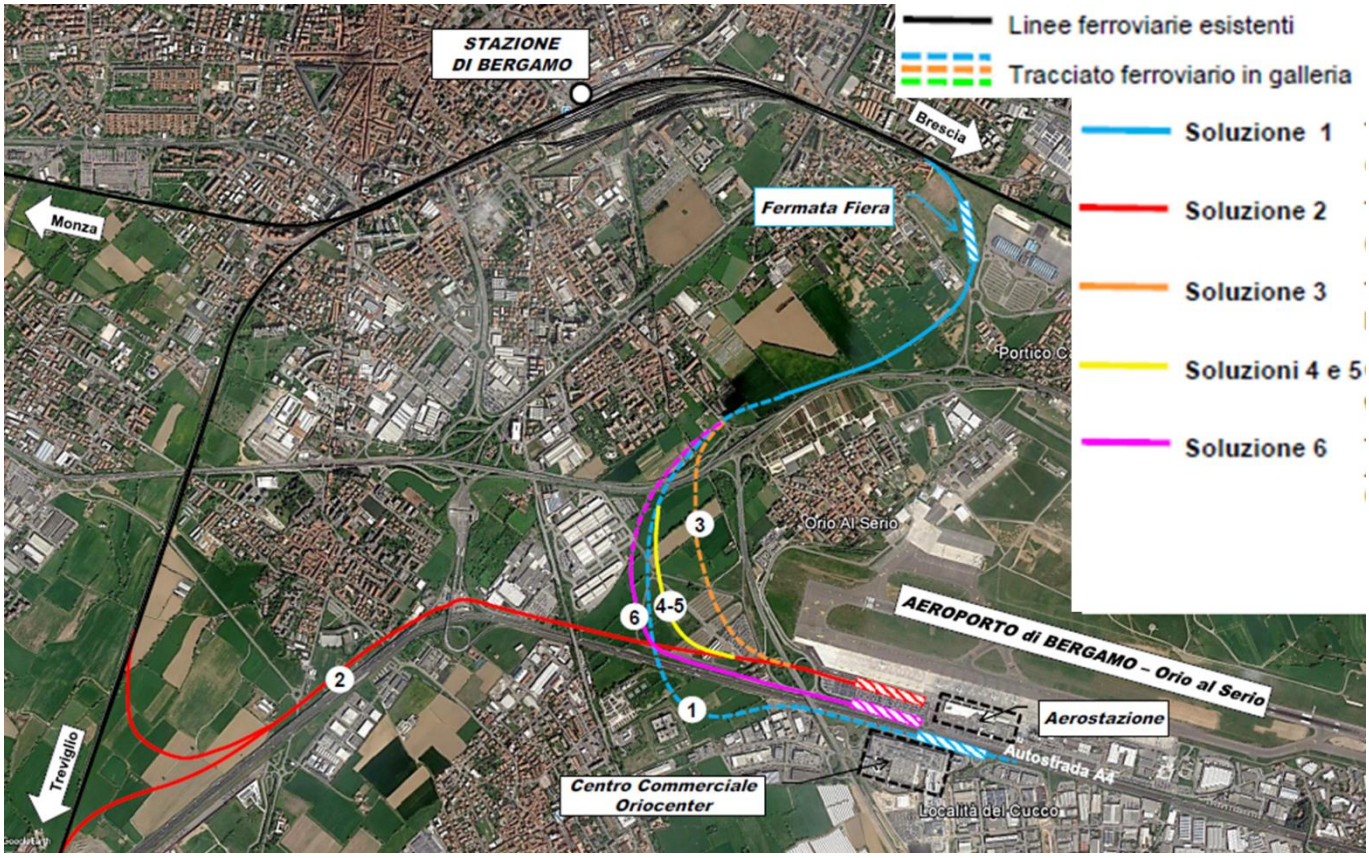


Figura 4-2 Collegamento con Orio al Serio: Quadro di insieme delle soluzioni progettuali

Come si evince dagli esiti della succitata analisi multicriteria riportati in Tabella 4-1, la soluzione 6, ovvero il tracciato oggetto del presente studio, è risultata la migliore perseguibile sia in termini tecno-economici che ambientali.

Tabella 4-1 Analisi multicriteria semplificata

Soluzione	*Valutazione*
Soluzione 1	VI
Soluzione 2	III
Soluzione 3	V
Soluzione 4	II
Soluzione 5	IV
Soluzione 6	I

In buona sostanza, la seppur sintetica descrizione sopra riportata rende evidente come l'aver risposto agli obiettivi di progetto attraverso la scelta del tracciato in progetto costituisca l'unica soluzione perseguibile all'interno di un'ottica di risparmio delle risorse naturali utilizzate e, più in generale, di limitazione degli effetti ambientali derivanti dalla presenza e dall'esercizio della nuova infrastruttura.
In tal senso, gli effetti che derivano da detta scelta progettuale sotto il profilo ambientale e, in particolare, rispetto a tutti gli aspetti correlati alla fisicità dell'opera, quali per l'appunto quelli concernenti il consumo di suolo, la modifica degli usi in atto, la riduzione del patrimonio agroalimentare, sottrazione di habitat e biocenosi, nonché la modifica della struttura del paesaggio e quella del paesaggio percettivo, sono quindi premiali rispetto a qualsiasi altra soluzione progettuale.

5 IL CONTESTO AMBIENTALE NELLO SCENARIO DI BASE

5.1 Suolo

5.1.1 Inquadramento geologico

Come riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica" (NM2700D69RGGE0000001A), alla quale si rimanda per ogni eventuale approfondimento concernente gli aspetti geologici e gli altri temi relativi al fattore Suolo, il territorio dell'area di Bergamo è suddivisibile in due settori distinti dal punto di vista geologico e geomorfologico. La zona dei colli appartiene alla porzione più meridionale delle Prealpi Lombarde ed è formata da rocce di età cretacica, fagliate e piegate. La fascia pedecollinare e la pianura sono costituite da ampie falde di depositi quaternari originati dallo smantellamento sin-orogenetico e post-orogenetico delle rocce del substrato roccioso.

Il territorio oggetto di studio è situato nella provincia tettonica delle Alpi e Prealpi Orobiche (Figura 5-1), a loro volta comprese nelle Alpi Meridionali. Le Alpi Meridionali sono caratterizzate da uno stile tettonico a pieghe e sovrascorrimenti, differente da quello dell'edificio alpino vero e proprio in quanto ha interessato unità appartenenti allo stesso dominio paleogeografico e non ha determinato significativi episodi di metamorfismo.

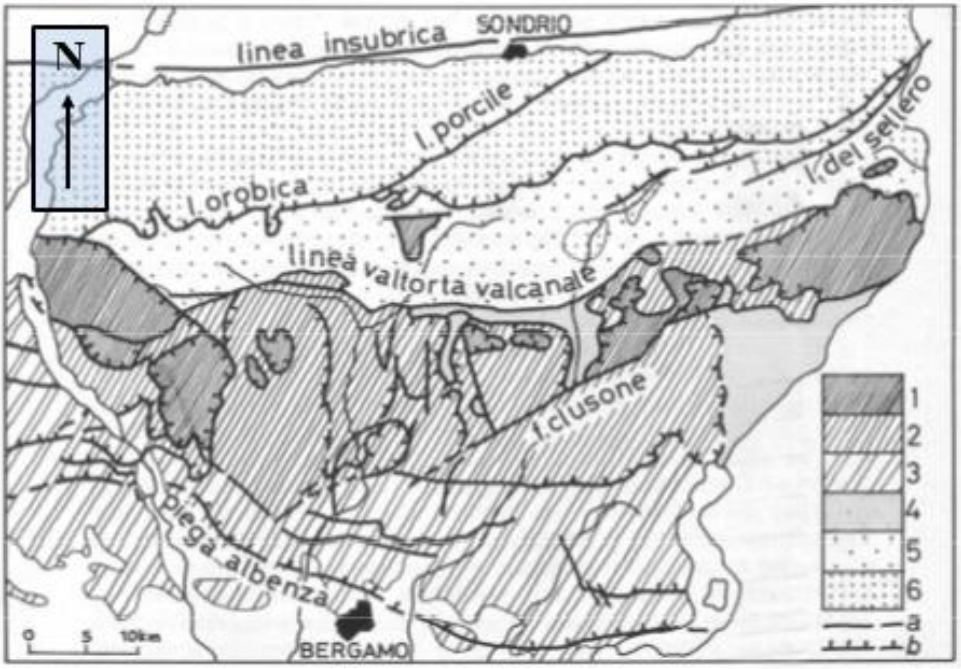


Figura 5-1 Carta strutturale delle Alpi e Prealpi Bergamasche. 1 - Zona delle unità alloctone superiori e delle unità Grigna e Pegherolo, 2 - Zona del Parautoctono e delle unità alloctone inferiori, 3 - Zona a pieghe-faglie delle Prealpi, 4 - Zona dell'Autoctono e delle scaglie Valtorta- Valcanale, 5 - Zona delle Anticlinali Orobiche, 6 - Zona del basamento Orobico a faglie, sovrascorrimenti, e pieghe faglie (Semplificato e modificato da Jadoul e Gaetani, 1979

Più in dettaglio le Alpi e Prealpi Orobiche sono suddivise in cinque settori, estesi in senso est-ovest, con differenti caratteristiche strutturali, di seguito elencate:

- il Basamento orobico: situato lungo il fianco idrografico destro della Valtellina. È caratterizzato da deformazioni del basamento cristallino con un sovrascorrimento sudvergente sopra la serie sedimentaria permo-triassica.
- l'Anticlinale Orobica: ubicata nel settore settentrionale della provincia di Bergamo. Presenta un sistema di pieghe e sovrascorrimenti che interessa la copertura sedimentaria permo-triassica.
- la Scaglia Valtorta-Valcanale: si trova in una stretta fascia a sud della linea Valtorta-Valcanale. I litotipi triassici che la costituiscono sono sovrascorsi, raddrizzati e tettonizzati.
- il Parautoctono e le unità alloctone: è ubicato nel settore centrale delle Prealpi Orobiche e ne costituisce l'unità strutturale fondamentale. E' caratterizzata da uno stile strutturale a faglie e sovrascorrimenti che localmente provocano una duplicatura o triplicatura della sequenza carbonatica triassica.
- il settore a pieghe-faglie (Flessura Pedemontana): ubicato nel settore meridionale delle Prealpi Orobiche fino al margine della pianura. È caratterizzato da uno stile a pieghe e a pieghe-faglie, con disposizione dei piani assiali prevalente est-ovest. In questa parte delle Prealpi Orobiche la Flessura Pedemontana è ben rappresentata dall'anticlinale dell'Albenza e da diverse pieghe minori

associate, dritte o rovesciate, ed è costituita da una cintura di pieghe *en echelon* SSW vergenti e faglie con immersione regionale N/110-120. Verso ovest, l'unità è interrotta lateralmente dalla faglia Roncola-Catremerio, situata pochi chilometri a sud di Costa Valle Imagna.

I rilievi della città di Bergamo appartengono, dal punto di vista strutturale, alla zona a pieghe e a faglie delle Prealpi.

L'età delle formazioni rocciose è quella della loro messa in posto. Tramite la loro composizione litologica e la similitudine con ambienti attuali è stato possibile riconoscere l'ambiente deposizionale nel quale si sono deposti i sedimenti e la conformazione paleogeografica dei continenti. Sono distinte tre fasi per le diversità dei caratteri paleogeografici che le contraddistinguono, ma la fase dominate è costituita dall'ambiente marino nel quale avviene la sedimentazione dei depositi che oggi formano l'"ossatura" dei rilievi montuosi.

5.1.2 Inquadramento geomorfologico

Pur essendo molto prossimo al comune di Seriate, presso cui cominciano ad elevarsi i primi rilievi collinari del sistema montuoso orobico, il territorio orientale del comune di Bergamo presenta già in maniera marcata le caratteristiche morfologiche e topografiche dei comuni di alta pianura, con un assetto tipicamente pianeggiante a cui si deve aggiungere una notevole componente antropica (Figura 5-2) per quanto riguarda l'utilizzo del suolo che ha contribuito ad accentuare il carattere pianeggiante della zona. Buona parte del territorio di Bergamo (circa 25 km^2) è occupato dagli insediamenti urbani e dal relativo intreccio di infrastrutture viarie. Il reticolo idrografico è stato quello che ha subito il maggior impatto dovuto allo sviluppo urbano, perdendo, per buona parte del suo sviluppo, il carattere di naturalità.

La morfologia tipicamente pianeggiante, interrotta localmente da piccoli dislivelli in corrispondenza di orli di terrazzi fluviali, è evidenziata dal blando degrado delle quote topografiche in direzione N-S (come avviene in tutta la zona). Si passa, in uno spazio di 2 km, da una quota di 246,3 m s.l.m. al confine con il comune di Seriate (posto a nord dell'area di progetto) fino ad una quota di 231,7 m s.l.m. in corrispondenza della località Nuova Betosca al confine con Zanica (a sud dell'area di progetto).

Le uniche variazioni topografiche, una volta significative, ma comunque sempre contenute nell'ordine dei 2-3 metri, erano individuabili in corrispondenza degli orli dei terrazzi fluviali situati nella zona est del territorio comunale, al confine con il comune di Seriate; si deve comunque evidenziare che tali terrazzamenti sono stati completamente obliterati dai lavori che hanno interessato, nel corso degli anni, il sedime aeroportuale dell'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio, con la loro conseguente eliminazione nella zona di confine est con i Comuni di Seriate e Grassobbio. Su gran parte delle zone del territorio risulta ormai impossibile riconoscere non solo eventuali elementi morfologici originari (si consideri che circa due

terzi del territorio sono occupati dal sedime aeroportuale, dove successivi spianamenti per edificazioni varie e prolungamenti della pista hanno causato le obliterazioni precedentemente citate; il resto del territorio risulta completamente edificato), ma anche i suoli originari e i loro caratteri tessiturali.

Più nel dettaglio, si analizza la cartografia geomorfologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Bergamo (stralcio riportato in Figura 5-2); è possibile osservare come la tratta interessata dal presente studio (evidenziata in rosso in Figura 5-2) intersechi un territorio interamente antropizzato, comprendente sia aree intensamente urbanizzate, quali strutture urbane ed infrastrutture stradali, oltre che aree agricole.

Come già descritto, il reticolo idrografico è stato quello che ha subito il maggior impatto dovuto al progresso urbano, perdendo per buona parte del suo sviluppo il carattere di naturalità. Come è possibile notare in carta il tracciato interseca la rete di canali e rogge presenti nel territorio a scopo agricolo, ed in particolare i vari rami della Roggia Morla.

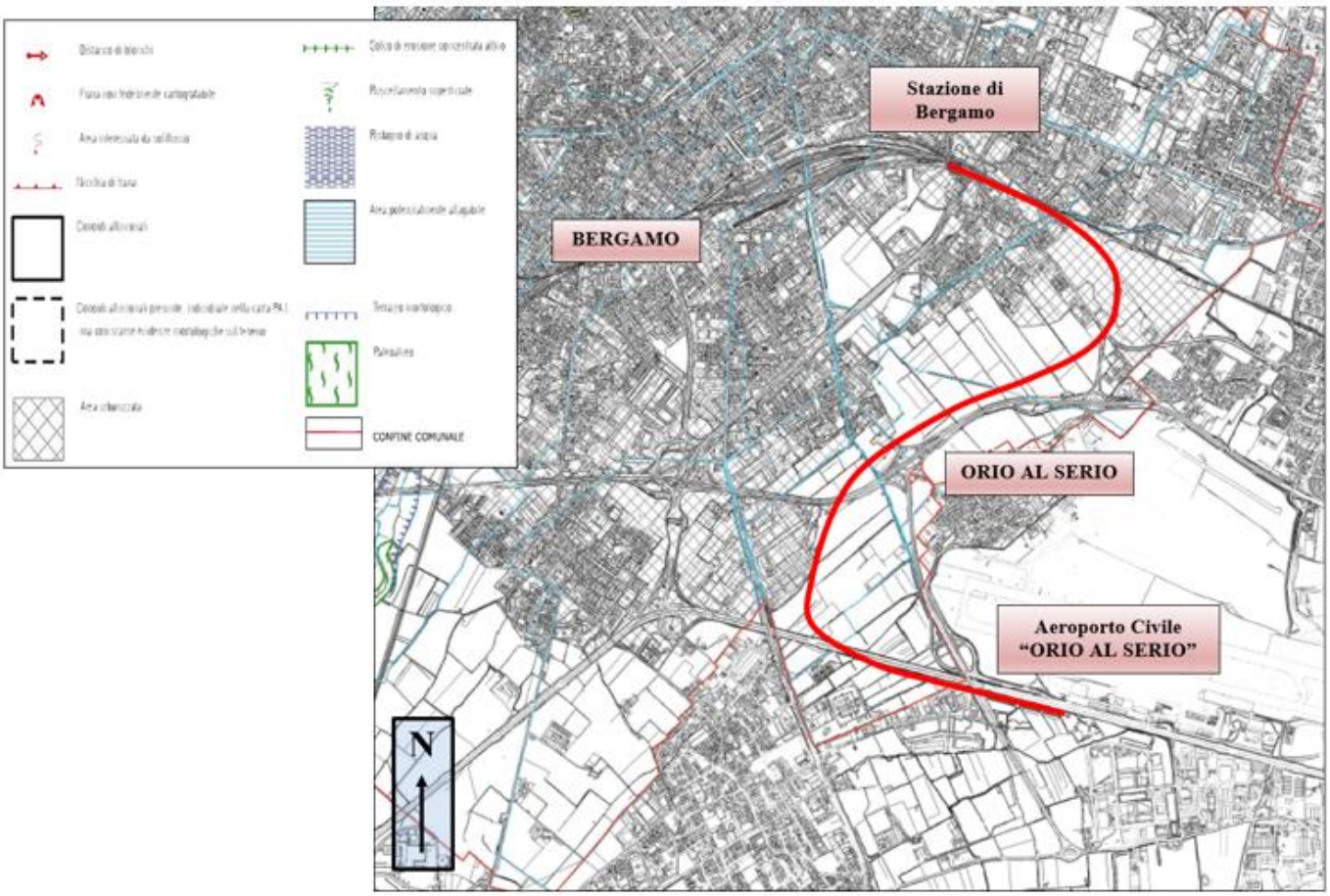


Figura 5-2 Stralcio non in scala della Carta Geomorfologica e relativa legenda (2011) allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Bergamo. Scala 1: 10.000. In rosso si evidenzia il tracciato di progetto.

5.1.3 Inquadramento idrogeologico

La successione stratigrafica dei depositi presenti nel sottosuolo della Provincia di Bergamo individua due unità idrogeologiche corrispondenti a due sistemi acquiferi principali, uno superficiale, con falda libera/semiconfinata, e, l'altro, inferiore con falda confinata.
Le principali caratteristiche di dette due unità idrogeologiche sono:

- L'unità superiore è formata da ghiaie e sabbie passanti con la profondità a conglomerati ed arenarie, ed intercalazioni di limi ed argille.
  Lo spessore medio è di 80-100 metri ed il limite inferiore è posizionato convenzionalmente in corrispondenza delle prime intercalazioni metriche di argille che abbiano continuità orizzontale.
- L'unità inferiore è costituita da più livelli permeabili ghiaiosi ma soprattutto conglomeratici, porosi e fessurati, separati da setti argillosi; con la profondità si registra un progressivo aumento della componente argillosa.
  I livelli conglomeratici sono sede di falde confinate captate, a scopo idropotabile, nei comuni a sud di Bergamo.

La prima unità idrogeologica è dunque quella di maggior interesse ai fini del presente studio.

L'unità idrogeologica superiore è formata da uno strato superficiale, di spessore compreso tra i 20 e i 30 metri, costituito da ghiaie e sabbie intercalate da livelli argillosi anche metrici; segue, fino al letto dell'unità, intorno agli 80-100 metri dal piano campagna, una successione di conglomerati e arenarie localmente fessurate, intercalate da livelli ghiaiosi compatti e/o livelli argilloso limosi.
Le caratteristiche idrogeologiche dell'area di progetto sono riportate nella carta e nel profilo idrogeologico lungo la linea (rispettivamente elaborato NM2700D69G5GE0002001A e NM2700D69FZGE0002001A) in cui sono state riportate le caratteristiche di permeabilità dei depositi, le isopieze relative alla falda, la rete idrografica ed i pozzi ad uso idropotabile censiti nell'area.
Per quanto riguarda la soggiacenza della falda, l'analisi della cartografia idrogeologica allegata al PGT del comune di Bergamo, di cui si riporta uno stralcio in Figura 5-3, evidenzia che, in corrispondenza dell'areale di localizzazione dell'opera in progetto, le linee piezometriche sono comprese tra 225 m s.l.m. (a nord) e 175 m s.l.m. (a sud), con un deflusso delle acque di falda in direzione tipicamente nord-sud. Sulla base di tale dato, la superficie di falda si ipotizza ad una profondità compresa fra 30m da p.c. (in corrispondenza della stazione di Bergamo) e 60 m da p.c. (in prossimità dell'Aeroporto Orio al Serio).
Le indagini geognostiche eseguite, sino ad una profondità massima di 40 m da piano campagna, hanno individuato la presenza di quest'ultima nei sondaggi PDOR-S1 e PDOR-S4, rispettivamente alla profondità di 29,08 e 29,18 m.

Allo scopo di acquisire le necessarie informazioni sulle caratteristiche di permeabilità dei materiali nell'area di interesse del tracciato, durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state effettuate prove di permeabilità in foro, da cui si sono ottenuti dei valori di permeabilità molto differenti. Si ricorda che tali prove hanno carattere puntuale e sono rappresentative di spessori ridotti di materiale. A tal proposito, per avere un quadro più ampio sulle caratteristiche di permeabilità dei materiali presenti nell'area di studio, è stata analizzata la cartografia idrogeologica allegata al PGT del comune di Bergamo (Figura 5-3).

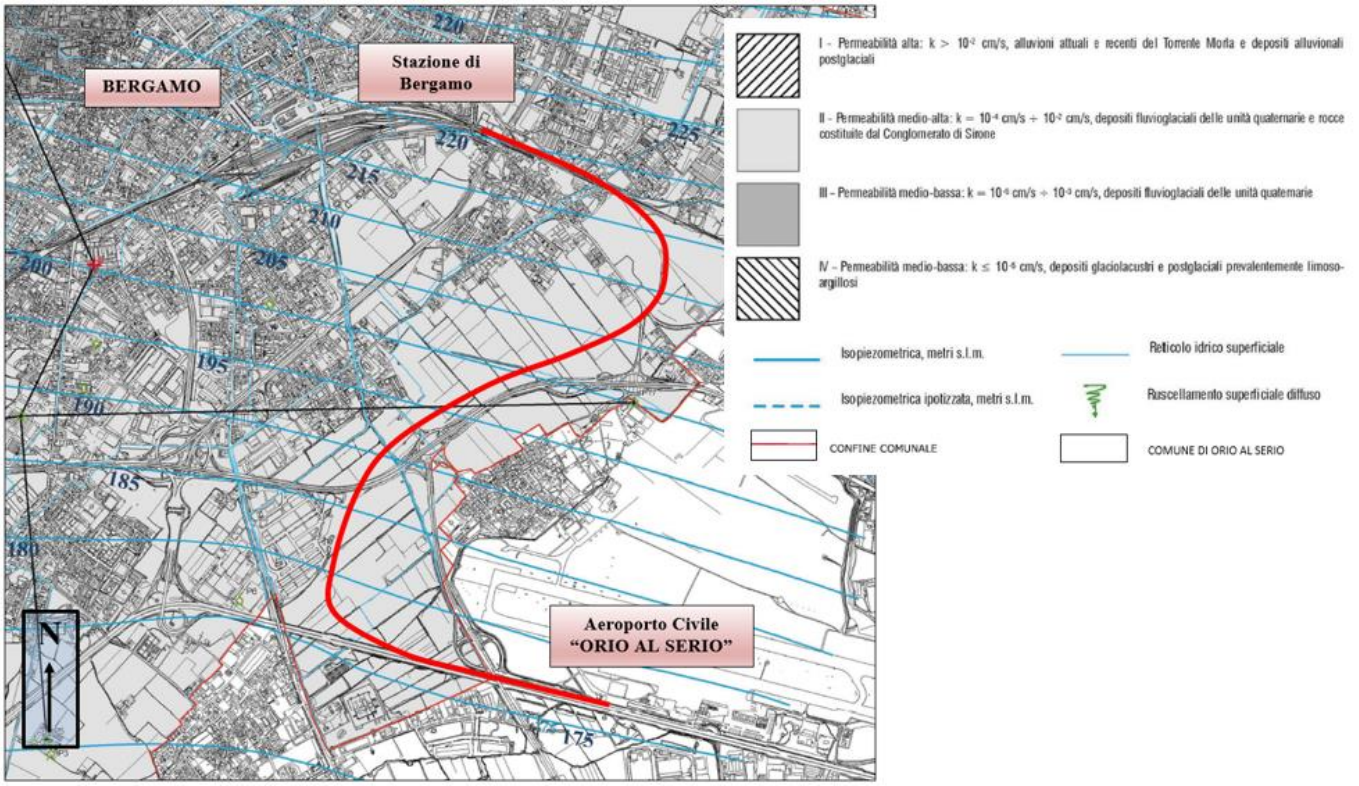


Figura 5-3 Stralcio non in scala della Carta Idrogeologica e relativa legenda(2011) allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Bergamo. Scala 1: 10.000. La linea in rosso indica il tracciato della ferrovia in progetto

Da tale cartografia si evince come il tracciato interessi sedimenti caratterizzati da una permeabilità medio alta, che presentano una conducibilità idraulica definita di Classe II compresa tra 10E-6 e 10E-4 m/s, dunque coerenti con i valori ottenuti tramite prove in foro.

5.1.4 Sismicità

La stratigrafia della porzione di Pianura Padana interessata dalle opere in progetto è dominata dalla presenza di depositi di età pliocenica – quaternaria, per spessori di alcune centinaia di metri al di sopra del substrato inferiore. Dal punto di vista tettonico, il sistema strutturale della Pianura e delle zone collinari

deriva dall'interazione tra l'arco Appenninico a sud, quello Alpino a nord e la placca adriatica a est (quest'ultima a costituire un cuneo, spinto dalle due precedenti). La cinematica del complesso è governata da una compressione lungo l'allineamento NS che influenza tutto il Nord Italia, così come documentato dai meccanismi focali degli eventi sismici più recenti, e da rilievi GPS dei movimenti della superficie. Tale evoluzione, iniziata durante il periodo Cenozoico, è tuttora in corso: si può sicuramente concludere che la sismicità del Nord Italia è principalmente governata dai moti compressivi generati dalla spinta verso N degli Appennini e verso S (in prossimità del sito di progetto) della Catena Alpina.

La Figura 5-4 illustra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15 (Rovida et al., 2016) relativa al nord Italia. Gli epicentri sono sovrapposti alle sorgenti sismiche del modello di zone sismogenetiche ZS9 (Meletti et al., 2008), alla base dell'attuale mappa di pericolosità del territorio italiano associata alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008 e NTC2018). Sono inoltre riportate le principali faglie individuali (ISS) e sistemi di faglie composite (CSS) tratti dal progetto DISS3 (Haller e Basili, 2011). Si osserva come la definizione delle zone sismogenetiche ZS9 corrisponda sia alla distribuzione delle faglie sul territorio nazionale, sia alla distribuzione degli epicentri dei terremoti e delle magnitudo. Il modello sismogenetico racchiude pertanto informazioni sia di natura geologica, sia dettate dalla sismicità storica. Soprattutto, è possibile osservare come gli eventi di maggiore magnitudo siano localizzati in corrispondenza dell'arco alpino, ed in particolare al bordo tra la zona prealpina e le pianure lombarda e friulana. Rilevanti contributi alla sismicità del Nord Italia provengono anche dalle aree dell'Appennino Tosco-Emiliano, con particolare riferimento al terremoto dell'Emilia nel 2012.

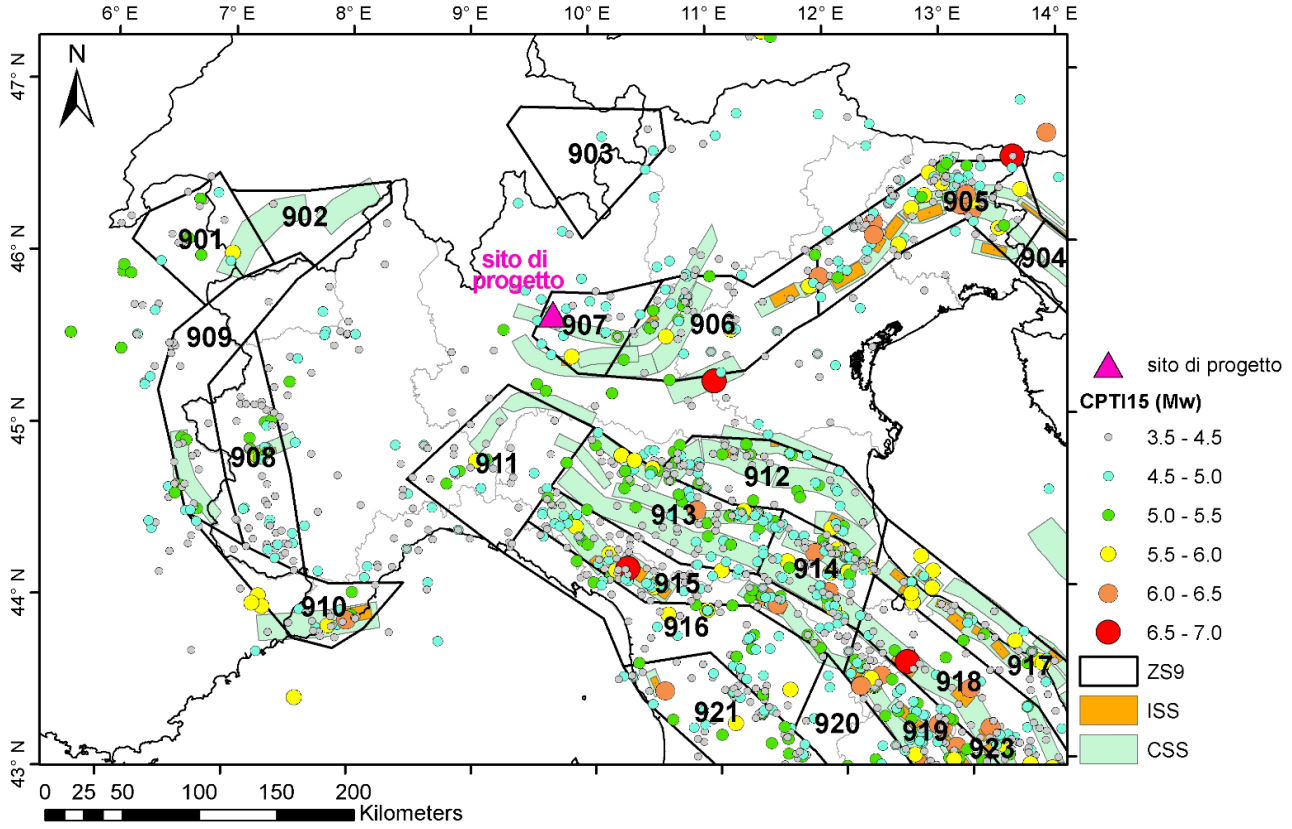


Figura 5-4 Contesto sismo-tettonico della regione estesa nell'intorno dell'area di progetto: i poligoni in nero rappresentano i confini delle sorgenti sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), i cerchietti colorati rappresentano gli epicentri dei terremoti inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15). I rettangoli arancioni rappresentano le faglie individuali del modello DISS3 mentre quelli verdi i sistemi di faglie composite

Il modello sismo-tettonico ZS9 individua, nell'area del NE, 3 zone a sismicità diffusa: ZS904, ZS905 e ZS906. Tra queste, la ZS905 presenta caratteristiche di sismicità in termini di magnitudo massime (~6.5) e frequenza degli eventi nettamente superiore rispetto alle altre come evidente dalla distribuzione degli epicentri di Figura 5-4. Fra i terremoti storici più significativi qui assegnabili, si ricorda la serie del Friuli 1976. Generalmente, i terremoti di questa regione sono ben vincolati e associati, in letteratura, a specifiche sorgenti sismiche sulla base di dati geologici affidabili. Procedendo verso ovet, la ZS906 include terremoti originati nella pianura del Po i cui dati sono sicuramente più scarsi e di affidabilità incerta, come ad esempio l'evento del Veronese del 1117 di M_W~6.5, la cui sorgente non è stata ancora definita in letteratura (Galadini et al., 2001) e del Bresciano del 1222, M_W~6, il quale ha interessato una porzione della provincia di Brescia in cui è presente un sistema di faglie inverse.

La ZS907, dove si sviluppa la tratta investigata, include la parte meridionale delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità medio-bassa, con la sola eccezione del terremoto di Soncino del 1802 di M_W=5.9 (cerchio in giallo nella ZS907 in Figura 5-4).

La ZS911, localizzata più a sud, delimita l'estremità settentrionale dell'arco appenninico, oltre a comprendere l'arco di Pavia. Quest'area è fra le più influenti per la sismicità del tracciato ferroviario in progetto vista la prossimità geografica. Si ipotizza che le strutture di questa zona abbiano una funzione di "svincolo" cinematico del sistema in migrazione (Gruppo di Lavoro, 2004).

Procedendo sempre verso sud le zone sismogenetiche seguono longitudinalmente l'asse appenninico, perdendo di interesse in termini di effetti potenziali al sito di progetto al crescere della distanza. Si evidenzia la ZS915 contenente eventi di magnitudo superiore a 6, fra cui il terremoto della Garfagnana del 1920 (Guidoboni et al., 2007).

A nord, nell'area pedemontana fra i laghi di Como e Maggiore, al fronte della catena Subalpina, la pericolosità sismica viene considerata praticamente insignificante e nessuna sorgente sismogenetica è stata pertanto associata nel modello sismo-tettonico ZS9 a questa area. L'area 903, appositamente definita, è stata vincolata in termini di parametri più dai cataloghi di terremoti, per unire la maggiore sismicità di quell'area, che non dà specifiche informazioni geologiche.

Infine, a NO si incontra la ZS902, la cui geometria è stata basata sulla distribuzione degli epicentri del catalogo CPTI, con concentrazione di alcuni terremoti di maggiore energia. La zona ha una magnitudo massima di 6.14 in quanto include in particolare la sorgente del Vallese che ha generato i terremoti del 1755 (M_W=5.9) e del 1946 (M_W=6.1).

A ovest, lungo il confine fra Italia e Francia, sono identificate le ZS901, ZS908, ZS909 e ZS910 le quali presentano una sismicità diffusa di intensità modesta, a distanze ragguardevoli dal sito di progetto.

I lineamenti di faglia sottostanti al tracciato ferroviario oggetto dello studio (vedi l'estratto dal database italiano delle zone sismogenetiche DISS3.2 di Figura 5-5) sono costituiti da sistemi di faglie composite (CSS), all'interno dei quali vengono classificate alcune sorgenti individuali (ISS). In dettaglio, a sud di Como si evidenziano i lineamenti Western S-Alps external Thrust (ITCS002) con andamento EO e Western S-Alps Internal Thrust (ITCS010) con andamento NE-SO con magnitudo 6.1 e 5.5 rispettivamente. Sulla base delle indicazioni del catalogo delle Faglie Capaci ITHACA, curato da ISPRA, non sono state individuate lineazioni potenzialmente interagenti con il tracciato sede delle opere di progetto (http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci).

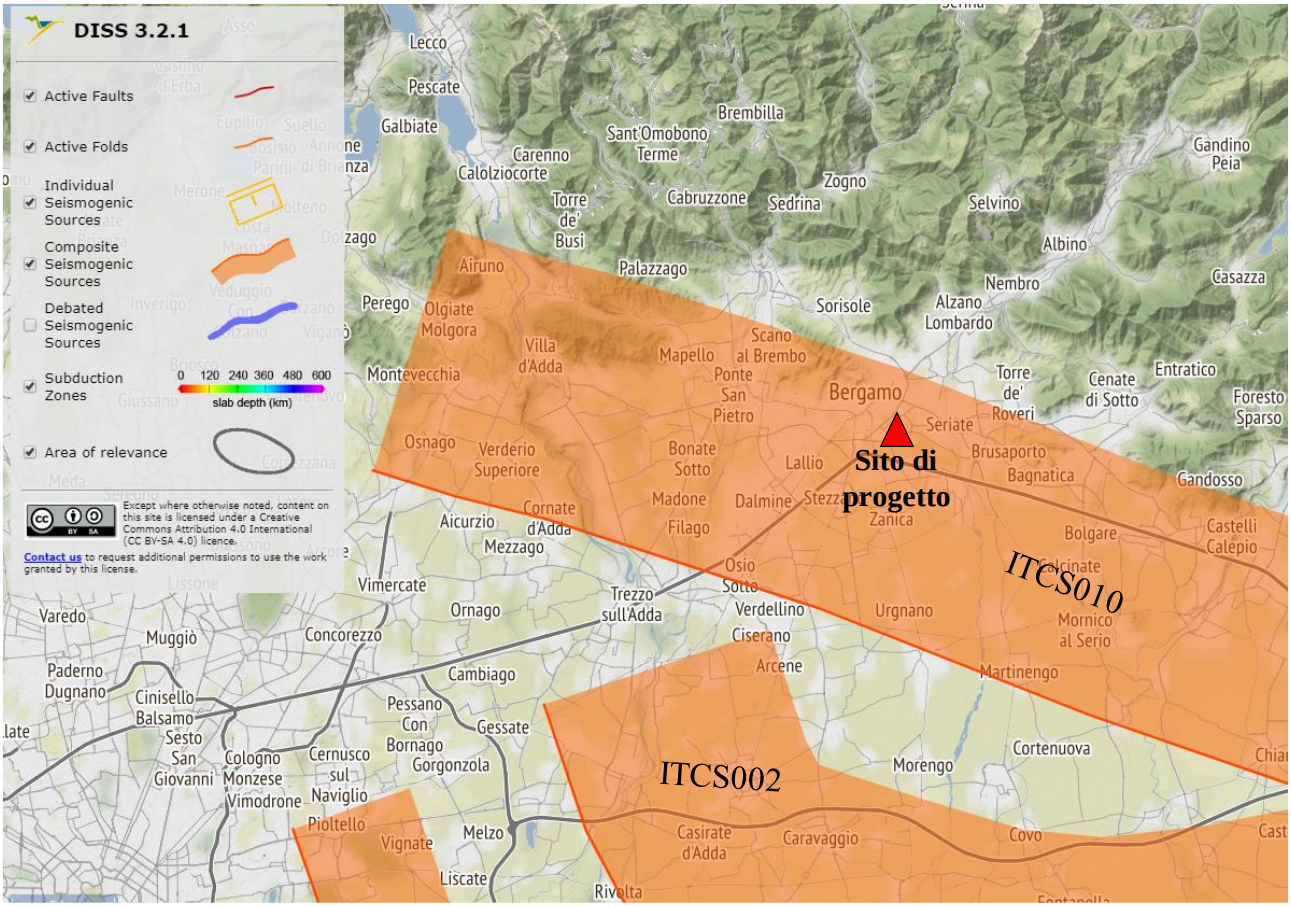


Figura 5-5 Sorgenti sismogenetiche individuali e composite dal "Database of Individual Seismogenic Sources" (DISS 3.2), rilevanti per il sito di progetto (triangolo rosso)

Per completare quanto sopra descritto, e quindi restituire un quadro completo dei livelli di sismicità dell'area di progetto, un utile riferimento è costituito dal Database Macrosismico Italiano DBMI15 (Locati et al., 2016), il quale contiene tutte le informazioni riguardanti le intensità macrosismiche osservate a seguito dei terremoti accaduti fino al 2014. In particolare, l'estratto di mostra la storia sismica associata al comune di Bergamo, dove si sviluppa la maggior parte del tracciato, in termini di intensità macrosismica (IS). Si nota come la frequenza di eventi sismici in grado di produrre risentimenti al sito sia medio-bassa, e che le intensità sismiche massime avvertite a Bergamo risultino nell'ordine di IS=6-7 in conseguenza degli eventi di Bergamo del 1593 e 1606 e della Pianura Padana del 1642.

5.1.5 Siti contaminati e potenzialmente contaminati

Il censimento dei siti contaminati/potenzialmente contaminati è stato effettuato mediante la consultazione della seguente documentazione[3]:

[3] La consultazione è stata effettuata nel periodo intercorrente tra Luglio ed Agosto 2020

- Elenco dei Siti di Interesse Nazionale, così come individuati nel documento Siti di interesse nazionale – Stato delle procedure per la bonifica, redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed aggiornato al Giugno 2018
- Anagrafe dei siti contaminati – Arpa Lombardia AGISCO (Anagrafe e Gestione integrata dei Siti contaminati, Regione Lombardia/ARPA Lombardia): Siti contaminati e bonificati presenti sul territorio lombardo

I Siti di Interesse Nazionale sono riconosciuti dallo Stato in funzione delle caratteristiche del sito, delle caratteristiche degli inquinanti e della loro pericolosità, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali.
I siti d'interesse nazionale sono stati individuati con norme di varia natura e di regola perimetrati mediante decreto del MATTM, d'intesa con le regioni interessate.

In Lombardia sono riconosciuti attualmente i seguenti Siti di Interesse Nazionale:

- **Sesto San Giovanni** (MI), nel comune di Sesto San Giovanni;
- **Pioltello-Rodano** (MI), nei comuni di Pioltello e Rodano;
- **Polo chimico di Mantova** (MN) nel comune di Mantova;
- **Brescia Caffaro** (BS), nei comuni di Brescia, Passirano e Castegnato;
- **Broni** (PV), nel comune di Broni.

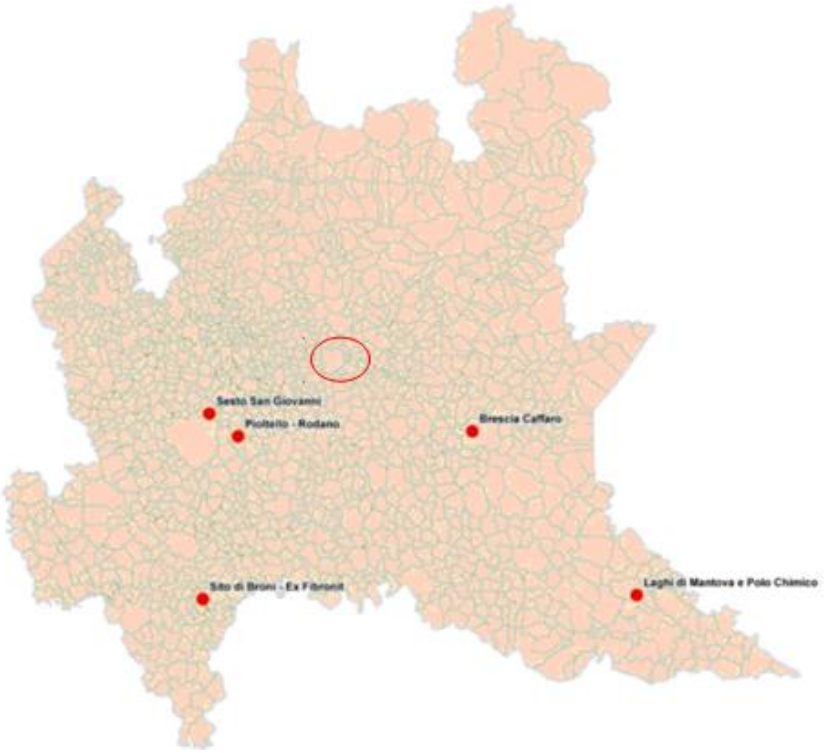


Figura 5-6 Siti di Interesse Nazionale in Lombardia (in rosso l'area d'intervento)

Oltre ai SIN, a livello regionale sono stati istituiti i Siti di Interesse Regionale (SIR). Precedentemente, in Lombardia erano presenti i siti di interesse nazionale Milano – Bovisa e Cerro al Lambro, diventati ora di competenza regionale successivamente al DM 1 Gennaio 2013.

L'area oggetto d'esame non ricade all'interno di nessun SIN o SIR.

La consultazione della banca dati dei siti contaminati AGISCO (Anagrafe e Gestione integrata dei Siti contaminati, Regione Lombardia/ARPA Lombardia) ha evidenziato la presenza, in prossimità dell'area di intervento, di alcuni siti la cui localizzazione e caratteristiche sono riportate in Tabella 5-1 e Figura 5-7.

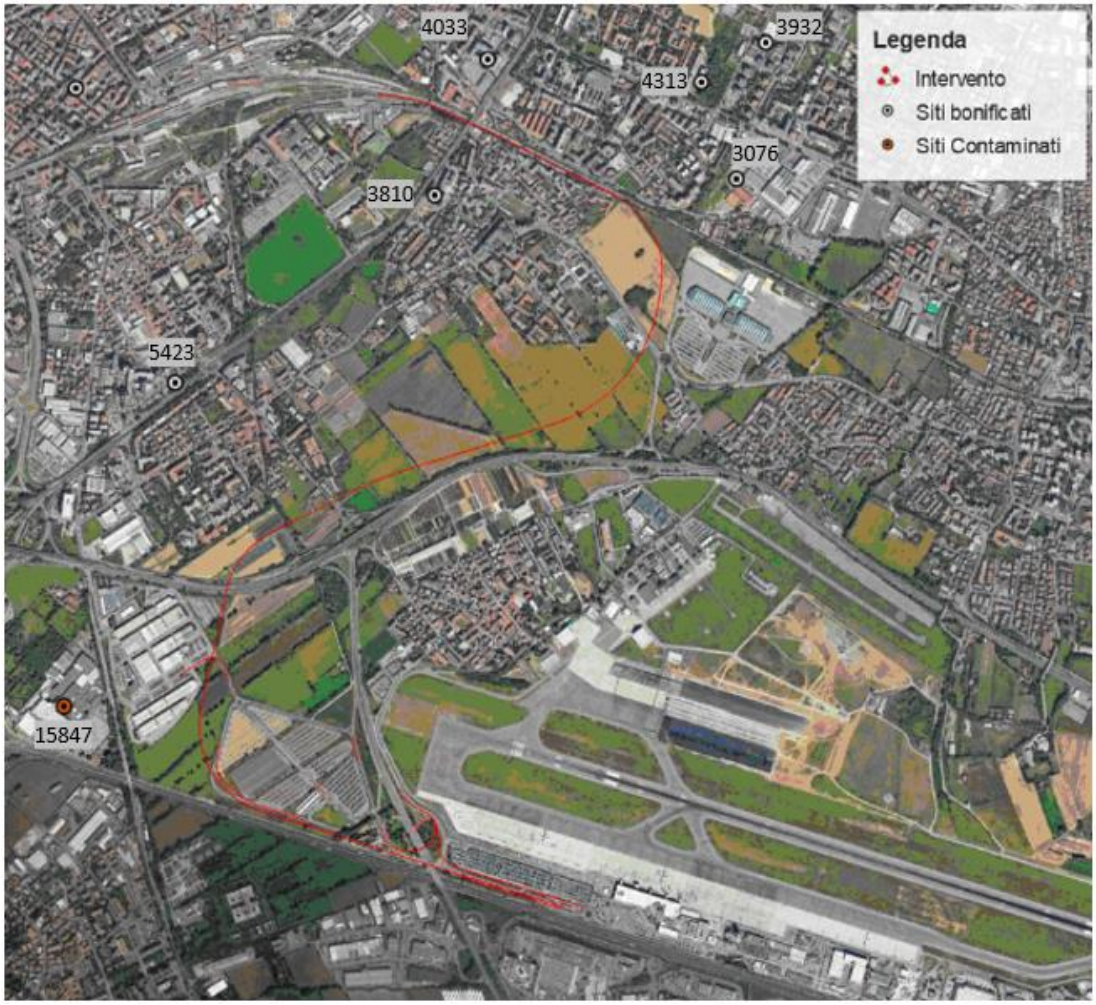


Figura 5-7 Ubicazione dei siti contaminati rispetto all'area d'intervento riportata in rosso. (Fonte Geoportale della Lombardia: mappa digitale dei siti bonificati e contaminati)

Tabella 5-1 Siti contaminati limitrofi all'area d'intervento

Denominazione sito	*Cod.*	*Indirizzo*	*Comune*	*Sito/Attività*	*Classificazione*	*Dist. (m)*
Nuovo Istituto Italiano Arti Grafiche	15847	via Zanica	Bergamo	Aree industriali in attività	Contaminato	480
P.V. ESSO 0986	5423	Via Circonvallazione Paltriniano	Bergamo	impianti di stoccaggio o adduzione carburanti	Bonificato	620
Area dismessa ex FLAMMA	3810	via Boccaleone 13	Bergamo	aree industriali dismesse	Bonificato	280

Denominazione sito	*Cod.*	*Indirizzo*	*Comune*	*Sito/Attività*	*Classificazione*	*Dist. (m)*
Area Ex Fagnani, Immobiliare 3000	4033	via Pelandi 11	Bergamo	aree industriali dismesse	Bonificato	220
Area cantiere ALER	4313	via Borgo Palazzo	Bergamo	n.d.	Bonificato	500
Ex industrie riunite Filati - Societa' Comfortcasa SRL	3932	via Daste e Spalenga	Bergamo	aree industriali dismesse	Bonificato	780
Ex FERVET, CEFIS	3076	via Rovelli 60	Bergamo	aree industriali in attività	Bonificato	350

Come si evince dai dati sopra riportati, considerando la distanza intercorrente in linea d'aria tra l'area di intervento ed il punto di identificativo riportato sulla mappa digitale della banca dati AGISCO è in tutti i casi superiore a 250 metri, fatto salvo che per un solo sito, denominato "Area Ex Fagnani, Immobiliare 3000" (distanza di 220 metri), che risulta classificato come "bonificato".
Tale circostanza porta ragionevolmente ad escludere che, nel corso delle attività di realizzazione, possa determinarsi alcuna possibile interferenza tra l'opera in progetto e siti contaminati.

5.2 Acque

5.2.1 Reticolo idrografico

Il reticolo idrografico presente nell'area di studio ha risentito molto profondamente delle trasformazioni determinate dallo sviluppo insediativo, perdendo per buona parte del suo sviluppo il carattere di naturalità. Tale circostanza si riscontra, in particolar modo, in corrispondenza della porzione territoriale di localizzazione dell'opera in progetto, all'interno della quale i corsi d'acqua sono per lo più di origine antropica ed utilizzati diffusamente a scopi agricoli.
Il reticolo idrografico naturale del comune di Bergamo è formato da numerosi torrenti, a volte poco più di ruscelli, che scendono dai rilievi collinari, dal torrente Quisa e, per un breve tratto, dal Torrente Morla, che, con le sue varie diramazioni, è il principale corso d'acqua interessato dalle opere in progetto.
Nella Figura 5-8 si riporta l'intersezione della linea ferroviaria con i corsi d'acqua consortili.

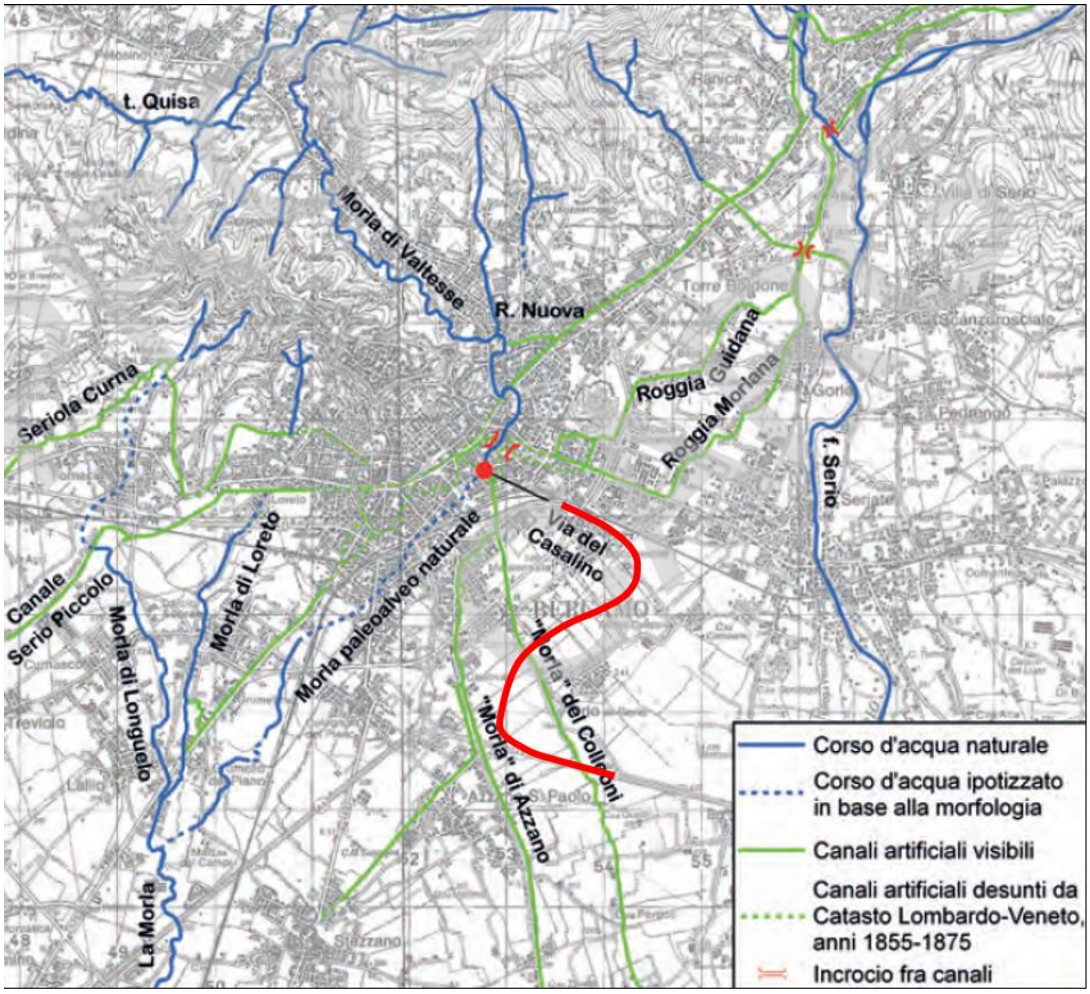


Figura 5-8 Percorso della Morla e dei suoi affluenti (in blu). In rosso è stato evidenziato il tracciato in esame

I principali corsi d'acqua interessati, come detto, sono, per lo più, canali e rogge, diramazioni del Torrente Morla. Tra questi si distingue lo scolmatore del Torrente Morla che scorre a cielo aperto fino in prossimità della nuova linea, per poi interrarsi e continuare in galleria.

5.2.2 Pericolosità idraulica

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto e le aree di allagamento considerate sono:

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF, 1998);
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del Fiume Po (approvazione con DPCM 24 maggio 2001);
- Piano di Gestione Rischio Alluvione emanato dal Distretto Idrografico Padano, PGRA 2015 e aggiornamenti.

In riferimento al PAI, che coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari (PS 45, PSFF, PS 267), il Piano articola la regione fluviale nelle tre seguenti fasce:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

In Figura 5-9 si riporta uno stralcio planimetrico delle fasce fluviali PAI relativo al territorio in esame.

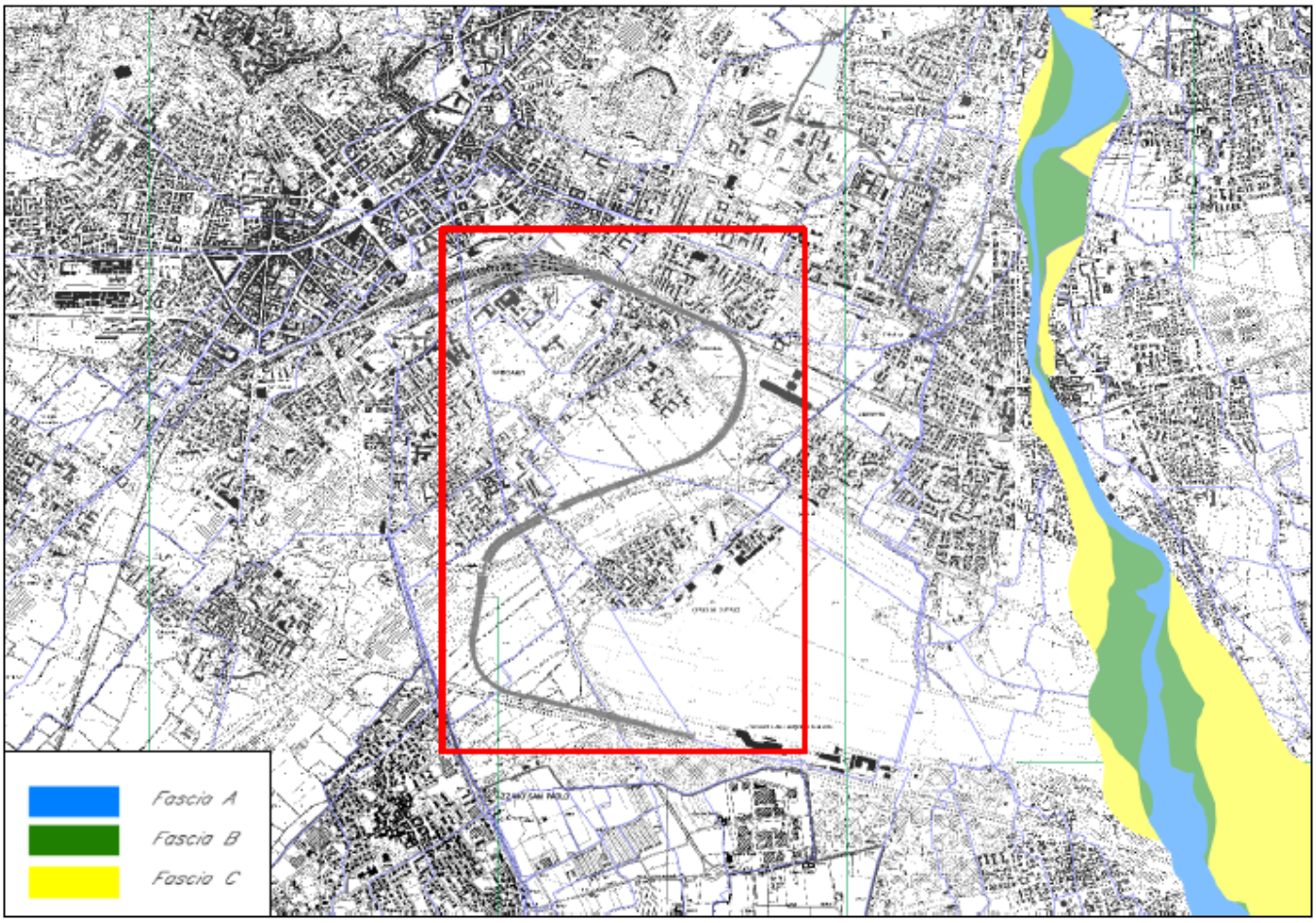


Figura 5-9 Fasce fluviali PAI sovrapposte alla zona di intervento (riquadro rosso)

Sulla base delle informazioni contenute nel PAI, si evidenzia l'assenza di una sovrapposizione delle aree di interesse progettuali con le aree delimitate come aree di inondabilità.

Mentre per quanto riguarda il PGRA, gli interventi ricadono nell'area del Distretto Idrografico Padano, le cui competenze in materia di pianificazione idraulica sono demandate all'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po con il PGRA in vigore. In particolare, con la seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 è stato esaminato il primo aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del PGRA (Art. 6 della Direttiva 2007/60), la cui pubblicazione (mappe delle aree allagabili) è avvenuta il 16 marzo 2020. Da tale data di pubblicazione, trovano applicazione le misure temporanee di salvaguardia di cui agli artt. 6 e 7 della Deliberazione CIP n.8/2019.

La rilevante estensione del bacino del fiume Po ha reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità idraulica in maniera differenziata sulla base dei diversi ambiti territoriali ed i soggetti attuatori, riportati nella tabella che segue:

AMBITO TERRITORIALE	SOGGETTO ATTUATORE
Reticolo idrografico principale (**RP**)	Autorità di bacino del fiume Po
Reticolo secondario collinare e montano (**RSCM**)	Regioni
Reticolo secondario di pianura (**RSP**)	Regioni con il supporto di URBIM e dei Consorzi di bonifica
Aree costiere lacuali (**ACL**)	Regioni con il supporto di ARPA e dei Consorzi di regolazione dei laghi
Aree costiere marine (**ACM**)	Regioni

Le mappe delle aree allagabili rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari di evento riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento. Tali scenari sono riportati di seguito:

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

La valutazione della pericolosità idraulica cui è sottoposta l'infrastruttura in esame è stata effettuata mediante la sovrapposizione del tracciato in progetto con carte di pericolosità idraulica fornite dal PGRA dell'Autorità di bacino per il fiume Po (Figura 5-10), approvato in data 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale.

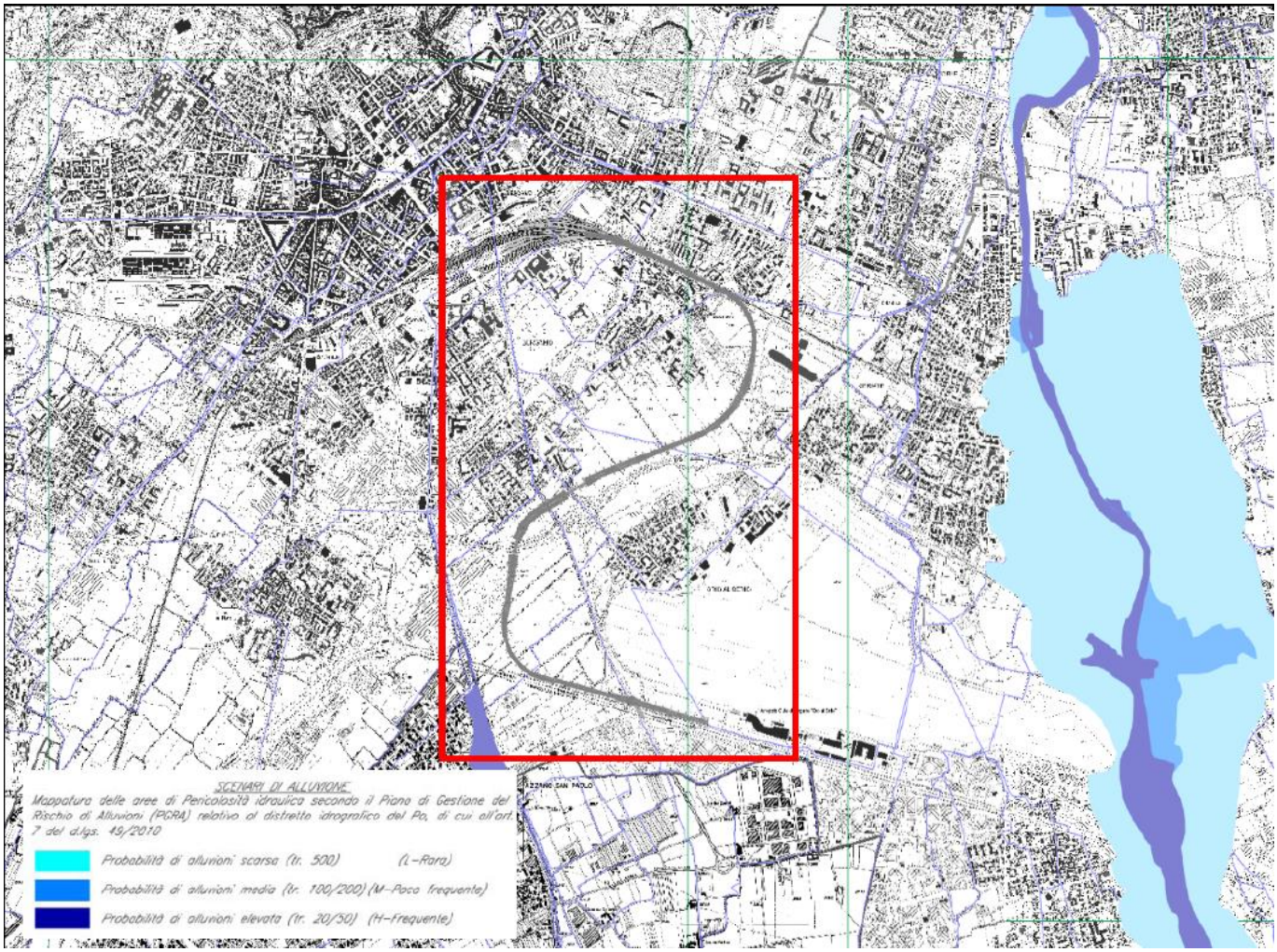


Figura 5-10 Pericolosità idraulica: Aree del PGRA sovrapposte alla zona di intervento (riquadro rosso)

Come si evince dall'immagine, l'area interessata dall'opera in progetto non presenta aree a pericolosità classificate dal PGRA.

5.2.3 Stato qualitativo delle acque superficiali

Come noto, il monitoraggio dei corpi idrici superficiali costituisce un obbligo fissato in capo alle Regioni dal DLgs 152/2006 e smi in recepimento della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro "Acque") e regolamentato, per quanto riguarda gli aspetti tecnici, dai successivi Decreti attuativi, in particolare i DM 131/2008, 56/2009 e 260/2010.

Sulla base del predetto quadro normativo, l'attività di monitoraggio è attuata secondo programmi a valenza sessennale, strettamente legati ai Piani di gestione ed ai Piani di tutela delle acque, ed è articolata in tre tipi di monitoraggio, identificati come "sorveglianza", "operativo" ed "indagine", i quali sono connessi alle categorie di rischio assegnate a ciascun corpo idrico superficiale.

Assunta la distinzione nelle categorie "a - Corpi idrici a rischio", "b – Corpi idrici probabilmente a rischio" e "c - Corpi idrici non a rischio", il monitoraggio di Sorveglianza è realizzato nei corpi idrici rappresentativi per ciascun bacino idrografico e fondamentalmente appartenenti alle categorie "b" e "c", mentre il monitoraggio Operativo è programmato per tutti i corpi idrici a rischio rientranti nella categoria "a".
Per quanto riguarda i parametri di monitoraggio, questi sono rappresentati dallo Stato Ecologico e dallo Stato Chimico. Lo Stato ecologico è un indice che descrive la qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, costituito da un insieme di indicatori ed articolato in cinque livelli, compresi tra "cattivo" ed "elevato". Lo Stato chimico è classificato in base alla presenza delle sostanze chimiche definite come prioritarie dalla normativa comunitaria e da quella nazionale di suo recepimento. Per ognuna delle sostanze in elenco sono definiti Standard di Qualità Ambientale (SQA), rappresentativi dei livelli di concentrazione di detti inquinanti in diverse matrici (acque, sedimenti, biota), in relazione ai quali avviene l'attribuzione dello stato chimico "buono" ovvero "non buono".

Per quanto attiene lo stato della qualità delle acque rilevato da attività di monitoraggio istituzionale, la fonte conoscitiva disponibile è la seguente:

- Stato delle acque superficiali bacino del Fiume Adda e lago di Como – Rapporto triennale 2014-2016 (ARPA Lombardia, Giugno 2018).

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino dell'Adda è costituita complessivamente da 125 punti di campionamento posti su 122 Corpi Idrici appartenenti a 84 corsi d'acqua di cui 13 artificiali. Nello specifico, l'area d'interesse ricade nel bacino dell'Adda sublacuale, in cui la rete di monitoraggio è costituita da 65 punti di monitoraggio posti su altrettanti Corpi Idrici appartenenti a 45 corsi d'acqua. 21 punti sono collocati nel sottobacino direttamente afferente all'asta dell'Adda sublacuale su altrettanti Corpi Idrici appartenenti a 15 corsi d'acqua, di cui 7 artificiali, interessando le province di Bergamo, Lecco, Lodi, Cremona, Milano, Monza e Brianza. 15 Corpi Idrici sono sottoposti a monitoraggio operativo, 6 Corpi Idrici a monitoraggio di sorveglianza di cui 3 appartenenti alla rete nucleo per la valutazione delle risultanti da una diffusa attività di origine antropica (DAA).
La valutazione dello stato di un corpo idrico fluviale è determinata dal valore dello stato chimico e dello stato ecologico, effettuato attraverso l'analisi delle caratteristiche delle comunità acquatiche, confrontandole con quelle presenti in luoghi non sottoposti a impatto antropici (siti di riferimento) o ai valori di riferimento teorici, riportati nel DM 260/2010.

Sulla base delle predette fonti conoscitive, per quanto concerne il bacino dell'Adda sublacuale e segnatamente il sottobacino del Fiume Serio, le uniche stazioni di misura della rete regionale che interessano il reticolo idrografico proprio dell'intorno dell'area di studio, sono quelle relative al Fiume Serio.

Figura 5-11 Stazioni di monitoraggio acque superficiali: Localizzazione (fonte: ARPA Lombardia, Stato delle acque superficiali bacino del Fiume Adda e lago di Como – Rapporto annuale 2014)

In particolare, come si evince dalla precedente figura, le stazioni poste a monte ed a valle dell'area d'intervento sono rispettivamente quelle nel comune di Seriate (Cod. N0080010235lo1) e di Mozzanica (Cod. N0080010236lo1).

Stato chimico

Lo stato chimico è definito rispetto agli standard di qualità per le sostanze o gruppi di sostanze dell'elenco di priorità. Il corpo idrico che soddisfa tutti gli standard di qualità ambientale fissati dalla normativa è

classificato in buono stato chimico (blu); in caso contrario, la classificazione evidenzierà il mancato conseguimento dello stato buono (rosso).

Con particolare riferimento alle stazioni limitrofe all'area d'intervento, si riporta in Tabella 5-2 il confronto dei risultati della classificazione dei corpi idrici ottenuta dai dati del triennio di monitoraggio 2014-2016 e del sessennio di monitoraggio 2009-2014.

Tabella 5-2- Stato chimico acque superficiali: Confronto triennio 2014-2016 e sessennio 2009-2014

Stazione		Stato chimico	
		2014-2016	2009-2014
Cod.	Comune	Classe	Classe
N0080010235lo1	Seriate	**Buono**	**Buono**
N0080010236lo1	Mozzanica	**Buono**	**Buono**

Sulla base dei risultati contenuti nella precedente tabella in termini di confronto tra i due periodi, emerge che le stazioni di monitoraggio che interessano l'area di studio presentano un'invarianza del risultato dello stato chimico, che resta sempre "buono".

Stato ecologico

Lo stato ecologico è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, stabilita attraverso il monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi chimici e fisico-chimici e idromorfologici a sostegno. Gli elementi di qualità differiscono tra fiumi e laghi, in funzione delle rispettive peculiarità.

Gli elementi di qualità biologica (EQB) utilizzati ai fini della classificazione dello stato ecologico dei fiumi sono:

- le macrofite,
- le diatomee,
- i macroinvertebrati bentonici,
- la fauna ittica;

quelli chimico-fisici sono:

- i nutrienti,
- l'ossigeno disciolto.

Per una migliore interpretazione del dato biologico, ma non per la classificazione, si tiene conto anche di temperatura, pH, alcalinità e conducibilità.

Con particolare riferimento alle stazioni limitrofe all'area d'intervento, si riporta in Tabella 5-3 il confronto dei risultati della classificazione dei corpi idrici ottenuta dai dati del triennio di monitoraggio 2014-2016 e del sessennio di monitoraggio 2009-2014.

Tabella 5-3 Stato ecologico acque superficiali: Confronto triennio 2014-2016 e sessennio 2009-2014

Stazione		Stato ecologico	
		2014-2016	2009-2014
Cod.	Comune	Classe	Classe
N0080010235lo1	Seriate	**Sufficiente**	**Sufficiente**
N0080010236lo1	Mozzanica	**Scarso**	**Sufficiente**

Sulla base dei risultati contenuti nella precedente tabella in termini di confronto tra i due periodi, emerge che le stazioni di monitoraggio che interessano l'area di studio presentano per lo stato ecologico un'invarianza del risultato per la stazione nel comune di Seriate (N0080010235lo1), che resta sempre "sufficiente", ed un miglioramento per la stazione nel comune di Mozzanica (N0080010236lo1), che passa da "scarso" a "sufficiente".

5.2.4 Stato qualitativo delle acque sotterranee

Secondo quanto disposto dal DLgs 30/2009, di recepimento della Direttiva comunitaria 2006/118/CE – Groundwater Daughter Directive (GDD), il monitoraggio dello stato delle acque sotterranee, qualitativo, quantitativo e complessivo, è condotto a partire dalla preliminare definizione, attraverso un processo iterativo, dei complessi idrogeologici, degli acquiferi e dei corpi idrici sotterranei.
L'obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale dello Stato Chimico e quantitativo delle acque sotterranee e permettere la classificazione dei corpi idrici sotterranei.
Il DLgs.30/2009 prevede una rete per il monitoraggio chimico e una rete per il monitoraggio quantitativo al fine di integrare e validare la caratterizzazione e la definizione del rischio di non raggiungimento dell'obiettivo di buono Stato Chimico e quantitativo.
La rete per il monitoraggio chimico si articola in:

- Rete di monitoraggio di Sorveglianza, finalizzata ad integrare e validare la caratterizzazione e la identificazione del rischio di non raggiungere l'obiettivo di buono Stato Chimico, oltre a fornire informazioni utili a valutare le tendenze a lungo termine delle condizioni naturali e delle concentrazioni di inquinanti derivanti dall'attività antropica, in concomitanza con l'analisi delle pressioni e degli impatti;

- Rete di monitoraggio Operativo finalizzata a stabilire lo stato di qualità di tutti i corpi idrici definiti a rischio di non raggiungere l'obiettivo di buono Stato Chimico e stabilire la presenza di significative e durature tendenze ascendenti nella concentrazione degli inquinanti

Nel presente studio si è fatto riferimento alla campagna di monitoraggio delle acque sotterranee 2014-2016, effettuato da ARPA Lombardia attraverso una rete di monitoraggio regionale per le acque sotterranee che, per l'anno 2016, è risultata composta da 495 punti di monitoraggio qualitativo e 415 punti di monitoraggio quantitativo.

La valutazione dello Stato Chimico è stata effettuata sia per i singoli punti di monitoraggio che per i corpi idrici (così come individuati dal PTUA 2017). Per estendere la valutazione puntuale alla valutazione per corpo idrico è stato adottato il criterio basato sul calcolo della percentuale di punti ricadenti in stato BUONO/NON BUONO appartenenti al corpo idrico; in particolare è stato:

- attribuito al corpo idrico lo stato BUONO quando lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentano non oltre il 20% del numero complessivo dei punti descriventi il CI, per una o più sostanze;

- attribuito al corpo idrico lo stato NON BUONO negli altri casi (superamento del 20% del numero complessivo di punti, per una o più sostanze). La suddetta procedura è stata applicata per i singoli anni di monitoraggio (2014, 2015, 2016) per i punti della rete, in riferimento agli standard di qualità ambientale (SQA) ed ai valori soglia (VS) indicati rispettivamente dalle Tabelle 2 e 3 della parte A dell'Allegato 3 del DLgs.30/2009.

Nelle Figura 5-12 è riportata la mappa dello Stato Chimico dei corpi idrici sotterranei monitorati nel triennio 2014-2016.

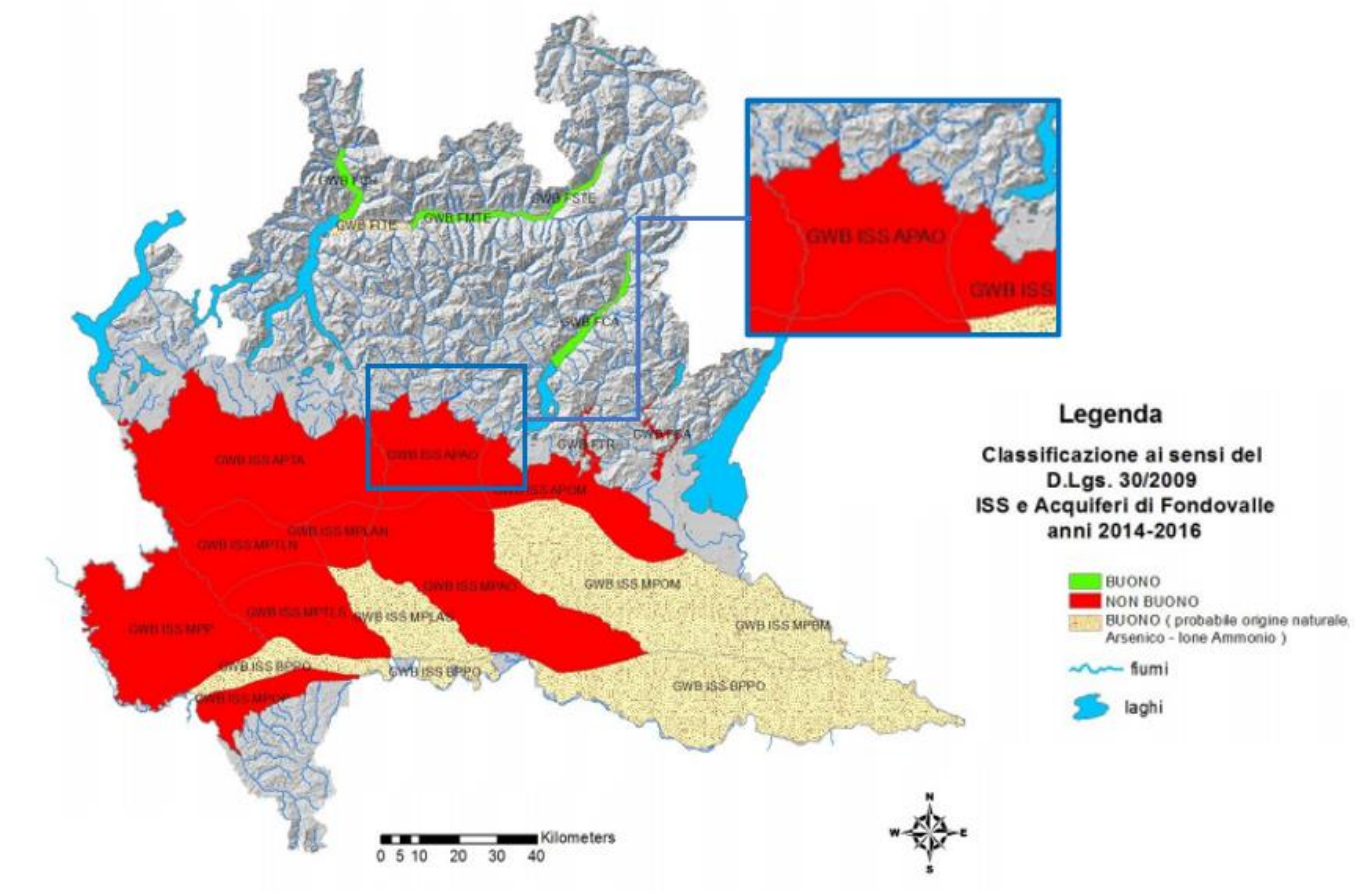


Figura 5-12 Stato chimico dei corpi idrici sotterranei-Idrostruttura Sotterranea Superficiale e Fondovalle (rapporto triennale sullo stato delle acque sotterranee 2014-2016)

L'area di studio, come è possibile osservare nella figura precedente, presenta uno stato chimico complessivo non buono.

5.2.5 Vulnerabilità della falda

Per vulnerabilità degli acquiferi si intende la suscettibilità dell'acquifero ad assorbire elementi inquinanti provenienti dalla superficie per infiltrazione. La valutazione della vulnerabilità richiede la conoscenza dettagliata di diversi elementi: le geometrie ed i parametri idraulici delle unità costituenti il sottosuolo; i meccanismi di alimentazione delle falde; i processi di interscambio tra l'inquinante, il non saturo, l'acquifero e le falde.

A tal riguardo, come riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (NM2701D69RGGE0000001A), si è fatto riferimento alla Carta della vulnerabilità dell'acquifero superficiale, redatta nell'ambito del Piano di governo del territorio di Bergamo utilizzando il metodo DRASTIC.

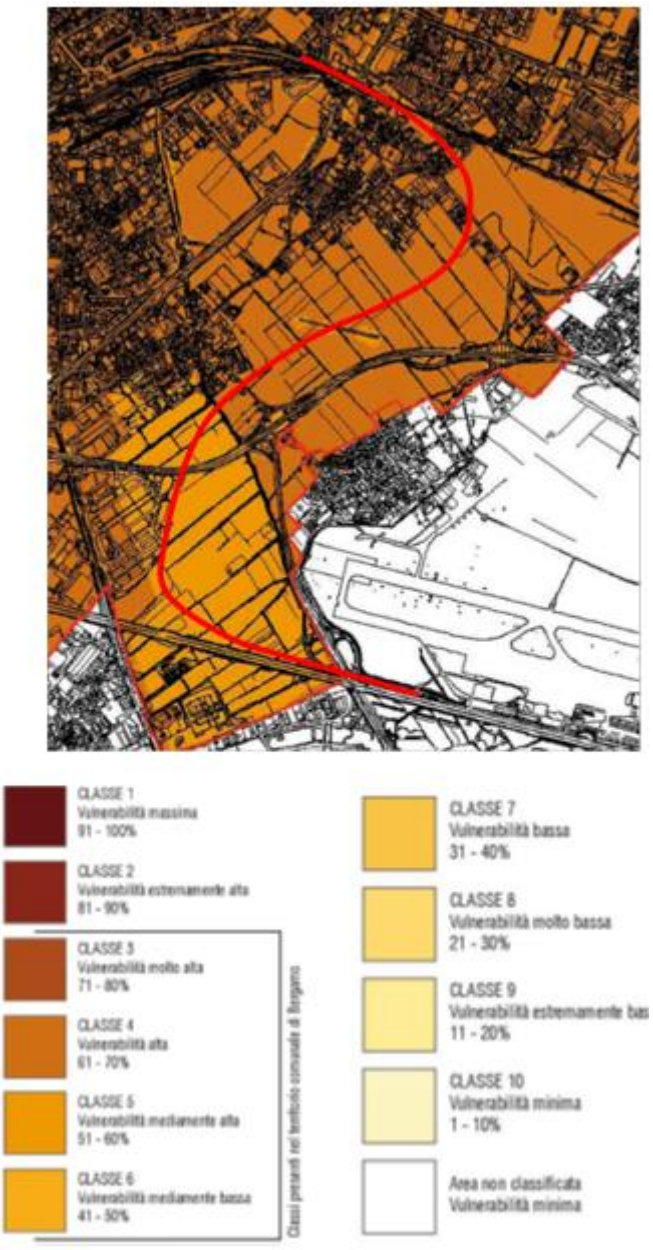


Figura 5-13 Stralcio (non in scala) con legenda della Carta della vulnerabilità dell'acquifero superficiale del PGT di Bergamo

Si riporta in Figura 5-13 uno stralcio di tale carta; da essa si evince come il tracciato in progetto ricada nella porzione nord in classe 5 (vulnerabilità mediamente alta, 51-60%) e nella porzione a sud in classe 4 (vulnerabilità alta, 61-70%).

Il testo della Relazione geologica del Comune riporta quanto segue per la classe 4 e 5: «*Pur non trovandosi in condizioni estreme delle classi a maggiore vulnerabilità, la dizione "mediamente alta – alta" deve richiamare ad una certa attenzione nella gestione della risorsa idrica superficiale da parte delle*

utenze private e ad un'adeguata politica di controllo di soggetti privati produttori reali o potenziali di inquinamento».

5.3 Aria e clima

5.3.1 Climatologia e meteorologia

Per la valutazione della qualità dell'aria è necessario considerare ed analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e la rimozione degli inquinanti nell'atmosfera. Sono parametri rilevanti:

- l'altezza dello strato di rimescolamento (m), che dà la misura della turbolenza (di origine termica, dovuta al riscaldamento della superficie, e di origine meccanica, dovuta al vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l'intensità dei meccanismi di dispersione verticale;
- la percentuale di condizioni atmosferiche stabili (%), che esprime con quale frequenza lo strato superficiale risulta stabile e quindi meno favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- la velocità del vento (m/s), determinante per la dispersione, e la direzione del vento (gradi), utile per valutare il trasporto degli inquinanti.

Nel caso specifico si riportano le elaborazioni dei dati riferiti all'anno 2018 di Arpa Lombardia, rilevati presso le stazioni di Bergamo (su Via Stezzano, via Maffei e via Meucci).

Temperatura

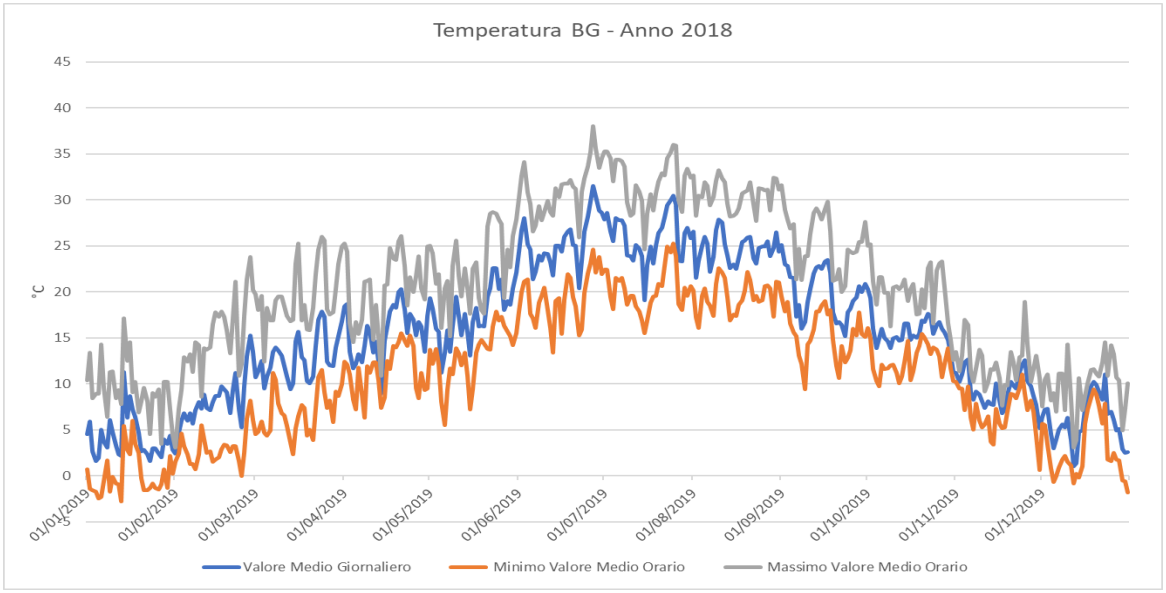


Figura 5-14 Andamento della temperatura minima, media, massima ed oraria registrate nel 2018 (fonte: elaborazione dati Arpa Lombardia – centraline Bergamo Stezzano/Maffei/Meucci)

Regime anemologico

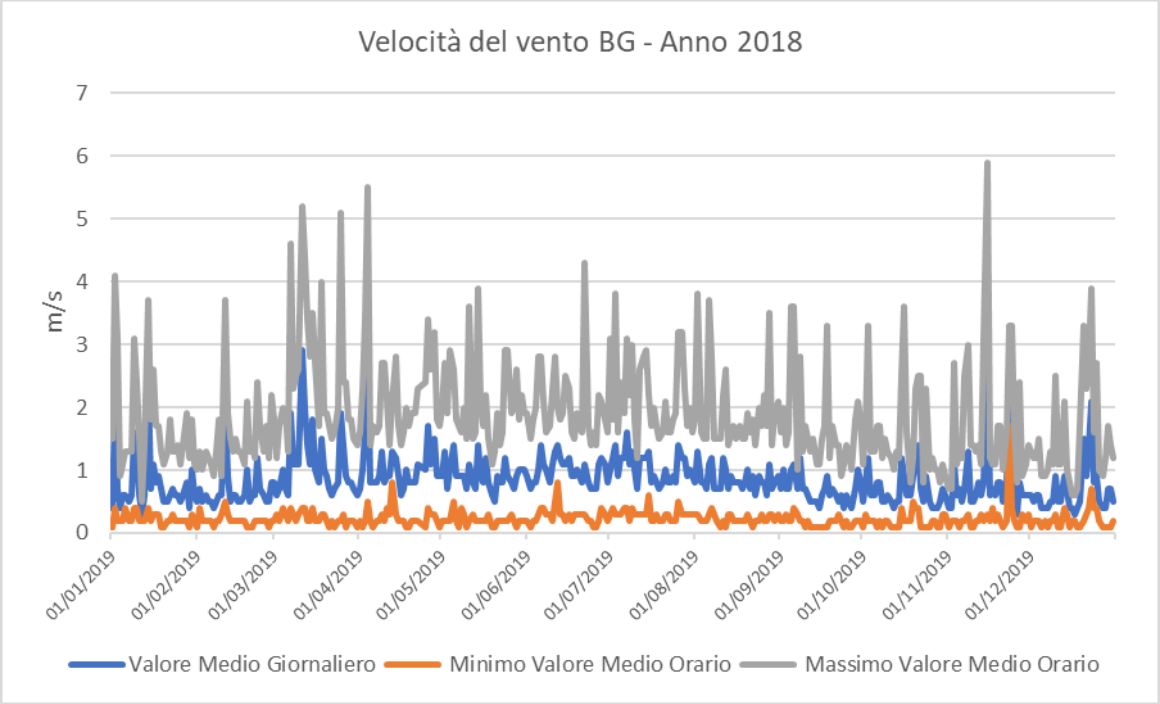


Figura 5-15 Andamento della velocità del vento minima, media, massima ed oraria registrate nel 2018 (fonte: elaborazione dati Arpa Lombardia – centraline Bergamo Stezzano/Maffei/Meucci)

Il valore massimo di raffica si raggiunge nel mese di gennaio, con un valore pari a circa 14 m/s.
Per quanto riguarda la direzione del vento, le direzioni di provenienza prevalenti sono N e NNE e in misura minore S e SSW.

5.3.2 Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria

La misura della qualità dell'aria è utile per garantire la tutela della salute della popolazione e la protezione degli ecosistemi. La legislazione italiana, costruita sulla base della direttiva europea Direttiva 08/50/CE recepita dal D.Lgs. 155/10 definisce che le Regioni sono l'autorità competente in questo campo, e prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati sui quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite. La zonizzazione deve essere rivista almeno ogni 5 anni. Il D. Lgs. 155/10 ha rivisto i criteri attraverso i quali realizzare la zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria.
La Regione Lombardia con D.g.r. n. 2605 del 30 novembre 2011 (Allegato 1) ha recepito quanto previsto e modificato la precedente zonizzazione distinguendo il territorio in:

- AGGLOMERATI URBANI
    - Agglomerato di Milano

  - Agglomerato di Bergamo
  - Agglomerato di Brescia
- ZONA A - Pianura ad elevata urbanizzazione
- ZONA B - Zona di pianura
- ZONA C - Prealpi, Appennino e Montagna
- ZONA D - Fondovalle

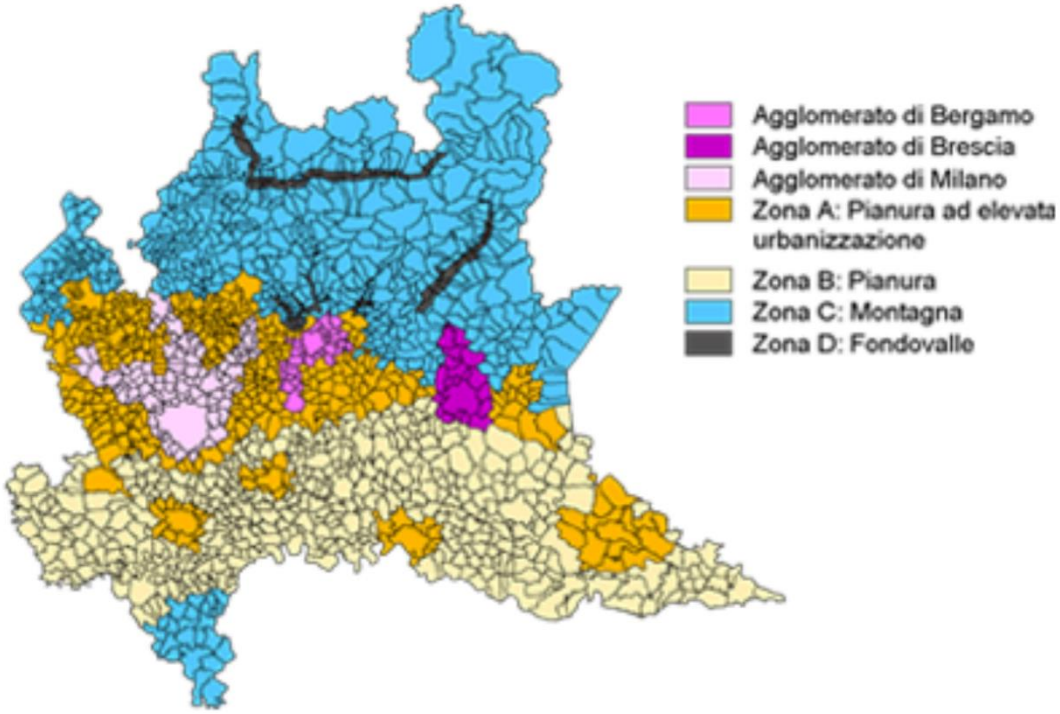


Figura 5-16 Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11

Ai fini della valutazione dell'ozono, la nuova zonizzazione prevede una suddivisione della zona C zona C1 per Prealpi e Appennino e zona C2 per la Montagna.

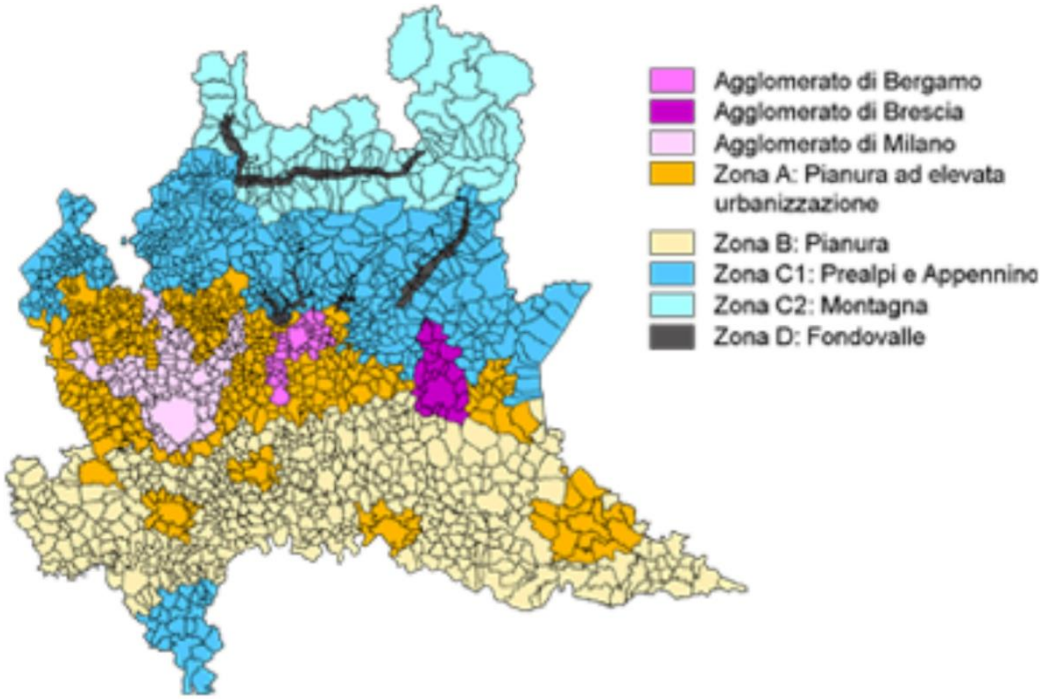


Figura 5-17 Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 (Valutazione Ozono)

Nella successiva figura viene riportato il dettaglio per la provincia di Bergamo.

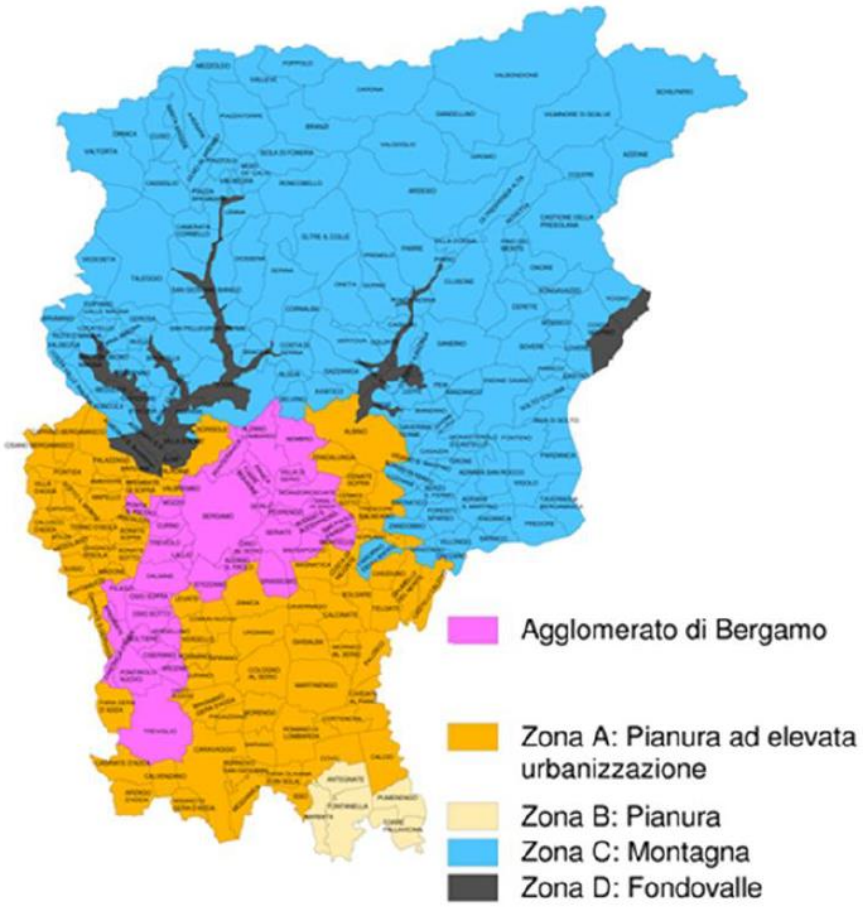


Figura 5-18 Zonizzazione della provincia di Bergamo (ai sensi della D.G.R. n° 2605/2011)

Nelle zone e negli agglomerati la valutazione della qualità dell'aria deve essere condotta in modo integrato, mediante le stazioni fisse, misure indicative e modelli matematici di dispersione. Per siti fissi si intendono le stazioni di misura ubicate presso siti fissi, con campionamento in continuo o discontinuo. Per misurazioni indicative si intendono le misurazioni degli inquinanti effettuate in stazioni ubicate o in siti fissi (ad esempio campionatori passivi) o mediante stazioni di misurazione mobili (fonte Arpa Lombardia).

5.3.3 Stato della qualità dell'aria

La rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA Lombardia è costituita da 85 stazioni fisse del programma di valutazione che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria). Le specie di inquinanti monitorate in continuo sono NOX, SO2, CO, O3, PM10, PM2.5 e benzene. A seconda del contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Pertanto, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

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

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

Il D.Lgs. 155/2010 (art. 5) prevede che le regioni e le province autonome predispongano un programma per la misura della qualità dell'aria con stazioni fisse coerente con le disposizioni introdotte dal decreto stesso. Il numero delle stazioni di misurazione previste dal programma di valutazione (PdV) deve essere individuato nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità.

Biossido di Azoto (NO2)

L'NO2 è un inquinante per lo più secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell'NO, è un gas di colore rosso bruno, dall'odore forte e pungente, altamente tossico e irritante. È un forte agente ossidante e reagisce violentemente con materiali combustibili e riducenti mentre in presenza di acqua è in grado di ossidare diversi metalli. Essendo più denso dell'aria tende a rimanere a livello del suolo.

	Protezione della salute umana			Protezione degli ecosistemi
Stazione	**Rendimento** (%)	**N° superamenti del limite orario NO_2** (200 µg/m³ da non superare più di 18 volte/anno)	**Media annuale NO_2** (limite: 40 µg/m³)	**Media annuale NO_X** (limite: 30 µg/m³)
stazioni del Programma di Valutazione				
Bergamo-Meucci	99	0	31	n.a.*
Bergamo-Garibaldi	97	0	**41**	n.a.*
Dalmine	97	0	24	n.a.*
Filago Centro	92	0	23	n.a.*
Osio Sotto	98	0	27	n.a.*
Treviglio	99	0	34	n.a.*
Tavernola	91	0	22	n.a.*
Casirate d'Adda	70	(0)	(31)	n.a.*
Calusco d'Adda	98	0	21	n.a.*
altre stazioni				
Lallio	*96*	*0*	*29*	*n.a.**

**Limite non applicabile in quanto la stazione non è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato III, paragrafo 3, punto 2, del D. Lgs. 155/2010.*

Tabella 5-4 Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

PM10 e PM 2.5 (Polveri fini)

Un aerosol è definito come la miscela di particelle solide o liquide e il gas nel quale esso sono sospese; il termine particolato (particulate matter, PM) individua l'insieme dei corpuscoli presenti nell'aerosol. Con particolato atmosferico si fa quindi riferimento al complesso e dinamico insieme di particelle, con l'esclusione dell'acqua, disperse in atmosfera per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto.

Si definisce PM10 la frazione di particelle raccolte con strumentazione avente efficienza di selezione e raccolta stabilita dalla norma e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10 µm. Spesso, sebbene in modo improprio, il PM10 viene considerato come la frazione di particelle con diametro uguale o inferiore a 10 µm. In modo del tutto analogo viene definito il PM2.5 (UNI EN12341/2014).

La legislazione europea e nazionale (D. Lgs. 155/2010) ha definito un valore limite sulle medie annuali per il PM10 e per il PM2.5 e un valore limite sulla concentrazione giornaliera per il PM10.

Il PM10 ha un limite sulla concentrazione media annuale di 40 µg/m³ e uno sulla media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte all'anno. Il PM2.5 ha un valore limite sulla concentrazione media annuale di 25 µg/m³.

Stazioni	**Rendimento** (%)	**Media annuale** (limite: 40 µg/m³)	**N° superamenti del limite giornaliero** (50 µg/m³ da non superare più di 35 volte/anno)
stazioni del Programma di Valutazione			
Bergamo Garibaldi	99	30	**42**
Bergamo Meucci	97	28	**39**
Calusco d'Adda	96	26	23
Dalmine	95	30	**42**
Filago centro	99	30	**45**
Osio Sotto	98	28	27
Casirate d'Adda	96	32	42
Treviglio	96	31	**37**
altre stazioni			
Lallio	*95*	*27*	*29*

Tabella 5-5 Confronto con i limiti di riferimento PM10 (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 25 µg/m³)
stazioni del Programma di Valutazione		
Bergamo Meucci	97	21
Calusco d'Adda	98	22
Dalmine	95	24
Casirate d'Adda	94	21
Treviglio	100	18

Tabella 5-6 Confronto con i limiti di riferimento PM2.5 (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas inodore, incolore, infiammabile e molto tossico. La sua concentrazione in aria, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato.

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (mg/m³)	N° superamenti del limite giornaliero (10 mg/m³ come massimo della media mobile su 8 ore)	Massima media su 8 ore (mg/m³)
stazioni del Programma di Valutazione				
Bergamo Garibaldi	99	0.5	0	1.9
Bergamo Meucci	98	0.3	0	1.5
Dalmine	97	0.5	0	2.0
Treviglio	99	0.4	0	1.7
stazioni del Programma di Valutazione non usate per la valutazione del CO				
Calusco d'Adda	97	0.3	0	1.3

Tabella 5-7 Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

Benzene

Il benzene (C6H6) è un idrocarburo aromatico monociclico. A temperatura e pressione ambiente si presenta come un liquido volatile, incolore, con un odore caratteristico e altamente infiammabile. È un costituente naturale del petrolio e viene sintetizzato a partire da composti chimici presenti nel petrolio stesso. Possiede notevoli proprietà solventi: è miscibile in tutte le proporzioni con molti altri solventi organici, mentre è poco solubile in acqua. Il benzene viene utilizzato come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi e come antidetonante nelle benzine.

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 5 µg/m³)
stazioni del Programma di Valutazione		
Bergamo Garibaldi	98	1
Calusco d'Adda	92	1
Dalmine	92	1

Tabella 5-8 Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

Scelta delle centraline

Le due centraline di Bergamo (Garibaldi/Meucci) possono essere prese a riferimento per lo stato di qualità dell'aria della zona sottoposta a cantierizzazione.

5.3.4 Emissioni di gas serra

Secondo la definizione datane dal Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra sono: anidride carbonica (CO2), metano (CH4), protossido d'azoto (N_2O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF6) e perfluorocarburi (PFCs).

Se, come noto, l'effetto serra e la presenza dei gas che ne sono all'origine costituiscono un fenomeno naturale, il fattore all'origine della crescente centralità da questi rivestita dal punto di vista ambientale è rappresentato dall'incremento delle loro concentrazioni in atmosfera e dagli effetti che ne conseguono.
Con estrema schematizzazione è possibile affermare che l'effetto serra rappresenta il fenomeno che agisce direttamente sul trasferimento radiativo nell'atmosfera terrestre ed attraverso il quale avviene la regolazione della temperatura sulla Terra.
Nell'ambito di tale processo di regolazione delle radiazioni in entrata ed in uscita, i gas serra permettono l'entrata in atmosfera delle radiazioni solari che, raggiunta la superficie terrestre, sono in parte riflesse ed in parte assorbite e convertite in calore.
Il calore, dissipato verso lo spazio sotto forma di irraggiamento infrarosso, viene intercettato dai gas serra che, impedendone la dissipazione, determinano l'accumulo di energia termica in atmosfera e, quindi, l'innalzamento della temperatura superficiale fino al raggiungimento di un punto di equilibrio termico-radiativo tra radiazione solare in arrivo e radiazione infrarossa in uscita.
Se quindi l'effetto serra è un fenomeno naturale essenziale per la presenza e lo sviluppo della vita sulla Terra, l'incremento dei livelli di concentrazione dei gas serra, dovuto essenzialmente alle attività antropiche, determina l'aumento di detto effetto e, con esso, l'alterazione del normale equilibrio termico

del pianeta, aspetto che – a sua volta - ha portato nel corso degli anni a mutamenti importanti dal punto di vista climatico e, di conserva, ambientale.

Procedendo sempre per schematizzazioni, con riferimento alle variazioni dei livelli di concentrazione dei gas serra derivanti dalle attività antropiche, quelli che sotto tale profilo rivestono un ruolo principale sono relative al biossido di carbonio (CO_2), derivante dalla combustione di fonti energetiche fossili per la produzione di energia elettrica e calore, e per il trasporto, al metano (CH_4), connesso alla produzione dei combustibili fossili, alle discariche di rifiuti, all'agricoltura ed all'allevamento, nonché ai clorofluorocarburi (CFC), come noto impiegati per la refrigerazione ed il condizionamento dell'aria.
Secondo il contributo del Gruppo di Lavoro I alla quinta valutazione IPCC[4] (WGI AR5 – anno 2013), l'anidride carbonica (CO_2) è l'elemento maggiormente responsabile del cambiamento in atto tra i gas serra; la concentrazione di biossido di carbonio nell'atmosfera è, difatti, cresciuta di più del 20% rispetto al 1958 e di circa il 40% dal 1750.

Assunto che sulla base del citato rapporto, le attività imputabili all'uomo (emissioni di gas-serra, aerosol e cambi di uso del suolo) sono ritenute causa "estremamente probabile", con un indice del 95%, del riscaldamento globale osservato dal 1950 e considerato il ruolo centrale, in tale quadro, rivestito dalla CO_2, per quanto specificatamente riguarda il contesto nazionale si è fatto riferimento ai dati registrati da ISPRA in merito a detto gas.
ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è responsabile della redazione dell'Inventario Nazionale delle Emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. L'inventario viene correntemente utilizzato per verificare il rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Attraverso i dati forniti dall'ISPRA sulle emissioni, è stato possibile ricavare – dapprima - le emissioni di CO_2, generate da tutte le sorgenti ferroviarie (settore "Railways") presenti sul territorio nazionale e – successivamente – quelle relative alle altre componenti del settore "Transort", al fine di valutare l'apporto emissivo di tale settore.

[4] Il ruolo dell'IPCC è quello di fornire ai governi una valutazione completa e più aggiornata possibile delle conoscenze scientifiche, tecniche, socio-economiche sui temi legati ai cambiamenti climatici.

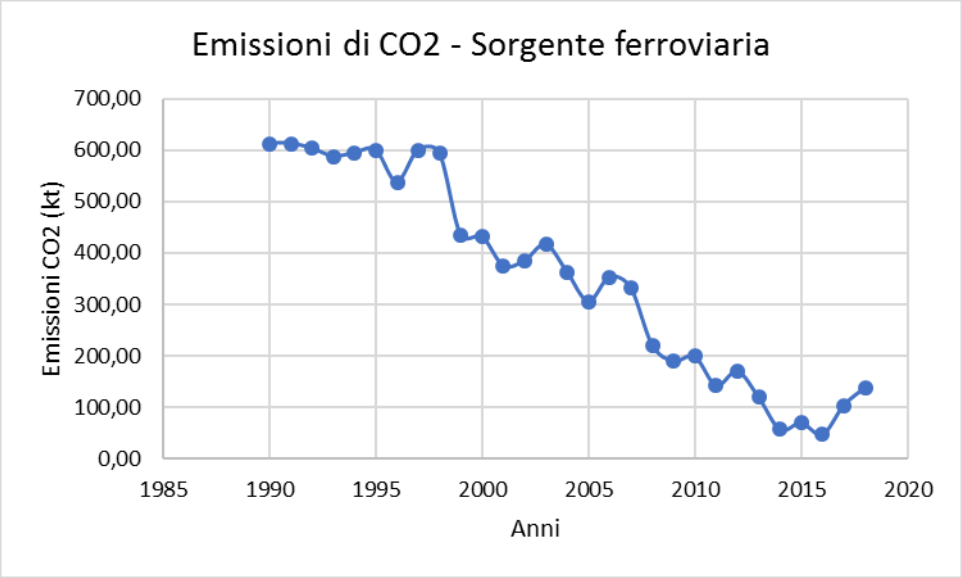


Figura 5-19 Valori di emissione di CO2 medi annui (Fonte: elaborazione dati ISPRA - Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera) – Sorgente ferroviaria

Dal grafico sopra riportato è possibile individuare un trend decrescente e ben definito delle emissioni di CO_2 durante il periodo di riferimento. Si può notare, che dal 1990 al 1998 le emissioni rimangano pressoché costanti intorno alle 600 kt, con un minimo nel 1996 in cui le emissioni scendono sotto le 550 kt, per poi decrescere ulteriormente fino all'anno 2016 arrivando ad un valore emissivo di CO2 pari a 48 kt. Nel 2017 e 2018, invece, si registra una leggera crescita, che porta il valore delle emissioni a 140 kt.
In generale, comunque l'andamento decrescente nel trend di riferimento dal 1990 ad oggi potrebbe essere spiegato dal fatto che in campo ferroviario le nuove tecnologie garantiscono sempre più la riduzione di emissioni di CO2 nonostante queste siano sempre state irrisorie in questo campo.

Per meglio valutare l'esiguo peso del settore ferroviario nel campo delle emissioni di gas serra è stato valutato il peso percentuale delle emissioni dei vari settori di trasporto rispetto alla totalità delle emissioni del settore "Transport", cui risultati sono di seguito riportati in tabella.

Tabella 5-9 Peso percentuale delle emissioni del settore "Railway" rispetto alle emissioni del settore "Transport" (Fonte: elaborazione dati ISPRA - Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera)

Anno	*Settore "Transport" CO2 [kt]*	*Emissioni di CO2 per settore [%]*				
		Domestic aviation	*Road transportation*	*Railways*	*Domestic navigation*	*Other transportation*
1990	100299,24	1,49%	92,04%	0,61%	5,45%	0,41%
1991	102815,32	1,42%	91,70%	0,60%	5,71%	0,57%
1992	107806,99	1,43%	92,16%	0,56%	5,26%	0,59%
1993	109405,45	1,40%	92,61%	0,54%	4,96%	0,50%
1994	109109,53	1,44%	92,74%	0,54%	4,83%	0,44%
1995	111505,20	1,42%	92,83%	0,54%	4,63%	0,57%

Anno	*Settore "Transport" CO2 [kt]*	*Emissioni di CO2 per settore [%]*				
		Domestic aviation	*Road transportation*	*Railways*	*Domestic navigation*	*Other transportation*
1996	112921,26	1,64%	92,21%	0,48%	5,14%	0,53%
1997	114655,89	1,79%	92,07%	0,52%	5,24%	0,37%
1998	118851,44	1,88%	92,00%	0,50%	5,20%	0,42%
1999	120087,39	2,10%	92,03%	0,36%	4,92%	0,58%
2000	121406,15	2,24%	91,84%	0,36%	4,86%	0,70%
2001	123232,22	2,09%	92,42%	0,30%	4,69%	0,49%
2002	125707,73	2,34%	92,44%	0,31%	4,40%	0,52%
2003	125915,24	2,41%	92,45%	0,33%	4,37%	0,44%
2004	127704,67	2,27%	92,62%	0,28%	4,27%	0,56%
2005	126595,23	2,24%	92,51%	0,24%	4,31%	0,70%
2006	127872,95	2,28%	92,52%	0,28%	4,11%	0,82%
2007	128009,81	2,41%	92,80%	0,26%	3,92%	0,60%
2008	121155,58	2,48%	92,48%	0,18%	4,10%	0,76%
2009	115670,24	2,50%	92,44%	0,16%	4,16%	0,73%
2010	114184,85	2,58%	91,68%	0,17%	4,60%	0,96%
2011	113159,35	2,48%	92,45%	0,13%	4,33%	0,61%
2012	105535,00	2,42%	92,65%	0,16%	4,10%	0,67%
2013	102864,25	2,23%	93,03%	0,12%	3,99%	0,64%
2014	107655,56	2,13%	93,56%	0,05%	3,79%	0,47%
2015	105057,17	2,06%	93,63%	0,07%	3,72%	0,53%
2016	103639,10	2,08%	93,48%	0,05%	3,75%	0,65%
2017	99765,46	2,23%	92,99%	0,10%	3,92%	0,76%
2018	103096,40	2,25%	92,92%	0,13%	3,93%	0,77%

Viene inoltre graficato il dato relativo alle percentuali di emissioni di CO2 dell'ultimo anno disponibile (2018), per ogni sottosettore del settore "Transport".

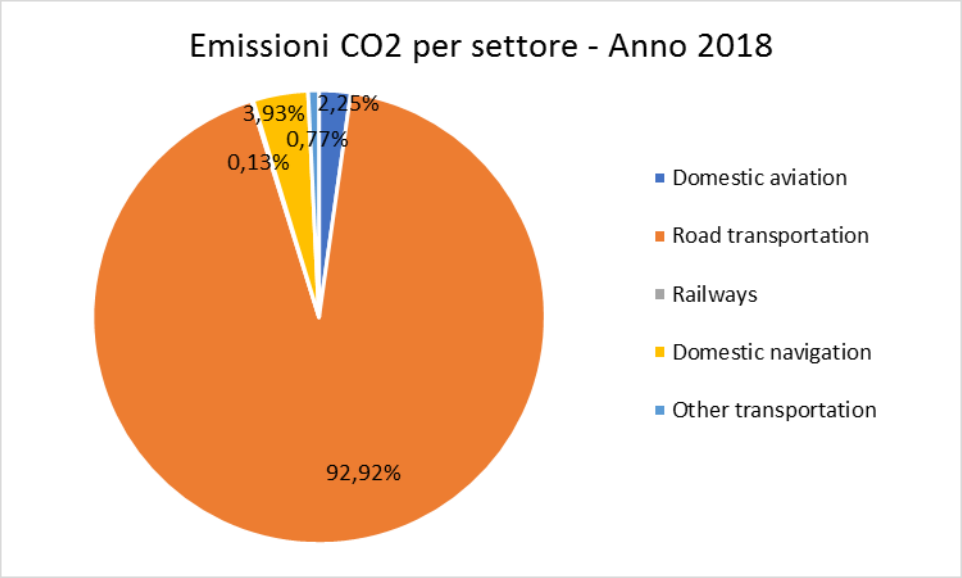


Figura 5-20 Peso percentuale di emissione di CO2 rispetto alle emissioni totali annui - Anno 2018 (Fonte: elaborazione dati ISPRA - Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera)

Come emerge dalla tabella sopra riportata e dal grafico, il settore che maggiormente contribuisce alle emissioni di CO2 è il trasporto stradale, che dal 1990 ad oggi costituisce più del 90% delle emissioni sul totale del settore trasporti. Al contrario, il settore ferroviario rappresenta la modalità di trasporto che produce le più basse emissioni di CO2 rispetto agli altri sistemi dii trasporto, che si mantengono negli anni sempre al di sotto dell'1% fino a raggiungere negli ultimi anni un contributo sempre più basso di circa lo 0,10%.

5.4 Biodiversità

5.4.1 Inquadramento bioclimatico

L'area oggetto di studio è posta nella fascia pedemontana della Regione Lombardia in una zona intensamente interessata dalle attività antropiche legate all'ambito urbano, industriale e agricolo; più nello specifico nell'alta pianura bergamasca compresa tra la fascia delle colline pedemontane e le aree urbanizzate dell'abitato di Bergamo a nord e l'alta pianura a sud, caratterizzata da diversi corsi fluviali (Adda, Serio e Oglio) con scorrimento prevalente Nord – Sud che si ricongiungono verso il Po.

Le condizioni termiche e pluviometriche sono parametri indispensabili per lo studio delle comunità vegetali che consentono di evidenziare i periodi di aridità che sono spesso responsabili di profonde variazioni sull'assetto vegetazionale di un dato territorio.
Su larga scala si evince dalla carta dei Bioclimi (Blasi e Michetti, 2005) che l'area indagata è caratterizzata da un bioclima temperato semicontinetale – subcontientale a cui si associa un fitoclima temperato (mesotemperato/supratemperato umido) (cfr. Figura 5-21).

Figura 5-21 Stralcio della Carta dei Bioclimi (Blasi e Michetti, 2005)

Il clima dell'area si caratterizza per assenza di aridità estiva, che vede solo una diminuzione delle precipitazioni nel mese di luglio e valori di precipitazione più bassi che si registrano nel trimestre invernale (Dicembre, Gennaio, Febbraio). Per quel che riguarda le temperature, le minime annue vengono raggiunte durante il mese di gennaio con 2,7°C, mentre le massime si registrano nel mese di luglio con 22,8°C; si evidenzia inoltre una certa continentalità dovuta all'elevata escursione termica annua che raggiunge i 20°C.

Secondo la classificazione del clima di Köppen (1936), ottenuta considerando le caratteristiche biotiche e abiotiche dei vari ambienti, l'area è caratterizzata da un clima temperato delle medie latitudini (Cfa), piovoso o generalmente umido in tutte le stagioni e con estati molto calde in cui la temperatura media del mese più caldo è maggiore ai 22°C, confermato anche dall' "Indice di Aridità" di De Martonne (1923) che classifica l'area con un clima umido.

In questo contesto le principali aree boscate sono ad oggi confinate nelle prime colline bergamasche costituite per tradizione in macchie relativamente compatte, collocate sui versanti meno esposti. La vegetazione appare in genere degradata con presenza diffusa di robinieti fortemente ceduati. Non mancano però eccezioni di particolare pregio naturalistico.

Al fine di definire la vegetazione potenziale e quindi le comunità naturali che la popolano è molto importante identificare l'ecoregione di appartenenza che risulta strettamente collegata con i caratteri fisici dell'ambiente.

In base alla classificazione ecoregionale (cfr. Figura 5-22) pubblicata in "Contributo tematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità (SNB) - Le Ecoregioni d'Italia" l'area di studio ricade nella divisione temperata, provincia del "Bacino Ligure-Padano", Sezione della "Pianura Padana", a ridosso della Sezione delle "Alpi Orobie". La divisione è caratterizzata da una vegetazione naturale potenziale prevalentemente forestale, a meno di arbusteti e delle praterie dei piani montani superiori e delle linee di costa. La foresta risulta caratterizzata da specie di latifoglie decidue dei generi *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Acer* e *Fraxinus*, mentre le conifere dei generi *Picea*, *Abies*, *Pinus* e *Larix* diventano dominanti solo nei piani altomontano e subalpino. Le classi di riferimento sono: *Querco roboris-Fagetea sylvaticae* e *Vaccinio-Piceetea*.

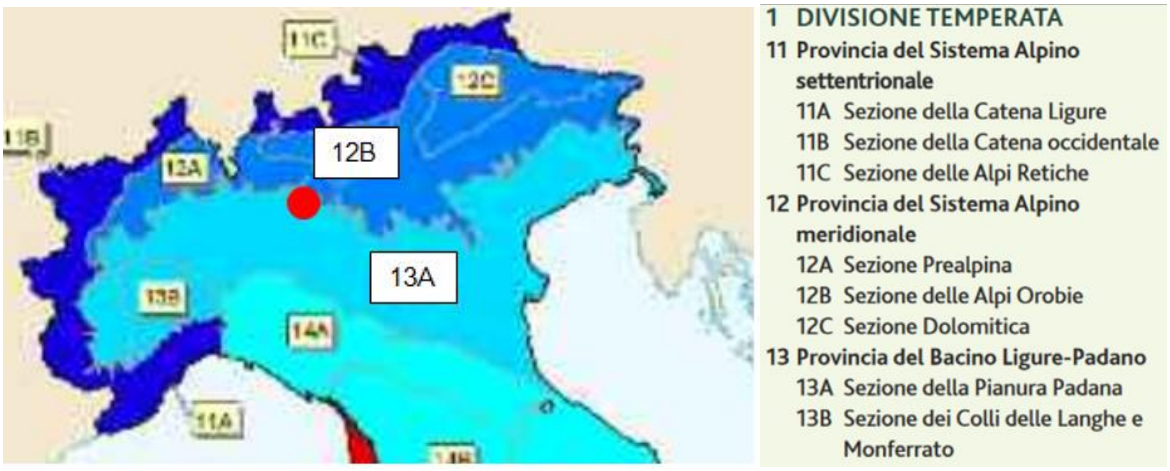


Figura 5-22 Ecoregioni d'Italia

5.4.2 Inquadramento vegetazionale e floristico

L'analisi della vegetazione reale presente nell'area indagata è supportata dall'elaborato cartografico allegato al presente documento e denominato "Analisi delle risorse naturali: suolo, vegetazione e biodiversità" (NM2701D22N5SA0001006-7A) le cui informazioni sono state desunte - in via primaria - dall'uso suolo della Regione Lombardia (DUSAF 6.0), nonché dall'integrazione di detti strati informativi mediante la consultazione della Carta Forestale (perimetro boschi), realizzata dalla "mosaicatura" delle carte dei Piani di Indirizzo Forestale redatti dalle comunità montane, dai Parchi regionali e dalle Province, e dalla Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del PIF dei territori esterni ai Parchi e alle Comunità Montane della Provincia di Bergamo. Infine, si è fatto riferimento alla Carta degli habitat di interesse comunitario nei Siti Natura 2000: carta vettoriale riportante la distribuzione degli habitat di interesse comunitario (Allegato I, Direttiva 92/43/CEE) nei Siti della Rete Natura 2000 (SIC/ZSC, ZPS) istituiti in Lombardia e nel resto della regione. Fonte Osservatorio per la biodiversità della Regione Lombardia;

Per quanto riguarda la copertura del suolo a partire dal Programma Europeo Corine Land Cover la Regione Lombardia nell'ambito del progetto DUSAF (Destinazione d'Uso del Suolo Agricolo e Forestale) ha realizzato l'ultima cartografia resa disponibile dalle aerofotogrammetiche AGEA 2018, da foto aeree a colori e immagini da satellite del 2018.
Il piano di indirizzo forestale invece costituisce piano di settore del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) ai sensi dell'art. 48 della L.R. 31/2008 e viene predisposto ai sensi della L.R. 31/2008 e si configura quale strumento:

- di analisi e di indirizzo per la gestione dell'intero ambito forestale del territorio;
- di raccordo tra la pianificazione forestale e la pianificazione territoriale;
- di supporto per la definizione delle priorità nell'erogazione di incentivi e contributi;
- di individuazione delle attività selvicolturali da svolgere.

I PIF approvati nella Provincia di Bergamo sono:

- il PIF della Provincia di Bergamo - Ambito territoriale fuori dalle CM e Parchi approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n° 71 del 01/07/2013;
- i PIF approvati dalle Comunità Montane (recepiti quali Piani di Settore del PTCP).

Come risulta dalla lettura del citato elaborato "Analisi delle risorse naturali: suolo, vegetazione e biodiversità", il territorio in esame è occupato prevalentemente da terreni a seminativi, praterie e colture orticole e florovivaistiche che rappresentano ambienti a biopermeabilità media. Ad essi si alternano superfici interessate da cespuglieti che rappresentano ambiti a biopermeabilità medio-alta. In ultimo le aree urbane rappresentano gli ambiti a biopermeabilità nulla.

Secondo una visione di area vasta il territorio analizzato si caratterizza da un elevato grado di antropizzazione in cui le componenti più rappresentative sono gli ambiti urbani e le aree agricole utilizzate. La sola vegetazione naturale, reale e coincidente con la potenziale, presente nell'area in analisi consta nelle formazioni riparie prossime ai corsi d'acqua e nelle estese aree boschive legate al sistema delle colline di Bergamo.

La pianura bergamasca era in origine ricoperta da una fitta vegetazione. Secondo Keller (1932) il paesaggio vegetale era costituito da foreste di querce, tigli e olmi, mentre lungo i corsi d'acqua erano presenti boscaglie di ontani salici e pioppi.

La vegetazione naturale potenziale è rappresentata, come in tutta l'area Padana, da formazioni forestali di latifoglie decidue mesofile dominate da querce e, nello specifico da Roverella (*Quercus pubescens*); mentre nelle aree con falda freatica superficiale è la presenza di *Quercus robur* a rappresentare la vegetazione potenziale. Queste cenosi sono sostituite da formazioni arboree o arbustive ripariali a Pioppi (*Populus alba, P. nigra*) e Salici (*Salix sp. pl*.) lungo il corso dei fiumi, e da formazioni forestali ad Ontano nero (*Alnus glutinosa*) nelle zone umide e palustri.
A queste entità si aggiungono altri elementi quali *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus, Ulmus minor, Fraxinus excelsior e Prunus avium* che, con Farnia e Rovere, rappresentano il massimo grado di sviluppo della vegetazione che naturalmente si instaurerebbe in tutto il territorio in assenza di alterazioni antropogene.

La componente forestale è distribuita in maggior misura nei quadranti Nord – Nord - Ovest e Nord – Est con prevalenza di vegetazione tipica delle quote collinari, caratterizzata da boschi di Rovere e Roverella; intercalati a questi boschi sono presenti orno – ostrieti, poco diffuso, invece, il querceto di Farnia. Non mancano piccole aree con Querco-Carpineti e con Cerreta. Alle quote superiori di 600 m si possono osservare, invece, formazioni di acero frassineti e faggete.
Sarebbero, invece, ben distribuiti lungo i corsi d'acqua formazioni arboree o arbustive ripariali come i saliceti (*Salix sp. pl*.), che necessitano di zone umide, e come gli alneti (es. *Alnus glutinosa*) che si rinvengono nei versanti esposti a nord e quindi più umidi.

Le modifiche da parte dell'uomo hanno comportato notevoli trasformazioni, in particolare tali modifiche sono state causate dalle opere di disboscamento che avevano lo scopo di ricavare aree idonee alle colture e fornire combustibile allo sviluppo industriale. Questo ha fatto sì che le aree meno idonee alle colture, per lo più quelle paludose e impervie, siano rimaste inalterate.

Il quadro attuale della pianura Bergamasca è condizionato dalla meccanizzazione dell'agricoltura che ha portato all'unione degli appezzamenti e quasi totalmente asportato le ultime tracce di vegetazione arborea che, fino a pochi decenni fa, resisteva come siepi o filari divisori dei campi.
Non mancano però aree costituite da lembi di bosco superstiti; ad esempio, nei primi rilievi collinari retrostanti la città di Bergamo e lungo corsi fluviali piccoli nuclei di vegetazione costituiscono memoria delle foreste che ricoprivano la grande Pianura anni fa.

Le formazioni arboree presenti sono per lo più *Querco-carpineti* planiziali, della Padania centro-occidentale, di fondovalle o di basso versante collinare, sviluppati su suoli idromorfi o con falda

superficiale, ricchi di componenti colluviali di natura siltitico-argillosa. La specie guida principale è la farnia (*Quercus robur*), eventualmente associata a rovere (*Quercus petraea*), con rilevante partecipazione di carpino bianco (*Carpinus betulus*). Tali querco-carpineti della Padania centro-occidentale e dei limitrofi versanti collinari sono espressioni dell'alleanza *Carpinion betuli* Issler 1931. Ad essa appartengono Comunità mesofile che si sviluppano nell'area basale e collinare dell'Europa centro occidentale. Si tratta di foreste molto ricche di specie, molto spesso ridotte a piccoli lembi residuali (come nello specifico caso in analisi) che hanno fatto posto alle colture o agli insediamenti antropici. Nell'alleanza *Carpinion betuli* ricadono i querceti e le foreste di carpino bianco, in genere dominati da *Quercus robur* o *Quercus petrea* e *Carpinusbetulus*, e le cerrete con elementi dei *Fagetalia*. Tra le specie più abbondanti e frequenti vi sono: *Fraxinus excelsior, Tilia cordata, Prunus avium, Acer campestre, Corylus avellana, Euonymus europaeus, Luzula nivea, Hedera helix, Euphorbia dulcis, Quercus robur, Anemone nemorosa, Carpinus betulus.* Tra le specie diagnostiche vi sono: *Carpinus betulus, Sorbus torminalis, Quercus petraea, Tilia cordata, Sorbus domestica, Pyrus communis, Acer campestre, Crataegus monogyna, Crataegus laevigata, Rosa arvensis, Euonymus europaeus, Cornus sanguinea, Ligustrum vulgare, Brachypodium sylvaticum, Festuca drymeia.*

A scala di maggior dettaglio nell'area in esame la vegetazione naturale presente più vicina all'area di intervento consta dell'esile foresta a tunnel rimasta lungo il Brembo e il Serio e dei lembi di bosco residuali presenti al margine dei campi coltivati. Il resto della vegetazione presente è legato al contesto urbano e alla vegetazione sinantropica residuale al margine delle aree urbane presenti e dei parchi urbani. L'elevato livello di antropizzazione ha portato, con il tempo, ad una perdita della naturalità delle comunità vegetali all'interno delle quali si sono affermate specie alloctone quali robinia, ciliegio tardivo e ailanto.

Figura 5-23 Vegetazione riparia al margine di un asta fluviale

Figura 5-24 Vegetazione arborea al margine di un seminativo

Figura 5-25 Vegetazione arborea residuale lungo la linea ferroviaria

La vegetazione delle aree agricole

Questa tipologia di aree caratterizza il paesaggio ambientale dell'area di intervento la quale a causa del forte impatto antropico non presenta interessanti aree di valore botanico, anche se può risultare un ecosistema frequentato da molte specie animali opportuniste o tipiche degli ambienti agricoli che sfruttano siepi, filari e fasce boscate.

Le principali formazioni seminaturali sono da ricondurre in primo luogo ai seminativi e alle cerealicole come mais da granella, frumento tenero, orzo e foraggere. Esse costituiscono la superficie maggiore dell'area di studio. Per quanto attiene alle superficie occupate da legnose agrarie si osservano prevalentemente e in minor misura oliveti, frutteti e frutti minori e le altre colture permanenti.

Questa tipologia di aree riveste il ruolo di aree a buona valenza ecologica grazie ai sistemi verdi intesi come filari, siepi e fasce o macchie alberate siti a separare i terreni agricoli, lungo le strade o i canali. Costituiscono un elemento significativo del paesaggio agrario bergamasco e, più in generale, del paesaggio planiziale padano.

Figura 5-26 Aree agricole con sullo sfondo un filare di specie arboree al margine di un fosso irriguo

I boschi

Le tipologie forestali che mostrano aspetti coerenti con la definizione di "bosco" ai sensi della LR n.16 del 1996 si ritrovano ad una discreta distanza dell'area di intervento, precisamente oltre il fiume Brembo e Serio, e sono legate al paesaggio collinare. Si tratta di alcuni elementi molto limitati a causa delle trasformazioni che si sono succedute sul territorio, modificandone i caratteri originari per spingerlo verso

uno sfruttamento prettamente agricolo che ha portato alla scomparsa dei boschi che in precedenza dominavano il territorio.
La principale distribuzione delle aree boscate è da riferirsi alla prima sub regione e precisamente nelle zone a nord-nord-est che corrispondono in larga parte alla superficie del Parco Regionale dei Colli di Bergamo, in un'area nord ricadente nel Parco del Monte Bastia e del Roccolo e del Parco delle Valli d'Aragon.

Le formazioni presenti sono costituite da querceti e orno ostrieti. I querceti rilevati sono prevalentemente costituiti dalla rovere (*Quercus petraea*) o roverella (*Quercus pubescens*) e sono accompagnate da altre specie accessorie a seconda delle condizioni stazionali (*Ulmus Minor*, *Celtis australis*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Castanea sativa*). Alle quote collinari sono presenti dei querco – carpineti in cui è sempre presente il carpino bianco (*Carpinus betulus*) e altre specie come *Quercus petrea*, *Fraxinus Ornius*, *Platanus Hybrida*, *Robinia Pseudoacacia*. Gli orno ostrieti sono formati invece nello strato arboreo da *Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Quercus pubescens, Castanea sativa e Acer campestre.* Risulta localmente sostituito soprattutto nelle aree più marginali, da castagno (*Castanea sativa*) e Robinia (*Robinia pseudoacacia*).

Tra le formazioni antropogene o quelle che non rappresentano la vegetazione idonea alle condizioni stazionali locali, figurano il castagno (*Castanea sativa*) e la robinia (*Robinia pseudoacacia*) che, seppur non si riferiscano alla vegetazione potenziale naturale, costituiscono la maggioritaria porzione dei boschi dell'area vasta.
In Lombardia negli anni si è osservata una notevole diffusione da parte dei Robinieti nelle stazioni ottimali per i querceti e i querco-carpineti. Essi possono formare sia boschi puri che misti, perché per quanto denso, permette l'instaurarsi di uno starato dominato a base di specie sciafile, tipicamente carpino bianco, olmo, acero e in misura minore specie più eliofile come ciliegio e quercia. La robinia è una specie esotica che è stata diffusa in Italia a cavallo delle due guerre mondiali al fine di ripristinare i boschi fortemente depauperati, la sua colonizzazione è stata registrata nella fascia basale e pedemontana e, a seguire, a causa della sua elevata capacità pollinifera si è diffusa in diversi ambienti.

Con minori superfici estensionali, sono presenti altre formazioni con querceti quali la cerreta e boschi di latifoglie governati a ceduo che non presentano una formazione vegetazionale prevalente o identificabile. Le altre superfici boscate di estensioni minoritarie sono costituite da acero frassineti e alneti dislocati prevalentemente nei Colli di Bergamo, querco-carpineti della pianura, carpineto con *Ostrya carpinifolia* dominato da *Carpinus betulus* ed infine le faggete confinate a quote superiori dei 900 m.

In ultimo, sono presenti diverse specie arboree, inserite per opera dell'uomo, che occupano piccole porzioni di territorio; tra di esse rientrano le formazioni artificiali di conifere o latifoglie che sono prevalentemente composte da *Pinus strobus* nel primo caso, e da *Quercus robur*, *Carpinus betulus* e *Acer Campestre* nel secondo.

Figura 5-27 Aree boschive del paesaggio collineare a nord della città di Bergamo

La vegetazione delle aree umide

In termini di aree umide le principali formazioni arboreo arbustive ripariali sono rinvenibili in particolare lungo il corso del Fiume Serio e del Brembo, caratterizzate da elementi arborei e arbustivi di ambiente ripariale. Occorre precisare che in tali superfici, in misura maggioritaria, la vegetazione potenziale è completamente sostituita o dominata dalla Robinia.

I boschi ripariali sono costituiti da salice bianco (*Salix alba)* accompagnato dal pioppo nero (*Populus nigra*) dall'ontano nero (*Alnus glutinosa*) talora dominante, dal salice ripariolo (*Salix eleagnos*) e dal salice rosso (*Salix purpurea*). Lo strato arbustivo nel complesso è generalmente rado e formato perlopiù da sambuco nero (*Sambucus nigra*), rovo (*Rubus caesius e Rubus sp.*).

Gli olmeti sono invece dominati dall'olmo campestre (*Ulmus minor*), in cui sporadicamente è presente anche l'orniello (*Fraxinus ornus*), il platano (*Platanus hispanica*) e la robinia (*Robinia pseudoacacia*).

Molto più frequenti sono le boscaglie caratterizzate da robinia (*Robinia pseudoacacia)* e sambuco nero (*Sambucus nigra)* direttamente legate al disturbo antropico che, nell'ambiente tipico dei boschi mesofili e/o meso-igrofili, sostituiscono le formazioni forestali originarie. Nelle aree in cui prevale la robinia essa è

accompagnata dall'acero campestre (*Acer campestre*) e, sporadicamente, dalla farnia (*Quercus robur*) e dal platano (*Platanus hispanica*).

Non mancano inoltre boschi antropogeni a dominanza di *Ailanthus altissima* dalla zona di Seriate fino a Morengo. Sono caratterizzanti aree con elevata aridità edafica dovuta al substrato drenante su cui sono impostati, ovvero terrazzi aridi fortemente drenati. Floristicamente molto simili ai robinieti prima descritti, si distinguono per uno strato arboreo piuttosto dominato dall'ailanto (*Ailanthus altissima*) e in subordine dalla robinia (*Robinia pseudoacacia*).

Figura 5-28 Vegetazione riparia del fiume Serio

5.4.3 Inquadramento faunistico ed ecosistemico

Il profondo impatto antropico, che ha prodotto le modificazioni sul paesaggio e sulle componenti ambientali tipiche della pianura padana, è all'origine di un sostanziale impoverimento floristico e faunistico avvenuto attraverso i secoli sia a livello di specie che come consistenza delle popolazioni.
La Provincia Padana può essere considerata come un territorio di transizione tra la Provincia Alpina e quella Appenninica ed è stata sicuramente una via di diffusione di specie tra Alpi ed Appennini durante il Quaternario. Nel suo stato attuale essa rappresenta un territorio da secoli profondamente modificato dall'uomo, con una fauna a basso grado di biodiversità. Però vi si ritrovano ancora singoli biotopi a biodiversità più elevata, e quindi di notevole interesse faunistico (querco-carpineti relitti delle selve padane, brughiere, boschi ripari dei maggiori fiumi, fontanili, aree paludose estremamente ridotte).

Entrando nel merito del caso in specie, il paesaggio bergamasco racchiude diverse tipologie di ecosistemi in quanto dotato di aree di pianura, di collina e di montagna che permettono un ambiente assai

diversificato. Tale diversità però risulta essere confinata in particolari aree dove l'urbanizzazione e lo sfruttamento agricolo non sono giunti per presenza di aree tutelate o condizioni morfologiche particolari.
In termini di valori di biodiversità la provincia di Bergamo mostra un gradiente lungo un asse nord - sud (montagna, collina, assi fluviali, pianura) con il valore minimo che si registra in pianura, ad eccezione delle zone degli alvei fluviali, mentre nella zona collinare si hanno condizioni di maggiore variabilità da ricollegarsi all'abbandono delle aree decentrate e marginali, infine i valori di diversità espressi dalla montagna risultano mediamente superiori a quelli della pianura e della collina.

Ecosistema urbano

L'ecosistema urbano costituisce, nell'ambito di area vasta, la superficie di maggiore estensione che segue dopo il sistema agricolo. È costituito da diversi centri urbani che sono dislocati nell'alta pianura bergamasca. La componente vegetazionale in tale contesto risulta particolarmente ridotta se non del tutto assente. Costituiscono elementi verdi della città le aree verdi urbane, filari e siepi alberate. La loro composizione è varia ma in particolar modo hanno subito l'influenza delle specie esotiche come la robinia e l'ailanto.
La fauna è nel complesso ridotta rispetto agli altri ambienti fin ora descritti. Risulta piuttosto frequentata da specie ad ampia valenza ecologica che hanno la capacità di sfruttare le costruzioni umane come siti di riproduzione e di riparo, l'ambiente urbano, seppur "costruito", fornisce un'elevata disponibilità di fonti alimentari, un microclima più clemente nel periodo invernale, maggior protezione dai predatori. La classe quindi maggiormente favorita è costituita dagli uccelli come il Piccione torraiolo (*Columba livia var. domestica*), il Colombaccio (*Columba palumbus*) la Tortora dal collare (*Streptopelia decaocto*), la Civetta (*Athene noctua*), il Rondone (*Apus apus*), il Rondone pallido (*Apus pallidus*), il Torcicollo (*Jynx torquilla*), la Rondine montana (*Ptyonoprogne rupestris*), la Rondine (*Hirundo rustica*), il Balestruccio (*Delichon urbica*), il Codirosso spazzacamino (*Phoenicurus ochruros*), la Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), tra gli ubiquitari si possono osservare il Merlo (*Turdus merula*) e la Capinera (*Sylvia atricapilla*).
Sono più rari in ambito urbano i mammiferi e gli anfibi per scarsità di habitat idonei. Sono presenti tra i rettili, negli insediamenti umani ben assolati, le ormai ubiquitarie lucertole muraiole (*Podarcis muralis*).

Ecosistema agricolo

Le superfici di questo ecosistema sono costitute in massima parte da seminativi, prati stabili, e vigneti, questi ultimi, distribuiti prevalentemente nelle aree a nord della città di Bergamo. Costituiscono un elemento caratterizzante il paesaggio agrario bergamasco "i sistemi verdi", ovvero siepi filari e fasce boscate che si distribuiscono, in modo più o meno omogeneo, in tutta la pianura bergamasca. Esse

svolgono molteplici funzioni naturalistiche oltre ad avere un buon significato di ordine paesaggistico e turistico-ricreativo.
Dal punto di vista naturalistico oltre ad essere un elemento di biodiversità, tali sistemi costituiscono un'interfaccia ed un ambito di transizione progressiva tra la realtà degradata della pianura e la realtà più importante della collina e della montagna che funge da elemento di connessione ecologica.

Analizzando le informazioni presenti sull'Osservatorio per la Biodiversità della Regione Lombardia è stato possibile rinvenire le informazioni inerenti alla Cartografia degli habitat di interesse comunitario presenti nel territorio regionale. La Carta degli habitat in particolare riporta la distribuzione degli habitat di interesse comunitario (Allegato I, Direttiva 92/43/CEE) nei Siti della Rete Natura 2000 (SIC/ZSC, ZPS) istituiti in Lombardia e nel resto della regione aggiornati all'anno 2019.

Tra gli habitat di interesse nell'area oggetto di valutazione emerge la presenza di un habitat legato alle praterie di dimensioni più o meno estese ricomprese all'interno della fascia di pertinenza del tracciato di progetto. L'habitat in questione è il 6510 - "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*)" che è costituito da prati da mesici a pingui, regolarmente falciati e concimati in modo non intensivo, floristicamente ricchi, distribuiti dalle aree di pianura sino alla fascia montana inferiore, riferibili all'alleanza *Arrhenatherion*. Si tratta di tipi di vegetazione che si possono mantenere esclusivamente attraverso interventi di sfalcio essendo, infatti, la vegetazione potenziale rappresentata da formazioni arboree. In assenza di concimazione, pur assicurando regolari falciature, si svilupperebbero, secondo le caratteristiche dei diversi siti, altri tipi di prateria, soprattutto mesoxerofila o xerofila.

Figura 5-29 Area di intervento in bianco con i tematismi della Carta degli habitat (Fonte: Geoportale Regione Lombardia – Osservatorio Regionale della Biodiversità)

I coltivi, i vigneti e i prati stabili sono degli habitat seminaturali adatti a specie avifaunistiche meno bisognose di una copertura arborea. Le aree aperte sono particolarmente idonee per la caccia di diverse specie di rapaci notturni e passeriformi che si nutrono di insetti, e le graminacee, inoltre, possono attirare tutte le specie granivore. La componente "sistemi verdi" costituisce, invece, un elemento fondamentale di riparo e di connessione ecologica.

Le principali specie avifaunistiche che si rivengono e caratterizzano questo habitat sono ad esempio i rapaci notturni quali la civetta (*Athene noctua*), il gufo comune (*Asio otus*) nei mesi invernali, mentre in estate è possibile udire il canto dell'assiolo (*Otus scops*). Un'altra specie rappresentativa e caratteristica è l'allodola (*Alauda arvensis*) che nidifica all'interno dei prati stabili. Altrettanto tipiche di questo ambiente sono la cutrettola (*Motacilla flava*), la ballerina bianca (*Motacilla alba*) e la rondine (*Hirundo rustica*) che nidifica in prossimità delle cascine e dei manufatti umani presenti nelle zone coltivate. Il pigliamosche (*Muscicapa striata*) e il saltimpalo (*Saxicola torquata*) sono altre specie caratteristiche di tale ambiente. Si unisce a queste due specie il codirosso (*Phoenicuros phoenicuros*), specie che si osserva anche in prossimità dei centri urbani, soprattutto nei giardini. Tra i fringillidi oltre il verdone (*Carduelis chloris*) e il verzellino (*Serinus serinus*) compare una specie tipica di aree aperte e semiaperte: il cardellino (*Carduelis carduelis*). Immancabili e comunissimi in queste zone sono la passera d'Italia (*Passer italiae*) e la passera mattugia (*Passer montanus*), il merlo (*Turdus merula*) e lo storno (*Sturnus vulgaris*).

Le altre classi faunistiche sono meno presenti. I mammiferi sono limitati a poche specie, per lo più roditori e insettivori che trovano rifugio in siepi, filari o macchie nelle aree limitrofe ai campi. Vi è, inoltre,

l'ubiquitaria volpe (*Vulpes vulpes*), il riccio europeo (*Erinaceus europaeus*), la talpa (*Talpa europaea*) e l'avicola campestre (*Microtus arvalis*).

Tra gli anfibi che frequentano le aree coltivate sono presenti la raganella italiana (*Hyla intermedia*) e meno frequentemente la rana verde (*Pelophylax synklepton esculenta*). Soprattutto di notte, è facile osservare il rospo comune (*Bufo bufo*), mentre si muove tra le siepi o mentre attraversa le strade, meno comune è l'affine rospo smeraldino (*Pseudepidalea viridis*).

Tra i rettili è presente l'orbettino (*Anguis fragilis*).

Ecosistema delle aree arboree e arbustive

Come già accennato, l'ecosistema boschivo è localizzato a Nord della pianura bergamasca, nelle aree collinari dell'omonima provincia, localizzandosi prevalentemente in aree di pertinenza forestale come castagneti, faggete, boschi misti di latifoglie, boschi misti di latifoglie e conifere, abetine, sia nelle Prealpi sia nel settore più interno delle Orobie. Su questi suoli si istaurano fitocenosi boschive che potenzialmente, nell'area indagata, appartengono al piano delle quercete caducifoglie e degli orno ostrieti; ad oggi, solo in alcune aree residuali si hanno queste formazioni, in particolare nel settore collinare di nord-est la prima, e nord la seconda. Difatti, queste formazioni sono state sostituite ad opera dell'uomo, prima dal castagneto, e poi, in epoca più recente, dal robinieto. In particolare, la robinia tende a penetrare nella vegetazione già presente e sostituisce completamente le formazioni originarie formando Robinieti puri. Tale fenomeno è particolarmente sviluppato nelle aree boscate con vegetazione in evoluzione che sono maggiormente predisposte ad accogliere specie pioniere con crescita rapida come la *Robina pseudoacacia* e l'*Ailantus altissima.*

La fauna delle aree boscate risulta essere molto differente rispetto alle aree dell'alta pianura bergamasca costituite prevalentemente da una matrice agricola e antropizzata. In particolare, sono molto comuni gli ungulati come ad esempio il capriolo. Nel bosco sono presenti altri mammiferi come la talpa europea (*Talpa europaea*) che per nutrirsi scava gallerie sotterranee alla ricerca di lombrichi e larve di insetti nei terreni più morbidi e ricchi in humus. Mentre, ricercano, invece, risorse alimentari nei primi strati del suolo il topo selvatico collo giallo (*Apodemus flavicollis*) e l'arvicola rossastra (*Clethrionomys glareolus*). Il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), un altro frequentatore del bosco, costruisce il nido, utilizzando erba e foglie legate fra loro, alla biforcazione di un arbusto, a meno di due metri d'altezza; lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), invece, intreccia ramoscelli e foglie, tra i rami, a maggior altezza.

Non mancano nei boschi della bergamansca, il riccio (*Erinaceus europaeus*), il tasso (*Meles meles*), la volpe (*Vulpes vulpes*), la faina (*Martes foina)* e la donnola (*Mustela nivalis*).

Tra gli anfibi è nota la presenza della rana di Lataste (*Rana latastei*) tipica delle aree più umide del bosco come, d'altronde, lo sono la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), il rospo comune (*Bufo bufo*),

la raganella italiana (*Hyla intermedia*) e la rana agile (*Rana dalmatina*). I rettili che vivono nelle formazioni boschive occupano perlopiù i margini e le aree aperte. Tra le specie presenti vi è il biacco (*Hierophis viridiflavus*) e di particolare interesse faunistico il colubro di Esculapio o saettone (*Zamenis longissimus*).
Tra gli uccelli il rappresentante delle specie nidificanti è il picchio rosso maggiore (*Picoides major*) che vive in tutte le tipologie forestali e scava il suo nido dentro i tronchi degli alberi nutrendosi di insetti xilofagi che vi risiedono. Inoltre, sono presenti il torcicollo (*Jinx torquilla*) e il picchio muratore (*Sitta europaea*) che solitamente sfrutta nicchie già scavate dal picchio rosso. Raro è invece il rampichino (*Certhia familiaris*) che costruisce il nido nelle fenditure dei tronchi o in manufatti presenti nel bosco.
Tra i rapaci notturni, all'interno di cavità arboree, si trova comunemente l'allocco (*Strix aluco*) diffuso in tutta la bergamasca. Una delle specie più rappresentative dello strato arbustivo è, invece, la capinera (*Sylvia atricapilla*). Molto comuni sono il merlo (*Turdus merula*) che si nutre al suolo rivoltando foglie e terra e il fringuello (*Fringilla coelebs*). Tipico corvide di queste formazioni arboree è la ghiandaia (*Garrulus glandarius*) specie che colloca il nido sulla sommità dei rami. Molte di queste specie trovano facile cibo tra la fauna invertebrata che, particolarmente abbondante, vive tra lo spesso fogliame che cade al suolo ogni autunno e che lentamente si decompone.

<u>Ecosistema delle aree umide</u>

L'ecosistema oggetto di trattazione è localizzato prevalentemente lungo il corso del Fiume Serio e del fiume Brembo, oltre alle sponde delle diverse rogge e dei canali.
Nelle aree adiacenti ai corsi fluviali sono presenti molte aree caratterizzate da vegetazione di greto prevalentemente arbustiva o erbacea caratterizzata dall'abbondante presenza di elementi nitrofili-ruderali afferibili alle classi *Stellarietea mediae* e *Artemisietea vulgaris.*
Nelle aree più distali sono presenti formazioni arboreo arbustive che potenzialmente, e solo in piccoli lembi, sono ancora costituite da Salice bianco (*Salix alba*) accompagnato dal pioppo nero (*Populus nigra*), dall'ontano nero (*Alnus glutinosa*) talora dominante, dal salice ripariolo (*Salix eleagnos*) e dal salice rosso (*Salix purpurea*). Difatti, in particolar modo la *Robinia pseudoacacia* ha sostituito queste formazioni.

Caratterizzano le sponde dei canali e delle rogge: *Platanus hybrida*, *Ailanthus altissima*, *Ulmus minor*, *Acer campestre*, *Quercus robur*, *Prunus avium*. Poco frequenti risultano essere *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, oltre a *Carpinus betulus*. Lo strato arbustivo nel complesso è generalmente rado e formato perlopiù da sambuco nero (*Sambucus nigra*) e rovo (*Rubus caesius e Rubus sp.*). Infine, lungo i corsi d'acqua non mancano formazioni a dominanza di canne, rizofitiche ed igrofile.
La fauna presente è in particolar modo legata alla presenza dell'acqua. Tra gli anfibi assieme al rospo comune (*Bufo bufo*) si osserva quello smeraldino (*Bufo viridis*); da segnalare anche la rana verde (*Rana*

synklepton esculenta) la quale è poco sensibile all'inquinamento. Se ci si sposta nelle aree circostanti ai corsi d'acqua si trovano specie di rettili ubiquiste quali: il biacco (*Couber viridiflavus*), e l'orbettino (*Anguis fragilis*).

Nelle aree riparali e golenali fortemente antropizzate dominano tra i roditori il ratto grigio (*Rattus norvegicus*) e il topolino delle case (*Mus musculus*), mentre in zone più naturali vive il topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*).

Tutta l'asta è comunque frequentata da mammiferi opportunisti come la volpe (*Vulpes vulpes*), la faina (*Martes foina*) e la donnola (*Mustela nivalis*) che è ben più abbondante.

L'avifauna di tali habitat è particolarmente considerevole, questi ambienti favoriscono l'insediarsi di specie di anseriformi, gruiformi, podicipediformi, caradriformi, nonché altre specie elettive quali il Martin pescatore (*Alcedo atthis*) e diversi acrocefali. Il greto sassoso attrae specie ripariali come il Corriere piccolo (*Charadrius dubius*), che si riproduce con molte coppie vicino al ponte di Ghisalba, con frequente sovrapposizione di areale con il Piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*).

5.4.4 Aree di interesse ambientale e reti ecologiche

Nell'ambito del presente paragrafo sono affrontate, dapprima, le aree di interesse ambientale, intendendo con tale termine l'insieme di aree la cui importanza sotto il profilo naturalistico sia stata riconosciuta dalla loro inclusione all'interno dell'Elenco ufficiale delle aree naturali protette e/o dalla loro designazione quali aree della Rete Natura 2000, e, successivamente, le reti ecologiche, per come individuate dai documenti prodotti dalle fonti istituzionali e/o dagli strumenti pianificatori.

In Lombardia circa il 23,6 % del territorio è racchiuso in aree protette (Parchi Nazionali, Parchi Regionali, Riserve Naturali, Monumenti Naturali e Parchi Locali di Interesse Sovracomunale) che ne salvaguardano l'ingente patrimonio naturale, ricco di varie tipologie di habitat e di biodiversità vegetale e animale, che comprende numerose specie di interesse comunitario e/o inserite in liste di attenzione (IUCN, liste rosse nazionali, ecc.) nonché un numero elevato di endemismi. Con la legge regionale 30 novembre 1983 n. 86 viene istituito il "Sistema delle Aree Protette Lombarde", che comprende, ad oggi, 24 parchi regionali, 90 parchi di interesse sovracomunale, 3 riserve naturali statali e 66 riserve naturali regionali, 32 monumenti naturali.

In particolare, nell'area indagata sono presenti, 1 parco Naturale, 2 Parchi Regionali, una ZSC (Rete Natura 2000) e 4 PLIS (Parchi locali di interesse sovracomunale). Questi ultimi, secondo l'art. 34 della legge regionale n. 86 del 1983, si inquadrano come elementi di connessione e integrazione tra il sistema del verde urbano e quello delle aree protette di interesse regionale.

Per quanto riguarda le aree di interesse ambientale, stante la definizione operatane, le fonti conoscitive ai quali si è fatto riferimento ai fini della loro individuazione sono state:

- 6° aggiornamento, approvato con Delibera della Conferenza Stato-Regioni del 17 dicembre 2009 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 125 del 31.05.2010 e Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia - Aree protette (Agg. 31/03/2020), al fine di individuare la localizzazione delle aree protette;
- Geoportale nazionale (Agg. 05/05/2020), al fine di individuare la localizzazione della Rete Natura 2000.

Inoltre, anche ai fini della loro descrizione, sono stati consultati il Geoportale della Regione Lombardia, Formulari Standard dei siti Natura 2000, "Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE" consultabile sul sito web http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp, fonti bibliografiche reperite online.

Le aree di interesse ambientale presenti entro una porzione territoriale di 5 chilometri dall'asse della linea in progetto, e di seguito descritte, sono riportate nella tabella che segue.

Tabella 5-10 Aree di interesse ambientale presenti entro un raggio di 5 km dall'asse della linea in progetto

Aree naturali protette	*Denominazione*
Aree protette lombarde	Parco naturale "Parco naturale dei Colli di Bergamo" (EUAP0192)
	Parco regionale "Parco dei Colli di Bergamo"
	Parco regionale "Parco del Serio"
	PLIS "Parco Agricolo Ecologico"
	PLIS "Parco del Rio Morla e delle rogge"
	PLIS Naturalserio
	PLIS "Parco del Serio Nord"
	PLIS "Monte Bastia e del Roccolo"
Rete Natura 2000	IT2060012 – Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza (ZSC)

Parco Naturale dei Colli di Bergamo (EUAP0192)

Il Parco è stato istituito con LR 36 18/08/1977 ed è caratterizzato da un territorio che presenta alcuni caratteri particolari nonostante la sua superficie sia piuttosto limitata. Difatti si possono osservare la prevalenza di spazi verdi coltivati che si trovano in ambienti sia pianeggianti che collinari che montuosi. Sin dall'antichità il complesso collinare di Bergamo è stato particolarmente ospitale all'insediamento umano, soprattutto lungo i pendii poco marcati che si trovano a mezzogiorno. Anche per questo i paesaggi

sono estremamente vari anche grazie al susseguirsi delle attività dell'uomo che ha così modificato questo paesaggio.

I boschi di latifoglie costituiscono l'habitat più rappresentativo del Parco con oltre 2300 ettari di superficie. Prevalgono i boschi misti disetanei di castagno, robinia, carpino nero. Più localizzati ma caratteristici sono i querceti a farnia, gli aceri-frassineti e gli ontaneti con ontano nero, salice, pioppo nero e platano. Tra le specie esotiche, introdotte dall'uomo, il Parco annovera, oltre la robinia, la quercia rossa, il liriodendro e alcune conifere da rimboschimento quali pino nero e pino strobo.

Nel sottobosco si ritrova il nocciolo, il sambuco, il biancospino, il maggiociondolo, il ligustro, il nespolo selvatico, il caprifoglio, l'evonimo, il viburno, il pungitopo e alcune specie di felci. Per quanto riguarda la flora, ricordiamo la peonia selvatica, il giglio rosso, gli iris, il bucaneve, i mughetti, , le genziane, il narciso selvatico, la timonella, le primule e varie specie di orchidee selvatiche.

Nel Parco dei Colli si rileva la presenza di: più di 400 specie di piante; circa 40 di mammiferi; circa 160 di uccelli; 10 di rettili; 11 di anfibi; 10 di pesci e a questi vanno aggiunti migliaia di specie di insetti e altri invertebrati.

Figura 5-30 Area di intervento in rosso e Siti EUAP (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Parchi regionali

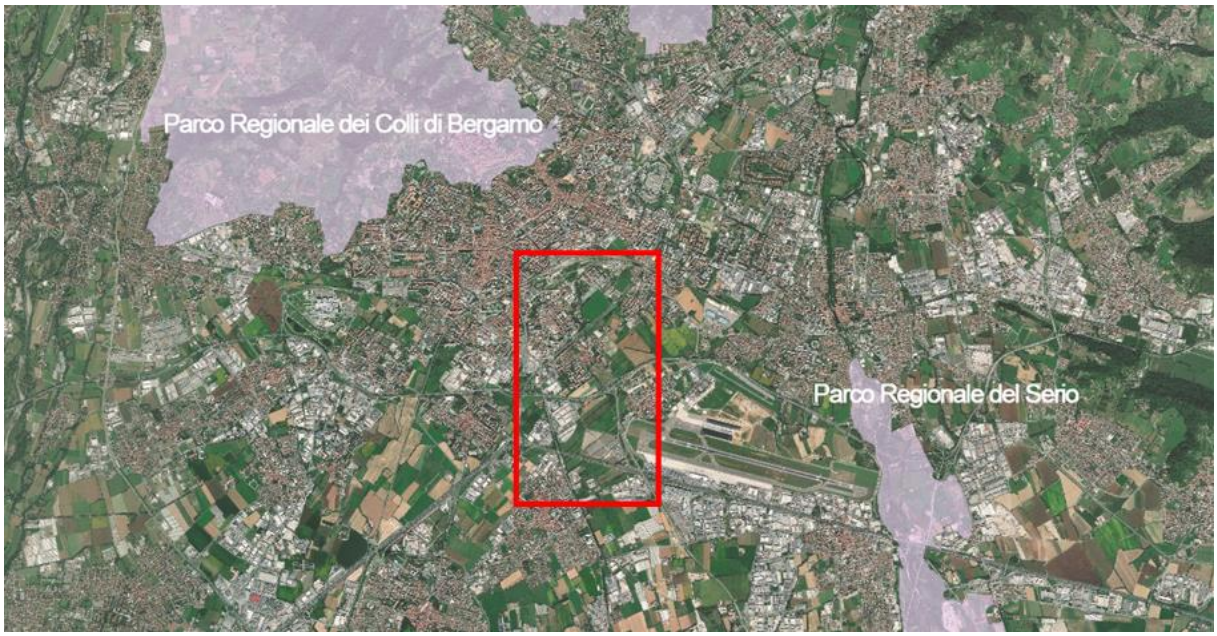


Figura 5-31 Area di intervento in rosso e Aree protette (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Parco Regionale dei Colli di Bergamo

Il Parco Regionale dei Colli di Bergamo è stato istituito con la Legge Regionale 18 agosto 1977, n. 36 "Istituzione del parco di interesse regionale dei colli di Bergamo", come previsto dall'art. 3 della L.R. 17/12/1973 n. 58.

L'area racchiusa nel perimetro del Parco Regionale include anche il Parco dei Colli di Bergamo. Il territorio del Parco presenta una grande diversità territoriale, comprendendo centri storici, centri urbani e suburbani, aree agricole e aree naturali sia collinari che montuose come la Valle del Giongo e i versanti dei colli di Bergamo, per una estensione di 4.672,45 ettari con un dislivello altitudinale notevole che costa di circa 1000 m.

Nelle aree con caratteristiche naturali prevalgono le latifoglie con oltre 2300 ettari di superficie. Queste aree sono caratterizzate da boschi misti disetanei di castagno (*Castanea sativa*), robinia (*Robinia pseuoacacia*) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Più localizzati, anche se rappresentano la vegetazione potenziale dell'area, sono i querceti a farnia, gli aceri-frassineti e gli ontaneti con ontano nero (*Alnus glutinosa*), salice (*Salix sp.*), pioppo nero (Populus nigra) e platano (*Platanus sp.*). Tra le specie esotiche, introdotte dall'uomo, il Parco annovera, oltre la robinia, la quercia rossa, il liriodendro e alcune conifere da rimboschimento quali pino nero (*Pinus nigra*) e pino strobo (*Pinus strobus*).

Nel sottobosco troviamo ad esempio il nocciolo (*Corylus avellana*), il sambuco (*Sambucus*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), il maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), il ligustro (*Lingustrum*), il nespolo

selvatico (*Mespilus germanica*), il caprifoglio (*Lonicera caprifolium*), l'evonimo (*Euonymus*), il viburno (*Viburnum*), il pungitopo e alcune specie di felci. Per quanto riguarda la flora, ricordiamo la peonia selvatica (*Paeonia officinalis L.*), il giglio rosso (*Lilium bulbiferum*), gli iris, il bucaneve (*Galanthus nivalis*), i mughetti (*Convallaria majalis*), le genziane, il narciso selvatico (*Narcissus poeticus L.*), la timonella (*Thymus sp*), le primule e varie specie di orchidee selvatiche.

In merito alla fauna che popola il sito, la classe più rappresentata nelle aree boscate a latifoglie è quella degli uccelli tra cui ricordiamo il picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*), il picchio verde (*Picus viridis*), il rampichino (*Certhia brachydactyla*), il picchio muratore (*Sitta europaea*) e la ghiandaia (*Garrulus glandarius*), mentre nelle zone agricole è possibile osservare la rondine (*Hirundinidae*), la tortora selvatica (*Streptopelia turtur*), il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*) e l'averla piccola (*Lanius collurio*). Tra le specie ubiquitarie più comuni vi sono il fringuello (*Fringilla coelebs*), lo scricciolo (*Troglodytes troglodytes*), il codirosso (*Phoenicurus phoenicurus*), la capinera (*Sylvia atricapilla*), la cinciallegra (*Parus major*) e la cinciarella (*Cyanistes caeruleus*). Numerose, inoltre, anche le specie di rapaci nidificanti sul territorio del Parco.

Parco Regionale del Serio

Il Parco Naturale del Serio è stato istituito ai sensi del titolo II della L.R. 30/11/1983 n. 86 dalla L.R. 01/06/1985 n. 70 "Istituzione del Parco del Serio".

Il parco del Serio si sviluppa in direzione nord-sud, per una lunghezza di circa 45 km, seguendo il percorso del fiume Serio all'interno del tratto pianeggiante compreso tra Seriate e Montodine in una superfice compresa nei 7.517,73 ha.

Il Parco risulta caratterizzato da diversi ambienti tipici dei corsi d'acqua e delle zone umide con annesse fasce esterne in cui si hanno diverse attività agricole.

Il Parco presente diverse tipologie di ecosistemi da umidi a aridi e in relazione a tali ecosistemi, costituisce una grande risorsa per tutte le specie tipiche degli ambienti umidi. Si annoverano molteplici zone umide nel Parco, in primo luogo i fontanili, le fasce ripariali lungo il corso del fiume e i piccoli laghi artificiali di cava, infine zone umide idonee per riparo e riproduzione della fauna risultano essere i boschi igrofili che delimitano con quasi continuità il fiume. Tali boschi sono composti prevalentemente da robinia (*Robinia pseudoacacia*) e altre specie esotiche come ailanto (Ailanthus altissima), buddleja (*Buddleja sp*.), platano (*Platanus sp.),* pioppo ibrido euro-americano (*Populus euroamericana*) e indaco bastardo (*Amorpha fruticosa*), tali specie hanno occupato buona parte degli spazi prima occupati da salici bianchi (*Salix alba*)e ontani neri (*Alnus glutinosa*) oppure pioppi (*Populus sp*.), aceri (*Acer sp.*) e qualche rara quercia. Lo strato arbustivo è, invece, dominato da sanguinello (*Cornus sanguinea*), sambuco (*Sambucus nigra*),

biancospino (*Crataegus monogyna*) e la rosa selvatica (*Rosa canina*), e lo strato erbaceo, diffuso prevalentemente nell'area a settentrione, si sviluppa sui substrati ghiaiosi appena ricoperti da un sottile strato di suolo denominata "prati aridi". Le aree più antropizzate sono costituite prevalentemente da zone agricole o aree di ex cava; le prime sono collocate in una ampia fascia all'interno del territorio del Parco, le seconde invece, sono sulle rive fluviali del Serio.

La fauna, ed in particolare l'ittiofauna si diversifica nei diversi tratti fluviali: nell'area Nord del Parco, dove si hanno anche poco profonde e letto ciottoloso sono presenti trote e vaironi, mentre nel tratto centrale e meridionale in cui la corrente è più lenta sono presenti cavedani (*Squalius cephalus*), scardole (*Scardinius erythrophthalmus*), alborelle (*Alburnus arborella*). L'unica componete di spicco è il temolo (*Thymallus thymallus*), specie tutelata dal R.R. 9/2003.

Tra gli anfibi, minacciati dalla qualità idrica del corso d'acqua, si annoverano tritoni (*Tritus spp.*), rospi (*Bufo bufo*), salamandre (*Salamandra sp.*), raganelle (*Hyla sp*.) e l'endemica rana Lataste (*Rana latisei*), a rischio estinzione. Tra i rettili è diffuso il ramarro (*Lacerta viridis*), la lucertola dei muri (*Podarcis muralis*), l'orbettino (*Anguis fragilis*), il biacco (*Hierophis viridiflavus*), il colubro di Esculapio (*Zamenis longissimus*), la biscia dal collare (*Natrix natrix*) e la vipera comune (*Vipera Aspis*).

Molto interessante è infine l'avifauna con almeno 120 specie rilevate di cui una parte nidificanti, spicca la presenza del pendolino (*Remiz pendulinus*) e della più rara pavoncella (*Vanellus vanellus*), simbolo del Parco.

Tra i mammiferi, anche se poco conosciuta la presenza nel parco, si individuano ricci (*Erinaceus europaeus*), talpe (*Talpa europea*), lepri (*Lepus europaeus*) e conigli selvatici (*Oryctolagus cuniculus*). Si osserva anche la presenza della opportunista volpe (*Vulpes vulpes*), meno diffusi sono donnola (*Mustela nivalis*), tasso (*Meles meles*), faina (*Martes foina*) e puzzola (*Mustela putorius*).

Parchi Locali di Interesse Sovracomunale

Figura 5-32 PLIS (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Parco Agricolo Ecologico Madonna dei Campi (PLIS)

Il Parco Agricolo viene costituito attraverso la Delibera della Giunta Provinciale 644/2011. Il Piano pluriennale degli interventi con determinazione Dirigenziale numero 2422 del 06 settembre 2011 costituisce il piano di gestione del Parco il quale viene gestito dal Comune di Bergamo.

Il parco, quasi interamente costituito da tessuto agricolo, è sito nel settore sud della città di *Bergamo e presenta una estensione di* 299,5 ettari.

Non si tratta di un'area con particolari valori naturali essendo uno spazio prettamente dedito ad una agricoltura meccanizzata con pochissima, se non nulla, presenza di aree boscate. L'attività agricola di tipo intensivo è quasi totalmente assorbita dalla coltivazione del mais o al più di erba da foraggio.

Gli unici elementi che costituiscono segni di naturalità solo le siepi e i filari ampiamente distribuiti su tutto il territorio della piana, prevalentemente lungo i corsi d'acqua.

Da un punto di vista ambientale quindi l'area non svolge in ruolo di conservazione di peculiarità, piuttosto permette di conservare, in un contesto molto urbanizzato, degli spazi aperti che possono essere adoperati dalle specie animali come elemento di connessione con aree di maggior pregio ambientale.

Parco del Serio Nord (PLIS)

Il Parco del Serio Nord è stato istituito ai sensi dell'articolo 34 della legge regionale 30 novembre 1983, n.86 e dell'articolo 3 comma 58 della legge regionale 5 gennaio 2000 n.1 con lo scopo di svolgere una

funzione strategica nella ricostruzione di un paesaggio e salvaguardia dell'ambito fluviale e i territori circostanti. L'Ente Gestore del Parco è il comune di Seriate.

Il parco si estende su una superficie di 157,55 ettari lungo il fiume Serio, da Seriate a Villa di Serio, comprendendo anche i territori di Pedrengo, Gorle e Scanzorosciate. Il parco risulta composto da un'area in gran parte interessata dal corso del fiume Serio, da un reticolo fluviale minore (Nesa, Gavarnia, Capla, Gardellone) e dal corso di alcune rogge (Morena, Ponte Perduto, Borgogna, Guindana, Vescovada, Pedrenga, Brusa).

L'area pedecollinare interessata dal Parco risulta intensamente urbanizzata e contornata da residue attività agricole sempre più fagocitate dall'urbanizzazione, mentre le aree verdi sono prevalentemente caratterizzate da vegetazione dei greti e palustre, il fiume che lo attraversa nonostante l'inquinamento fluviale rimane comunque un importante corridoio biologico per le migrazioni dell'avifauna e per i pesci.

La vegetazione comprende numerosi consorzi: lungo il fiume vi sono raggruppamenti a salici (*Salix*), pioppi (*Populus L.*), robinia (*Robinia pseudoacacia L*), frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*) e olmo (*Ulmus*); mentre sui versanti collinari sono diffusi i raggruppamenti a castagno (*Castanea sativa*) e robinia (*Robinia psudoacacaia*). La flora è quindi molto varia in quanto si fondono elementi tipicamente collinari con quelle degli ambienti perifluviali. L'anemone giallo (*anemone ranuncoloides*) specie tipica dei boschi ripariali è stato scelto come simbolo delle attrattive floristiche della zona.

L'avifauna più diffusa nell'area del parco e nei dintorni è costituita dal gabbiano comune (*Chroicocephalus ridibundus)* e dalla garzetta (*Egretta egretta*). Fra gli uccelli che nidificano nei parchi e nei contesti urbani troviamo: il corvo (*Corvus frugilegus*), il germano reale (*Anas platyrinchos*), la ghiandaia (*Garrulus glandarius*), il rondone (*Apus apus*), il merlo (*Turdus merula*), il balestruccio (*Delichon urbica*), la capinera (*Sylvia atricapilla*), la cinciallegra (*Parus major*), il fringuello (*Fringilla coelebs*), il verzellino (*Serinus serinus*), il verdone (*Carduelis chloris*), la passera d'Italia (*Passer domesticus Italiae*), lo storno (*Sturnus vulgaris*), la tortora dal collare orientale *Streptopelia deacocto*), il codirosso (*Phoenicuros phoenicuros*), l'usignolo (*Luscinia megarhynca*). Recentemente l'area urbana di Seriate è stata colonizzata da una specie originaria delle zone montuose: la rondine montana (*Ptinoprogne rupestris*), che ha affiancato la specie più diffusa che nidifica sotto i tetti e gli androni (*Hirundo rustica*). L'unico rapace notturno è la civetta (*Athene noctua*).

Tra i mammiferi possiamo osservare il topo domestico (*Mus musculus*), sporadici i chirotteri tra cui spicca il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*). Tra gli anfibi e rettili sono presenti il rospo smeraldino (*Bufo viridis*) in prossimità delle aree con disponibilità idrica e lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), specie frequente in prossimità dei muri dei giardini e dei parchi, purché sufficientemente soleggiati.

Naturalserio (PLIS)

Il parco locale Naturaleserio comprende parte dei territori comunali di Alzano Lombardo, Nembro, Pradalunga e Ranica ed è stato riconosciuto dalla Provincia di Bergamo nel marzo 2009; a ottobre 2018, la Provincia di Bergamo ha riconosciuto l'ampliamento del PLIS Naturalserio nei territori dei comuni di Albino e Alzano Lombardo, una limitata riduzione nel territorio di Pradalunga e la contestuale annessione del P.L.I.S. Piazzo – Trevasco.

Il territorio di Piazzo, appartenente rispettivamente ai comuni di Albino e di Nembro è situato ai piedi del Monte Cereto ed è costituito da una serie di pianori in parte boscati, in parte governati a prateria e in parte coltivati a vigneto che risalgono il versante dal fondovalle seriano. L'ambito di Trevasco, appartenente a Nembro interessa invece un consistente settore della Valle del Carso, anch'essa fortemente boscata ma caratterizzata, lungo il versante esposto a sud-ovest, dalla presenza di una serie di nuclei rurali (Palazzo, Trevasco, San Vito, Ronchi, ecc.) contornati da ambienti a prateria e in larga misura ciglionata e terrazzata.

I paesaggi di quest'area risultano fortemente caratterizzati dalla presenza dell'uomo che negli anni li ha modellati in funzione delle proprie necessità. Si riconoscono, percorrendo il territorio muri a secco e tipici terrazzamenti che sono la testimonianza della passata vocazione agricola di questi luoghi.

Le aree coinvolte nel perimetro del parco sono localizzate principalmente lungo il Fiume Serio in quanto connotate, a tratti, ancora da un buon livello di naturalità. Oltre alle zone direttamente interessate dal fiume, l'area protetta contempla una serie di ambiti tra loro collegati, attraverso la rete dei torrenti e dei canali artificiali, al corso del Serio. Lo scopo è quello di connettere il sistema idrografico di superficie, naturale e artificiale, con il sistema del verde pubblico presente all'interno degli abitati favorendo le relazioni tra ambito urbano e i residui contesti non edificati.

Alcune aree dispongono in parte di collegamenti con il sistema del verde urbano dei singoli comuni.

Parco del Monte Bastia e del Roccolo (PLIS)

Parco istituito con Delibera Giunta Provinciale numero 98 del 28 febbraio 2011. L'Ente Gestore è il Comune di Villa di Serio e si estende su una superficie:653 ettari suddivisi tra i comini di Villa di Serio e Scanzorosciate. I due comuni interessati sono presenti su versanti opposti della stessa fascia collinare. La parte interessante il comune di Villa di Serio appartiene al versante terminale della Valle Seriana, in stretta relazione con il fiume Serio mentre la parte del comune di Scanzorosciate si presenta orientata verso Sud e protesa verso l'imbocco della Val Cavallina.

Gli elementi caratterizzanti del PLIS sono i rilievi collinari posti lungo il crinale e culminanti nel monte Bastia (411,2 metri slm) e del Roccolo (462,7 metri slm), posti a confine tra i due comuni. Le valli che connotano il PLIS sono la valle Serradesca dove nasce e scorre il torrente Zerra, la valle di Gavarno con il torrente

Gavarnia, la valle Capla con orientamento prevalente Est-Ovest e i più modesti Fosso Fiobbio e torrente Gambarone che si immette nel torrente Zerra. Il fiume Serio, pur non essendo direttamente interessato dal Parco.

Il territorio collinare su cui insiste il PLIS è interessato da un composito mosaico vegetazionale: boschi, prati e coltivi. All'interno degli ambiti citati è possibile individuare habitat diversi con caratteristiche peculiari e zone di transizione tra gli stessi con caratteristiche intermedie tra quelle dei consorzi contigui. Lo stato di conservazione degli ambienti è variegato. Vi sono habitat in buono stato di salute e altri che presentano situazioni di degrado accentuato, a secondo della frequenza e della qualità degli interventi cui sono sottoposti. L'abbandono delle attività agricole nel corso degli ultimi decenni ha favorito l'avanzamento del degrado a carico di tutti i consorzi vegetazionali. Alla luce dell'attuale situazione l'istituzione di un Parco può favorire la conservazione e la valorizzazione ambientale della collina attraverso interventi di tutela, di recupero e riqualificazione degli habitat. boschi coprono circa il 60% del territorio del PLIS. I boschi della collina rappresentano tuttavia un importante serbatoio di diversità biologica. Infatti, vi si concentrano più di 250 specie, pari al 45% circa del totale di quelle censite sul territorio indagato, percentuale che sale al 65%, se si considerano anche le specie che si raccolgono ai margini del bosco e nelle siepi, ambienti di transizione in qualche misura assimilabile al bosco stesso.
La Roverella (*Quercus pubescens*), forma boschi quasi puri, aperti e luminosi con conseguente sviluppo di una fitta copertura erbacea di tipo acidofilo, fra cui spicca per abbondanza la Gramigna altissima (*Molinia arundinacea*). Dove il consorzio a querce e castagni è stato o è oggetto di attente e regolari cure, il castagno assume il ruolo di specie dominante senza tuttavia dare luogo a consorzi puri. L'abbandono totale degli interventi di mantenimento del castagneto o una gestione scorretta dei tagli, unitamente al cancro della corteccia che da quarant'anni indebolisce il Castagno, ha favorito lo sviluppo, a tratti incontrollato, della Robinia (Robinia pseudoacacia) con conseguente trasformazione dei castagneti in consorzi degradati, in cui la specie esotica assume un ruolo importante o addirittura dominante, relegando il Castagno ad una presenza sporadica.

Parco del Rio Morla e delle rogge (PLIS)

A sud dell'aeroporto a pochi più di 4.5 km è anche presente il Parco del Rio Morla e delle rogge che non viene inquadrato nella figura precedente ma che si riporta perché ricompreso nel limite dei 5 km presi a riferimento per la verifica sulle aree protette.
Il territorio del Parco si estende a sud di Bergamo, nella piana fluvioglaciale e fluviale delimitata ad est dal Serio e a ovest dal Brembo. Si tratta dell'alta pianura ormai ampiamente urbanizzata, ma che mantiene, tra le direttrici Stezzano-Zanica, Comun Nuovo-Zanica e Levate-Comun Nuovo, ancora estesi spazi

agricoli caratterizzati da presenze vegetazionali fatte di siepi e campi chiusi degni di interesse naturalistico e paesaggistico.

Il paesaggio è dominato dalle colture agricole, dove domina il mais, seguito dal frumento e dalla soia, mentre appaiono in forte regressione i prati falciabili. Lungo le ripe e nelle aree marginali la vegetazione dello strato arboreo e arbustivo è dominata dalla robinia, a cui si associano l'ailanto, la buddleia e la cremesina uva-turca. Il gelso da carta, lo spino di Giuda e numerose altre specie esotiche, sono ormai comuni nelle siepi e tra i filari delle nostre campagne e ad esse si uniscono poche essenze autoctone quali sambuco, nocciolo, diversi salici, olmo minore, pioppo nero e sanguinella. Anche lo strato erbaceo presenta chiari segni di degrado: le geofite e le camefite, forme biologiche che prevalgono in ambienti naturali, sono rare, mentre abbondano le terofite e le emicriptofite, forme biologiche tipiche di biotopi disturbati. La risultante è un paesaggio uniforme e a tratti banale, dove sono ridotte al minimo le componenti indigene. In tale contesto ambientale assumono particolare significato, in qualità di serbatoi della diversità biologica, le residue superfici boscate, le siepi e le cortine di vegetazione seminaturale che affiancano il rio Morla, la roggia Morlana, il torrente Morletta e il reticolo irriguo presente. Un particolare valore riveste la vegetazione delle aree boscate e delle siepi poste a margine dei poderi su pietraie originate dal secolare dissodamento dei campi, ubicate soprattutto in uno spettacolare reticolo geometrico nel comune di Zanica.

Rete Natura 2000

IT2060012 - Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza (ZSC)

La ZSC ricadente all'interno del Parco Naturale dei Colli di Bergamo che ne è anche Ente gestore, costituisce una area di circa 50 ettari compresa in una piccola valle dei Colli di Bergamo, nella parte nord-occidentale del Comune di Bergamo (Tabella 5-11).

Tabella 5-11 Dati generali della ZSC Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza

Altitudine (m s.l.m.)	248(min) - 370 (max)
Superficie (ha)	50
Comune	Bergamo
Regione biogeografica	Alpina
Riferimenti	DM 15/07/2016

Il sito in esame è caratterizzato da habitat piuttosto rari in Pianura Padana e di rilevanza naturalistica, tipici dell'ambito collinare con rilievi dolci e poco elevati rispetto alla grande pianura, ma presentano una

morfologia articolata in vallecole. Negli ultimi decenni, l'abbandono delle aree prima coltivate ha consentito l'evoluzione delle comunità vegetali verso stadi maggiormente maturi che si riportano a seguire:

- 6410 "Praterie con Molinia su terreni calcarei, torbosi o argilloso-limosi (Molinion caeruleae), estesa su 0.83 ha;
- 91L0 "Querceti di rovere illirici (Erythronio-Carpinion), estesa su 28.86 ha;
- 91E0* "Foreste alluvionali di Alnus glutinosa e Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae), estesa su 1.36 ha.

Nei querceti è frequente il *Quercus robur, Q. petraea, Q. cerris* e *Carpinus betulus*, caratterizzati da un sottobosco molto ricco con numerose geofite a fioritura tardo invernale. Si sviluppano in situazioni più o meno pianeggianti o in posizione di sella o nel fondo di piccole depressioni su suolo profondo ricco in humus. Le praterie sono costituite da prati magri (poveri di nutrienti), da sfalcio, o talora anche pascolati, diffusi dai fondivalle alla fascia altimontana (sotto il limite del bosco), caratterizzati dalla prevalenza di *Molinia caerulea*, su suoli torbosi o argillo-limosi, a umidità costante o anche con significative variazioni stagionali, sia derivanti da substrati carbonatici che silicei. Tra gli habitat di interesse comunitario è indicato come habitat prioritario "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)", tipiche foreste di zone ripariali e paludose di *Alnus spp*., *Fraxinus excelsior* e *Salix spp*..

Per quanto concerne le specie presenti nella ZSC riferite all'articolo 4 della direttiva 2009/147/EC e inserite nell' allegato II della direttiva 92/43/EEC si osserva che non ci sono popolazioni significative delle specie elencate, eccetto per *Rana latastei*, la cui popolazione presenta comunque valori molto bassi in %, compresi tra 0 e 2%.

Figura 5-33 Area di intervento in rosso e Siti Rete Natura 2000 (Fonte: Portale Cartografico Nazionale)

Per l'analisi della **Rete ecologica** si è fatto riferimento agli strumenti di pianificazione presenti sul territorio e nello specifico:

- Rete Ecologica Regionale della Lombardia approvata con la D.G.R n.8/10962 del 30 dicembre 2009 pubblicata con BURL n. 26 Edizione speciale del 28 giugno 2010 che ha pubblicato la versione cartacea e digitale degli elaborati;
- Rete Ecologica Provinciale definita dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Bergamo e approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n.40 del 22/04/2004.

Secondo quanto riportato nel documento "Rete Ecologica Regionale e programmazione territoriale degli enti locali", la Rete Ecologica Regionale, già riconosciuta nel Piano territoriale regionale (PTR) come infrastruttura prioritaria per la Lombardia, si articola in tre livelli spaziali, rappresentati dal livello regionale primario comprendente, a sua volta, lo Schema Direttore regionale (in scala 1:250.000 ed inserito dal PTR) e la carta degli elementi rilevanti regionali (in scala 1:25.000), da un livello provinciale, comprendente le Reti Ecologiche Provinciali (REP) che si pongono come indirizzo e coordinamento delle reti ecologiche di livello locale, e da un livello locale, nel quale sono tra le altre comprese le Reti Ecologiche Comunali (REC) definite in sede di Piani di Governo del Territorio/Piani Regolatori Generali.

Per quanto concerne il livello regionale, gli elementi della rete ecologica individuati nello Schema Direttore (cfr. PTR – Tav. 3 Infrastrutture prioritarie) sono rappresentati dagli "Elementi di primo livello" e dagli "Elementi di secondo livello", dai "Corridoi regionali primari", a loro volta articolati in "a bassa o moderata

antropizzazione" ed in "ad alta antropizzazione", dai "varchi" (Varco da deframmentare; Varco da tenere; Varco da tenere e deframmentare).

Rispetto all'area oggetto di intervento si evidenzia che essa afferisce al settore 91 - Alta pianura bergamasca all'interno del quale sono presenti i seguenti elementi:

- Corridoi primari: Fiume Adda, Fiume Brembo e Fiume Serio (classificati come "fluviale antropizzato;
- Elementi di primo livello compresi nelle Aree prioritarie per la biodiversità (D.d.g. 3 aprile 2007 – n. 3376 e Bogliani et al., 2007. Aree prioritarie per la biodiversità nella Pianura Padana lombarda. FLA e Regione Lombardia): 06 Fiume Adda, 27 fascia dei fontanili, 08 Fiume Brembo, 11 Fiume Serio;
- Elementi di secondo livello: UC45 Colli di Bergamo; MI15 Bassa pianura bergamasca; CP39 Fiume Serio da Villa di Serio a Bariano. UC45 Colli di Bergamo; MI15 Bassa pianura bergamasca; CP39 Fiume Serio da Villa di Serio a Bariano. torrente Dordo (avente importante funzione di connessione ecologica), torrente Grandone (avente importante funzione di connessione ecologica), roggia Borgogna (avente importante funzione di connessione ecologica).

Trattasi di importanti settori di connessione tra la fascia alpina a Nord e la pianura a Sud in particolare il fiume Brembo e il Fiume Serio che sono entrambi elementi importanti per la connettività e si configurano come corridoi ecologici particolarmente importanti per numerose specie ittiche, ornitiche e floristiche, anche endemiche. L'area meridionale appare caratterizzata da una fitta matrice urbana che causa elevata frammentazione della continuità ecologica, mentre la parte settentrionale risulta essere un importante settore di connessione tra la fascia alpina a Nord e la pianura a Sud.

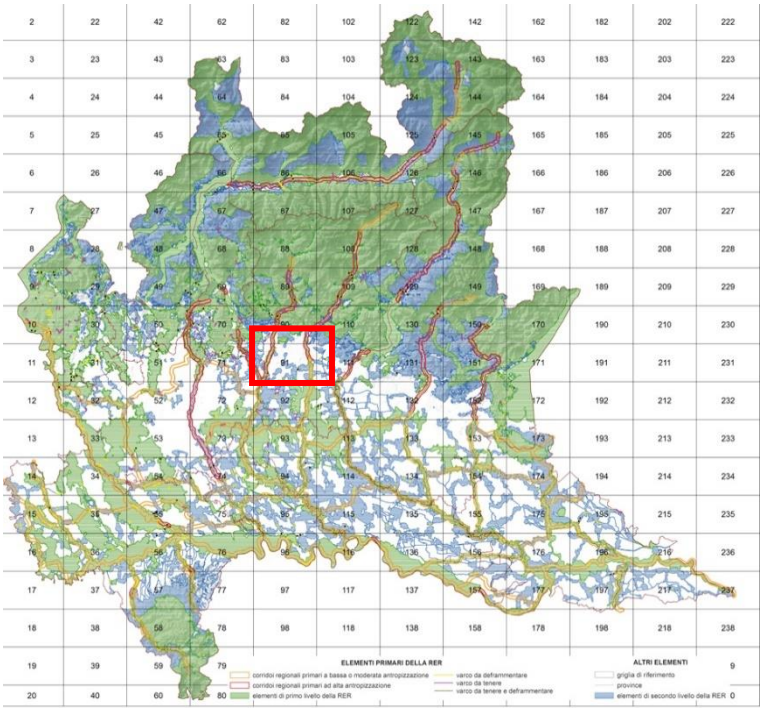


Figura 5-34 Allegato1_RER. Nel riquadro rosso il settore 91 "Alta pianura bergamasca"

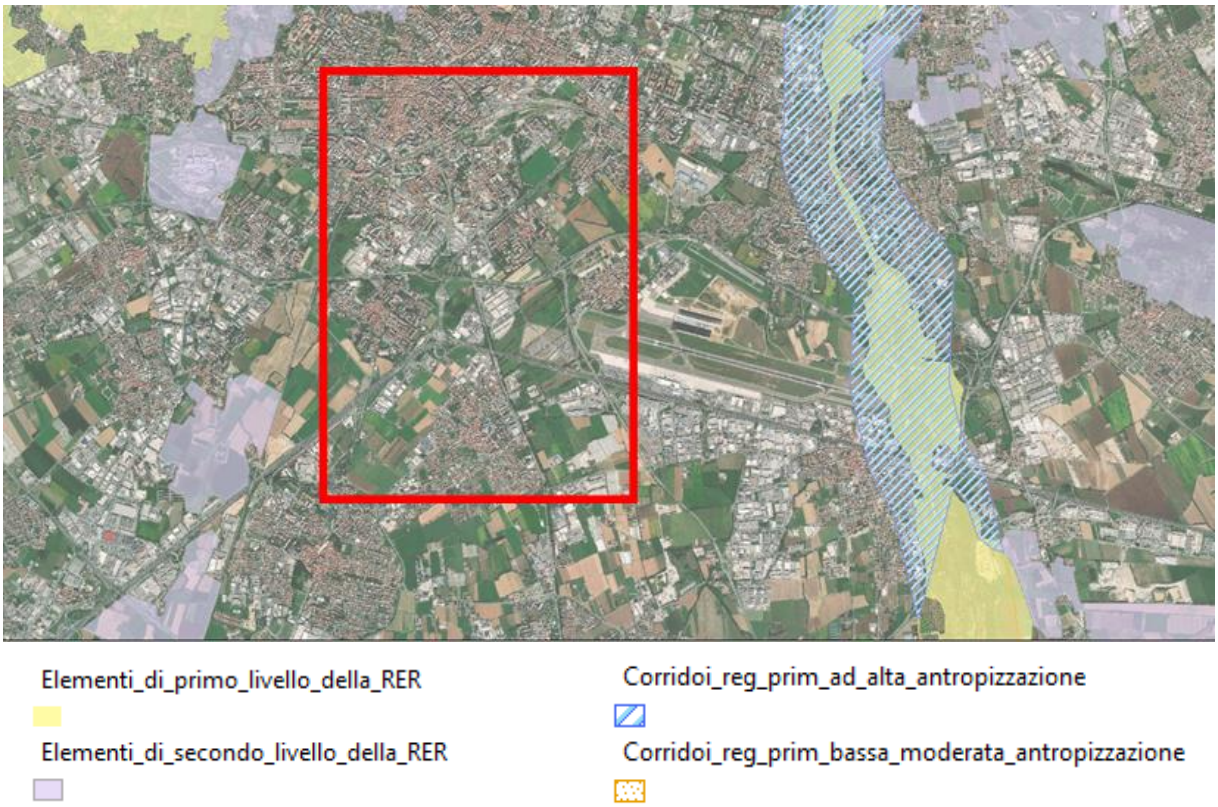


Figura 5-35 Stralcio della Rete Ecologica Regionale (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Per quanto concerne le "Aree prioritarie per la biodiversità", individuate nell'ambito della prima fase di progetto della Rete ecologica regionale e definite con ddg 3376 del 03.04.2007 nell'area di indagine sono presenti il fiume Serio e i Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza.

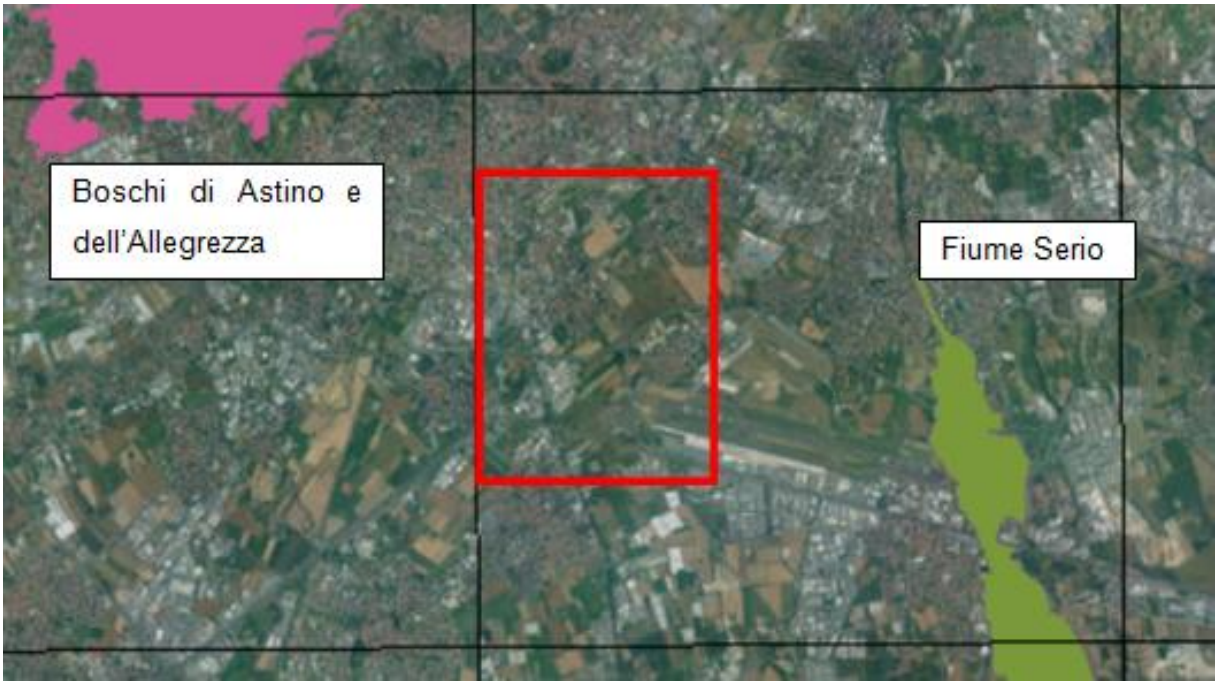


Figura 5-36 Aree Prioritarie per la Biodiversità (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

La Rete Ecologica Provinciale (REP), secondo quanto disposto dall'articolo 17 delle NdA del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), ai sensi del quale è previsto che la Provincia approvi appositi Piani di Settore per la disciplina puntuale di materie e settori di specifico e prevalente interesse provinciale, dovrà essere oggetto di uno specifico piano di settore.

Lo schema di rete proposto nel PTCP costituisce l'inquadramento strutturale della futura rete ecologica e l'inquadramento strutturale fondamentale della rete ecologica è rappresentato dalla tavola del PTCP "Rete ecologica provinciale a valenza paesistico-ambientale" nella quale sono individuati i seguenti elementi: Struttura naturalistica primaria; Nodi di livello regionale; zone di riserva naturale con in aggiunta i pSIC; Nodi di 1° livello provinciale; Nodi di 2° livello provinciale; Corridoi di 1° livello provinciale; corridoi di 2° livello provinciale e i varchi.

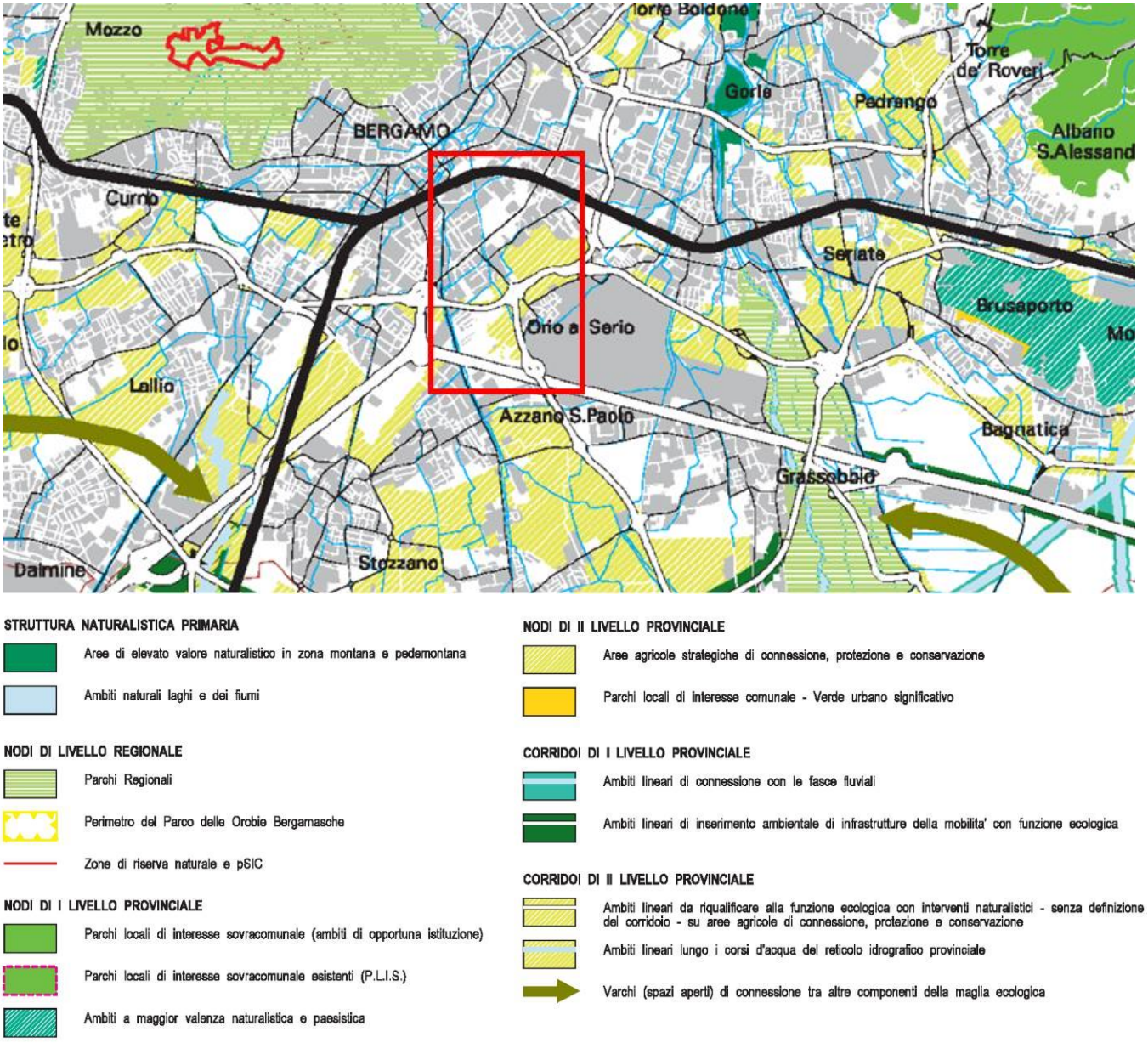


Figura 5-37 Tav.E5.5 - Rete ecologica provinciale a valenza paesistico-ambientale

Ad oggi, come potuto verificare presso i siti istituzionali degli enti competenti, il piano non è ancora approvato. La Giunta provinciale con Deliberazione n. 559 del 23 ottobre 2008 ha preso atto del documento preliminare del Piano di settore della Rete Ecologica Provinciale e il 11 Maggio 2020 con DCP n.9 sono state adottate le revisioni e modifiche al PTCP.

In ultimo, la Provincia, al fine di mantenere una stretta coerenza tra PIF e PTCP, attraverso la delibera della G.P. n. 578 del 22 febbraio 2007, ha definito una serie di indirizzi per la definizione dei contenuti e degli elaborati per la componente paesistico-territoriale e indicazioni procedurali per la predisposizione dei

Piani di Indirizzo Forestale (PIF) quali Piani di Settore del PTCP, come il Piano di Settore della rete ecologica provinciale.

5.5 Territorio e Patrimonio agroalimentare

5.5.1 Struttura territoriale e usi del suolo

Il territorio bergamasco presenta l'accostamento e l'integrazione tra tre parti morfologiche distinte, la montagna, le colline e la pianura. In ambito collinare le condizioni ambientali complessive e in particolare quelle di morfologia e di esposizione al sole creano una serie di opportunità per gli insediamenti.
Pendii mediamente poco acclivi, poggi o groppe favorevoli sono stati selezionati in antico per far da base a impianti insediativi di diversa consistenza, interrelati fortemente con il costruito stesso del paesaggio circostante che a sua volta è venuto sempre più caratterizzandosi attraverso le diverse forme di terrazzamento dei versanti per le colture legnose particolarmente viticole.
Particolarmente caratteristico è l'impianto insediativo esposto verso la pianura caratterizzato dalle condizioni di visibilità reciprocamente importanti, secondo assialità divenute significative attraverso il tempo, dai colli al piano, dal piano ai colli. In tal senso può essere richiamato quale elemento dominante di tale contesto la città di Bergamo, ubicata in posizione di connessione tra la montagna e la pianura, su un piccolo sistema collinare isolato, a chiave delle valli, e affacciata sulla pianura (cfr. Figura 5-38).

Figura 5-38 Bergamo tra montagna e pianura

La città di Bergamo è divisa in due zone chiaramente distinte che a loro volta definiscono l'equa ripartizione tra la zona di collina e la fascia di pianura: la città alta, cinta dalle mura venete, e la città bassa moderna.

Se Bergamo alta rappresenta il limite settentrionale della città, a sud è possibile identificare due soglie differenti, rappresentate dallo scalo ferroviario e dall'asse interurbano; tali soglie evidenziano con chiarezza le diverse fasi attraversate dallo sviluppo urbanistico della città bassa, dove sono riconoscibili le edificazioni realizzate dagli anni Cinquanta – Sessanta ad oggi.
Il cuore di Bergamo è inequivocabilmente rappresentato dalla città fortificata, o città alta, il monumento unitario che con il suo skyline ne definisce l'unicità e la riconoscibilità rispetto a qualsiasi altra città.
La crescita della città è storicamente avvenuta principalmente lungo le radiali est ed ovest, poiché a sud lo scalo ferroviario ha di fatto definito per lunghi anni una linea di arresto all'espansione dell'edificato sui campi coltivati; a est e a ovest della città, al contrario, la crescita urbanistica si è manifestata nel fenomeno della saturazione, per la quale tra i quartieri storici periferici ed il centro non è rilevabile alcuna cesura, né spazio vuoto.

Il territorio di pianura, di antica connotazione agricola, è attualmente caratterizzato da una situazione di marginalità diffusa degli ambiti coltivati, in quanto lo sviluppo rapido dell'edificato ha dato luogo ad una situazione agricola prevalentemente residuale, fortemente erosa dal tessuto cittadino.
Grossi centri urbanizzati, insediamenti industriali e commerciali tra i più grossi della provincia creano il tessuto connettivo principale di questo ambito.
L'urbanizzazione estesa ha determinato il delinearsi di un sistema agricolo diviso tra disgregazioni urbane, insediamenti industriali e spazi interstiziali, dove le coperture agricole sono poco diversificate e di tipo marginale. I centri urbanizzati distribuiti sul territorio hanno mantenuto uno sviluppo radiale a partire dal nucleo originario. Attorno ai centri storici originari si sono sviluppati insediamenti residenziali ramificati lungo le strade sulle quali si sono spesso attestati insediamenti produttivi.
Tali centri urbani sono caratterizzati dai principali fenomeni di degrado riconducibili ai processi di urbanizzazione, infrastrutturazione, diffusione di pratiche e usi urbani, generalmente caratterizzati da un marcato disordine fisico, esito di un processo evolutivo del territorio che vede il sovrapporsi, senza confronto con una visione d'insieme, di differenti e spesso contraddittorie logiche insediative.
Tale sistema insediativo rientrano nella conurbazione della città di Bergamo e, più in generale in quella dell'intera Pianura Padana (cfr. Figura 5-39), come identificata dal PTR, formata sia dalla saldatura di nuclei e centri urbani diversi che dai nuovi sistemi di urbanizzazione lineare continua lungo i principali tracciati di collegamento e dalla diffusione puntiforme dell'edificato in pianura e nei sistemi collinari.
In particolare, per quanto concerne l'ambito analizzato, esso si caratterizza per la presenza di aree di frangia destrutturate e di neo-urbanizzazione (cfr. Figura 5-39), intese come parti del territorio periurbano costituite da piccoli e medi agglomerati, dove spazi aperti rurbanizzati e oggetti architettonici molto eterogenei fra loro, privi di relazioni spaziali significative, alterano fortemente le regole dell'impianto

morfologico preesistente fino a determinarne la sua totale cancellazione e la sostituzione con un nuovo assetto privo di alcun valore paesaggistico ed ecosistemico, che presenta situazioni in essere o a rischio.

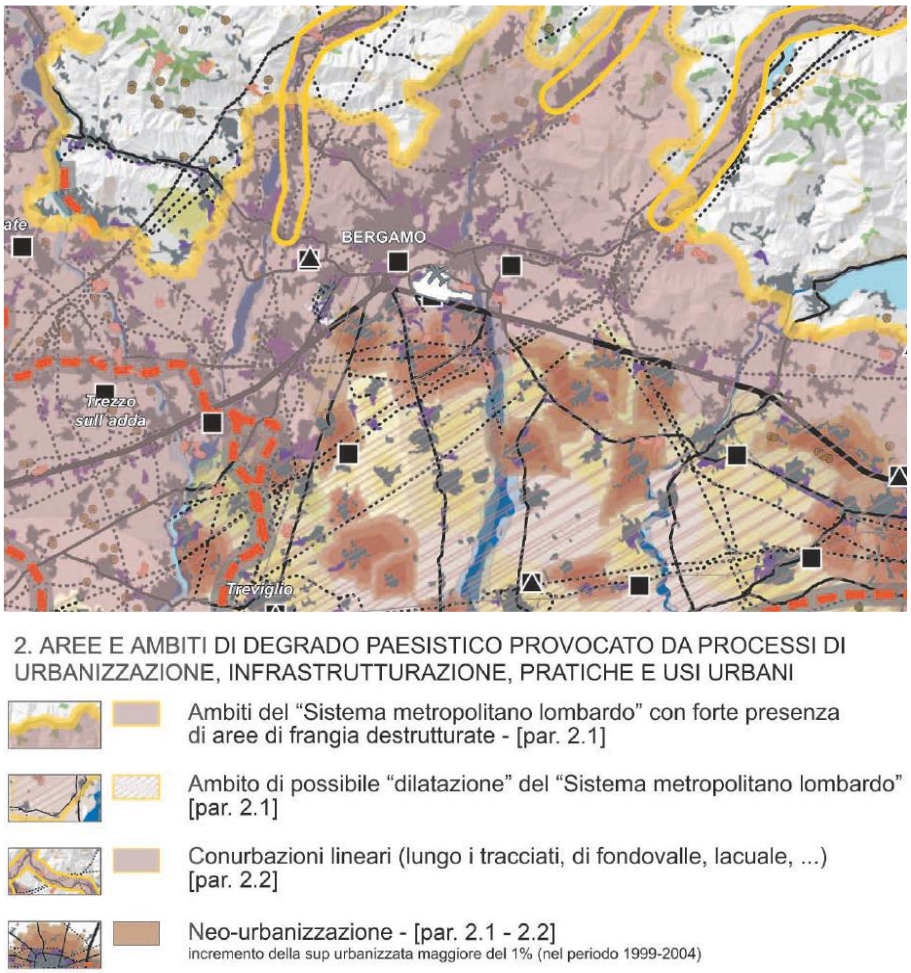


Figura 5-39 Ambiti ed aree di attenzione regionale (PTR)

Alla fine degli anni Trenta, tale ambito di pianura venne prescelto inoltre come zona privilegiata per la costruzione dell'Aeroporto bergamasco, che lo trova equidistante dalla zona delle colline come da quella della vera e propria pianura.

Alla vicinanza con la città di Bergamo, con conseguente appartenenza alla grande conurbazione localizzata attorno al capoluogo e alla presenza dell'Aeroporto è indissolubilmente legata la storia e l'evoluzione insediativa dei centri urbani ubicata nella alta pianura bergamasca, primo fra tutti Orio al Serio. Esso risulta suddiviso in due nuclei fondamentali: la parte di più recente formazione, con moderni quartieri e un forte sviluppo di attività artigianali e la porzione originaria, contenuta, a carattere prevalentemente rurale, con la presenza di antichi edifici addirittura risalenti all'epoca medievale.

È infatti a partire dagli anni Settanta che inizia il vero sviluppo edilizio di Orio al Serio con una serie di lottizzazioni, i cui criteri urbanistici e architettonici seguono linee di impostazione contemporanea, caratterizzate da una tessitura a maglie ortogonali i cui lotti sono occupati da piccoli edifici isolati a bassa densità. La tipologia edilizia residenziale è caratterizzata da edifici a ridotto sviluppo in altezza con un notevole numero di fabbricati unifamiliari e bifamiliari alternati ad abitazioni unifamiliari aggregate o edifici a schiera di origine più recente; rari sono invece gli edifici a sviluppo verticale ad alta densità.
Dal nucleo urbano vero e proprio rimangono divise le due aree che sorgono a sud dell'Autostrada e dell'Aeroporto: la prima, denominata Nuova Betosca, a carattere produttivo, sorge lungo la strada per Grassobbio, l'altra, prevalentemente commerciale e produttiva, denominata Portico, è posta lungo la strada che conduce ad Azzano S. Paolo.
È pertanto evidente come il paesaggio di Orio al Serio presenti un notevole livello di antropizzazione, determinato dalla presenza di numerose aree fortemente urbanizzate, localizzate prevalentemente lungo le principali infrastrutture di collegamento.

Sotto il profilo del sistema degli usi in atto, il contesto territoriale all'interno del quale si colloca l'opera in progetto, ancorché si presenti in modo sostanzialmente omogeneo, è distinguibile in ambiti distinti in base all'antropizzazione maggiore o minore del territorio come in parte anticipato nel precedente paragrafo in quanto l'area indagata risulta connotata dall'area urbana di Bergamo e altre aree urbane, commerciali e aeroportuali contornate da campi agricoli e il sistema naturale che si rinviene nella zona collinare e in corrispondenza dei corridoi fluviali presenti.

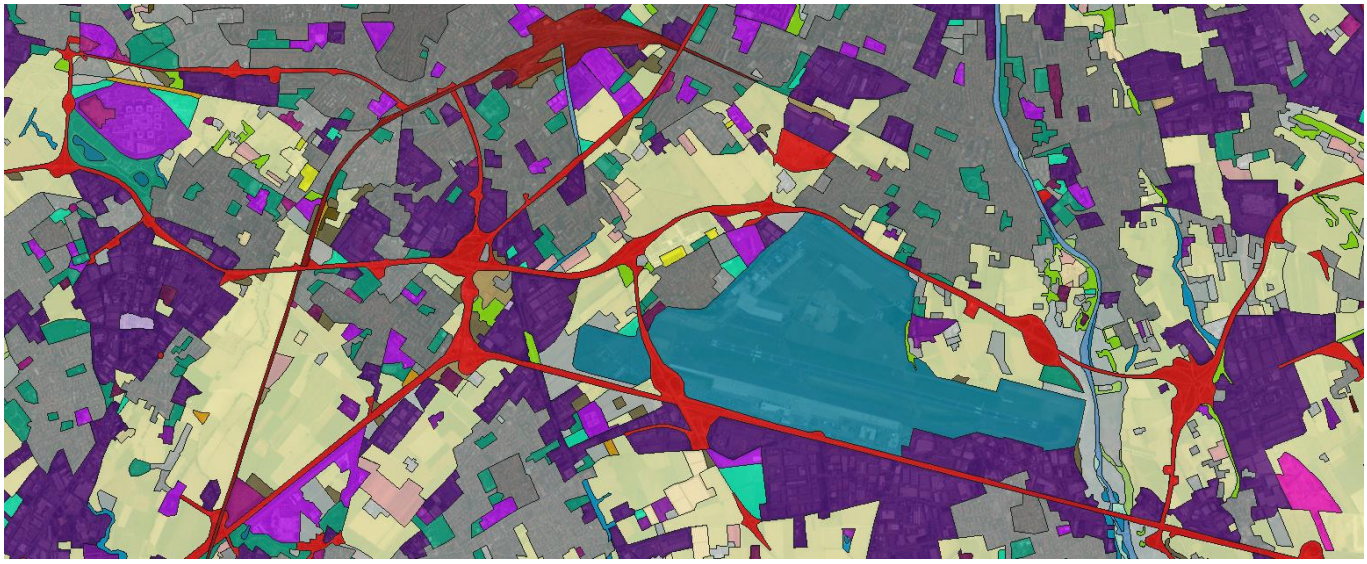


Figura 5-40 Uso e copertura del suolo (Dusaf Lombardia)

Gli ambiti artificializzati sono prevalentemente costituiti da tessuti residenziali, a carattere sia denso e continuo sia discontinuo e denso e discontinuo, che presentano al loro interno aree destinate a parchi e giardini ed impianti sportivi, e da insediamenti industriali, artigianali e commerciali, impianti pubblici e privati.

Completano gli ambiti artificializzati le fitte reti infrastrutturali e spazi accessori costituite sia da quella stradale sia da quella ferroviaria, nonché dall'area aeroportuale.

Gli ambiti agricoli sono sostanzialmente costituiti da seminativi e prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive, nonché da colture orticole e floro-vivaistiche.

Rispetto all'area indagata, la presenza di elementi naturali è estremamente ridotta e riconducibile a limitate porzioni di territorio caratterizzate da boschi di latifoglie e cespuglieti.

Figura 5-41 Aree agricole nell'area oggetto di studio

Figura 5-42 Aree urbana residenziale nell'area oggetto di studio

Figura 5-43 Aree aeroportuale nell'area oggetto di studio

5.5.2 Patrimonio agroalimentare

Il 6° Censimento dell'agricoltura del 2010 ha visto in attività una rete censuaria costituita, oltre che dall'Istat, da più di 20 mila operatori presso gli Enti territoriali. L'impegno di tutti ha permesso di mettere in luce la struttura dell'agricoltura italiana, fondamentale per indirizzare le politiche di sviluppo. Dai risultati del Censimento, le aziende agricole e zootecniche attive in Italia nel 2010 risultano 1.620.884 per una superficie agricola utilizzata (Sau) complessiva pari a 12,9 milioni di ettari (cfr. Tabella 6-1). La dimensione media delle aziende è di 7,9 ettari di Sau, in crescita del 44,5 % rispetto al 2000. Negli ultimi dieci anni si è assistito in tutte le regioni d'Italia ad una diminuzione del numero di aziende e ad una crescita della dimensione media delle aziende, in particolar modo nell'Italia insulare e nel Centro. Nonostante ciò, le aziende del Nord continuano ad avere le maggiori dimensioni medie (14,4 ettari di Sau per azienda).

Le aziende agricole attive in Lombardia nel 2010 erano 54.333 e rappresentavano il 3,3 % del totale nazionale; la superficie totale (SAT) censita è di 1.229.561 ettari pari al 7,2 % del totale nazionale e la superficie agricola utilizzata (SAU) è di 986.853 ettari pari al 7,7 % di quella nazionale (cfr. Tabella 6-1). I dati del 2013 confermano il trend precedentemente evidenziato in merito al numero di aziende presenti sul territorio regionale. Tale numero è ulteriormente diminuito passando dalle 54.333 aziende del 2010 a 49.169 aziende nel 2013. Lo stesso fenomeno è confermato su scala nazionale.

Anni	Aziende	Sup. Totale SAT (ha)	di cui sup. agricola utilizzata SAU (ha)
Lombardia			
2000	70.993	1.350.428	1.039.397
2010	54.333	1.229.561	986.825
Nord			
2000	633.499	7.177.495	5.270.291
2010	397.102	6.284.548	4.568.837
Italia			
2000	2.396.274	18.766.895	13.062.256
2010	1.620.884	17.081.099	12.856.048

Figura 5-44 Numero aziende, superficie totale SAT e superficie utilizzata SAU – Anni 2000 e 2010 (Fonte: Istat, 6° Censimento dell'agricoltura)

La contrazione della superficie agricola è un fenomeno molto marcato in due province: **Bergamo** (con una riduzione di circa il 24% di SAU e SAT) e Sondrio (con una riduzione di SAU del 19% e di SAT del 24%). In due province si assiste a un comportamento di segno opposto: Brescia (-12,9% di SAT, +1,3% di SAU) e Lecco (+1,4%% di SAT, -13% di SAU). Passando alla SAU media, tre province mostrano una variazione in controtendenza rispetto al dato lombardo nel suo complesso (-37% a Lecco, -27,6% a Como e -21,5% a Lecco). Solamente nella provincia di Pavia si osserva una variazione rispetto al 2000 maggiore del 40% e tendenzialmente in linea con il dato nazionale (+45,5%).

Rispetto al resto d'Italia, la Lombardia presenta una più elevata quota di superficie agricola investita a seminativi (58,2% contro il 41,0%); la superficie destinata ad arboricoltura da legno, seppur con una quota contenuta, pari al 1,5% della SAT regionale, raggiunge un'incidenza elevata nel contesto nazionale (18,5%). La superficie investita a prati permanenti e pascoli rappresenta il 6,8% della relativa superficie nazionale, pari al 19,1% della SAT regionale. Presentano, invece, una quota della SAT inferiore alla media nazionale le coltivazioni legnose agrarie (3,0% contro il 13,9%) e la superficie annessa ad azienda agricola destinata a boschi (11,5% contro 17,0%), ma con analoghe dimensioni medie per entrambe gli utilizzi (Fonte: 6° Censimento dell'agricoltura). In generale, la coltivazione del terreno costituisce il principale orientamento produttivo aziendale. L'81,0 % delle aziende è specializzata in coltivazioni, di cui il 55,0 % in colture permanenti, il 23,7 % in seminativi e il 2,3 % in ortofloricoltura; l'8,6 % delle aziende si dedica all'allevamento di erbivori o granivori e il 9,0 % sono aziende miste con combinazione di policolture, poliallevamenti e colture e allevamenti. Nel Nord del Paese, dove è presente il 24,6 % delle aziende agricole nazionali, si realizza il 52,2 % della produzione e il 47,7 % del valore aggiunto (Fonte: Annuario statistico italiano, 2014). Gli utilizzi della superficie agraria e forestale aziendale in Lombardia si caratterizzano territorialmente per una netta concentrazione dei seminativi in pianura (92,1%), delle coltivazioni legnose agrarie, inclusa la vite, in collina (61,8%) e delle foraggere permanenti in montagna (69,0%).

Relativamente al bestiame, la numerosità degli allevamenti italiani al 2010 è in netto calo rispetto al 2000 (-41,3%). In Lombardia la riduzione ha investito il settore in modo meno accentuato; infatti, le aziende con allevamenti subiscono nell'ultimo decennio un calo di circa un quinto (-21,8%). Tale riduzione è ancora più consistente per le aziende ubicate in pianura (-26,9%) e più contenuto per quelle collinari (-9%).

La Lombardia è una regione a forte vocazione zootecnica che contribuisce in misura significativa al valore della produzione animale nazionale. La consistenza degli allevamenti lombardi rappresenta il 10% di quella nazionale in termini di numero di aziende attive e il 27,5% del patrimonio zootecnico valutato in termini di Unità Bestiame Adulto (UBA), unità di misura che permette di considerare unitamente le diverse specie allevate (Fonte: 6° Censimento dell'agricoltura).

L'allevamento bovino è il più diffuso tra gli allevamenti lombardi. Le aziende attive rappresentano il 12% circa del totale nazionale e gestiscono il 26% circa del patrimonio bovino nazionale. Nel quadro nazionale gli allevamenti ovini e caprini lombardi, che presentano dimensioni medie inferiori a quelle medie nazionali, rappresentano il 3,2% degli allevamenti ovini nazionali e l'1,6% del patrimonio ovino. La suinicoltura lombarda, interessata diffusamente da forme diverse di contratti di soccida, come l'avicoltura, è al primo posto nel quadro produttivo nazionale; interessa il 10 % delle aziende nazionali, con prevalente localizzazione nel triangolo della bassa Lombardia. Passando a considerare il comparto avicolo, la Lombardia, pur non avendo il peso di altre realtà produttive nazionali, dispone di un settore avicolo non trascurabile in termini economici e strutturali (cfr. Figura 5-45).

Specie di bestiame	Aziende	Capi
Lombardia		
Bovini e bufalini	11.361	1.419.309
Ovini	1.518	81.985
Suini	2.376	4.309.738
Allevamenti avicoli	1.402	26.380.230
Polli da carne	888	13.659.568
Conigli	297	105.212
Nord		
Bovini e bufalini	53.288	3.771.840
Ovini	11.931	472.394
Suini	8.515	7.633.850
Allevamenti avicoli	8.045	117.449.382
Polli da carne	2.940	64.552.693
Conigli	1.979	5.726.896
Italia		
Bovini e bufalini	111.138	5.727.087
Ovini	60.328	6.736.445
Suini	26.582	8.607.093
Allevamenti avicoli	18.588	165.026.943
Polli da carne	10.912	100.738.831
Conigli	7.636	6.888.782

Figura 5-45 Aziende agricole con allevamenti per specie di bestiame e capi di bestiame – Anno 2013 (Fonte: Istat - Indagine sulla struttura e sulle produzioni delle aziende agricole)

Il confronto dei dati in Lombardia in riferimento agli anni 2000, 2010 e 2013 rileva una diminuzione netta del numero delle aziende in tutti i settori di contro ad una diminuzione meno significativa dei capi di bestiame (cfr. Figura 5-46). Si riducono le aziende con allevamento ma aumenta la loro dimensione e l'importanza relativa del settore nel contesto nazionale.

Il numero di aziende con bufalini e la consistenza complessiva di capi bufalini allevati in regione sono cresciuti in misura rilevante, passando rispettivamente da 59 a 86 unità e da 4.393 a 10.209 capi, con un aumento della dimensione media aziendale da 75 a 119 capi per azienda. La Lombardia, pur non avendo una tradizione in questa tipologia di allevamento, arriva a coprire il 2,8% del patrimonio bufalino nazionale (pari a 360.291 capi). L'incremento dei capi si concentra, in particolare, in provincia di Bergamo.

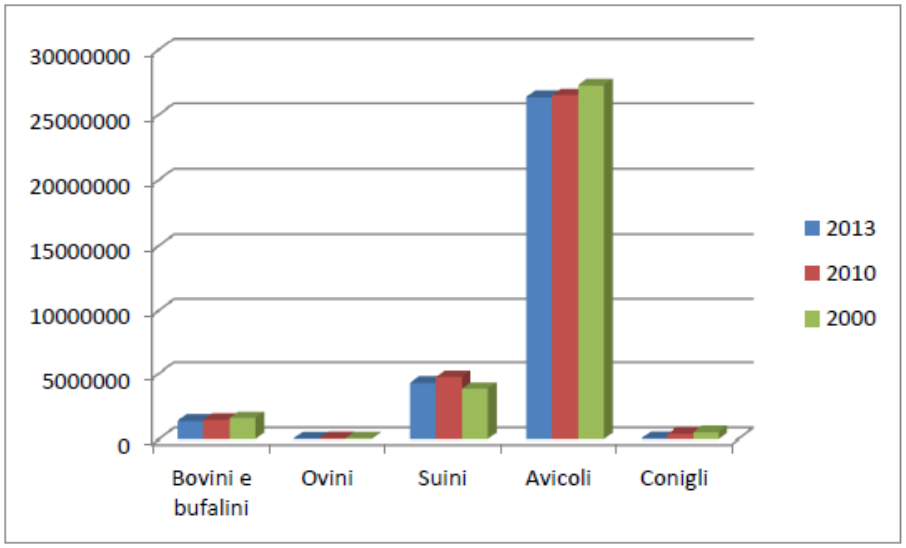


Figura 5-46 Numero di capi in Lombardia – Anni 2000, 2010 e 2013 (Fonte: Istat - Indagine sulla struttura e sulle produzioni delle aziende agricole)

La produzione biologica, definita dal Reg. (CE) 834/2007, è un "sistema globale di gestione dell'azienda agricola e di produzione agroambientale basato sull'interazione tra le migliori pratiche ambientali, un alto livello di biodiversità, la salvaguardia delle risorse naturali, l'applicazione di criteri rigorosi in materia di benessere degli animali, ecc. Nella pratica colturale, viene ristretto l'uso dei prodotti fitosanitari e fatto divieto di utilizzare concimi minerali azotati e la coltivazione di organismi geneticamente modificati (OGM)" (Fonte: ISTAT, 2013. 6° Censimento dell'agricoltura – Atlante dell'agricoltura italiana).

Sul territorio nazionale le aziende che nel 2010 risultano adottare metodi di produzione biologica per coltivazioni o allevamenti sono 45.167; esse rappresentano il 2,8% delle aziende agricole totali. Il 62,5 % delle aziende biologiche è attivo nel Sud e nelle Isole; qui si concentra anche il 70,9% della superficie biologica complessiva (Fonte: 6° Censimento dell'agricoltura).

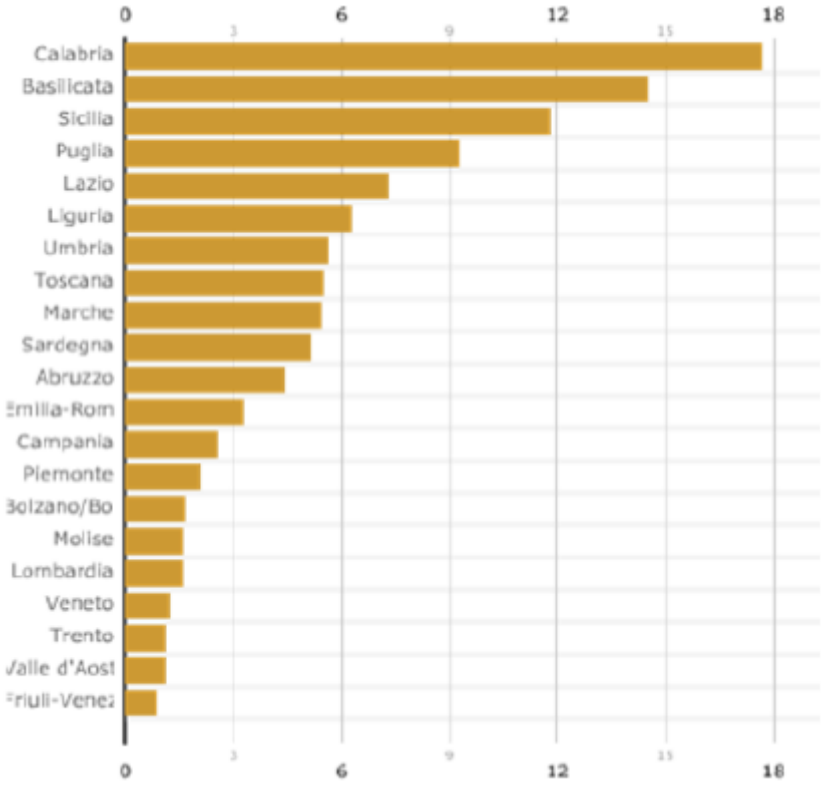


Figura 5-47 Percentuale di superficie agricola utilizzata SAU coltivata con metodi biologici – Anno 2010 (Fonte: 6° Censimento dell'agricoltura)

La SAU biologica della regione Lombardia, secondo i dati e le statistiche aggiornate al 2016 (Fonte: Rapporto Lombardia - 2018), è stimata pari a 29.000 ettari e la ripartizione mostra una prevalenza di superficie investita a cereali (45,2%) seguita da foraggere (33,9%), la restante superficie è coperta per il 9,5% a vite; per il 5,9% da colture industriali (compresi i legumi secchi) e orticole, frutta (compresa quella a guscio) e olivo sono rispettivamente l'1,8%, l'1,6% e lo 0,6% della SAU biologica. Tra i gruppi colturali (seminativi, legnose agrarie e prati permanenti e pascoli) la diffusione maggiore della coltivazione biologica si rinviene all'interno del comparto delle legnose agrarie. Inoltre, gli operatori biologici in Lombardia risultano 2.159. Per quanto riguarda, invece, le aziende agricole con produzioni biologiche, quelle cui prodotti sono vegetali risultano 1.270, le aziende biologiche con produzioni zootecniche e vegetali risultano 267 e quelle di produzione solo zootecnica sono 54.

La Provincia di Bergamo si caratterizzata per l'uso a bosco e a seminativo preponderanti rispetto alle altre forme di utilizzo del territorio. I seminativi si localizzano prevalentemente nella porzione di pianura mentre il bosco caratterizza la parte collinare e le fasce fluviali. Tra le colture presenti riconducibili alla componente seminativo troviamo cereali, colture industriali e colture foraggere. Dai dati del DUSAF si conferma questa vocazione del territorio con come elemento più rappresentativo quello naturale, con le aree boschive,

seguito da seminativi e prati stabili. Le aree boschive appartengono a un ambito abbastanza omogeneo in cui la principale criticità è rappresentata dall'espansione di specie alloctone mentre la pianura appare molto frammentata ed costituita dai seminativi e dalle aree urbane.

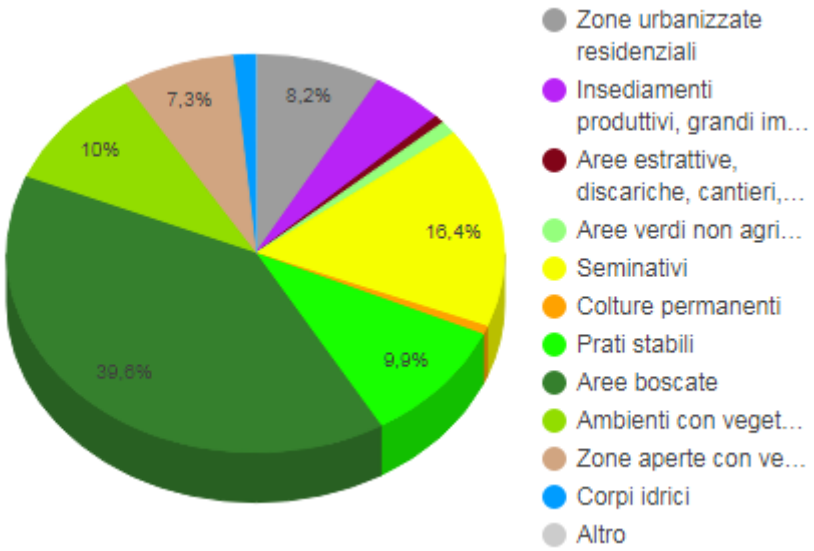


Figura 5-48 Percentuali di copertura del suolo della Provincia di Bergamo, anno 2015

Sul territorio nazionale le aziende che nel 2010 hanno coltivazioni e/o allevamenti certificati DOP (Denominazione di Origine Protetta) / IGP (Indicazione Geografica Protetta) sono 180.947, l'11,2 % delle aziende agricole totali. Questo valore comprende anche le aziende che producono uva per la produzione di vini DOC/DOCG. Quasi la metà (44 %) delle aziende DOP/IGP risulta localizzata nella ripartizione geografica del Nord (cfr. Figura 5-49).

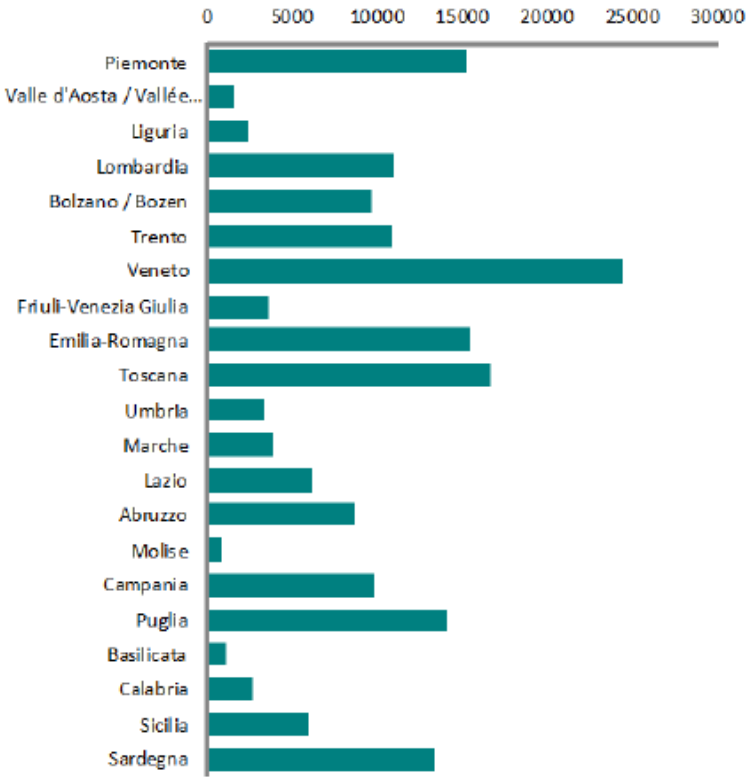


Figura 5-49 Aziende DOP/IGP per regione – Anno 2010 (Fonte: 6° Censimento dell'agricoltura)

Le maggiori superfici investite in coltivazioni certificate interessano la vite (oltre 320 mila ettari), seguono l'olivo, i fruttiferi e, in minima parte con percentuali inferiori al 2 %, i cereali, gli agrumi e le ortive (cfr. Figura 5-50).

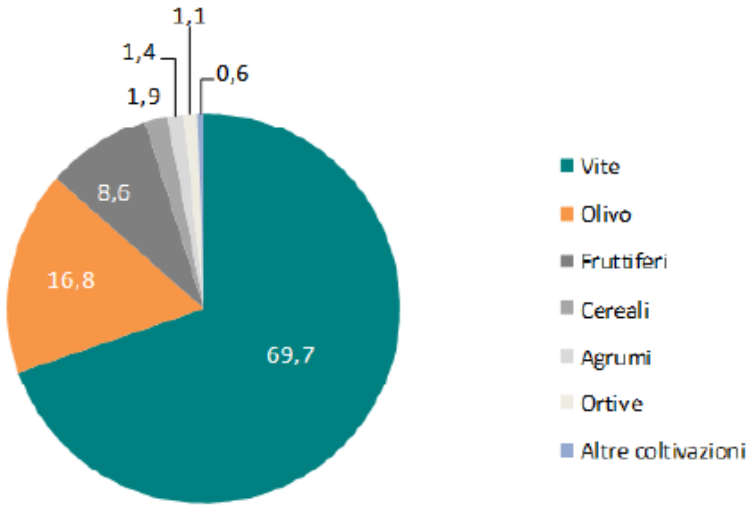


Figura 5-50 Percentuali di distribuzione delle superfici DOP/IGP – Anno 2010 (Fonte: 6° Censimento dell'agricoltura)

Nel territorio nazionale, ad oggi, per quanto riguarda i prodotti del Food, regolamentati con Reg. UE n. 1151/2012, sono stati individuati 169 prodotti DOP e 122 prodotti IGP, per un totale di 291 prodotti agroalimentari intimamente collegati con l'origine geografica. Se si va ad osservare la ripartizione dei prodotti DOP e IGP sulla base della categoria dei prodotti agroalimentari interessati si nota che (Fonte: elaborazione su dati MIPAAF):

- tra i prodotti DOP la categoria più rappresentata è quella dei formaggi (n. 49 DOP nel territorio nazionale);
- tra i prodotti IGP la categoria più rappresentata è quella degli ortofrutticoli e cereali (n. 74 IGP nel territorio nazionale).

In tale contesto, la Lombardia individua 20 DOP (13 interessano esclusivamente il territorio lombardo) e 14 IGP (6 producibili unicamente in Lombardia). Sul totale nazionale dei prodotti a denominazione riconosciuti dalla Commissione Europea, escludendo i vini, la Lombardia detiene il 12% delle DOP e l'11,6% delle IGP. Data la spiccata vocazione zootecnica della regione, 14 DOP sono costituite da formaggi; ad essi si aggiungono 3 tipi di carne lavorata, 2 oli extravergine di oliva e il Miele Varesino. Tra i prodotti IGP, invece, ricadono 7 tipi di carne lavorata, 3 tipi di frutta, 2 prodotti ittici, un ortaggio e un tipo di pasta alimentare.

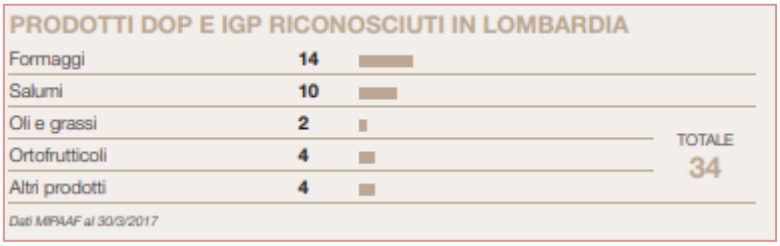


Figura 5-51 Prodotti a marchio europeo della Regione Lombardia (fonte: Atlante della Regione Lombardia 2017)

Relativamente ai prodotti del Wine, nel territorio nazionale sono stati individuati ad oggi 405 vini DOP (di cui 331 vini DOC Denominazione di Origine Controllata e 74 vini DOCG Denominazione di Origine Controllata e Garantita) e 118 prodotti IGT (Indicazione Geografica Tipica), per un totale di 523 vini a indicazione geografica.

Per la Lombardia sono stati individuati 41 prodotti totali, di cui 26 DOP e 15 IGP (Fonte: dati ISMEA).

Con l'emanazione a livello comunitario del Reg. CE 479/08 del Consiglio del 29/04/2008, relativo all'organizzazione comune di mercato vitivinicolo (c.d. OCM vino), le diciture DOC, DOCG e IGT sono state superate: i prodotti vitivinicoli, infatti, sono stati equiparati a tutti gli altri prodotti agroalimentari e, in tal senso, la classificazione dei vini a indicazione geografica è stata ricondotta a quella dei restanti prodotti agroalimentari. Sono vigenti, in tal senso, le diciture (e relativa disciplina) DOP e IGP. Nello specifico i vini

DOC e DOCG sono confluiti nella categoria dei prodotti agroalimentari DOP mentre i vini IGT sono confluiti nella categoria dei prodotti agroalimentari IGP.

Infine, per quanto concerne i PAT (Prodotti Agroalimentari Tradizionali) la Regione Lombardia conta 250 prodotti tipici e tradizionali, pari al 5,12% dei PAT nazionali.

Scendendo nel dettaglio provinciale, dai dati riportati sul Rapporto 2017 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP/IGP/STG realizzato da Ismea e Fondazione Qualivita, emerge che grossomodo i due terzi del valore economico totale dei prodotti DOP/IGP della Lombardia sono realizzati nelle tre provincie orientali: Mantova (29,0%), Brescia (21,7%) e Sondrio (15,5%). Ciò dimostra che, sebbene le certificazioni DOP/IGP siano molto diffuse, il loro valore rimane concentrato in specifiche zone geografiche.

Per quanto riguarda il settore Food della provincia di Bergamo, d'interesse per le analisi dell'intervento in esame, come si può notare dalla classifica sotto riportata, è quarta con un impatto economico con un totale di 15 prodotti certificati DOP/IGP, 49 sono relativi alla produzione di formaggi, 5 alle carni lavorate e 1 ad altre tipologie di prodotti.

Provincia	*N. DOP formaggi*	*N. DOP/IGP carni lavorate*	*N. Altre DOP/IGP*	*Impatto economico (milioni di €)*
Mantova	3	6	3	437,4
Brescia	8	5	4	327,7
Sondrio	3	5	2	233,6
Bergamo	9	5	1	122,5
Cremona	6	6	1	118,8
Pavia	4	8	0	67,9
Milano	5	7	0	64,5
Lodi	6	6	0	60,3
Lecco	6	6	1	43,6
Varese	4	5	2	11,9
Monza e della Brianza	2	5	0	11,2
Como	4	6	1	7,4

Figura 5-52 Elaborazioni SMEA su dati indagine Ismea-Qualivita 2017 e disciplinari di produzione

Nel dettaglio i prodotti certificati legati al territorio di Bergamo sono riportati nella tabella che segue (cfr. Tabella 5-12).

Tabella 5-12 Elenco prodotti certificati territorio di Bergamo

Prodotto	*Denominazione*	*Marchio*	*Provincia di produzione*
formaggi	Bitto	DOP	Lecco e bergamo

Prodotto	*Denominazione*	*Marchio*	*Provincia di produzione*
	Gorgonzola	DOP	Alessandria, Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Cuneo, Milano, Novara, Pavia, Vercelli
	Grana Padano	DOP	Alessandria, Asti, Cuneo, Novara, Torino, Vercelli, Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Mantova, Milano, Pavia, Sondrio, Varese, Padova, Trento, Rovigo, Treviso, Venezia, Verona, Vicenza, Bologna, Ferrara, Forlì Piacenza, Ravenna
	Quartirolo lombardo	DOP	Brescia, Bergamo, Como, Cremona, Milano, Pavia, Varese
	Salva Cremasco	DOP	Bergamo, Brescia, Cremona, Lecco, Lodi, Milano
	Strachitunt	DOP	Bergamo
	Taleggio	DOP	Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Milano, Pavia, Treviso, Novara
Olio	Olio extravergine di oliva laghi lombardi	DOP	Brescia, Bergamo, Como, Lecco
Salumi	Cotechino Modena	IGP	Tutto il territorio regionale
	Mortadella bologna	IGP	Tutto il territorio regionale
	Salame cremona	IGP	Tutto il territorio regionale
	Salumi italiani alla cacciatora	IGP	Tutto il territorio regionale
Vini	Valcalepio	DOC	Bergamo
	Terre del Colleoni	DOC	Bergamo
	Moscato di Scanzo	DOCG	Bergamo
	Bergamasca	IGT	Bergamo

5.6 Patrimonio culturale e Beni materiali

5.6.1 Il patrimonio culturale

Come disposto dall'art. 2 del D.Lgs. 42/2004 e smi "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Parte Prima, con Patrimonio culturale si è inteso riferirsi sia ai beni culturali, ovvero «*le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà*», sia ai beni paesaggistici, costituiti dagli «*immobili e le aree indicati all'articolo 134,*

costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge».

Con riferimento a dette tipologie di beni, l'area di studio, qui intesa come la porzione territoriale all'interno della quale è collocata la tratta ferroviaria oggetto di intervento e rappresentata nell'elaborato cartografico "Carta del patrimonio culturale e storico-testimoniale" (NM2701D22N5SA0001010-11A), presenta, sia beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi, sia beni paesaggistici di cui alla parte terza del citato decreto.
Le fonti conoscitive sulla scorta delle quali è stata condotta la ricognizione del patrimonio culturale, inteso nei termini prima chiariti, sono state le seguenti:

- Beni culturali — Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia, Tavola delle previsioni di Piano dei PGT redatti dai Comuni (Agg. 01/02/2017)
- Beni paesaggistici — Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia, Vincoli paesaggistici (Agg. 31/12/2017)

Data la significativa presenza di beni appartenenti al patrimonio culturale, verranno descritte le categorie di beni maggiormente rappresentativi al fine di condurre un'analisi di tipo sistematico per una lettura complessiva dell'intero sistema del patrimonio culturale: beni culturali, relativamente a quelli il cui interesse culturale sia stato dichiarato, beni paesaggistici oggetto di vincoli dichiarativi, ossia tutelati ai sensi dell'articolo 136 del Codice del paesaggio e dei beni culturali. Inoltre, nel condurre detta descrizione, è stata centrata l'attenzione sulle ragioni alla base del riconoscimento dell'interesse pubblico di tali beni, per come riportate nei relativi decreti di vincolo, così da poter offrire una chiara rappresentazione della loro rilevanza.

La città di Bergamo, perno urbano dell'ambito territoriale indagato, racchiude all'interno dei tessuti più antichi la quasi totalità dei beni culturali oggetto della presente trattazione. La struttura urbana storica di Bergamo nasce dal nucleo medioevale della Città Alta all'interno della cerchia delle mura venete da cui dipartono i tracciati di accesso verso valle lungo i quali si attestano i borghi storici *extramoenia* di Bergamo Bassa. Le numerose emergenze architettoniche e la peculiare strutturazione dei tessuti dei borghi esterni le mura costituiscono le basi per il riconoscimento del notevole interesse pubblico di queste parti di città. Nell'economia del presente documento si ritiene utile condurre la descrizione a partire dai provvedimenti alla base del vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 136 DLgs 42/2004, ponendo l'accento sui beni culturali di cui alla Parte II del Codice dei beni culturali e del paesaggio che connotano gli aspetti storico-culturali delle aree descritte.

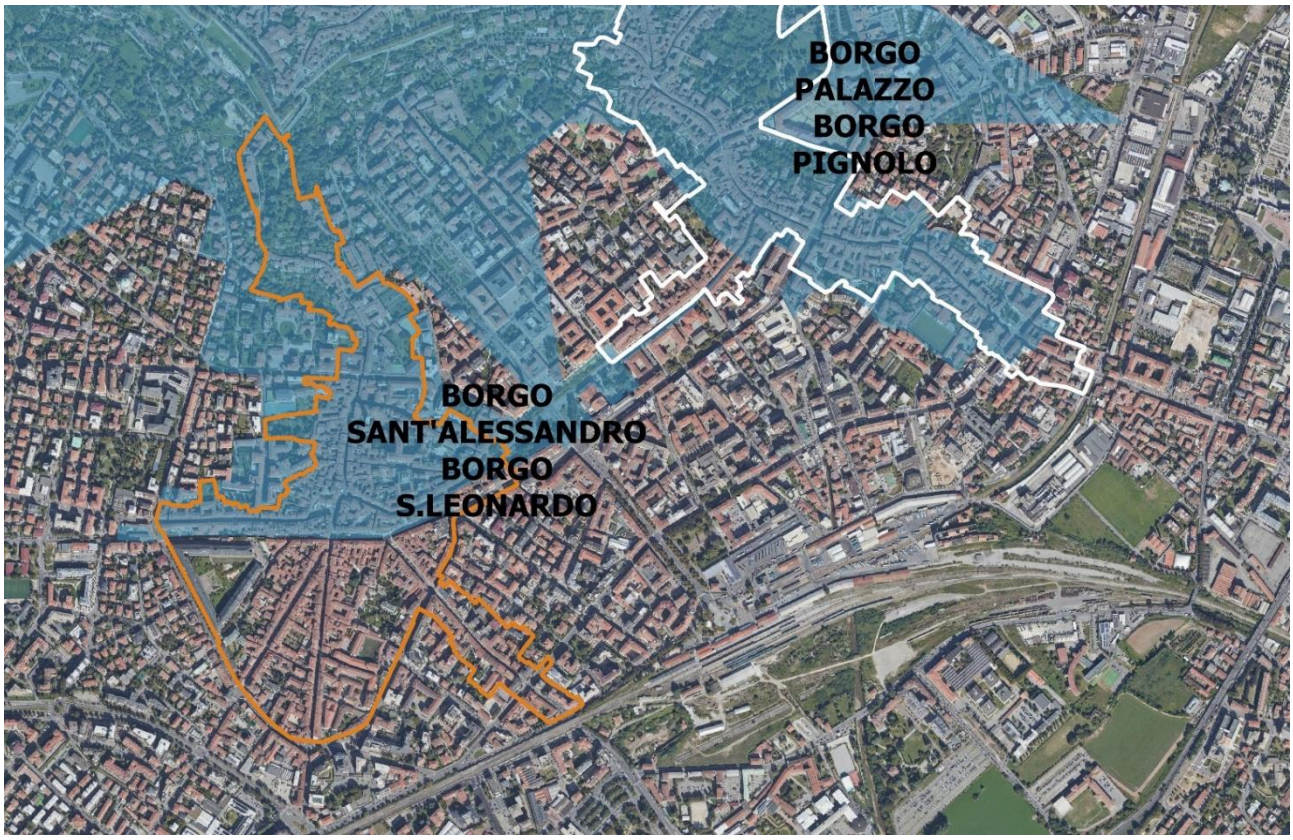


Figura 5-53 Zone dei borghi di antica formazione della città di Bergamo Bassa dichiarati di notevole interesse pubblico (Geoportale Regione Lombardia, Vincoli Paesaggistici, PGT - Tavola previsioni di Piano – strato informativo Nuclei di antica formazione, formato shapefile su Vista aerea Google Earth)

Nella Figura 5-53 sono riportati i perimetri delle aree e zone dichiarate di notevole interesse pubblico ricadenti all'interno dei tessuti di più antica formazione della Città Bassa, la configurazione dei tessuti, nonché la presenza di numerosi beni culturali e architettonici di particolare rilevanza costituiscono le motivazioni alla base del vincolo paesaggistico.

In particolare, all'area di Borgo Palazzo con DM del 12 gennaio 1967 viene riconosciuta la tipica tipologia dei tessuti della città storica in cui spicca il ponte sul torrente Morla con la statua di San Giovanni Nepomuceno di cui "l'armonioso insieme" è visibile dall'interno e dall'esterno del borgo.

La zona del Sentierone e adiacenze sita nel centro della Città Bassa è tutelata ai sensi dell'articolo 136 co1 lett c) DLgs 42/2004 con DM del 12 ottobre 1962 in quanto connotata da palazzi inquadrati nel verde dei giardini ai lati di Porta Nuova da cui si gode la più celebre veduta di Bergamo Alta.

Figura 5-54 Celebre visuale su Bergamo Alta da Largo di Porta Nuova (Immagine tratta da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA).

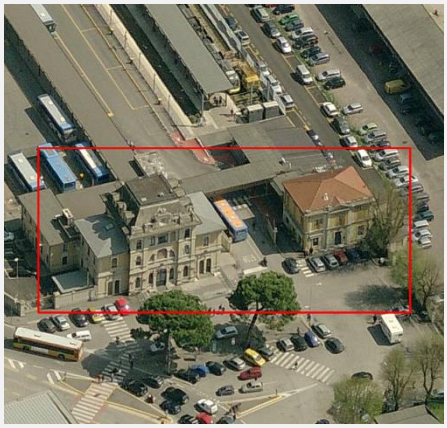
Tabella 5-13 Porta Nuova, bene culturale di interesse culturale dichiarato (Immagine tratta da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA).

PORTA NUOVA (art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 12/03/1912)

Porta Nuova, bene di interesse culturale dichiarato e tutelato ai sensi dell'articolo 10 del DLgs 42/2004, è aperta dal 1837 sul filo delle *muraine* lungo il canale Serio. Le colonne doriche definiscono due fronti equivalenti sui lati opposti e ornano il largo passaggio intermedio. Iniziata nel 1828 fu ultimata nel 1833 su disegno dell'architetto Giuseppe Cusi.

Alla descrizione dei beni di interesse culturale dichiarato tutelati ai sensi dell'articolo 10 del DLgs 42/2004 nell'ambito del contesto paesaggistico tutelato a cui fanno riferimento, si riporta la descrizione di ulteriori manufatti architettonici e relative pertinenze, che in ragione della loro localizzazione in prossimità della tratta ferroviaria in progetto, e in virtù delle diverse tipologie a cui appartengono, si ritiene possano essere rappresentativi della molteplicità di beni che connotano l'ambito territoriale oggetto di studio.

Tabella 5-14 Complesso delle stazioni di testa delle Valli Brembana e Seriana in piazza Marconi (Immagini tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA)



VAL BREMBANA ***VAL SERIANA***

COMPLESSO DELLE STAZIONI DELLE VALLI BREMBANA E SERIANA

(art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 18/06/2009)

Il complesso architettonico che si affaccia su piazza Marconi corrisponde alle stazioni di testa della ferrovia della Valle Brembana e della Valle Seriana, dismesse rispettivamente nel 1966 e 1967.

La stazione di testa della ferrovia della Val Brembana risalente al 1904 progettato dall'architetto Squadrelli è un edificio *liberty* articolato in un corpo centrale di tre piani fuori terra e due laterali, sottotetto e mansarda, e due corpi laterali di due piani con copertura a padiglione. La facciata principale, finemente decorata è connotata da una grande apertura tripartita e dall'orologio incastonato nel timpano.

La stazione di testa della Val Siriana risale agli anni 1882 e 1885. È un edificio in stile ecclettico dall'impianto compatto con copertura a padiglione che si sviluppa per due piani fuori terra. La tripartizione del fronte principale è accentuata dal lieve pronunciamento della porzione centrale.

Tabella 5-15 Scuola Materna della Divina Provvidenza in via Piccinelli ((Immagini tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA)

SCUOLA MATERNA DELLA DIVINA PROVVIDENZA (art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 09/10/2010)

La scuola è sita all'interno dell'abitato di Boccaleone in un'area caratterizzata da tracciati di antico regime. L'edificio di inizi Novecento è formato da un corpo centrale a due piani più sottotetto e da due ali laterali simmetriche su un unico livello il corpo di fabbrica divide il lotto in due parti dove il lato Sud – Ovest è pavimentato ed utilizzato come piazzale d'ingresso, il lato Nord – Est è interamente occupato dal giardino. Nonostante gli interventi di trasformazione, il complesso architettonico conserva ancora i caratteri tipologici del modello di edilizia scolastica originari.

Tabella 5-16 Edificio a corte con area a verde annessa in via Piccinelli[5] (Immagini tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA)

EDIFICIO A CORTE E GIARDINO (art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 18/01/2018)

L'edificio è situato all'interno del nucleo storico di Boccaleone. Si tratta di un complesso architettonico a corte con impianto planimetrico a "L" completato sul lato sud da un ampio giardino. Risalente al XVIII secolo, così come documentato dal catasto del 1809, l'edificio sorge in un'area all'epoca connotata dal tracciato di una roggia e da edilizia prevalentemente rurale e a corte simile alla preesistenza descritta.

Il giardino è caratterizzato da una parte a prato, alberature da frutto e un filare di viti, destinato ad *aratorio vitato adacquatorio* come segnato nella documentazione cartografica ottocentesca.

[5] Si precisa che la perimetrazione dell'Edificio a corte con area a verde annessa è stata desunta dalla consultazione della consultazione del SIGI del Comune di Bergamo, nello specifico lo strato informativo PGT, Piano delle Regole PR8 Vincoli e tutele.

Tabella 5-17 Villa, giardino e parco "La Gargana" in via Rovelli (Immagini tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA)

GIARDINO ALL'ITALIANA ***PASSERA***

VILLA, GIARDINO E PARCO "LA GARDANA" (art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 03/10/1995)

Villa Gargana risale al XVII secolo, pur conservando in più parti elementi architettonici e decorativi di epoca anteriore riferibili a fortificazioni. Allo stato attuale, la villa è costituita da un corpo di fabbrica a "U" su due piani nella parte centrale e tre livelli nelle ali laterali. Dette ali si prolungano ffino a a via Rovelli con due barchesse che delimitano con la cancellata d'ingresso un ampio giardino all'italiana. Sul lato destro si aprono due cortiletti, uno cinquecentesco e l'altro prospicente una cappella intolata alla Vergine Maria con afrreschi settecenteschi. Sul retro si estende, fino alla sede ferroviaria, un parco all'inglese. A Est del parco sorge una torretta sormontata da una "passera", una particolare colombaia con fori di dimensioni tali da permettere l'entrata solo a piccoli uccelli.

Tabella 5-18 Ex ospedale Neuropsichiatrico in via Borgo Palazzo (Immagini tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA)

PADIGLIONI ***CHIESA***

EX OSPEDALE NEUROPSICHIATRICO (art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 22/12/2010)

L'ex manicomio è un vasto complesso architettonico composto da 20 edifici di cui 12 vincolati. L'incarico di progettazione venne affidato nel 1888 all'ingegnere – architetto Fornoni. Sulla base delle indicazioni ricevute dallo psichiatra Marzoni, l'architetto disegna un impianto tipologico a padiglioni, con una precisa suddivisione tra spazi collettivi e sanitari a loro volta differenziati per attività, specializzazione e sesso. La composizione è completata sul lato opposto l'ingresso, da una piccola chiesa a planimetria ottogonale, che si distingue per la posizione isolata e per il linguaggio architettonico. Se infatti l'ex ospedale costituisce un insieme omogeneo improntato a un sobrio classicismo, la chiesa è invece una composizione neogotiga caratterizzata da una notevole ricchezza degli apparati decorativi.

Tabella 5-19 Castello medioevale in località Campagnola (Immagini tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA)

CASTELLO IN LOCALITÀ CAMPAGNOLA (art. 10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 21/08/1914)

L'assetto originario del castello, riconoscibile nonostante la complessa stratificazione di edifici che l'ha avvolto a partire dal XIV secolo, era di notevole chiarezza per distribuzione e funzione; all'efficacia degli apprestamenti difensivi si univano le esigenze di una sofisticata residenza signorile. L'organismo castellano occupava l'intero isolato a pianta quadrata compreso tra le attuali vie dei Prati, Campagnola, Domenica Savio e Pacino da Nova, strade che hanno sostituito quelli che un tempo erano fossati o rogge. Malgrado la ricorrenza degli elementi – recinto – torre – palazzo – e delle tecniche costruttive molto simili, il castello appare avanzato, sia dal punto di vista tipologico, che architettonico, mantenendo fissa l'imponente loggia in pietra che qualifica il complesso come *palacium* nella città contemporanea.

5.6.2 Il patrimonio storico-testimoniale

Come noto, il D.Lgs 42/2004 e smi, all'articolo 131, individua nel "paesaggio" «il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni» e, sulla base di detta definizione, nel definire le finalità proprie della parte terza del Codice, le individua nel «tutela[re] il paesaggio relativamente *a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali*».

La nozione di patrimonio storico-testimoniale, alla base della presente trattazione, muove da tali riferimenti culturali e normativi, nonché in modo particolare dal rilievo che questi attribuiscono al concetto di identità, operandone una specifica declinazione rispetto al sistema insediativo ed alla valenza locale del suo portato identitario.

In altri termini, nel patrimonio storico-testimoniale si è inteso identificare quell'insieme di manufatti edilizi che, a prescindere dal regime di tutela al quale sono soggetti, rappresentano chiara manifestazione, ossia – come recita il citato articolo del D.lgs. 42/2004 e smi - «rappresentazione materiale e visibile», di modelli

insediativi, tipologie edilizie, tecniche costruttive o stilemi che sono espressione dell'identità locale di un determinato contesto territoriale.

Stante tale accezione, nel caso in specie, una fondamentale base conoscitiva ai fini del riconoscimento degli elementi costitutivi il patrimonio storico-testimoniale sono gli allegati al Piano delle Regole e segnatamente quelli riguardanti i nuclei e i centri storici e di antica formazione, nonché le informazioni deducibili dalla Tavola delle previsioni di Piano dei PGT comunali consultabile dal Geoportale della Regione Lombardia.

Come più diffusamente illustrato in precedenza, i borghi storici *extramoenia* di Bergamo preservano numerose architetture e manufatti che contribuiscono al riconoscimento dei caratteri storico-testimoniali dei luoghi, sovente riscontrabili nell'ambito dei nuclei di antica formazione, ben riconoscibili nell'assetto della tessitura urbana e caratterizzati da manufatti edilizi costruiti secondo i criteri e le tipologie della tradizione edilizia.
Come i nuclei e i borghi storici della città capoluogo, il nucleo di antica formazione di Orio al Serio preserva nell'impianto tipi edilizi con caratteri e valori storico culturali.

Il nucleo edificato ha origine nel 829 d.C. con un tessuto di ridotte dimensioni all'interno del territorio agricolo. Le preesistenze odierne risalgono per lo più al periodo medioevale costituite da una parte di strutture fortificate dell'avamposto costituente il presidio meridionale dell'area urbana di Bergamo a cui si aggiunge la Chiesa di S. Giorgio di origine quattrocentesca ricostruita a seguito la demolizione durante il secondo conflitto mondiale.
L'abitato di Orio al Serio ha uno sviluppo di limitata estensione avvenuta quasi esclusivamente fino all'Ottocento e mantenuto modesto fino al periodo compreso tra le due guerre mondiali preservando, fino a qual momento, il ruolo di borgo rurale. Implementazioni e modifiche avvenivano all'interno del tessuto esistente. Pur conservando la tipologia edilizia tradizionale a cortina, non mancano episodi di stratificazione urbana più recenti che vedono alcuni dei manufatti trasformati in edifici plurifamiliari con tipi e linguaggi architettonici contemporanei.

Figura 5-55 Nucleo di antica formazione e analisi delle tipologie edilizie (PGT di Orio al Serio, Piano delle Regole)

5.7 Paesaggio

5.7.1 Il contesto paesaggistico di riferimento

L'intervento ferroviario oggetto del presente studio si colloca lungo l'ambito urbano pedemontano appartenente all'ambito geografico della Pianura bergamasca per come definita dal Piano Paesaggistico Regionale della Lombardia (Figura 5-56).

La Pianura bergamasca comprende la porzione di pianura della provincia di Bergamo includendo lembi di territorio i cui limiti sono definiti dal corso dei principali fiumi (Isola, Gera d'Adda, Calciana ecc.). L'assetto del paesaggio agrario discende dalle bonifiche operate in epoca storica con la scomparsa delle aree boscate primigenie a favore delle coltivazioni irrigue e seccagne. Sporadici elementi di sopravvivenza del paesaggio naturale sussistono solo in coincidenza dei solchi fluviali dei maggiori fiumi (Adda, Serio, Oglio). Ma anche il disegno del paesaggio agrario presenta, specie seguendo l'evoluzione recente, una notevole dinamica evolutiva che configura assetti agrari sempre meno caratterizzati nel loro disegno distributivo e sempre più rivolti a una organizzazione di tipo estensivo monocolturale. Sotto questo profilo diventa anche più labile la tradizionale distinzione fra alta e bassa pianura - che in questo caso corrisponde grossomodo al tracciato della Strada Statale Padana Superiore - che un diverso regime idraulico aveva, fino a qualche decennio or sono, fortemente connotato e distinto. A tali considerazioni si aggiunge la forza eversiva del fenomeno urbano tale da configurare una larga porzione della Pianura Padana, ed anche quella

bergamasca, nei termini di campagna urbanizzata. Qui, l'affollamento della trama infrastrutturale, degli equipaggiamenti tecnologici, dell'urbanizzazione di strada o di espansione del già consistente tessuto insediativo storico delinea una situazione paesaggistica fortemente compromessa e resa emblematica dall'aspetto ormai ruderale delle molte cascine disperse nella campagna.

La pianura bergamasca, e con un crescendo che va dal suo margine meridionale fino alla linea pedemontana, è infatti inclusa nel più vasto sistema della conurbazione lineare padano-veneta. Le più forti e sedimentate dorsali infrastrutturali regionali e interregionali, sia stradali sia ferroviarie, attraversano e spartiscono questo territorio stimolando l'aggregazione degli insediamenti secondo modalità che non appartengono più al classico schema dell'espansione a gemmazione da centri preesistenti ma si compongono a schiera o a pettine proprio lungo le vie di comunicazione, indipendentemente da riferimenti storici d'appoggio. Il caso più classico è quello dell'Autostrada Milano-Bergamo, dove più per ragioni d'immagine che per logistica localizzativa, molte imprese industriali hanno occupato quasi per intero le due fasce limitrofe alla sede stradale precludendo, fra l'altro, la nota veduta panoramica sui Colli della città orobica.

È dunque un paesaggio impoverito nelle sue dominanti naturali, dove lo sfoltimento delle cortine arboree, delimitanti i terreni di coltura, mette ancor più a nudo la povertà dei suoi caratteri. Singolare invece, e quasi unico nel contesto regionale, l'assetto paesaggistico della valle del Serio, l'unica non incassata delle tre che ripartiscono questa parte di pianura, dove il fiume scorre entro un largo greto ghiaioso.

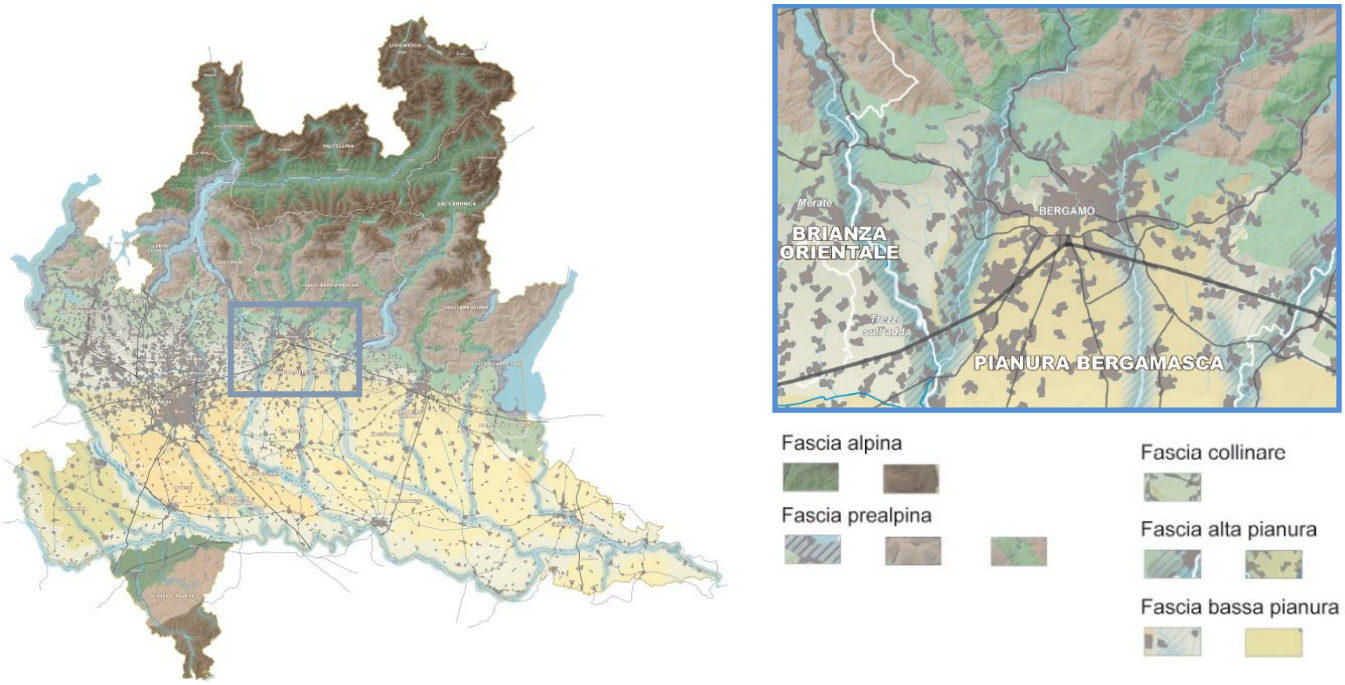


Figura 5-56 Ambiti geografici e unità di paesaggio (Piano Paesaggistico Regionale – tavola A)

5.7.2 La struttura del paesaggio

L'area di studio rappresenta il dominio spaziale all'interno del quale le componenti paesaggistiche /ambientali e le interazioni tra queste, configurano un assetto chiaramente riconoscibile che consente di identificare le unità di paesaggio, all'interno di una più ampia categoria definita ambito di paesaggio.
Le unità di paesaggio si possono interpretare come il risultato delle relazioni ed interazioni tra componenti elementari. La variabilità degli assetti aggregativi e relazionali stabiliti tra le componenti elementari posti in relazione reciproca e interagenti tra loro, consentono l'identificazione/classificazione del paesaggio, così come lo percepiamo, all'interno di uno spazio unico continuo e continuamente diverso.

Le unità di paesaggio constano di unità ambientali, morfologico-funzionali, omogenee per un cluster di caratteri (es. associazioni di usi del suolo, caratteri geomorfologici, floristico-vegetazionali, tipologico-insediativi, percettivi etc.) ricavate utilizzando alternativamente procedimenti induttivi e deduttivi[6].

Come descritto al precedente paragrafo, l'area all'interno della quale si inserisce l'opera in progetto è ricompresa all'interno dell'ambito della pianura bergamasca.
Partendo dalla struttura del paesaggio così definita dalla pianificazione a valenza paesaggistica, le cui considerazioni descrittive sono state interpolate e rielaborate tramite osservazioni desunte per fotointerpretazione, sono state individuate le unità di paesaggio interessate dalla infrastruttura in progetto.

Come si è avuto modo di osservare, l'infrastruttura ferroviaria oggetto degli interventi attraversa un contesto paesaggistico variegato, connotato dalla predominante presenza di ambiti urbanizzati a sud della metropoli bergamasca in cui è possibile identificare due soglie differenti, rappresentate dallo scalo ferroviario e dall'asse interurbano; tali soglie evidenziano con chiarezza le diverse fasi attraversate dallo sviluppo urbanistico della città, dove sono riconoscibili le edificazioni realizzate dagli anni Cinquanta – Sessanta ad oggi.
Il territorio di pianura, di antica connotazione agricola, è attualmente caratterizzato da una situazione di marginalità diffusa degli ambiti coltivati, in quanto lo sviluppo rapido dell'edificato ha dato luogo ad una situazione agricola prevalentemente residuale, fortemente erosa dal tessuto cittadino.
Grossi centri urbanizzati, insediamenti industriali e commerciali tra i più grossi della provincia creano il tessuto connettivo principale di questo ambito.

[6] Gisotti G. (2011). *Le unità di paesaggio: analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica*. D. Flaccovio

Nel quadro così delineato, al fine di descrivere la struttura del mosaico paesaggistico in cui si collocano le opere, una prima lettura interpretativa della struttura insediativa dell'area si fonda sulla individuazione delle caratteristiche e delle componenti paesaggistiche che possono essere ricondotte alle seguenti classi prevalenti:

- Elementi del sistema insediativo
- Elementi del sistema agricolo

Per ciascuna di dette classi di elementi è stata operata una identificazione delle unità di paesaggio secondo categorie di interpretazione della conformazione.

Elementi del sistema insediativo

Stante l'anzidetta ubicazione dell'ambito di studio indagato tra l'area periferica di Bergamo e l'abitato di Orio al Serio, i caratteri paesaggistici urbani possono riferirsi per l'appunto ai territori costituenti la conurbazione di Bergamo insieme ai suoi comuni satelliti, dai caratteri più marcatamente urbani.

Alla fine degli anni Trenta, tale ambito di pianura venne prescelto inoltre come zona privilegiata per la costruzione dell'Aeroporto bergamasco, che lo trova equidistante dalla zona delle colline come da quella della vera e propria pianura. Alla vicinanza con la città di Bergamo, con conseguente appartenenza alla grande conurbazione localizzata attorno al capoluogo e alla presenza dell'Aeroporto è indissolubilmente legata la storia e l'evoluzione insediativa dei centri urbani nella alta pianura bergamasca, primo fra tutti Orio al Serio. Esso risulta suddiviso in due nuclei fondamentali: la parte di più recente formazione, con moderni quartieri e un forte sviluppo di attività artigianali e la porzione originaria, contenuta, a carattere prevalentemente rurale, con la presenza di antichi edifici addirittura risalenti all'epoca medievale.

Dal nucleo urbano vero e proprio rimangono divise le due aree che sorgono a sud dell'Autostrada e dell'Aeroporto: la prima, denominata Nuova Betosca, a carattere produttivo, sorge lungo la strada per Grassobbio, l'altra, prevalentemente commerciale e produttiva, denominata Portico, è posta lungo la strada che conduce ad Azzano S. Paolo.

È pertanto evidente come il paesaggio di Orio al Serio presenti un notevole livello di antropizzazione, determinato dalla presenza di numerose aree fortemente urbanizzate, localizzate prevalentemente lungo le principali infrastrutture di collegamento.

Pertanto, con ambito di paesaggio urbano ed antropizzato ci si riferisce essenzialmente al sistema insediativo dell'area metropolitana di Bergamo, i cui tessuti urbani prevalenti di seguito elencati, e successivamente descritti, sono stati individuati secondo una differente conformazione dell'impianto e della grana:

- UdP della città storica

- UdP del tessuto consolidato e compatto ad impianto regolare, per tipi edilizi in linea e puntuali
- UdP del tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto e di tipi edilizi
- UdP del tessuto per tipi edilizi puntuali ed in linea
- UdP del tessuto ad impianto compatto con tipi edilizi in linea e minuti e sistema del verde pertinenziale
- UdP dei servizi e delle attività metropolitane
- UdP degli insediamenti produttivi e commerciali
- UdP delle infrastrutture
- UdP del verde urbano e di svago

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.

UdP della città storica

Il tessuto della città storica è indicativo del sovrapporsi di molteplici episodi di trasformazione urbana nel corso del tempo, o di antichi processi di trasformazione urbana non riconducibili ad un progetto unitari, così come il caso di Bergamo che si distingue nella mole dei tessuti più antichi e nella successione delle vicende dello sviluppo urbano. Il nucleo medievale domina sui borghi di antica formazione della Città Bassa, organizzati lungo gli assi che dipartono dalle porte delle mura veneziane.

Al tessuto della città storica appartengono i nuclei dei borghi *extramoenia* della metropoli bergamasca, ben riconoscibili nell'assetto della tessitura urbana e caratterizzati da manufatti edilizi costruiti secondo i criteri e le tipologie della tradizione edilizia.

Figure 5-1 Nucleo di antica formazione di Orio al Serio

UdP del tessuto consolidato e compatto ad impianto a regolare, per tipi edilizi in linea e puntuali

Tale tipologia di tessuto è identificabile nelle pertinenze disegnate dalle maglie di ampliamento dei borghi storici esterni di fine Ottocento e inizi Novecento, in cui il principio insediativo si è sviluppato con edificazione in allineamento alla rete viaria, alle piazze ed agli spazi pubblici a verde, con la regolazione dei cortili in rapporto allo sviluppo dei fronti interni.

Il tessuto consolidato e compatto ad impianto regolare si presenta ad isolati chiusi o parzialmente chiusi con fronte urbano continuo o discontinuo su strada, la cui corte di pertinenza privata interna è comunicante con la strada attraverso l'androne principale.

Figure 5-2 UdP del tessuto consolidato e compatto ad impianto a regolare, per tipi edilizi in linea e puntuali tra Borgo Palazzo e Borgo San Leonardo, Bergamo

UdP del tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto e di tipi edilizi

Tale conformazione corrisponde con la porzione di città realizzata a partire dal Secondo Dopoguerra sino alla fine degli anni Ottanta secondo uno sviluppo che si è manifestato nel fenomeno della saturazione.

Tale fenomeno è maggiormente rilevabile nelle parti della città in cui tra i quartieri storici periferici ed il centro non più è rilevabile la presenza di spazi aperti tra le aree urbanizzate.

Tali porzioni di città sono costituite da un insieme di impianti urbani per i quali non è possibile evidenziare un effettivo disegno unitario, in quanto sorti sulla spinta della forte urbanizzazione in cui la volontà progettuale organica è venuta meno rispetto alle esigenze contingenti dell'epoca.

La città cresciuta sull'impianto dei piani regolatori di ampliamento storici, definito dai tracciati delle strade, dalla dimensione degli isolati, dal disegno di piazze e dalle puntuali norme per l'edificazione che fungono da controllo morfologico dell'espansione, rappresenta la parte significativa del tessuto urbano consolidato.

Qui è evidente l'obiettivo di procedere alla urbanizzazione dei suoli agricoli e di regolamentare in modo unitario parti di città anche attraverso la loro definizione tipologica. In prevalenza, l'edificazione dei lotti è determinata da corpi in linea che definiscono vie e cortili in rapporto alle altezze dei fabbricati.

Figure 5-3 UdP del tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto e di tipi edilizi, zona Malpensata

UdP del tessuto per tipi edilizi puntuali ed in linea

Tale tessuto rappresenta forme di sviluppo della città di recente realizzazione prive di un carattere unitario, in cui accanto ad un tessuto aperto, con ampi spazi verdi, servizi e attrezzature collettive, si accostano quartieri di edilizia popolare e interventi più recenti costituiti da palazzine a medio-alta densità o a bassa densità prevalentemente composti da villette uni e bifamiliari.

Il tessuto si presenta unitario e compiuto nella dimensione e nell'immagine complessiva, ma è composto al suo interno da parti caratterizzate da morfologie d'impianto e da gran e dimensionali diverse. L'impianto di tali porzioni di città risulta pressoché regolare e costituito sia da una trama fine edilizia, corrispondente con i corpi edilizi minuti, sia da una trama media edilizia caratterizzata da volumetrie maggiori associate spesso ad aree di verde pubblico pertinenziale.

Figure 5-4 UdP del tessuto per tipi edilizi puntuali ed in linea, zona Boccaleone

UdP del tessuto ad impianto compatto con tipi edilizi in linea e minuti e sistema del verde pertinenziale

Tale tipologia di tessuto è caratterizzata da un uso prevalentemente residenziale a densità medio bassa con presenza di giardini appartenenti alle singole unità. Tale unità di paesaggio è formata per l'appunto da edifici residenziali singoli, in linea o isolati, localizzati, generalmente, al centro del lotto caratterizzato dalla presenza di spazi di pertinenza destinati a verde privato.

Tale conformazione può presentarsi costituita sia da un impianto caratterizzato da una spiccata regolarità geometrica del reticolo stradale, all'interno del quale la trama edilizia risulta piuttosto compatta e costituita da corpi edilizi eterogenei, sia da un impianto caratterizzato da una assenza di complementarità di forma tra la rete delle strade e delle piazze e la trama dei lotti e degli edifici. Le giaciture degli edifici sono geometricamente indipendenti dalla conformazione delle strade, e non costituiscono i margini di queste, in quanto la loro disposizione d'insieme è determinata da altri criteri progettuali oppure da una particolare conformazione dell'impianto urbano.

Figure 5-5 UdP del tessuto ad impianto compatto con tipi edilizi in linea e minuti e sistema del verde pertinenziale

UdP dei servizi e delle attività metropolitane

Tale tipologia di unità di paesaggio è costituita da complessi ed edifici singoli o aggregati, comprensivi degli spazi aperti di pertinenza e di quelli pubblici (piazze, strade, giardini) ad essi connessi, che hanno rilevanza urbanistica, morfologica simbolica e funzionale nella struttura urbana. Sono adibiti prevalentemente ad attività culturali, ludico-ricreativa, eventi sportivi, gioco e svago, destinati ai servizi di istruzione, religiosi, socio-assistenziali e collettivi o sono destinati ad attività e funzioni specifiche.

Figure 5-6 Complesso scolastico e ospedaliero

UdP degli insediamenti produttivi e commerciali

Tale unità di paesaggio è rappresentata dai distretti produttivi e commerciali costituiti da un insieme di stabilimenti circoscritti in un ambito territoriale geograficamente e storicamente ben definito, nello specifico si tratta di quegli agglomerati industriali e commerciali sorti lungo le principali vie di comunicazione sia stradali sia ferroviarie.

Da un punto di vista strutturale, tale unità di paesaggio è costituita da un tessuto caratterizzato da forti discontinuità morfologiche e da tipologie edilizie diversificate in rapporto al diverso utilizzo e all'epoca dell'insediamento. Tale tessuto è articolato da strutture monopolari per la produzione industriale e per le attività commerciali e artigianali.

Figure 5-7 Zona produttivo commerciale denominata il Portico

UdP delle infrastrutture

Sono le maggiori direttrici di accesso alla città, ferroviarie e fasci stradali, nel caso di Bergamo, tale unità di paesaggio si proietta lungo le vie storiche e le nuove direttrici viarie (autostrade e ferrovie), dando origine a nuovi continui urbani e a tipici paesaggi di frangia.

La ferrovia viene quindi intesa come generatore del un sistema metropolitano bergamasco costituendo unità a sé. Tale unità consta di un unico elemento ad andamento lineare e che si compone di un lessico ridotto di microiconemi seriali quali i binari, i rilevati, le linee di trazione elettrica etc.

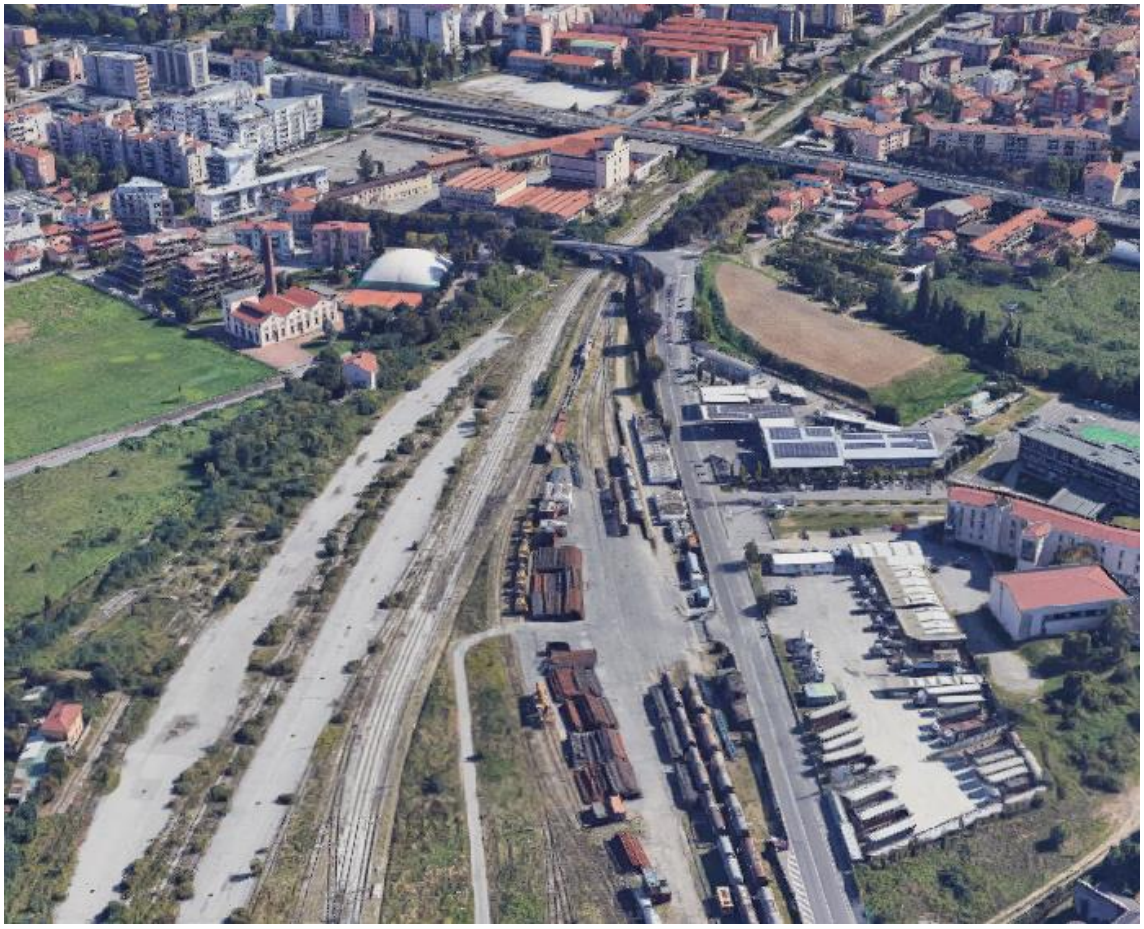


Figure 5-8 Scalo ferroviario bergamasco

UdP del verde urbano e di svago

In generale, l'ambito indagato presenta alcune porzioni urbane prive di volumetrie che possono essere ricondotte alle aree di verde urbano costituite da parchi urbani, giardini attrezzati ed impianti sportivi.

Tali aree accolgono funzioni, principalmente di tipo ricreativo, sportivo e didattico-culturale, finalizzate allo svago e alla socializzazione e verde pertinenziale che comprendono gli spazi di verde di diverso tipo, dal verde di pertinenza di residenze e servizi pubblici e privati, al verde pertinenziale delle infrastrutture (strade carrabili, percorsi ciclo-pedonali, ferrovie), nonché giardini e parchi pubblici.

Figure 5-9 Parco comunale Orio al Serio

Elementi del sistema agricolo

Una importante peculiarità di tale territorio è espressa dal carattere agrario che, seppur con una estensione piuttosto limitata in ragione dell'avanzare della urbanizzazione, esso conserva ancora memoria dei caratteri originari.

Infatti, la pianura bergamasca ed i primi rilievi collinari sono luogo di insediamenti umani plurimillenario per la straordinaria abbondanza di acque, superficiali e sotterranee; nelle molteplici fasi di civilizzazione, complessivamente, l'agricoltura nella tradizione bergamasca si è caratterizzata come attività multifunzionale che ha generato paesaggi agrari straordinari.

La struttura dei campi di pianura, sottolineata dalla presenza dei filari e delle piantate, è di notevoli dimensioni e connotati dalla presenza di prati stabili e seminativi che costituiscono il paesaggio delle colture intensive.

Anche laddove è sopravvissuta si tratta pur sempre di aree in cui l'agricoltura ha perso il carattere di dominante estensiva degli orizzonti paesaggistici e dove la commistione di funzioni urbane è costantemente elevata.

Nell'ambito indagato dalla presente relazione, nei terreni di pianura, appartenenti alla bassa pianura padana, la natura dei suoli e le ragioni storiche hanno fatto sì che ci siano sistemazioni idrauliche e ordinamenti colturali caratterizzati da una suddivisione degli appezzamenti più o meno regolare che corrisponde alle diverse proprietà fondiarie e che si appoggia alla rete stradale di accesso ai campi e al sistema dei fossi; questi ultimi fungono sia da canali di irrigazione e di adduzione delle acque, sia da canali di raccolta per quella in eccesso.

Per quanto attiene all'area oggetto di indagine, l'unità di paesaggio maggiormente rappresentante il sistema agricolo è costituita dal paesaggio delle colture di seminativi di pianura presente nelle aree periferiche e suburbane.

UdP delle colture intensive

Nell'ambito degli spazi vuoti caratterizzati da un uso agricolo del suolo si riscontra una prevalenza di campi aperti molto ampi il cui carattere connotativo è rappresentato da un ritmo del territorio sempre uguale nel quale il più delle volte si ha solo l'alternanza tra il seminativo e i prati incolti.

Nel caso del seminativo il paesaggio presenta, pur costituendo un ambiente monotono, una certa mutevolezza stagionale per la caducità del manto vegetale e per la alternanza delle colture.

La matrice dei seminativi irrigui è caratterizzata da un sistema idrico artificiale e naturale localizzabile nell'ambito della pianura bergamasca.

Figure 5-10 Colture intensive

5.7.3 I caratteri percettivi del paesaggio

Gli aspetti percettivi seguono, a livello di fasi di studio, le analisi dei caratteri del paesaggio da cui dipendono profondamente.

Analizzando l'insieme degli ambiti di fruizione da cui è possibile percepire la presenza della ferrovia oggetto d'intervento emergono alcune relazioni spaziali tra questi e la conformazione e la composizione delle unità paesaggistiche.

Il paesaggio interferisce notevolmente con gli ambiti di fruizione percettiva: laddove i tessuti urbani sono più rarefatti, presentando alcuni vuoti in attesa di densificazione o semplicemente aree agricole marginali, le visuali sono ampie e prive di ostacoli. Al contrario, le visuali chiuse e perpendicolari si condensano nella parte di tessuto urbano denso laddove i manufatti si addossano alla ferrovia lasciando coni e corridoi visivi liberi sulla ferrovia.

Inoltre, alcune di queste visuali possono essere in realtà frammentate dalla vegetazione oppure semplicemente disturbate dalla presenza di numerosi segni che rendono più difficile la lettura degli elementi oggetto d'analisi. In altri casi, quando tra la ferrovia e le strade perpendicolari o parallele ad essa non vi sono elementi di disturbo, la visuale sarà aperta e continua, talvolta anche accentuata dall'effetto ottico indotto dalla prospettiva.

Gli ambiti di fruizione percettiva sono successivamente indagati in base alla presenza e alla tipologia di elementi in grado di ostruire la percezione o enfatizzarla. Questo insieme di elementi determina le caratteristiche percettive dell'ambito che saranno classificate in un intervallo di attributi compreso tra gli estremi:

- *visuali continue o debolmente frammentate*: prive, o a ridotta capacità di diluizione degli elementi di intrusione all'interno del quadro percepito. Gli elementi che popolano tali quadri, tanto più se alloctoni al paesaggio, risaltano con particolare evidenza nella loro interezza e partecipano alla costruzione dei quadri percepiti con peso variabile in relazione alla ampiezza del quadro percepito, ovvero alla distanza dell'osservatore, ed alle dimensioni sul piano verticale.
- *visuali discontinue e frammentate*: in grado di assorbire gli elementi di intrusione all'interno del quadro percepito. Gli elementi che popolano tali quadri, anche se alloctoni al paesaggio, generalmente, non tendono a risaltare con particolare evidenza, non se ne coglie l'interezza e la loro presenza risulta frammentata dalla molteplicità degli elementi che la schermano e ne diluiscono illeso nella partecipazione alla costruzione dei quadri percepiti, per i tratti visibili, anche in relazione alla distanza dell'osservatore, ed alle dimensioni dell'opera sul piano verticale.

Concorrono a caratterizzare gli ambiti la presenza/assenza di: rilievi morfologici, alberature, siepi, masse di vegetazione naturale, recinzioni, edificato, quant'altro in grado di intervenire nel quadro percepito affollando la percezione dell'insieme, ed interrompendo e/o frammentando la percezione un elemento nella sua unitarietà.

Nel giudizio di valore, la presenza di elementi detrattori della qualità del paesaggio percepito, all'interno delle visuali godute dal percettore, collabora a dimensionare l'impatto per sovrapposizione di effetti negativi concorrenti. In altre parole, la presenza di elementi, o aree, di scarsa qualità paesaggistica, non giustifica da sola la determinazione di un livello basso di qualità, del paesaggio percepito.

Per quanto riguarda il presente Studio, trattandosi di un intervento in un ambito paesaggio urbano consolidato dotato di innumerevoli ambiti di fruizione percettiva sovrapposti si è scelto di attenersi a quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005. Secondo il Decreto l'analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che gli ambiti di fruizione percettiva coincidano con gli spazi aperti a fruizione pubblica ovverosia quelle porzioni del territorio al cui interno è libero il transito a piedi, in bicicletta e in automobile.

Nel caso specifico, la tratta ferroviaria in progetto si inserisce in un contesto connotato dai caratteri urbani veri e propri che si alternano ad aree a prevalente uso agricolo interposte tra le due soglie rappresentate dallo scalo ferroviario e l'asse interurbano.

Di conseguenza, per tale struttura paesaggistica avente caratteristiche distinte, che da un punto di vista percettivo offre differenti tipologie di visibilità in ordine alle connotazioni che prevalgono di un determinato ambito territoriale, sono stati individuati tre macro ambiti:

- Ambiti urbani consolidati ad alta densità
- Ambiti urbani della periferia metropolitana
- Ambiti della campagna residua

Ambiti urbani consolidati ad alta densità

Ciò che accomuna i territori di pianura è la costante presenza del paesaggio urbano, sviluppatosi nel tempo secondo differenti tessiture.

Gli ambiti urbani ad alta densità comprendono tutti i centri storici maggiori e gran parte dei minori e sono caratterizzati da un'intensa utilizzazione di suolo, dove l'urbanizzazione e l'edificazione prevalgono sugli spazi vuoti e liberi che assumono, in questo contesto, carattere di rarità o residualità.

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.

I poli ad alta densità hanno avuto, per motivi storici ed economici, sviluppi quantitativi e qualitativi diversi come pure peso e funzioni. Sono riconoscibili, in grossa approssimazione, due modelli evolutivi: il centro di mercato della pianura irrigua cerealicola e foraggera, fondato su un ruolo storico originario di estensione contenuta e circoscritta; le città del sistema metropolitano, tra cui Bergamo, perni di un organismo che domina e investe, con il suo potere gestionale e organizzativo, l'intero spazio regionale e oltre.

Figura 5-57 Viale Papa Giovanni XXIII, principale viale d'ingresso alla città di Bergamo dalla Stazione centrale. In lontananza è possibile percepire i colli bergamaschi

Ambiti urbani della periferia metropolitana

Il progressivo ampliamento dei poli urbani, caratterizzato da aree residenziali, industrie, oggi anche dismesse, servizi, infrastrutture, aree libere residuali, si manifesta sovrapponendosi ai paesaggi originari, fino a cancellarne in molti casi gli elementi di identità, inglobando vecchi tessuti agrari, vecchie cascine, ville signorili e soprattutto quei centri rurali, un tempo autonomamente identificabili e oggi divenuti satelliti di un unico organismo. La loro riconoscibilità non deriva più, come avveniva in passato, da un elemento paesaggistico dominante (una torre, una chiesa, un ponte, un castello, ...) ma semplicemente dall'esservi improvvisamente all'interno senza apparenti segni distintivi.

La densità dell'urbanizzazione man mano che si allarga si riduce, si frammenta o si organizza altrimenti. Via via che ci si allontana dai poli urbani, originatori del sistema metropolitano, 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 metropolitana punteggiata di nuclei ed elementi storici, spesso difficilmente percepibili e riconoscibili, che si colloca per lo più nell'alta pianura e nella fascia pedemontana verso le valli prealpine. Un tessuto insediativo che si salda, a partire dal nucleo centrale alle città pedemontane o si protende lungo i corsi d'acqua o le nuove direttrici stradali (autostrade, superstrade, ecc.), dando origine a nuovi continui urbani e a tipici paesaggi di frangia.

Figura 5-58 Tessuto urbano alla periferia di Bergamo. Via Orio, visuale in direzione dell'attuale noto stradale di accesso all'Aeroporto

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. La presenza del nuovo tende a rapportarsi con pesi equivalenti al costruito storico, con modulazioni di intensità e forme diverse a seconda delle aree di sviluppo economico.

Sono territori della campagna urbanizzata, contrassegnata da forti processi di crescita, dove la buona resa dell'agricoltura è di supporto all'attività terziaria e di servizio. Sono territori caratterizzati dalla presenza dei primi segni della dispersione metropolitana con nodi, spesso edifici polifunzionali o centri commerciali, sempre accostati a una direttrice stradale, che fanno da volano all'urbanizzazione.

Ambiti della campagna residua

L'alta pianura padana è prevalentemente connotata dalle configurazioni insediative metropolitane che prevalgono su quelle agricole, dove le espansioni recenti hanno coinvolto progressivamente i centri minori, fino alla formazione di un paesaggio urbano con forti connotati di continuità. All'interno del paesaggio della pianura urbanizzata, sono ancora presenti le aree agricole interstiziali che, insieme alla presenza dei corsi d'acqua, costituiscono una importante componente naturale di cerniera tra la pianura ed i rilievi retrostanti.
I territori agricoli della piana sono caratterizzati principalmente dalla coltivazione intensiva di seminativi, dove ogni fondo è individuato da scoli per la raccolta delle acque piovane che formano una fitta maglia di parcellizzazioni agricole, da filari di alberi e dalle strade pressoché rettilinee che dipartono dai nuclei urbani; diffusamente presenti nella pianura sono le case sparse e le strutture adibite per l'attività agricola edificate prevalentemente lungo le strade principali.
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, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza dall'edificato e dai filari di alberi.

Figura 5-59 Filari alberati connotanti il paesaggio agrario della piana. Circonvallazione Pompiniano direzione aeroporto

5.8 Popolazione e salute umana

5.8.1 Inquadramento demografico

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale e provinciale.

Secondo i dati dell'Istat[7], riferiti all'anno 2018, la popolazione residente in Lombardia è di circa 10 milioni, dei quali circa 4,9 mln sono uomini e 5,1 mln donne.

Tabella 5-20 Popolazione residente in Lombardia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: HFA 2019 - anno 2018)

Età	Regione Lombardia		
	Uomini	*Donne*	*Totale*
0-4 anni	213.688	202.340	416.028
5-14 anni	496.354	467.361	963.715
15-24 anni	490.516	450.291	940.807
25-34 anni	541.117	523.590	1.064.707
35-44 anni	713.453	696.602	1.410.055
45-54 anni	843.693	829.090	1.672.783
55-64 anni	644.987	675.069	1.320.056
65-74 anni	514.983	578.070	1.093.053
75+ anni	457.297	709.938	1.167.235
Totale	*4.916.088*	*5.132.351*	*10.048.439*

[7] Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2019

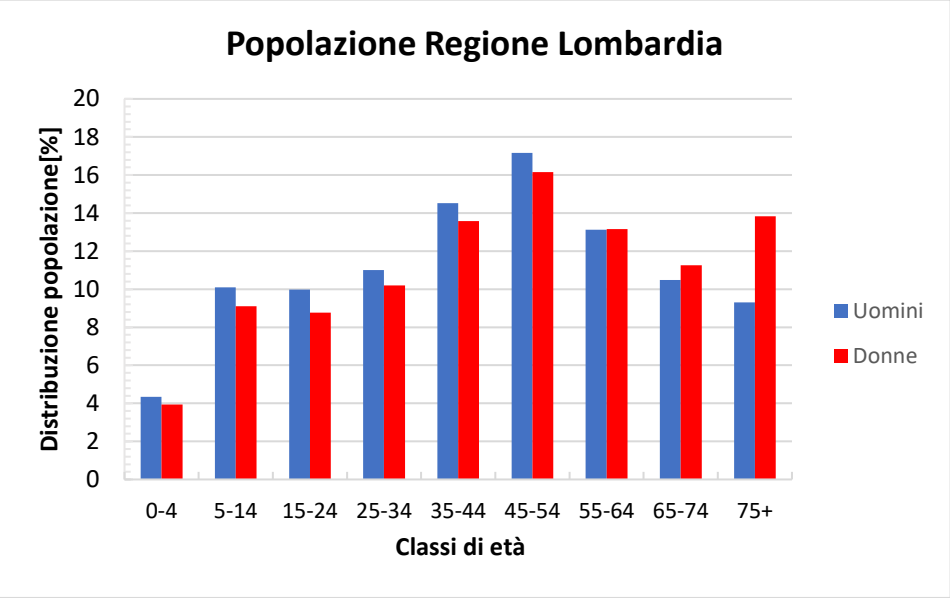


Figura 5-60 Composizione della popolazione residente in Lombardia distinta per tipologia e fascia d'età (elaborazione HFA 2019 - anno 2018)

Nella tabella seguente si riportano i dati relativi al 2018 delle dodici province della Regione Lombardia in termini di numero di residenti, distinti per tipologia.

Tabella 5-21 Numero di residenti in Lombardia distinti per provincia (fonte: HFA 2019 - anno 2018)

Province	Uomini	Donne	Totale
Varese	433.649	456.999	890.648
Como	293.738	305.515	599.253
Sondrio	88.907	92.342	181.249
Milano	1.571.711	1.670.796	3.242.507
Bergamo	551.902	560.911	1.112.813
Brescia	622.974	641.204	1.264.178
Pavia	266.522	279.327	545.849
Cremona	176.547	182.187	358.734
Mantova	202.364	209.663	412.027
Lecco	166.790	171.592	338.382
Lodi	113.462	116.520	229.982
Monza e della Brianza	427.522	445.295	872.817
Totale	4.916.088	5.132.351	10.048.439

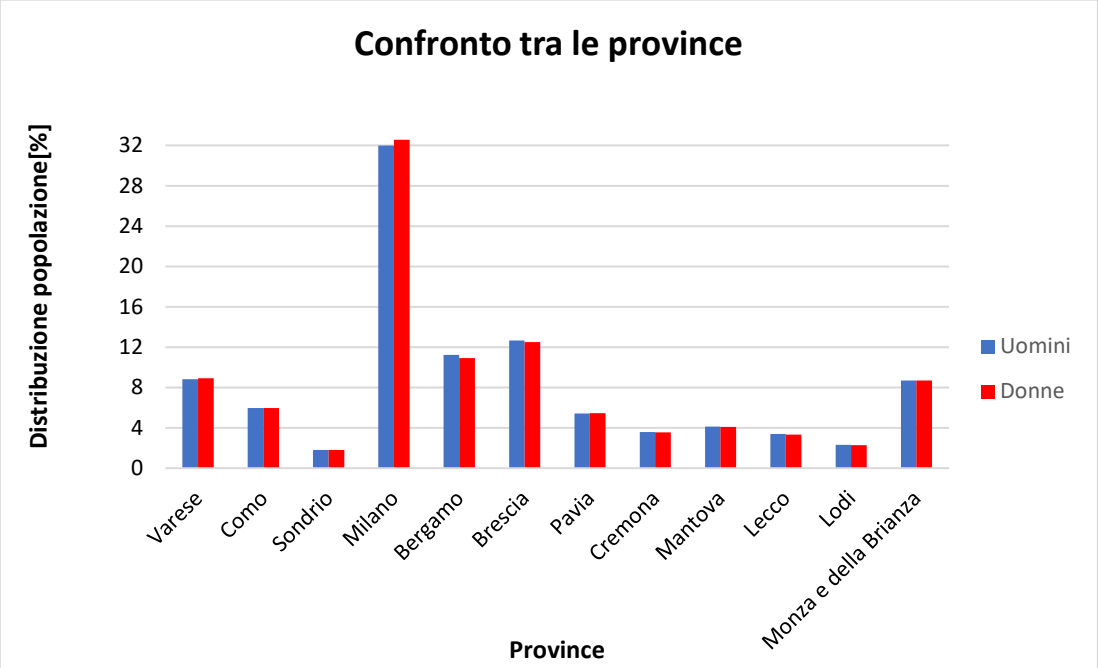


Figura 5-61 Composizione della popolazione residente nelle province lombarde (elaborazione HFA 2019 - anno 2018)

Dal confronto con i dati registrati dall'Istat per le dodici province Lombarde, dopo la provincia di Milano e di Brescia quella di Bergamo risulta essere quella con il più alto numero di abitanti.

La provincia di Bergamo, con un totale dei residenti pari a circa 1.112.813, rappresenta la terza provincia della Lombardia per numero di abitanti. Nella tabella seguente è riportata la suddivisione per fasce di età.

Tabella 5-22 Popolazione residente nella provincia di Bergamo distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: HFA 2019 - anno 2018)

Età	Provincia di Bergamo		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	24.631	23.134	47.765
5-14 anni	58.848	55.724	114.572
15-24 anni	58.483	54.084	112.567
25-34 anni	59.922	58.738	118.660
35-44 anni	79.311	76.312	155.623
45-54 anni	94.756	89.729	184.485
55-64 anni	73.684	73.723	147.407
65-74 anni	57.000	60.703	117.703
75+ anni	45.276	68.755	114.031
Totale	551.911	560.902	1.112.813

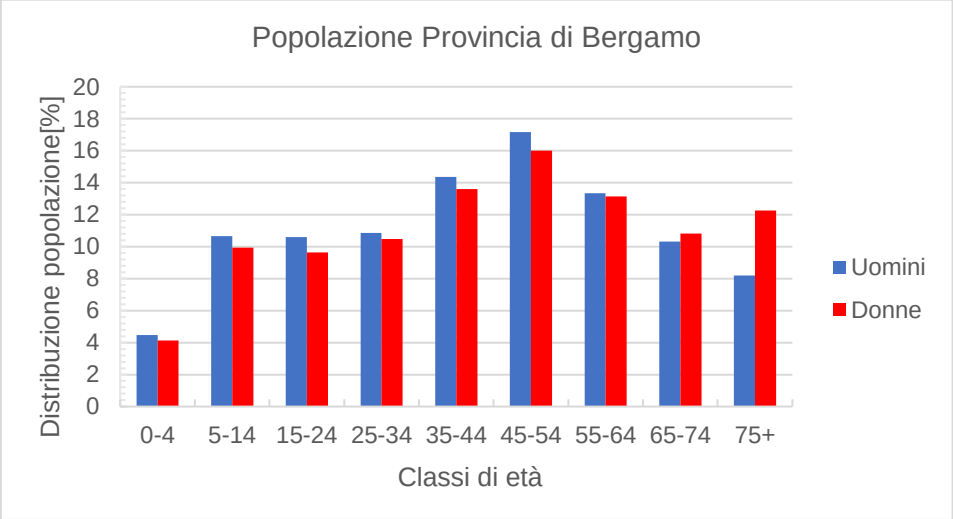


Figura 5-62 Composizione della popolazione residente nella Provincia di Bergamo distinta per tipologia e fascia d'età (elaborazione HFA 2019 - anno 2018)

Dall'immagine precedente si evince che la maggior percentuale di distribuzione della popolazione è quella afferente alla fascia di età compresa tra 45 e 54 anni.

5.8.2 Inquadramento epidemiologico

Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione dell'area di studio sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti da Istat nell'anno 2016 e 2018.

In particolare, vengono presentate informazioni sulla mortalità nell'anno 2016 e sull'ospedalizzazione nell'anno 2018.

Per ciascuna patologia, sia causa di morte o di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e ricoverati:

- **il tasso grezzo**, ovvero il rapporto tra ilo numero di morti/ricoveri durante un periodo di tempo e la quantità della popolazione media nello stesso periodo; tale valore misura quindi la frequenza delle morti o dei ricoveri di una popolazione in un arco di tempo;
- **il dato standardizzato**, ovvero una media ponderata dei tassi specifici per età, con pesi forniti da una popolazione esterna ed interpretabili come il tasso che si osserverebbe nella popolazione in studio se questa avesse la stessa distribuzione per età della popolazione scelta come riferimento:

$$Tx_{std} = \frac{\sum_{i=1}^{m} w_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i} \cdot k$$

dove:

$T_i = casi_i/pop_i$ è il tasso specifico per l'età relativo alla i-ma classe di età nella popolazione in studio;

$casi_i$ rappresenta il numero di eventi osservati nella popolazione in studio nella classe di età i-ma;

pop_i rappresenta la numerosità della popolazione in studio nella i-ma classe di età;

w_i rappresenta il peso che ciascuna classe di età assume nella popolazione di riferimento;

m è il numero di classi di età considerate nel calcolo del tasso;

k una costante moltiplicativa che è stata posta pari a 100.000 nella mortalità e pari a 1000 nelle ospedalizzazioni.

La tabella seguente sintetizza le varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Tabella 5-23 Cause di morte ed ospedalizzazione

Cause di morte	Cause di ospedalizzazione
Tumori	
Tumori maligni	Tumori maligni
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	-
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni
Sistema cardiovascolare	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Malattie ischemiche del cuore
Disturbi circolatori dell'encefalo	Disturbi circolatori dell'encefalo
Apparato respiratorio	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)	BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)
Sistema nervoso	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	-

Di seguito, sono riportati i dati relativi alla mortalità e alla morbosità registrati e calcolati dall'Istat.
Si ricorda che oltre ai dati provinciali di Bergamo, sono riportati anche i valori relativi alla regione Lombardia e a livello nazionale.

Mortalità

In primo luogo, in Tabella 5-24 si riportano i dati di mortalità causate da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tabella 5-24 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2019 - anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Bergamo	1.831	1.472	32,37	26,15	36,73	21,65
	Lombardia	17.271	14.370	34,7	27,6	35,85	20,87
	Italia	100.003	79.499	33,82	25,40	33,66	19,42
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Bergamo	462	208	8,30	3,75	9,33	3,20
	Lombardia	4.668	2.033	9,35	3,93	9,58	3,09
	Italia	26.889	10.572	9,09	3,37	9,00	2,71
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Bergamo	402	190	7,25	3,39	8,11	2,92
	Lombardia	4.141	1.823	8,29	3,53	8,48	2,79
	Italia	24.059	9.779	8,13	3,12	8,05	2,51

Per le tre tipologie di tumori, i valori relativi alla provincia, risultano essere in linea con quelli regionali ed in alcuni casi inferiori rispetto i valori nazionali.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 5-25, in Tabella 5-26 e in Tabella 5-27.

Tabella 5-25 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Bergamo	1.361.	1.733	24,20	30,74	30,57	22,04
	Lombardia	13.198	17.539	27,06	34,15	29,86	21,36
	Italia	96.728	125.186	32,55	39,99	33,63	25,01

Tabella 5-26 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Bergamo	535	470	9,56	8,38	11,77	6,05
	Lombardia	4.970	4.614	10,30	9,00	11,16	5,68
	Italia	34.869	31.999	11,73	10,22	12,00	6,45

Tabella 5-27 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Bergamo	321	496	5,72	8,70	7,40	6,22
	Lombardia	3.043	4.967	6,30	9,70	7,00	6,05
	Italia	22.442	34.516	7,58	11,03	7,85	6,90

Tra le tre 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 e disturbi circolatori dell'encefalo, poiché queste rappresentano una quota parte delle prime. Nonostante questa differenza tra le tre malattie, è invece possibile evincere come i tassi nella provincia di Bergamo risultino essere in linea con i valori regionali e nazionali, per ciascuna malattia e spesso inferiori.

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità rispettivamente nella Tabella 5-28 e nella Tabella 5-29.

Tabella 5-28 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Bergamo	380	277	7,06	4,89	9,23	3,52
	Lombardia	3.813	3.460	7,82	6,76	8,79	4,25
	Italia	24.981	21.556	8,45	6,90	8,79	4,36

Tabella 5-29 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Bergamo	202	107	3,75	1,89	4,94	1,38
	Lombardia	1.861	1.456	3,83	2,84	4,29	1,82
	Italia	13.683	10.027	4,63	3,21	4,81	2,05

Per entrambe le malattie i valori provinciali risultano essere in linea con i valori regionali ed inferiori ai valori 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 relativi all'anno 2016 avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

Tabella 5-30 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Bergamo	266	365	4,68	6,36	5,70	4,69
	Lombardia	2.100	2.992	4,26	5,83	4,53	3,86
	Italia	11.954	15.745	4,04	5,04	4,09	3,38

Tabella 5-31 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2019- anno 2016)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi psichici	Bergamo	115	264	2,20	4,48	2,91	3,08
	Lombardia	1.060	2.257	2,16	4,39	2,48	2,64
	Italia	7.134	14.401	2,41	4,61	2,54	2,78

Dall'analisi delle tabelle precedenti si evince che per le malattie del sistema nervoso e organi di senso e per disturbi psichici, i valori risultano essere in linea tra di loro e con i livelli regionali e nazionali.

Morbosità

Si riportano in forma tabellare i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di ricoveri, dal tasso di ricoveri e dal tasso di ricoveri standardizzato. I dati riportati sono forniti dall'Istat e sono relativi all'ultima annualità disponibile rappresentata dall'anno 2018. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di ospedalizzazione in cui i valori dei cinque indicatori per area territoriale di riferimento, sono distinti per sesso e connesse con le attività oggetto del presente studio.
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 cardiovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

In primo luogo, in Tabella 5-32, 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.

Tabella 5-32 Ospedalizzazione per tumori (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Bergamo	5.978	4.257	108,32	75,88	110,09	67,08
	Lombardia	53.449	42.313	108,70	82,42	105,48	69,47
	Italia	344.970	283.118	117,98	91,79	112,51	78,25
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Bergamo	386	205	6,99	3,65	7,15	3,27
	Lombardia	4.463	2.301	9,08	4,48	8,79	3,80
	Italia	32.077	15.423	10,97	5,00	10,44	4,25

Come per i valori di mortalità, anche i dati riguardanti le ospedalizzazioni risultano essere pressoché coerenti e inferiori rispetto i valori nazionali.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 5-33, in Tabella 5-34 ed in Tabella 5-35 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 i disturbi circolatori dell'encefalo.

Tabella 5-33 Ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Bergamo	10.328	6.346	187,13	113,14	191.83	92,06
	Lombardia	102.067	67.641	207,59	131,79	202,18	98,82
	Italia	647.025	460.618	221,33	149,35	211,42	114,34

Tabella 5-34 Ospedalizzazione per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Bergamo	3.008	1.079	54,50	19,22	53,81	16,02
	Lombardia	29.289	11.502	59,57	22,41	57,03	17,57
	Italia	179.114	73.425	61,27	23,81	57,80	18,80

Tabella 5-35 Ospedalizzazione per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Bergamo	1.466	1.346	26,56	24,00	27,69	19,43
	Lombardia	15.329	14.405	31,18	28,07	30,39	20,68
	Italia	107.863	105.314	36,90	34,15	35,23	25,13

In generale per tutte e tre le tipologie di malattia emergono tassi provinciali leggermente inferiori ai valori regionali e nazionali.

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio, sono riportati in Tabella 5-36 e in Tabella 5-37, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

Tabella 5-36 Ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Bergamo	5.353	3.945	96,99	70,33	103,05	65,26
	Lombardia	58.600	46.079	119,20	89,77	121,84	79,77
	Italia	348.842	284.930	119,32	92,38	119,56	79,67

Tabella 5-37 Ospedalizzazione per malattie BPCO (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Bergamo	470	358	8,52	6,38	9,10	5,46
	Lombardia	5.203	4.406	10,58	8,58	10,62	6,96
	Italia	23.392	19.709	8,00	6,39	7,96	5,42

Anche in questo caso, i valori provinciali risultano essere leggermente inferiori rispetto ai valori regionali e nazionali.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso si evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema, riportati in Tabella 5-38.

Tabella 5-38 Ospedalizzazione per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2019- anno 2018)

	Area	Ricoveri		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Bergamo	2.755	2.521	49,92	44,94	49,81	41,77
	Lombardia	26.191	25.952	53,27	50,56	52,38	46,76
	Italia	185.861	180.111	63,53	58,36	62,57	54,37

Anche in questo caso, i valori provinciali risultano essere leggermente inferiori rispetto ai valori regionali e nazionali.

Conclusioni

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo alla Provincia di Bergamo con i valori dell'ambito regionale lombardo e nazionale. Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti nella provincia risultano essere le malattie del sistema circolatorio ed i tumori maligni.

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono maggiormente sono le malattie del sistema circolatorio seguite dai tumori maligni e dalle malattie dell'apparato respiratorio.

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale tra la provincia di Bergamo e l'ambito regionale e nazionale non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie eventualmente collegate alle attività pertinenti con l'opera oggetto di studio. È pertanto possibile escludere fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura in esame.

6 ANALISI AMBIENTALE DELL'OPERA

6.1 Metodologia di lavoro

In conformità con quanto disposto dal DLgs 152/2006 e smi, il presente capitolo è volto a rispondere a quanto disposto dal co. 3 let. b) dell'articolo 22 del citato decreto in merito ai contenuti dello Studio di impatto ambientale e, segnatamente, ad operare «una descrizione dei probabili effetti significativi del progetto sull'ambiente».

Muovendo da detta finalità, l'impianto metodologico sulla scorta del quale sono state condotte le analisi riportate nei successivi paragrafi, ha inteso cogliere i profondi contenuti di innovazione che il DLgs 104/2017, di attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, ha introdotto all'interno della normativa previgente e, nello specifico, dell'abrogato DPCM 27.12.1988 che – come noto – costituiva il riferimento per la redazione degli Studi di impatto ambientale.
In tale prospettiva, la metodologia di lavoro di seguito illustrata è sviluppata sulla base e nel rispetto di quanto disposto dal citato articolo 22 e dall'Allegato VII al DLgs 152/20056 e smi.

Schema generale di processo

Prima di entrare nel merito delle specificità che configurano i singoli passaggi dello schema di processo attraverso il quale sono identificati i temi rispetto ai quali, in considerazione delle specificità proprie di detta opera, si determina il rapporto Opera – Ambiente e che costituiscono l'oggetto delle analisi e delle considerazioni sviluppate nei successivi paragrafi, si ritiene necessario offrirne un'illustrazione complessiva.
In breve, l'individuazione dei temi del rapporto Opera – Ambiente è l'esito di un processo che si articola in tre successivi principali momenti (cfr. Figura 6-1):

1. Scomposizione dell'Opera in progetto in "tre" distinte opere, rappresentate da "Opera come realizzazione", "Opera come manufatto" ed "Opera come esercizio"
2. Ricostruzione dei nessi causali, ossia della catena di connessioni logiche che legano Azioni di progetto, Fattori causali ed Effetti potenziali
3. Identificazione dei fattori, tra quelli indicati al co. 1 let. c) dell'articolo 5 del DLgs 152/2006 e smi, potenzialmente interessati dall'opera in progetto, assunta nelle sue tre dimensioni di analisi ambientale.

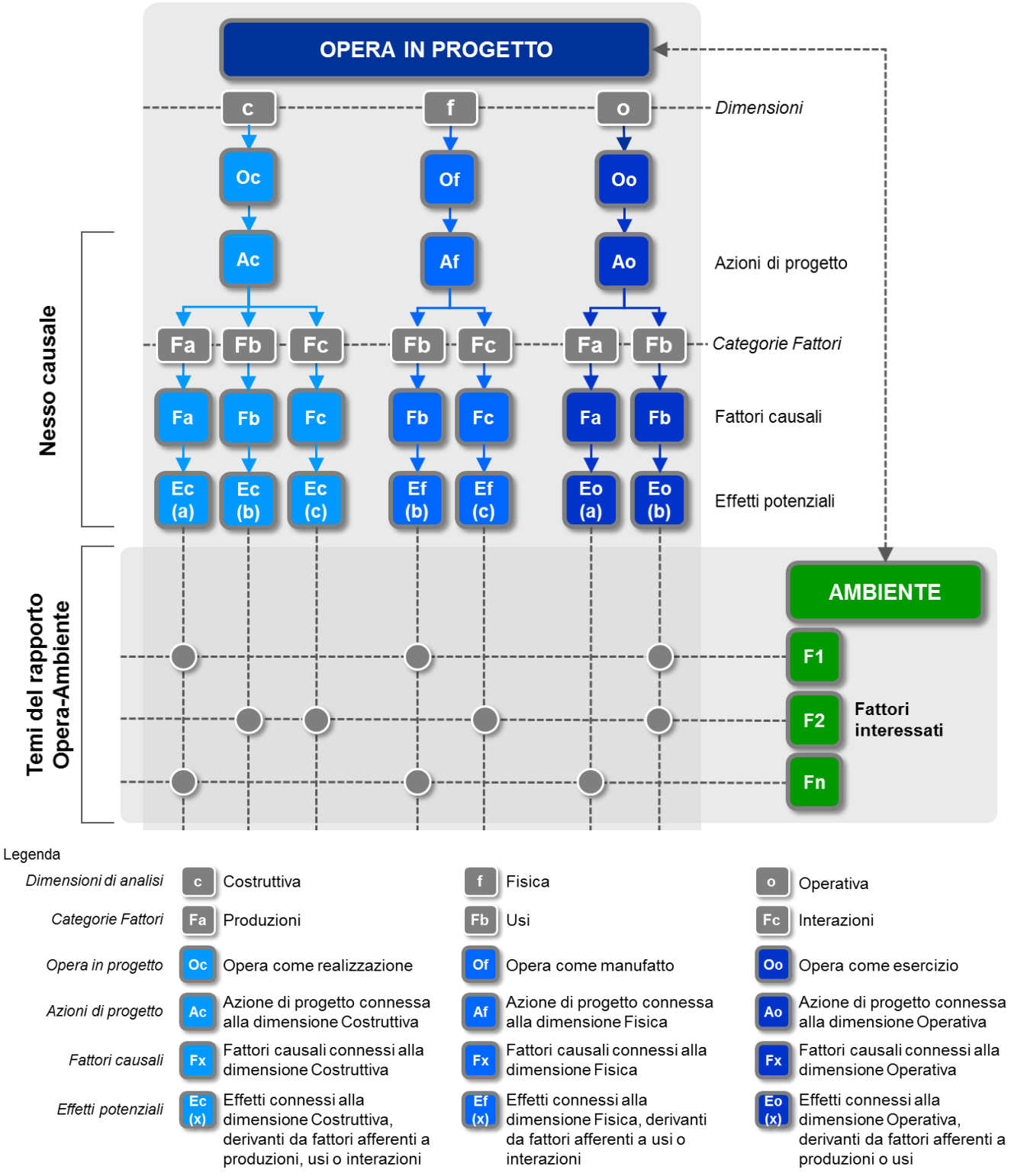


Figura 6-1 Analisi ambientale dell'opera: Schema generale di processo

Sotto il profilo concettuale, gli aspetti fondamentali dell'impianto metodologico adottato possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- Dimensioni di analisi dell'opera

  Le dimensioni di analisi costituiscono il parametro, finalizzato ad una più chiara e precisa identificazione delle Azioni di progetto, mediante il quale è condotta la scomposizione dell'opera in tre distinte opere, ciascuna delle quali riferita ad una dimensione di analisi
- Nesso causale

  Il nesso causale costituisce lo strumento operativo funzionale a definire il quadro degli effetti determinati dall'opera, assunta nelle sue tre differenti dimensioni.

  La catena logica che lega Azioni progetto, i Fattori causali e gli Effetti potenziali esprime un rapporto di causalità definito in via teorica: tale rapporto, se da un lato tiene conto degli aspetti di specificità del caso in specie, in quanto basato sulle Azioni proprie dell'opera in progetto, dall'altro non considera quelli derivanti dal contesto di localizzazione di detta opera. In tali termini, le tipologie di effetti così determinate e le "Matrici di causalità", che ne rappresentano la rappresentazione formale, possono essere definite teoriche.
- Temi del rapporto Opera – Ambiente

  L'individuazione dei temi del rapporto Opera – Ambiente costituisce l'esito della contestualizzazione della Matrice di causalità rispetto ai fattori di specificità del contesto di localizzazione dell'opera in esame, per come emersi attraverso l'analisi dello scenario di base e dei successi approfondimenti riguardanti il sito di intervento.

  Detti temi sono quelli rispetto ai quali è sviluppata la stima della rilevanza dell'effetto atteso e, conseguentemente, rispetto ai quali sono individuati gli interventi di mitigazione e compensazione che si ritengono necessari.

Di seguito sono specificati i termini nei quali sono stati intesi gli aspetti sopra elencati.

<u>Dimensioni di analisi dell'opera</u>

L'operazione di analisi ambientale di un'opera, essendo espressamente rivolta all'identificazione di quegli aspetti che possono essere all'origine di potenziali effetti sull'ambiente, presenta dei fattori di specificità che la differenziano da una canonica attività di analisi progettuale.

Il riconoscimento di detti fattori ha condotto all'individuazione di tre dimensioni di analisi, rappresentative di altrettante modalità attraverso le quali può determinarsi il rapporto tra un'opera e l'ambiente.

Le dimensioni di analisi e le relative modalità secondo le quali è attuata la lettura dell'opera, sono le seguenti (cfr. Tabella 6-1 e Figura 6-2).

Tabella 6-1 Dimensioni di analisi ambientale dell'opera

Dimensione		*Modalità di lettura*
C	Costruttiva "Opera come costruzione"	La dimensione Costruttiva legge l'opera rispetto alla sua realizzazione. In tal senso considera l'insieme delle attività necessarie alla sua realizzazione, le esigenze dettate dal processo realizzativo in termini di fabbisogni e di produzione di materiali e sostanze, nonché quelle relative alle aree e ad eventuali opere a supporto della cantierizzazione.
F	Fisica "Opera come manufatto"	La dimensione Fisica legge l'opera nei suoi aspetti materiali e, in tale prospettiva, ne considera sostanzialmente gli aspetti dimensionali, sia in termini areali che tridimensionali, e quelli localizzativi.
O	Operativa "Opera come esercizio"	La dimensione Operativa legge l'opera nel suo funzionamento. In tale ottica considera l'insieme delle attività che costituiscono il ciclo di funzionamento e le relative esigenze in termini di fabbisogni e produzione di materiali e sostanze

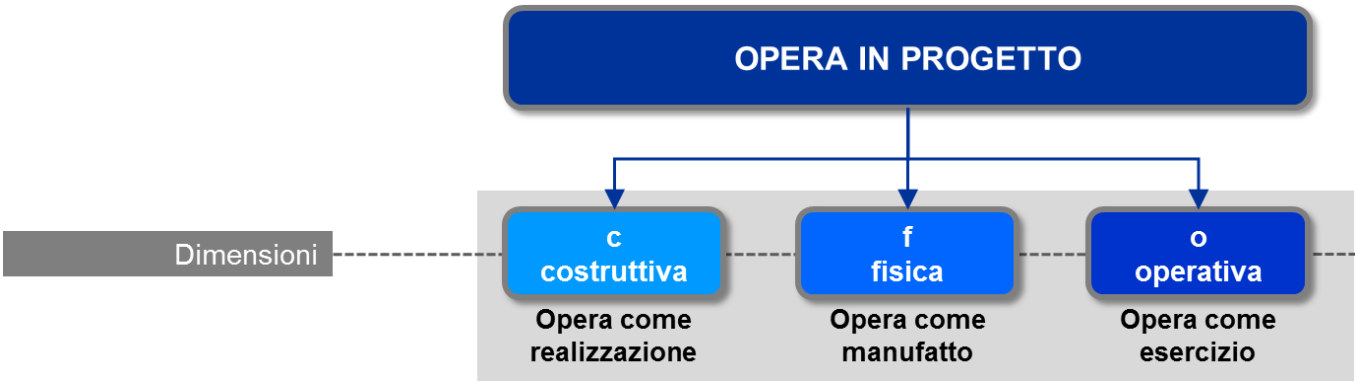


Figura 6-2 Articolazione dell'opera per dimensioni di analisi ambientale

Nesso causale

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali e tipologie di Effetti, intesi nella seguente accezione (cfr. Tabella 6-2).

Tabella 6-2 Nesso di causalità Azioni-Fattori-Effetti: Definizioni

Azione di progetto	Attività o elemento fisico dell'opera, individuato sulla base della sua lettura secondo le tre dimensioni di analisi, che presenta una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale
Fattore causale	Aspetto dell'Azione di progetto che rappresenta il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente
Effetto potenziale	Modifica dello stato iniziale dell'ambiente, in termini quali/quantitativi, conseguente ad uno specifico Fattore causale

Come premesso, il nesso di causalità è espressione dei rapporti teorici che intercorrono tra le Azioni di progetto, i Fattori causali insiti in dette azioni e gli Effetti potenziali determinati, dal momento che la costruzione della catena logica intercorrente tra detti tre elementi è stata operata considerando unicamente le Azioni proprie del progetto in esame, senza considerare le specificità del contesto di sua localizzazione. In altri termini, le tipologie di effetti così identificati possono essere valide per tutte le opere in progetto che presentano Azioni di progetto eguali a quelle dell'opera in esame, a prescindere dal contesto localizzativo.

La "matrice di causalità" (cfr. Figura 6-3), che rappresenta la forma attraverso la quale nei successivi paragrafi sono stati rappresentati i nessi di causalità presi in esame, ha conseguentemente una valenza teorica.

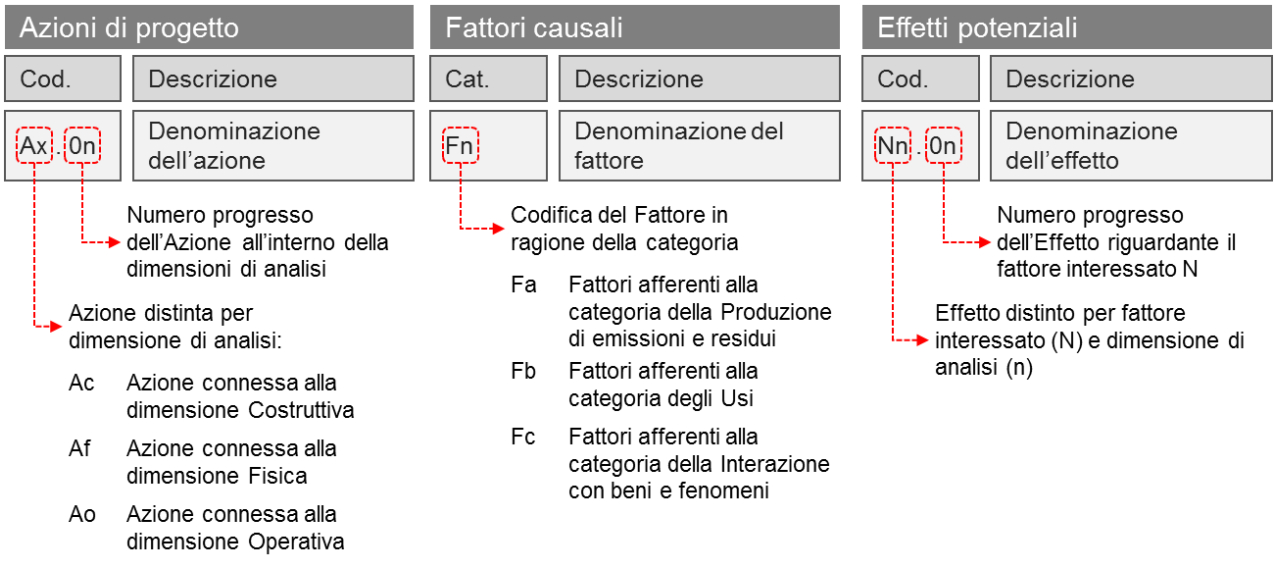


Figura 6-3 Matrice di causalità: Struttura e contenuti

L'individuazione delle Azioni di progetto, per come sopra definite, è l'esito di un'operazione di analisi che, partendo dalla considerazione dell'opera in termini complessivi, ne conduce una progressiva scomposizione volta ad individuarne i singoli aspetti, ossia attività ed elementi fisici, che possono rivestire una rilevanza rispetto ad uno o più profili ambientali.

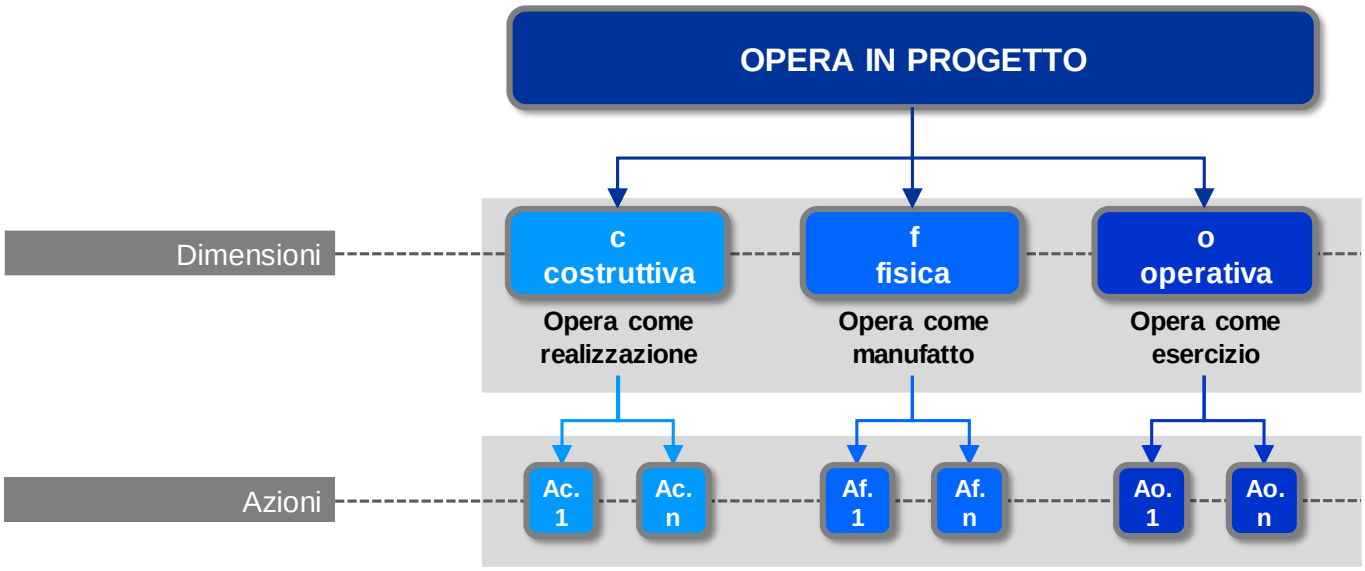


Figura 6-4 Scomposizione dell'opera in progetto in Azioni

Con riferimento al caso in specie, gli esiti dell'analisi dell'opera in esame in termini di Azioni di progetto da assumere ai fini dell'individuazione dei potenziali effetti da questa indotti sull'ambiente, sono riportati al successivo paragrafo 6.2.1.

Per quanto concerne i Fattori causali, tale concetto costituisce uno dei principali ambiti di innovazione introdotti dal Dlgs 104/2017 all'interno delle logiche attraverso le quali stimare gli effetti ambientali prodotti da un'opera in progetto e, conseguentemente, dei contenuti propri di uno Studio di impatto ambientale.
Come noto, sia i punti 1b, 1c, 1d che soprattutto quelli 5b e 5c dell'Allegato VII al DLgs 152/2006 e smi, nel definire – rispettivamente – le informazioni che debbono essere fornite in uno SIA in merito alle caratteristiche dell'opera in progetto e le cause che sono all'origine dei potenziali effetti da questa

determinati, sottolineano in modo particolare il tema della produzione di emissioni e residui[8], e quello degli usi[9].

Con esplicito riferimento a tale prospettiva di analisi, all'interno del processo di costruzione dei nessi di causalità si è ritenuto necessario articolare il concetto di Fattore causale in "categorie" e "tipologie", definite sulla base della natura dell'aspetto/i dell'Azione di progetto che costituisce l'elemento determinate dei potenziali effetti indotti sull'ambiente.

In tal senso, sono state individuate tre categorie di fattori, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui" (Fa), dagli "Usi di risorse" (Fb) e dalla "Interazione don beni e fenomeni ambientali" (Fc) (cfr. Tabella 6-3).

Tabella 6-3 Fattori causali: Categorie

Categoria di Fattori causali		*Descrizione*
Fa	Produzione di emissioni e di residui	Produzione di sostanze, in termini di emissioni (atmosferiche, acustiche, vibrazionali, elettromagnetiche), liquidi (additivi da costruzione, acque di processo, reflui) e materiali (terre e rocce da scavo; rifiuti), le quali sono insite e funzionali al processo costruttivo, in quanto derivanti da lavorazioni, tecniche costruttive ed operatività dei mezzi d'opera, o a quello di funzionamento dell'opera
Fb	Uso di risorse	Uso di risorse ambientali (quali ad esempio suolo, territorio) funzionale alla realizzazione, all'esistenza ed al funzionamento dell'opera stessa
Fc	Interazione con beni e fenomeni ambientali	Interessamento di beni (e.g. biocenosi; patrimonio culturale) e di fenomeni ambientali (e.g. circolazione idrica superficiale e sotterranea; processi riproduttivi della fauna; fruizione del paesaggio), che, seppur correlato all'opera in progetto, non è funzionale al suo processo costruttivo e/o al suo funzionamento

[8] A titolo esemplificativo, il punto 1d) dell'Allegato VII richiede che lo SIA, con riferimento alla descrizione dell'opera in progetto, riporti «una valutazione del tipo e della quantità dei residui e delle emissioni previsti», mentre il punto 5c) indica le «all'emissione di inquinanti, rumori, vibrazioni [etc]» quali cause dei probabili impatti ambientali.

[9] Sempre a titolo esemplificativo, il punto 1c) indica, tra gli aspetti descrittivi dell'opera in progetto, la «natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate»; in analogia, il punto 5b) annovera tra le cause degli effetti potenziali generati da un'opera l'«utilizzazione delle risorse naturali».

In buona sostanza, le categorie e le tipologie di Fattori causali costituiscono il parametro mediante il quale leggere le Azioni di progetto al fine di verificarne gli aspetti che possano determinare potenziali effetti sull'ambiente.

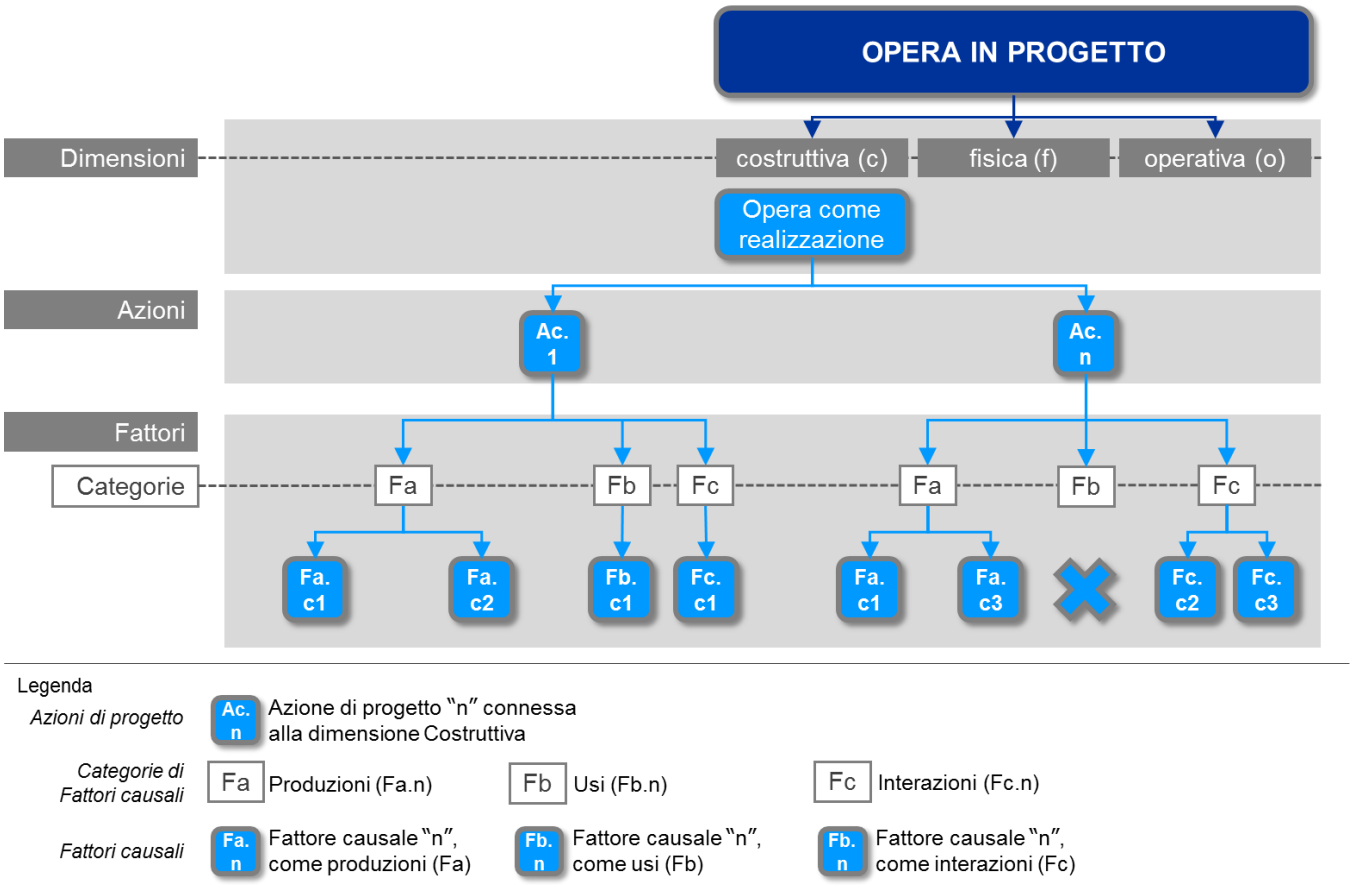


Figura 6-5 Individuazione dei Fattori causali per categorie: Schema logico relativo all'analisi ambientale dell'opera rispetto alla dimensione costruttiva

Come schematizzato in Figura 6-5 con riferimento alla lettura dell'opera rispetto alla dimensione Costruttiva, all'interno di una medesima Azione di progetto è possibile riconoscere uno o più aspetti che possono configurarsi come Fattori causali, a seconda che detta azione la si analizzi sotto il profilo delle produzioni, degli usi o dell'interazione con beni e fenomeni ambientali, di cui questa stessa è all'origine.

Una chiara rappresentazione di tale circostanza è rappresentata dall'Azione di progetto "Approntamento delle aree di cantiere", ossia l'attività di preparazione delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro comportante, oltre alla rimozione della vegetazione preesistente, l'asportazione della coltre di terreno vegetale (scotico) ed il suo caricamento sugli automezzi adibiti all'allontanamento.

Esemplificativamente, leggendo il complesso delle attività elementari che compongono detta azione rispetto alla categoria di fattori "produzioni", questa può essere all'origine – per l'appunto - della produzione

di emissioni polverulenti, generate dallo scotico e dalla movimentazione del terreno, nonché di emissioni acustiche, prodotte dall'operatività dei mezzi d'opera. Rispetto alla categoria di fattori "Interazioni", la medesima attività contiene al suo interno molteplici aspetti che si configurano come fattori: l'asportazione di vegetazione, derivante dalla preventiva attività di pulizia delle aree destinate ai cantieri dalla vegetazione preesistente; l'interferenza con presenze archeologiche, derivante dall'attività di scotico o l'occupazione di suolo insista nella perimetrazione delle aree di cantiere.

Muovendo da dette tre categorie, le tipologie di Fattori causali sono rappresentate dalla loro specificazione rispetto alla natura delle produzioni, a quella delle risorse utilizzate, nonché rispetto ai beni e fenomeni interessati.

Una volta sistematizzate le Azioni secondo le categorie e tipologie di fattori, il successivo passaggio è rappresentato dall'individuazione dei potenziali effetti da questi derivanti.
Anche in tal caso, la correlazione intercorrente tra Fattore ed Effetto non è univoca, in quanto ad un unico fattore possono corrispondere plurimi effetti potenziali (cfr. Figura 6-6).

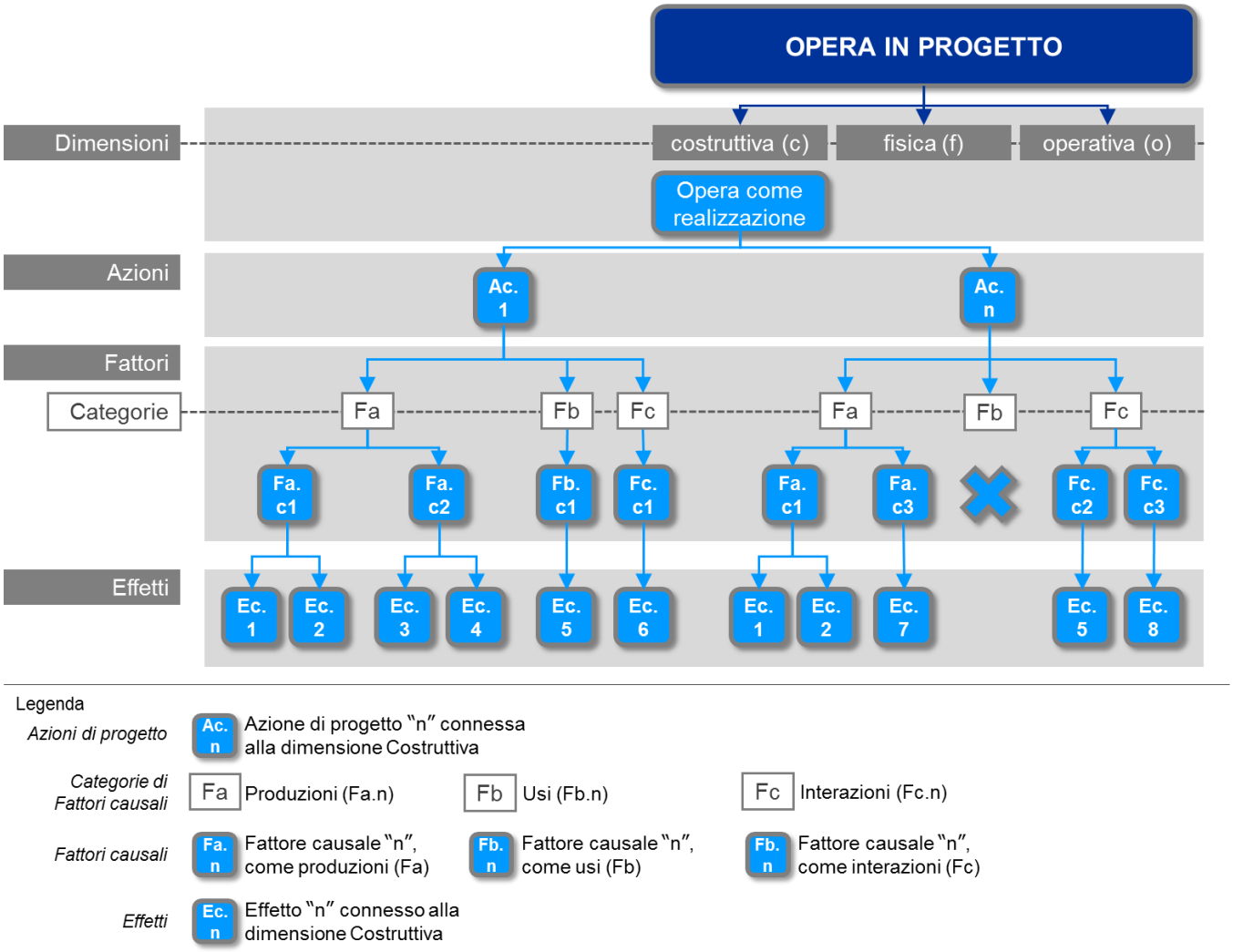


Figura 6-6 Individuazione degli Effetti: Schema logico relativo all'analisi ambientale dell'opera rispetto alla dimensione costruttiva

Parimenti, come emerge dallo schema logico sopra riportato, uno stesso effetto può essere originato da Azioni di progetto diverse, in ragione di un medesimo Fattore causale.

Esemplificativamente: assunto nella "Modifica delle condizioni di polverosità dell'aria" l'effetto derivante dall'Azione di progetto "Approntamento delle aree di cantiere" in ragione del fattore causale "Produzione di emissioni polverulente", in ragione del medesimo fattore, tale effetto può essere ascritto anche all'Azione di progetto "Scavi di terreno", la quale – difatti – comporta egualmente la movimentazione di terre.

Come anticipato, gli esiti della ricostruzione dei nessi causali sono rappresentati attraverso la forma delle Matrici di causalità che, nell'indicare i potenziali effetti ambientali prodotti dall'opera in progetto e – come

tali – oggetto di analisi all'interno dello SIA, al contempo ne documentano il percorso logico seguito ai fini della loro individuazione.

Tali matrici sono indicate, in termini complessivi, nel successivo paragrafo 6.2.2, nonché riportate nel dettaglio all'interno dei singoli paragrafi dedicati ai fattori interessati e, nello specifico, a quelli introduttivi (cfr. par. "Inquadramento del tema").

6.2 Individuazione delle Azioni di progetto e Matrice generale di casualità

6.2.1 Le Azioni di progetto

A fronte dell'analisi condotta mediante l'approccio metodologico prima descritto, le Azioni di progetto attraverso le quali può essere sintetizzata l'opera in esame, possono essere individuate e descritte nei termini riportati nelle successive Tabella 6-4, Tabella 6-5 e Tabella 6-6.

Tabella 6-4 Azioni di progetto: Dimensione costruttiva

Cod.	*Azione*	*Descrizione*
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Preparazione delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro attraverso l'asportazione della coltre di terreno vegetale mediante pala gommata previa eradicazione della vegetazione, nonché carico sugli automezzi adibiti all'allontanamento dei materiali
Ac.02	Scavi di terreno	Scavo di terreno nel soprasuolo (scavi di sbancamento, spianamento, etc) e nel sottosuolo (scavi di fondazione, scavi in sezione, etc.), nonché carico sugli automezzi adibiti all'allontanamento, mediante escavatore e pala gommata
Ac.03	Demolizione manufatti	Demolizione di manufatti infrastrutturali ed edilizi, mediante demolitore e fresatrice, nonché carico sugli automezzi adibiti all'allontanamento dei materiali
Ac.04	Realizzazione opere in terra	Formazione di rilevati e realizzazione di rinterri e rimodellamenti, mediante stesa con pala e successiva compattazione con rullo
Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Realizzazione di micropali e pali di grande dimensione

Cod.	*Azione*	*Descrizione*
Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Realizzazione di opere in conglomerato cementizio, mediante getto con autobetonpompa del calcestruzzo trasportato dalle autobetoniere
Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	Accantonamento di terre ed inerti, nonché loro movimentazione e carico e scarico dai mezzi adibiti al trasporto
Ac.08	Attività nelle aree di cantiere fisso	Complesso delle attività di prassi condotte all'interno dei cantieri operativi e delle aree tecniche, quali il parcheggio di automezzi e mezzi di lavoro, la manutenzione ordinaria di detti mezzi, nonché il deposito di lubrificanti, olii e carburanti da questi utilizzati, nonché il lavaggio delle ruote
Ac.09	Trasporto dei materiali	Trasporto dei materiali costruttivi dai siti di approvvigionamento ed allontanamento di quelli di risulta verso i siti di conferimento
Ac.10	Presenza aree di cantiere fisso	Presenza di baraccamenti e di tutte le altre opere riguardanti l'apprestamento dei cantieri fissi

Tabella 6-5 Azioni di progetto: Dimensione fisica

Cod.	*Azione*	*Descrizione*
Af.01	Presenza corpo stradale ferroviario	Presenza di rilevati
Af.02	Presenza manufatti infrastrutturali	Presenza di ponti, viadotti ed altre opere d'arte, nonché di imbocchi di gallerie
Af.03	Presenza aree e manufatti connessi alla linea ferroviaria	Presenza di aree, quali piazzali di emergenza, aree parcheggio ed aree pertinenziali degli impianti, e di manufatti edilizi, quali stazioni, fabbricati ed impianti tecnologici

Tabella 6-6 Azioni di progetto: Dimensione operativa

Cod.	*Azione*	*Descrizione*
Ao.01	Traffico ferroviario	Transito dei treni secondo il modello di esercizio di progetto

6.2.2 La Matrice generale di casualità oggetto di analisi

In considerazione delle Azioni di progetto riportate nel precedente paragrafo, la Matrice generale di causalità, ossia il quadro complessivo dei nessi di causalità ed i potenziali effetti ambientali che sono indagati nei successi paragrafi, sono stati identificati nei seguenti termini (cfr. Tabella 6-7).

Tabella 6-7 Matrice generale di causalità

			Fattori interessati									
Dim.	*Azioni di progetto*		Suolo	Acque	Aria e clima	Biodiversità	Territorio e patrimonio agroalimentare	Patrimonio culturale e beni materiali	Paesaggio	Clima acustico	Popolazione e salute umana	Rifiuti e materiali di risulta
c	Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Sc.1	Ic.1	Ac.1	Bc.1	Tc.01	Mc.1	Pc.1	Cc.1	Uc.1 Uc.2	Rc.1
	Ac.02	Scavi di terreno	Sc.3	Ic.1	Ac.1	-	-	Mc.1	Pc.1	Cc.1	Uc.1 Uc.2 Uc.3	Rc.1
	Ac.03	Demolizione manufatti	-	-	Ac.1	-	-	Mc.2	Pc.1	Cc.1	Uc.1 Uc.2 Uc.3	Rc.1
	Ac.04	Realizzazione opere in terra	Sc.2	Ic.1	Ac.1	-	-	-	-	Cc.1	Uc.1 Uc.2 Uc.3	-
	Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Sc.2	Ic.1	-	-	-	-	-	Cc.1	Uc.2 Uc.3	-
	Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Sc.2	Ic.1	-	-	-	-	-	Cc.1	Uc.2	-
	Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	-	-	Ac.1	-	-	-	-	Cc.1	Uc.1 Uc.2	-
	Ac.08	Attività generali nelle aree di cantiere fisso	-	Ic.1	-	-	-	-	-	Cc.1	Uc.2	-
	Ac.09	Trasporto dei materiali	-	-	Ac.1	-	-	-	-	Cc.1	Uc.1 Uc.2	-
	Ac.10	Presenza aree di cantiere fisso	-	-	-	-	-	-	Pc.2	-	-	-
f	Af.01	Presenza corpo stradale ferroviario	-	-	-	Bf.1	Tf.1 Tf.2 Tf.3	-	Pf.1 Pf.2	-	-	-
	Af.02	Presenza manufatti infrastrutturali	-	If.1	-	-	-	-	Pf.1 Pf.2	-	-	-
	Af.03	Presenza aree e manufatti connessi alla linea ferroviaria	-	-	-	-	Tf.1 Tf.2	-	Pf.1 Pf.2	-	-	-
o	Ao.01	Traffico ferroviario	-	-	Ao.1	-	-	-	-	Co.1	Uo.1 Uo.2	-

		Fattori interessati									
Dim.	*Azioni di progetto*	Suolo	Acque	Aria e clima	Biodiversità	Territorio e patrimonio agroalimentare	Patrimonio culturale e beni materiali	Paesaggio	Clima acustico	Popolazione e salute umana	Rifiuti e materiali di risulta
Legenda											
Suolo (S)	Sc.1	Perdita di suolo									
	Sc.2	Consumo di risorse non rinnovabili									
	Sc.3	Modifica dell'assetto geomorfologico									
Acque (I)	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque									
	If.01	Modifica delle condizioni di deflusso									
Aria e clima (A)	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità dell'aria									
	Ao.1	Modifica dei livelli di gas climalteranti									
Biodiversità (B)	Bc.1	Sottrazione di habitat e biocenosi									
	Bf.1	Modifica della connettività ecologica									
Territorio e patrimonio agroalimentare (T)	Tc.1	Modifica degli usi in atto									
	Tf.1	Consumo di suolo									
	Tf.2	Modifica degli usi in atto									
	Tf.3	Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza									
Patrimonio culturale e beni materiali (M)	Mc.1	Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale									
	Mc.2	Alterazione fisica dei beni materiali									
Paesaggio (P)	Pc.1	Modifica della struttura del paesaggio									
	Pc.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo									
	Pf.1	Modifica della struttura del paesaggio									
	Pf.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo									
Clima acustico (C)	Cc.1	Modifica del clima acustico									
	Co.1	Modifica del clima acustico									
Popolazione salute umana (U)	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico									
	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico									
	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale									
	Uo.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico									
	Uo.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale									
Rifiuti e materiali di risulta (R)	Rc.1	Produzione di rifiuti									

6.3 Suolo

6.3.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto, proprie dell'opera in esame, possono generare sul Suolo, inteso nella duplice accezione di strato superficiale derivante dall'alterazione del substrato roccioso e di terreni e rocce.
Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.
Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).
I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interferenza con beni e fenomeni ambientali".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-8).

Tabella 6-8 Suolo: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fb	Asportazione di terreno	Sc.1	Perdita di suolo
Ac.02	Scavi di terreno	Fc	Movimentazione di terreno	Sc.3	Modifica dell'assetto geomorfologico
Ac.04	Realizzazione opere in terra	Fb	Approvvigionamento terre ed inerti	Sc.2	Consumo di risorse non rinnovabili
Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette				

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione				

Si precisa che le informazioni e le considerazioni riportate nei successivi paragrafi sono state tratte desunte dai documenti specialistici sviluppati nel corso delle attività e segnatamente da "Relazione di cantierizzazione" (NM2701D53RGCA0000001B), "Relazione generale - Piano di Gestione dei Materiali di risulta" (NM2701D69RGTA0000001A), "Relazione generale - Siti di approvvigionamento e smaltimento" (NM2701D69RGCA0000001A) e da "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" (NM2701D69RGTA0000003A), nonché dalla "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (NM2700D69RGGE0000001A).

6.3.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.3.2.1 Perdita di suolo

Se dal punto di vista ambientale il terreno pedogenizzato (suolo) rappresenta una risorsa indispensabile per lo sviluppo della vegetazione, da quello geotecnico tale tipologia di terreno costituisce un elemento disomogeneo, con presenza di elementi vegetali, spesso alterato e argillificato, soggetto a cedimenti. Tali caratteristiche sono ovviamente incompatibili con una corretta interazione terreno - struttura.
La conseguente esigenza di asportazione di uno strato di terreno vegetale si configura con riferimento all'approntamento delle aree di lavoro, ossia delle aree desinate all'esecuzione delle opere in progetto e comprendenti, oltre all'area di esproprio definitivo, una fascia su entrambi i lati di ampiezza variabile per la movimentazione dei mezzi di cantiere, sia le aree di cantiere fisso.
L'Azione di progetto "Approntamento delle aree di cantiere" (Ac.01) può quindi essere all'origine di una perdita della coltre di terreno vegetale, ossia configurare un uso di una risorsa naturale, nei casi in cui detto terreno sia conferito in discarica, dando così luogo ad un consumo di risorsa naturale, seppur solo connesso e non strettamente funzionale alla realizzazione dell'opera in progetto.

Entrando nel merito del caso in specie, si evidenzia che, come riportato nella "Relazione di cantierizzazione" (NM2701D53RGCA0000001A), il terreno vegetale asportato sarà stoccato in siti idonei e conservato secondo modalità agronomiche specifiche, necessarie per preservarne le caratteristiche chimico fisiche per tutta la durata del cantiere e consentirne il riuso al momento della ricostruzione delle condizioni ante opera prima della riconsegna delle aree temporaneamente espropriate e/o della realizzazione delle opere a verde previste.

Tale prescrizione operativa si configura come scelta progettuale adeguata a prevenire la perdita della risorsa e consente di valutare la cui significatività dell'impatto come trascurabile (Livello di significatività B).

Si rammenta che, al fine di verificare lo stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati nelle aree di cantiere in attesa di sistemazione finale, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (NM2701D22RGMA0000001) sono state previste specifiche campagne di indagini, condotte in fase di corso d'opera, segnatamente finalizzate ad individuare le specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale.

6.3.2.2 Consumo di risorse non rinnovabili

L'effetto in esame, in termini generali, è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri e di opere in terra, nonché delle opere in calcestruzzo.
In linea teorica, la significatività di detto effetto discende, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche dell'opera in progetto e dai conseguenti volumi di materie prime, necessari alla sua realizzazione, nonché dalle modalità poste in essere ai fini del soddisfacimento di tali fabbisogni. Un ulteriore elemento che, sempre sotto il profilo teorico, concorre alla determinazione della stima dell'effetto è rappresentato dall'offerta di dette risorse, per come definita dagli strumenti di pianificazione del settore e/o dalle fonti conoscitive istituzionali, e dal conseguente raffronto con gli approvvigionamenti previsti.

Entrando nel merito del caso in esame ed in particolare del fabbisogno di materiali terrigeni, come riportato nel documento "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" (*NM2701D69RGTA0000001A*), di seguito PUT, parte di detto fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 del materiale da scavo prodotto.

Per quanto concerne i quantitativi di materiale, la tabella seguente ne riporta una sintesi evidenziando i termini nei quali le modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti nel corso delle lavorazioni concorrano alla copertura dei fabbisogni del progetto.

Tabella 6-9 Riepilogo bilancio complessivo dei materiali di scavo (m^3)

Produzione complessiva	*Fabbisogno*	*Approvvigionamento*			*Utilizzo esterno*	*Esuberi*
		Interno		*Esterno*		
		Utilizzo nella stessa WBS	Utilizzo in altra WBS			
617.488	482.902	228.629	216.932	37.341	134.608	37.319

Come si evince dalla precedente tabella, la scelta di gestire i materiali di scavo prodotti in qualità di sottoprodotto e di destinarne una quota parte, complessivamente ammontante a circa 445.561 m3, alla copertura dei fabbisogni costruttivi consentirà di conseguire una significativa riduzione degli approvvigionamenti esterni.

In termini percentuali, la riduzione della quota parte dei fabbisogni coperti attraverso l'approvvigionamento esterno e, con essa, del consumo di risorse non rinnovabili risulta complessivamente di circa il 92% del fabbisogno totale (cfr. Tabella 6-10).

Tabella 6-10 Riduzione del fabbisogno materiali terrigeni

Fabbisogno (mc)	Approvvigionamenti (mc)	Riduzione % del fabbisogno
482.902	37.341	92%

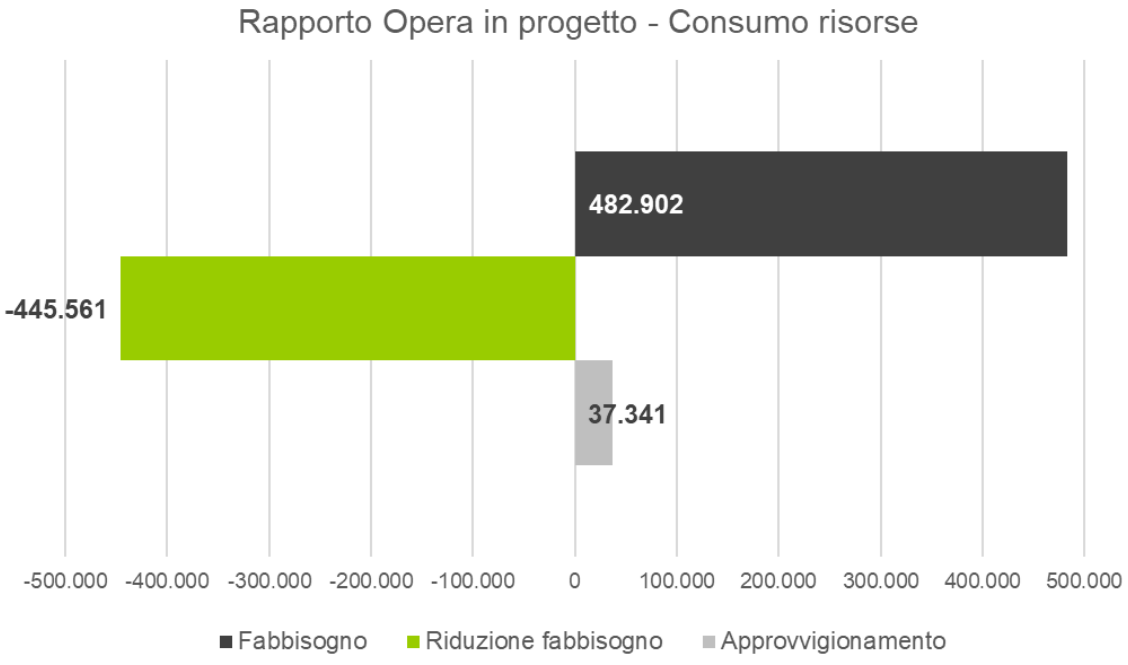


Figura 6-7 Riduzione dei consumi

Come più diffusamente illustrato nel citato PUT, detta riduzione degli approvvigionamenti esterni è l'esito di un modello di gestione dei materiali di scavo prodotti, ossia quella in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, che trova fondamento nelle campagne di caratterizzazione ambientale condotte nel corso delle attività di progettazione definitiva al fine di definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle principali opere all'aperto nonché in corrispondenza delle opere d'imbocco delle gallerie e delle finestre costruttive.

Tali indagini, svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 e, pertanto, costitutive un quadro completo ed esaustivo delle caratteristiche dei materiali oggetto di scavo e - quindi -della loro possibile gestione, hanno evidenziato il rispetto dei limiti di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale) della Tabella 1 Allegato V Titolo 5 Parte quarta del DLgs 152/2006 e smi e, pertanto, l'idoneità delle caratteristiche ambientali del materiale prodotto rispetto al suo utilizzo finale previsto.

Si precisa altresì che, in ogni caso, oltre alle suddette analisi di caratterizzazione, in corso d'opera si procederà ad eseguire, conformemente a quanto previsto dall'Allegato 9 (Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni) del DPR 120/2017, ulteriori campionamenti in cumulo o direttamente sul fronte di avanzamento dei materiali di scavo per i quali si prevede una gestione in qualità di sottoprodotti.

Per quanto riguarda l'offerta di siti di approvvigionamento, come più dettagliatamente riportato nel documento "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione Generale" (NM2701D69RGCA0000001A), sono stati identificati i possibili siti estrattivi, tutti dotati di titolo autorizzativo e localizzati entro il raggio di circa 40 km dall'ambito di intervento.

Pertanto, è possibile affermare che l'attuale offerta di siti estrattivi sarà in grado di soddisfare le esigenze di approvvigionamenti previsti.

In conclusione, considerato che la scelta di gestire il materiale di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, consentendo una riduzione degli approvvigionamenti esterni pari a circa il 92% del fabbisogno totale, può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, e che il preliminare censimento dei siti di approvvigionamento ha evidenziato come le esigenze a ciò relative espresse dall'opera in progetto potranno essere soddisfatte nell'ambito dell'attuale offerta pianificata/autorizzata, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata trascurabile.

6.3.2.3 Modifica dell'assetto geomorfologico

L'effetto in esame consiste nel potenziale innesco di movimenti franosi, determinati dall'interazione tra le lavorazioni previste, quali in particolare quelle relative all'esecuzione di scavi di terreno (Ac.02), e le forme e processi gravitativi o legati alla dinamica dei corsi d'acqua, letti in riferimento al loro stato (attivo / quiescente / stabilizzato) e localizzati lungo / in prossimità del tracciato di progetto.

In tal senso, come documentato nella "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (NM2701D69RGGE0000001A), l'effetto è stato indagato con riferimento alle principali fonti conoscitive istituzionali, rappresentate dalla cartografia tematica del Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Bergamo e dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po.
Nello specifico, la cartografia di PGT riporta l'individuazione delle aree soggette a fenomeni gravitativi sia per crollo che per scivolamento, mentre gli elaborati del PAI consultati contengono l'indicazione delle aree in dissesto e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano, nonché e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura.

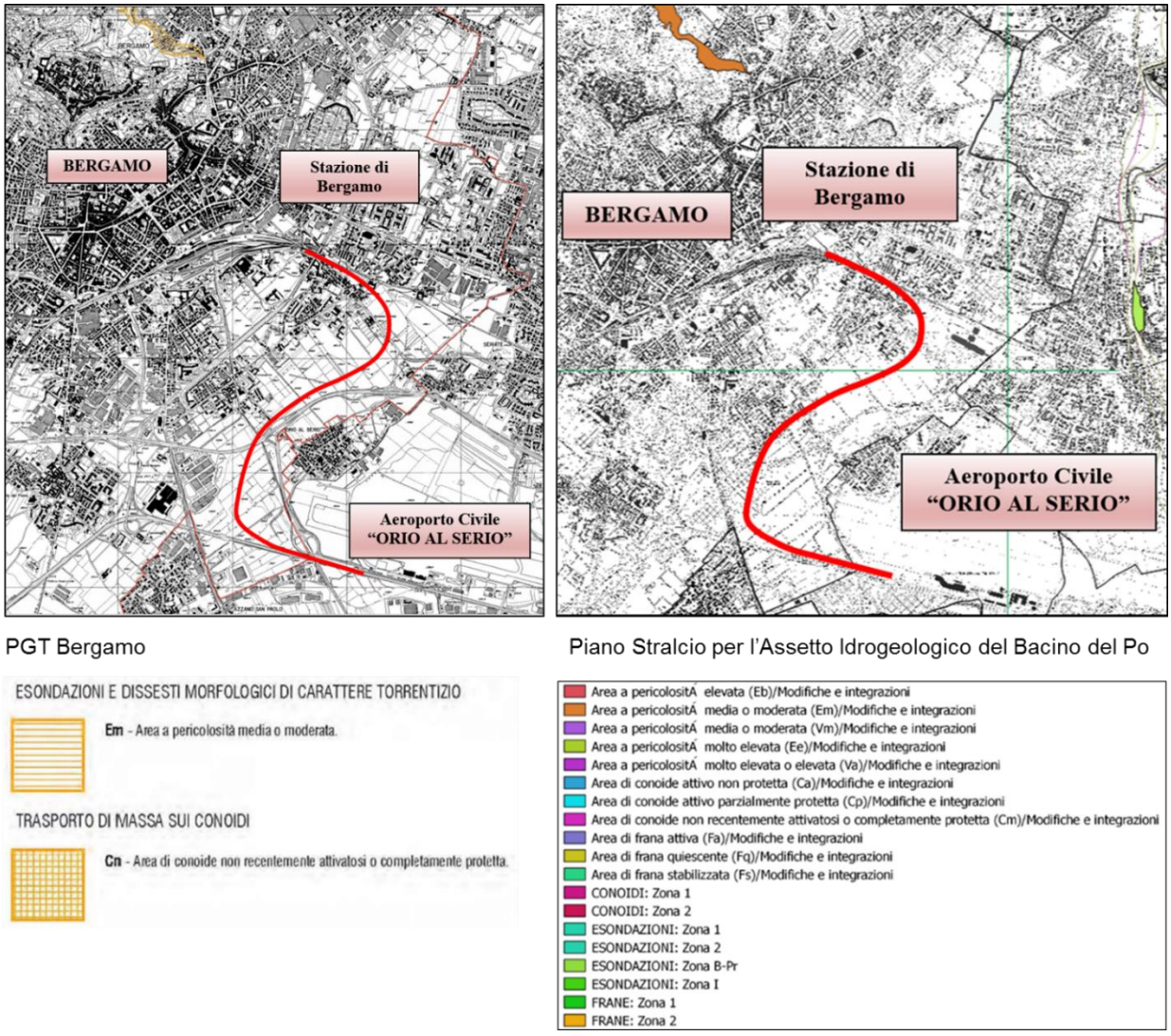


Figura 6-8 PGT Bergamo e Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po

Analizzando entrambe le cartografie (cfr. Figura 6-8) è possibile affermare che la tratta in progetto, sviluppandosi interamente su territorio pianeggiante e lontano da aree di versante, non ricade in aree interessate da tali tipologie di fenomeni.

Stante quanto sopra, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata assente (Livello di significatività A).

6.4 Acque

6.4.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sulle Acque, intese in termini di acque superficiali e sotterranee.

Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati, discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interferenza con beni e fenomeni ambientali".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-11 e Tabella 6-12).

Tabella 6-11 Acque: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fa	Sversamenti accidentali	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque
Ac.02	Scavi di terreno				
Ac.04	Realizzazione opere in terra	Fa	Sversamenti accidentali	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque
Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Fa	Uso di sostanze additivanti	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque
		Fa	Sversamenti accidentali		

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Fa	Sversamenti accidentali	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque
Ac.08	Attività nelle aree di cantiere fisso	Fa	Dilavamento delle superfici pavimentate	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque
		Fa	Produzione acque reflue		

Tabella 6-12 Acque: Matrice di causalità – dimensione Fisica

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Af.02	Presenza manufatti di attraversamento	Fc	Modifica della sezione idraulica	If.1	Modifica delle condizioni di deflusso

Per quanto concerne gli effetti indotti dalla presenza dell'opera in progetto in termini di modifica delle condizioni di deflusso delle acque superficiali, i dati e le informazioni nel seguito riportati sono tratti dallo dalla "Relazione di compatibilità idraulica" (NM2701D26RIID0002001A), dalla "Relazione attraversamenti ferroviari" (NM2701D26RIID0002003A), ai quali si rimanda per ogni ulteriore approfondimento.

6.4.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.4.2.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque

La modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee consiste in una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da un complesso di azioni che, seppur nel loro insieme ascrivibili alla fase costruttiva, presentano fattori causali tra loro differenti in ragione della diversa origine delle sostanze potenzialmente inquinanti prodotte durante il ciclo costruttivo.
In buona sostanza, procedendo per schematizzazioni, è possibile distinguere i fattori causali secondo due categorie.

La prima categoria si configura nei casi in cui la produzione di sostanze potenzialmente inquinanti sia strettamente funzionale al processo costruttivo, ossia possa essere intrinseca ai processi di realizzazione delle opere in progetto. Detta circostanza si può sostanziare, ad esempio, nel caso dell'uso di sostanze additivanti ai fini della realizzazione delle fondazioni indirette, al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione.

In tal caso, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle palificazioni di fondazione delle opere d'arte e nelle loro caratteristiche dimensionali, mentre, per quanto concerne le caratteristiche del contesto d'intervento, detti parametri possono essere identificati nella vulnerabilità degli acquiferi e nei diversi fattori che concorrono a definirla (soggiacenza, conducibilità idraulica, acclività della superficie topografica, etc.).

La seconda categoria di fattori causali attiene ai casi in cui la produzione di sostanze potenzialmente inquinati all'origine dell'effetto in esame, discenda da cause correlate (e non funzionali) alle lavorazioni o, più in generale, dalle attività di cantiere.
Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

- Produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti, distinguendo tra:
    - Produzione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, quali ad esempio quelle realizzate in corrispondenza dei punti di stoccaggio di sostanze potenzialmente inquinanti.
    - Produzione di acque reflue derivanti dallo svolgimento delle ordinarie attività di cantiere, quali lavaggio mezzi d'opera e bagnatura cumuli.
- Produzione di liquidi inquinanti derivanti dallo sversamento accidentale di olii o altre sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera.

Relativamente alla seconda categoria di fattori (Dilavamento delle superfici pavimentate; Produzione acque reflue; Sversamenti accidentali), oltre ai succitati parametri di contesto, per quanto concerne quelli progettuali un ruolo dirimente ai fini del potenziale configurarsi dell'effetto in esame è rivestito dalle tipologie di misure ed interventi previsti nell'apprestamento delle aree di cantiere e per la gestione delle attività costruttive e, più in generale, di cantiere.

Entrando nel merito delle caratteristiche del contesto interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto, come riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica" (NM2700D69RGGE0000001A), l'interpretazione di dettaglio della struttura idrogeologica in essa contenuta discende dalla consultazione di una pluralità di dati, desunti da fonti istituzionali e/o da specifiche campagne di indagine.
In particolare, i dati raccolti durante lo studio condotto, di carattere geologico ed idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Si sottolinea che le ricostruzioni della superficie piezometrica

in profilo derivano da un'analisi approfondita dei dati di monitoraggio strumentale a disposizione, opportunamente integrati con tutte le informazioni raccolte circa l'assetto idrogeologico e stratigrafico strutturale dell'area.

Nel dettaglio gli studi condotti hanno consentito di definire con buona accuratezza la superficie piezometrica nel settore d'interesse progettuale e quindi di definire, poi, le eventuali interferenze con l'opera. In particolare, per quanto concerne i dati strumentali, le ricostruzioni sono state effettuate utilizzando i livelli piezometrici registrati durante varie campagne di monitoraggio.

Sulla scorta dei valori massimi di ogni singolo piezometro, è stato quindi possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica, suffragato sulla base dei dati riportati nella carta idrogeologica del Comune di Bergamo.

Dalla lettura della di detta carta si evince che nella porzione territoriale interessata dall'opera in progetto le linee piezometriche sono comprese tra 225 m s.l.m. (a nord) e 175 m s.l.m. (a sud), con un deflusso delle acque di falda in direzione tipicamente nord-sud. Sulla base di tale dato, la superficie di falda si ipotizza ad una profondità compresa fra 30 m da p.c. (in corrispondenza della stazione di Bergamo) e 60 m da p.c. (in prossimità dell'Aeroporto Orio al Serio).

Per quanto concerne le risultanze derivanti dalle misurazioni piezometriche condotte nel corso della progettazione definitiva ad una profondità compresa tra 30 e 40 m dal piano campagna, la presenza della falda è stata riscontrata a in due sondaggi attrezzati posti in corrispondenza della stazione di Bergamo (PDOR-S1) ed in prossimità dell'abitato di Orio al Serio (PD0R-S4) ad una quota pari 29m c.a. dal piano campagna (cfr. Figura 6-9).

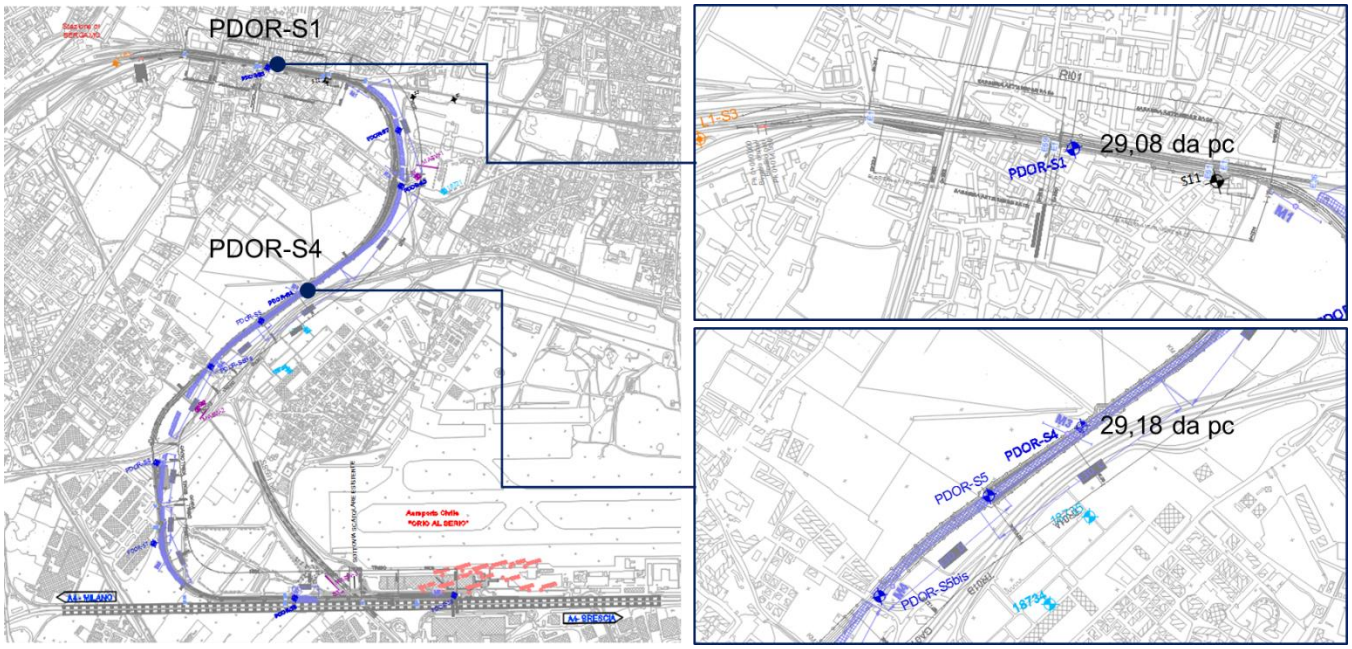


Figura 6-9 Localizzazione dei sondaggi

Tabella 6-13 Sondaggi campagna Italferr 2019-2020: Punti PDOR-S1 e S4

Sondaggio	*Profondità (m dal p.c.)*	*Data esecuzione*	*Quota (m s.l.m.)*	*Coordinate* UTM Zone 32 N		*Attrezzatura*	*Quota falda (m dal p.c.)*
				E	N		
PDOR-S1	30	28-29/11/2019 2018	252.07	553948.00	5059708.00	Piezometro PVC 3" a tubo aperto	29,08
PDOR-S4	30	5-6/12/2019	242.58	553835.00	5058654.00	Piezometro PVC 3" a tubo aperto	29,18

Per quanto concerne l'opera in progetto, scorta della descrizione del progetto precedentemente operata, le opere che sotto il profilo in esame presentano maggiore rilevanza possono essere così individuate:

- Fondazioni indirette delle spalle del ponte su Via Lunga (VI01) tra le progressive 1+529 e km 1+575
- Paratia di pali della galleria artificiale GA01A, tra le progressive 2+771 e 2+896, di sottoattraversamento della Sp116
- Paratia di pali della galleria artificiale GA01C, tra le progressive 3+296 e 3+396, di sottoattraversamento della SS671

In breve, per quanto riguarda le fondazioni indirette delle due spalle del viadotto VI01, queste sono costituite da pali di diametro Ø1000 e lunghezza pari a 19,5 m, in numero di 28 pali, per la spalla Nord e di 42 per quella Sud.

Relativamente alla galleria ferroviaria, per la GA01A, la paratia ha una lunghezza di 125 metri ed è composta da pali Ø1000 e lunghezza pari a 27,00 (cfr. Figura 6-10), mentre per la GA01C la paratia, di lunghezza eguale a 99,61 metri, è composta da pali di diametro eguale a quello precedente e lunghezza di 25 metri.

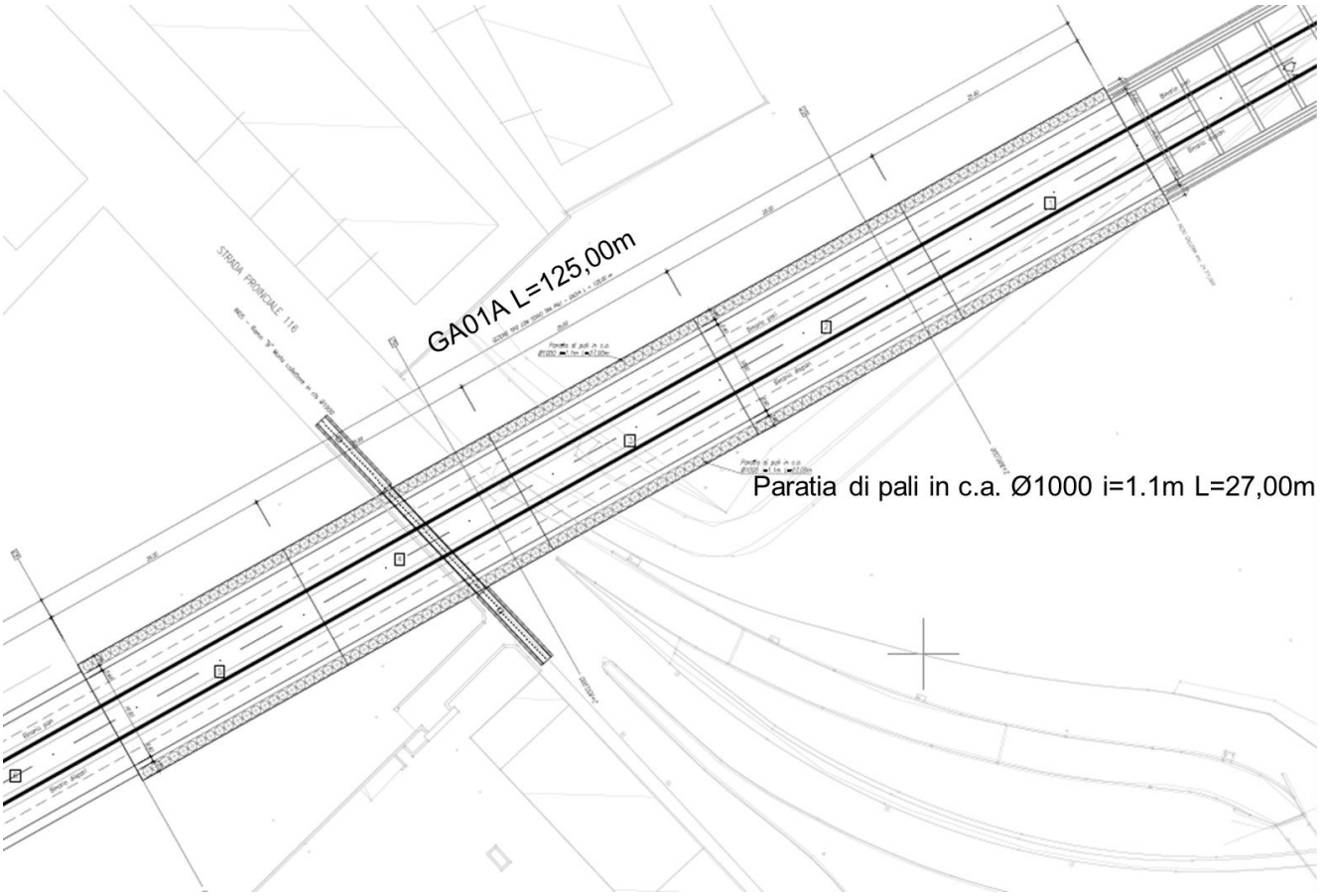


Figura 6-10 GA01A Pianta (NM2701D26P9GA0100001A)

Stante quanto sopra descritto, relativamente alle fondazioni indirette del viadotto VI01 è ragionevole ritenere che, in ragione della distanza intercorrente tra la lunghezza dei pali ed il livello di soggiacenza della falda, la loro realizzazione non possa dare luogo ad effetti sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee.

Per quanto invece concerne le paratie delle gallerie GA01A e GA01C, a fronte della maggiore lunghezza delle opere di palificazione ed in considerazione della parziale non coincidenza di informazioni in merito alla profondità della falda intercorrente tra la cartografia tematica del PGT del Comune di Bergamo e le risultanze di alcuni dei sondaggi condotti nel corso della campagna 2019-2020, al fine di prevenire la modifica delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, si ritiene che dovrà essere prestata particolare attenzione nella scelta dei componenti costituenti il fluido utilizzato nel corso della realizzazione

dei pali di fondazione, ossia nella definizione e nel dosaggio degli additivi utilizzati. La scelta degli additivi per la preparazione del fluido di perforazione dovrà essere rivolta a conseguire una miscela che, non solo, presenti caratteristiche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare e, quindi, in grado di garantire elevate prestazioni tecniche – ad esempio – in termini di velocità di avanzamento, protezione da franamenti, lubrificazione degli utensili di scavo; al contempo, la miscela utilizzata dovrà essere tale da conseguire una minima contaminazione delle falde e, in tal senso, è fondamentale l'utilizzo di sostanze biodegradabili.

Per quanto concerne la seconda categoria di fattori causali, ossia la produzione di sostanze potenzialmente inquinati derivante da cause correlate (e non funzionali) alle lavorazioni, e, in particolare, la produzione di acque meteoriche di dilavamento, sulla scorta di quanto previsto negli elaborati "Relazione di Cantierizzazione" (NM2701D53RGCA0000001A), si evidenzia che, prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche, a valle della quale è prevista la presenza di una vasca di prima pioggia.
Nello specifico, le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglierà tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico.
Inoltre, per quanto riguarda le zone delle aree di cantiere adibite a deposito di lubrificanti, olii e carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalle citate relazioni di cantierizzazione, dette zone saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.
L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale atta ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche.

Relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa prodursi una fuoriuscita di sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera e la loro conseguente percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque superficiali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate o di attraversamenti di corsi d'acqua e, in particolare, laddove è prevista una maggiore concentrazione di mezzi d'opera ed automezzi di trasporto.
Come premesso, la significatività degli effetti derivanti da detta tipologia di circostanze è correlata, da un lato, alle caratteristiche del contesto ed in particolare alla permeabilità dei terreni, e, dall'altro, al complesso

delle misure gestionali previste al fine di scongiurare il determinarsi di eventi accidentali e di limitarne la portata.

Relativamente alle misure gestionali, occorre in primo luogo sottolineare che il determinarsi di detti eventi accidentali presenta un livello di probabilità e di frequenza che dipende in modo pressoché diretto dallo stato manutentivo dei mezzi d'opera e dell'applicazione delle relative procedure di mantenimento in efficienza.

In tal senso, sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

Un ulteriore aspetto che concorre a definire tali effetti e, nello specifico, la loro portata, è rappresentato dalla preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

Ciò premesso, con specifico riferimento al caso in specie occorre ricordare che se da un lato la Carta idrogeologica del PGT di Bergamo attribuisce ai sedimenti presenti nella porzione territoriale interessata dall'opera in progetto una permeabilità medio alta, dall'altro il livello di soggiacenza della falda – secondo le informazioni desunte dal PGT stesso e ricavate dalle indagini in campo condotte – si attesta intorno ai 30 metri dal piano campagna, circostanza quest'ultima che porta in ogni caso a poter escludere alcun effetto sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee conseguenti ad eventi accidentali.

Stante quanto riportato, è possibile concludere che l'effetto derivante dalla realizzazione delle opere di fondazione indiretta o delle attività di scavo, in termini di modifica delle caratteristiche qualitative delle acque possa rivestire una significatività "trascurabile" (Livello di significatività B).

In ogni caso si rammenta che, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (NM2701D22RGMA0000001A) sono state previste 2 coppie di punti di monitoraggio, per un totale di 4 postazioni di rilievo, la cui localizzazione è stata operata considerando le opere e lavorazioni più significative sotto il profilo della potenziale modifica delle caratteristiche delle acque e posizionando ciascuna coppia di punti secondo il criterio monte-valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, così da poter avere precisa contezza di ogni eventuale variazione dei parametri qualitativi delle acque sotterranee dipendente dalla realizzazione dell'opera in oggetto e da poter tempestivamente porre in essere le misure necessarie a rimuoverne le cause e/o a contenerne gli effetti.

6.4.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica

6.4.3.1 Modifica delle condizioni di deflusso

L'effetto considerato riguarda la modifica delle condizioni di deflusso dei corpi idrici superficiali conseguente alla presenza di nuovi manufatti all'interno sia dell'alveo attivo, ossia della porzione compresa tra gli argini o le sponde e generalmente occupata dalle acque di morbida e di piena ordinaria, quanto anche delle aree inondabili, intese come quelle porzioni territoriali soggette ad essere allagate in seguito ad un evento di piena.

Entrando nel merito del caso in specie, come premesso, l'opera in progetto ricade entro una porzione territoriale all'interno della quale non sono presenti le fasce fluviali identificate dal Piano di assetto idrogeologico[10] e le aree di pericolosità idraulica identificate dal Piano di Gestione Rischio Alluvione[11].
Il reticolo idrografico interessato dall'opera in esame nel suo complessivo sviluppo è costituito da un insieme di canali consortili, sostanzialmente artificiali ed il cui tracciato risulta già in parte tombato, di competenza del Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca e, per uno solo, del Comprensorio di Bonifica Irrigua delle rogge Urgnana e Vescovada di Valle.

Il quadro delle opere idrauliche in progetto è costituito dai tombini di attraversamento del reticolo idrografico, da una serie di fornici di trasparenza Φ1000, previsti in assenza di incisioni definite o in assenza di veri e propri canali al fine di garantire la corretta trasparenza del rilevato ferroviario e ripristinare le attuali condizioni di deflusso superficiale, nonché l'opera di deviazione definitiva della Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A, resasi necessaria ai fini della compatibilizzazione con la nuova viabilità NV01 di collegamento con l'aeroporto di Orio al Serio e composta da due canali rettangolari in ca di dimensioni 5.0x1.5 m (IN09A) e 5.0x1.8m (IN09E).

Le informazioni e le considerazioni che vengono riportate nel seguito sono state desunte dagli studi idrologici ed idraulici condotti a supporto della progettazione e, in particolare, dalla "Relazione di compatibilità idraulica" (NM2701D26RIID0002001A), dalla, ai quali si rimanda per ogni ulteriore approfondimento.

[10] Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del Fiume Po (approvazione con DPCM 24 maggio 2001I

[11] PGRA 2015 e successivi aggiornamenti

Per quanto riguarda le opere di attraversamento ed i fornici di trasparenza, le verifiche sono state condotte rispetto ai seguenti atti:

- Manuale di Progettazione Ferroviaria RFI (MdP)
- Norme Tecniche Costruttive 2008 (NTC)

Nello specifico è stato verificato il rispetto delle seguenti condizioni:

Tabella 6-14 Sintesi normativa di riferimento

	Manuale di progettazione ferroviaria	*NTC 2008 e circolare applicativa NTC2008*
Manufatti idraulico di attraversamento (tombini)	Tr=200 anni	-
Manufatti (tombini e fornici)	Riempimento massimo y/D ≤ 70% per i tombini	Riempimento massimo di 2/3 l'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m

Per quanto concerne le metodologie ed i relativi risultati inerenti le verifiche di compatibilità idraulica, effettuate mediante l'utilizzo del programma HY-8, si rimanda alla "Relazione attraversamenti ferroviari" (NM2701D26RIID0002003A).

Situazione di particolare interesse è rappresentata dalle opere IN09 di deviazione della Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A (Figura 6-11).

Figura 6-11 Tratto interessato dalla deviazione

La configurazione di progetto del tratto deviato prevede una sezione utile di 5.00m x 1.50m, dall'inizio dell'intervento fino all'imbocco del tombino ferroviario e da qui prosegue fino al raccordo con l'esistente con una sezione 5.00x1.80 m. Le WBS in progetto sono suddivise in:

WBS	Opera
IN09A	Canale rettangolare in cls 5.00x1.50 m
IN09B	Tombino ferroviario 5.00x1.80 m
IN09C	Tombino stradale 5.00x1.50 m
IN09D	Tombino stradale 5.00x1.50 m
IN09E	Canale rettangolare in cls 5.00x1.80 m

In particolare, la compatibilità idraulica del canale deviato è stata verificata con un modello monodimensionale in regime di moto permanente, mediante l'utilizzo del programma HEC-RAS, in cui sono state identificate le sezioni trasversali tracciate in Figura 6-12.

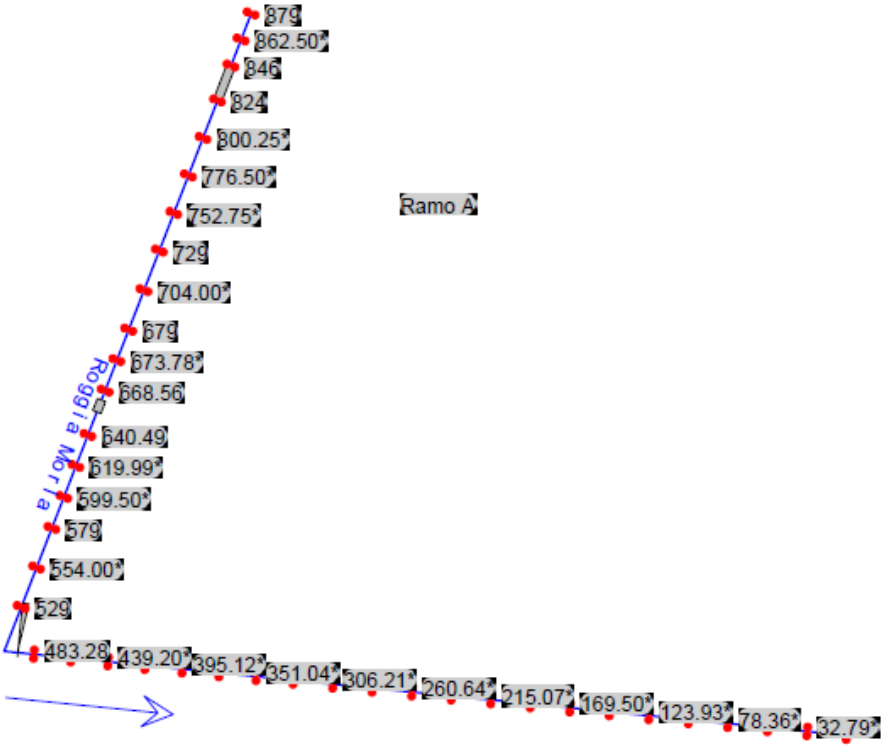


Figura 6-12 Sezioni trasversali deviazione canale

Come si evince dal profilo longitudinale ricostruito (Figura 6-13), sebbene la configurazione presenti un andamento del pelo libero irregolare dal tratto iniziale fino allo sbocco del tombino IN09B, la corrente liquida rimane comunque all'interno degli argini di progetto, garantendo la non fuoriuscita dei deflussi dall'alveo.

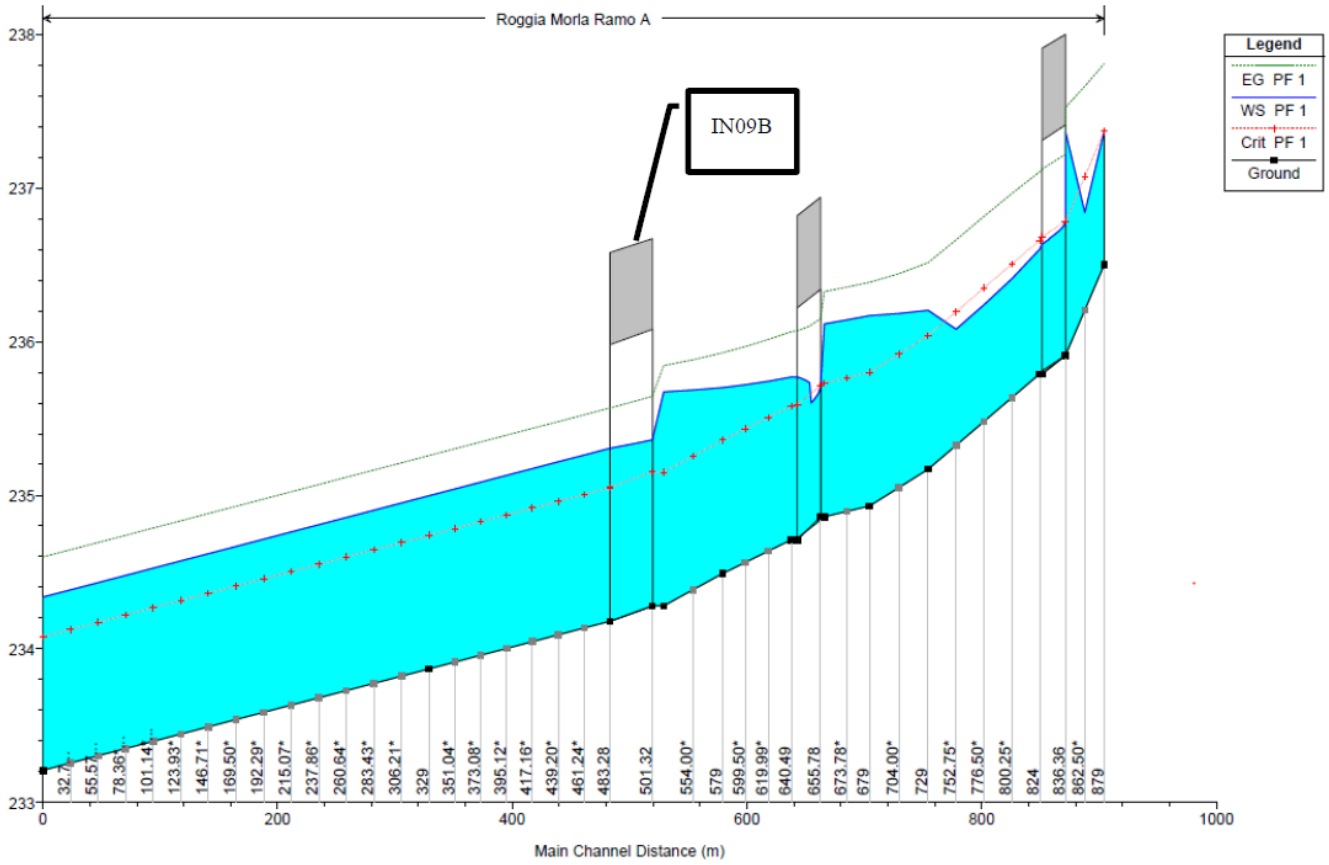


Figura 6-13 Profilo longitudinale risultante (Fonte: NM2701D26RIID0002003A)

Considerato che l'opera in progetto, sulla base degli strumenti di pianificazione di settore, non ricade all'interno di aree soggette ad esondazione e/o a pericolosità idraulica ed alla luce delle verifiche idrauliche condotte, la significatività dell'effetto in questione può essere considerato "trascurabile" (Livello di significatività B).

6.5 Aria e clima

6.5.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame possono generare sul fattore "Aria e Clima".
Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preventiva individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interferenza con beni e fenomeni ambientali".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-15 e Tabella 6-16).

Tabella 6-15 Aria e Clima: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fa	Produzione emissioni inquinanti atmosferiche	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità nell'aria
Ac.02	Scavi di terreno	Fa	Produzione emissioni inquinanti atmosferiche	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità nell'aria
Ac.03	Demolizione manufatti	Fa	Produzione emissioni inquinanti atmosferiche	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità nell'aria
Ac.04	Realizzazione opere in terra	Fa	Produzione emissioni inquinanti atmosferiche	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità nell'aria
Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	Fa	Produzione emissioni inquinanti atmosferiche	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità nell'aria
Ac.09	Trasporto materiali	Fa	Produzione emissioni inquinanti atmosferiche	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità dell'aria

Tabella 6-16 Clima acustico: Matrice di correlazione – dimensione Operativa

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ao.1	Traffico ferroviario	Fa	Produzione gas climalteranti	Co.1	Modifica dei livelli di gas climalteranti

Al fine di documentare l'entità dell'effetto determinato dalle attività di cantiere sopra riportate, nell'ambito del documento "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) è stato condotto uno studio modellistico finalizzato a stimare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera. Si rimanda pertanto al citato documento per una più approfondita illustrazione delle analisi condotte e delle relative risultanze.

6.5.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.5.2.1 Modifica delle condizioni di qualità dell'aria

La logica di lavoro sulla scorta della quale nell'ambito del "Progetto ambientale della cantierizzazione" sono stati indagati gli effetti indotti dalle attività di cantierizzazione sulle condizioni di qualità dell'aria è risieduta nella preventiva identificazione delle aree di cantiere di fisso ritenute potenzialmente più rappresentative sotto il profilo in esame, tra tutte quelle previste. Gli effetti relativi a dette aree sono stati indagati mediante uno specifico studio modellistico, estendendo i risultati così ottenuti alle altre di cantiere di fisso ed alle aree di lavoro dei fronti di avanzamento.

Rimandando al "Progetto ambientale della cantierizzazione" per ogni più puntuale chiarimento in merito all'approccio metodologico adottato ed ai criteri di selezione delle aree di cantiere fisso considerate rappresentative, ed entrando nel merito degli esiti ai quali detto approccio ha condotto, per quanto concerne l'individuazione della situazione rappresentativa, questa è stata identificata nell'area di cantiere fisso DT.01, per la quale è stato condotto lo studio modellistico (cfr. Figura 6-14).

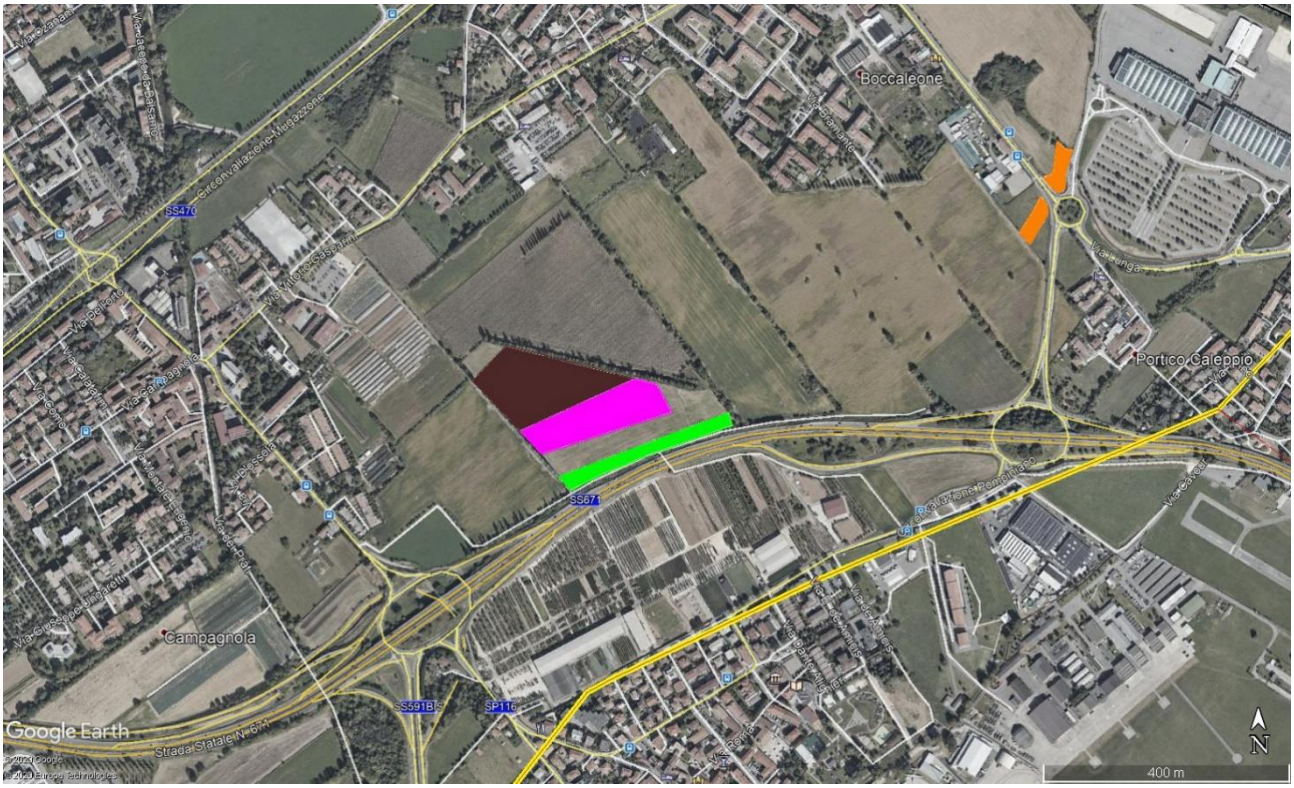


Figura 6-14 Area di cantiere DT.01 (con retinatura marrone)

I principali dati di input assunti nello studio modellistico sono sintetizzabili nei seguenti termini (cfr. Tabella 6-17).

Tabella 6-17 DT.01: Principali dati di input

Superficie	• 19.000 (m^2)
Mezzi d'opera: tipologia e numero	• 2 pale meccaniche • 2 escavatori
Sorgenti emissive	• Carico e scarico del materiale polverulento • Erosione del vento sui cumuli di materiale depositato • Transito dei mezzi su aree non pavimentate • Emissione dai motori dei mezzi di cantiere

Per quanto riguarda la stima dei fattori di emissione relativi alle lavorazioni ed all'erosione del vento, si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti tipologie di fonti di emissione (cfr. Tabella 6-18).

Tabella 6-18 Stima dei fattori di emissione: Fonti emissive considerate e riferimenti al manuale EPA – AP42

Tipologie fonti di emissione	*Rif. EPA AP-42*
Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre	EPA AP-42 13.2.4
Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli	EPA AP-42 13.2.5
Unpaved Roads: transito dei mezzi su viabilità non asfaltata	EPA, AP-42 13.2.2

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "*Off road mobile Source emission Factor"* che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada.

Per quanto riguarda i parametri inquinanti considerati nello studio modellistico, sono stati presi in esame:

- Polveri (PM10), generate dalle attività di movimentazione di materiali terrigeni, dal transito dei mezzi di cantieri su aree non pavimentate, nonché dalla combustione incompleta all'interno dei motori e da impurità dei combustibili
- Inquinanti gassosi e nello specifico ossidi di azoto (NOx), generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere.

In ultimo, per quanto attiene alle modalità di stima della significatività degli effetti attesi, i risultati ottenuti mediante lo studio modellistico sono stati sommati ai valori di fondo e confrontati con i valori limiti imposti dal DLgs 155/2010 per il periodo di mediazione annuo.
Si precisa che, a tal fine, i valori di NO2 sono stati ricavati considerando la condizione più cautelativa, ovvero ponendo il rapporto NO2/NOx pari a 1 (situazione limite poco probabile).

I dati di output dello studio modellistico sono rappresentati nelle figure seguenti e, in particolare, per PM_{10} nella Figura 6-15 e Figura 6-16, e per NO_X-NO_2, nella Figura 6-17.

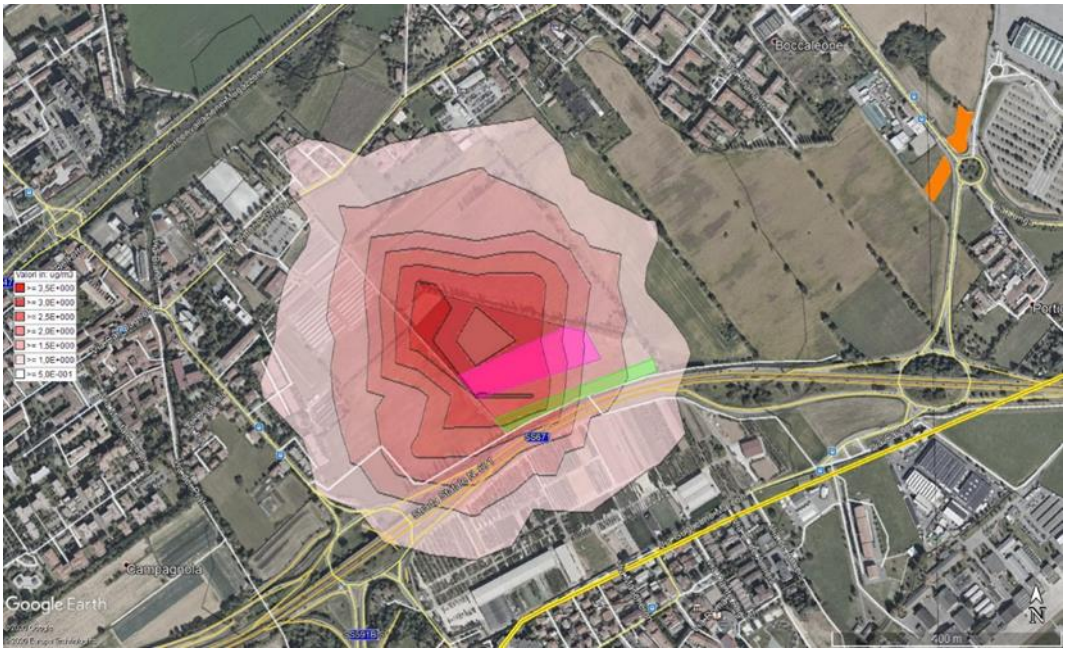


Figura 6-15 DT.01: Concentrazioni PM10 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera

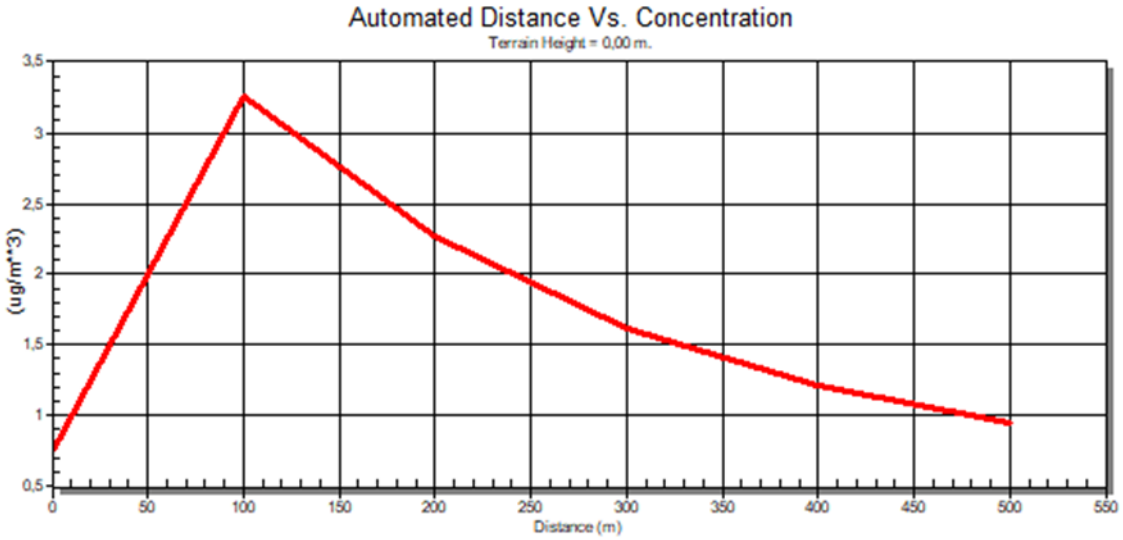


Figura 6-16 DT.01: Concentrazioni PM10 in prossimità del cantiere per movimentazione del materiale

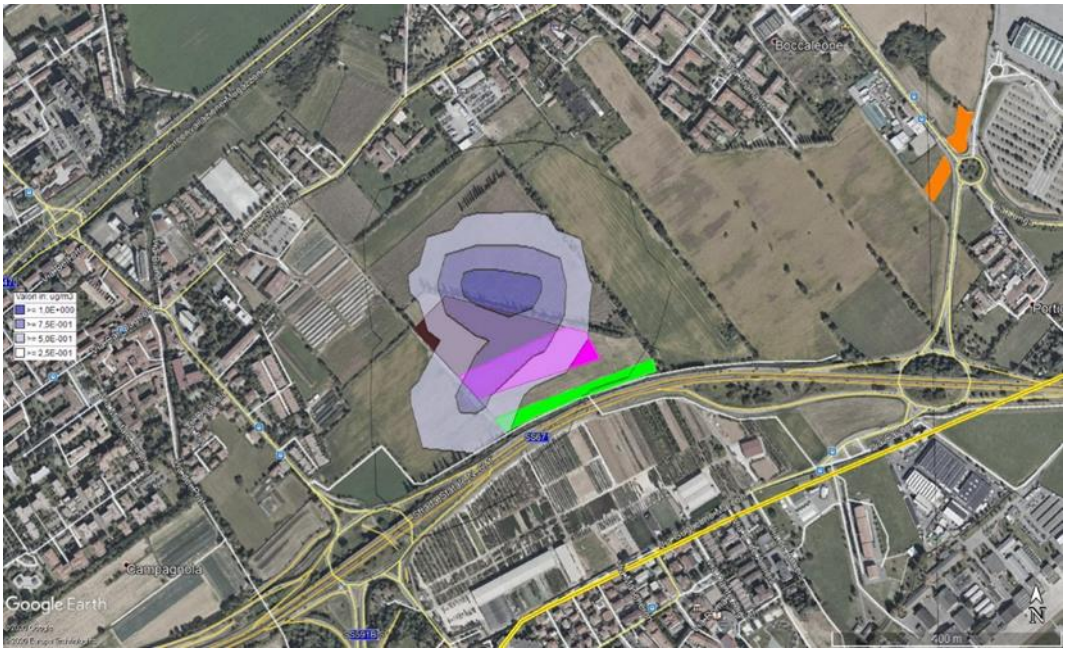


Figura 6-17 DT.01: Concentrazioni di NO2 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera

Posto che i valori risultanti dalle simulazioni sono rappresentativi del solo contributo legato alle attività di cantiere, per un confronto efficace con le soglie normative è stato considerato anche il valore di fondo del contesto localizzativo relativo al progetto in esame.

A tale proposito si fatto riferimento alla centralina di via Meucci, prossima alle aree di cantiere, per la quale i valori sono:

- particolato PM10: 28 µg/m3 (media annua)
- biossido di azoto NO2: 31 µg/m3 (media annua)

Per quanto concerne il contributo dei cantieri si possono definire le seguenti tabelle, che definiscono le concentrazioni in funzione delle distanze dal perimetro di cantiere e il totale comprensivo del valore di fondo (cfr. Tabella 6-19 e Tabella 6-20).

Tabella 6-19 PM10: Concentrazioni complessive

Distanza dal cantiere [m]	*Mezzi d'Opera [µg/m^3]*	*Movimentazione [µg/m^3]*	*Totale [µg/m^3]*
10	+3,5	+1,00	32,50
25	+3,2	+1,50	32,70
50	+2,5	+2,00	32,50

Distanza dal cantiere [m]	*Mezzi d'Opera [µg/m³]*	*Movimentazione [µg/m³]*	*Totale [µg/m³]*
100	+2,0	+3,20	33,20
200	+1,5	+2,20	31,70

Tabella 6-20 NO2: Concentrazioni complessive

Distanza dal cantiere [m]	*Mezzi d'Opera [µg/m³]*	*Totale [µg/m³]*
10	+1,00	32,00
25	+0,95	31,95
50	+0,80	31,80
100	+0,70	31,70
200	+0,10	31,10

Rimandando al "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) per ogni chiarimento in merito alle modalità di stima dei valori riportati nelle precedenti tabelle, come si evince dalla loro analisi i valori di concertazione ottenuti sono tutti al di sotto dei limiti normativi.
Sulla base di dette risultanze, la significatività dell'effetto in questione è stata ritenuta trascurabile (Livello di significatività B).

In ogni caso, si ricorda che nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (NM2701D22RGMA0000001A) sono state individuate una serie di postazioni di misura rivolte a verificare gli effetti prodotti dalle attività di cantierizzazione e, in particolare, dalle principali lavorazioni condotte lungo il fronte avanzamento lavori.

6.5.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa

6.5.3.1 Modifica dei livelli di gas climalteranti

L'effetto in esame, per come indagato nel presente studio, è riferito alla modifica del livello di emissioni di gas climalteranti e, segnatamente, di CO_2 che, a scala locale, deriva dall'opera in progetto e dalla conseguente variazione del modello di esercizio, ossia dell'offerta ferroviaria.

In tal senso, le considerazioni nel seguito riportate muovono da una preliminare delimitazione del campo di indagine sotto il profilo delle sorgenti che concorrono alla produzione di gas climalteranti e rispetto alla scala territoriale di analisi.

Nello specifico, per quanto attiene al primo tema, tra le diverse sorgenti all'origine di detti gas l'attenzione è stata centrata su quelle relative al macrosettore dei "Trasporti su strada" (07), riguardante tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli ed agli altri mezzi di trasporto su strada.

Pur nella consapevolezza che l'incremento dell'offerta di trasporto ferroviario sarà all'origine, da un lato, di un incremento della produzione di gas climalteranti dovuto alla generazione dell'energia elettrica necessaria all'esercizio di un maggior numero di treni, e, dall'altro, ad una sua riduzione, esito della diversione modale dalla gomma al ferro che proprio detto incremento dell'offerta rende possibile, nell'ambito della presente trattazione ci si è riferiti unicamente alle emissioni derivanti dal macrosettore Trasporti su strada, tralasciando quindi il contributo emissivo dovuto alla produzione dell'energia elettrica.

Le ragioni di tale scelta metodologica trovano fondamento in una molteplicità di fattori.

In primo luogo, occorre considerare che l'entità della CO_2 prodotta dipende dalle modalità con le quali viene generata l'energia elettrica e, pertanto, risulta variabile in ragione di dette modalità e non univocamente stimabile.

Il secondo fattore a supporto della scelta operata risiede nell'entità del contributo alla produzione di gas climalteranti ed in particolare di CO2 dovuto al trasporto ferroviario rispetto all'intero settore dei trasporti (macrosettori 07 e 08): secondo quanto stimato da Ispra nell'Inventario Nazionale delle Emissioni di gas serra, il contributo emissivo dovuto al trasporto ferroviario è sempre rimasto sotto all'1% fino a raggiungere, negli ultimi anni, circa lo 0,10% del totale, a fronte del 93% rappresentato dal traffico stradale (cfr. par. 5.3.4).

In ultimo, un ulteriore fattore che ha concorso alla scelta metodologica operata, è strettamente connesso alla scala territoriale rispetto alla quale è stata sviluppata l'analisi. L'aver espressamente rivolto l'indagine al traffico stradale ha conseguentemente comportato la scelta di individuare, quale ambito spaziale di analisi, la scala locale, ossia quella all'interno della quale rientrano soltanto le emissioni determinate dal traffico veicolare e non quelle dovute alla produzione di energia elettrica, riferibili alla scala quanto meno nazionale. Inoltre, occorre evidenziare che il riferirsi a dette ultime emissioni e, con ciò, assumere una scala di analisi globale, implicherebbe il dover considerare anche quelle derivanti dal complesso di azioni funzionali a produrre il carburante necessario ai veicoli (produzione, raffinazione e trasporto del carburante).

Stante quanto premesso ed assunto che la creazione dell'offerta di trasporto ferroviario determinerà una diversione modale dalla gomma al ferro e, di conserva, una riduzione del contributo emissivo in CO_2 determinato dal trasporto stradale, i passaggi operativi seguiti ai fini di determinare l'entità di detta riduzione rispetto all'attualità, sono stati i seguenti:

- Ipotesi di un coefficiente di riempimento medio del treno
- Determinazione del numero di passeggeri/giorno che utilizzeranno il trasporto ferroviario nello scenario di progetto
- Ipotesi di un coefficiente di riempimento medio di un'autovettura
- Determinazione del numero di veicoli/giorno potenzialmente circolanti su viabilità stradali alternative al trasporto ferroviario
- Determinazione del numero di veicoli/giorno ridotti allo stato di progetto
- Quantificazione delle emissioni di CO_2 prodotte da un veicolo medio circolante sulla viabilità alternativa alla tratta ferroviaria in esame
- Stima delle emissioni di CO_2 giornaliere ed annue risparmiate grazie all'opera in progetto ed al connesso incremento dell'offerta ferroviaria

Nello specifico, per quanto riguarda il coefficiente medio di riempimento dei convogli e la stima dei passeggeri/giorno, cautelativamente è stato ipotizzato un valore pari al 50% del numero totale dei posti a sedere, desunti in relazione al materiale rotabile previsto.

Relativamente al coefficiente di riempimento delle autovetture, è stato assunto un valore pari a 1,7 passeggeri/autoveicolo, anche in considerazione della specificità del collegamento operato dalla tratta in progetto.

Relativamente alla stima della CO_2 prodotta dal traffico veicolare che, grazie alla nuova offerta di trasporto su ferro, sarà sottratto alla strada, per quanto concerne i fattori emissivi si è fatto riferimento alla banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia, resi disponibili da ISPRA sul sito www.sinanet.isprambiente.it; in particolare, è stato considerato il fattore di emissione CO_2 relativo alla categoria autoveicoli, aggiornato al 2018. Per quanto invece riguarda la definizione della viabilità alternativa alla tratta ferroviaria in esame e, quindi, la lunghezza del percorso coperto, sempre in termini cautelativi è stata considerata unicamente l'estesa dell'opera in progetto. In altri termini si è assunto che il traffico passeggeri attratto dalla nuova linea ferroviaria riguardasse unicamente le percorrenze comprese tra la stazione ferroviaria di Bergamo e quella di Bergamo Aeroporto, senza con ciò considerare che la nuova linea, in virtù delle interconnessioni previste e della conseguente capillarità (Milano C.le/Porta Garibaldi; Ponte San Pietro; Lecco; Treviglio), potrà interessare anche un ambito spaziale ben superiore a quello limitrofo alla stazione di Brindisi e, quindi, avere un bacino di utenza ben più ampio.

Sottolineato ancora una volta che le ipotesi assunte, quali in primo luogo quelle relative ai coefficienti di riempimento di autoveicoli e convogli, discendendo da valori di letteratura hanno un valore generale, nel seguito si riportano le stime condotte sulla base dei passaggi metodologici prima elencati.

Considerando che il modello di esercizio di progetto prevede un totale giorno pari a 146 treni, in considerazione del coefficiente di riempimento di ciascun convoglio e della capacità di posti a sedere del materiale rotabile (Coradia ETR 245 - 5 casse con circa 230 posti a sedere), il valore dei passeggeri trasporti al giorno risulta pari a 16.790.

Sulla base del coefficiente di riempimento medio ipotizzato per le autovetture, è stato possibile stimare il numero dei veicoli/giorno corrispondente ai passeggeri trasportati sulla nuova linea ferroviaria e, quindi, rappresentativo del traffico veicolare sottratto alla strada. Tale valore risulta eguale a circa 9.900 autoveicoli/giorno.

Considerato che, sulla base di quanto riportato nella banca dati di ISPRA, il fattore di emissione di CO_2 prodotta da un veicolo medio del parco circolante italiano è pari a 167,1111 g/km ed assunto che l'estensione dell'itinerario coperto dalla linea ferroviaria in progetto risulta pari a 5 chilometri, in considerazione del volume di traffico veicolare sottratto (veicoli/giorno), le emissioni totali di CO_2 risparmiata risultano pari a circa 8 t/giorno, che in un intero anno si stimano in 3000 t/anno.

Alla luce delle analisi condotte l'effetto in esame risulta essere migliorativo in termini di emissioni di CO_2, per le quali, grazie alla nuova configurazione di progetto e all'incremento di traffico ferroviario, ne è prevista una riduzione.

6.6 Biodiversità

6.6.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sulla Biodiversità, intendendo con ciò gli effetti sulla vegetazione, sulla fauna e sulle dinamiche ecosistemiche in generale.
Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e

dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo due categorie, rappresentate dalla "Eradicazione della vegetazione" e dalla '"Creazione di una barriera fisica".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-21 e Tabella 6-22).

Tabella 6-21 Biodiversità: Matrice di correlazione – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fc	Taglio ed eradicazione della vegetazione	Bc.1	Sottrazione di habitat e biocenosi

Tabella 6-22 Biodiversità: Matrice di correlazione – dimensione Fisica

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Af.01	Presenza corpo stradale ferroviario	Fc	Creazione barriera fisica	Bf.1	Modifica della connettività ecologica

Con specifico riferimento alla quantificazione di superfici a vegetazione naturale e seminaturale interessate dall'opera in progetto, contenuta nel seguente paragrafo, si precisa che tali valori sono ottenuti dall'analisi degli elaborati grafici di progetto.

6.6.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.6.2.1 Sottrazione di habitat e biocenosi

Prima di entrare nel merito delle specifiche metodologiche sulla base delle quali è stato condotto lo studio dell'effetto in esame e delle risultanze alle quali questo ha condotto, si ritiene necessario condurre alcune precisazioni atte a meglio inquadralo sotti il profilo teorico.

L'effetto in esame consiste nella sottrazione di habitat e biocenosi, ossia nella perdita di specie vegetali e di lembi di habitat, nonché, conseguentemente, di possibili siti di nidificazione, riposo, alimentazione, ecc. per la fauna locale, ed è determinato dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, che si rendono necessarie ai fini dell'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro.
In tal senso, l'azione di progetto all'origine dell'effetto in esame è rappresentata dall'approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro e, come tale, detta azione è ascrivibile alla fase di cantierizzazione.

Ciò premesso, affrontando l'analisi sotto il profilo strettamente concettuale, l'effetto in esame non è unicamente attribuibile alla sola fase di cantierizzazione, quanto anche alla presenza fisica dell'opera in progetto. In tal senso, occorre distinguere le aree oggetto dell'azione di progetto, ossia le aree di cantiere fisso/aree di lavoro, rispetto a due distinte situazioni.
La prima di dette due situazioni riguarda la quota parte di aree di cantiere fisso/aree di lavoro che, al termine delle lavorazioni, saranno ripristinate nel loro stato originario; in tal caso, l'azione di progetto è data dalle attività necessarie al loro approntamento e l'effetto si esaurisce all'interno della fase di cantierizzazione. La seconda situazione è riferita a quella restante parte delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro che sarà impegnata dall'impronta dell'opera in progetto, intesa con riferimento ai tratti di opere di linea in rilevato ed in trincea, alle opere connesse (i.e. fabbricati di stazione, fabbricati tecnologici e relative aree pertinenziali), nonché alle opere viarie connesse; in tale secondo caso, l'azione di progetto è più propriamente rappresentata dalla presenza del corpo stradale ferroviario, delle aree di localizzazione di tutte le opere accessorie, nonché delle opere viarie connesse, e di conseguenza l'effetto è ascrivibile alla dimensione fisica dell'opera in progetto.
Ciò premesso, pur nella consapevolezza di dette differenze di ordine concettuale, nell'economia della presente trattazione è stata operata la scelta di considerare l'effetto in esame come esito dell'attività di approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, assunta nella sua totalità, con ciò prescindendo dall'essere dette aree restituite allo stato originario o interessate dall'opera in progetto. Per coerenza logica, tale differenza è stata quindi considerata sotto il profilo delle caratteristiche dell'effetto, temporaneo e reversibile, nel primo caso, e definitivo ed irreversibile, nel secondo.

Chiarito l'approccio metodologico assunto ai fini della presente analisi, per quanto concerne gli aspetti strettamente operativi si precisa che le analisi nel seguito riportate sono l'esito della consultazione delle seguenti fonti conoscitive istituzionali:

- Uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0). Fonte: Geoportale della Regione Lombardia;
- "Carta forestale (perimetro boschi), realizzata dalla "mosaicatura" delle carte dei tipi forestali dei Piani di Indirizzo Forestale redatti dalle Comunità montane, dai Parchi regionali e dalle Province e inviati a Regione Lombardia. Fonte: Geoportale della Regione Lombardia;
- Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale dei territori esterni ai Parchi e alle Comunità Montane. Fonte SIT Provincia di Bergamo;
- Carta degli habitat di interesse comunitario nei Siti Natura 2000: carta vettoriale riportante la distribuzione degli habitat di interesse comunitario (Allegato I, Direttiva 92/43/CEE) nei Siti della Rete Natura 2000 (SIC/ZSC, ZPS) istituiti in Lombardia e nel resto della regione. Fonte Osservatorio per la biodiversità della Regione Lombardia;
- Verifica attraverso la consultazione dei rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, delle immagini disponibili su Googlemaps aggiornate al 2020

La Carta forestale rappresenta i tipi forestali reali della Lombardia e permette di distinguere i boschi lombardi in base alla categoria (es. pinete, peccete, abietine, lariceti, faggete, acero-frassineti, castagneti, querceti, robinieti ecc.) e in base al tipo forestale (es. i querceti sono distinti in leccete, cerrete, querceti di farnia, querceti di rovere, querceti di roverella e altro ancora). Queste informazioni sono di supporto alle valutazioni sul maggiore o minore pregio ecologico o produttivo del bosco. Per le aree per le quali non era disponibile l'informazione dettagliata della tipologia di bosco, è stato preso a riferimento il perimetro del bosco riportato nel DUSAF realizzato da ERSAF.

In termini generali, come emerge dall'analisi dell'elaborato cartografico "Analisi delle risorse naturali suolo, vegetazione, biodiversità" (NM2701D22N5SA0001006-7A), l'opera in progetto, intesa nel suo complesso, ossia come insieme di aree di cantiere fisso ed aree di lavoro finalizzate alla realizzazione delle opere di linea, opere connesse ed opere viarie connesse, è collocata all'interno di un contesto territoriale il cui soprassuolo è prevalentemente costituito da tessuto residenziale e aree agricole utilizzate, in particolare, seminativi semplici.

In termini di presenza e dunque sottrazione di habitat e biocenosi le comunità presenti sono costituite in prevalenza dalle specie erbacee dei campi agricoli, dalle specie arboree e arbustive delle siepi e filari di confine dei campi agricoli e della vegetazione sinantropica propria delle aree verdi urbane.

Le aree classificabili a vegetazione naturale sono localizzate ad una certa distanza dall'area di intervento dove le comunità vegetali sono quelle tipiche delle aree urbane e sono costituite in prevalenza da vegetazione alloctona come robinia (*Robinia pseudoacacia)*, ailanto (*Ailanthus altissima*) e da specie residuali delle formazioni originali quali rovere (*Quercus petrea)*, ornielli (*Fraxinus ornus*), carpini e roverella (*Quercus pubescens*). Tutte le suddette aree a vegetazione naturale sono caratterizzate da una limitata estensione areale e un andamento discontinuo.

In ragione di quanto premesso, appare da subito evidente come l'opera in progetto, sempre intesa in termini complessivi, nella sua maggior parte interessi aree urbane e in termini di vegetazione aree a vegetazione semi-naturale, nello specifico rappresentate da seminativi non irrigui.
Ciò premesso, entrando nel merito delle aree di cantierizzazione e, in particolare, delle aree di cantiere fisso, la maggior parte di esse interessano superfici appartenenti al sistema agricolo e, in particolare, seminativi semplici, il cui livello di naturalità è quindi valutabile basso.

Nello specifico, rispetto ad un'estensione complessiva della quota parte di aree di cantiere fisso ricadenti su superfici vegetate (escludendo, quindi, reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche) pari a circa: 73.121 m^2, la totalità di queste ricade in aree ad uso agricolo (seminativi semplici, colture florovivaistiche e prati permanenti. (cfr. Tabella 6-23).

Tabella 6-23 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo tipologie vegetazionali interessate

Tipologia vegetazionale		*Aree vegetate interessate (m^2)*	
		Parziale	*Totale*
Vegetazione seminaturale	Seminativi semplici	43.060	73.121
	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	25.464	
	Colture florovivaistiche a pieno campo	4.597	
Tot aree vegetate interessate dalle aree di cantiere			**73.121**

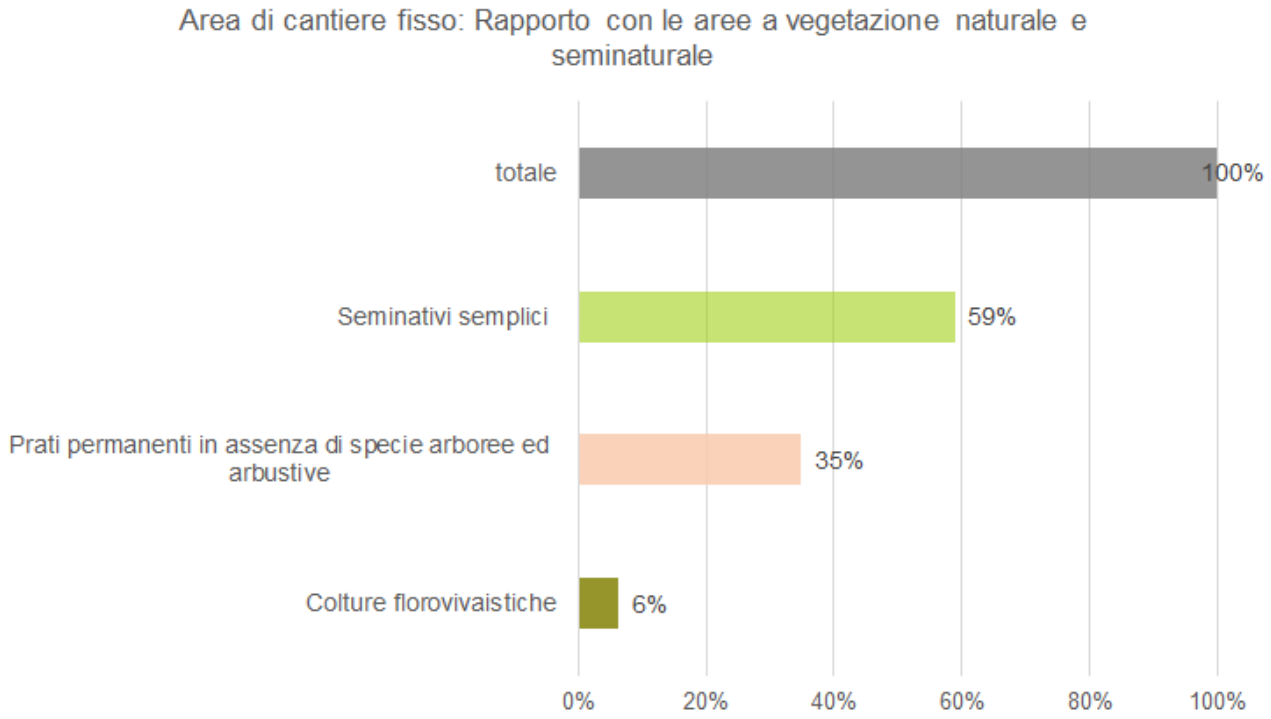


Figura 6-18 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo tipologie vegetazionali interessate

Dai dati presentati risulta evidente come non siano interessate aree a vegetazione naturale dalle aree di cantiere mentre per quanto riguarda le aree a vegetazione seminaturale, la maggior parte delle aree di cantiere fisso ricadono in aree a seminativi semplici e praterie permanenti.

Rispetto alla predetta situazione, si segnala l'interessamento dell'habitat 6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)" da parte di alcune aree di cantiere fisso le quali risultano interessare aree agricole, e in particolare prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive (cfr. Tabella 6-24).

Tabella 6-24 Aree di cantiere fisso ricadenti su aree a valenza ambientale

Id.	*Tipologia vegetazionale da DUSAF*	*Carta degli habitat di interesse comunitario*	*Sup. (m^2)*
CO.02	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	6510 Praterie magre da fieno a bassa altitudine	4.789
CB.01	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	6510 Praterie magre da fieno a bassa altitudine	5.300
AS.02	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	6510 Praterie magre da fieno a bassa altitudine	15.375

Figura 6-19 A sinistra il DUSAF 6.0 e a destra la Carta degli habitat

Figura 6-20 A Rilievo fotografico area di indagine

L'habitat 6510 risulta molto diffuso nel territorio regionale; in particolare si segnala la corrispondenza con alcune categorie di uso del suolo specifiche (DUSAF: 231-prati permanenti) o generiche (DBT: 0105-prati, erbai in genere e le marcite) che devono comunque essere soggetti a verifica sulla base di quanto specificato riguardo la composizione floristica dell'habitat e la sua stabilità nel tempo.

L'habitat 6510 non ospita in genere specie significative (Allegati 93/43/EC, specie protette regionali, Liste Rosse ecc.) mentre assume una certa valenza per la ricchezza in specie a fioritura vistosa (*Achillea millefolium* agg., *Salvia pratensis*, ecc. e i generi Knautia, Lotus, Prunella, Ranunculus, ecc.). Tale tipologia di habitat si caratterizza per comunità vegetali che si possono mantenere esclusivamente attraverso

interventi di sfalcio e concimazione. In assenza di tali interventi si svilupperebbero, secondo le caratteristiche dei diversi siti, altri tipi di prateria. Il loro abbandono conduce, spesso anche rapidamente, a fasi di incespugliamento, spesso precedute da altri consorzi erbacei. Questa caratteristica è coerente con il grado di utilizzazione dell'area e, in considerazione del fatto che la sottrazione di vegetazione conseguente alla localizzazione delle citate aree di cantiere si connota quale effetto a carattere temporaneo in quanto, al termine delle lavorazioni, dette aree saranno restituite allo stato originario, l'effetto può essere considerato trascurabile.

Relativamente agli effetti dovuti alla presenza dell'opera, ossia alla sottrazione definitiva di habitat e biocenosi, un primo elemento di supporto alla stima di detto effetto è offerto dal rapporto intercorrente tra l'entità delle superfici a vegetazione seminaturale sottratte e di quelle a vegetazione naturale.
Come si evince dalla successiva tabella, che mostra la superficie sottratta a causa della presenza dell'opera in progetto da parte degli interventi in progetto il 98% delle aree sottratte in modo permanente è costituito da vegetazione che, essendo costituita per la maggior parte da coltivi, per le ragioni prima esposte presenta un basso livello di naturalità, a fronte di circa il 2% costituito da cespuglieti in aree agricole abbandonate che sono rappresentati da ex-coltivi nei quali a causa dell'inutilizzo si sono innescati i processi di ricolonizzazione da parte delle specie vegetali.

Tabella 6-25 Elementi vegetazionali sottratti in maniera permanente dalla presenza dell'opera in progetto

Tipologia vegetazionale		*Superficie sottratta (m2)*	
		Parziale	*Totale*
Area a vegetazione seminaturale	Seminativi semplici	70.037	88.850
	Colture orticole	2.703	
	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	12.400	
	Colture florovivaistiche	3.710	
Area a vegetazione naturale	Cespuglieti in aree di agricole abbandonate	2.240	2.240
TOTALE			**91.090**

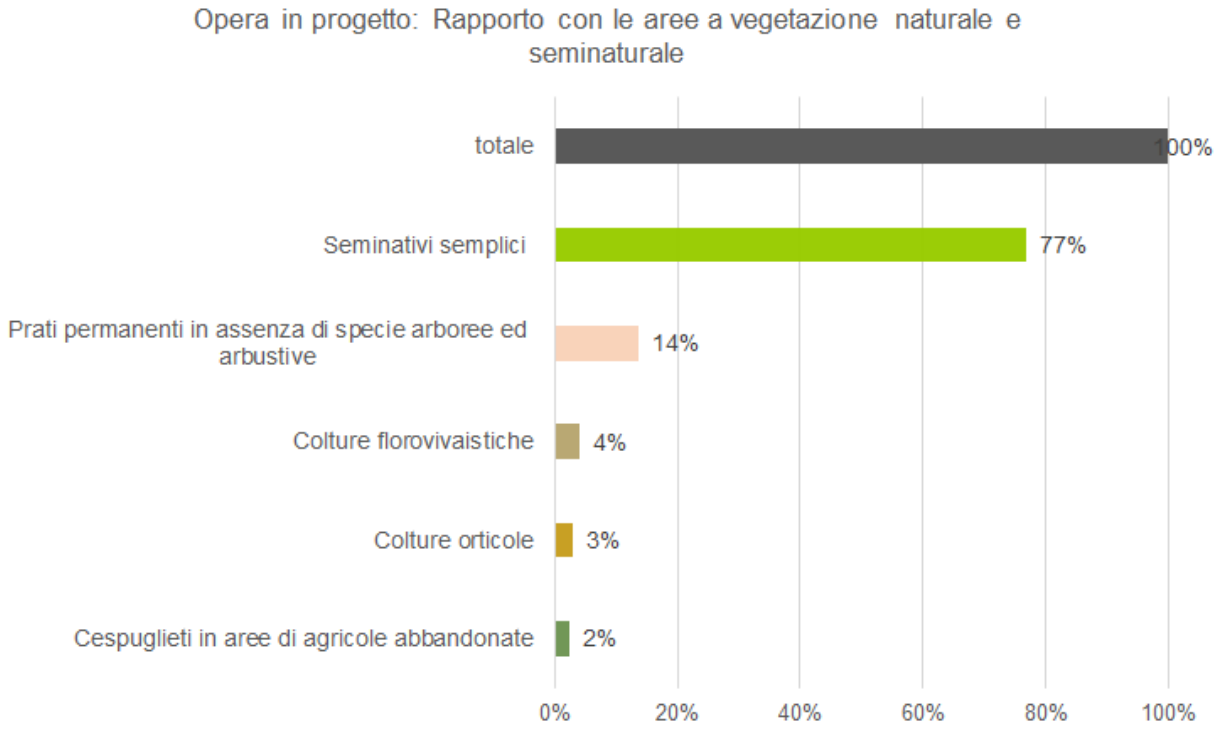


Figura 6-21 Elementi vegetazionali sottratti in maniera permanente dalla presenza dell'opera in progetto

Un ulteriore elemento di supporto alla stima degli effetti è offerto dall'analisi dell'incidenza delle aree a vegetazione naturale e seminaturale rispetto alle macro-tipologie di opere in progetto, in tal senso distinguendo tra:

- Opera in linea,
- Opere connesse (piazzali, stazioni, fabbricati tecnologici);
- Opere viarie connesse.

In tal senso, con riferimento alle tipologie desunte dall'analisi vegetazionale condotte sulla base delle fonti conoscitive prima indicate, la quantificazione delle superfici vegetazionali sottratte in modo permanente a ragione della presenza delle succitate macro-tipologie di opera in progetto risulta quella riportata nella successiva Tabella 6-26.

Tabella 6-26 Elementi vegetazionali sottratti in maniera permanente per macro-tipologie di opere

Macro-tipologia opera	*Superfici sottratte per tipologia vegetazionale (m2)*				
	A *Aree a vegetazione naturale*	*B* *Aree a vegetazione seminaturale*			
	A1	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*
Opera in linea	2.240	65.867	12.400	2.703	-
Opere connesse (piazzali, stazioni, fabbricati)	-	1.800	-	-	3.470
Opere viarie connesse	-	2.370	-	-	240
TOTALE macro-tipologia	2.240	88.850			
TOTALE	91.090				

	Legenda	
Vegetazione naturale	A1	Cespuglieti in aree agricole abbandonate
Vegetazione seminaturale	B1	Seminativi semplici
	B2	Prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive
	B3	Colture orticole
	B4	Colture florovivaistiche

Come si evince dalla precedente tabella, la sola incidenza di aree a vegetazione naturale sottratte in modo permanente è dovuta alle opere di linea che interessano un'area di cespuglieti in aree agricole abbandonate. Nello specifico, rispetto alle opere di linea e al valore complessivo di superfici vegetate sottratte in modo permanente, pari a 91.090 m^2, le aree a vegetazione naturale rappresentano circa il 2% dell'intera superficie la restante parte è costituita da coltivi e in particolare seminativi semplici (72%), praterie (14%) e colture orticole il 3%. Le opere connesse interessano per il 2% seminativi semplici e per il 3% colture florovivaistiche; infine, le opere viarie connesse per il 3% del totale interessano dei seminativi semplici e per il 1% colture florovivaistiche.

In riferimento alla matrice naturale interferita dal progetto, nell'elenco seguente viene riportato il singolo caso descrivendolo, dapprima, con riferimento all'uso del suolo (DUSAF 6.0), in seconda analisi alla Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale dei territori esterni ai Parchi e alle Comunità Montane nella quale oltre alle aree boschive vengono riportati anche gli elementi lineari quali siepi e filari; infine si è effettuata una verifica sulla presenza di habitat dalla Carta deli habitat di interesse comunitario (cfr. Tabella 6-27).

Tabella 6-27 Opera in progetto: Tipologie vegetazionali

Pk/Opera	*Tipologia vegetazionale (DUSAF 6.0)*	*PIF – Copertura forestale e sistemi verdi*	*Carta degli habitat di interesse comunitario*
3+500 opera di linea	Cespuglieti in aree agricole abbandonate	Siepi e filari con Composizione Articolate (CA)	-
3+800 – 4+250 opera di linea	Prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive	Siepi continue (1rp)	6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*)"

Dalla tabella precedente è possibile osservare quanto già affermato durante l'analisi delle interferenze con le aree di cantiere fisso riguardo il basso grado di naturalità del territorio interessato confermato dai limitati interessamenti di habitat e comunità vegetali coinvolte.

Nel caso del tratto di opera alla pk 3+500 emerge una sostanziale differenza tra le informazioni del DUSAF 6.0 e della Carta di Copertura forestale e sistemi verdi della Provincia di Bergamo. La prima riporta la presenza di cespuglieti in aree agricole abbandonate mentre nel caso della seconda viene segnalata la presenza di siepi e fasce con "composizione articolata" inoltre, oltre alla differenza di classificazione, si osserva anche una differenza nella distribuzione spaziale. Le siepi e filari interferiti come indicato dal PIF sono rappresentati da specie residuali della vegetazione potenziale e specie alloctone mentre l'interferenza con i cespuglieti è rappresentata da vegetazione sinantropica ai margini di un parcheggio che denotano dunque un basso grado di naturalità.

Figura 6-22 Pk 3+500 – Rilievo fotografico dell'area di indagine

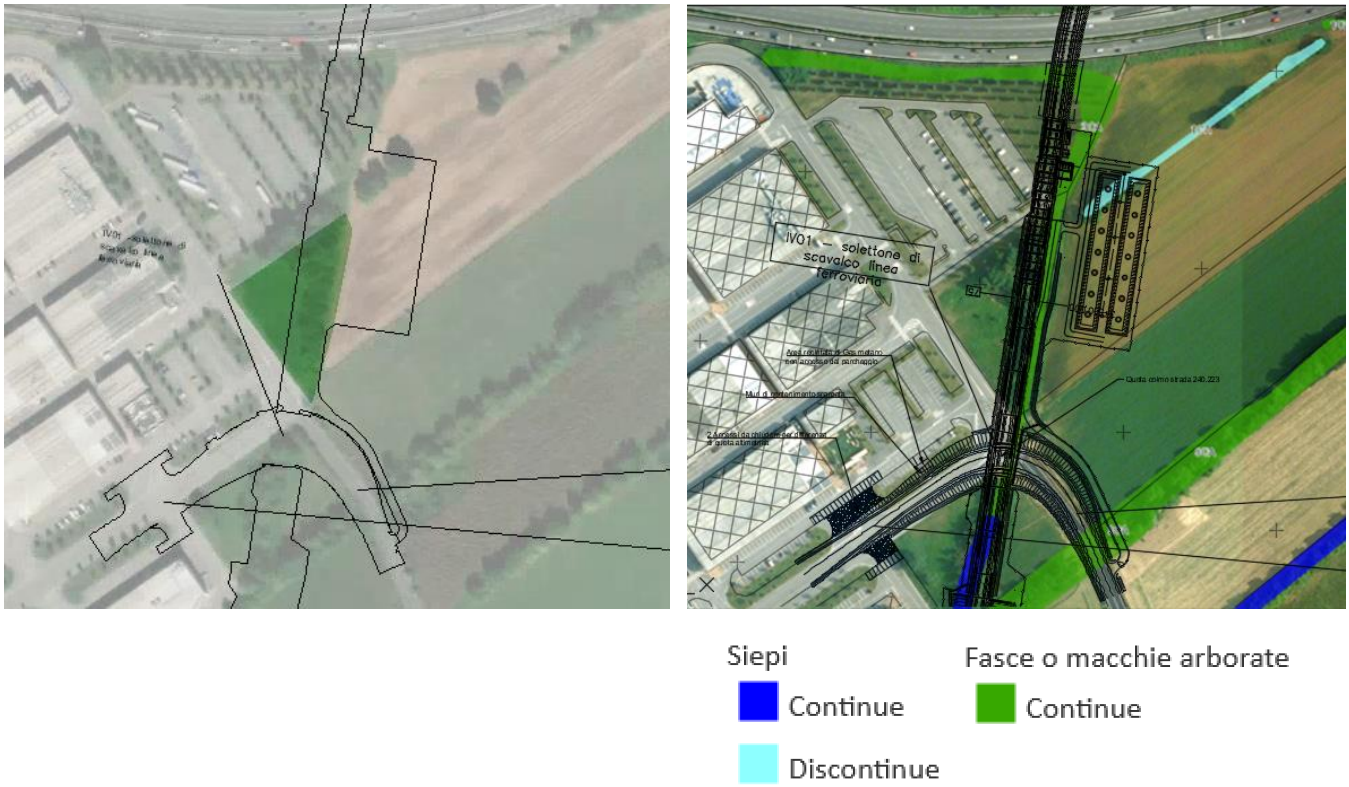


Figura 6-23 Pk 3+500 – A sinistra DUSAF 6.0 con evidenziata l'area a cespuglieto e a destra la Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del PIF

Il secondo caso preso in esame tra la pk 3+800 e la pk 4+250 riporta una casistica particolare nella quale si ritrovano dei sistemi verdi, quali siepi e filari, indicati dal PIF, che sono costituiti dagli elementi lineari arborei e arbustivi di confine dei campi agricoli e gli stessi campi sono indicati nel DUSAF come praterie permanenti e nella Carta degli habitat di interesse comunitario come habitat 6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)".

Come evidenziato già in precedenza si segnala come tale habitat sia proprio di aree a bassa naturalità e come esso sia legato e condizionato dalle attività antropiche e come scomparirebbe in caso di abbandono dell'utilizzo delle pratiche agricole. Anche gli elementi lineari presenti si caratterizzano per una bassa valenza ambientale dovuta all'impoverimento della composizione floristica con presenza di robinia e specie alloctone che hanno sostituito la vegetazione potenziale.

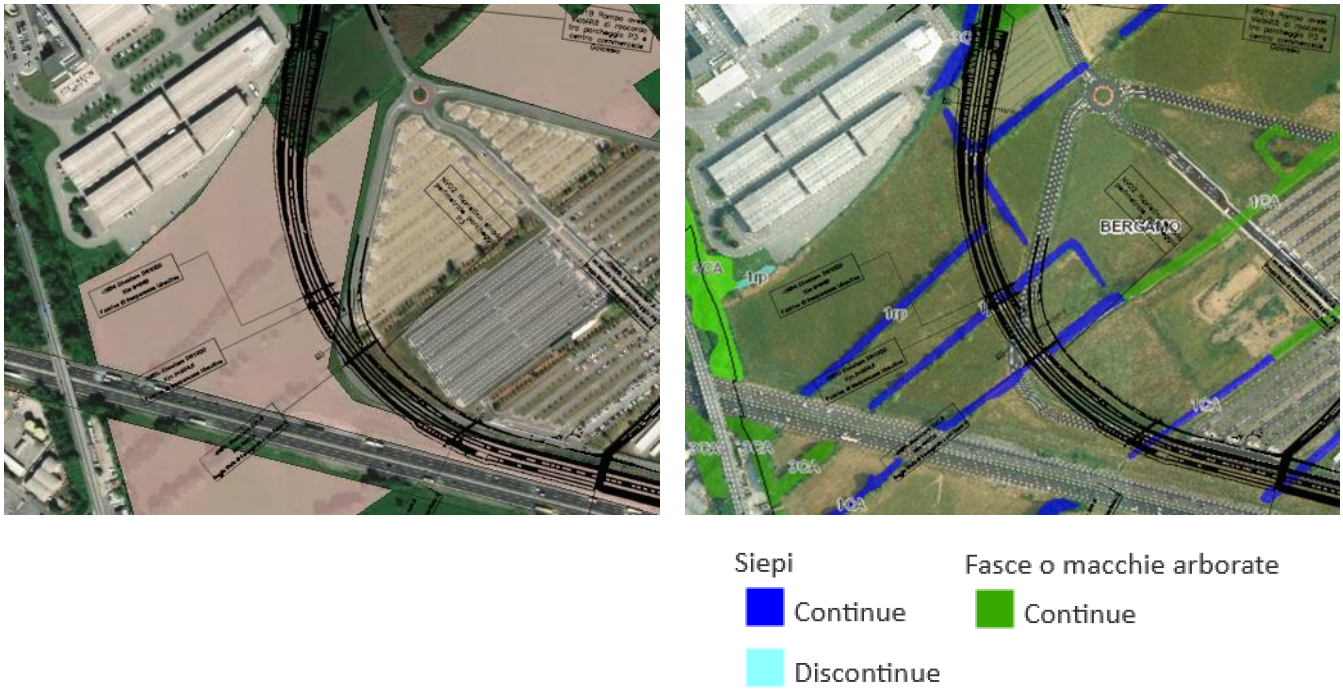


Figura 6-24 Pk 3+800-4+250 – A sinistra DUSAF 6.0 con evidenziata la prateria e a destra la Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del PIF

Figura 6-25 Pk 3+800-4+250 – A sinistra la Carta degli habitat di interesse comunitario e a sinistra il progetto su foto aerea

Figura 6-26 Pk 3+800-4+250 – Rilievo fotografico dell'area di indagine

Dalle analisi, e in particolare dai rilievi fotografici, emerge nella prima casistica, alla pk 3+500, la presenza di vegetazione sinantropica composta da pioppi cipressini (*Popolus nigra* var. italica) con sesto areale posti a corredo di un'area a parcheggio; mentre nel caso delle siepi e filari, che riguardano sia la prima che la seconda casistica, la composizione di tali elementi è rappresentata da robinia (R*obinia pseudoacacia*), sambuco (*Sambucus nigra*), olmo campestre (*Ulmus minior*) e salice di Pechino (*Salix matsudana*). Tutte queste specie confermano il basso livello di naturalità dell'area e degli elementi verdi.

In base a quanto affermato il livello di naturalità di queste aree, che saranno sottratte in modo permanente, è da considerarsi basso in quanto costituito da elementi non di pregio in aree urbane. La restante parte di vegetazione interessata, come nella seconda casistica, è riconducibile alla vegetazione seminaturale dei coltivi in cui l'habitat che vi si rinviene, oltre ad essere molto diffuso nel territorio regionale, è un habitat la cui presenza, come indicato anche dall'Osservatorio per la Biodiversità della Regione Lombardia, deve essere accertata in quanto la sua presenza è legata all'utilizzazione dei campi, degli sfalci e della concimazione per cui può variare verso altre comunità vegetali; inoltre, l'area sottratta in modo permanente riguarda una superficie poco estesa.

In ultimo riguardo gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale previsti in fase progettuale, le opere a verde, non solo andranno ad equiparare la dotazione vegetazionale interessata in modo permanente, quanto anche ad incrementare la naturalità dei luoghi mediante la piantumazione di specie autoctone adeguatamente selezionate.

A fronte dei circa 2.240 m^2 di vegetazione naturale sottratta, gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale prevedono opere a verde per una superficie complessiva pari a circa 24.997 m^2. In tale contesto, è importante evidenziare che l'11% delle opere a verde sono rappresentate da interventi di tipo lineare e il restante 89% è rappresentato da interventi di tipo areale con piantumazione di elementi arbustivi. Le opere a verde sono state adeguatamente progettate, dal punto di vista qualitativo, in modo da considerare le specie climax e nel rispetto delle indicazioni derivanti dalla normativa di Regione Lombardia (in particolare D.d.u.o. 10 febbraio 2020 - n. 1508) e quelle del Piani di Indirizzo Forestale della Provincia di Bergamo.

Sotto il profilo strettamente quantitativo, le opere a verde non solo andranno ad equiparare la dotazione vegetazionale interessata in modo permanente, quanto anche ad incrementare la naturalità dei luoghi mediante la piantumazione di specie autoctone adeguatamente selezionate (cfr. Figura 6-27).

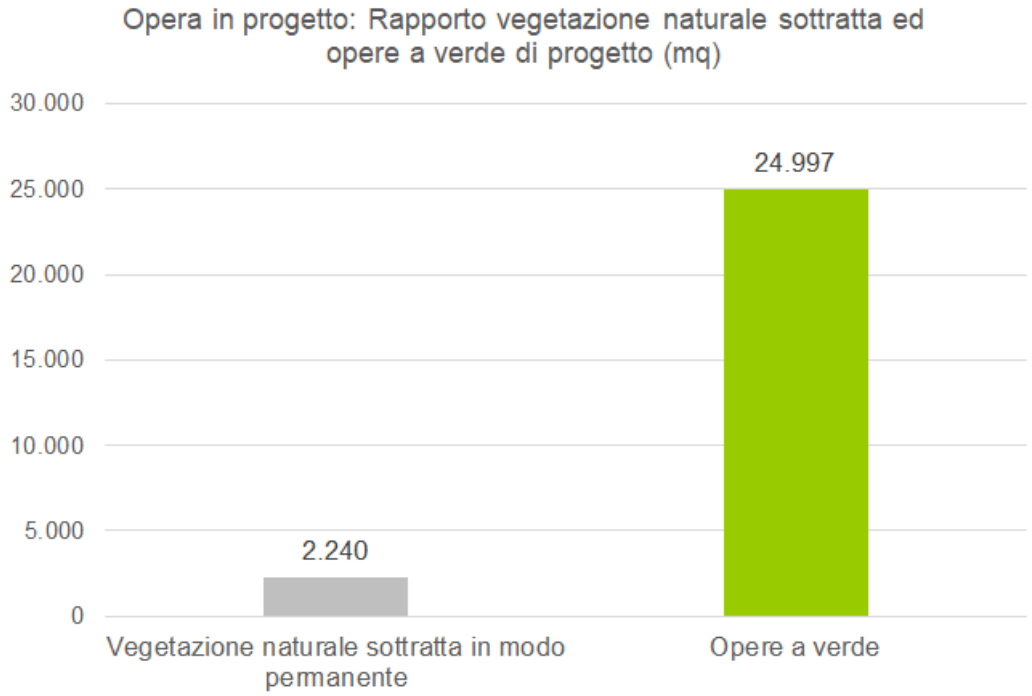


Figura 6-27 Superfici sottratte in modo permanente di vegetazione naturale ed opere a verde in progetto

In ultimo, si ricorda che l'opera in progetto non interessa alcuna area di interesse ambientale, intendendo con tale denominazione quelle aree il cui interesse sia stato ufficialmente riconosciuto attraverso la loro inclusione nell'Elenco ufficiale delle aree naturali protette e/o nella Rete Natura 2000.

In sintesi, considerando le aree di intervento nella loro totalità, la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, la loro naturalità e rappresentatività sul territorio e considerati gli interventi di

mitigazione, facenti parte integrante del progetto, che andranno a ristabilire ed incrementare il sistema del verde del territorio ripristinando le superfici vegetate e quelle agricole, si può ritenere contenuto e quindi trascurabile, l'effetto del progetto in riferimento alla sottrazione di habitat e biocenosi.

6.6.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica

6.6.3.1 Modifica connettività ecologica

All'interno del concetto di biodiversità e della sua tutela, il tema della connettività ecologica, ossia la possibilità per le diverse specie di spostarsi sul territorio al fine di soddisfare le molteplici esigenze connesse alla propria esistenza (ricerca di cibo; riproduzione; allontanamento dal sito di nascita per occupare un proprio territorio; migrazione; etc), riveste un ruolo centrale. In altri termini, la possibilità per gli organismi di spostarsi tra porzioni di habitat idonei e di interscambio con popolazioni limitrofe costituisce un requisito fondamentale al fine di garantire la conservazione della diversità biologica.

All'interno di tale quadro, l'effetto in esame si sostanzia nella modifica di possibilità di dispersione degli individui sul territorio e di incontro e scambio genetico, conseguente all'"effetto barriera" determinato dalla presenza di un'opera lineare scarsamente permeabile.

Ai fini della stima dell'effetto in esame i parametri che rivestono un ruolo principale sono costituiti, per quanto attiene agli aspetti progettuali, dal grado di permeabilità dell'opera in progetto, in ragione dell'incidenza delle diverse tipologie costruttive (rilevato/trincea; viadotto; galleria) e dalla sua localizzazione rispetto ad altre, eventuali, infrastrutture lineari (tangenza; prossimità; distanza).

Per quanto concerne invece i parametri di contesto, al fine di comprendere le principali direttrici lungo le quali si sviluppano, allo stato attuale, i processi di dispersione degli individui sul territorio e le aree che costituiscono i poli di detti spostamenti, si è fatto riferimento alla rappresentazione delle reti ecologiche contenuta nei documenti redatti da fonti istituzionali e/o negli strumenti di pianificazione.

Ancorché sia di fatto impossibile esaurire in poche righe il concetto di "rete ecologica", con tale termine è possibile individuare un sistema interconnesso di habitat, di collegamenti e di interscambi tra aree ed elementi naturali isolati, atto a mantenere la vitalità di popolazioni e specie. In tal senso trova fondamento l'approccio metodologico assunto nel presente studio, che ha scelto di individuare nelle reti ecologiche codificate nella prassi pianificatoria degli Enti territoriali, lo strumento mediante il quale leggere e sintetizzare la complessità di aree attraverso le quali si sviluppano i processi di interazioni tra le diverse popolazioni, e di declinare il tema della connettività ecologica in termini di rapporti intercorrenti tra l'opera in progetto e dette reti.

Stante quanto premesso, nel caso in specie si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- Rete Ecologica Regionale della Lombardia approvata con la D.G.R n.8/10962 del 30 dicembre 2009 pubblicata con BURL n. 26 Edizione speciale del 28 giugno 2010 che ha pubblicato la versione cartacea e digitale degli elaborati
- Rete Ecologica Provinciale definita dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Bergamo e approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n.40 del 22/04/2004

Per quanto attiene la permeabilità dell'opera in progetto lo sviluppo avviene quasi totalmente all'aperto ad eccezione del tratto centrale dove sono presenti delle gallerie artificiali. La presenza di tali opere si verifica in corrispondenza del tratto centrale dell'opera in progetto caratterizzata da estese aree agricole le quali rivestono, grazie alla presenza di siepi e filari dei possibili corridoi di spostamento faunistico. La permeabilità ecologica viene in parte garantita dalle gallerie artificiali e in parte dalle opere idrauliche che sono distribuite lungo tutta l'estensione del progetto e che possono essere utilizzate dagli animali per superare l'opera limitandone l'effetto barriera. A Valle di questa premessa si sottolinea come le formazioni naturali più prossime all'area di intervento che si rinvengono al margine del fiume Serio che è anche un elemento significativo per la Rete ecologica.

Per quanto specificatamente attiene alla RER, occorre evidenziare che l'opera in progetto, intesa come insieme di opere di linea ed opere connesse non interessa alcuno degli elementi di detta rete (cfr. Figura 6-28).

Figura 6-28 Sovrapposizione del tracciato di progetto con la Rete Ecologica Regionale della Lombardia.

In termini di Rete Ecologica Provinciale l'intervento l'ambisce senza interessare delle aree identificate come "Nodi di secondo livello Provinciale" e in particolare "Aree agricole strategiche di connessione, protezione e conservazione". Il PTCP, nel definire la REP, assume e fa propria la Rete Ecologica Regionale, specificandone l'articolazione spaziale e gli elementi costitutivi e nel caso dei nodi e corridoi tra gli indirizzi e le prescrizioni in caso di interventi di trasformazione che possano comprometterne la funzionalità ecosistemica richiede che vengano definiti idonei interventi di mitigazione e compensazione.

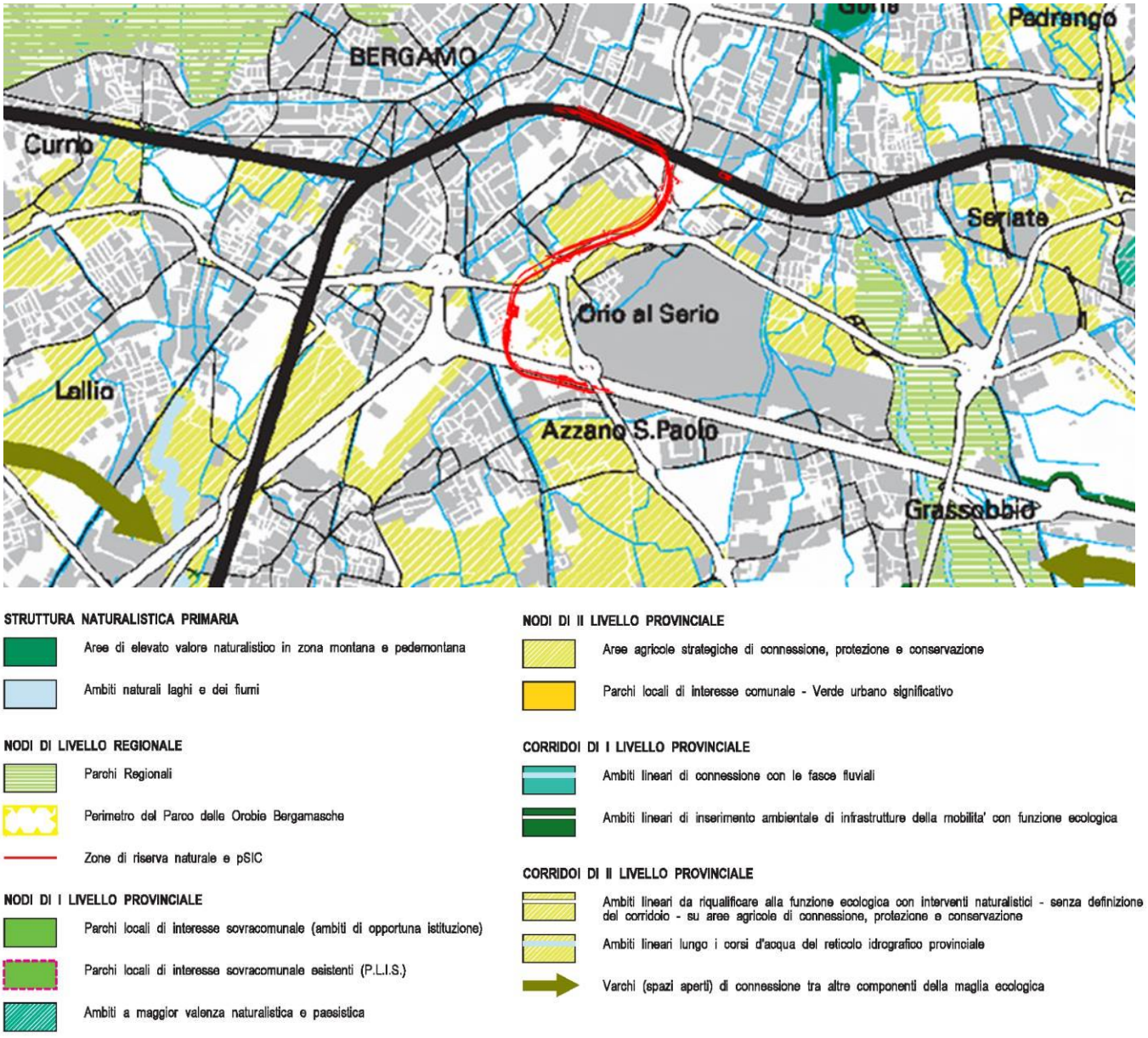


Figura 6-29 Rete Ecologica Provinciale a valenza paesistico-ambientale – tavola E5.5.

Le opere in progetto non interessano direttamente alcun degli elementi della Rete ecologica individuati e le maggiori interferenze si verificano nella dimensione "costruttiva" che è di carattere temporaneo; inoltre l'interferenza potrà essere ridotta mediante il ricorso a interventi mitigativi mirati ad attenuare il disturbo allo spostamento delle specie faunistiche presenti nell'area, frammentando il territorio ed influenzando negativamente la connettività ecologica.

In ultimo si rileva che l'opera in progetto, non interessa direttamente alcuna area naturale protetta ex lege 394/91 e LR 83/86 e della Rete Natura 2000. Le distanze intercorrenti tra tali aree ricadenti entro un raggio

di 5 chilometri dall'asse ferroviario in progetto e quest'ultimo sono riportate nella tabella che segue e rappresentate nelle figure a seguire.

Tabella 6-28 Rapporto delle aree naturali protette e l'infrastruttura in progetto

Area protetta	*Distanza*
Parco naturale "Parco naturale dei Colli di Bergamo"	3.6 km circa
Parco regionale "Parco dei Colli di Bergamo"	1.7 km circa
Parco regionale "Parco del Serio"	2.5 km circa
PLIS "Parco Agricolo Ecologico"	600 m circa
PLIS "Parco del Rio Morla e delle rogge"	950 km circa
PLIS "Parco del Serio Nord"	1.6 km circa
PLIS Naturalserio	3.3 km circa
PLIS "Monte Bastia e del Roccolo"	4 km circa
IT2060012 – Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza (ZSC)	3.2 km circa

Figura 6-30 Siti Rete Natura 2000 (Fonte: Portale Cartografico Nazionale)

Figura 6-31 Parco Naturale dei Colli di Bergamo (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

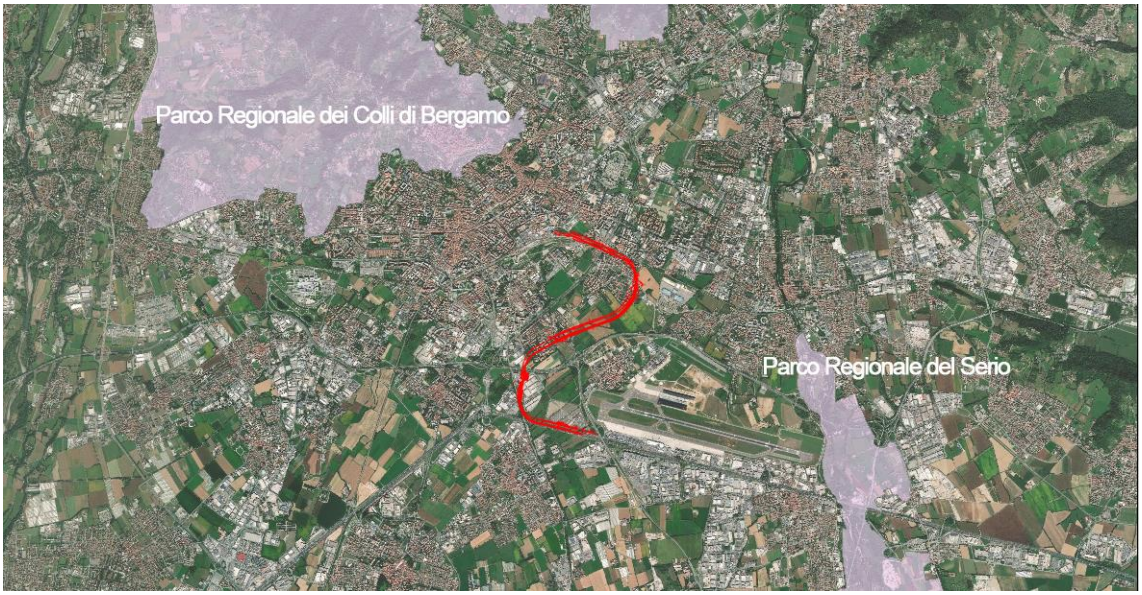


Figura 6-32 Parchi Regionali (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

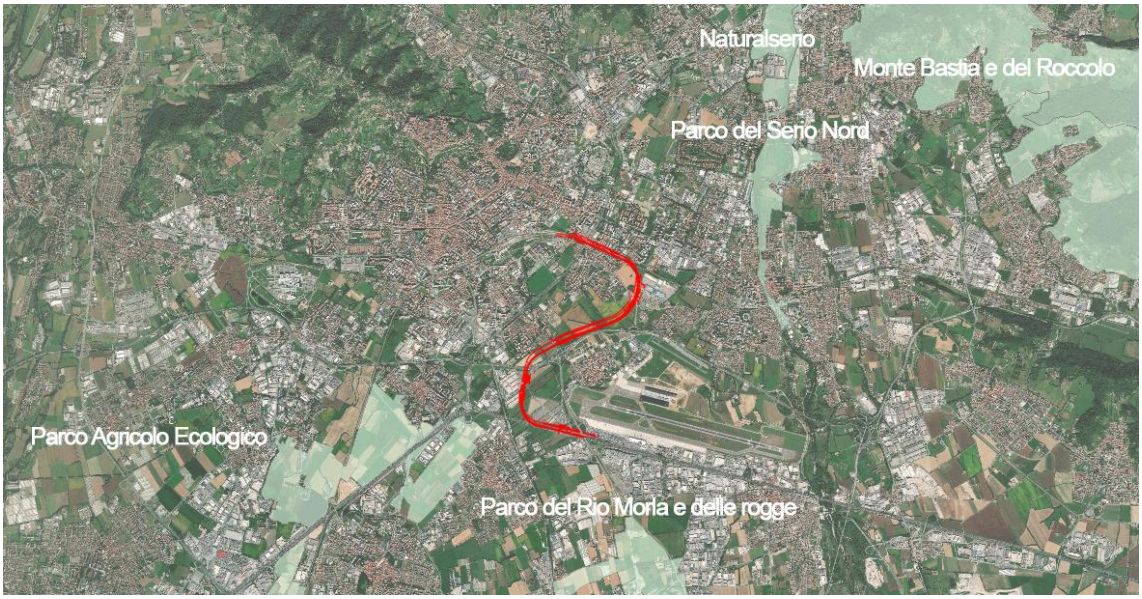


Figura 6-33 PLIS (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

In conclusione, in considerazione delle verifiche fatte, delle caratteristiche del territorio e del fatto che l'infrastruttura in progetto interessa una porzione molto limitata di vegetazione naturale e nessun elemento della RER si può affermare che l'effetto in esame presenti una significatività nulla.

6.7 Territorio e Patrimonio agroalimentare

6.7.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sul Territorio e Patrimonio agroalimentare, intendendo con ciò gli effetti sull'uso appropriato del territorio e sulla produzione agroalimentare di eccellenza.

Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.
Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo una categoria, rappresentata da "Consumo di suolo", "Uso di suolo non urbanizzato" e "Occupazione di suolo destinato a produzioni agricole di particolare qualità e tipicità".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-29, Tabella 6-30).

Tabella 6-29 Territorio e Patrimonio agroalimentare: Matrice di correlazione – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fc	Occupazione di suolo	Tc.1	Modifica degli usi in atto

Tabella 6-30 Territorio e Patrimonio agroalimentare: Matrice di correlazione – dimensione Fisica

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Af.01	Presenza corpo stradale ferroviario	Fb	Uso di suolo non urbanizzato	Tf.1	Consumo di suolo
		Fc	Occupazione di suolo	Tf.2	Modifica degli usi in atto
		Fc	Occupazione di suolo destinato a produzioni agricole di particolare qualità e tipicità	Tf.3	Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza
Af.03	Presenza aree e manufatti connessi alla linea ferroviaria	Fb	Uso di suolo non urbanizzato	Tf.1	Consumo di suolo
		Fc	Occupazione di suolo	Tf.2	Modifica degli usi in atto

Con specifico riferimento alla quantificazione di superfici utilizzate ed occupate dall'opera in progetto, contenuta nei seguenti paragrafi, si precisa che tali valori sono ottenuti dall'analisi degli elaborati grafici di progetto.

6.7.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.7.2.1 Modifica degli usi in atto

L'uso del suolo è un concetto collegato, ma distinto da quello di copertura del suolo. Secondo quanto riportato da ISPRA nell'edizione 2019 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", per copertura del suolo si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, così come definita dalla Direttiva 2007/2/CE[12], mentre per uso del suolo si intende, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce, quindi, una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro.
A questo riguardo, la modifica degli usi in atto viene intesa come il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo, che – generalmente - determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale, sino ad un uso artificiale.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, con riferimento alla dimensione Costruttiva, nel caso in specie, la modifica degli usi in atto è determinata dall'approntamento delle aree di cantiere fisso e pertanto legata all'occupazione di suolo da parte di dette aree di cantiere.
Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle aree di cantiere fisso e dal tipo di uso del suolo interessato. Le tipologie di uso del suolo interessate dalle aree di cantiere sono state desunte dall'ultimo aggiornamento dell'uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0), integrato – in particolare – mediante l'analisi dei rilievi satellitari disponibili sul web.

Per quanto concerne le tipologie di uso in atto, come già evidenziato in precedenza, l'opera in progetto è collocata in un territorio connotato dalla prevalente presenza di aree antropiche e agricole. Le aree agricole sono caratterizzate dalla prevalenza di seminativi semplici ed in misura minore da praterie, colture orticole e florovivaistiche

[12] La Direttiva 2007/2/CE istituisce un'Infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire) per gli scopi delle politiche ambientali e delle politiche o delle attività che possono avere ripercussioni sull'ambiente. L'Italia ha recepito detta direttiva con l'emanazione del DLgs 32/2010.

In termini di occupazione di superficie le aree di cantiere fisso, la cui superficie complessiva ammonta a circa 124.000 m^2 che in linea generale ricadono in aree ad uso agricolo (59%) e aree urbane (41%) senza interessare alcuna area naturale (cfr. Tabella 6-31).

Tabella 6-31 Usi in atto interessati dalle aree di cantiere

Usi in atto		*Superficie (m2)*	
		Parziale	*Totale*
Uso produttivo ed infrastrutturale	1221 - Reti stradali, Reti ferroviarie e spazi accessori	40.800	50.879
	124 - Aeroporti ed eliporti	10.078	
Uso agricolo	2111 – Seminativi semplici	43.060	73.121
	2114 – Colture florovivaistiche	4.597	
	2311 - Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	25.464	
TOT aree di cantiere fisso		124.000	

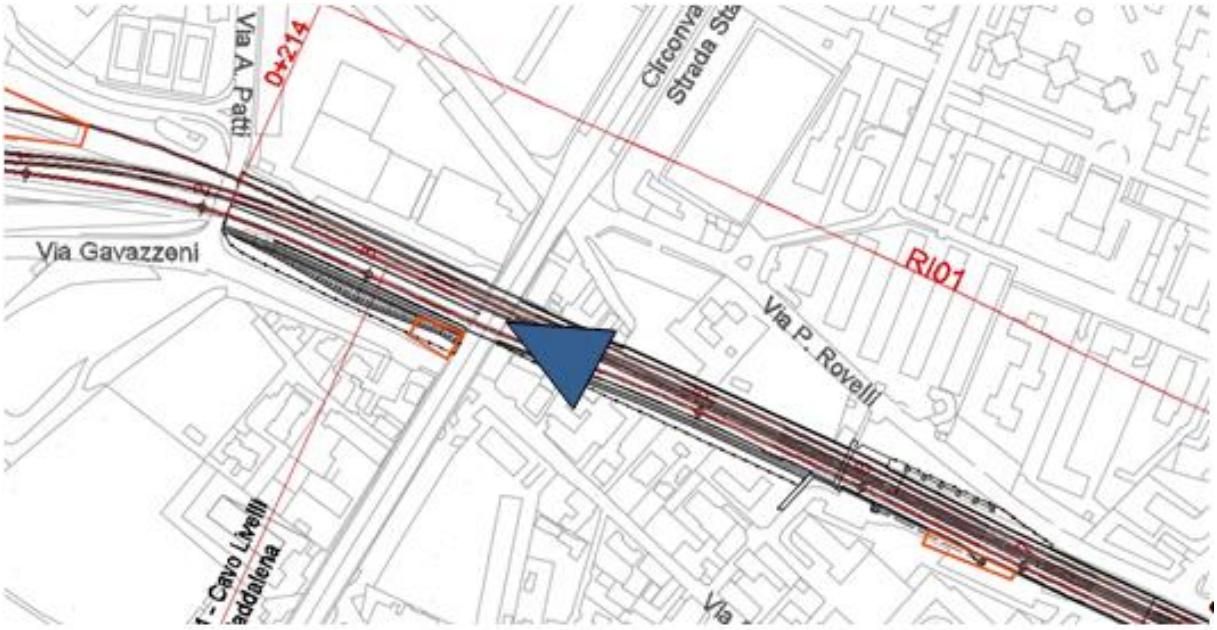


Figura 6-34 Ubicazione e contesto aree di cantiere, in arancio, in ambito urbano

Figura 6-35 Ubicazione e contesto aree di cantiere, in arancio, in ambito agricolo

Figura 6-36 Ubicazione e contesto aree di cantiere, in arancio, in prossimità dell'area aeroportuale

A fronte di tali considerazioni si ritiene lecito ritenere che la durata temporanea della modifica degli usi in atto, unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario gli usi delle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della fase costruttiva, fa sì che il presente effetto possa essere stimato trascurabile.

Si rammenta che al fine di verificare la permanenza delle caratteristiche pedologiche dei terreni nelle aree ad uso agricolo soggette alla localizzazione di aree di cantiere, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale sono state previste specifiche campagne di indagini che saranno condotte in fase di ante operam e post operam.

6.7.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica

6.7.3.1 Consumo di suolo

Al fine di meglio comprendere i termini nei quali sia stato indagato l'effetto potenziale in esame, si ritiene necessario svolgere qualche breve considerazione sul concetto di "consumo di suolo". Come definito in letteratura e segnatamente da ISPRA nell'edizione 2019 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", «il consumo di suolo è un processo associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale con copertura artificiale»[13] e, in tal senso, è un fenomeno derivante da un incremento della copertura artificiale di terreno, legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali. In buona sostanza, come riportato nel citato rapporto, «il consumo di suolo è, quindi, definito come la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) ad una copertura artificiale del suolo (suolo consumato)»[14].

Al fine di comprendere i termini nei quali si sostanzi il fenomeno in esame, occorre ricordare che il suolo, essendo composto da una componente abiotica, ossia i diversi minerali che lo compongono, e da una componente biotica, rappresentata dalle differenti specie di organismi viventi che lo popolano, è un sistema complesso nel quale le due succitate componenti interagiscono continuamente. Il coprire il suolo con materiale impermeabilizzante, ossia il variarne la copertura da non artificiale ad artificiale, comporta la compromissione della componente biotica e, con essa, dei servizi ecosistemici da questo offerti, quali – a titolo esemplificativo - il supporto ed il sostentamento per la componente biotica, e l'assorbimento della CO_2.

In considerazione dei tempi estremamente lunghi necessari alla sua produzione, il suolo può essere considerato come una risorsa non rinnovabile e scarsa.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, secondo la logica di lettura assunta alla base della presente analisi, l'entità di tale tipologia di effetto potenziale è direttamente dipendente dall'estensione areale dell'opera stessa, dall'entità degli interventi di mitigazione previsti e, infine, dal livello di artificializzazione delle aree interessate.

Operativamente, la stima dell'effetto è stata valutata sulla base della tipologia colturale o vegetazionale sottratta e dell'estensione del territorio sottratto. A tal fine sono state considerate come suolo non consumato le aree a vegetazione naturale e seminaturale, per come individuate nell'elaborato cartografico

[13] Op. cit. par. "Consumo, copertura, uso e degrado del suolo"
[14] Ibidem

"Analisi delle risorse naturali suolo, vegetazione, biodiversità" (NM2701D22N5SA0001006-7A) il quale, come in più occasioni ricordato, è stato redatto a partire dagli strati informativi dell'uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0) ed integrato mediante la consultazione della Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale nonché delle foto satellitari disponibili on line.
Per quanto concerne gli aspetti di tipo progettuale ad origine del consumo di suolo, sono state considerate le parti delle opere di linea, ovviamente con l'esclusione dei tratti in cui queste si sviluppano in viadotto, delle opere connesse, nel loro insieme costituite dalle aree di stazione, dai piazzali e fabbricati destinati agli impianti tecnologici, nonché delle opere viarie connesse.

Il contesto territoriale in cui è localizzata l'opera in progetto è connotato dalla prevalente presenza di superfici antropiche costituite da aree urbane e aree agricole sulle quali sono presenti aree residenziali, commerciali e industriali e seminativi semplici, orti e praterie.

Come si evince dalla Tabella 6-32, le opere in progetto comportano un consumo di superfice di suolo non consumato complessivamente pari a circa 83.003 m^2.

Tabella 6-32 Suolo non consumato sottratto per tipologia di opera

Opere in progetto	*Superficie di suolo non consumato interessata (m^2)*
Opere di linea	49.920
Opere connesse	13.211
Opere viarie connesse	19.872
TOTALE	**83.003**

Circa il 60% dell'intero suolo non consumato è sottratto dalle opere di linea, il 16% dalle opere connesse e infine il restante 24% dalle opere viarie connesse.
Il suolo non consumato sottratto è costituito la quasi totalità da aree agricole come seminativi semplici e praterie.
Stante ciò è opportuno sottolineare che gli ambiti agricoli interessati dal nuovo collegamento ferroviario soffrono di situazioni di forte marginalità e frammentarietà in quanto ricompresi all'interno della diffusa urbanizzazione della fascia pedemontana bergamasca. In ultimo, ancorché solo parzialmente influente ai fini della considerazione del consumo di suolo, occorre sottolineare che nell'ambito del presente progetto sono previsti interventi di inserimento paesaggistico ambientale mediante la predisposizione di opere a verde che prevedono la piantumazione di specie arboree e arbustive lungo il tratto di linea ferroviaria di progetto.

A fronte di ciò, è possibile ritenere che l'effetto potenziale in esame possa ritenersi trascurabile.

6.7.3.2 Modifica degli usi in atto

Richiamando quanto già espresso nell'ambito della dimensione Costruttiva in merito alla definizione di uso del suolo (interazione tra uomo e copertura del suolo) e di modifica degli usi in atto (il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo che, generalmente, determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale sino ad un uso artificiale), nel caso della dimensione Fisica, l'effetto in esame si sostanzia nella definitiva trasformazione della tipologia di uso attualmente in atto, determinata dall'occupazione di suolo dovuta all'impronta a terra dell'opera in progetto intesa nella sua totalità, nonché dalla creazione di aree residuali.
Con il termine "aree residuali" si è inteso definire quelle che aree, in ragione delle loro ridotte dimensioni e/o del risultare di fatto inaccessibili, divengono oggetto di processi di abbandono, portando con ciò – seppur indirettamente – ad una modifica degli usi in atto.
In tale ottica, le analisi di seguito riportate hanno considerato il rapporto tra opera in progetto e sistema degli usi in atto non solo in termini strettamente fisici, quanto anche di relazioni intercorrenti tra detta opera e l'assetto territoriale.

Operativamente, i parametri principali che - in termini generali - concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati, per quanto riguarda quello progettuali, dalla estensione superficiale delle opere di linea, con riferimento al corpo stradale ferroviario, delle opere connesse (aree di stazione e relativi piazzali; fabbricati tecnologici e relativi piazzali), nonché delle opere viarie connesse, queste ultime considerate relativamente al corpo stradale.
Per quanto concerne i parametri di contesto, con specifico riferimento al caso in specie, ai fini della ricostruzione del sistema degli usi in atto, si è fatto riferimento alle informazioni desunte dall'ultimo aggiornamento dell'uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0), integrato – in particolare – mediante l'analisi della Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale e dei rilievi satellitari disponibili sul web (Googlemaps aggiornate al 2020).

Sulla base di detti parametri, la stima della significatività dell'effetto è stata condotta considerando l'entità delle aree oggetto di modifica (diretta/indiretta) del sistema degli usi in atto, leggendola in relazione all'estensione complessiva dell'opera in progetto.

Facendo riferimento alla Tabella 6-33, si evince che le opere di linea ricadono prevalentemente in aree il cui uso del suolo è rappresentato da aree artificiali per il 36%, le aree agricole rappresentano il 62% e la restante parte del 2% ricomprende aree naturali.

Tabella 6-33 Usi in atto interessati dalle opere di linea

Opere di linea	*Usi in atto*	*Area (m^2)*
	1112 - Tessuto residenziale continuo mediamente denso	6.770
	1121 - Tessuto residenziale discontinuo	345
	1211 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	3.926
	1221 - Reti stradali e spazi accessori	15.292
	1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	16.209
	124 - Aeroporti ed eliporti	3.222
	1411 - Parchi e Giardini	873
	2111 – seminativi semplici	65.867
	2113 - Colture orticole	2.703
	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	12.399
	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	2.240
Totale		**129.845**

Per quanto concerne le opere connesse, osservando la Tabella 6-34 si evince che il 91% di territorio è interessato da categorie agricole e la restante parte da aree artificiali e in particolare da infrastrutture con il 9%.

Tabella 6-34 Usi in atto interessati dalle opere connesse

Opere connesse	*Usi in atto*	*Area (m^2)*
FA01	124 - Aeroporti ed eliporti	966
	2114 - Colture florovivaistiche	3.470
FA02	1211 - Insediamenti produttivi agricoli	2.435
	2111 - Seminativi semplici	1.800
FV01	1221 - Reti stradali e spazi accessori	368
	124 - Aeroporti ed eliporti	434
Totale		**9.474**

Osservando infine la Tabella 6-35, relativa alle opere viarie connesse, si evince l'assenza di aree naturali, come per le opere connesse, e la maggior parte della superficie interessata, circa il 95% è rappresentata da aree artificiali, mentre solo il 5% da aree agricole.

Tabella 6-35 Usi in atto interessati dalle opere viarie connesse

Opere viarie connesse	*Usi in atto*	*Area (m2)*
NV01	124 - Aeroporti ed eliporti	12.789
	1221 - Reti stradali e spazi accessori	17.445
NV02	124 - Aeroporti ed eliporti	7.298
IR01	1211 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	4.184
IR01	2111 – Seminativi semplici	2.371
Totale		**44.086**

Tabella 6-36 Usi in atto interessati dal progetto nel suo insieme

Usi in atto	*Area (m^2)*	*Percentuale*
Uso produttivo ed infrastrutturale	89.248	48,7%
Uso ricreativo all'aperto	873	0,5%
Uso agricolo	91.044	49,6%
Aree naturali	2.240	1,2%
Totale	**183.405**	**100%**

Analizzando nella sua interezza il progetto in esame, dalla Tabella 6-36 emerge che circa il 49% dei territori interessati dalle opere in progetto sono aree antropiche rappresentate da aree urbane, sistema infrastrutturale, uso produttivo e aree ricreative, circa il 50% è rappresentato da aree agricole e infine l'1% da aree naturali.

Per quanto concerne la creazione delle aree residuali, intese nella duplice accezione assunta, nel caso in specie è possibile affermare che la fattispecie è di fatto pressoché inesistente in ragione delle tipologie infrastrutturali delle opere di linea, della configurazione planimetrica delle opere viarie connesse, nonché – ovviamente – della strutturazione territoriale.

Considerato che le aree oggetto di modifica degli usi in atto sono in gran parte rappresentate da aree a carattere antropico e che detta tipologia risulta largamente prevalente all'interno del contesto territoriale oggetto di intervento, nonché alla luce dell'assenza di aree residuali determinate dalla presenza dell'opera in progetto e degli interventi previsti ai fini del loro recupero, l'effetto in esame può essere ragionevolmente ritenuto trascurabile.

6.7.3.3 Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza

Per le colture e produzioni agroalimentari, in ambito comunitario, sono stati definiti due differenti regolamenti recanti un quadro comune in merito alla protezione delle indicazioni geografiche dei vari prodotti agroalimentari introducendo per la prima volta e in modo omogeneo su tutto il territorio comunitario la strada per la tutela dei prodotti agroalimentari tipici europei. Si tratta del Reg. (CEE) n. 2081/92 del Consiglio del 14 luglio 1992 relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli ed alimentari e del Reg. (CEE) n. 2082/92 del Consiglio del 14 luglio 1992, relativo alle attestazioni di specificità dei prodotti agricoli ed alimentari. Il primo ha introdotto per la prima volta il sistema di protezione della *Denominazione di origine protetta (DOP)* e dell'*Indicazione Geografica Protetta (IGP)* mentre il secondo tutela l'attestazione di *specificità* dei prodotti agricoli ed alimentari.
I due regolamenti successivamente sono stati abrogati e superati dal Reg. (CE) n. 510/2006 e dal Reg. (CE) n. 509/2006, rispettivamente relativi alla *protezione delle indicazioni geografiche* e delle *denominazioni di origine* ed alle *specialità tradizionali garantite dei prodotti agricoli ed alimentari*.
Ad oggi il quadro normativo comunitario sui regimi di qualità dei prodotti agricoli e alimentari è confluito nel Reg. (UE) n. 1151/2012 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 novembre 2012, che ha abrogato la precedente legislazione sulle denominazioni d'origine, le indicazioni geografiche e le specialità tradizionali garantite individuando norme più stringenti.

I temi affrontati nella presente indagine e lo specifico profilo attraverso i quali questi sono stati indagati discendono dalle caratteristiche del contesto di intervento e segnatamente dalla presenza di produzioni agricole di particolare qualità e tipicità, tutelate ai sensi dell'articolo 21 "Norme per la tutela dei territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità" del D.Lgs 228/2001.
Poste tali considerazioni, l'effetto di riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza si sostanzia nella sottrazione di aree destinate alle colture e produzioni tutelate a norma del citato articolo 21 del D.Lgs n. 228/2001 per effetto della presenza delle opere in progetto.

In virtù della logica di analisi assunta alla base del presente documento, i principali parametri che concorrono a determinare l'entità di tale effetto sono individuabili nella impronta a terra delle opere in progetto, nella tipologia colturale sottratta e nell'estensione di territorio agricolo sottratto e, conseguentemente, nella riduzione a livello locale dell'idoneità e della funzionalità di tali superfici.

Nell'ambito della produzione di qualità del territorio oggetto di analisi, i prodotti dotati di certificazione sono rappresentati da prodotti legati all'agricoltura e alla pastorizia con prodotti come l'olio extravergine di oliva,

formaggi e diversi vini. Nel dettaglio si registrano due vini con marchio DOC, uno DOCG e uno IGT, cinque prodotti IGP rappresentati da salumi e otto prodotti DOP rappresentati da un olio e diversi formaggi.

Analizzando i dati esposti nei precedenti paragrafi risulta evidente come le maggiori interferenze si registrino a carico di seminativi semplici e orti mentre non vengono interessati vigneti, oliveti o aree a pascolo. In ragione di quanto considerato sin qui, è possibile quindi ritenere che l'entità dell'effetto di riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza possa ragionevolmente considerarsi nullo.

6.8 Patrimonio culturale e Beni materiali

6.8.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sul Patrimonio Culturale e sui Beni materiali, inteso nella duplice accezione di alterazione del patrimonio culturale così come definito all'art. 2 co.1 del D.Lgs 42/2004, dei beni a valenza storico-testimoniale e dei beni materiali a prescindere dalla loro valenza dal punto di vista della qualità architettonica.
Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.
Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).
I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Eradicazione vegetale", "Interferenza con presenze archeologiche" e "Sottrazione del patrimonio edilizio".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-37).

Tabella 6-37 Patrimonio culturale e beni materiali: Matrice di casualità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fc	Eradicazione vegetale	Mc.1	Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale
		Fc	Interferenza con presenze archeologiche		
Ac.02	Scavi di terreno	Fc	Interferenze con presenze archeologiche		
Ac.04	Demolizioni manufatti	Fc	Sottrazione del patrimonio edilizio	Mc.2	Alterazione fisica dei beni materiali

6.8.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.8.2.1 Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale

Prima di entrare nel merito dell'effetto in esame, determinato dall'alterazione e/o compromissione dei beni costitutivi il patrimonio culturale, si ritiene necessario condurre alcune precisazioni in merito all'accezione secondo la quale nel presente studio è stato affrontato il concetto di patrimonio culturale.

In breve, il concetto di patrimonio culturale e, con esso, l'ambito tematico assunto alla base della presente analisi, fa riferimento a due distinte categorie di beni costitutivi detto patrimonio, rappresentate dai beni soggetti a disposizioni di tutela in base al D.lgs. 42/2004 e smi e dal patrimonio storico testimoniale.

Per quanto attiene alla prima categoria, come indicato al precedente paragrafo 3.2, secondo quanto disposto dall'art. 2 del D.lgs. 42/2004 e smi "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Parte Prima, con Patrimonio culturale si è inteso riferirsi sia ai beni culturali, ossia «*le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà*», sia ai beni paesaggistici, costituiti dagli «*immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge*».

I beni culturali, ai sensi dell'art. 20 del D.lgs. 42/2004 e smi, «*non possono essere distrutti, deteriorati, danneggiati o adibiti ad usi non compatibili con il loro carattere storico o artistico*», mentre, per quanto attiene ai beni paesaggistici, l'art. 146 del D.lgs. 42/2004 e smi stabilisce che «*i proprietari, possessori o detentori a qualsiasi titolo* [di tali beni paesaggistici] *non possono distruggerli, né introdurvi modificazioni che rechino pregiudizio ai valori paesaggistici oggetto di protezione*».

Relativamente alla seconda categoria di beni costitutivi il patrimonio culturale, questi sono stati riconosciuti negli elementi del sistema insediativo che, a prescindere dal regime di tutela al quale sono sottoposti, possono essere individuati come espressione dell'identità locale del contesto territoriale oggetto di analisi.

Ciò premesso, per entrambe le categorie di beni costitutivi il patrimonio culturale, l'effetto in esame è stato inteso in termini di compromissione dell'integrità fisica di detti beni, quale esito delle attività e delle lavorazioni previste in fase di costruzione.

Operativamente, i parametri principali che concorrono a determinare l'entità di tale tipologia di effetto potenziale sono stati identificati, in termini complessivi, nell'entità delle situazioni individuate rispetto all'intera estensione dell'opera in progetto. Per quanto nello specifico riguarda ognuna di dette situazioni, la stima dell'effetto è riferita, da un lato, alla natura della compromissione (temporanea / definitiva; parziale / totale) e, dall'altro, alla rappresentatività del bene interessato in termini di elemento appartenente al patrimonio culturale lato sensu ed in relazione alla sua usualità all'interno del contesto territoriale indagato. Per quanto concerne gli aspetti conoscitivi, la ricognizione dei beni del patrimonio culturale ai sensi del Dlgs 42/2004 e smi, è stata condotta facendo riferimento alle fonti conoscitive di seguito elencate, consultate nel periodo intercorrente in agosto 2020:

- *Beni culturali: Regione Lombardia, Geoportale, Tavole di previsioni di Piano dei PGT redatti dai Comuni Agg. 2017.02.01*
- *Beni paesaggistici: Regione Lombardia, Geoportale, Vincoli Paesaggistici – Agg. 2017.12.31*

In merito al riconoscimento dei manufatti edilizi a valenza storico-testimoniale, anche a tal fine si è fatto ricorso al quadro conoscitivo prodotto dalle fonti conoscitive istituzionali, nello specifico conducendo detta attività attraverso la consultazione di:

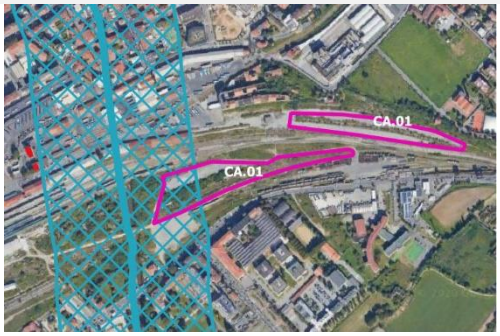
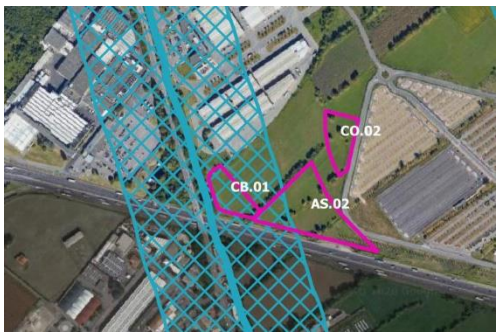
- *Regione Lombardia, Geoportale, Tavole di previsioni di Piano dei PGT redatti dai Comuni, strati informativi: Beni storico – culturali esistenti, Nuclei di antica formazione – Agg. 2017.02.01*

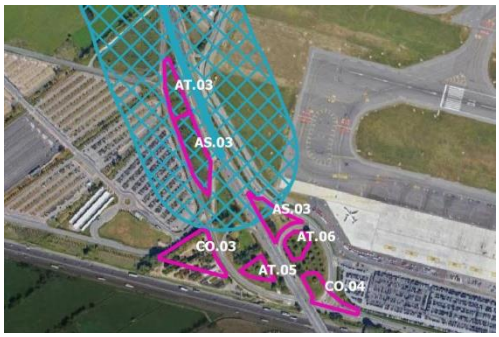
Come si è avuto modo di indagare in precedenza, l'ambito territoriale all'interno del quale si inseriscono le opere in progetto si caratterizza per la presenza di numerosi beni appartenenti al patrimonio culturale, secondo l'accezione datane nella presente indagine. Pertanto, la presente analisi ha posto l'attenzione a quegli elementi del patrimonio culturale maggiormente rappresentativi dei valori storici, culturali e paesaggistici del contesto territoriale indagato, costituiti da Beni di interesse culturale dichiarato di cui all'art. 10 del D.Lgs 42/2004 e smi e Aree di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs 42/2004 e smi. Infine, si segnalano Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 DLgs 42/2004 e nello specifico corsi d'acqua e relative sponde tutelate di cui alla lett. c) e territori boscati di cui alla lett. g).

Rispetto tale articolazione del patrimonio culturale appena descritto in maniera sintetica, si pone in evidenza che alcun bene tutelato a termini della Parte II del DLgs 42/2004 e smi risulta interessato dalle aree di cantiere fisso e dalle aree di lavoro; analogamente, alcun Immobile ed area di notevole interesse pubblico tutelato ai sensi dell'art. 136, Parte Terza del medesimo Decreto risulta interessato dalle aree di cantiere fisso e di lavoro. Gli unici beni appartenenti al patrimonio culturale e, in particolare, beni paesaggistici interessati dalle aree di cantierizzazione sono costituiti dalle fasce di rispetto dei corsi d'acqua per una profondità di 150 metri ciascuna di cui all'articolo 142 co. 1 lett c) del D.lgs. 42/2004 e smi.

Entrando nel merito del caso in specie e delle aree tutelate *ope legis* ai sensi dell'art. 142 lett. c), relativamente alle aree di cantiere in esse ricadenti occorre, in primo luogo, sottolineare che la *ratio* secondo la quale la norma sottopone a tutela detta tipologia di beni risiede nell'aver ad essi attribuita la valenza di elementi tipologici di strutturazione e caratterizzazione del paesaggio e non nell'aver riconosciuto in tali luoghi particolari e specifici valori paesaggistici. Ciò premesso, l'analisi condotta, il cui esito è rappresentato in Tabella 6-38, è stata espressamente rivolta a verificare l'esistenza e la consistenza, all'interno delle aree interessate dalla localizzazione dei cantieri, di elementi rappresentativi della tipologia di paesaggio che la norma ha inteso tutelare.

Tabella 6-38 Aree di cantiere fisso ricadenti entro aree tutelate ope legis ai sensi dell'articolo 142 co.1 lett. c)

Area di cantiere	***Descrizione dei luoghi***
	**CA.01** L'area per l'armamento tecnologico occupa un'area di pertinenza ferroviaria nei pressi della stazione di Bergamo in area interamente artificializzata, comunque libera da manufatti di significativa rilevanza; assenti formazioni vegetali di rilievo.
	**CB.01, AS.02** I siti scelti per la cantierizzazione sono caratterizzati dall'uso agricolo, seminativi semplici e colture erbacee estensive. In nessuna delle aree sono presenti associazioni vegetali naturali o semi naturali. Non si riscontra la presenza di manufatti a cui è possibile attribuire valore storico testimoniale.



AT.03, AS.03A/B

Le aree di cantiere a ridosso della SP591bis e il parcheggio dell'aeroporto occupano parte di territorio che si presenta come una sorta di *enclave*, chiusa dalle infrastrutture, in cui prevalgono terreni coltivati o oggetto di sistemazioni a verde; l'oggetto della tutela, la roggia Morla che corre parallela la strada, risulta priva di formazioni vegetazionali di rilievo.

Se da un lato le operazioni di approntamento di aree di cantiere fisso e le lavorazioni in esse previste non sono causa di alterazione di elementi connotanti o qualificanti l'assetto delle aree in prossimità delle sponde della roggia Morla, dall'altro occorre porre attenzione a quanto specificatamente accade lungo il corso della roggia stessa durante la fase costruttiva delle opere in progetto e segnatamente la realizzazione dell'Opera IN06.

L'opera consta in un canale a U che consente alla roggia di proseguire il suo corso superando lo scavo della galleria artificiale GA01B, tale realizzazione comporta necessariamente la temporanea deviazione del ramo A del Morla.

Figura 6-37 Schematizzazione delle fasi di realizzazione dell'Opera IN06. In bianco il tratto del tracciato ferroviario in galleria artificiale

Dalla schematizzazione sopra in Figura 6-37 è possibile dedurre due aspetti significativi riguardo la temporanea deviazione del canale: il primo, prettamente funzionale, riguarda la possibilità di non alterare l'operatività del canale; il secondo è la possibilità del ripristino del corso dello stesso in sede all'attuale, limitando l'effetto ad una parziale alterazione del bene in un lasso di tempo limitato.

A fronte delle considerazioni fin ora illustrate, si ritiene che potenziali alterazioni di beni del patrimonio culturale possano ritenersi trascurabili.

6.8.2.2 Alterazione fisica dei beni materiali

L'effetto potenziale in esame è stato identificato nella compromissione dell'integrità fisica dei manufatti del patrimonio edilizio, inteso nella sua totalità e – pertanto - a prescindere dal regime di tutela ai quali detti manufatti sono sottoposti.
In tal senso, i parametri che concorrono alla stima dell'effetto indagato sono stati identificati nell'entità delle demolizioni dei manufatti edilizi interferenti con l'opera in progetto, letta in relazione alla sua estensione complessiva, nonché rispetto alla tipologia funzionale ed alla qualità architettonica di detti manufatti. A tal riguardo si precisa che il requisito della "qualità architettonica" non è stato in alcun modo riferito ad un giudizio di tipo estetico, criterio che, essendo per sua natura soggettivo, sarebbe opinabile, quanto invece alla loro rispondenza ai tipi edilizi ed al linguaggio architettonico che connotano il tessuto edilizio a valenza storico-testimoniale. Si ricorda altresì che l'analisi degli effetti relativi ai manufatti ai quali è stata riconosciuta valenza storico-testimoniale è stata affrontata nel precedente paragrafo 6.8.2.1.

La struttura insediativa nell'ambito territoriale oggetto di studio è da riferirsi alla conurbazione a sud di Bergamo. La crescita della città è storicamente avvenuta principalmente lungo le radiali est ed ovest, poiché a sud lo scalo ferroviario ha di fatto definito per lunghi anni una linea di arresto all'espansione dell'edificato sui campi coltivati. Il territorio, di antica connotazione agricola, è attualmente caratterizzato da una situazione di marginalità diffusa degli ambiti coltivati, in quanto lo sviluppo rapido dell'edificato ha dato luogo ad una situazione agricola prevalentemente residuale, fortemente erosa dal tessuto cittadino.
Grossi centri urbanizzati, insediamenti industriali e commerciali tra i più grossi della provincia creano il tessuto connettivo principale di questo ambito.
I centri urbanizzati distribuiti sul territorio hanno mantenuto uno sviluppo radiale a partire dal nucleo originario. Attorno ai centri storici originari si sono sviluppati insediamenti residenziali ramificati lungo le strade sulle quali si sono spesso attestati insediamenti produttivi.
Tali centri urbani sono caratterizzati dai principali fenomeni di degrado riconducibili ai processi di urbanizzazione, infrastrutturazione, diffusione di pratiche e usi urbani, generalmente caratterizzati da un marcato disordine fisico, esito di un processo evolutivo del territorio che vede il sovrapporsi, senza confronto con una visione d'insieme, di differenti e spesso contraddittorie logiche insediative.

All'interno della struttura insediativa così delineata il progetto per il nuovo collegamento ferroviario Bergamo – Aeroporto, che interessa maggiormente l'ambito prettamente agricolo, prevede la demolizione di tre manufatti, due lungo la linea ferroviaria esistente, il terzo in prossimità dell'aeroporto Orio al Serio.

Figura 6-38 Tipologia di manufatti in demolizione

Le tre tipologie di manufatti per cui si prevede la demolizione danno luogo a due diverse condizioni per cui è possibile valutare l'effetto atteso.

La prima è inerente i primi due manufatti rappresentati in Figura 6-38, per cui è possibile affermare che potenziali alterazioni di beni materiali possa considerarsi irrilevante in virtù dell'evidente fatto che, oltre a non essere parte del disegno urbano, non rispondono ai canoni estetico-storico culturali riscontrabili nei più consolidati brani di città oggetto del presente Studio.

La seconda condizione riguarda l'unico edificio residenziale oggetto di demolizione ricadente in area ferroviaria.

Come è possibile osservare dall'immagine l'edificio, per dimensionamenti e linguaggio architettonico adottati risulta ben inserito all'interno del contesto urbano di Boccaleone, quartiere di Bergamo con forti caratteri di eterogeneità edilizia nella complicata maglia urbana di cui si compone in cui emergono due complessi architettonici di particolare rilievo storico culturale, quali la scuola materna della Divina Provvidenza e il vicino edificio a corte con giardino di origine rurale.

Stante quanto emerge dalla documentazione consultata in riferimento agli allegati della strumentazione urbanistica, Allegato 2 IBCAA al Piano delle Regole e la consultazione del database topografico SIGI del comune di Bergamo, all'edificio in parola, sebbene costruito secondo canoni estetici in linea alla tradizione o più specificatamente "in stile", non vi è attribuita rilevanza storica o storico testimoniale, in quanto al di fuori da nuclei dei complessi architettonici di più antica orgine.

A fronte di tali considerazioni, in virtù dell'esiguo numero e del tipo di manufatti in demolizione, si ritiene che potenziali alterazioni di beni materiali, ancorché a valenza storico testimoniale o culturale siano da ritenersi trascurabili.

6.9 Paesaggio

6.9.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sul Paesaggio, inteso nella duplice accezione di strato superficiale derivante dall'alterazione della struttura del paesaggio e delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo.

Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo quattro categorie, rappresentate dalla "Riduzione/eliminazione di elementi di matrice strutturanti e/o caratterizzanti il paesaggio", "Introduzione di elementi di strutturazione del paesaggio", "Intrusione visiva" e "Variazione dei rapporti di tipo concettuale intercorrenti tra fruitore e quadro scenico".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-39 e Tabella 6-40).

Tabella 6-39 Paesaggio: Matrice di correlazione – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fc	Riduzione / eliminazione di elementi strutturanti e/o caratterizzanti il paesaggio	Pc.1	Modifica della struttura del Paesaggio
Ac.02	Scavi di terreno				
Ac.03	Demolizioni manufatti				
Ac.10	Presenza aree di cantiere fisso		Intrusione fisica	Pc.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

Tabella 6-40 Paesaggio: Matrice di correlazione – dimensione Fisica

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Af.01	Presenza corpo stradale ferroviario	Fc	Introduzione di elementi di strutturazione del paesaggio	Pf.1	Modifica della struttura del paesaggio
			Intrusione fisica	Pf.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo
			Variazione dei rapporti di tra gli elementi del quadro scenico		
Af.02	Presenza manufatti infrastrutturali		Introduzione di nuovi elementi di strutturazione del paesaggio	Pf.1	Modifica della struttura del paesaggio
			Intrusione fisica	Pf.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo
			Variazione dei rapporti di tra gli elementi del quadro scenico		
Af.03	Presenza aree e manufatti connessi alla linea ferroviaria		Introduzione di nuovi elementi di strutturazione del paesaggio	Pf.1	Modifica della struttura del paesaggio
			Intrusione fisica	Pf.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo
			Variazione dei rapporti di tra gli elementi del quadro scenico		

6.9.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.9.2.1 Modifica della struttura del paesaggio

L'effetto in esame fa riferimento alla distinzione, di ordine teorico, tra le due diverse accezioni sulla base delle quali è possibile considerare il concetto di paesaggio e, segnatamente, a quella intercorrente tra "strutturale" e "cognitiva".

In breve, muovendo dalla definizione di paesaggio come «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»[15] e dal conseguente superamento di quella sola dimensione estetica che aveva trovato espressione nell'emanazione delle leggi di tutela dei beni culturali e paesaggistici volute dal Ministero

[15] "Convenzione europea del paesaggio" art. 1 "Definizioni", ratificata dall'Italia il 09 Gennaio 2006

Giuseppe Bottai nel 1939, l'accezione strutturale centra la propria attenzione sugli aspetti fisici, formali e funzionali, mentre quella cognitiva è rivolta a quelli estetici, percettivi ed interpretativi[16].

Stante la predetta articolazione, con il concetto di modifica della struttura del paesaggio ci si è intesi riferire ad un articolato insieme di trasformazioni relative alle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio. Tale insieme, nel seguito descritto con riferimento ad alcune delle principali azioni che possono esserne all'origine, è composto dalle modifiche dell'assetto morfologico (a seguito di sbancamenti e movimenti di terra significativi), vegetazionale (a seguito dell'eliminazione di formazioni arboreo-arbustive, ripariali, etc), colturale (a seguito della cancellazione della struttura particellare, di assetti colturali tradizionali), insediativo (a seguito di variazione delle regole insediative conseguente all'introduzione di nuovi elementi da queste difformi per forma, funzioni e giaciture, o dell'eliminazione di elementi storici, quali manufatti e tracciati viari).

Sulla scorta di tale inquadramento concettuale, per quanto specificatamente attiene alla dimensione Costruttiva, i principali parametri che concorrono alla significatività dell'effetto in esame possono essere identificati, sotto il profilo progettuale, nella localizzazione delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, nonché nell'entità delle lavorazioni previste che, nel caso in specie attengono all'approntamento delle aree di cantiere, agli scavi di terreno.

Per quanto concerne il contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella valenza rivestita dagli elementi interessati dalle attività di cantierizzazione, quali fattori di strutturazione e caratterizzazione del paesaggio; a tale riguardo si specifica che, in tal caso, il riconoscimento di detta valenza, ossia della capacità di ciascun componente del paesaggio di configurarsi come elemento di sua strutturazione o caratterizzazione, non deriva dal regime normativo al quale detto elemento è soggetto, quanto invece dalle risultanze delle analisi condotte.

Per quanto concerne specifici caratteri della struttura del paesaggio afferente alla pianura bergamasca suscettibili di potenziali effetti, questi possono riferirsi ai fondi delle colture intensive alle aree agricole periurbane interstiziali, ritagliate all'interno di un territorio fortemente urbanizzato a seguito dell'espansione industriale, residenziale e commerciale della città.

[16] Per approfondimenti: Giancarlo Poli "Verso una nuova gestione del paesaggio", in "Relazione paesaggistica: finalità e contenuti" Gangemi Editore 2006

La relazione tra l'opera, intesa nella sua dimensione costruttiva, e la struttura del paesaggio, non determina, nel complesso, un effetto rilevante sul paesaggio in considerazione del fatto che, rispetto alla complessiva superficie occupata dalle aree di cantiere fisso, circa la metà ricade in aree pertinenziali le infrastrutture esistenti o ad uso produttivo e commerciale, mentre l'altra metà in aree agricole.
Occorre inoltre evidenziare che, unitamente al carattere temporaneo dell'opera nella sua dimensione costruttiva, per le aree occupate dai cantieri fissi è previsto il ripristino degli stati originari al termine delle lavorazioni.

Le immagini in Figura 6-39 e Figura 6-40 sono esemplificative della tipologia di contesto paesaggistico in cui si inseriscono le opere in progetto.
Il territorio di antica connotazione agricola è attualmente caratterizzato da una situazione di marginalità diffusa degli ambiti coltivati, in quanto lo sviluppo rapido dell'edificato ha dato luogo ad una situazione agricola prevalentemente residuale, fortemente erosa dal tessuto cittadino.
La struttura del paesaggio che ne è conseguenza ha seguito l'evoluzione urbana recente, configurando assetti sempre meno caratterizzati nel loro disegno distributivo e sempre più legati alla diffusione del sistema urbano, che ha profondamente modificato la struttura storicamente affermatisi in questo territorio.

Figura 6-39 Cantierizzazione in aree di pertinenza delle infrastrutture e aree ad uso produttivo e commerciale.

Figura 6-40 Cantierizzazione in aree agricole.

Con specifico riferimento alle aree di cantiere fisso in aree agricole, è opportuno rammentare che, rappresentano permanenze dell'attività agricola tradizionale nelle colture intensive le arborescenze lungo i canali e le rogge per l'irrigazione o posti lungo le partizioni dei fondi agricoli.
A tal proposito si evidenzia come le aree di cantiere CB.01, AS.02 e CO.02 (a destra in Figura 6-40) occupano aree connotate da prati stabili su cui insistono dei filari arborei potenzialmente soggetti a riduzione così come deducibile dalle informazioni contenute nella carta dell'Uso e copertura del suolo DUSAF 2018 consultabile dal Geoportale della Lombardia.

Figura 6-41 Rapporto intercorrente tra le aree di cantiere fisso CB.01, AS.02 e CO.02 e il tipo di compagine vegetazionale costituente il filare arboreo arbustivo.

La compagine vegetazionale che potenzialmente vive su tale tipologia di terreno è afferente a quella più comunemente conosciuta come prato fiorito, specie quali *Achillea millefolium* agg., *Salvia pratensis*, ecc, popolano il prato con vistose fioriture a seguito di operazioni sfalci e concimazioni. Il loro abbandono conduce a rapide fasi di incespugliamenti precedute da altre cenosi erbacee. L'area, oggetto di approfondimento di analisi, presenta le medesime caratteristiche del prato in fase di abbandono, rispetto tale osservazione, un utile elemento ai fini della stima dell'effetto atteso è dato dalla considerazione delle specie vegetali che costituiscono il filare caratterizzato dalla prevalente presenza di specie alloctone ed altamente invasive e, in quanto tale in contrasto con la vegetazione naturale autoctona circostante.
In ragione di tali considerazioni è possibile affermare che, la limitata sottrazione di tale compagine vegetazionale, non si configura in alcun modo una riduzione di elementi connotanti il paesaggio agricolo della bergamasca.

Per quanto attiene alla potenziale modifica della struttura del paesaggio derivante dalla demolizione dei manufatti edilizi, nell'ambito delle analisi relative al patrimonio culturale e storico testimoniale sono stati condotti approfondimenti relativi la qualità architettonica dei manufatti che costituiscono la struttura insediativa della conurbazione bergamasca, che pur mantenendo un elevato grado di leggibilità del processo insediativo in maniera radiale a partire dal nucleo originario, risulta essere poi influenzata dai

principali fenomeni di degrado con l'esito di un processo evolutivo del territorio che vede il sovrapporsi, senza confronto con una visione d'insieme, di differenti e spesso contraddittorie logiche insediative.
La tipologia edilizia interessata dalle attività di cantiere risulta del tutto estranei alla rete delle permanenze a valenza storico testimoniale del territorio, quanto soprattutto privi di qualsiasi riferimento ai valori identitari locali. Stante ciò e, tenuto conto delle valutazioni effettuate nell'ambito dell'analisi dell'Alterazione fisica di beni materiali (cfr. par. 6.8.2.2.), si ritiene che non vi siano rilevanti modifiche sulla struttura insediativa.

A fronte delle considerazioni sopra si ritiene che potenziali modifiche della struttura del paesaggio riferiti alla dimensione costruttiva siano trascurabili.

6.9.2.2 Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

Gli effetti in esame fanno riferimento alla seconda delle due accezioni sulla scorta delle quali, come illustrato nel precedente paragrafo, è possibile affrontare il tema del paesaggio e, segnatamente, a quella "cognitiva".
Posto che nell'economia del presente documento si è assunta la scelta di rivolgere l'attenzione agli aspetti percettivi ed a quelli interpretativi, in entrambi i casi le tipologie di effetti potenziali ad essi relativi riguardano la modifica delle relazioni intercorrenti tra "fruitore" e "paesaggio scenico", determinata dalla presenza di manufatti ed impianti tecnologici nelle fasi di realizzazione delle opere.
Il discrimine esistente tra dette due tipologie di effetti, ossia tra la modifica delle condizioni percettive, da un lato, e la modifica del paesaggio percettivo, dall'altro, attiene alla tipologia di relazioni prese in considerazione.
In breve, nel primo caso, la tipologia di relazioni prese in considerazione sono quelle visive; in tal caso, l'effetto determinato dalla presenza delle aree di cantiere si sostanzia nella conformazione delle visuali esperite dal fruitore, ossia nella loro delimitazione dal punto di vista strettamente fisico.
Nel secondo caso, ossia in quello della modifica del paesaggio percettivo, la tipologia di relazioni alle quali ci si riferisce è invece di tipo concettuale; la presenza delle aree di cantiere, in tal caso, è all'origine di una differente possibilità di lettura ed interpretazione, da parte del fruitore, del quadro scenico osservato, in quanto si riflette sulla sua capacità di cogliere quegli elementi che ne connotano l'identità locale.

Stanti dette fondamentali differenze, nel caso della modifica delle condizioni percettive riferite alla dimensione costruttiva il principale fattore casuale è rappresentato dalla presenza delle aree di cantiere e dalla loro localizzazione rispetto ai principali punti di osservazione visiva.

Rispetto a detti punti, la presenza delle aree di cantiere e del complesso di manufatti ed impianti ad esse relativi (baraccamenti, impianti, depositi di materiali, mezzi d'opera, barriere antipolvere / antirumore) potrebbe costituire un elemento di intrusione fisica che, dal punto di vista della percezione visiva, origina una modificazione delle condizioni percettive in termini di limitazione del quadro scenico fruito e che, sotto il profilo della percezione concettuale, in ragione della valenza degli elementi di cui è impedita la vista, determina una riduzione dell'identità e della leggibilità dei luoghi.

Entrando nel merito del caso in specie, come si è avuto modo di osservare nell'ambito delle analisi dei caratteri percettivi del paesaggio (cfr. par. 5.7.3), il territorio indagato è il risultato di fenomeni di saldatura delle espansioni urbane della megalopoli della pianura padana caratterizzato da un'elevata disomogeneità dei manufatti edilizi che lo compongono in costante stato di dinamismo che, in ragione delle diverse caratteristiche paesaggistiche morfologiche e d'impianto dei tessuti, offrono differenti condizioni di visibilità.

Per quanto specificatamente attiene le aree di cantiere in ambiti urbani consolidati e ad alta densità, questi sono caratterizzati da un'intensa utilizzazione di suolo dove il vuoto urbano assume carattere di residualità. Il paesaggio è percepito attraverso vedute limitate e chiuse.
In tale ambito le aree di cantiere fisso occupano spazi interstiziali dei "non-luoghi", spazi standardizzati atti a svolgere funzionalità specifica, di transito, di passaggio individuale, in cui si ha nessuna relazione con lo spazio propriamente urbano dedito alla fruizione pubblica.

CA.01

Area ferroviaria Bergamo

AT.04

Parcheggio

Figura 6-42 Esempi di aree di cantiere fisso in ambiti urbani consolidati

In linea generale, le caratteristiche strutturali di tale tipologia di ambito consentono di percepire la presenza delle aree di cantiere fisso solo in loro prossimità. Infatti, man mano che la distanza intercorrente tra tali aree di cantiere ed il punto di osservazione aumenta, nuovi elementi entrano a far parte del campo visivo,

quali le volumetrie dell'edificato circostante, rendendo frammentata sino impossibile la visuale verso i cantieri.

Analoghe considerazioni valgono per quanto concerne i caratteri del paesaggio percepito nelle aree occupate dai cantieri negli ambiti della periferia metropolitana che interessano le aree di pertinenza dei "non-luoghi" degli spazi commerciali oppure di pertinenza delle infrastrutture stradali.
Il progressivo ampliamento dei poli urbani, caratterizzato da industrie, oggi anche dismesse, servizi, infrastrutture, aree libere residuali, si manifesta sovrapponendosi ai paesaggi originari. Il frammentarsi della densità del costruito favorisce visuali più ampie e lontane sul panorama circostante. Sono territori caratterizzati dalla presenza dei primi segni della dispersione metropolitana con nodi, spesso edifici polifunzionali o centri commerciali, sempre accostati a una direttrice stradale, che fanno da volano all'urbanizzazione.

CO.05

Area di pertinenza del centro commerciale

AT.05

Area di pertinenza delle infrastrutture stradali

Figura 6-43 Esempi di aree di cantiere fisso in ambiti di periferia

La visuale verso i cantieri risulta in genere frammentata in ragione della presenza di fasce alberate e manufatti commerciali addossati all'asse stradale; tale condizione fa sì che la percezione delle aree di cantiere sia possibile esclusivamente lungo i tratti più prossimi ad esse.

All'interno della campagna residua e urbanizzata predominano i territori agricoli della piana rispetto ai manufatti che si diffondono con un'immagine rarefatta permettendo allo sguardo di cogliere con frequenza sempre maggiore, visuali più ampie e più lontane. Si passa da nuclei o insiemi di manufatti ad altri, percorrendo ampi brani di paesaggi rurali e/o naturali.
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, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza dall'edificato e dai filari di alberi.

AS.01

Area di cantiere fisso visibile da SS671

AS.02

Area di cantiere fisso visibile dalla A4

Figura 6-44 Esempi di aree di cantiere fisso in ambito della campagna residua urbanizzata.

Nel caso specifico è da tenere in considerazione il contesto di localizzazione delle aree di cantiere. In tal senso, come si è avuto modo di osservare sin qui, la struttura paesaggistica fortemente urbanizzata, unitamente alla presenza di vegetazione arborea in prossimità degli assi di fruizione visiva, limitano la possibilità di percepire chiaramente le aree di cantiere fisso.
La loro percezione diviene possibile lungo i tratti stradali più prossimi ad esse o in ambito rurale, ove le colture a seminativo permettono una percezione ampia e profonda verso il paesaggio circostante e, inevitabilmente, verso le aree di cantiere fisso. Di fatti per la modalità stessa di fruizione e velocità relativa tra oggetto e osservatore che la percorrenza stradale implica, tale vista consta di un frame, assolutamente effimero e mobile.

Un secondo fattore da considerare ai fini della stima della sua rilevanza è rappresentato dalla durata e dalla reversibilità, che sono rispettivamente limitate nel tempo e totalmente reversibili. In tal senso è possibile affermare che, anche qualora la presenza delle aree di cantiere e dei mezzi d'opera potesse determinare una qualche intrusione visiva, tale effetto sarà esclusivamente limitato al periodo di esecuzione dei lavori e che, alla loro conclusione, le condizioni percettive torneranno ad essere quelle iniziali.

Stante le considerazioni sin qui riportate, unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario il quadro scenico nelle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della dimensione costruttiva, l'effetto in questione può essere ritenuto trascurabile.

6.9.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica

6.9.3.1 Modifica della struttura del paesaggio

Come più diffusamente illustrato nel precedente paragrafo, l'analisi del paesaggio nell'accezione "strutturale" è espressamente riferita alla considerazione degli elementi fisici, di matrice naturale quanto anche antropica, che concorrono a strutturare ed a caratterizzare il paesaggio[17].

Sulla base di tale iniziale delimitazione del campo di analisi, per quanto attiene alla dimensione Fisica, i principali parametri che concorrono alla significatività dell'effetto sono costituiti, sotto il profilo progettuale, dalle caratteristiche localizzative, soprattutto in termini di giacitura, e da quelle dimensionali e formali degli elementi costitutivi l'opera in progetto, ossia – nel caso in specie – essenzialmente delle opere di linea e delle opere viarie connesse; per quanto invece concerne il contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella presenza di chiare e definite regole di organizzazione della struttura del paesaggio, nella ricchezza del patrimonio naturale, paesaggistico e culturale, nonché nei caratteri diffusi dell'assetto naturale ed insediativo.

I parametri progettuali relativi il collegamento ferroviario Bergamo Aeroporto a cui si fa riferimento è la realizzazione di un nuovo tracciato ferroviario il cui sviluppo, pari a circa 5,3 km, consta in una serie di rilevati, trincee e gallerie artificiali con relativi manufatti infrastrutturali, nonché la realizzazione dei manufatti connessi alla stessa linea ferroviaria ivi comprese opere di deviazione idraulica.

In merito al contesto di intervento e come più diffusamente esposto in precedenza, l'opera nel suo complesso si inserisce in una limitata porzione di territorio tra la linea ferroviaria esistente, l'asse interurbano e l'autostrada A4. Soglie che evidenziano con chiarezza le diverse fasi dello sviluppo urbanistico della conurbazione di Bergamo e dei comuni satellite, tra tutti Orio al Serio, all'interno del cui ambito comunale trova sede l'aeroporto bergamasco costruito alla fine degli anni Trenta a cui è indissolubilmente legata la storia dello sviluppo edilizio.
Un territorio di pianura fortemente impoverito dei caratteri rappresentativi la sua antica connotazione agricola che attualmente presenta situazioni di marginalità diffusa degli ambiti coltivati, in quanto lo sviluppo rapido dell'edificato ha dato luogo ad una situazione agricola prevalentemente residuale, fortemente erosa dal tessuto cittadino.

[17] Per quanto riguarda la distinzione tra accezione "strutturale" e "cognitiva" del paesaggio, si rimanda al precedente paragrafo.

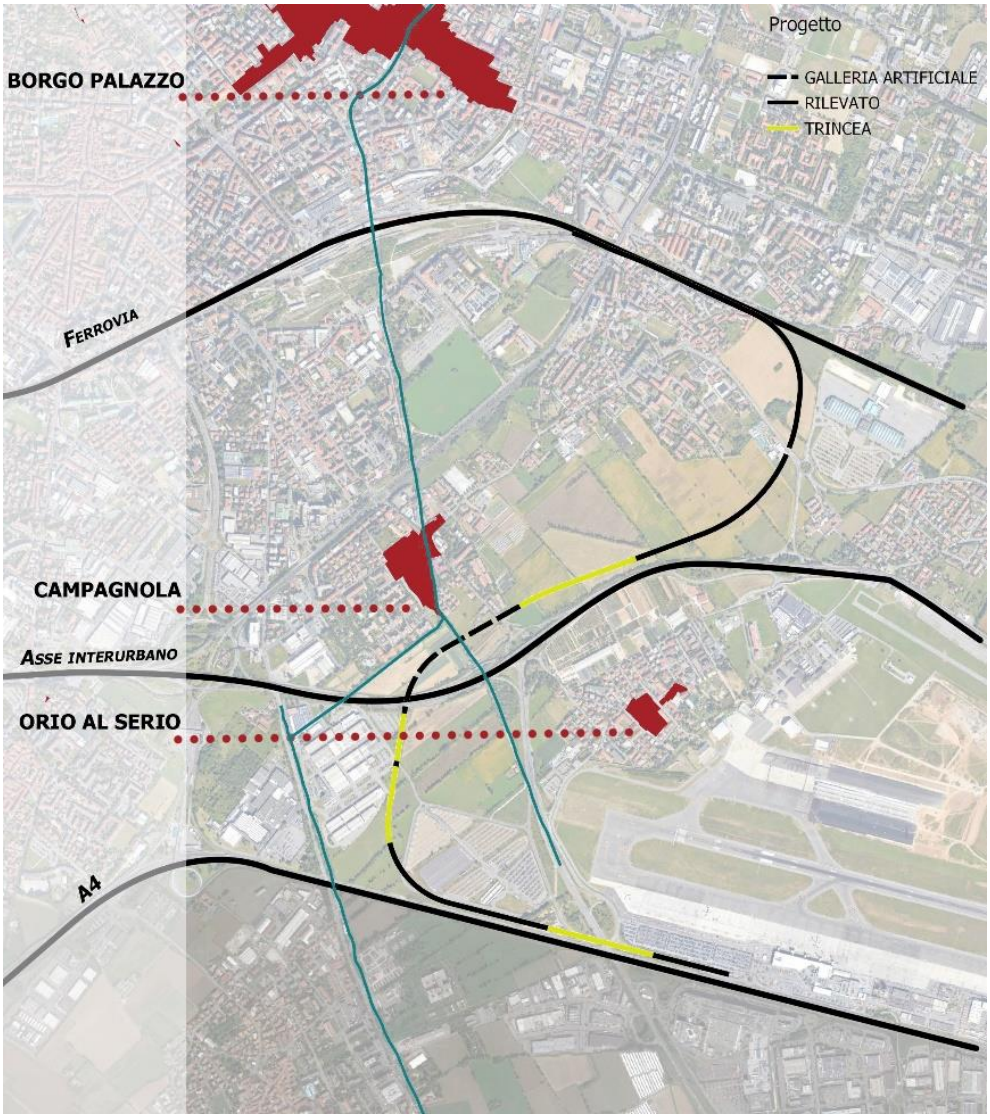


Figura 6-45 Sintesi interpretativa degli elementi connotanti la struttura del paesaggio in rapporto all'opera in progetto

Muovendo dalla sintesi interpretativa degli elementi più significativi che concorrono alla struttura del paesaggio, o più precisamente la struttura della conurbazione a sud di Bergamo (cfr. Figura 6-45), quale aspetto prevalente della porzione territoriale indagata, è possibile osservare che l'inserimento dell'opera considerata nel suo sviluppo complessivo, non può essere considerata quale nuovo segno strutturante il paesaggio.

Osservando lo schema in Figura 6-45 alla base dell'insediamento bergamasco vi sono i nuclei di antica formazione, che per ragioni storiche diverse, ma prevalentemente legate all'uso agricolo della pianura, si attestano lungo i corsi delle rogge, nello specifico la Morla Campagnola, costruita per alimentare il sistema irriguo. L'infrastruttura ferroviaria nel caso in specie si sviluppa in tratti in trincea (TR01 – TR02) e galleria

artificiale (GA01), preservando l'attuale assetto dell'insediamento della Campagnola lungo la Morla e il rapporto con il paesaggio circostante.

Per quanto specificatamente attiene la realizzazione di rilevati ferroviari, manufatti infrastrutturali e connessi all'opera in progetto, le considerazioni di seguito riportate seguono due ordini fattori. In primo luogo si considera la tipologia di unità di paesaggio maggiormente interessata, per approfondire la lettura sulle peculiari caratteristiche degli elementi suscettibili a potenziali effetti.
Per quanto attiene la realizzazione dei rilevati RI02 e RI03 e del sottovia VI01, necessari al superamento della via Lunga, come è possibile evincere dalla Figura 6-46, dopo un primo tratto in stretto affiancamento alla linea esistente in ambito urbano, il sistema di paesaggio maggiormente interessato è quello agricolo. Tuttavia occorre porre in evidenza che, in tale ambito, già parte di un contesto fortemente infra-strutturato, connotato da forti eterogeneità nelle componenti, l'opera, per buona parte della sua impronta a terra, si attesta alla rete delle infrastrutture presenti, interessando, così limitate porzioni di terreni agricoli delimitati da filari arborei in evidente stato di riduzione.

Figura 6-46 Stralcio della Carta della struttura del paesaggio con inserimento dell'opera, confronto con foto aerea allo stato attuale.

In Figura 6-47 è rappresentato l'inserimento dell'opera all'interno della struttura del paesaggio in prossimità dell'aeroporto. In tale contesto trova sede la realizzazione del tracciato ferroviario in corrispondenza del tratto in trincea TR02, il tratto in rilevato RI04 e la trincea ferroviaria TR03. Interessano tale contesto anche le opere di adeguamento alla viabilità stradale, l'opera di deviazione della roggia Morla IN09 e la nuova stazione dell'aeroporto.
Se nel primo caso analizzato il sistema del paesaggio agricolo risulta essere interessato in porzioni limitate in virtù delle modalità di giacitura del corpo stradale ferroviario, in questo secondo caso, tale unità di paesaggio è ancor meno soggetta agli effetti in analisi. A tal proposito, si rammenta quanto è emerso nell'analisi di potenziali effetti dell'opera nella sua fase costruttiva (cfr. par. 6.9.2.1) dove si sottolinea che

questa specifica porzione di terreno agricolo è caratterizzata da prati stabili su cui insistono filari arborei costituiti prevalentemente da specie alloctone, per cui è possibile affermare che alcun elemento strutturante il paesaggio agricolo della pianura bergamasca possa essere oggetto di modifica a seguito la realizzazione della trincea ferroviaria TR02. Tale affermazione trova riscontro per quanto attiene il contesto localizzativo delle opere di linea, opere viarie connesse e i fabbricati annessi, sopra sommariamente elencati, da realizzarsi all'interno della rete del tessuto connettivo tra le maggiori strutture e infrastrutture che connotano l'area. Di fatti, risulta evidente che la sede ferroviaria in progetto occupi limitate porzioni d'area site tra l'asse autostradale, il sedime aeroportuale e dell'area parcheggio. Al contrario, le opere viarie connesse e la nuova stazione ferroviaria rientrano interamente a far parte del paesaggio delle infrastrutture.

Figura 6-47 Stralcio della Carta della struttura del paesaggio con inserimento dell'opera, confronto con foto aerea allo stato attuale

Per quanto concerne le opere di regimentazione idraulica previste in progetto, l'analisi prosegue rispetto il ruolo assunto dalla roggia nell'ambito territoriale indagato quale elemento ordinatore nell'insediamento storico, riconoscibile come tale all'interno di quelle porzioni di territorio e nei tratti in cui la roggia preserva componenti del suo assetto originario (cfr. Figura 6-48), per cui, sebbene vi sia una deviazione del corso d'acqua, questa avviene in un ambito in cui, non sono riscontrabili componenti o elementi nel paesaggio riconducibili alla preesistenza storica della roggia e, dunque, della componente strutturante l'assetto paesaggistico indagato. Inoltre risulta utile alla valutazione dell'effetto la constatazione che il canale di deviazione IN09 sarà realizzato utilizzando un canale preesistente all'interno del parcheggio dell'aeroporto.

Figura 6-48 Rapporto intercorrente tra il corso della Roggia Morla e struttura del paesaggio

A fronte delle considerazioni sin ora esposte e in ragione di quanto previsto nel progetto degli interventi di opere a verde per la mitigazione paesaggistica, potenziali effetti sulla modifica della struttura del paesaggio possono ragionevolmente ritenersi trascurabili.

6.9.3.2 Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

Come più diffusamente illustrato nel precedente paragrafo (cfr. par. 6.9.2.2), l'effetto in esame è riferito a due tipologie di relazioni tra osservatore e quadro scenico, attinenti agli aspetti visivi, ossia agli aspetti percettivi, ed a quelli concettuali, cioè agli aspetti interpretativi.

Se per entrambe dette tipologie di effetti il fattore causale alla loro origine è rappresentato dalla presenza del corpo stradale ferroviario e delle opere d'arte di progetto, l'introduzione di tali nuovi elementi, a seconda della specifica prospettiva di analisi, può dar luogo ad esiti differenti.

Per quanto attiene agli aspetti percettivi, la presenza dell'opera in progetto è all'origine di un'intrusione fisica che può determinare una modifica dell'assetto percettivo, in termini di configurazione del campo visivo originario, ed un occultamento, parziale / totale, dei segni di strutturazione del quadro scenico percepito o a valenza panoramica. All'interno di detto specifico ambito di analisi, la stima dei potenziali effetti è condotta verificando se ed in quali termini, considerando le viste esperibili dai principali assi e luoghi pubblici di fruizione visiva, la presenza dell'opera in progetto potesse occultare la visione degli elementi del contesto paesaggistico che rivestono un particolare ruolo o importanza dal punto di vista panoramico e/o della strutturazione del quadro scenico.

Nel caso degli aspetti interpretativi, ossia delle relazioni di tipo concettuale tra fruitore e paesaggio, la presenza dell'opera in progetto può dare origine ad una variazione dei rapporti con gli elementi che

compongono il quadro scenico, tale da incidere sull'identità dei luoghi, sulla loro stessa riconoscibilità e, con ciò, sulla leggibilità della struttura paesaggistica e, conseguentemente, sulla capacità di orientamento nello spazio del fruitore. Tale complesso ed articolato effetto, sintetizzato nel presente studio attraverso il termine "deconnotazione", è stato indagato – sempre con riferimento alle viste più rappresentative che è possibile cogliere dai principali assi e luoghi di fruizione visiva – assumendo quali parametri di analisi la coerenza morfologica (rapporti scalari intercorrenti tra elementi di progetto e quelli di contesto), la coerenza formale (rapporti di affinità/estraneità dei manufatti di progetto rispetto ai caratteri compositivi peculiari del contesto) e la coerenza funzionale (rapporti di affinità/estraneità dei manufatti di progetto rispetto a caratteri simbolici peculiari del contesto).

L'opera in progetto in analisi può essere sinteticamente descritta secondo due tipologie di intervento prevalenti, la prima riferiti alla realizzazione del tracciato di collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – Nuova stazione Aeroporto, la seconda agli interventi di adeguamento della viabilità connessa. Un terzo parametro progettuale a cui l'analisi di potenziali effetti sulla modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo a cui si fa riferimento sono gli interventi di mitigazione acustica previsti lungo la tratta in ambito urbano.

Con riferimento a quanto emerso al paragrafo 5.7.3 all'interno del contesto percettivo attraversato dalla linea ferroviaria è possibile distinguere caratteristiche diversificate che offrono diverse condizioni percettive individuate all'interno di tre ambiti: ambiti urbani consolidati ad alta densità; ambiti urbani della periferia metropolitana, in ultimo gli ambiti della campagna residua di particolare interesse in questa sede, in quanto maggiormente interessati dalla realizzazione del tracciato oggetto di studio.

Tale ambito è prevalentemente connotato dalle configurazioni insediative metropolitane che prevalgono su quelle agricole, fino alla formazione di un paesaggio urbano con forti connotati di continuità.
Permangono aree agricole interstiziali caratterizzate dalla trama di canali irrigui e filari alberati che ne segnano la partizione. 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, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza dall'edificato e dai filari di alberi così. Esemplificativa delle condizioni percettive appena descritte è l'immagine in Figura 6-49.
Nel caso in specie, si evidenzia come nell'immagine sia evidente lo stato di residualità dei terreni agricoli delimitati da un lato dall'avanzare delle più recenti espansioni urbane della località Campagnola, dall'altro

dalle rampe e dagli assi dell'Asse interurbano che attraversa longitudinalmente il territorio. Chiude la visuale il profilo dei rilievi che connotano il panorama dai contesti pianeggianti della città orobica.

Con l'ausilio della fotosimulazione in Figura 6-50 è possibile notare come l'inserimento del tracciato ferroviario in trincea (TR01), non possa alterare il quadro percepito. Di fatti, le uniche componenti dell'opera percepibili constano in una serie di recinzioni leggere poste lungo la trincea ferroviaria assimilabili agli elementi che allo stato attuale delimitano il quadro scenico come ad esempio la serie di guard rail e recinzioni di sicurezza stradale soventi presenti nelle successioni visive esperibili dalla rete delle strade percorribili.

Figura 6-49 Ambito della campagna residua condizioni percettive ante *operam*

Figura 6-50 Ambito della campagna residua condizioni percettive post *operam*

In riferimento agli esiti dell'analisi condotta su potenziali modifiche della struttura del paesaggio (cfr. par. 6.9.3.1) l'opera e, in particolare, le opere di adeguamento della viabilità di accesso all'aeroporto si inseriscono prevalentemente nell'ambito del contesto infrastrutturale esistente, dove l'unico effetto atteso è la modifica delle modalità di fruizione degli attuali assi stradali. Dal confronto delle immagini a seguire, inerenti alle condizioni percettive *ante* e *post* realizzazione delle opere di viabilità connesse in prossimità dell'aeroporto bergamasco, si pone in evidenza come tale affermazione trovi riscontro anche nella relazione dell'opera nel paesaggio letto nella sua accezione cognitiva.

In entrambe le immagini è possibile distinguere con chiarezza l'aeroporto e ogni elemento che allo stato attuale connota l'immagine, ormai consolidata, del sistema distributivo del fruitore che percorre il raccordo stradale per raggiungere l'infrastruttura aeroportuale.

In buona sostanza è possibile affermare che non vi sia alcuna modifica a livello cognitivo del tipo di paesaggio che si osserva nella scena; esigue sono le differenze dal punto di visivo se si prende in considerazione l'eliminazione della segnaletica verticale, non più necessarie a seguito l'efficientamento della viabilità.

Figura 6-51 Viabilità di accesso all'aeroporto. Condizioni percettive ante *operam*

Figura 6-52 Adeguamento della viabilità di accesso all'aeroporto. Condizioni percettive post *operam*

Tra gli interventi di mitigazione previsti dal progetto, vi è la mitigazione al rumore dei treni in transito tramite l'installazione di barriere antirumore, nella fattispecie istallate lungo il tratto d'opera in progetto in affiancamento alla linea ferroviaria esistente in cui gli unici elementi introdotti consistono nella concentrazione di *microiconemi* seriali e ripetuti quali i binari, i rilevati, le linee di trazione elettrica il che

conduce alla ragionevole conclusione che l'unico effetto atteso sia un rafforzamento degli attuali caratteri del paesaggio delle infrastrutture ferroviarie in ambito urbano in cui emergono alcuni *iconemi* puntiformi, singolari, identitari e spesso ben riconoscibili, quali possono essere le architetture di alcuni ponti, viadotti o quella delle stazioni. Sovente lunghe barriere antirumore rientrano nel lessico che compone il linguaggio dei caratteri delle ferrovie. Lunghi tratti sono affiancati da barriere: cosicché la ferrovia appare come un manufatto chiuso specializzato nel gestire flussi di passeggeri in transito.

Figura 6-53 Ambito urbano ad alta densità in cui si inseriscono le opere di mitigazione acustica

Come si evince dall'immagine sopra, il tratto ferroviario in ambito urbano ad alta densità in cui si inseriscono gli interventi di mitigazione acustica limita ulteriormente la visuale quasi sempre chiusa e delimitata dai fronti edilizi compatti. Muri di recinzione, alberature stradali o ornamentali dettano il limite della quinta visiva per cui non è possibile traguardare lo sguardo su ciò che accade negli episodi urbani oltre la ferrovia.

A fronte delle considerazioni fin qui esposte potenziali effetti sulla modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo sono da considerarsi trascurabili.

6.10 Clima acustico

6.10.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sul Clima acustico.
Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e

dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interferenza con beni e fenomeni ambientali".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-41 e Tabella 6-42).

Tabella 6-41 Clima acustico: Matrice di casualità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.02	Scavi di terreno	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.03	Demolizione manufatti	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.04	Realizzazione opere in terra	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico
Ac.08	Attività nelle aree di cantiere fisso	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico

Ac.09	Trasporto materiali	Fa	Produzione emissione acustiche	Cc.1	Modifica del clima acustico

Tabella 6-42 Clima acustico: Matrice di correlazione – dimensione Operativa

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ao.1	Traffico ferroviario	Fa	Produzione emissione acustiche	Co.1	Modifica del clima acustico

La stima dell'entità delle modifiche del clima acustico, derivante sia dalle attività di cantierizzazione che dal traffico ferroviario, è stata supportata attraverso lo sviluppo distinti studi modellistici, condotti secondo metodiche derivanti dalle specificità dei diversi temi affrontati, così come descritto nel "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) al quale si rimanda per tutti i chiarimenti in merito alla metodologia di lavoro adottata ed ai risultati emersi dagli studi condotti.

6.10.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.10.2.1 Inquadramento generale

Ai fini dell'inquadramento del clima acustico dell'ambito interessato dall'opera in progetto, gli elementi conoscitivi ai quali si è fatto riferimento sono i seguenti:

- Stato approvativo del Piano di classificazione acustica comunale
- Individuazione dei limiti normativi di riferimento

Per quanto concerne lo stato della pianificazione, come noto, ai sensi di quanto disposto dalla L447/95, i Comuni provvedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dal DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore" alla Tabella A[18].
In relazione alle sopracitate zone, il DPCM 14/11/1997 fissa, in particolare, i seguenti valori limite:

- Valori limite di emissione, di cui alla tabella B del citato decreto, inteso come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa
- Valori limiti assoluti di immissione, di cui alla tabella C del citato decreto, inteso come il valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che

[18] La Tabella A del DPCM 14.11.1997 individua: Classe I: Aree particolarmente protette; Classe II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale; Classe III: Aree di tipo misto; Classe IV: Aree di intensa attività umana; Classe V: Aree prevalentemente industriali; Classe VI: Aree esclusivamente industriali

può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Lo stato della pianificazione in materia di classificazione acustica nei due territori comunali nei quali ricade l'opera in progetto, ossia quelli di Bergamo e di Orio al Serio, è riportato nella seguente Tabella 6-43.

Tabella 6-43 Stato della pianificazione acustica nei Comuni interessati dall'opera in progetto

Comune	*Stato approvativo*
Bergamo	Approvato con DCC 183 del 15.12.2014
Orio al Serio	Adottato con DCC 29 del 27.12.2012

Le aree di cantiere fisso ricadono nelle seguenti zone dei Piani di classificazione acustica comunale (cfr. Tabella 6-44).

Tabella 6-44 Stato della pianificazione acustica nei Comuni di localizzazione delle aree di cantiere

Codice	*Tipologia*	*Localizzazione*	*PCCA*
CB.01	Campo base	Bergamo	Classe IV
CO.01	Cantiere operativo	Bergamo	Classe III
CO.02	Cantiere operativo	Bergamo	Classe IV
CO.03	Cantiere operativo	Bergamo	Classe IV
CO.04	Cantiere operativo	Orio al Serio (BG)	Classe V
CO.05	Cantiere operativo	Orio al Serio (BG)	Classe V
AT.01	Area tecnica (VI01)	Bergamo	Classe III
AT.02	Area tecnica (VI01)	Bergamo	Classe III
AT.03	Area tecnica	Bergamo	Classe IV
AT.04	Area tecnica	Bergamo	Classe III
AT.05	Area tecnica	Bergamo	Classe IV
AT.06	Area tecnica	Orio al Serio (BG)	Classe V
AT.07	Area tecnica	Bergamo	Classe III
AT.08	Area tecnica	Bergamo	Classe IV
AS.01	Area stoccaggio	Bergamo	Classe III
AS.02	Area stoccaggio	Bergamo	Classe IV
AS.03a / AS.03b	Area stoccaggio	Orio al Serio (BG)	Classe V
CA.01	Cantiere di Armamento/elettrificazione	Bergamo	Classe III
DT.01	Deposito terre	Bergamo	Classe III

Come evidenziato dalla precedente tabella, le zone all'interno delle quali ricade l'insieme delle aree di cantiere fisso rientra in Classe III, IV e V, per le quali, ai sensi della citata tabella C del DPCM 14.11.1997, valgono i seguenti valori limite di immissioni (cfr. Tabella 6-45).

Tabella 6-45 Valori normativi di riferimento: Valori limite assoluti di immissione (Leq in dBA)

Classe di destinazione d'uso del territorio	*Tempo di riferimento*	
	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60

6.10.2.2 Individuazione degli scenari di riferimento

Secondo quanto riportato nel citato Progetto ambientale della cantierizzazione, sulla scorta del quadro territoriale, si è proceduto all'individuazione delle situazioni ritenute più significative sotto il profilo dei potenziali effetti acustici, principalmente in ragione dei seguenti criteri:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Prossimità a tessuti o ricettori residenziali e/o sensibili ed eventuale densità abitativa;
- Classe acustica, se presente, nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

Sulla base di tali criteri sono stati identificati i seguenti scenari di riferimento, ossia quelli ritenuti più significativi sotto il profilo acustico, e le relative attività di lavorazione:

- Scenario di simulazione 1
  - Cantiere lungo linea per la realizzazione della trincea
- Scenario di simulazione 2
  - Cantiere lungo linea per la realizzazione del tratto in affiancamento alla linea esistente

6.10.2.3 Caratterizzazione acustica degli scenari di riferimento

Rimandando al documento Progetto Ambientale della Cantierizzazione (NM2701D69RGCA0000002A) per quanto riguarda la puntuale descrizione dei dati di input assunti alla base dello studio modellistico condotto a supporto dell'analisi, nel presente paragrafo sono sintetizzate le scelte metodologiche principali che hanno connotato detto studio.

I livelli di rumore indotti dalle attività di cantierizzazione sopra citate sono stati stimati mediante il modello previsionale di calcolo SoundPlan.

Il criterio adottato nella costruzione dello scenario modellistico e nella definizione dei dati di input è stato sempre quello di assumere le ipotesi più conservative, così come di seguito specificato; nello specifico:

- Scelta delle lavorazioni più onerose dal punto di vista delle emissioni acustiche
  Nell'ambito delle diverse attività e lavorazioni previste per le opere in progetto, sono state appositamente scelte quelle che, in ragione della potenza sonora dei macchinari utilizzati, risultavano le più critiche.
- Scelta del numero e delle caratteristiche dei mezzi d'opera impiegati
  Non essendo possibile nella presente fase progettuale avere una chiara definizione del numero e delle caratteristiche tecniche dei mezzi d'opera che saranno impiegati, si è proceduto con ipotesi adeguatamente cautelative.
- Percentuali di impiego e di attività effettiva
  Anche la scelta delle percentuali di impiego e di attività effettiva è stata improntata a fini cautelativi.
- Localizzazione delle sorgenti emissive
  Trattando di sorgenti di tipo puntuali il loro posizionamento risulta sempre prossima ai ricettori abitativi.

6.10.2.4 Risultati delle simulazioni acustiche

Scenario di simulazione 1 – Cantiere lungo linea - Realizzazione trincea

Di seguito si riportano le mappe isolivello di pressione sonora, calcolate a 4 metri di altezza dal piano campagna, nello scenario corso d'opera e corso d'opera mitigato.

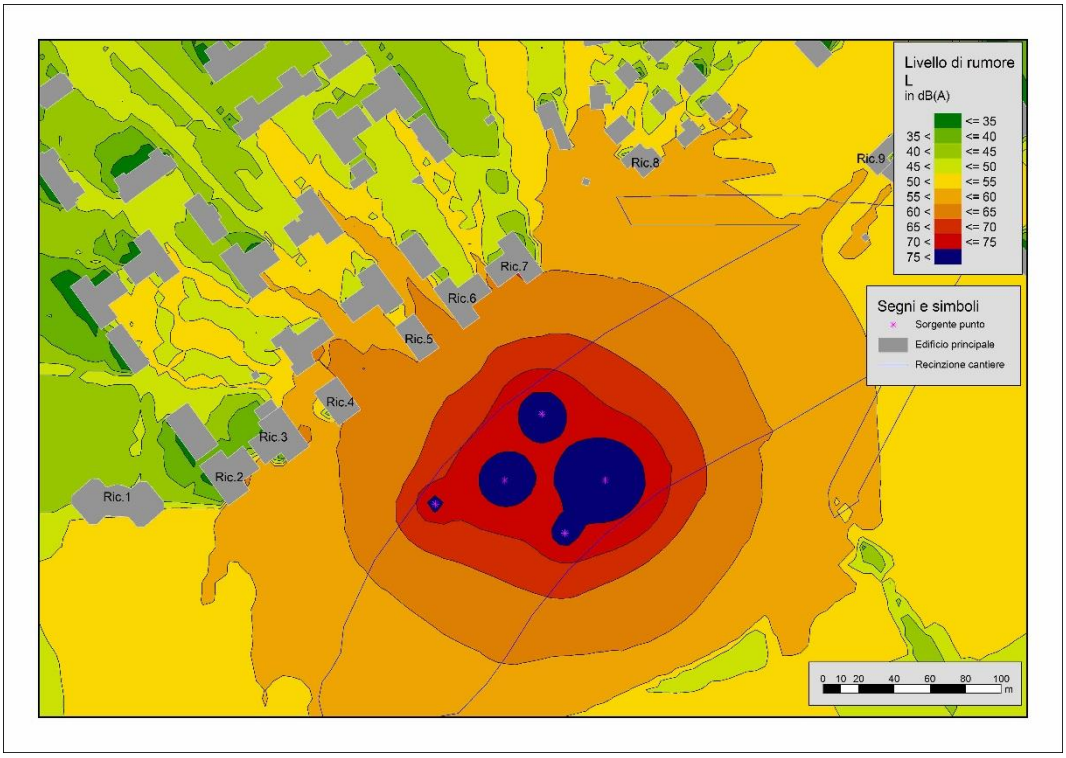


Figura 6-54 Scenario di simulazione 1: Mappatura acustica in planimetria nel periodo diurno

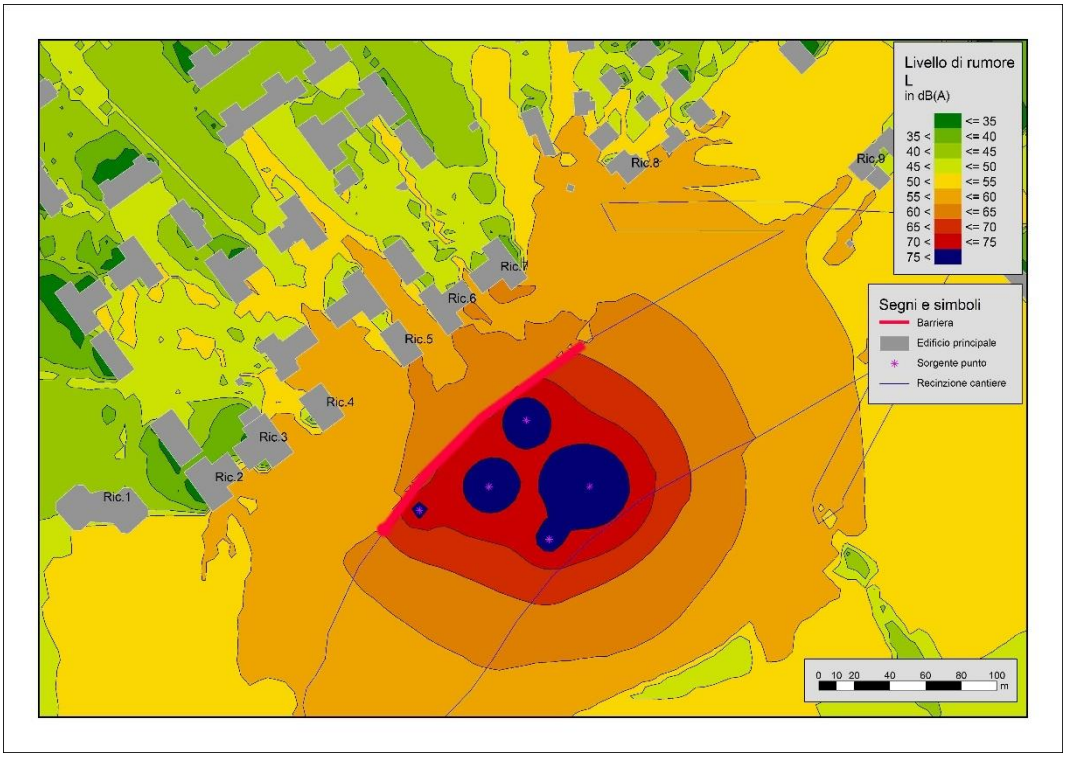


Figura 6-55 Scenario di simulazione 1: Mappatura acustica in planimetria in presenza di barriera antirumore nel periodo diurno

Scenario di simulazione 2 – Cantiere lungo linea - Realizzazione tratto in affiancamento

Di seguito si riportano le mappe isolivello di pressione sonora, calcolate a 4 metri di altezza dal piano campagna, nello scenario corso d'opera e corso d'opera mitigato.

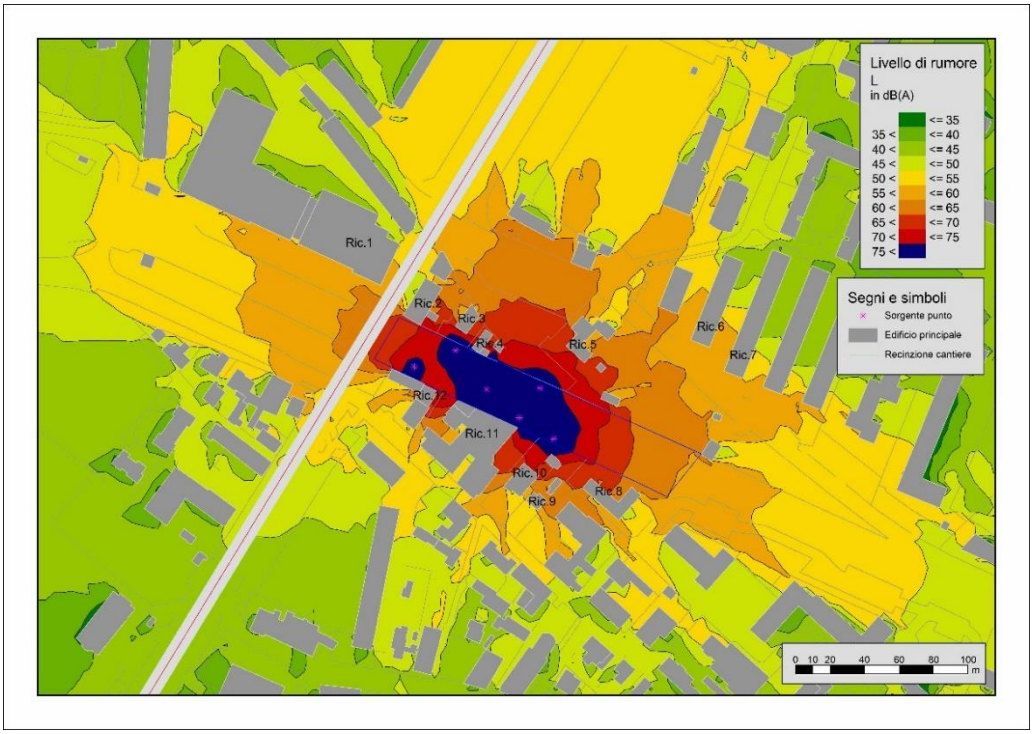


Figura 6-3 Scenario di simulazione 2: Mappatura acustica in planimetria nel periodo diurno

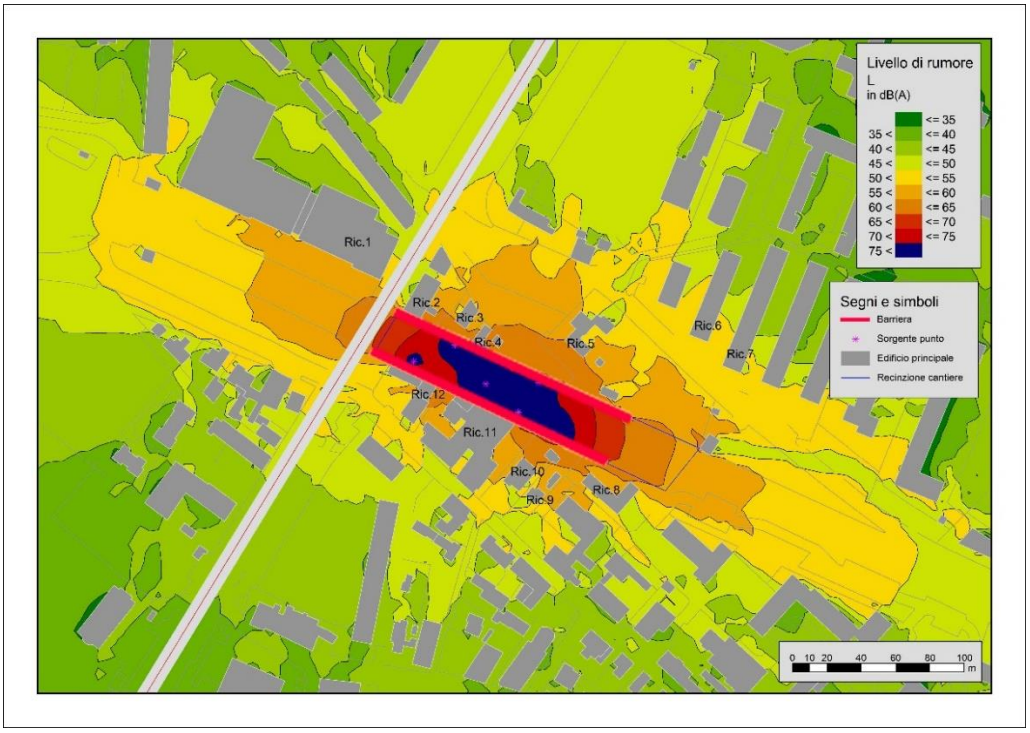


Figura 6-4 Scenario di simulazione 2: Mappatura acustica in planimetria in presenza di barriera antirumore nel periodo diurno

6.10.2.5 Conclusioni

Le risultanze degli scenari di simulazione vanno lette alla luce di due considerazioni, di ordine generale e specifico per lo studio in esame.

In primo luogo, giova ricordare che, stanti le succitate ipotesi cautelative assunte nella costruzione dello studio modellistico, i risultati ottenuti sono rappresentativi delle condizioni maggiormente critiche che potranno ragionevolmente determinarsi.

In secondo luogo, occorre considerare che, nello studio condotto, le sorgenti sonore, di tipo puntuale, sono state modellate come fisse e posizionate contemporaneamente davanti a ciascun ricettore. Appare evidente come tale scelta metodologica, si configuri come ulteriore ipotesi cautelativa, dal momento che – nel corso della normale operatività di cantiere – i mezzi operativi si muoveranno allontanandosi via via dal fronte più vicino alle abitazioni.

In relazione ai due scenari di simulazione lungo linea, gli effetti in termini di superamento dei limiti di immissione sono stati mitigati mediante il ricorso di barriere antirumore mobili, nel dettaglio descritte nel successivo paragrafo 7.1.1.2.

Ancorché le ipotesi di lavoro assunte alla base dello studio modellistico condotte siano ampiamente cautelative e pur considerando il contributo offerto dalle barriere antirumore mobili alla riduzione dei livelli di pressione sonore, in ragione della prossimità di alcuni ricettori abitativi alle aree di lavoro, soprattutto in

corrispondenza del tratto in affiancamento dell'attuale linea ferroviaria, la significatività dell'effetto in esame è stata stimata "oggetto di monitoraggio" (Livello di significatività D).

In tale ottica, nell'ambito della definizione del "Progetto di monitoraggio ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) sono stati appositamente previsti dei punti di controllo atti a verificare gli effettivi livelli acustici indotti dalle lavorazioni, la cui preliminare ubicazione è stata condotta tenendo conto della tipologia d'uso e della localizzazione dei ricettori potenzialmente interessati dalle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area.

6.10.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa

Come premesso, l'analisi degli effetti determinati dal traffico ferroviario in termini di variazione dei livelli di pressione sonora, è stata supportata mediante lo sviluppo di uno specifico studio modellistico che ha seguito le seguenti fasi di lavoro:

- Individuazione dei valori limite di immissione.
  I riferimenti normativi assunti a tal fine sono il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) ed il DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.
  Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria, l'individuazione dei valori limite è stata condotta con riferimento alle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati.
- Caratterizzazione ante operam.
  Ai fini dell'analisi del territorio allo stato attuale (situazione ante operam), sono stati identificati, per tutti gli edifici ricadenti entro la fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato), gli ingombri e le volumetrie, la destinazione d'uso e lo stato di conservazione; è stata altresì effettuata una verifica di clima acustico all'interno delle aree di espansione residenziale, così come individuate dai PRG comunali.
  Tali analisi sono state estese fino a 300m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria, e sino a 500 metri ai fini del censimento dei ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura – legge 447 del 26-10-1995).
- Livelli acustici ante mitigazione.
  Con l'ausilio del modello di simulazione Sound PLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici nello scenario di progetto. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005.

I risultati così ottenuti sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.

- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico.
  In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione.

Dal punto di vista documentale, lo studio in questione è costituito, oltre che dalla Relazione generale (NM2701D22RGIM0004001A), da un articolato numero di elaborati testuali, tabellari e cartografici, tra i quali si evidenzia l'elaborato "Schede di censimento dei ricettori" (NM2701D22SHIM0004001A), "Livelli in facciata Ante e Post Mitigazione" (NM2701D22TTIM0004001A), all'interno del quale sono contenute le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati relativi ad ogni piano di ciascun degli edifici indagati. Per quanto riguarda gli elaborati cartografici, questi sono costituiti dalla "Planimetria di censimento dei ricettori" (NM2701D22P6IM0004001-4A) e dalla "Planimetria di individuazione degli interventi di mitigazione acustica" (NM2701D22P6IM0004005-8A). Si rimanda pertanto alla consultazione degli elaborati sopra citati ai fini di una più approfondita trattazione delle tematiche ad essi relativi.

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto, sulla base del quale sono stati stimati i livelli sonori derivanti dall'esercizio della linea ferroviaria secondo il modello di esercizio di progetto, ha evidenziato che, in ragione dei limiti normativi più ridotti, i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno.
Stante quanto sopra, al fine di abbattere le eccedenze acustiche rispetto ai limiti di norma, è risultato necessario prevedere interventi di mitigazione che sono stati identificati nell'inserimento di barriere antirumore.
Detti interventi, sinteticamente descritti nel prosieguo del presente paragrafo e – con maggior dettaglio - nel successivo paragrafo 7.1.2.1, sono stati dimensionati in relazione al periodo più critico e pertanto, come detto, rispetto al periodo notturno.

Gli schermi acustici previsti lungo linea per tutti i ricettori interessati all'interno della fascia di pertinenza acustica ferroviaria, hanno permesso di riportare entro i limiti di norma la totalità dei ricettori che nello scenario post operam, ossia in assenza di detti interventi, presentavano dei superamenti.
Nello specifico, sono state previste barriere di altezze variabili da 4 m a 6,5 m sul piano del ferro per una lunghezza complessiva di circa 1.183 metri.

Al di fuori di tale fascia, dall'analisi dei limiti dei Piani di classificazione acustica dei Comuni interessati, non si riscontrano eccedenze dei limiti interni.

È stato altresì analizzato il clima acustico in corrispondenza delle aree di espansione residenziale previste dai Piani Regolatori Generali dei Comuni interessati, non rilevando superamenti dei limiti di norma in corrispondenza dei ricettori in campo libero.

Inoltre, facendo riferimento al D.P.R. n° 459 del 18/11/98, si evidenzia che qualora in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori. Tali interventi si esplicano nella sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti, nella sostituzione delle finestre o nella realizzazione di doppie finestre, elencate in ordine crescente di efficacia.

Stante quanto sopra riportato e segnatamente in ragione dell'efficacia dei previsti interventi di mitigazione acustica, si ritiene che l'effetto in esame possa ragionevolmente essere considerato "trascurabile" (Livello di significatività B).

In ogni caso si ricorda che, a verifica delle risultanze emerse dallo studio modellistico qui sinteticamente descritto, nell'ambito del "Progetto di mitigazione ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) è stata prevista una postazione di monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario, la cui localizzazione è stata operata sulla base dell'analisi del contesto territoriale e del citato studio modellistico.

6.11 Popolazione e salute pubblica

6.11.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sulla Popolazione e salute umana, in termini di esposizione agli agenti inquinanti.
Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interferenza con beni e fenomeni ambientali".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-46 e Tabella 6-47).

Tabella 6-46 Popolazione salute umana: Matrice di casualità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.02	Scavi di terreno	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.03	Demolizione manufatti	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
		Fa	Produzione emissioni vibrazionali	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale
Ac.04	Realizzazione opere in terra	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
		Fa	Produzione emissioni vibrazionali	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale
Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.08	Attività nelle aree di cantiere fisso	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.09	Trasporto materiali	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Tabella 6-47 Popolazione salute umana: Matrice di correlazione – dimensione Operativa

Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ao.01	Traffico ferroviario	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uo.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
		Fa	Produzione emissioni vibrazionali	Uo.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale

Per quanto concerne le condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico ed a quello acustico e vibrazionale, legate alla fase di costruzione, le considerazioni nel seguito riportate sono state desunte dagli studi modellistici ed analisi rispettivamente riportati nei precedenti paragrafi 6.5.2.1 e 6.10.2 i quali, a loro volta, sintetizzano quanto più diffusamente riportato nel "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A). Per tutti gli approfondimenti in merito ad aspetti metodologici e risultati ottenuti si rimanda quindi al citato documento.

Per quanto concerne invece le condizioni di esposizione all'inquinamento acustico ed a quello vibrazionale, relative alla dimensione Operativa, ossia in fase di esercizio, le risultanze sintetizzate nel presente paragrafo sono state tratte rispettivamente dai documenti "Studio acustico – Relazione generale" (NM2701D22RGIM0004001A) e "Studio Vibrazionale – Relazione generale" (NM2701D22RGIM0004002A), ai quali quindi si rimanda per maggiori approfondimenti.

6.11.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

6.11.2.1 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico

L'effetto in esame è riferito alle condizioni di esposizione della popolazione ad inquinanti atmosferici che possono ledere o costituire danno alla salute umana, derivanti dallo svolgimento delle lavorazioni nelle aree di cantiere fisso e nelle aree di lavoro, nonché dal traffico di cantierizzazione.

A tale riguardo si ricorda che, secondo la definizione datane dalla normativa italiana, per "inquinamento atmosferico" deve intendersi «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»[19].

[19] D.lgs. 152/2006 e smi, art. 268, comma 1 let. a)

In merito agli effetti agli effetti prodotti sulla salute umana dagli inquinanti atmosferici, rivestono un ruolo centrale le polveri che, distinguibili in polveri inalabili (PM_{10}) e polveri respirabili ($PM_{2,5}$), consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 µm e 0.1 µm.
Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e, a tale riguardo, il pericolo più rilevante è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo di quanto non accada nel naso e nella gola, 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.

Al fine di verificare se ed in quali termini le attività di cantierizzazione, intese nel loro complesso, possano modificare le condizioni di esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici, si ritiene utile inquadrare le aree di cantierizzazione, ossia aree di cantiere fisso ed aree di lavoro, rispetto al sistema insediativo proprio del contesto di localizzazione dell'opera in progetto, nonché fare riferimento alle risultanze dello studio modellistico condotto nell'ambito del fattore Aria e Clima (cfr. par. 6.5)[20].

In breve, come meglio descritto nel precedente paragrafo 5.5.1, il contesto localizzativo dell'opera in progetto fa parte del sistema insediativo che si è venuto a creare attraverso un processo di saldatura tra il centro urbano di Bergamo e quelli del suo hinterland, all'interno del quale le principali infrastrutture viarie, - prima tra tutte l'Autostrada A4 - hanno assunto il ruolo di direttrice preferenziale di localizzazione degli insediamenti produttivi e terziari, ed in cui le aree ad uso agricolo assumo un'incidenza progressivamente decrescente al procedere a Nord dall'asse autostradale.
La declinazione di tale modello di assetto insediativo, peraltro comune alla porzione di pianura padana che si stende ad Est di Milano, rispetto al contesto di intervento presenta alcuni aspetti di specificità che, in estrema sintesi, possono essere indentificati nella presenza dell'Aeroporto di Milano Bergamo e di una sorta di "canale" non urbanizzato che si interpone tra le propaggini degli abitati di Bergamo, Seriate ed Orio al Serio.
Rispetto a tale schematica rappresentazione dell'assetto insediativo del contesto di intervento, l'opera in progetto si pone al centro di detto canale non urbanizzato, condizione in ragione della quale buona parte delle aree di lavoro si trova in aree ad uso agricolo.
Negli altri casi, ossia laddove il tracciato di progetto si avvicina a tessuti edilizi, nella maggior parte questi sono rappresentati da aree terziare, come per il tratto in affiancamento alla Fiera di Bergamo, o da aree produttive, come per quello prossimo al tracciato autostradale.

[20] Per tutte le informazioni in merito all'approccio metodologico ed alle risultanze concernenti lo studio modellistico documentato al par. 6.5 della presente relazione, si rimanda al "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A)

Posto che per loro buona parte, le aree di lavoro lungolinea sono poste a distanza da aree abitative, in quanto collocate in aree agricole, o da queste separate in ragione della presenza di manufatti produttivi, le uniche eccezioni rispetto a detta situazione sono rappresentate – ovviamente – dal tratto in uscita dall'attuale stazione di Bergamo e da quello in corrispondenza dell'abitato di Campagnola.

Per quanto invece concerne le aree di cantiere fisso, la loro localizzazione può essere schematicamente descritta come concentrata in due punti: in un ambito agricolo posto a circa 200 metri dai più prossimi edifici dell'abitato di Campagnola, dove sono localizzate le aree di cantiere DT.01, AS0.1 e CO01; in fregio all'asse autostradale, lungo il quale sono state previste la maggior parte e le principali aree di cantiere e, nello specifico, il campo base (CB.01), i cantieri operativi CO.02, CO.03, CO.04 e CO.05, le aree di stoccaggio AS.02, AS.03a ed AS.03b, nonché le aree tecniche AT.03 ed AT.05. In considerazione del fatto che in detto secondo areale di concentrazione delle aree di cantiere, oltre al sedime aeroportuale, sono unicamente presenti tessuti produttivi/terziari, risulta possibile affermare da subito che la maggior parte delle aree di cantiere fisso non interessa aree abitative e, con ciò, che le attività svolte al loro interno non portano ad una modifica delle condizioni di esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici.

Muovendo da questo inquadramento preliminare e da queste prime conclusioni, per quanto riguarda lo studio modellistico condotto nell'ambito del fattore Aria e Clima, come detto, questo ha espressamente riguardato il cantiere DT.01, ossia una delle aree di cantiere fisso poste in prossimità dell'abitato di Campagnola.
Sinteticamente, le attività/tipologie di sorgenti emissive considerate in detto studio sono state la movimentazione di materiali polverulenti, il transito dei mezzi d'opera su aree non pavimentate e le emissioni prodotte dai motori di detti durante la loro operatività.
Lo studio, sviluppato per i parametri PM_{10} ed NO_X, ha evidenziato che i livelli di concentrazione attesi, considerati comprensivi del fondo locale (ai fini della stima del fondo locale sono stati assunti i valori della centralina di Via Meucci in quanto maggiormente prossima alla e aree di cantiere) e assumendo l'equivalenza tra NO_X ed NO_2, si attestano sempre al di sotto dei valori limite fissati dal DLgs 155/2010 per le medie annue.

Considerato che la maggior parte delle aree di cantiere fisso, in termini di numero e di loro estensione areale, è localizzata in un ambito del tutto privo di ricettori abitativi e che buona parte delle aree di lavoro lungo linea è collocata all'interno di aree ad uso agricolo, nonché alla luce delle risultanze dello studio modellistico condotto per l'area di cantiere DT.01, risulta possibile ritenere che la significatività dell'effetto un esame possa essere ritenuta trascurabile (Livello di significatività B).

6.11.2.2 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

L'effetto in esame è relativo alle condizioni di esposizione della popolazione a livelli di inquinamento acustico che possono determinare danno, disturbo o fastidio ("annoyance"), conseguenti allo svolgimento delle attività di realizzazione dell'opera in progetto.
In breve, gli effetti relativi al danno si sostanziano in alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili, quali ad esempio, l'innalzamento della soglia dell'udibile oppure la riduzione della capacità di comprensione del parlato.
Gli effetti ascrivibili al disturbo riguardano delle alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto, che determinano conseguenze fisio-patologiche sugli apparti cardiovascolare, digerente, respiratorio, sulle ghiandole endocrine, nonché sulla sfera psichica nelle sue diverse accezioni (alterazioni comportamentali, del sonno, etc).
Infine, gli effetti riguardanti la "annoyance" possono essere ricondotti ad una sensazione di complessiva "scontentezza" o fastidio derivante dall'effetto combinati di aspetti specificatamente uditivi e di altri classificabili come extra-uditivi che si riflettono sulla sfera psicosomatica.

Al fine di individuare e stimare in quali termini le attività di cantierizzazione dell'opera in progetto possano modificare le condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico, si è fatto riferimento alle risultanze dello studio modellistico condotto nell'ambito del "Progetto ambientale di cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A).

Lo studio in questione si è concentrato sugli effetti generati dalle attività dei cantieri lungo linea e, in tal senso, ha indagato due distinti scenari (scenari di riferimento) distinti in ragione della tipologia delle lavorazioni eseguite e riguardanti le attività di scavo della trincea (scenario 1) e quelle relative al tratto in affiancamento (scenario 2).
Ricordato che nella definizione dei dati input sulla base delle quali è stato sviluppato lo studio si fatto riferimento alle condizioni acusticamente gravose (e.g. prossimità dei ricettori acustiche ai ricettori abitativi) e che, come tali, le risultanze possono a buon diritto essere ritenute cautelative, entrambi gli scenari considerati hanno evidenziato la necessità di ricorrere ad interventi di mitigazione acustica, rappresentati da barriere antirumore mobili.
Detti interventi, la cui efficacia è stata verificata sempre attraverso lo studio modellistico, hanno consentito di riportare la quasi totalità dei ricettori entro i limiti normativi, circostanza quest'ultima che in modo particolare si determina in corrispondenza della realizzazione del tratto in affiancamento alla linea ferroviaria esistente, in ragione della prossimità dei ricettori abitativi all'area di lavoro e della zonazione

acustica operata dal Piano di classificazione acustica del Comune di Bergamo; secondo detto Piano, la zona a Sud dell'attuale tracciato ferroviario è zonizzata in Classe acustica II, aree prevalentemente residenziali, per le quali il valore limite di immissione previsto dal DPCM 14.11.1997 è pari a 55 dB(A) per il periodo diurno.

Per quanto invece riguarda le aree di cantiere fisso, come riportato nel Progetto ambientale di cantierizzazione, queste non sono mai in prossimità di ricettori sensibili o residenziali, circostanza questa derivante dalla logica seguita nella localizzazione delle aree di cantiere le quali sono concentrati in due areali dei quali, uno all'interno di una zona agricola e, l'altro, lungo in tracciato dell'Autostrada A4 ed in prossimità di aree produttive e dell'Aeroporto di Milano Bergamo.
Rispetto a tale situazione, l'unica, parziale, eccezione è rappresentata dal cantiere di armamento dove, tuttavia, si ritiene che le attività condotte non presenteranno livelli acustici rilevanti, nonché – come ovvio - da alcune aree tecniche per le quali sono state previste delle barriere antirumore fisse.
Il quadro complessivo delle barriere antirumore, fisse e mobili, è riportato al paragrafo 7.1.1.2 della presente relazione, nonché graficamente rappresentato alle tavole "Planimetria localizzazione interventi di mitigazione" (NM2701D69P5CA0000001-2A) del Progetto ambientale della cantierizzazione.
Stante quanto sopra evidenziato, pur considerando il carattere cautelativo delle ipotesi assunte a base dello studio modellistico ed il positivo contributo derivante dagli interventi di mitigazione previsti, si è ritenuto di stimare l'effetto in esame come "oggetto di monitoraggio" (Livello di significatività D).
In coerenza con detta valutazione, in sede di "Progetto di monitoraggio ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) si è proceduto all'individuazione di due punti di misura specificatamente rivolti al controllo degli effetti acustici derivanti dalle lavorazioni condotte nelle aree di lavoro lungo linea. Nello specifico, le proposte localizzative operate prevedono una prima postazione riguardante le aree di lavoro relative alla realizzazione del tratto in affiancamento alla linea esistente ed una seconda, in corrispondenza dell'abitato di Campagnola, relativa alla galleria GA01.

6.11.2.3 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale

L'effetto in esame riguarda le condizioni di esposizione della popolazione a livelli di inquinamento vibrazionale derivanti dalle attività di cantierizzazione e, tra queste, in particolare da quelle relative alla realizzazione delle palificazioni e/o alla demolizione di opere e manufatti, che possano provocare disturbo.

Come noto, il tema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale, bensì da una serie di norme tecniche, tra le quali il principale riferimento è costituito

dalla norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", aggiornata al 2017.

A tal riguardo si precisa che nel presente studio si è scelto di assumere a riferimento unicamente la norma UNI 9614 per il confort delle persone in quanto è possibile affermare che, qualora siano verificati i livelli da detta norma indicati, quelli definiti per il danno agli edifici dalla norma UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" saranno sempre rispettati. Seppur la comparazione non sia direttamente valutabile, differendo le due norme in parola per tipologie di valutazione e curve di ponderazione, dall'analisi lineare in frequenza si riscontra che i fenomeni che non comportano situazioni di non confort secondo la UNI 9614, se analizzati secondo quanto richiesto dalla UNI 9916, portano ad un ampio rispetto dei limiti da quest'ultima norma indicati.

Senza addentrarsi nella compiuta disamina dei contenuti della norma 9614, in questa sede ci si limita a riportare i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi[21], confrontati con i valori di riferimento indicati dalla norma in questione per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante (cfr. Tabella 6-48 e Tabella 6-49). Tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a(w) e del suo corrispondente livello L(w).

Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

Tabella 6-48 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (mm/s^2)	La,w (dB)
aree critiche	5.0 10-3	74
abitazioni (notte)	7.0 10-3	77
abitazioni (giorno)	10.0 10-3	80
uffici	20.0 10-3	86
fabbriche	40.0 10-3	92

[21] La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle.

Tabella 6-49 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x e y

	a (mm/s^2)	La,w (dB)
aree critiche	3.6 10-3	71
abitazioni (notte)	5.0 10-3	74
abitazioni (giorno)	7.2 10-3	77
uffici	14.4 10-3	83
fabbriche	28.8 10-3	89

Lo studio condotto nell'ambito del "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A), al quale si rimanda per ogni approfondimento in merito ai criteri assunti alla base della scelta dello scenario oggetto di analisi, al modello di propagazione impiegato ed ai parametri utilizzati, ha assunto quale scenario di riferimento quello dato dalla contemporanea operatività dei tre seguenti mezzi d'opera: rullo compattatore, escavatore e pala gommata.

Per la caratterizzazione emissiva della sorgente si è fatto riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dalla sorgente.

Tabella 6-50 Spettro emissivo assunto per la caratterizzazione emissiva vibrazionale da autocarro, escavatore e pala meccanica calcolata a 5 m dalla sorgente

Hz	*mm/s²*
1	*1,8*
1,25	*1,8*
1,6	*1,5*
2	*1,2*
2,5	*1,3*
3,15	*1*
4	*0,8*
5	*2,3*
6,3	*7,1*
8	*6,2*
10	*5,3*
12,5	*9,9*
16	*14*
20	*19,2*
25	*39,9*
31,5	*41,3*
40	*45,7*
50	*66*
63	*87,7*
80	*47*

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, ed utilizzando la curva di ponderazione wm secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dai macchinari considerati, al variare della distanza dal fronte di lavorazione.

Tabella 6-51 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dalla sorgente emissiva

Distanza	*5 m*	*10 m*	*20 m*	*30 m*	*40 m*	*50 m*	*75 m*	*100 m*
Lw	*82,8*	*76,3*	*69,4*	*65,0*	*61,7*	*59,0*	*53,9*	*50,1*

Avendo assunto che le lavorazioni avvengano nel periodo diurno per sette ore consecutive, il confronto tra i valori limite indicati dalla norma UNI 9614 (cfr. Tabella 6-51)[22] e quelli riportati nella Tabella 6-52 evidenzia che la distanza entro la quale si può determinare un disturbo sulla popolazione si determina per quei ricettori posti a 10 metri dalla sorgente emissiva.

Tabella 6-52 Norma UNI 9614 - Valori limite

Luogo	*L [dB]*
Aree critiche	71
Abitazione (notte)	74
Abitazione (giorno)	77
Uffici	83
Fabbriche	89

Sulla base di tale risultanza è possibile ritenere che le aree interessate dai fenomeni vibrazionali determinati dalla realizzazione dell'opera in progetto possano essere sostanzialmente due.
Una prima area è rappresentata dalla porzione di tessuto insediativo compreso tra via Rosa e via Piccinelli, interessato dalla realizzazione del rilevato RI01 (pk 0+385 – pk 1+000).
In corrispondenza di detto tratto, entro una fascia di distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è presente un numero limitato di ricettori abitativi che - all'incirca – sono concentrati in corrispondenza del tratto iniziale e finale dell'intervento. Si precisa che oltre tale fascia di distanza e sino a quella di 20 metri dalla sorgente, il numero dei ricettori potenzialmente esposti risulta pressoché analogo.
Una seconda area è posta in corrispondenza del sottoattraversamento della Sp116, in corrispondenza del quale il progetto prevede la realizzazione della galleria artificiale GA01A mediante una paratia di pali.
In tal caso, entro la fascia di distanza dalla sorgente emissiva sono presente unicamente due ricettori abitativi, mentre quello più prossimo all'area di lavoro, oltre a detti due, si trova a circa 40 metri.
Per quanto invece riguarda gli altri edifici residenziali dell'abitato di Campagnola, in corrispondenza dei quali è prevista la realizzazione della GA01B mediante scavo, sono posti ad una distanza minima dall'area di lavoro compresa tra i 50 metri ed i 110 metri.

Conclusivamente, seppur sulla scorta delle risultanze riportate nel "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) sia possibile affermare che per la maggior parte della loro estensione le aree di lavoro siano poste ad una distanza dai ricettori abitativi tale da non determinare

[22] Si noti come i valori presenti nella norma si riferiscono a sorgenti di tipo continuo e risultano dunque conservativi rispetto ad una sorgente di tipo intermittente o addirittura transitoria quale costituita dalle attività di cantiere.

condizioni di esposizione della popolazione che possano arrecare disturbo, in considerazione di quanto sopra riportato, cautelativamente la significatività dell'effetto in esame è stata stimata come "oggetto di monitoraggio" (Livello di significatività D).
In coerenza con detta stima, nell'ambito del "Progetto di monitoraggio ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) si è provveduto a definire delle postazioni di misura.

6.11.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa

6.11.3.1 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Ancorché, sotto il profilo delle conseguenze indotte sullo stato di salute fisica e psichica della popolazione, il fenomeno risulti analogo a quello indagato in precedenza con riferimento alle attività di realizzazione, nel caso in specie, il Fattore causale posto alla sua origine è – come anticipato – rappresentato dal traffico ferroviario.

A tal riguardo, prima di richiamare le risultanze dello Studio acustico (Relazione generale - NM2701D22RGIM0004001A)[23], si ritiene necessario, proprio al fine di meglio inquadrare il tema, condurre alcune rapide considerazioni in merito al rapporto intercorrente tra opera in progetto e tessuti abitativi in ragione dell'assetto insediativo che connota l'area di intervento.
Come già argomentato in precedenza, il contesto localizzativo dell'opera in progetto è schematicamente rappresentabile secondo tre elementi omogenei dal punto di vista degli usi: i tessuti abitativi formatisi dal processo di saldatura tra il centro di Bergamo e quelli, ad esso contermini, di Seriate ed Orio al Serio; i tessuti produttivi / terziari e l'Aeroporto di Milano Bergamo che, con la sola eccezione della Fiera di Bergamo, sono localizzati lungo l'Autostrada A4; le aree agricole, tuttora presenti nonostante la prossimità ai tessuti urbani e, in un certo qual modo, "garantite" dalle esigenze di sicurezza del volo collegate all'infrastruttura aeroportuale.
Procedendo sempre per schematizzazioni, è possibile affermare che lo schema di assetto secondo il quale detti tre elementi sono planimetricamente disposti è dato dalla presenza della fascia infrastrutturale/produttiva lungo il margine meridionale dell'area di intervento e di quella agricola al centro.
Rispetto a detto assetto, l'opera in progetto si sviluppa all'interno della fascia infrastrutturale/produttiva e di quella agricola, con la sola eccezione del tratto iniziale, in uscita dall'attuale stazione di Bergamo.
Tale condizione, unitamente alla presenza del tratto in galleria artificiale previsto in corrispondenza del tratto in cui l'opera in progetto corre in prossimità dell'abitato di Campagnola, rende evidente come il tema

[23] A tal riguardo, oltre alla relazione generale, si veda anche l'elaborato "Livelli in facciata Ante e post Mitigazione", NM2701D22TTIM0004001A

dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dal transito ferroviario possa essere unicamente circoscritto al breve tratto in affiancamento alla linea ferroviaria esistente.

A tal riguardo giova ricordare che gli interventi di mitigazione acustica, nel caso in specie barriere antirumore, sviluppate all'interno del citato Studio acustico hanno consentito di riportare entro i limiti definiti dalla norma i livelli acustici in facciata della totalità dei quei ricettori che presentano superamenti nello scenario ante- mitigazione.

Assunto che, per la totalità dei casi, gli interventi di mitigazione acustica previsti consentiranno il rispetto dei limiti normativi per i ricettori acustici ricadenti entro la fascia di pertinenza acustica e che, per quelli all'esterno di questa, il confronto con il limiti derivanti dai Piani di classificazione acustica comunale non ha evidenziato delle eccedenze dei limiti interni, la significatività dell'effetto in esame può essere ampiamente considerata "trascurabile" (Livello di significatività B).

In ogni caso, a verifica delle risultanze emerse dallo studio modellistico, il "Progetto di mitigazione ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) ha previsto il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario.

6.11.3.2 Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale

L'effetto in esame affronta il tema delle conseguenze derivanti sulla salute umana dall'esposizione all'inquinamento vibrazionale e, segnatamente, dei termini in cui dette condizioni possano variare in esito all'esercizio ferroviario secondo il modello di esercizio di progetto.

Come noto, le vibrazioni indotte dall'esercizio di una linea ferroviaria sono da ricondursi all'interazione del sistema veicolo/armamento/struttura di sostegno e dipendono da diversi fattori quali la tipologia di convoglio, le velocità di esercizio le caratteristiche dell'armamento, la tipologia di terreni e non ultimo le caratteristiche strutturali dei fabbricati
In merito alle conseguenze che l'esposizione a dette vibrazioni induce sulla salute umana, queste consistono nel disturbo alle persone, ossia nella cosiddetta "annoyance".
A tal riguardo si ricorda che, come già in precedenza sottolineato, ad oggi non esiste alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni, quanto invece numerose norme tecniche, nazionali ed internazionali, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo prodotto.
In tal seno, lo Studio vibrazionale, del quale nel presente paragrafo si riporta una sintesi concernente gli aspetti principali, ha fatto riferimento alle norme ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano

alle vibrazioni", nonché UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" ed UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici".

Il modello previsionale assunto per la stima dei livelli di accelerazione in corrispondenza della ferrovia si basa sull'individuazione di una legge di propagazione, tarata in funzione dei valori misurati in contemporanea attraverso due sezioni distinte ciascuna costituita da tre vibrometri, ponendo i vibrometri, di entrambe le sezioni, sono posti a 10, 20 e 30 metri dall'asse del binario più esterno. Assunto che, nel caso in esame, il progetto concerne la realizzazione ex novo dell'infrastruttura ferroviaria, la campagna di caratterizzazione della sorgente emissiva è stata eseguita lungo la tratta della linea esistente.
Dal rilevamento dei livelli di accelerazione nelle tre postazioni di misura, sono stati determinati i valori medi riferiti ad un singolo transito di treno a partire dai quali è stata individuata la legge di propagazione delle onde e i livelli delle accelerazioni nelle condizioni di esercizio della ferrovia oggetto di studio.

Facendo riferimento ai valori di riferimento indicati dalla norma UNI 9614 per le abitazioni nel periodo notturno (74 dB), sono state calcolate le distanze di riferimento alle quali si ottengono tali valori delle accelerazioni secondo il modello di esercizio caratterizzante la ferrovia.
In via cautelativa, in assenza di tratte critiche, per le aree urbanizzate è stato considerato il valore delle abitazioni nel periodo notturno in quanto più restrittivo.

Verificando la presenza di edifici all'interno delle suddette fasce di riferimento, non sono state individuate aree di potenziale criticità, ovvero quelle per le quali il modello previsionale evidenzia livelli di accelerazione superiori a quelli indicati dalla norma UNI 9614 come riferimento per la valutazione del disturbo.

Stante quanto sopra riportato e rimandando per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica "Studio vibrazionale – Relazione Generale" (NM2701D22RGIM0004002A), relativamente all'effetto in esame la sua significatività può essere considerata "trascurabile" (Livello di significatività B).

6.12 Rifiuti e materiali di risulta

6.12.1 Inquadramento del tema

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare in termini di Rifiuti e materiali di risulta.

Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla "dimensione Costruttiva" (opera come realizzazione), "dimensione Fisica" (opera come manufatto) e "dimensione Operativa" (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interferenza con beni e fenomeni ambientali".

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza (cfr. Tabella 6-53).

Tabella 6-53 Rifiuti e materiali di risulta: Matrice di casualità – dimensione Costruttiva

Azioni		*Fattori causali*		*Tipologie effetti*	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fa	Produzione di materiali	Rc.1	Produzione di rifiuti
Ac.02	Scavi di terreno	Fa	Produzione di materiali	Rc.1	Produzione di rifiuti
Ac.03	Demolizione manufatti	Fa	Produzione di materiali	Rc.1	Produzione di rifiuti

Stante quanto premesso, le informazioni ed i dati sintetizzati nel successivo paragrafo sono state tratte dai documenti "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" (NM2701D69RGTA0000003A) e "Siti di approvvigionamento e smaltimento" (NM2701D69RGCA0000001A).

In merito ai due citati documenti, il primo è stato redatto secondo le indicazioni del DPR 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164". In tal senso, l'elaborato in questione documenta le indagini di caratterizzazione

ambientale condotte in fase progettuale, il bilancio materiali, le modalità di gestione, nonché fissa l'efficacia temporale del Piano stesso.

Il secondo elaborato ha come finalità l'individuazione dei siti disponibili sul territorio ai fini dell'approvvigionamento dei materiali inerti necessari alle opere di progetto, della gestione del materiale da scavo (in regime di rifiuto ai fini del recupero o smaltimento presso impianti autorizzati) e del materiale da demolizione prodotto.

6.12.2 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

L'effetto in esame, ossia la produzione di «qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi»[24], e la sua significatività dipendono, oltre che dalle quantità di materiali derivanti dalle succitate Azioni di progetto, anche dalle modalità secondo le quali dette quantità di materiali saranno gestite, nonché dall'offerta di siti di conferimento, così come definita dagli strumenti di pianificazione di settore e/o nelle banche dati istituzionali.

Entrando nel merito del caso in specie, per quanto riguarda la modalità gestionale, come indicato nel documento "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" (NM2701D69RGTA0000003A), sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale e delle caratteristiche geotecniche dei materiali scavati, sono state previste le seguenti modalità di gestione:

A. Gestione in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, prevedendo il riutilizzo interno
B. Gestione in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, prevedendo il riutilizzo esterno
C. Gestione in regime di rifiuti ai sensi della Parte IV del DLgs 152/2006 e smi, privilegiandone il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero[25] e, solo secondariamente, prevedendone lo smaltimento[26] finale in discarica

A fronte di tale scelta progettuale, i quantitativi di materiale in ragione delle diverse modalità gestionali risultano così articolati (cfr. Tabella 6-54).

[24] DLgs 152/2006 e smi, art. 183 co. 1 let. a): definizione di rifiuto

[25] Per recupero, ai sensi dell'articolo 183 co.1 let t) del DLgs 152/2006 e smi, si intende «qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale».

[26] Per smaltimento, ai sensi dell'articolo 183 co. let. z del DLgs 152/2006 e smi, si intende «qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia»

Tabella 6-54 Riepilogo dei materiali di risulta prodotti e delle relative modalità gestionali (m^3 in banco)

Produzione complessiva	*Gestione in qualità di sottoprodotto*		*C*
	A Utilizzo interno	B Utilizzo esterno	*Materiali di risulta in esubero*
666.915	445.561	134.608	86.746

Nello specifico, a fronte di un quantitativo complessivo di materiali prodotti eguale a 666.915 m^3, quelli da scavo ammontano in totale a circa 580.169 m^3 e saranno gestiti interamente in qualità di sottoprodotti ai sensi del DPR 120/2017, prevedendone il riutilizzo nell'ambito dell'appalto per circa 445.561 m^3 di cui 228.629 m^3 all'interno della stessa WBS e 216.932 m^3 in altra WBS; l'utilizzo all'esterno dell'appalto sarà eguale a circa 134.608 m^3.

La restante quota parte di materiali prodotti, nel suo complesso pari a 86.756 m^3, è costituita dallo scavo della sede ferroviaria esistente, dalla rimozione del pietrisco ferroviario, nonché dalle demolizioni. Tale quantitativo, come detto, saranno gestiti in regime di rifiuti ai sensi della Parte IV del DLgs 152/2006 e smi.

In ultimo si ricorda che la realizzazione dell'opera in progetto comporterà la rimozione di 5.874 (valore complessivo) traverse in cap e legno, le traverse/traversoni in CAP saranno gestite nel regime dei rifiuti mentre le traverse in legno saranno dismesse e accatastate in apposita area indicata da RFI.

Stante quanto sinteticamente riportato nella Tabella 6-54, a fronte di un volume complessivo pari a 666.915 mc, le previste modalità di loro gestione, supportate e suffragate dagli esiti delle indagini di caratterizzazione ambientale eseguite in fase progettuale e dalla verifiche delle caratteristiche geotecniche di detti materiali, consentiranno di ottenere una riduzione dei rifiuti prodotti che ammonta complessivamente a circa il 87% del totale delle produzioni (cfr. Tabella 6-55 e Figura 6-56).

Tabella 6-55 Riduzione della produzione di rifiuti

	Produzioni (m^3 in banco)	Esuberi (m^3 in banco)	Riduzione % della produzione rifiuti
Totale	666.915	86.756	87%

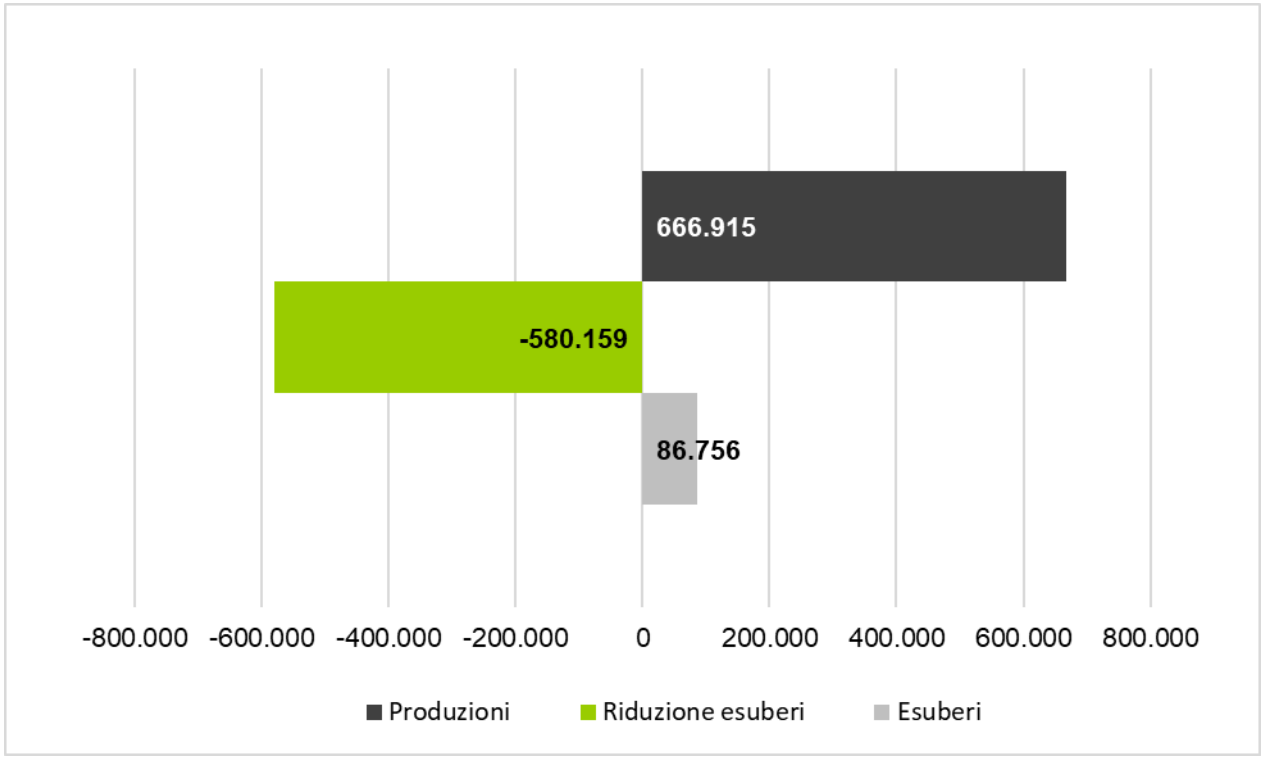


Figura 6-56 Riduzione della produzione di rifiuti

Per quanto concerne le caratteristiche ambientali dei materiali prodotti e di cui si prevede la gestione in qualità di sottoprodotto, nel corso dell'attività di progettazione sono state condotte specifiche campagne atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle principali opere all'aperto.

Dette attività di indagine sono state svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del DPR 120/2017 e, pertanto, forniscono un quadro completo ed esaustivo sulle caratteristiche dei materiali che saranno oggetto di scavo e, quindi, sulla loro possibile gestione.

Le risultanze di dette indagini, documentate nel dettaglio nel già citato Piano di utilizzo dei materiali di scavo e nei relativi allegati, hanno evidenziato il rispetto dei limiti di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale) e dei superamenti della Colonna A (Siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) con riferimento alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del DLgs 152/2006 e smi.

Si precisa che, sebbene si ritenga che la fase di indagine preliminare sia ampiamente esaustiva e completa, in corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori indagini volte esclusivamente a confermare quanto già evidenziato dalle indagini eseguite in fase progettuale.

Per quanto in particolare concerne la quota parte di materiali prodotti e gestiti in qualità di sottoprodotto che non verranno riutilizzati all'interno dell'opera in progetto, nell'ambito della attività di progettazione è stata condotta una specifica attività di ricerca dei siti di loro destinazione finale, a partire dalla consultazione degli strumenti di pianificazione di settore e mediante il coinvolgimento ufficiale degli Enti territorialmente competenti (richieste trasmesse tramite Posta Elettronica Certificata).

Le risposte ricevute dagli Enti ed Amministrazioni contattati hanno consentito di definire un elenco di siti di cava dismessi, per i quali è stata trasmessa ai Proprietari/Gestori, via posta elettronica certificata o raccomandata, una richiesta di eventuale manifestazione di interesse ad accogliere le volumetrie prodotte in fase di realizzazione.

A seguito del ricevimento della manifestazione di interesse ad accogliere le volumetrie da parte di 2 soggetti tra quelli contattati, per ognuno dei siti così identificati sono state effettuate le seguenti ulteriori verifiche/attività di indagine:

- Esecuzione di sopralluoghi, ricerche bibliografiche di settore ed acquisizione documentazione, volte a verificare la tipologia del sito (cava dismessa, cava abbandonata, ecc.), le potenzialità di ricezione, le caratteristiche geologiche/idrogeologiche del sito, le caratteristiche del progetto di riqualifica, la sussistenza di eventuali vincoli e le autorizzazioni in essere e/o da acquisire;
- Esecuzione di campagne di indagine volte ad accertare la compatibilità ambientale dei siti attraverso indagini superficiali sulla matrice terreni atte a verificare lo stato qualitativo delle pareti e del fondo scavo ed escludere la presenza di eventuali criticità ambientali

A valle di tali verifiche ed indagini, e della successiva analisi multicriteria, sono stati identificati in via preliminare i seguenti siti di destinazione finale (cfr. "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" – NM2701D69RGTA0000003A) (cfr. Tabella 6-56).

Tabella 6-56 Elenco dei potenziali siti di conferimento finale dei materiali di scavo

Sito/Società	*Localizzazione*	*Capacità (m3)*	*Tipo intervento*
Boschini Franco	Osio Sopra (BG)	200.000	Ripristino Ambientale di cava
Bettoni s.p.a.	Castegnato (BS)	500.000	Ripristino Ambientale di cava

Nello specifico, per quanto riguarda i risultati delle indagini di caratterizzazione ambientale, condotte sempre conformemente al DPR 120/2017, è emerso che tutti i campioni analizzati risultano conformi rispetto alle Concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla colonna B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del DLgs 152/2006 e smi, mentre si evidenzia un superamento dei limiti di cui alla

Colonna A (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) di cui alla medesima tabella del citato decreto.

Relativamente agli aspetti quantitativi, come si evince dalla tabella precedente, la capacità residua dei potenziali siti di conferimento finale sopra individuati risulta complessivamente superiore di circa 538.471 m^3 al quantitativo di cui è previsto l'utilizzo all'esterno dell'appalto. Al fine di conseguire un maggior grado di certezza in merito all'effettiva capacità dei siti di destinazione finale di accogliere detto materiale, al quantitativo stimato in banco (134.608 m^3) è stato applicato un fattore di rigonfiamento eguale al 20%, arrivando con ciò ad un volume complessivo corrispondente a circa 161.529 m^3.

Per quanto invece riguarda i quantitativi di materiale di scavo in esubero e le restanti tipologie di materiali prodotti nel corso della realizzazione dell'opera in progetto, questi saranno gestiti in regime di rifiuti ai sensi della Parte IV del DLgs 152/2006 e smi, secondo i codici CER di seguito riportati (cfr. Tabella 6-57); resta tuttavia inteso che, al fine di garantirne il corretto avvio agli impianti di recupero/smaltimento, in corso d'opera tali materiali saranno preventivamente caratterizzati ai sensi della normativa vigente, presso il sito di produzione o all'interno delle aree di stoccaggio previste.

Tabella 6-57 Produzioni: volume gestito in qualità di rifiuto

Tipologia di materiali	Udm	Quantità	CER	
Materiali proveniente dagli scavi (esuberi)	mc	43.550	17.05.04	Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03
Materiale proveniente dalle demolizioni	mc	32.885	17.09.04	Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903
Rimozione ballast	mc	10.321	17.05.08	Pietrisco per massicciate ferroviarie diverso da quello di cui alla voce 17.05.07
			17.05.07*	Pietrisco per massicciate ferroviarie, contenente sostanze pericolose

A tal riguardo si precisa che, sempre nel corso dell'attività progettuale, è stata sviluppata un'attività di ricognizione degli impianti di recupero e dei siti di discarica, che è stata condotta avendo assunto quali criteri di selezione di detti impianti e siti quelli della rilevante estensione temporale dell'efficacia del

provvedimento autorizzativo rispetto al termine di sua scadenza, della conformità dei materiali autorizzati rispetto a quelli da conferire, nonché della ridotta distanza rispetto all'area di intervento.
Tale attività, i cui esiti sono riportati nel documento "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale" (NM2701D69RGCA0000001A), ha consentito di identificare un consistente numero di siti rispondenti a tre citati criteri di selezione, i quali nel loro complesso offrono ampie garanzie in merito alla possibilità di corretta gestione dei materiali in esubero.

Stante quanto qui sinteticamente riportato, in ragione sia della consistente riduzione dei materiali di scavo in esubero, come detto superiore al 87% del quantitativo totale prodotte, che della capacità dei potenziali siti in cui conferire detti materiali, l'entità dell'effetto in esame può essere considerata trascurabile.

6.13 Effetti cumulati

6.13.1 Inquadramento del tema

Prima di entrare nel merito dell'analisi degli effetti cumulati, il presente paragrafo intende offrire un inquadramento del tema sotto i seguenti profili:

- Approccio metodologico
- Fasi di lavoro

Approccio metodologico

Secondo quanto disposto dal punto e) dell'Allegato VII del DLgs 152/2006, così come modificato dal DLgs 104/2017, lo Studio di impatto ambientale, nel documentare gli effetti ambientali del progetto proposto, deve considerare, tra gli altri, quelli dovuti «al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto».

L'obiettivo e la ratio della norma risiedono, quindi, nel far sì che la stima e la conseguente valutazione degli effetti ambientali determinati dall'opera in progetto non sia limitata solo a quelli prodotti da questa stessa, quanto anche tenga conto di quelli generati dalle possibili interazioni.
Appare evidente come il rispondere a detto obiettivo comporti il dover preventivamente definire quale possa essere quello che, nel prosieguo della presente analisi, è stato identificato con il termine "ambito di interazione", intendendo con ciò il campo all'interno del quale sono compresenti quegli specifici effetti ambientali potenzialmente determinati dall'Opera in progetto e dalle Altre opere in progetto, per i quali è

possibile determinarsi una loro sovrapposizione, dando così luogo ad effetti risultanti di rango superiore (cfr. Figura 6-57)[27].

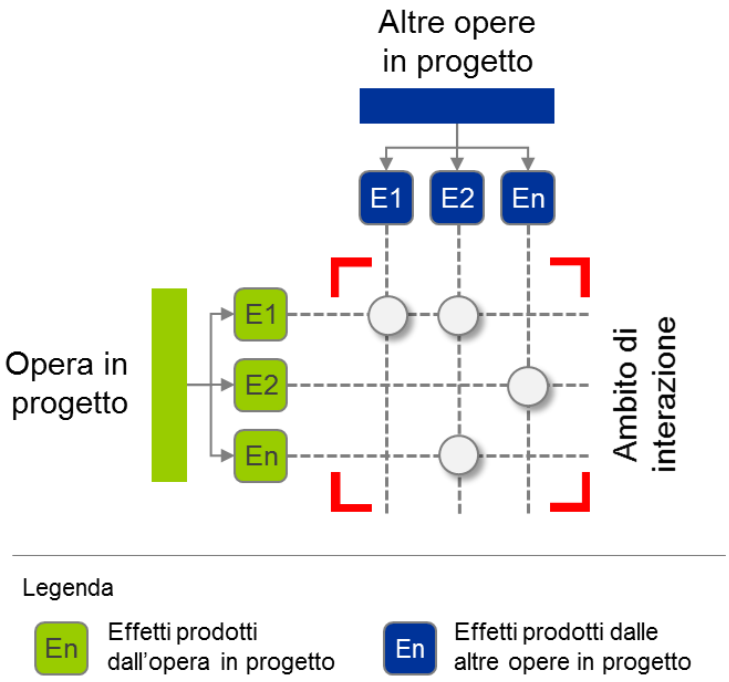


Figura 6-57 Inquadramento del tema: L'Ambito di interazione degli effetti

La definizione dell'ambito di interazione degli effetti costituisce un'operazione processuale, ossia un'attività di progressiva delimitazione del campo, che – nel caso in specie – è stata articolata rispetto a tre criteri di perimetrazione, teorica ed operativa. Nello specifico, muovendo dall'assioma che le Altre opere in progetto a cui riferirsi sono quelle assoggettate a procedure di valutazione ambientale di livello nazionale e regionale, i criteri adottati ai fini della delimitazione dell'ambito di interazione sono i seguenti:

1. Delimitazione spaziale, concernente l'ambito territoriale all'interno del quale sviluppare l'analisi e, operativamente, entro il quale operare la selezione delle Altre opere in progetto
2. Delimitazione temporale, riguardante il lasso temporale all'interno del quale estendere la ricerca e la selezione delle Altre opere in progetto
3. Delimitazione fenomenologica, afferente cioè ai modi in cui si realizzano i rapporti tra le opere e tra gli effetti ambientali da queste determinati

[27] Si precisa che ai fini di una maggiore chiarezza espositiva, nel seguito della trattazione sono state in modo sistematico utilizzate le diciture "Opera in progetto" e "Altre opere in progetto" ad intendere rispettivamente l'opera oggetto del presente Studio di impatto ambientale e l'insieme di tutte le altre opere in progetto ricadenti all'interno dell'ambito di interazione.

Il primo criterio di delimitazione dell'ambito di interazione, ossia quello spaziale, risulta quello più intuitivo e di più semplice applicazione.

Al fine di rispondere alla domanda relativa al dove delimitare l'analisi, nel caso in specie si è assunto quale criterio quello di individuare l'ambito spaziale di ricognizione nei territori comunali interessati dall'Opera in progetto e, nei soli casi di prossimità di quest'ultima ai confini amministrativi, a quelli limitrofi.

Tale criterio, operativamente declinato in relazione alle funzionalità rese possibili dai diversi strumenti di ricerca disponibili, risulta estremamente cautelativo in quanto sottende un'estensione spaziale notevolmente ampia.

Il secondo criterio di delimitazione dell'ambito di interazione, come detto, corrisponde alla necessità di fissare un limite temporale entro il quale circoscrivere la ricerca.

A tal riguardo, giova sottolineare che la norma, nella sua testuale formulazione, correla il concetto di «cumulo» a quello di «progetti» e non già ad opere esistenti o in corso di realizzazione, dal momento che la presenza di queste ultime rientra, dapprima, all'interno della descrizione dello scenario di base, indicata al punto 3 del citato Allegato VII, e, successivamente, nella stima degli effetti attesi[28].

Assunta la centralità rivestita dal requisito "progetto" ai fini della qualificazione dello status di Altra opera in progetto, il criterio in tale ottica adottato è stato quello di riconoscere detto requisito in tutte quelle opere che sono state sottoposte a procedure di valutazione ambientale nell'arco degli ultimi cinque anni.

Anche in tal caso, il criterio sulla scorta del quale è stata operata la delimitazione dell'ambito temporale di ricognizione può essere considerato cautelativo in quanto, non solo trova fondamento in quanto disposto dall'art. 25 c5 del DLgs 152/2006 e smi per quanto riguarda la procedura VIA[29] e/o nei singoli provvedimenti, quanto soprattutto perché emancipa dai possibili errori che possono derivare dal un puntuale riscontro, caso per caso, dell'effettiva realizzazione dell'opera sottoposta a procedura di valutazione.

[28] Tale affermazione trova evidente esplicitazione nel caso dell'analisi dei livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici. In tal caso, la stima degli effetti attesi deriva dalla considerazione non solo del contributo derivante dalla realizzazione / esercizio dell'opera in progetto, quanto anche dalla somma di tale valore a quello del cosiddetto "fondo atmosferico" al cui interno sono considerati gli apporti derivanti dalle altre sorgenti emissive compresenti all'interno dell'ambito di studio e, conseguentemente, anche dall'insieme di opere sottoposte a valutazione ambientale nel frattempo realizzate.

[29] «Il provvedimento di VIA […] ha l'efficacia temporale, comunque non inferiore a cinque anni, definita nel provvedimento stesso, tenuto conto dei tempi previsti per la realizzazione del progetto, dei procedimenti autorizzatori necessari, nonché dell'eventuale proposta formulata dal proponente e inserita nella documentazione a corredo dell'istanza di VIA. Decorsa l'efficacia temporale indicata nel provvedimento di VIA senza che il progetto sia stato realizzato, il procedimento di VIA deve essere reiterato, fatta salva la concessione, su istanza del proponente, di specifica proroga da parte dell'autorità competente

Il terzo criterio di delimitazione dell'ambito di interazione, come premesso, attiene ai modi con i quali le opere in progetto e gli effetti da queste determinati entrano in relazione.

All'interno di tale prospettiva di analisi, appare evidente come detti modi siano strettamente connessi alle Azioni di progetto proprie del complesso di opere in progetto considerate ed ai relativi Fattori causali.

A tal riguardo si ricorda che, secondo l'approccio metodologico assunto alla base del presente studio, con Azione di progetto si è inteso definire un'attività o un elemento fisico dell'opera che presenta una potenziale rilevanza ai fini ambientali, mentre con Fattori causali si è indicato l'aspetto dell'Azione di progetto che rappresenta il determinante di potenziali effetti sull'ambiente.

Sempre con riferimento alla metodologia di lavoro adottata nel presente studio, le Azioni di progetto sono state articolate con riferimento alle tre distinte "opere" che è possibile riconoscere nell'opera in progetto in ragione delle altrettanti dimensioni di analisi, con ciò distinguendo tra "Opera come realizzazione", "Opera come manufatto" ed "Opera come esercizio". Parimenti, anche i Fattori causali sono stati tripartiti in relazione alle categorie desunte dall'analisi delle disposizioni del D.lgs. 104/2017, suddividendoli in "Produzione di emissioni e residui", "Uso di risorse" ed "Interazione con beni e fenomeni ambientali".

Alla luce di tale articolazione, lo schema concettuale prima delineato si complessifica, articolandosi esso stesso in tre ambiti di interazione specifici, ciascuno dei quali relativo ad una delle tre dimensioni di analisi, denominati pertanto "Ambito di interazione costruttiva", "Ambito di interazione fisica" ed "Ambito di interazione operativa" (cfr. Figura 6-58).

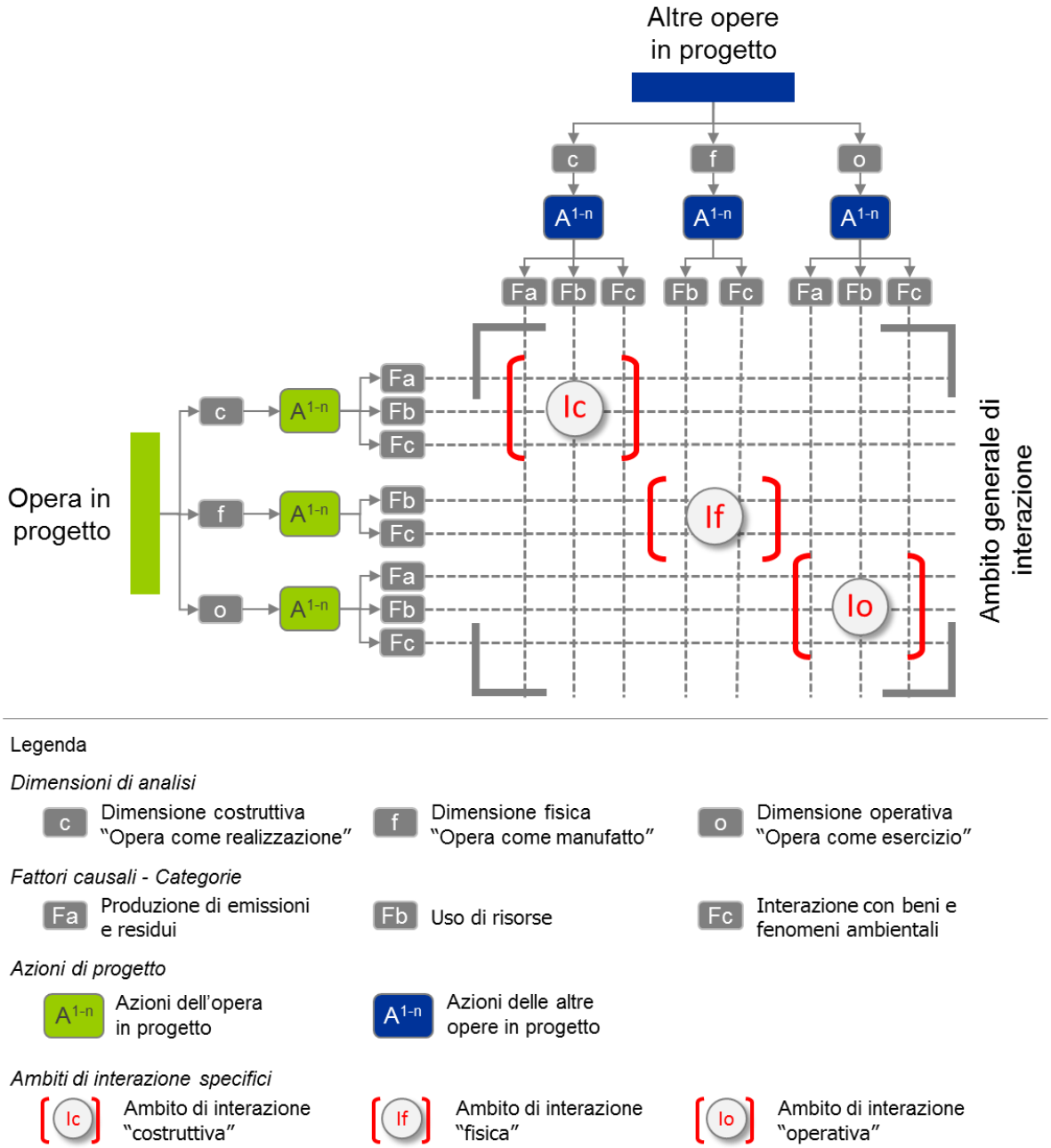


Figura 6-58 Schema concettuale di articolazione dell'Ambito di interazione degli effetti

Entrando nel merito dei singoli ambiti, per quanto riguarda l'Ambito di interazione costruttiva (Ic), questo considera la somma degli effetti prodotti nel corso della fase realizzativa dall'opera in progetto e dalle altre opere in progetto.

Come già illustrato, nell'ambito della dimensione costruttiva le categorie di Fattori causali che rivestono un ruolo centrale sono quelle riguardanti la produzione di emissioni e residui (Fa) e l'uso di risorse (Fb), con specifico riferimento alla produzione di emissioni inquinanti atmosferiche ed acustiche, ed a quella di materiali di risulta, da un lato, ed al consumo di materie prime non rinnovabili, dall'altro.

In tal senso, il fattore dirimente ai fini del determinarsi di detta circostanza risulta duplice, in quanto costituito dall'aspetto temporale e da quello spaziale. Se dal punto di vista temporale appare ovvia la condizione di temporaneità intercorrente tra le fasi realizzative dell'opera in progetto e delle altre opere in progetto, per quanto concerne gli aspetti spaziali occorre considerare che, a prescindere da situazioni molto particolari e precise, gli effetti che possono derivare sui fattori ambientali sono per la totalità di essi di scala locale, circostanza quest'ultima che impone una prossimità tra le aree di cantiere di entrambe le opere.

Operativamente, ai fini delle analisi di cui al successivo paragrafo, si è fatto riferimento alle condizioni riportate nella seguente Tabella 6-58, precisando che queste sono da intendersi come concomitanti dovendo verificarsi entrambe.

Tabella 6-58 Ambito di interazione costruttiva (Ic): Fattori discriminanti e condizioni di interazione

Fattori discriminanti	*Condizioni*	*Specifiche*
Tempo	Contemporaneità	Nel caso in cui la documentazione progettuale disponibile non contenga una precisa indicazione delle tempistiche di realizzazione, in termini cautelativi sono stati presi in considerazione tutti i progetti con datazione posteriore al 2015
Spazio	Prossimità	In considerazione delle principali tipologie di effetti ambientali determinati dalla realizzazione di un'opera infrastrutturale, per prossimità si è intesa una distanza intercorrente tra opera in progetto ed altre opere in progetto pari a 500 metri. Come dimostrato dagli studi modellistici e da riscontri teorici, è difatti possibile ritenere che entro tale raggio di distanza si risolva la maggior parte dei possibili effetti ambientali indotti dalle attività di cantierizzazione ed in particolare quelli derivanti dalla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche

Relativamente all'Ambito di interazione fisica (If), sempre con riferimento all'approccio metodologico prima descritto, posto che in ragione della dimensione di analisi alla quale si fa riferimento la totalità degli effetti ambientali che possono determinarsi sono ascrivibili alla presenza delle opere in progetto, al loro interno

di detti effetti quelli che in misura superiore si ritiene possano dare luogo ad un effetto cumulativo riguardano gli aspetti paesaggistici.

A fronte di tale prospettazione del tema, sotto il profilo operativo il fattore discriminante ai fini del verificarsi delle condizioni di interazione è stato individuato nella prossimità tra opera in progetto ed altre opere in progetto (cfr. Tabella 6-59).

Tabella 6-59 Ambito di interazione fisica (If): Fattori discriminanti e condizioni di interazione

Fattori discriminanti	*Condizioni*	*Specifiche*
Spazio	Prossimità	A prescindere dall'esistenza o meno di assi e luoghi di fruizione visiva effettiva, nonché dalla quota del punto di osservazione e dall'ampiezza del cono visivo, aspetti quest'ultimo che saranno indagati nella fase di analisi, l'aspetto che incide in modo significativo sulla possibilità di percepire e leggere un quadro scenico è rappresentata dalla profondità visiva, ossia della distanza intercorrente tra il punto di osservazione e l'oggetto osservato. Come risulta dalla letteratura di settore, la profondità visiva può essere articolata in più livelli, ciascuno dei quali corrispondente a determinate condizioni di intelligibilità della scena osservata. Considerato che entro una distanza di 500 metri (primo piano) è associata la possibilità di distinguere i singoli componenti della scena osservata e che, già tra i 500 ed i 1.200 metri (Piano intermedio) corrisponde la possibilità di avvertire solo i cambiamenti di struttura, a favore di sicurezza è stata assunta detta ultima soglia dimensionale come valore limite entro il quale possano determinarsi condizioni di interazione tra le opere in progetto

Per quanto in ultimo riguarda l'Ambito di interazione operativa (Io), in tal caso l'individuazione degli effetti ambientali che possono cumularsi è strettamente legata a quelli generati dall'opera in progetto, ossia dall'infrastruttura ferroviaria.

Come illustrato nei paragrafi del presente studio dedicati alla metodologia di lavoro, le infrastrutture ferroviarie rappresentano un'opera a sé stante nel panorama delle infrastrutture di mobilità e, più in generale, rispetto a quelle sottoposte a procedura di valutazione ambientale in quanto gli effetti ambientali da queste prodotte in fase di esercizio si risolvono pressoché unicamente in quelli derivanti dalla

produzione di emissioni acustiche. Oltre a ciò, occorre ricordare che, di prassi, il tema degli effetti sul clima acustico e degli interventi diretti ed indiretti atti alla loro mitigazione è già affrontato nell'ambito della progettazione sin dalle sue fasi iniziali (Progetto di fattibilità tecnico-economica) ed implementato in quelle successive (Progetto definitivo), secondo il quadro normativo di riferimento che definisce specifici limiti all'interno di proprie fasce di pertinenza acustica.

A tal fine, gli studi acustici condotti nelle fasi di progettazione tengono conto della presenza di altre infrastrutture di trasporto concorsuali secondo le modalità indicate dalla succitata normativa. Ne consegue che nel definire e dimensionare le barriere antirumore e, con esse, gli elementi strutturali sui quali dette barriere dovranno essere posizionate, sono stati già affrontati i fenomeni di sovrapposizione con le altre infrastrutture di trasporto concorsuali.

Fasi di lavoro

Muovendo dall'impostazione metodologica sin qui descritta, sotto il profilo operativo l'analisi è stata condotta secondo la seguente sequenza di attività, di seguito descritte con riferimento alle finalità ed alle modalità di lavoro specifiche:

A. Ricognizione della progettualità

Obiettivo di detta prima fase di lavoro risiede nel ricostruire il quadro delle Altre opere in progetto i cui effetti possono cumularsi a quelli potenzialmente indotti dall'Opera in progetto, in ragione del duplice requisito di essere localizzate nel medesimo contesto territoriale di riferimento (delimitazione spaziale) e dell'essere state sottoposte a procedure di valutazione ambientale nell'arco degli ultimi cinque anni (delimitazione temporale).

Il quadro della progettualità così ricostruito è rappresentativo dell'"*Ambito di interazione teorico*" in quanto formato dell'insieme delle Altre opere in progetto che, per il solo fatto di avere in comune con l'Opera in progetto i due suddetti requisiti, possono dare luogo, per l'appunto teoricamente, al cumulo degli effetti.

Operativamente, ai fini della ricostruzione del quadro della progettualità si è fatto ai portali web delle Autorità competenti alle valutazioni ambientali di livello nazionale e regionale, considerando così tutte le diverse categorie e scale dimensionali di opere.

B. Analisi preliminare delle altre opere in progetto

Una volta ricostruito il quadro della progettualità, la seconda fase di lavoro è stata rivolta a verificare la sussistenza delle condizioni di interazione prima enunciate, ossia ad operare una preventiva delimitazione dell'ambito di interazione sulla base dei modi in cui entrano in relazione le diverse opere in progetto (delimitazione fenomenologica).

L'esito di detta seconda fase risiede nella costruzione della lista di progetti rispetto ai quali si ritiene possibile che possano determinarsi condizioni di cumulo degli effetti con quelli potenzialmente determinati dall'Opera in progetto e che, in quanto tali, definiscono l'"*Ambito di interazione effettivo*".

C. Analisi degli effetti cumulati

Tale ultima fase è dedicata alla verifica di effetti cumulati su un determinato fattore ambientale, come somma di quelli generati dall'Opera in progetto e dalle Altre opere in progetto desunte in esito alle analisi di cui al punto precedente.

La stima degli effetti cumulati è condotta sulla base delle analisi effettuate nel presente studio e con riferimento alle informazioni contenute negli Studi di impatto ambientale relative alle altre opere in progetto

6.13.2 La ricognizione della progettualità

La ricognizione del complesso delle opere in progetto presenti all'interno del contesto di localizzazione dell'opera in progetto è stata condotta con riferimento ai siti web istituzionali delle Autorità competenti alla procedura VIA e, nello specifico, rispetto al portale del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare dedicato alle Valutazioni ambientali VIA-VAS (https://va.minambiente.it), per quanto attiene al livello nazionale, ed a quello di Regione Lombardia (http://silvia.regione.lombardia.it), per quello regionale. Le informazioni nel seguito riportate sono l'esito delle verifiche condotte presso i succitati siti istituzionali in data 20 agosto 2020.

Entrando nel merito, considerato che l'opera in progetto, nella sua complessiva articolazione ricade in Provincia di Bergamo ed interessa i territori dei comuni di Bergamo ed Orio al Serio, attraverso l'apposito strumento presente sul sito del MATTM è stata selezionata l'area corrispondente a detti territori comunali. A tal riguardo si precisa che si è fatto riferimento sia alla sezione "Progetti - VIA: Ricerca" (cfr. Figura 6-59), sia al servizio "webgis – VIA in corso", aggiornato al 31.12.2019 (cfr. Figura 6-60).

Figura 6-59 Ambito territoriale assunto per la ricognizione della progettualità

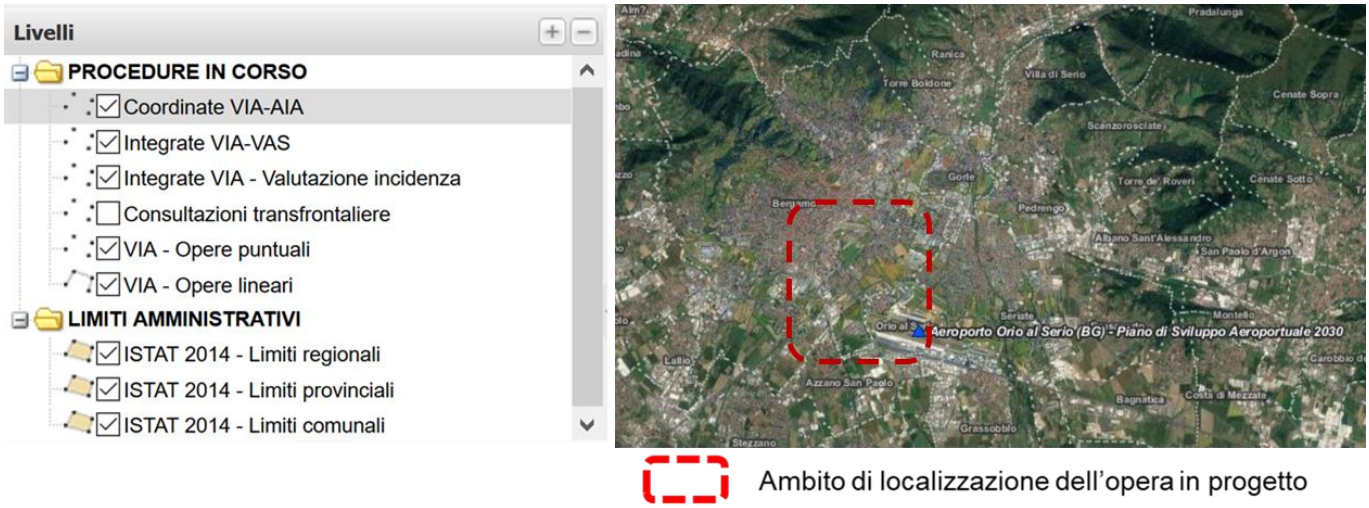


Figura 6-60 Ambito territoriale assunto per la ricognizione della progettualità (Fonte: elaborazione da "webgis – VIA in corso" – MATTM)

Dall'interrogazione condotta nella sezione "Progetti - VIA: Ricerca" è emerso che all'interno di detto ambito ricognitivo il quadro della progettualità sottoposta a valutazione ambientale di livello nazionale è composto da:

- Autostrada A4 Milano - Bergamo-Brescia lotto 2 e 3 dal km 23+800 al km 47+150;
- Ampliamento a 4 corsie dell'autostrada A4 Milano-Bergamo-Brescia;
- Piano di sviluppo aeroportuale dell'aeroporto di Orio al Serio (BG);
- S.S. 42 del Tonale e della Mendola - Tangenziale sud di Bergamo;
- Aeroporto di Orio al Serio (BG);
- Interporto di Bergamo Montello.

Attraverso il servizio "webgis – VIA in corso" è emerso solo un progetto ricadente all'interno dell'ambito ricognitivo e afferente all'Aeroporto "il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio – Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030.

Per quanto riguarda la verifica condotta sul portale tematico di Regione Lombardia, si è espressamente fatto riferimento alla sezione denominata "area procedure" che – come specificato sul sito - rende disponibili i dati ed i documenti tecnici ed amministrativi riguardanti le procedure di VIA e di Verifica di assoggettabilità espletate in Regione Lombardia.
La sezione è a sua volta articolata in due aree. L'area denominata "Agenda", dedicata alle procedure in corso, è suddivisa per livelli istituzionali e tipologie di procedure, consentendo la ricerca per "Procedure depositate negli ultimi sessanta giorni", "Procedure chiuse negli ultimi trenta giorni" e "Procedure sospese negli ultimi trenta giorni". L'area denominata "Archivio" riguarda le procedure concluse ed è anch'essa per livelli istituzionali e tipologie di procedure. Ai fini della presente analisi si è fatto riferimento alle procedure VIA di livello regionale. All'interno di tale area la ricerca è distinta per "Archivio depositati", "Archivio conclusi senza giudizio" ed "Archivio pronunce di compatibilità ambientale".

In breve, le verifica eseguita rispetto all'area "Agenda" ha evidenziato i seguenti risultati:

- VIA Nazionali – Procedure depositate negli ultimi sessanta giorni e chiuse / sospese negli ultimi trenta giorni
    - Nessuna opera in progetto presente
- VIA Regionali – Procedure depositate negli ultimi sessanta giorni
    - Cinque progetti di cui, il solo ricadente all'interno del territorio provinciale di Bergamo, ricade in Comune di Foppolo e, quindi, in un contesto territoriale nettamente distinto da quello proprio dell'opera in progetto
- VIA Regionali – Procedure chiuse negli ultimi trenta giorni
    - Nessuna procedura

La verifica condotta con riferimento all'area "Archivio" ha preso in esame i procedimenti conclusisi nell'arco degli ultimi cinque anni, evidenziando i seguenti risultati:

- VIA Nazionali
    - Progetto Aeroporto "Il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio - Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030 in comune di Orio al Serio (Bg)
- Verifiche Regionali

- Accordo di programma nuovo palazzetto dello sport, città di Bergamo denominato Chorus Life nel comune di Bergamo
- Realizzazione di n. 4 nuovi utilizzi idroelettrici lungo le rogge consortili derivate dal Fiume Serio, denominati, rispettivamente: Impianto Reich di Torre Boldone lungo R. Serio, Impianto Redona di Bergamo lungo R. Serio, Impianto Corridoni di Bergamo lungo R. Serio, Impianto Daste & Spalenga di Bergamo lungo R. Morlana
- Realizzazione di n. 6 nuovi utilizzi idroelettrici lungo le rogge consortili derivate dal Fiume Serio
- V Atto integrativo all'Accordo di Programma per la costruzione del Nuovo Ospedale di Bergamo in località Trucca e per la realizzazione degli interventi connessi

6.13.3 Analisi preliminare delle altre opere in progetto

Secondo la metodologia assunta alla base della presente analisi, l'analisi preliminare delle Altre opere in progetto individuate sulla base della ricostruzione del quadro della progettualità, è rivolta alla verifica della sussistenza delle condizioni per le quali dette opere possano essere all'origine di effetti ambientali ai quali si possano sommare quelli potenzialmente determinati dall'opera in progetto.

Ai fini di una più agevole lettura delle analisi riportate nel presente paragrafo, si evidenzia che le Altre opere in progetto soggette a valutazione ambientale sono state suddivise in due gruppi in ragione del livello della procedura, identificati con la codifica "A", per quella nazionale, e con quella "B", per quella regionale.

Entrando nel merito delle Altre opere in progetto desunte dalla consultazione della specifica sezione del portale del MATTM dedicato alle valutazioni ambientali, assunto che detta sezione consente la ricerca dei progetti unicamente su base geografica e, quindi, senza possibilità di una loro selezione per datazione, e considerato che tale aspetto rileva ai fini della metodologia di lavoro, si è reso necessario condurre una preventiva verifica temporale dei provvedimenti relativi alle opere individuate.

Le principali informazioni relative all'iter procedurale delle Altre opere individuate attraverso il portale del MATTM sono le seguenti (cfr. Tabella 6-60).

Tabella 6-60 Altre opere in progetto soggette a valutazione ambientale di livello nazionale: Scheda iter procedurale

Altre opere in progetto		*Specifiche*
A01	**Opera in progetto**	**Autostrada A4 Milano - Bergamo-Brescia lotto 2 e 3 dal km 23+800 al km 47+150**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Verifica di Assoggettabilità a VIA
	Stato procedura	Conclusa
	Esito procedura	Positivo con prescrizioni (DSA_2009-0024856 del 21/09/2009)
A02	**Opera in progetto**	**Ampliamento a 4 corsie dell'autostrada A4 Milano-Bergamo-Brescia**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Valutazione Impatto Ambientale
	Stato procedura	Conclusa
	Esito procedura	Positivo con prescrizioni (DSA-DEC-2003_0000604 del 06/10/2003)
A03	**Opera in progetto**	**Piano di sviluppo aeroportuale dell'aeroporto di Orio al Serio (BG)**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Valutazione Impatto Ambientale
	Stato procedura	Conclusa
	Esito procedura	Positivo con prescrizioni (DSA-DEC-2003_0000677 del 04/11/2003)
A04	**Opera in progetto**	**S.S. 42 del Tonale e della Mendola - Tangenziale sud di Bergamo**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Valutazione Impatto Ambientale
	Stato procedura	Conclusa
	Esito procedura	Positivo con prescrizioni (DSA-DEC-2001_0006485 del 10/10/2001)
A05	**Opera in progetto**	**Aeroporto di Orio al Serio (BG)**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Valutazione Impatto Ambientale
	Stato procedura	Conclusa
	Esito procedura	Interlocutorio negativo (DEC-VIA-2000_5126 del 11/07/2000)
A06	**Opera in progetto**	**Interporto di Bergamo Montello**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Valutazione Impatto Ambientale
	Stato procedura	Conclusa
	Esito procedura	Positivo con prescrizioni (DEC-VIA-1999_3733 del 18/05/1999)

Altre opere in progetto		*Specifiche*
A07	**Opera in progetto**	**Aeroporto "il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio – Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030**
	Categoria opera	Infrastrutture per la mobilità
	Procedura attivata	Valutazione Impatto Ambientale
	Stato procedura	Istruttoria tecnica CTVIA
	Esito procedura	-

Come si evince dalla scheda di analisi precedente, le procedure VIA relative ai progetti di cui ai punti A01, A02, A03, A04 ed A06 si sono concluse con esito positivo con prescrizioni in un periodo compreso tra il 1999 ed il 2009, ossia da almeno undici anni, e pertanto, a fronte dei criteri di lavoro adottati, a prescindere dal puntuale riscontro dello stato di sua effettiva attuazione, dette opere possono essere considerate come già realizzate e, conseguentemente, non siano più annoverabili tra i progetti esistenti/approvati espressamente indicati dalla norma ai fini della stima del cumulo degli effetti.
Oltre a tali progetti vi è inoltre quello di cui al punto A05 relativo all'Aeroporto di Orio al Serio (BG), la cui procedura VIA si è conclusa nel 2000 con esito interlocutorio negativo.

Per quanto attiene al progetto relativo all'Aeroporto "il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio – Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030, la cui procedura VIA è stata avviata in data 09/08/2018, risulta è ad oggi sottoposto alla istruttoria tecnica CTVIA.
Per tale progetto, trovandosi in situazioni di interazione con l'Opera in progetto, si ritiene che possano ricorrere le condizioni affinché detta opera possa rientrare nell'ambito di interazione effettiva con l'Opera in progetto.

Relativamente alle Altre opere in progetto desunte dalla consultazione del sito tematico di Regione Lombardia, oltre al già citato progetto relativo Aeroporto "Il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio - Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030 in comune di Orio al Serio (Bg), appartenente alle procedure di VIA Nazionali, le principali informazioni in merito all'iter procedurale di livello regionale sono riportate nella Tabella 6-61.

Tabella 6-61 Altre opere in progetto soggette a valutazione ambientale di livello regionale: Scheda iter procedurale

Altra opera in progetto		*Specifiche*
B01	**Opera in progetto**	**Accordo di programma nuovo palazzetto dello sport, città di Bergamo denominato Chorus Life nel comune di Bergamo**
	Categoria opera	Progetti di sviluppo urbano e industriale
	Procedura attivata	Verifica di Assoggettabilità a VIA
	Stato procedura	Conclusa con Decreto n. 9309 del 26/06/2018
	Esito procedura	Positivo con prescrizioni
B02	**Opera in progetto**	**Realizzazione di n. 4 nuovi utilizzi idroelettrici lungo le rogge consortili derivate dal Fiume Serio, denominati, rispettivamente: Impianto Reich di Torre Boldone lungo R. Serio, Impianto Redona di Bergamo lungo R. Serio, Impianto Corridoni di Bergamo lungo R. Serio, Impianto Daste & Spalenga di Bergamo lungo R. Morlana**
	Categoria opera	Industria energetica - Idroelettrica
	Procedura attivata	Verifica di Assoggettabilità a VIA
	Stato procedura	Conclusa con Decreto n. 149 del 10/01/2020
	Esito procedura	Positivo
B03	**Opera in progetto**	**Realizzazione di n. 6 nuovi utilizzi idroelettrici lungo le rogge consortili derivate dal Fiume Serio**
	Categoria opera	Industria energetica - Idroelettrica
	Procedura attivata	Verifica di Assoggettabilità a VIA
	Stato procedura	Conclusa con Decreto n. 17378 del 28/11/2019
	Esito procedura	Positivo

Come si evince dalla precedente tabella, le Altre opere in progetto acquisite dalla consultazione delle procedure di livello regionale, nella loro totalità sono state assoggettate a procedura di verifica e, di queste, due appartengono alla categoria "Industria energetica – sottosettore idroelettrico", mentre la restante è classificata come "Progetti di sviluppo urbano ed industriale".

Entrando nel merito dei singoli progetti, per quanto riguarda l'opera B1, consistente in un intervento di trasformazione urbanistica con la localizzazione di funzioni pubbliche e di uso pubblico, nonché terziarie/commerciali, residenziali e viabilità e parcheggi, è localizzato nel quadrante est del Comune di Bergamo, a ridosso della S.P. 35 Bergamo-Nembro, in prossimità del Rondò delle Valli. Stante detta localizzazione, posta ad oltre 3 chilometri dall'area di intervento dell'opera in progetto, anche in questo

caso non ricorrono le condizioni affinché l'opera B1 possa essere inclusa all'interno dell'ambito di interazione effettivo con l'opera in progetto.

Relativamente all'opera B2, consistente nella realizzazione di n. 4 nuovi impianti idroelettrici, localizzati nei comuni di Bergamo e Torre Boldone, e posti lungo le rogge consortili, ciascuno sinteticamente costituito da un'opera di derivazione con relativo canale o all'interno della stessa roggia, da un edificio di centrale idroelettrica (in cui viene alloggiata la turbina) e da un canale di restituzione o di by-pass
Per quanto specificatamente riguarda i nuovi impianti ricadenti in Comune di Bergamo (Corridoni; Redona e Morlana) sono tutti localizzati in corrispondenza del quadrante Nord-orientale del territorio comunale e, a fronte di ciò, non ricorrono le condizioni affinché detta opera possa rientrare nell'ambito di interazione effettiva con l'opera in progetto.

In ultimo, per quanto riguarda l'opera B3, il progetto consiste nella realizzazione di sei nuovi impianti idroelettrici per lo sfruttamento delle acque fluenti e dei salti esistenti lungo la rete di canali consortili, dei quali tre (Alberico da Rosciate, Corridoni e Gleno) in Comune di Bergamo. Anche in questo gli impianti in progetto, essendo localizzati nella porzione settentrionale dell'area urbana, si trovano a rilevante distanza dall'opera in progetto, non rispondendo con ciò alle condizioni di interazione prima enunciate. Ne consegue che anche l'opera B3 non rientra tra quelle considerabili ai fini della stima degli effetti cumulati con l'opera in progetto.

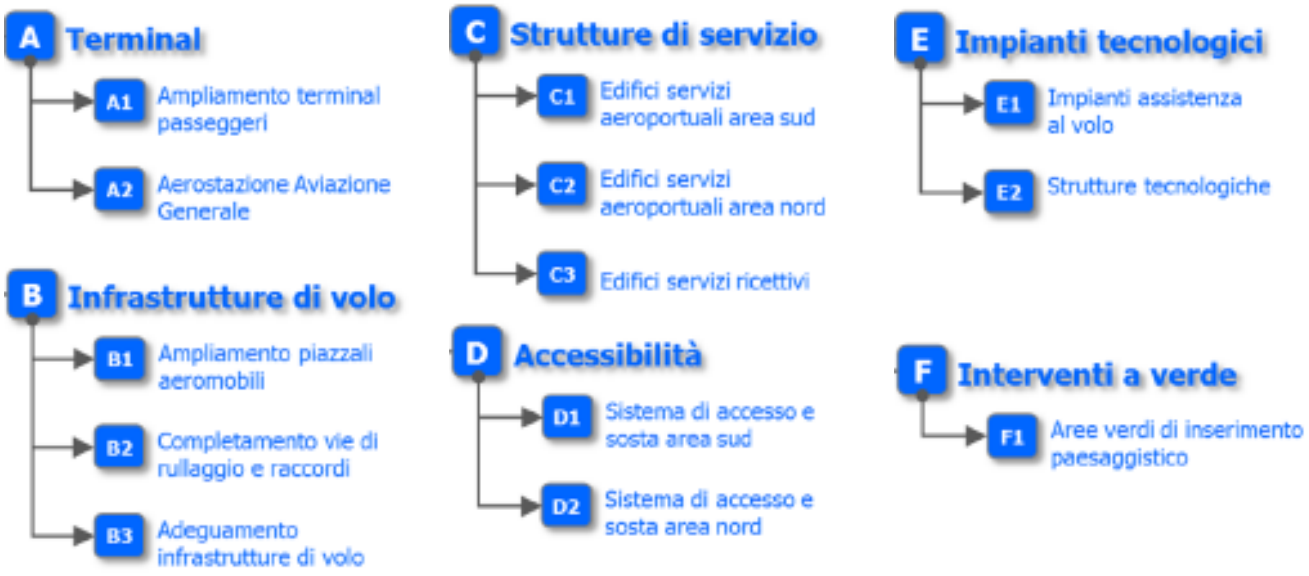
Stante quanto sopra riportato, l'unica Altra opera in progetto per la quale si ritiene possibile che i relativi effetti ambientali possano sommarsi a quelli connessi all'Opera in progetto riguarda l'Aeroporto "il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio – Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030 (A07).

6.13.4 Analisi degli effetti cumulati

Il progetto relativo all' l'Aeroporto "il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio – Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030 (PSA 2030), come premesso, la cui procedura di Valutazione di Impatto Ambientale è stata avviata in data 09/08/2018, risulta ad oggi sottoposto alla istruttoria tecnica della CTVIA.

Il PSA 2030 sviluppato da SACBO SpA, che ha ad oggetto l'Aeroporto "il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio, si inquadra all'interno degli obblighi convenzionali ai quali deve rispondere una Società di gestione, in relazione all'esigenza di adeguare l'infrastruttura aeroportuale stante l'attuale configurazione che non è in grado di rispondere alle esigenze dettate dal traffico atteso e, quindi, di soddisfare la domanda, nonché alla necessità di creare una condizione di sviluppo sostenibile ed in armonia con il territorio.

Le opere e gli interventi del PSA 2030 possono essere articolati in sei sistemi funzionali così come riportati nella seguente Figura 6-61:



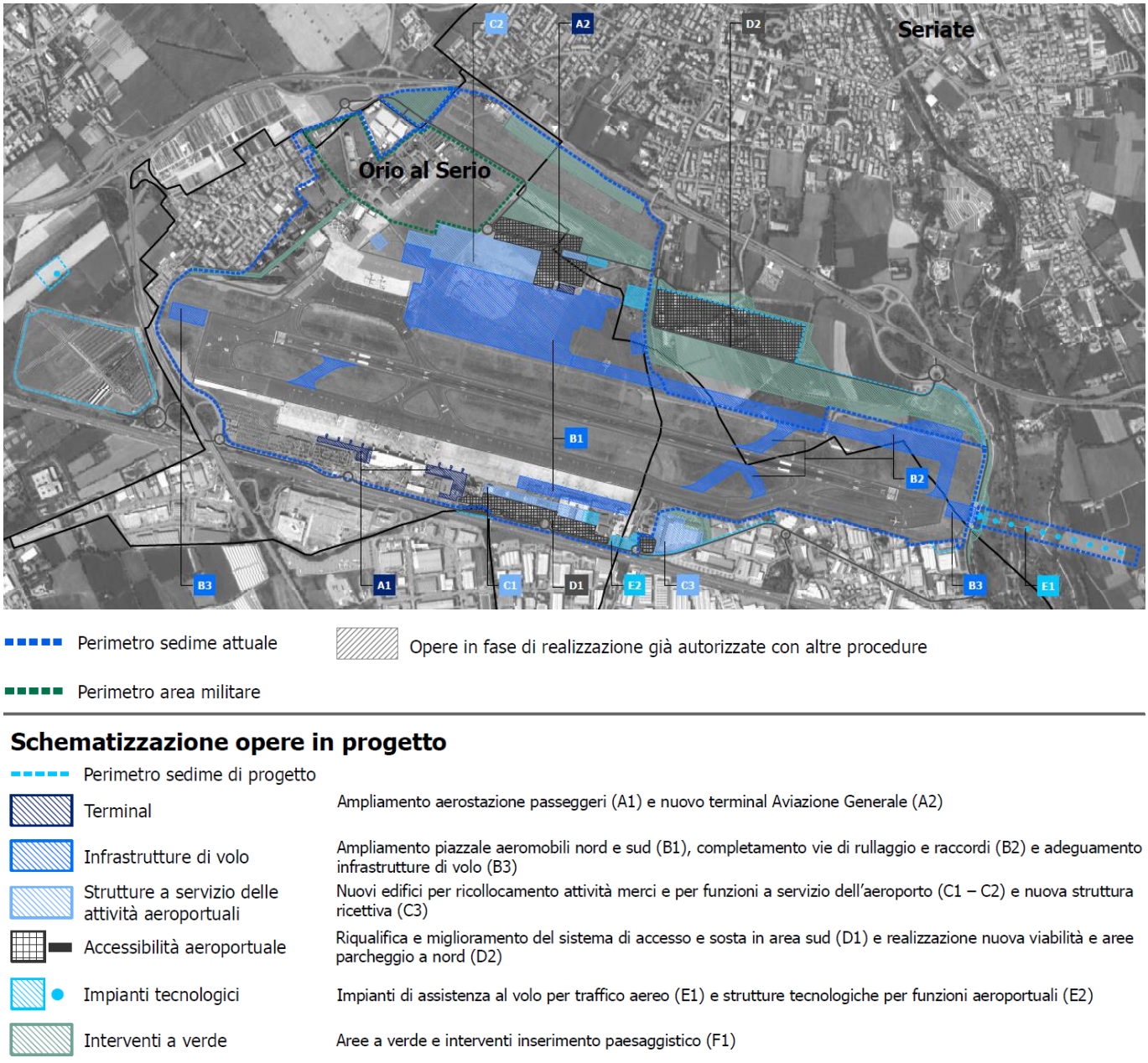


Figura 6-61 Schematizzazione delle opere del PSA 2030

Come si evince dalla seguente Figura 6-62, i rapporti intercorrenti tra l'Opera ferroviaria in progetto e gli interventi previsti dal PSA 2030 sono caratterizzati da condizioni di interazione diretta e di prossimità, limitatamente al tratto finale del tracciato ferroviario ove è prevista la realizzazione della nuova stazione ferroviaria Aeroporto Orio al Serio.

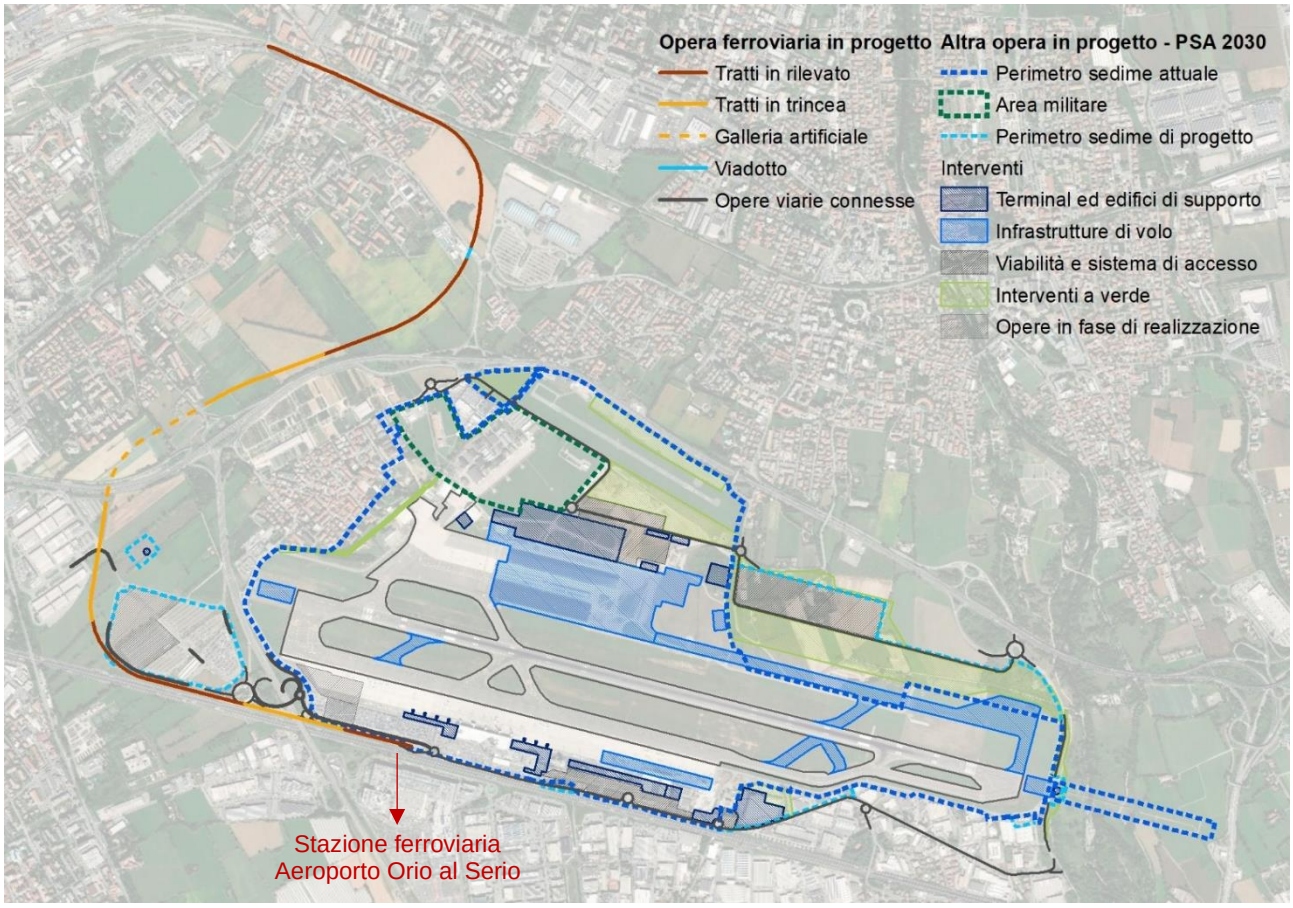


Figura 6-62 Interventi ed opere del Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030: localizzazione rispetto all'Opera ferroviaria in progetto

Entrando nel merito delle analisi degli effetti cumulati, ed in particolare di quelli connessi alla dimensione Costruttiva, risulta chiaro come i rapporti tra le aree di cantiere e le attività di lavoro di entrambe le opere e la contemporaneità di detti lavori possano determinare potenziali effetti cumulati.

Per quanto attiene il PSA 2030, ai fini della presente analisi, gli interventi da esso previsti possono essere classificati secondo le seguenti tre macrocategorie:

- la prima, relativa all'area Terminal ed edifici di supporto, è costituita dall'area Terminal passeggeri, collocata a sud della pista di volo lungo il perimetro meridionale del sedime aeroportuale, e dall'area del Terminal Aviazione generale, ubicata a nord della pista di volo;
- la seconda, relativa alle infrastrutture di volo, è costituita dall'insieme di interventi necessari al loro adeguamento ed ampliamento; tali interventi solo ubicati lungo la pista di volo, con un loro sviluppo prevalentemente verso nord;
- la terza, relativa alla viabilità e sistemi di accesso, solo ubicati prevalentemente in corrispondenza delle aree terminal; per l'area Terminal Aviazione generale si prevede, in particolare, un

ampliamento del sistema di parcheggi localizzato in una area a nord ed esterna al perimetro del sedime attuale.

Rispetto all'Opera ferroviaria in progetto, le tipologie di lavoro individuabili possono essere in estrema sintesi riconducibili:

- ai tratti in rilevato,
- ai tratti in trincea,
- ai tratti in galleria artificiale,
- all'area adibita alla stazione ferroviaria di Aeroporto Orio al Serio.

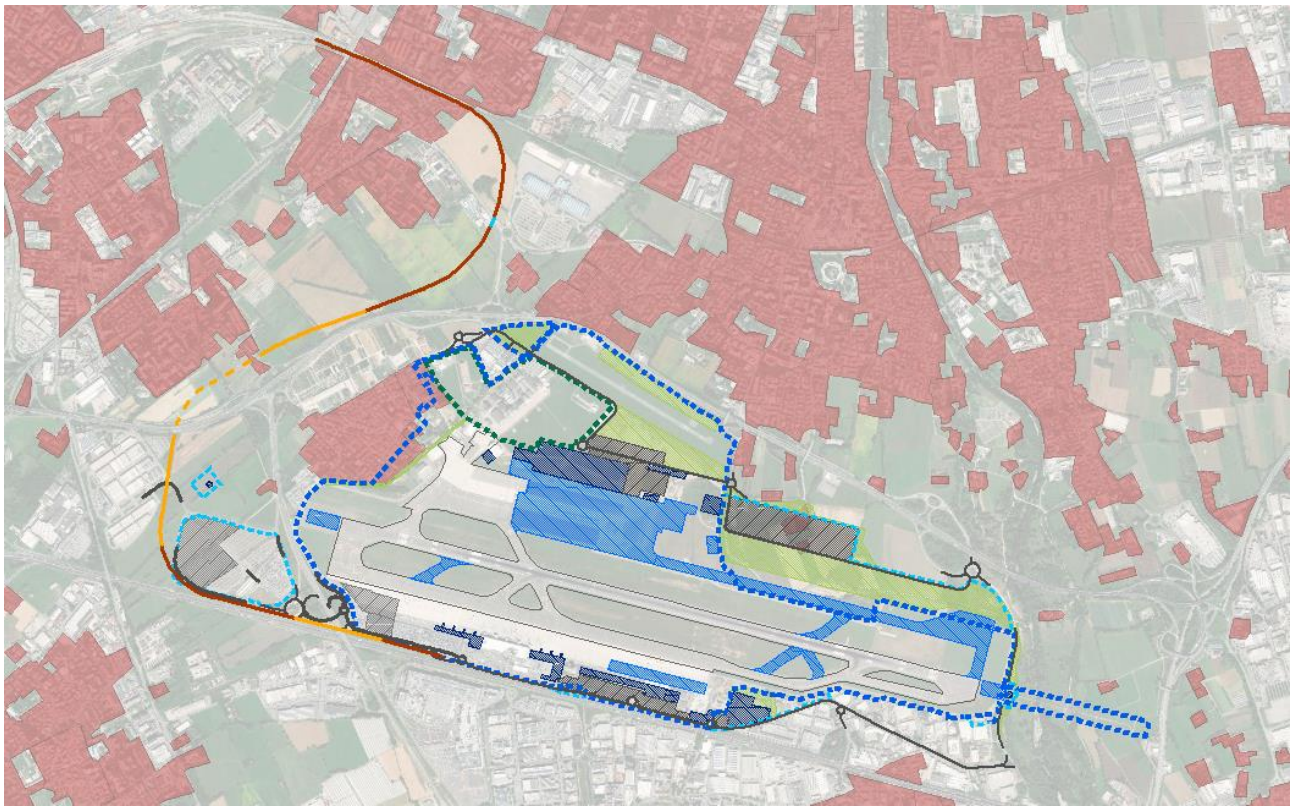


Figura 6-63 Aree urbane residenziali presenti nell'ambito territoriale interessato dall'Opera ferroviaria in progetto e dall'Altra opera in progetto

Come si evince dalla seguente Figura 6-63, l'ambito territoriale contraddistinto dalla interazione tra l'Aeroporto di Orio al Serio e l'Opera ferroviaria in progetto risulta caratterizzato dal tipico contesto della pianura bergamasca, connotata dalla forte urbanizzazione dei territori originariamente agricoli. In tale contesto, i tessuti residenziali (in rosso in Figura 6-63), commerciali ed industriali sono saldati tra di loro senza soluzione di continuità e connessi attraverso un articolato sistema infrastrutturale costituito, oltre

che dall'Aeroporto e dalla rete ferroviaria esistente, da una capillare rete stradale strutturata secondo le varie categorie di classificazione, dall'Autostrada, sino alla strade locali.

In tale contesto risulta pertanto inevitabile la presenza di elementi suscettibili degli effetti determinati dalla produzione di emissioni di inquinanti atmosferici ed acustici, come per l'appunto i tessuti residenziali.

Ma come si evince dalla medesima Figura 6-63, i tessuti residenziali potenzialmente interessati dagli effetti determinati dalla realizzazione dell'Opera in progetto sono ad una distanza tale da non risentire degli effetti indotti dalle lavorazioni delle opere previste dal PSA 2030; analogamente, la distanza intercorrente tra i tessuti residenziali più prossimi alle aree di lavoro relative alle opere previste dal PSA 2030 e l'Opera ferroviaria in progetto è tale da consentire alle attività di lavoro di quest'ultima di generare effetti a detti tessuti residenziali.

Unica eccezione può considerarsi il tessuto residenziale afferente ad Orio al Serio; come si evince dalla seguente figura, quest'ultimo risulta, infatti, ubicato tra il nuovo tratto ferroviario in progetto, la cui distanza minima dal tratto in galleria artificiale è pari a circa 400 metri, e le principali aree di lavoro previste dal PSA 2030, la cui distanza minima è pari a circa 380 metri.

In considerazione di tali distanze intercorrenti è ragionevole ritenere che tale elemento non sia suscettibile degli effetti cumulati determinati dalla produzione di emissioni di inquinanti atmosferici ed acustici.

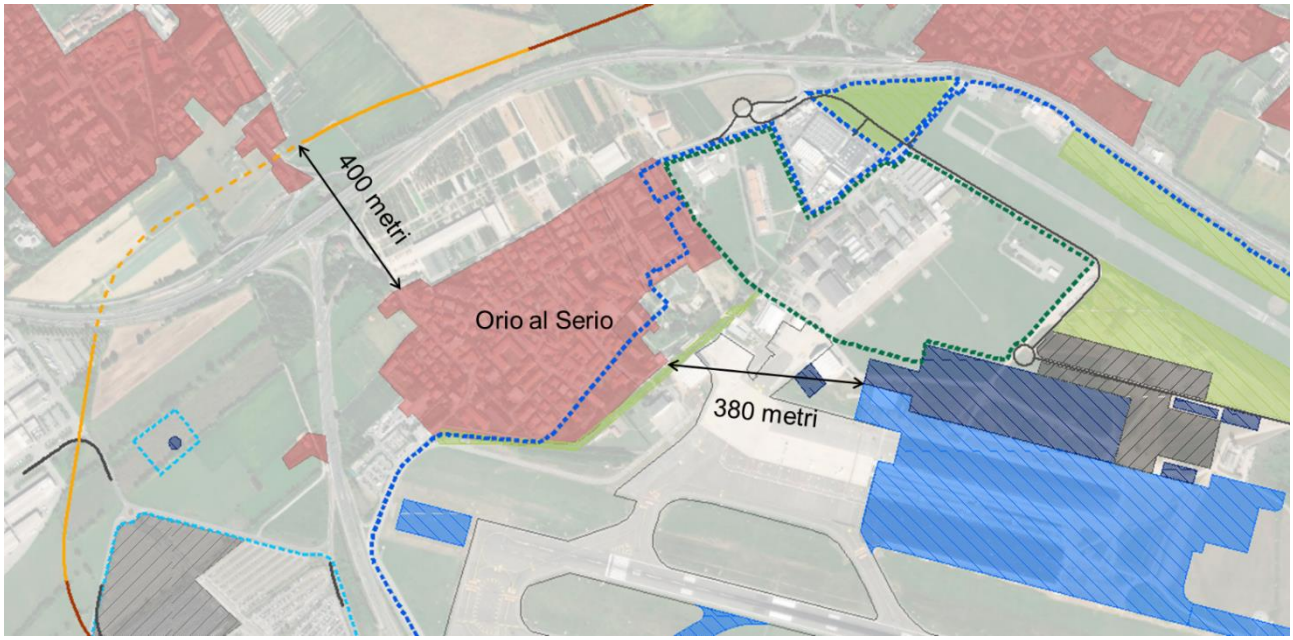


Figura 6-64 Rapporto localizzativo tra Orio al Serio, l'Opera in progetto e l'Altra opera in progetto

Per quanto riguarda la produzione di residui, l'entità dei quantitativi di materiale di risulta prodotti per entrambi i progetti, nonché la disponibilità sul territorio di siti di recupero e di smaltimento, consentono di poter ritenere non cumulabili gli effetti ambientali.

Analoghe considerazioni valgono per quanto riguarda l'uso di risorse: la scelta di gestire i materiali di scavo prodotti in qualità di sottoprodotto e di destinarne una quota parte, alla copertura dei fabbisogni costruttivi, nonché alle opere di inserimento paesaggistico ed ambientale, consentirà di conseguire una significativa riduzione degli approvvigionamenti esterni.

Stante tali considerazioni relative alla dimensione Costruttiva, è ragionevole escludere la possibilità che si determini una somma degli effetti ambientali attesi.

Per quanto riguarda gli effetti connessi alla dimensione Fisica e, in tal senso, quelli relativi al paesaggio, è opportuno considerare in primo luogo che l'Aeroporto di Orio al Serio rappresenta ormai un elemento consolidato del paesaggio della pianura bergamasca; per quanto riguarda l'infrastruttura ferroviaria, in termini generali, è auspicabile ritenere che la sua presenza è ormai consueta sul paesaggio comunemente percepito, soprattutto di quelli più antropizzati e, in condizioni normali di attraversamento di territori dalle peculiarità non molto accentuate, la sua presenza non costituisce un elemento di disturbo particolarmente rilevante.
Al contrario, il potenziale effetto, in termini di modifica delle condizioni percettive, può determinarsi qualora tali infrastrutture risultino ubicate in prossimità di beni appartenenti al patrimonio culturale o di elementi strutturanti il paesaggio.

Stante ciò, gli elementi che concorrono agli effetti sul paesaggio sono riconducibili a quelli progettuali ed a quelli di contesto.
Per quanto riguarda gli elementi progettuali della ferrovia, questi sono rappresentati dalle caratteristiche localizzative, soprattutto in termini di giacitura, e dimensionali e formali degli elementi infrastrutturali; con riferimento all'infrastruttura aeroportuale, gli elementi progettuali sono costituiti dalle aree pavimentate costituenti le infrastrutture di volo ed i manufatti costituenti il sistema terminal, in termini di volumetrie e caratteristiche formali.
Per quanto attiene il contesto di intervento, come già accennato, il territorio interessato dalle due opere in progetto riguarda quello della pianura bergamasca fortemente connotato dai caratteri urbani, ove le aree agricole risultano frammentate e poste lungo i margini delle vaste aree residenziali, commerciali ed industriali e degli assi infrastrutturali che attraversano tale pianura.
All'interno di tale tipologia di paesaggio, i luoghi di normale accessibilità che rendono possibili visuali verso il paesaggio circostante sono rappresentati dagli innumerevoli assi stradali presenti. Lungo tali viabilità le condizioni percettive mutano al mutare della struttura del paesaggio attraversata: si hanno infatti vedute

generalmente aperte e profonde fino a notevoli distanze in ambito agricolo, mentre le visuali divengono chiuse e limitate in ambito urbano.

Stante ciò, sulla scorta dell'approccio metodologico prima definito, appare evidente come i potenziali effetti cumulati connessi alla dimensione Fisica possano riferirsi alla condizione di interazione diretta tra le due opere in progetto, limitatamente al tratto finale del tracciato ferroviario ove è prevista la realizzazione della nuova stazione ferroviaria Aeroporto Orio al Serio, ritenendo pertanto assenti gli effetti cumulati per i restanti tratti di Opera in progetto, in ragione della distanza intercorrente con l'infrastruttura aeroportuale superiore ai 500 metri, corrispondenti al primo piano della scena osservata.

In primo luogo, occorre evidenziare come, facendo riferimento alla *Figura 6-65* nel seguito riportata, l'ambito di interazione diretta tra le due opere in progetto non interesse in alcun modo i beni paesaggistici tutelati ope legis presenti nell'immediato intorno, rappresentati esclusivamente dai fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relativa fascia di rispetto ai sensi dell'Art. 142 co. 1 lett. c del D.lgs. 42/2004 e smi.

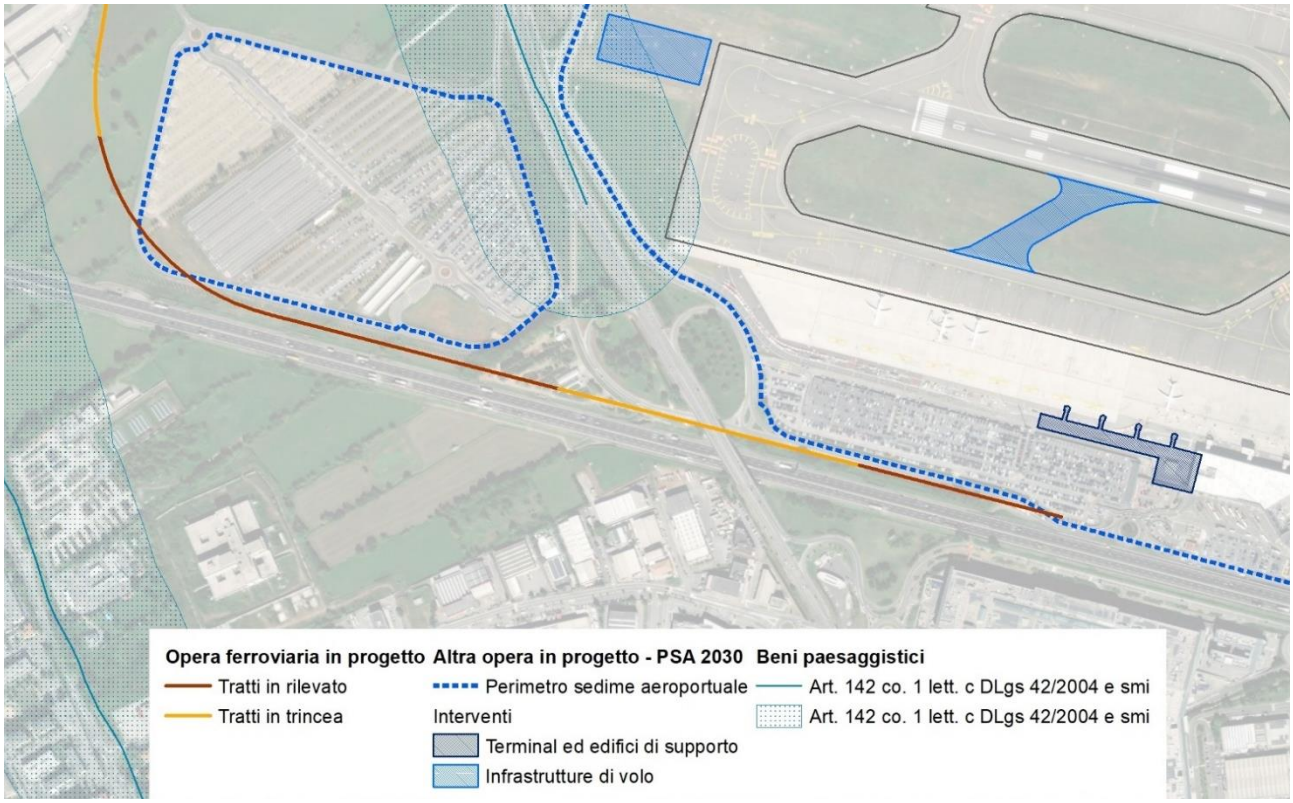


Figura 6-65 Interazione diretta tra le opere in progetto: rapporto con i beni paesaggistici

In secondo luogo, per quanto concerne gli aspetti percettivi, ai fini della stima dei potenziali effetti cumulati si è assunta la scelta di rivolgere l'attenzione alle differenti caratteristiche tipologiche e plano-volumetriche

delle opere in progetto, nonché alla giacitura rispetto agli ambiti di percezione visiva che, nel caso specifico, risultano costituiti dalla A4, in ragione del suo ruolo di arteria di strutturazione del paesaggio bergamasco.

In tal senso, se in termini generali la consistenza fisica della ferrovia, generata dallo sviluppo - in rilevato/trincea o viadotto - delle opere di linea, può ritenersi a carattere lineare, quella di una infrastruttura aeroportuale può considerarsi più articolata e complessa, in quanto legata alle caratteristiche bidimensionali delle infrastrutture di volo, volumetriche e formali dei manufatti, nonché alla loro collocazione rispetto al paesaggio circostante.

Per quanto concerne la giacitura delle opere in progetto rispetto all'asse autostradale dell'A4, osservando la seguente Figura 6-66 si evince come la scelta progettuale per entrambe le opere di orientarne lo sviluppo secondo un andamento parallelo a tale arteria stradale sia determinata da distinte motivazioni: se, infatti, le iniziative del PSA 2030 prevedono «*interventi volti alla riqualifica del fronte aeroportuale rivolto verso l'asse autostradale al fine di potenziare le relazioni percettive tra l'infrastruttura aeroportuale e l'autostrada stessa, mediante la realizzazione di un nuovo fronte determinato dall'ampliamento del Terminal passeggeri e la riorganizzazione di nuovi edifici a servizio dell'attività aeroportuale*[30]», l'affiancamento stretto dell'Opera ferroviaria in progetto all'autostrada ha come primaria volontà quella di occupare territori già interessati da infrastrutture lineari e di limitarne in tal senso l'occupazione fisica del territorio, in termini sia di consumo di suolo che di condizionamento percettivo attraverso un elemento estraneo al paesaggio percepito.

Oltre a ciò, occorre evidenziare come la presenza di vegetazione arborea ed arbustiva lungo l'asse autostradale possa in alcuni casi limitare ancor più la percezione verso l'adiacente tracciato ferroviario in progetto.

Stante quanto indicato, è possibile escludere la possibilità che si determini una somma degli effetti ambientali attesi.

[30] Fonte: Aeroporto "Il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio - Piano di sviluppo aeroportuale 2030. Studio di impatto ambientale – Volume P4 – Paragrafo 14.3

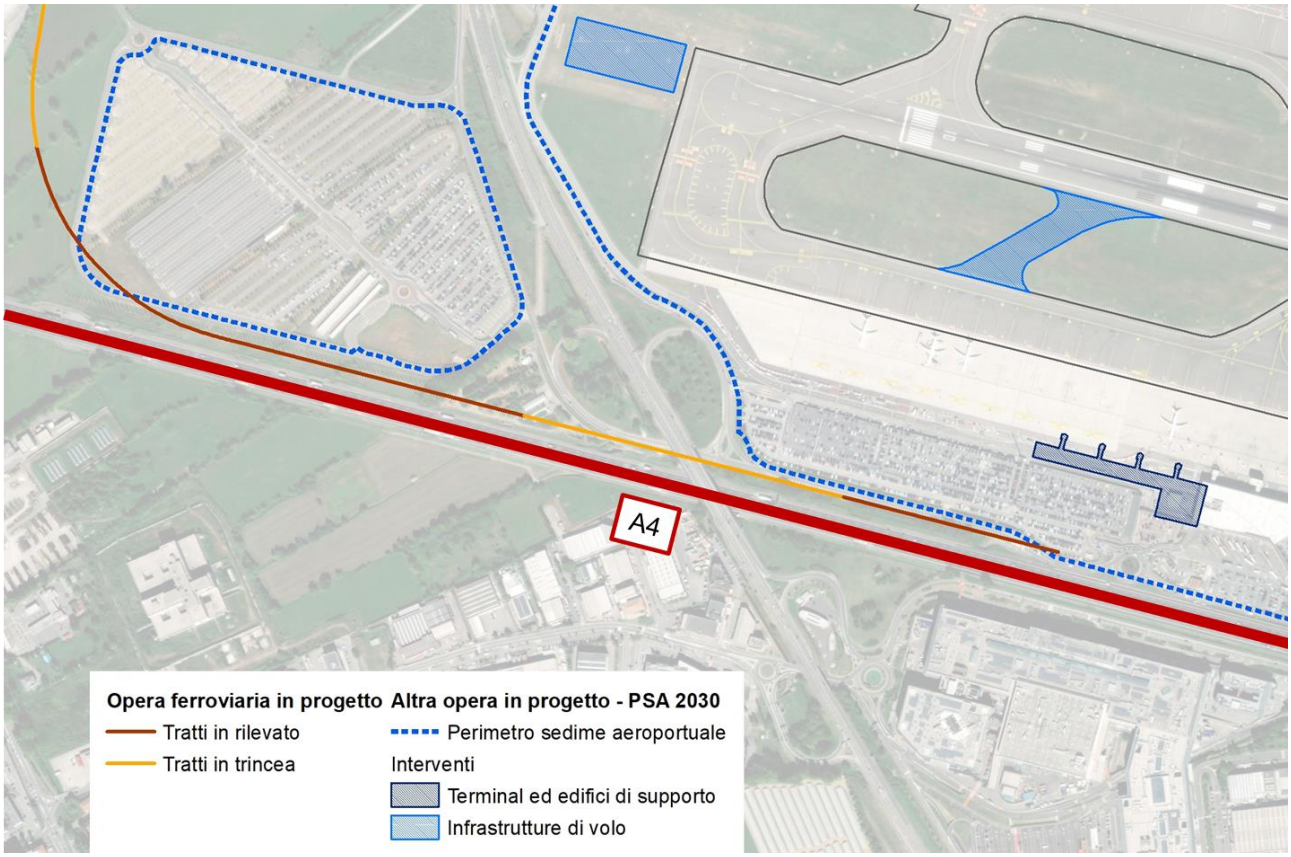


Figura 6-66 Interazione diretta tra le opere in progetto: giacitura con gli assi di fruizione percettiva

Come emerso dalle informazioni ed analisi riportate nel presente paragrafo, nel caso in specie non esistono Altre opere in progetto che possano dare luogo ad effetti ambientali che possano andare a sommarsi a quelli potenzialmente indotti dall'opera in progetto.

In tal senso è possibile affermare che le analisi e le stime riportate nei paragrafi precedenti relativamente agli effetti ambientali che l'Opera in progetto può determinare sui diversi fattori ambientali interessati, sono da ritenersi esaustive di tutti i potenziali effetti attesi.

7 QUADRO DI SINTESI

7.1 Misure ed interventi per prevenire, ridurre e mitigare gli effetti

7.1.1 Misure ed interventi previsti in fase di cantiere

7.1.1.1 Interventi per la riduzione della polverosità nelle aree di cantiere

Il repertorio delle misure ed interventi volti alla mitigazione degli effetti derivanti dalle emissioni polverulente prodotte dai cantieri è composto da procedure operative ed opere.
In particolare, per quanto attiene alle procedure operative, queste sono essenzialmente rivolte ad impedire il sollevamento delle polveri, trattenendole al suolo, ed a ridurne la quantità. In tal senso, dette procedure riguardano:

- Bagnatura dell'aree di cantiere
  Gli interventi di bagnatura delle piste, delle superfici di cantiere e delle aree di stoccaggio terreni, atti a contenere la produzione di polveri, dovranno essere effettuati tenendo conto della stagionalità, con incrementi della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. L'efficacia di detti interventi è correlata alla frequenza delle applicazioni ed alla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento. Relativamente alla frequenza, come premesso, sarà necessario definire un programma di bagnature articolato su base annuale, che tenga conto della stagionalità e della tipologia di pavimentazione dell'area di cantiere; per quanto riguarda l'entità della bagnatura, si prevede di impiegare circa 1 l/m^2 per ogni trattamento di bagnatura.
- Spazzolatura della viabilità asfaltata interessata dai traffici di cantiere
  Per quanto concerne i tratti di viabilità asfaltata prossimi alle aree di cantiere, anche in questo caso sarà necessario definire un programma di spazzolatura del manto stradale.
- Coperture dei mezzi di cantiere e delle aree di stoccaggio
  I cassoni dei mezzi adibiti al trasporto degli inerti, quando caricati, dovranno essere coperti da teli. Analogamente, anche le aree destinate allo stoccaggio dei materiali, in alternativa alla bagnatura, dovranno essere coperte, al fine di evitare il sollevamento delle polveri.
- Organizzazione ed apprestamento delle aree di cantiere fisso
  La definizione del layout delle aree di cantiere dovrà essere sviluppata in modo tale da collocare le aree di stoccaggio delle terre e di materiali inerti in posizione il più possibile lontana da eventuali ricettori abitativi.

Sempre al fine di ridurre la generazione di polveri, potrà essere necessario prevedere che i piazzali di cantiere siano realizzati con uno strato superiore in misto cementato o misto stabilizzato. Per quanto concerne le opere di mitigazione, queste fanno riferimento alle seguenti tipologie:

- Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi

  Gli impianti di lavaggio sono rivolti a prevenire la diffusione di polveri e l'imbrattamento della sede stradale, e, a tal fine, sono costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione.
- Barriere antipolvere

  In condizioni di particolare criticità ed in corrispondenza dei ricettori maggiormente esposti potranno essere previste delle barriere antipolvere. A tal riguardo giova ricordare che, qualora previste, le barriere antirumore assolvono anche alla funzione di limitazione della dispersione delle polveri.

7.1.1.2 Interventi di mitigazione acustica

Le opere di mitigazione del rumore previste per le aree di cantiere possono essere ricondotte a due categorie:

- Interventi "attivi", finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;
- Interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una serie di scelte e procedure operative, nel seguito elencate per tipologia:

- Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali
  - Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
  - Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
  - Installazione, se non già previsti, e in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi;
  - Utilizzo di impianti fissi schermati;
  - Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione e insonorizzati.
- Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature
  - Eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;

  - Sostituzione dei pezzi usurati;
  - Controllo e serraggio delle giunzioni
  - Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
  - Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
  - Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- Modalità operazionali e predisposizione del cantiere
  - Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
  - Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate;
  - Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazione al piano di calpestio;
  - Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6÷8 e 20÷22);
  - Imposizione di direttive agli operatori, tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi
  - Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Per quanto riguarda le misure di mitigazione passive, queste consistono sostanzialmente nel posizionamento di schermi acustici tra le attività di cantiere più impattanti e il/i ricettore/i da salvaguardare. Dai risultati delle simulazioni effettuate e come già descritto nel paragrafo 6.10.2, si è ritenuto opportuno adottare interventi di mitigazione acustica, quali barriere antirumore, per contenere i livelli acustici determinati dalle attività di lavorazioni analizzate in quattro differenti scenari di simulazione acustica.
In Figura 7-1, si riporta lo schema tipologico delle barriere antirumore di cantiere del tipo fisso di altezza pari a 5 m.

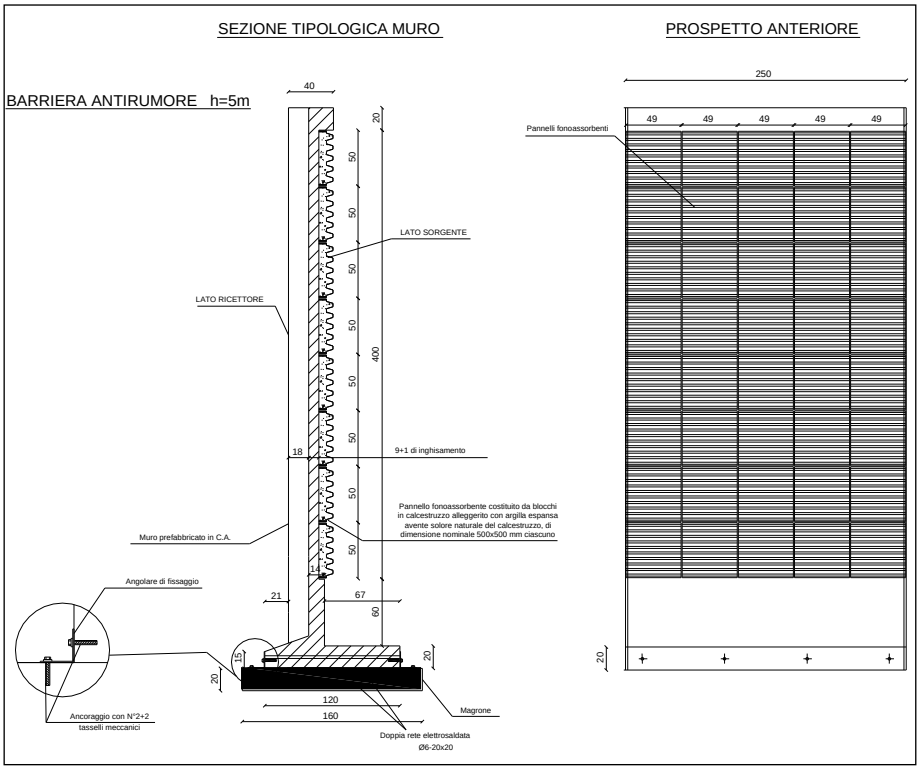


Figura 7-1 Schema tipologico della barriera antirumore di altezza pari a 5 m

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa di tutti gli interventi previsti.

Tabella 7-1 Localizzazione e caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore fisse

Codice Barriera	*Area di cantiere/Area di lavoro*	*Lunghezza Barriera [m]*	*Altezza Barriera [m]*
Barr.01	AT.07	80	5
Barr.02	AT.04	120	5

Tabella 7-2 Localizzazione e caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore mobili

Codice Barriera	*Area di cantiere/Area di lavoro*	*Lunghezza Barriera [m]*	*Altezza Barriera [m]*
Area di lavoro nord	Area di lavoro	300	5
Area di lavoro sud	Area di lavoro	150	5

La localizzazione planimetrica di tali interventi è osservabile nell'elaborato grafico *"Planimetrie localizzazione interventi di mitigazione"* (NM2701D69P5CA0000001-2A).

7.1.2 Misure ed interventi previsti in fase di esercizio

7.1.2.1 Interventi di mitigazione acustica

Lo studio modellistico condotto con riferimento allo scenario di progetto ha prospettato l'esigenza di ridurre i livelli sonori in facciata dei ricettori prospettanti la linea ferroviaria.
In tal senso, gli interventi previsti prevedono l'inserimento di barriere antirumore, di altezza variabile compresa tra i 2 e 7,5 metri sul piano del ferro, con lunghezza complessiva di circa 10.157 metri.

La tabella nel seguito riportata dettaglia le caratteristiche degli interventi di mitigazione acustica previsti.

Tabella 7-3 Quadro riepilogativo degli interventi di mitigazione acustica

Codice Barriera	Lato	Tipo BA	Altezza da p.f. [m]	pk inizio	pk fine	Lunghezza [m]
BA 01	Pari	Verticale	4,00	0+248	0+365	118
BA 02	Pari	Verticale	5,00	0+387	0+570	183
BA 03	Pari	Verticale	6,50	0+590	0+999	409
BA 04	Dispari	Verticale	5,00	0+385	0+584	199
BA 05	Dispari	Verticale	5,00	0+608	0+882	274

7.1.2.2 Opere a verde

Finalità e metodologia di lavoro

Le opere a verde si configurano come un sistema integrato di interventi i quali, con specifico riferimento agli aspetti vegetazionali, ecosistemici e paesaggistici, sono rivolti non solo a migliorare l'inserimento dell'opera in progetto all'interno del contesto di intervento, quanto anche ad incrementarne la dotazione vegetazionale e, con ciò, il livello di biodiversità, nonché a rafforzarne l'identità dal punto di vista paesaggistico.
In tal senso, gli obiettivi al cui conseguimento detti obiettivo sono rivolti possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- Ricostituire corridoi biologici, interrotti dall'abbattimento di vegetazione arborea ed arbustiva, o di formarne di nuovi, tramite la connessione della vegetazione frammentata
- Ricomporre la struttura dei diversi paesaggi attraversati con un'equilibrata alternanza di barriere vegetali, campi visivi semi-aperti e aperti a seconda della profondità e distribuzione delle mitigazioni, organizzandosi come una sorta di modulazione di pieni e di vuoti che creano differenti visuali sul paesaggio attraversato
- Recuperare le aree residuali prodotte dall'opera in progetto ed aventi caratteristiche di dimensione e/o articolazione tali da non poter essere destinate al precedente uso del suolo

- Creare filtri di vegetazione in grado, una volta sviluppati, di concorrere al contenimento della diffusione del rumore o, nel caso delle nuove viabilità, delle polveri e degli inquinanti gassosi
- Incrementare la biodiversità

Muovendo da detti obiettivi, in linea generale, l'iter progettuale che ha portato alla definizione delle opere a verde si è sviluppato in tre momenti:

- Valutazione delle interferenze dell'opera con gli strumenti di pianificazione territoriale
  Consiste nell'analisi delle interferenze del tracciato ferroviario con il territorio, con riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale.
- Inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico-ambientale
  Consiste nello studio delle caratteristiche territoriali (aspetti climatici, paesaggio, vegetazione, flora e fauna) al fine di garantire un migliore inserimento dell'opera sul territorio. L'approfondita conoscenza del territorio in esame, infatti, consente di avere un quadro quanto più completo degli ostacoli e delle opportunità e fornisce un'indicazione operativa circa le soluzioni praticabili.
- Definizione delle tipologie di intervento
  In questa fase si definiscono le tipologie degli interventi a verde, con particolare attenzione alla scelta delle specie vegetali e ai sesti di impianto.

Sempre con riferimento agli aspetti metodologici, per quanto segnatamente riguarda la definizione delle tipologie di intervento e delle specie vegetazionali, l'iter progettuale è partito dalla definizione delle potenzialità vegetazionali delle aree indagate, desunte dalle caratteristiche climatiche, geomorfologiche, pedologiche, nonché dall'analisi della vegetazione esistente rilevata nelle zone contigue alle aree oggetto di intervento.
I criteri di selezione delle specie prevedono di:

- rispettare le normative vigenti in termini di specie a rischio fitosanitario in particolare il D.d.u.o. 10 febbraio 2020 - n. 1508 "Misure fitosanitarie e delimitazione del territorio della Regione Lombardia in applicazione del decreto ministeriale 12 ottobre 2012. Misure d'emergenza per impedire l'introduzione e la diffusione di anoplophora chinensis (forster) nel territorio della Repubblica Italiana";
- privilegiare nella scelta delle specie le indicazioni dei Piani di Indirizzo Forestale;
- privilegiare specie rustiche e idonee alle caratteristiche pedo-climatiche del sito;
- privilegiare specie che dal punto di vista delle caratteristiche dimensionali ed estetiche risultino idonee agli interventi proposti e agli scopi prefissati;
- di rendere gradevole la percorrenza stessa dell'opera;

- di richiedere bassa manutenzione.

Tipologici di intervento

Gli interventi progettati prevedono vegetazione di nuovo impianto realizzata ai margini della linea ferroviaria e dei piazzali, all'interno delle aree intercluse o dei reliquati, sulle superfici di ritombamento degli scavi per la realizzazione delle gallerie artificiali di imbocco e non ed eventualmente ai margini dei corsi d'acqua attraversati dal tracciato. Oltre all'impianto di essenze arboree e arbustive si procederà preventivamente all'inerbimento di tutte le superfici di lavorazione, (scarpate di trincee e rilevati, aree di cantiere, aree tecniche, ecc... Il sistema proposto è stato suddiviso per moduli tipologici, al fine di individuare la migliore soluzione possibile in relazione all'ambito d'intervento. In generale, lungo il tracciato, sono stati inseriti elementi lineari costituiti da fasce arbustive ed arboreo arbustive, all'interno delle aree intercluse sono state previsti impianti a "macchia" tali da costituire volumi diversi che si sviluppano su più file parallele non rettilinee.

Gli schemi proposti vista la loro composizione floristica, determinano a maturità la costituzione di una fascia di vegetazione non omogenea in funzione del diverso portamento delle specie vegetali utilizzate.

I moduli sono di seguito descritti.

<u>Inerbimento</u>

Per quanto riguarda l'Inerbimento previsto in tutte le aree di intervento a verde, verranno utilizzate specie erbacee pioniere e a rapido accrescimento, appena terminati i lavori di costruzione delle infrastrutture. Le specie erbacee per l'inerbimento sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, prediligendo, nella scelta delle specie, quelle già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle Graminaceae (Poaceae) che assicurano un'azione radicale superficiale e Leguminosae (Fabaceae) che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m2). Di seguito si riportano le specie per il miscuglio di sementi.

Appartengono alle specie utili per questa categoria: *Agropyron repens, Dactylis glomerata, Festuca arundinacea, Brachypodium pinnatum, Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Medicago sativa, Vicia sativa, Trifolium repens.*

Ripristino agricolo

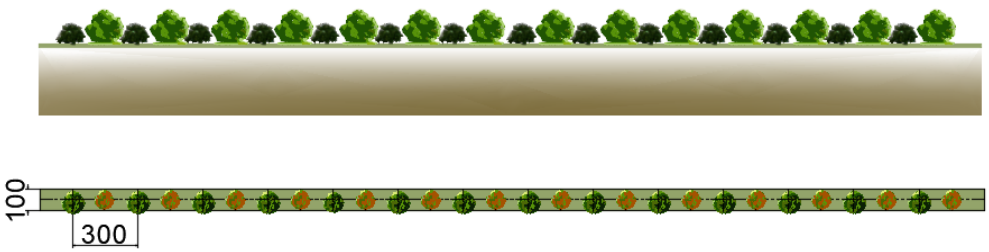
Con tale termine si intende il ripristino del suolo agricolo interferito dalle aree di cantiere e i medesimi interventi realizzati a partire da eventuali superfici dismesse da restituire ad uso agricolo. Fondamentale importanza rivestono gli interventi di sistemazione e ripristino da porre in atto nella fase di smantellamento dei cantieri. L'obiettivo mirato è quello di restituire i luoghi per quanto possibile con le stesse caratteristiche che gli stessi presentavano prima dell'allestimento dei cantieri. A completamento dei lavori, nelle aree di cantiere si provvederà pertanto allo smontaggio e alla rimozione dei manufatti di cantiere, ecc.. Le aree saranno quindi bonificate dai residui dei materiali utilizzati e dai residui delle demolizioni prima di provvedere alla ricostituzione dell'uso ante operam ovvero all'impianto delle opere a verde laddove siano stati individuati interventi di mitigazione. Si iinterverrà quindi attraverso lavorazioni del terreno e sistemazioni idrauliche, oltre a mettere in atto specifiche pratiche agronomiche quali l'aratura profonda, l'ammendamento, la semina e il successivo sovescio di specie azotofissatrici in grado di restituire la componente organica al terreno e di migliorarne la fertilità.

Modulo A - Siepe arbustiva

L'impianto di siepi lineari è previsto prevalentemente lungo linea per mitigare la presenza di elementi lineari quali muri o recinzioni oltre che il corpo di bassi rilevati e trincee delle opere connesse. Il sesto d'impianto è realizzato mettendo a dimora esemplari secondo un sesto lineare con distanza tra le piante di 3 m. Le piante selezionate hanno altezza minima di h = 0.8 m al momento dell'impianto. L'età minima degli esemplari dovrà essere di almeno 2 anni.

Le essenze arbustive impiegate sono rappresentate da:

- Prugnolo (*Prunus spinosa*)
- Alloro (*Laurus nobilis*)



ARBUSTI	(n.2 piante ogni 3 mq)		SUPERFICIE SESTO D'IMPIANTO	N. ESSENZE
	PRUGNOLO	*Prunus spinosa*	3 mq	1
	ALLORO	*Laurus nobilis*		1

Figura 7-2 Modulo A

Modulo B – Cordone arbustivo

Il Modulo prevede l'impianto di un cordone vegetato caratterizzato da buon grado di copertura e sviluppo verticale su più orizzonti che si prevede prevalentemente lungo linea in presenza di macchie arbustive e siepi. La finalità è di ripristinare la naturalità dei luoghi, preservarne lo stato e migliorare l'inserimento paesaggistico dell'infrastruttura. Per assolvere a tali funzioni è stato previsto un sesto di impianto naturaliforme che si sviluppa su due assi con distanza tra gli assi di 2 m 5 specie arbustive ogni 120 mq (modulo 20mx6m). Le piante selezionate previste avranno un'altezza minima pari a 0.8 m per gli arbusti al momento dell'impianto. L'età minima degli esemplari dovrà essere di almeno 2 anni per gli arbusti e 4 anni per gli alberi.

Le essenze previste dai sesti sono:

- Viburno palla di neve (*Viburnum opulus*)
- Spino cervino (*Rhamnus cathartica*)

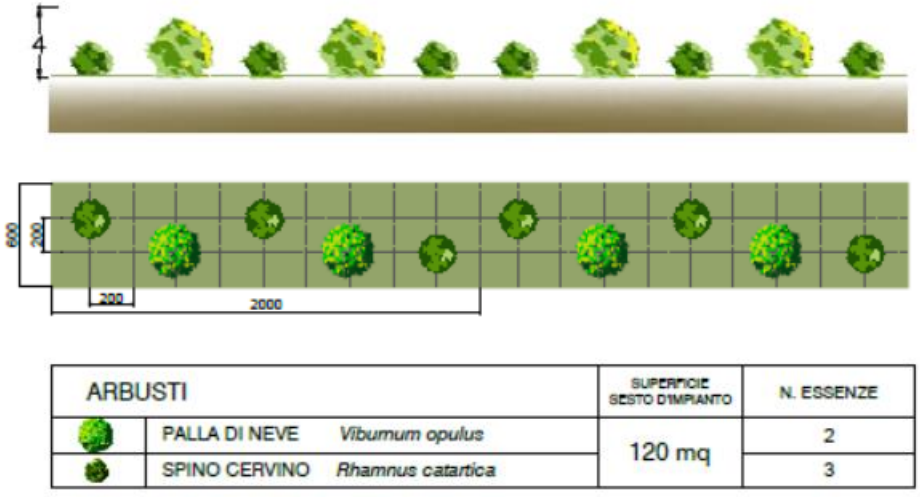


Figura 7-3 Modulo B

Modulo C - Prato cespugliato

Il Modulo prevede delle formazioni areali composte da estese aree prative con presenza di arbusti previste prevalentemente all'interno delle aree intercluse e nelle aree residuali dove si intende migliorare il valore ecologico dell'area e limitare l'insorgenza di incolti e aree abbandonate facilmente colonizzabili da specie alloctone. Il sesto d'impianto è realizzato mettendo a dimora esemplari in secondo un sesto areale di 625 mq (modulo 25mx25m) secondo lo schema rappresentato nell'immagine che segue. Le piante selezionate hanno altezza minima di h = 0.8 m al momento dell'impianto. L'età minima degli esemplari dovrà essere di almeno 2 anni.

Le essenze selezionate per questo intervento sono:

- Sambuco (*Sambucus nigra*)
- Spirea (*Spirea sp.*)

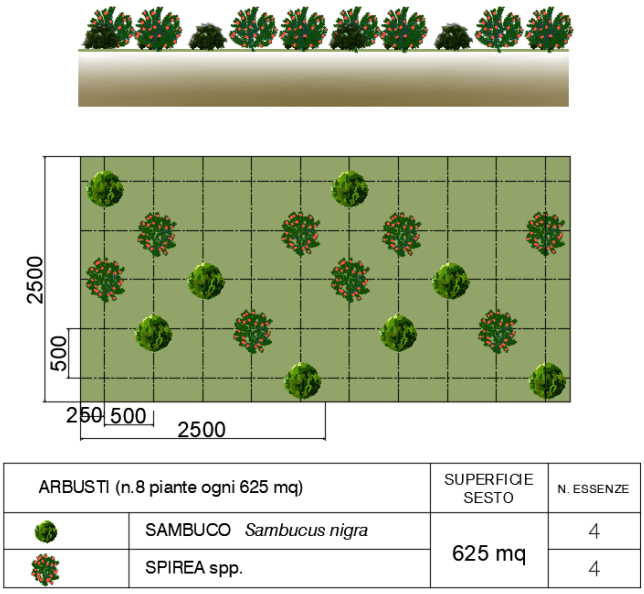


Figura 7-4 Modulo C

Sintesi delle opere a verde

Nella tabella che segue si riporta una sintesi, in termini quantitativi, delle superfici destinate alle opere a verde e delle specie arboree arbustive previste.

Per dettagli si rimanda alla Relazione descrittiva delle opere a verde (NM2701D22RGIA0000001A).

Tabella 7-4 Opere a verde: Dati quantitativi di sintesi

Tipologico	*Specie vegetali*		TOTALE
	nome volgare	*nome comune*	
MODULO A Siepe arbustiva	Superficie (mq)		124
	Arbusti		
	Prunus spinosa	Prugnolo	62
	Laurus nobilis	Alloro	62
MODULO B Cordone arbustivo	Superficie (mq)		2.585
	Arbusti		
	Viburnum opulus	Palla di neve	43
	Rhamnus catartica	Spino cervino	65
MODULO C	Superficie (mq)		22.288

Tipologico	*Specie vegetali*		TOTALE
	nome volgare	*nome comune*	
Prato cespugliato	Arbusti		
	Sambucus nigra	Sambuco	143
	Spirea spp	Spirea	143

In conclusione, come si evince dalla precedente tabella, le opere a verde previste ammontano ad una superficie complessiva di circa **24.997** mq e comportano la piantumazione di essenze vegetali, arbusti ed alberi, per circa **2.476** unità.

7.2 Sintesi dei potenziali effetti

7.2.1 Quadro sinottico delle tipologie di effetti considerati

Il quadro complessivo degli effetti che l'opera in esame, in ragione delle Azioni di progetto derivanti dalla sua analisi, potrebbe determinare e che, come tali, sono stati indagati nell'ambito del presente studio, è sintetizzato nella seguente "Matrice generale di causalità" (cfr. Tabella 7-5).

A tal riguardo si ricorda che detta matrice è rappresentativa del quadro teorico delle relazioni intercorrenti tra le Azioni di progetto attraverso le quali è stata schematizzata l'opera in progetto, i Fattori causali riconosciuti all'interno di dette azioni e gli Effetti potenziali che ne derivano.

Come illustrato in precedenza, la valenza teorica di detta matrice risiede nel suo essere stata costruita unicamente sulla base delle Azioni di progetto, senza tenere conto del contesto localizzativo e delle sue specificità. In altri termini, le tipologie di effetti così determinate fanno riferimento ad una "generica" opera che presenti le medesime Azioni di progetto di quella in esame.

All'interno della metodologia di lavoro assunta alla base del presente SIA, la Matrice generale di causalità, indicando il completo spettro dei potenziali effetti che possono essere teoricamente generati dall'opera in esame, ha quindi rivestito il ruolo di strumento di indirizzo delle analisi che sono state condotte con riferimento ai singoli fattori potenzialmente interessati.

Tabella 7-5 Matrice generale di causalità

			Fattori interessati									
Dim.	*Azioni di progetto*		Suolo	Acque	Aria e clima	Biodiversità	Territorio e patrimonio agroalimentare	Patrimonio culturale e beni materiali	Paesaggio	Clima acustico	Popolazione e salute umana	Rifiuti e materiali di risulta
c	Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Sc.1	Ic.1	Ac.1	Bc.1	Tc.01	Mc.1	Pc.1	Cc.1	Uc.1 Uc.2	Rc.1
	Ac.02	Scavi di terreno	Sc.3	Ic.1	Ac.1	-	-	Mc.1	Pc.1	Cc.1	Uc.1 Uc.2 Uc.3	Rc.1
	Ac.03	Demolizione manufatti	-	-	Ac.1	-	-	Mc.2	Pc.1	Cc.1	Uc.1 Uc.2 Uc.3	Rc.1
	Ac.04	Realizzazione opere in terra	Sc.2	Ic.1	Ac.1	-	-	-	-	Cc.1	Uc.1 Uc.2 Uc.3	-
	Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Sc.2	Ic.1	-	-	-	-	-	Cc.1	Uc.2 Uc.3	-
	Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Sc.2	Ic.1	-	-	-	-	-	Cc.1	Uc.2	-
	Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	-	-	Ac.1	-	-	-	-	Cc.1	Uc.1 Uc.2	-
	Ac.08	Attività generali nelle aree di cantiere fisso	-	Ic.1	-	-	-	-	-	Cc.1	Uc.2	-
	Ac.09	Trasporto dei materiali	-	-	Ac.1	-	-	-	-	Cc.1	Uc.1 Uc.2	-
	Ac.10	Presenza aree di cantiere fisso	-	-	-	-	-	-	Pc.2	-	-	-
f	Af.01	Presenza corpo stradale ferroviario	-	-	-	Bf.1	Tf.1 Tf.2 Tf.3	-	Pf.1 Pf.2	-	-	-
	Af.02	Presenza manufatti infrastrutturali	-	If.1	-	-	-	-	Pf.1 Pf.2	-	-	-
	Af.03	Presenza aree e manufatti connessi alla linea ferroviaria	-	-	-	-	Tf.1 Tf.2	-	Pf.1 Pf.2	-	-	-
o	Ao.01	Traffico ferroviario	-	-	Ao.1	-	-	-	-	Co.1	Uo.1 Uo.2	-

Legenda		
Suolo (S)	Sc.1	Perdita di suolo
	Sc.2	Consumo di risorse non rinnovabili
	Sc.3	Modifica dell'assetto geomorfologico
Acque (I)	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque
	If.01	Modifica delle condizioni di deflusso

		Fattori interessati									
Dim.	*Azioni di progetto*	Suolo	Acque	Aria e clima	Biodiversità	Territorio e patrimonio agroalimentare	Patrimonio culturale e beni materiali	Paesaggio	Clima acustico	Popolazione e salute umana	Rifiuti e materiali di risulta
Aria e clima (A)	Ac.1	Modifica delle condizioni di qualità dell'aria									
	Ao.1	Modifica dei gas climalteranti									
Biodiversità (B)	Bc.1	Sottrazione di habitat e biocenosi									
	Bf.1	Modifica della connettività ecologica									
Territorio e patrimonio agroalimentare (T)	Tc.1	Modifica degli usi in atto									
	Tf.1	Consumo di suolo									
	Tf.2	Modifica degli usi in atto									
	Tf.3	Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza									
Patrimonio culturale e beni materiali (M)	Mc.1	Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale									
	Mc.2	Alterazione fisica dei beni materiali									
Paesaggio (P)	Pc.1	Modifica della struttura del paesaggio									
	Pc.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo									
	Pf.1	Modifica della struttura del paesaggio									
	Pf.2	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo									
Clima acustico (C)	Cc.1	Modifica del clima acustico									
	Co.1	Modifica del clima acustico									
Popolazione salute umana (U)	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico									
	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico									
	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale									
	Uo.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico									
	Uo.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale									
Rifiuti e materiali di risulta (R)	Rc.1	Produzione di rifiuti									

L'attività condotta nell'ambito delle singole analisi specialistiche documentate nei paragrafi precedenti è quindi stata duplice:

- Contestualizzazione della matrice generale di causalità rispetto alle specificità del contesto di localizzazione dell'opera in esame, al fine di verificare se ed in quali termini gli effetti potenziali ipotizzati possano effettivamente configurarsi

  Tale operazione ha consentito di selezionare quegli aspetti che rappresentano i "temi del rapporto Opera – Ambiente", intesi nel presente studio come quei nessi di causalità intercorrenti tra Azioni

di progetto, Fattori causali ed effetti potenziali, che, trovando una concreta ed effettiva rispondenza negli aspetti di specificità del contesto localizzativo, informano detto rapporto.

- Analisi e stima degli effetti attesi, sulla base dell'esame di dettaglio delle Azioni di progetto alla base di detti effetti e dello stato attuale dei fattori da queste potenzialmente interessati.
  Tale analisi ha consentito, in primo luogo, di verificare se già all'interno delle scelte progettuali fossero contenute soluzione atte ad evitare e/o prevenire il prodursi di potenziali effetti significativi sull'ambiente, nonché, in caso contrario, di stimarne l'entità e, conseguentemente di prevedere le misure ed interventi di mitigazione/compensazione e di monitoraggio ambientale.

Stante quanto premesso, nel seguito è fornita una sintesi delle risultanze emerse dalle analisi documentate nei precedenti capitoli e paragrafi, nell'operare la quale sono stati seguiti i seguenti criteri:

- Distinzione degli effetti attesi in ragione delle tre dimensioni di analisi assunte alla base del presente studio
- Stima qualitativa della significatività degli effetti attesi, secondo una scala articolata in cinque livelli crescenti

Nello specifico, per quanto attiene al primo criterio, come illustrato in precedenza, l'analisi ambientale dell'opera in esame è stata condotta sulla base della sua preventiva articolazione secondo tre dimensioni di lettura, facenti riferimento all'"Opera come costruzione" (dimensione Costruttiva), all'"Opera come manufatto" (dimensione Fisica) ed all'"Opera come esercizio" (dimensione Operativa). Ciascuna di dette dimensioni fa quindi riferimento ad una specifica e peculiare prospettiva attraverso la quale leggere l'opera e, in tal senso, sono funzionali all'identificazione delle Azioni di progetto che sono alla base dei nessi causali sulla scorta dei quali sono state individuate le tipologie di effetti oggetto di analisi.
In considerazione di quanto indicato al punto 1 a) dell'Allegato VII al Dlgs 152/2006 e smi, che, con riferimento ai contenuti descrittivi dell'opera in progetto, dispone che detta descrizione contenga «l'ubicazione del progetto, anche in riferimento alle tutele e ai vincoli presenti», è stato predisposto un quadro di sintesi espressamente riferito alle interferenze con il sistema dei vincoli e delle tutele (cfr. par. 7.2.2).
Come ovvio, per detta tipologia di rapporto non si è fatto riferimento alla scala di stima adottata per quanto riguarda gli effetti potenziali, adottando – in sostituzione – una classificazione articolata sulle tre seguenti situazioni:

A. Area/Bene non interessato
B. Area/Bene prossimo non interessato
C. Area/Bene interessato

Relativamente alla stima degli effetti, la scala a tal fine predisposta è articolata nei seguenti livelli crescenti di significatività:

A. Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi
B. Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione
C. Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurne la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile
D. Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze per le quali si è ritenuto che le risultanze dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate dal riscontro derivante dalle attività di monitoraggio
E. Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa

Si precisa che le stime, articolate secondo la scala prima descritta, sono state formulate sulla base della considerazione dell'intensità, estensione, frequenza, durata, probabilità e reversibilità degli effetti attesi.
Operativamente, le stime nel seguito riportate sono state organizzate in schede che, fatta eccezione per quella riguardanti i rapporti intercorrenti tra l'opera in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele, sono tutte strutturate secondo la medesima logica.
In buona sostanza, le schede si articolano in due sezioni, aventi i seguenti contenuti:

- Sezione 1 Inquadramento dell'effetto atteso rispetto alle Azioni di progetto che ne sono alla base ed espressione del giudizio di sintesi secondo la scala qualitativa prima descritta
- Sezione 2 Sintesi delle considerazioni assunte a fondamento della stima espressa

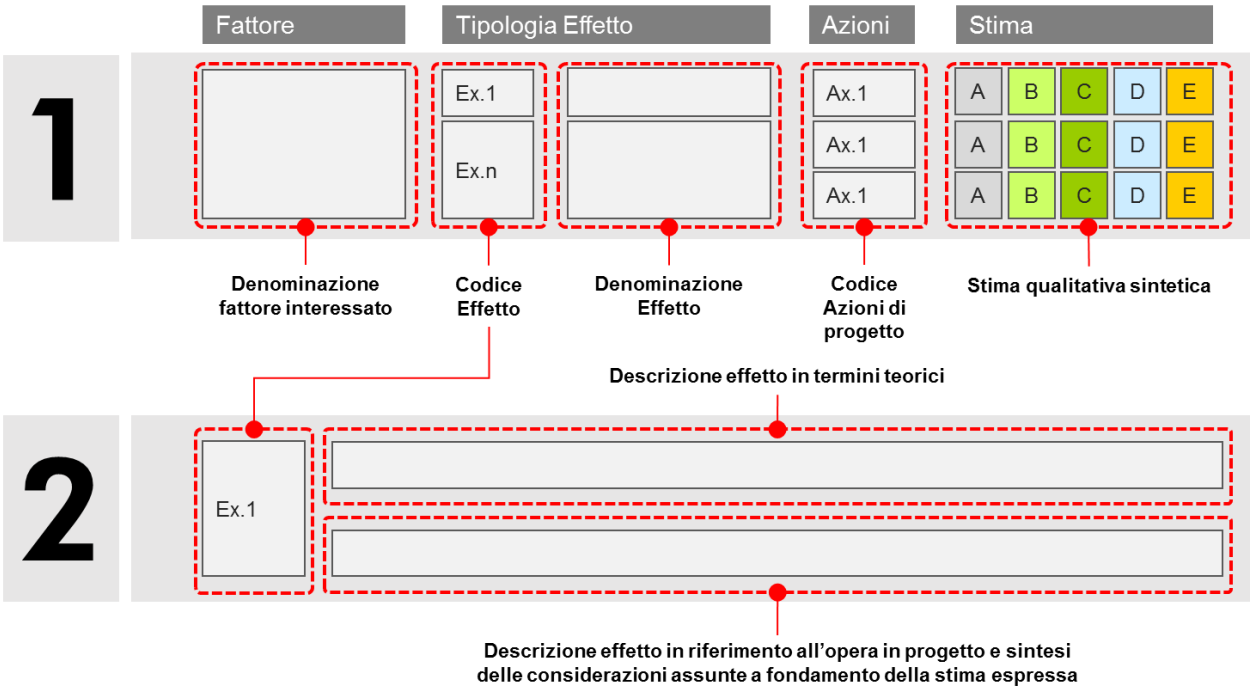


Figura 7-5 Struttura tipo della Scheda di sintesi

Nello specifico, la seconda sezione della scheda è a sua volta articolata in due parti delle quali, la prima è dedicata all'illustrazione, sul piano teorico, dell'effetto in esame e contenente la descrizione delle Azioni e dei Fattori coinvolti, nonché degli esiti in cui si sostanzia l'effetto in esame.
La seconda parte contestualizza l'effetto rispetto all'opera in esame, illustrando le specificità del caso in specie dal punto di vista dell'opera in progetto e del contesto ambientale e territoriale da questa potenzialmente interessato, e – infine – dando conto delle principali motivazioni assunte a supporto della stima operata.

7.2.2 Rapporto con il sistema dei vincoli e delle tutele

Il presente paragrafo sintetizza il rapporto intercorrente tra l'opera in progetto, intesa con riferimento sia all'infrastruttura (opere di linea ed opere connesse) che alle aree di cantiere fisso, ed il sistema dei vincoli e delle tutele, sulla base di quanto nel dettaglio riportato al precedente paragrafo 3.2.
Le tipologie di aree/beni oggetto di vincolo e/o di disposizioni di tutela sono le seguenti:

- Beni culturali di cui alla Parte seconda del Dlgs 42/2004 e smi
- Beni paesaggistici di cui alla Parte terza – art. 136 del Dlgs 42/2004 e smi
- Beni paesaggistici di cui alla Parte terza – art. 142 del Dlgs 42/2004 e smi
- Aree naturali protette di cui alla L 394/91 e LR 86/1983
- Aree della Rete Natura 2000

- Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/23
- Vincoli aeroportuali

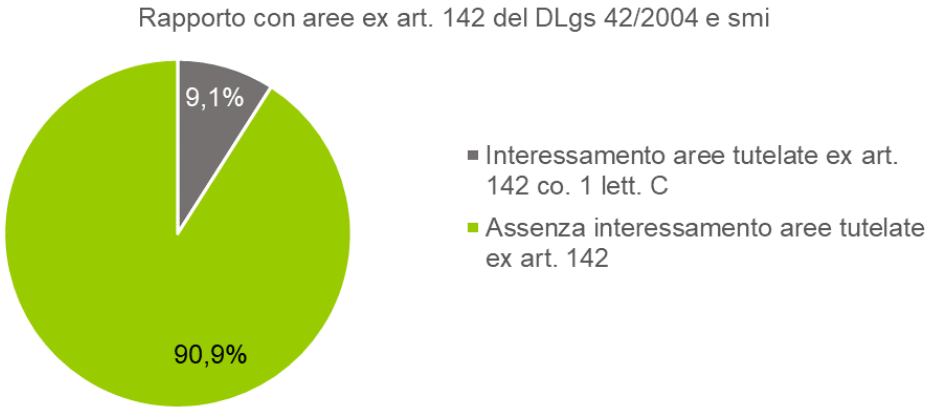
La sintesi dei rapporti tra l'opera, intesa nei termini prima descritti, ed il sistema dei vincoli e delle tutele è sintetizzata nella seguente scheda (cfr. Tabella 7-6).

Tabella 7-6 Scheda di sintesi: Rapporto con il sistema dei vincoli e delle tutele

Tipologia Area/Bene interessato		*Rapporto*		
		A	B	C
R.01	Beni culturali		●	
R.02	Beni paesaggistici ex art. 136	●		
R.03	Beni paesaggistici ex art. 142			●
R.04	Aree naturali protette	●		
R.05	Aree Rete Natura 2000	●		
R.06	Aree soggette a vincolo idrogeologico	●		
R.07	Vincoli aeronautici		●	

Legenda		
	A	Area/Bene non interessato
	B	Area/Bene prossimo non interessato
	C	Area/Bene interessato

Note	
R.01	Il territorio attraversato dalla linea ferroviaria in progetto risulta connotato dalla presenza di numerosi beni culturali di cui alla Parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi; gran parte dei beni culturali di interesse dichiarato di cui all'art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi sono concentrati all'interno della Città Alta di Bergamo, mentre nelle zone di pianura, questi sono prevalentemente localizzabili in corrispondenza dei nuclei di antica formazione di origine rurale. Nessuno di tali beni risulta in prossimità delle opere in progetto e delle relative aree di cantiere, fatta eccezione per l'edificio a corte con area annessa in via Piccinelli, 3 che, seppur localizzato in prossimità del tratto ferroviario in progetto, in corrispondenza della progressiva 0+900 circa, non risulta direttamente interferito dalle opere in progetto e dalle relative aree di cantiere fisso.
R.02	Il territorio attraversato dalla linea ferroviaria in progetto risulta connotato dalla presenza di immobili ed aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del D.lgs. 42/2004 e smi, riscontrabili in corrispondenza della Città Alta di Bergamo e nelle aree collinari retrostanti.

	Pertanto, nessuno di tali beni sono direttamente interessati dalle opere in progetto e relative aree di cantiere.
R.03	Le aree tutelate per legge interessate dalle opere in progetto attengono esclusivamente ai fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142 co. 1 lett. c). Le opere in progetto, sempre intese nella loro totalità, non interessano alcuna delle altre tipologie di aree tutelate per legge previste dal predetto articolo di legge. Entrando nel merito, come si evince dal grafico di seguito riportato, le aree di cui all'art. 142 co. 1 lett. c sono interessate dalle opere di linea per una estensione pari a circa 480 metri, equivalente a circa il 9% dell'estesa complessiva.  Per quanto concerne le opere viarie connesse, quelle che risultano ricadere in territorio gravato da tale area tutelata per legge sono esclusivamente la NV01C e NV02B. Il progetto in esame prevede inoltre una serie di opere idrauliche a supporto delle opere infrastrutturali. Di queste, le uniche ricadenti in aree ex art. 142 co. 1 lett. c sono la IN09A e la IN09C. In ultimo, rispetto alle 20 aree di cantiere fisso previste, solo i cantieri CA.01, CB.01, AS.02, AS.03A/B, AT.03 risultano ricadere nelle medesime aree tutelate per legge. Stante le tipologie di beni interessati dall'intervento in progetto, si specifica che al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 159 del D.lgs.

	42/2004 e smi, il progetto oggetto del presente Studio è ulteriormente corredato dalla Relazione Paesaggistica redatta in conformità a quanto disposto dal DPCM 12/12/2005.
R.04	Il territorio attraversato dal tratto di linea ferroviaria in progetto risulta connotato dalla presenza di aree protette. Quelle ricadenti entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario in progetto sono le seguenti: • Parco naturale "Parco Naturale dei Colli di Bergamo" (EUAP0192) • Parco regionale "Parco dei Colli di Bergamo" • Parco regionale "Parco del Serio" • PLIS "Parco del Serio Nord" • PLIS "Naturalserio" • PLIS "Parco Agricolo Ecologico" • PLIS "Parco del Rio Morla e delle rogge" • PLIS del Monte Bastia e del Roccolo Tali aree non risultano interferite direttamente dalle opere in progetto; quella più prossima al tracciato in progetto risulta essere il Parco Locale di Interesse Sovracomunale "Parco Ecologico Agricolo", ubicato ad una distanza minima di circa 600 m.
R.05	Per quanto attiene alla Rete Natura 2000, l'unico sito ricadente entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario in progetto è costituito dalla Zona Speciale di Conservazione "Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza" (IT2060012), la cui distanza minima dall'asse ferroviario in progetto è pari a circa 3,6 km.
R.06	Le analisi condotte hanno evidenziato che il territorio attraversato dal tratto ferroviario in progetto non risulta gravato da vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923.
R07	Stante la prossimità dell'opera in progetto ad un'infrastruttura aeroportuale, nel caso in specie assume particolare rilevanza il tema dei vincoli aeroportuali trovano regolamentazione nell'articolo 707 "Determinazione delle zone soggette a limitazioni" del Codice della navigazione – Parte Seconda della Navigazione aerea, così come approvato con D.lgs. 96/2005, e nel "Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti" al Capitolo 4 "Valutazione e limitazione ostacoli". Entrando nel merito del caso in specie, l'individuazione delle superfici di delimitazione ostacoli è stata tratta dal Piano di sviluppo aeroportuale 2030, redatto dalla società di gestione (SACBO), approvato in linea tecnica da parte di ENAC ed attualmente sottoposto a procedura

	di valutazione di impatto ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare (istanza presentata da ENAC, in qualità di proponente, in data 09.08.2018). Il tracciato in progetto interessa la Superficie di avvicinamento (Approach Surface), approssimativamente tra le progressive 3+300 e 3+900, e la Superficie di salita al decollo (Take off Climb Surface), tra le progressive 3+400 e 3+800, in testata pista 10. A tale riguardo si ricorda che il tracciato in progetto, tra le progressive 2+295 e 2+771, corre in trincea per poi seguire, tra le progressive 2+771 e 3+396, in galleria artificiale (GA01) e nuovamente tornare in trincea sino alla progressiva 3+872. In tal senso è possibile affermare che il tracciato in progetto non determina alcuna interferenza con le superfici di delimitazione ostacoli. Inoltre, si evidenzia che il tratto in progetto compreso tra le progressive 1+830 e 2+100 interessa la Superficie di avvicinamento (Approach Surface) e la Superficie di salita al decollo (Take off Climb Surface) in testata 12 relativa alla pista di volo Aeroclub i cui limiti ostacoli sono impostati a circa 280 m s.l.m.. Posto che la porzione di progetto in questione, che corre in un tratto in rilevato tra le progressive 1+575 e 2+295 ad una quota compresa tra 247 e 249 m s.l.m., anche in questo caso è possibile ritenere che il tracciato in progetto non determina alcuna interferenza con le superfici di delimitazione ostacoli.

7.2.3 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Costruttiva

La dimensione Costruttiva considera l'opera con riferimento alla sua realizzazione e, in tal senso, l'individuazione delle Azioni di progetto alla base dei nessi causali sulla scorta dei quali sono state definite le tipologie di effetti oggetto delle analisi condotte in precedenza, ha preso in considerazione l'insieme delle attività necessarie alla costruzione ed il complesso delle esigenze dettate dal processo realizzativo.
Il quadro delle Azioni di progetto pertinenti alla dimensione Costruttiva, unitamente alla loro descrizione, è riportato al paragrafo 6.2.1, mentre i nessi causali ad esse relative ed i fattori potenzialmente interessati sono sinteticamente riportati alla Tabella 7-5.
Nel seguito sono riportate le schede di sintesi relative ai diversi fattori di cui all'articolo 5, comma 1, lettera c) del D.lgs. 152/2006 e smi, potenzialmente interessati dagli effetti derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto.

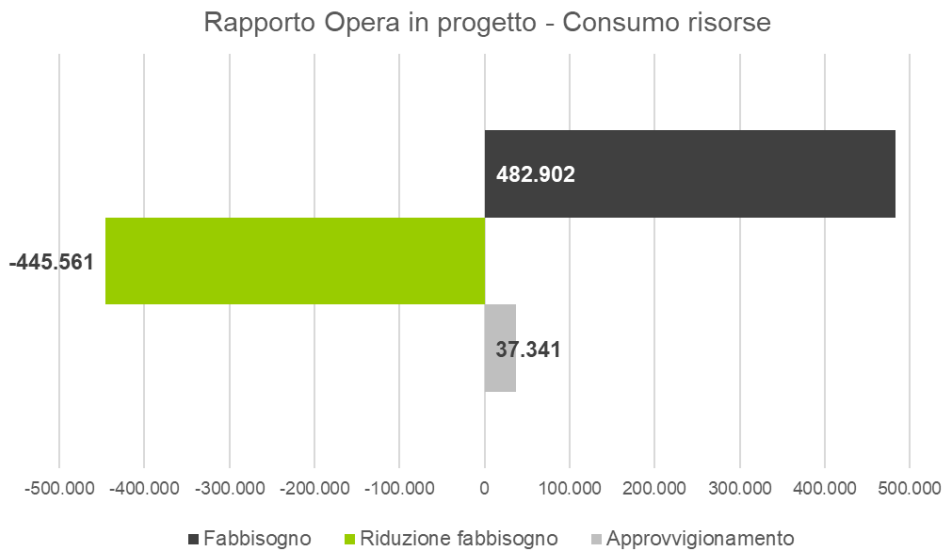
Tabella 7-7 Scheda di sintesi Suolo: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Suolo	Sc.1	Perdita di suolo	Ac.01		●			
	Sc.2	Consumo di risorse non rinnovabili	Ac.05 Ac.06 Ac.07		●			
	Sc.3	Modifica dell'assetto geomorfologico	Ac.02	●				

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Sc.1	L'effetto consiste nella potenziale perdita della coltre di terreno vegetale, che deriva dalle attività di scotico funzionali all'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree operative. Ancorché detta Azione di progetto sia connessa al processo realizzativo, ma non ad esso funzionale, in ogni caso il Fattore causale ad essa associato è stato classificato all'interno della categoria degli "Usi". Entrando nel merito del caso in specie, come riportato nella "Relazione di cantierizzazione" (NM2701D53RGCA0000001A), il terreno vegetale asportato sarà stoccato in siti idonei e conservato secondo modalità agronomiche specifiche, necessarie per preservarne le caratteristiche chimico fisiche per tutta la durata del cantiere e consentirne il riuso al momento della ricostruzione delle condizioni ante opera prima della riconsegna delle aree temporaneamente espropriate e/o della realizzazione delle opere a verde previste. La preservazione di dette caratteristiche, oltre ad essere garantita mediante le pratiche gestionali, sarà verificata attraverso specifiche campagne di indagini condotte in fase di corso d'opera e rivolte ad individuare le specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale. Le specifiche relative a dette indagini sono riportate nel Progetto di monitoraggio ambientale (NM2701D22RGMA0000001).
	Sc.2	L'effetto discende dall'approvvigionamento di terre ed inerti, necessari al soddisfacimento dei fabbisogni connessi, sostanzialmente, alla realizzazione sia delle opere in terra, qui intese in termini di rilevati quanto anche di rinterri e rimodellamenti, che degli elementi strutturali delle opere d'arte (fondazioni indirette, fondazioni dirette ed elementi in elevazione). Stante quanto premesso, il Fattore causale associato a dette azioni è stato classificato all'interno della categoria degli "Usi".

Nel caso in specie, le scelte progettuali operate sono state appositamente finalizzate alla riduzione dei fabbisogni ed alla conseguente preventiva riduzione del consumo di risorse non rinnovabili, che in termini complessivi arriva a circa il 92% del fabbisogno totale.
Come dettagliatamente riportato nel documento "Piano di utilizzo dei materiali di scavo", la scelta, suffragata dalle risultanze delle campagne di caratterizzazione ambientale che in tal senso sono state eseguite in fase di progettazione, di gestire in qualità di sottoprodotti ai sensi del DPR 120/2017 circa 445.560 mc dei 617.490 mc prodotti e di prevederne il riutilizzo interno a parziale copertura del fabbisogno di progetto, ha consentito di limitare gli approvvigionamenti esterni a circa 37.340 mc, a fronte di un fabbisogno di 482.900 mc.



L'entità della riduzione degli approvvigionamenti esterni e, quindi, del consumo di risorse ammonta a più del 90% del fabbisogno complessivo.

Con specifico riferimento agli approvvigionamenti esterni, gli esiti della ricognizione dei siti estrattivi, avendo evidenziato la presenza entro un raggio di circa 40 km dall'ambito di intervento di una serie di siti dotati di titolo abilitativo, consentono di poter affermare che l'attuale offerta sarà in grado di soddisfare le esigenze di approvvigionamento previste, anche in ragione della consistente riduzione operatane.
Si ricorda che detta attività di ricognizione è stata condotta sulla base della consultazione degli strumenti di pianificazione di settore e delle banche dati istituzionali, e che è documentata nell'elaborato "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione Generale" (NM2701D69RGCA0000001A).

	Sc.3	L'effetto consiste nel potenziale innesco di fenomeni gravitativi, conseguente all'esecuzione di movimenti di terreno, funzionali alla realizzazione dell'opera, in particolare in corrispondenza di aree connotate da frane attive e/o quiescenti. Il Fattore

		causale all'origine di detto effetto è stato quindi inserito nella categoria "Interazione con beni e fenomeni ambientali". Nel caso in esame, come documentato nella "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (NM2701D69RGGE0000001A), l'analisi delle principali fonti conoscitive istituzionali, rappresentate dalla cartografia tematica del Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Bergamo e dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po, ha evidenziato che l'opera in progetto non interessa aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti o aree in dissesto. Si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata nulla.

Tabella 7-8 Scheda di sintesi Acque: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Acque	Ic.1	Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque	Ac.01 Ac.02 Ac.04 Ac.05 Ac.06 Ac.08		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Ic.1	L'effetto, inteso con stretto riferimento al ciclo realizzativo, può dipendere massimamente dall'utilizzo di sostanze additivanti ai fini dell'esecuzione delle fondazioni indirette delle opere d'arte. In tale ottica, il Fattore causale all'origine di detto effetto è quindi riconducibile alla categoria delle "Produzioni emissioni e residui". Con riferimento al caso in specie, il rapporto intercorrente tra le dimensioni delle opere di fondazione indiretta ed il livello di soggiacenza della falda, per come quest'ultimo risulta dalle informazioni contenute nella sezione tematica del Piano di governo del territorio del Comune di Bergamo, unitamente al quadro delle misure operative espressamente previste ai fine di compatibilizzare la realizzazione delle palificazioni, conducono a ritenere che la significatività degli effetti indotti sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee possa essere ritenuta trascurabile. Come risulta dalla ricostruzione della struttura idrogeologica riportata nella Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica" (NM2700D69RGGE0000001A), secondo i dati del PGT del Comune di Bergamo il livello di soggiacenza della falda è

compreso fra 30 m da p.c. (in corrispondenza della stazione di Bergamo) e 60 m da p.c. (in prossimità dell'Aeroporto Orio al Serio), a fronte di una lunghezza dei pali di fondazione prevista in circa 20 metri, per il viadotto VI01 (pk 1+529 - 1+575) ed in massimo 25-27 per quanto riguarda le paratie rispettivamente della galleria artificiale GA01A, (pk 2+771 - 2+896) e GA01C (pk 3+296 - 3+396).
Oltre a ciò, al fine di prevenire ogni effetto sulle acque sotterranee, nella realizzazione di pali trivellati sarà necessario porre particolare attenzione nella scelta dei componenti il fluido utilizzato nel corso della esecuzione, facendo ricorso a sostanze biodegradabili, tali da conseguire una minima contaminazione delle falde e, al contempo, prestazioni tecniche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare.

L'effetto in esame può essere altresì determinato da altre attività connesse alla fase di cantierizzazione, che possono comportare la produzione di acque di dilavamento o la percolazione di sostanze inquinanti.
Nello specifico, nel caso delle acque di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, si evidenzia che, al preciso fine di evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, così come indicato nella "Relazione di Cantierizzazione (NM2701D53RGCA0000001A), prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche, a valle della quale è prevista la presenza di una vasca di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico.
Inoltre, sempre in ragione di quanto previsto dalla citata relazione di cantierizzazione, le zone delle aree di cantiere adibite a deposito di lubrificanti, olii e carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque. L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale atta ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche.

Relativamente alla percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque di sostanze inquinanti conseguente al prodursi di eventi accidentali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate o di attraversamenti di corsi d'acqua e, in particolare, laddove è prevista una maggiore concentrazione di mezzi d'opera ed automezzi di trasporto.
Posto che il determinarsi di detti eventi accidentali presenta un livello di probabilità e di frequenza dipendente in modo pressoché diretto dallo stato manutentivo dei mezzi d'opera e dell'applicazione delle relative procedure di mantenimento in efficienza, in tal senso sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

		Inoltre, al fine di contenere la portata di detti effetti, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti. Ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, nel caso in specie, l'adozione di tale quadro di misure gestionali è da coniugarsi all'elevata soggiacenza della falda, con una distanza tra il piano campagna e la superficie piezometrica della falda idrica superiore a 30 metri. In ultimo si evidenzia che nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (NM2701D22RGMA0000001A) è stato individuato un articolato sistema di punti la cui localizzazione è stata appositamente scelta in modo tale da consentire una puntuale e costante verifica degli effetti potenzialmente indotti sulla qualità delle acque sotterranee dalla realizzazione delle principali opere d'arte in progetto (criterio monte-valle rispetto alla direzione di deflusso della falda). In ragione di dette scelte localizzative e dell'articolazione temporale prevista, si ritiene che l'attività di monitoraggio consentirà di evidenziare ogni eventuale scostamento rispetto alla situazione iniziale imputabile alla realizzazione dell'opera in progetto, così da poter prontamente porre in essere tutte le misure necessarie.

Tabella 7-9 Scheda di sintesi Aria e Clima: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Aria e Clima	Ac.1	Modifica di condizioni di qualità dell'aria	Ac.01 Ac.02 Ac.03 Ac.04 Ac.07 Ac.09		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Ac.1	L'effetto, in termini generali, è ascrivibile alla produzione di polveri sottili ed inquinanti gassosi da parte dei motori dei mezzi d'opera e di quelli adibiti al trasporto dei materiali in ingresso ed in uscita dalle aree di cantiere, quali ad esempio autobetoniere ed autocarri.

		Le analisi condotte Al fine di documentare l'entità dell'effetto determinato dalle attività sopra riportate, nell'ambito del "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) è stato condotto uno studio modellistico che ha preso in considerazione le aree di cantiere fisso ritenute più rappresentative sotto il profilo in esame, tra tutte quelle previste. Le risultanze così ottenute sono estese a tutte le altre aree di cantiere fisso ed alle aree di lavoro lungo linea. A fronte di tale approccio, è stata assunta quale area rappresentative e, come tale, oggetto di studio modellistico, l'area di cantiere fisso DT.01. Le tipologie di sorgenti emissive considerate nello studio modellistico sono state la movimentazione dei materiali terrigeni, l'erosione del vento sui cumuli stoccati, il transito mezzi su viabilità non asfaltata e la loro operatività; in tal senso, i parametri inquinanti considerati sono stati le polveri sottili (PM_{10}) e gli ossidi azoto NO_X. I risultati emersi I risultati emersi dallo studio modellistico sono stati sommati a quelli del fondo atmosferico, assumendo a tal fine come centralina di riferimento quelli relativi alla stazione di via Meucci in quanto prossima alle aree di cantiere, e posti a confronto con i valori limiti imposti dalla normativa per il periodo di mediazione annuo. Per quanto specificatamente riguarda il parametro NO_2, è stata assunta l'equivalenza con i valori di NO_X, ossia ponendosi nella situazione più cautelativa. In relazione alle risultanze del confronto tra livelli di concentrazione attesi, comprensivi dei valori di fondo e valori limite normativi si evidenzia che i risultati ottenuti sono sempre al di sotto di detti valori limite. In ogni caso, si ricorda che nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (NM2701D22RGMA0000001A) sono state individuate una serie di postazioni di misura rivolte a verificare gli effetti prodotti dalle attività di cantierizzazione e, in particolare, dalle principali lavorazioni condotte lungo il fronte avanzamento lavori.

Tabella 7-10 Scheda di sintesi Biodiversità: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Biodiversità	Bc.1	Sottrazione di habitat e biocenosi	Ac.01		●			
Legenda								
	A	Effetto assente						
	B	Effetto trascurabile						
	C	Effetto mitigato						
	D	Effetto oggetto di monitoraggio						
	E	Effetto residuo						
Note								

	Bc.1	L'effetto è correlato alle attività necessarie all'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro, e, segnatamente, alla rimozione della copertura vegetazionale. Il taglio della vegetazione e la connessa trasformazione dell'assetto dei suoli, a loro volta, danno luogo alla modifica della struttura delle comunità vegetali ed alla perdita di naturalità. Le seguenti fonti conoscitive sulla scorta delle quali sono state condotte le analisi sono state in particolare: • Uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0). Fonte: Geoportale della Regione Lombardia; • "Carta forestale (perimetro boschi), realizzata dalla "mosaicatura" delle carte dei tipi forestali dei Piani di Indirizzo Forestale redatti dalle Comunità montane, dai Parchi regionali e dalle Province e inviati a Regione Lombardia. Fonte: Geoportale della Regione Lombardia; • Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale dei territori esterni ai Parchi e alle Comunità Montane. Fonte SIT Provincia di Bergamo. Le informazioni tratte dalle fonti conoscitive sopraripportate sono state, inoltre, integrate con la consultazione delle ortofoto satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso "google maps", è al 2020. Nello specifico, rispetto ad un'estensione complessiva della quota parte di aree di cantiere fisso ricadenti su superfici vegetate (escludendo, quindi, reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche) pari a circa: 73.121 m^2 la totalità di queste ricade in aree ad uso agricolo (seminativi semplici, colture orticole e prati permanenti. *Tipologia vegetazionale* | *Aree vegetate interessate (m2)* Seminativi semplici | 43.060 Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive | 25.464 Colture florovivaistiche | 4.597 Tot. Aree vegetate interessate dai cantieri | 73.121 Dai dati presentati risulta evidente come non siano interessate aree a vegetazione naturale dalle aree di cantiere mentre per quanto riguarda le aree a vegetazione seminaturale, la maggior parte delle aree di cantiere fisso ricadono in aree a seminativi semplici e praterie permanenti. Rispetto alla predetta situazione, si segnala l'interessamento dell'habitat 6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)" da parte delle aree di cantiere fisso CO.02, CB.01 e AS.02; tale habitat risulta corrispondere ad ambiti agricoli dei prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive.

L'habitat 6510 non ospita in genere specie significative (Allegati 93/43/EC, specie protette regionali, Liste Rosse ecc.) mentre assume una certa valenza per la ricchezza in specie a fioritura vistosa (Achillea millefolium agg., Salvia pratensis, ecc. e i generi Knautia, Lotus, Prunella, Ranunculus, ecc.). Tale tipologia di habitat si caratterizza per comunità vegetali che si possono mantenere esclusivamente attraverso interventi di sfalcio e concimazione. In assenza di tali interventi si svilupperebbero, secondo le caratteristiche dei diversi siti, altri tipi di prateria. Il loro abbandono conduce, spesso anche rapidamente, a fasi di incespugliamento, spesso precedute da altri consorzi erbacei. Questa caratteristica è coerente con il grado di utilizzazione dell'area e, in considerazione del fatto che la sottrazione di vegetazione conseguente alla localizzazione delle citate aree di cantiere si connota quale effetto a carattere temporaneo in quanto, al termine delle lavorazioni, dette aree saranno restituite allo stato originario, l'effetto può essere considerato trascurabile.

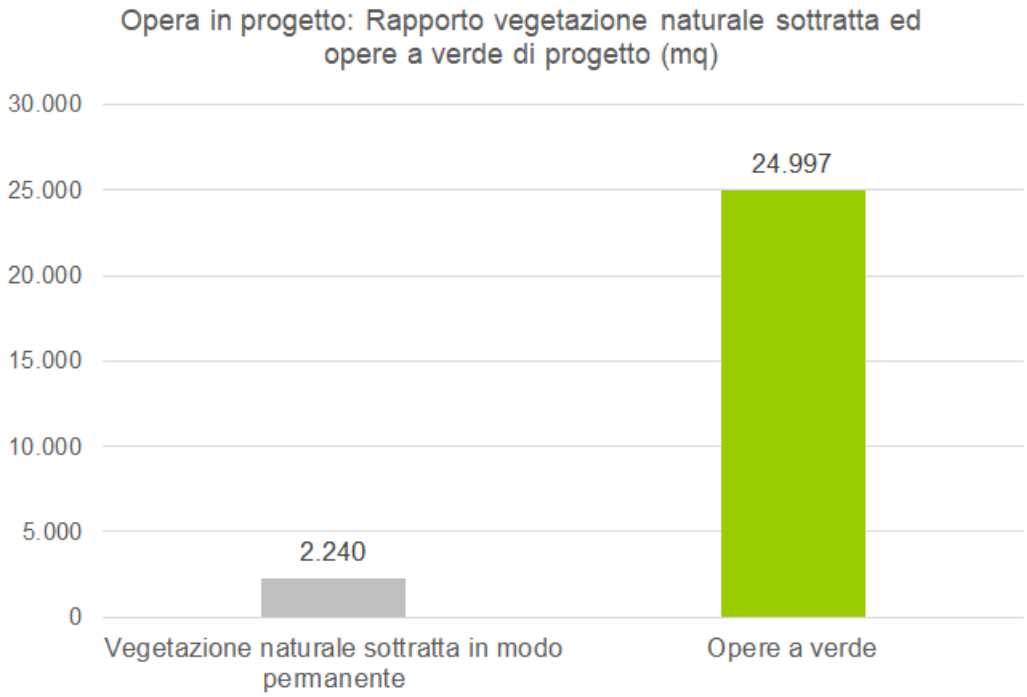
Per quanto riguarda le aree a vegetazione seminaturale, la superficie sottratta a causa della presenza dell'opera in progetto il 98% delle aree sottratte in modo permanente è costituito da vegetazione che, essendo costituita per la maggior parte da coltivi, per le ragioni prima esposte presenta un basso livello di naturalità, a fronte di circa il 2% costituito da cespuglieti in aree agricole abbandonate considerati come vegetazione naturale.

Tipologia vegetazionale	*Superficie sottratta (m^2)*
Seminativi semplici	70.037
Colture orticole	2.703
Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	12.400
Colture florovivaistiche	3.710
Cespuglieti in aree di agricole abbandonate	2.240
TOTALE	91.090

Le sole incidenze con aree a buona valenza naturale sono rappresentate da un'area a cespuglieto e delle praterie permanenti nelle quali la Carta degli habitat di interesse comunitario segnala la presenza dell'habitat 6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine". sottratte in modo permanente è dovuta alle opere di linea che interessano un'area di cespuglieti in aree agricole abbandonate. Nello specifico, rispetto alle opere di linea e al valore complessivo di superfici vegetate sottratte in modo permanente, pari a 91.090 m^2, le aree a vegetazione naturale rappresentano circa il 2% dell'intera superficie la restante parte è costituita da coltivi e in particolare seminativi semplici (77%), praterie (14%), colture florovivaistiche (4%) e colture orticole il 3%.

Dalle analisi, e in particolare dal rilievo fotografico, è emerso un dato contrastante il DUSAF 6.0 in quanto al posto dei cespuglieti è emersa la presenza di vegetazione sinantropica composta di due tipologie di formazioni: la prima a pioppi cipressini (*Popolus nigra* var. italica) con sesto areale posto a corredo di un'area adibita a

		parcheggio; la seconda rappresentata da fascia arborata continua con robinia (*robinia pseudoacacia*) e sambuco (*Sambucus nigra*) e da una "siepe continua" composta da robinia (*Robinia pseudoacacia),* olmo campreste (U*lmus minior*) e il salice di Pechino (*Salix matsudana*). Il livello di naturalità di queste aree, che saranno sottratte in modo permanente, è da considerarsi basso in quanto costituito da elementi non di pregio in aree urbane. La restante parte di vegetazione interessata è riconducibile alla vegetazione seminaturale dei coltivi il cui livello di naturalità è certamente basso. In ultimo riguardo gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale previsti in fase progettuale, le opere a verde, non solo andranno ad equiparare la dotazione vegetazionale interessata in modo permanente, quanto anche ad incrementare la naturalità dei luoghi mediante la piantumazione di specie autoctone adeguatamente selezionate. A fronte dei circa 2.240 m^2 di vegetazione naturale sottratta, gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale prevedono opere a verde per una superficie complessiva pari a circa 24.997 m^2. Le opere a verde sono state adeguatamente progettate, dal punto di vista qualitativo, in modo da considerare le specie climax e nel rispetto delle indicazioni derivanti dalla normativa di Regione Lombardia (in particolare D.d.u.o. 10 febbraio 2020 - n. 1508) e quelle del Piani di Indirizzo Forestale della Provincia di Bergamo. Sotto il profilo strettamente quantitativo, le opere a verde non solo andranno ad equiparare la dotazione vegetazionale interessata in modo permanente, quanto anche ad incrementare la naturalità dei luoghi mediante la piantumazione di specie autoctone adeguatamente selezionate.



In sintesi, considerando le aree di intervento nella loro totalità, la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, la loro naturalità e rappresentatività sul territorio e considerati gli interventi di mitigazione, facenti parte integrante del progetto, che andranno a ristabilire ed incrementare il sistema del verde del territorio ripristinando le superfici vegetate e quelle agricole, si può ritenere trascurabile l'effetto del progetto in riferimento alla sottrazione di habitat e biocenosi.

Tabella 7-11 Scheda di sintesi Territorio e Patrimonio agroalimentare: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Territorio e patrimonio agroalimentare	Tc.1	Modifica degli usi in atto	Ac.01	•				

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Tc.1	L'effetto in esame consiste nella modifica dell'attuale sistema degli impieghi del suolo, conseguente all'occupazione di suolo dovuta alla localizzazione delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro.

		In termini di occupazione di superficie le aree di cantiere fisso, la cui superficie complessiva ammonta a circa 124.000 m^2, in linea generale su tutta la tratta la maggior parte ricadono in aree ad uso agricolo (59%) e aree antropiche artificiali (41%) senza interessare alcuna area naturale. A fronte di tale constatazione, nonché della durata temporanea della modifica degli usi in atto relativa alla dimensione costruttiva, unitamente alla scelta di ripristinare allo stato originario gli usi delle aree interessate dai cantieri fissi, l'effetto di modifica degli usi in atto può ritenersi trascurabile. Si precisa inoltre, al precipuo fine di verificare che i terreni delle aree ad uso agricolo interessate dalla realizzazione di aree di cantiere pavimentate, conservino le caratteristiche pedologiche originarie, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale sono state previste specifiche campagne di indagini che saranno condotte in fase di ante operam e post operam.

Tabella 7-12 Scheda di sintesi Patrimonio culturale e beni materiali: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Patrimonio culturale e beni materiali	Mc.1	Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale	Ac.01 Ac.02		●			
	Mc.2	Alterazione fisica dei beni	Ac.04		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Mc.1	L'effetto in questione è riferito al patrimonio culturale, per come definito all'art. 2 co.1 del D.Lgs 42/2004 e smi, nonché ai manufatti edilizi a valenza storico-testimoniale. Stante quanto premesso, in ragione del regime normativo, è possibile distinguere un primo gruppo di beni ai quali appartengono quelli archeologici, quelli di interesse architettonico, storico e monumentale verificato, i beni paesaggistici, qui intesi con riferimento a quelli di cui all'articolo 136 e a quelli maggiormente rappresentativi del territorio indagato di cui all'articolo 142. Fanno invece parte del secondo gruppo quei manufatti edilizi a cui gli strumenti di pianificazione oppure le analisi condotte nell'ambito del presente studio abbiano riconosciuto uno specifico valore storico testimoniale in quanto rappresentativi dell'identità locale sotto il profilo della tipologia edilizia, del linguaggio architettonico, della funzione. L'effetto è stato inteso in termini di compromissione di tali beni sotto il punto di vista della loro integrità fisica.

		Per quanto attiene al caso in specie, gli unici casi in cui si rilevano interferenze con il patrimonio culturale, per come precedentemente definito, riguardano le fasce di rispetto dei corsi d'acqua per una profondità di 150 metri ciascuna di cui all'artico 142 co. 1 lett. c). Entrando nel merito, del caso in specie e delle aree tutelate *ope legis* ai sensi dell'art. 142, relativamente alle aree di cantiere in esse ricadenti occorre, in primo luogo, sottolineare che la *ratio* secondo la quale la norma sottopone a tutela detta tipologia di beni risiede nell'aver ad essi attribuita la valenza di elementi tipologici di strutturazione e caratterizzazione del paesaggio e non nell'aver riconosciuto in tali luoghi particolari e specifici valori paesaggistici. Ciò premesso, l'analisi condotta è stata espressamente rivolta a verificare l'esistenza e la consistenza, all'interno delle aree interessate dalla localizzazione dei cantieri, di elementi rappresentativi della tipologia di paesaggio che la norma ha inteso tutelare. Per quanto specificatamente attiene l'area di cantiere CA.01, questa occupa un'area di pertinenza ferroviaria nei pressi della stazione di Bergamo in area interamente artificializzata, comunque libera da manufatti di significativa rilevanza, assenti formazioni vegetali di rilievo. I siti scelti per le aree di cantiere CB.01, CO.02 e AS.02 sono caratterizzati dall'uso agricolo, seminativi semplici e colture erbacee estensive. In nessuna delle aree sono presenti associazioni vegetali naturali o semi naturali. Non si riscontra la presenza di manufatti a cui è possibile attribuire valore storico testimoniale. Le aree di cantiere AS.03 e AT.03 a ridosso della SP591bis e il parcheggio dell'aeroporto occupano parte di territorio che si presenta come una sorta di *enclave*, chiusa dalle infrastrutture, in cui prevalgono terreni coltivati o oggetto di sistemazioni a verde e l'oggetto della tutela, la roggia Morla che corre parallela la strada risulta priva di formazioni vegetazionali di rilievo. Per quanto attiene la realizzazione dell'opera IN06, che consta in un canale a U che consente alla roggia di proseguire il suo corso superando lo scavo della galleria artificiale GA01B, occorre evidenziare che tale realizzazione comporta necessariamente la temporanea deviazione del ramo A del Morla, a cui si aggiungono due osservazioni riguardo due aspetti. Il primo, prettamente funzionale, riguarda la possibilità di non alterare l'operatività del canale, il secondo è la possibilità del ripristino del corso dello stesso in sede all'attuale, limitando l'effetto ad una parziale alterazione del bene in un lasso di tempo limitato. A fronte delle considerazioni fin ora illustrate, si ritiene che potenziali alterazioni di beni del patrimonio culturale possano ritenersi trascurabili.
	Mc.2	L'effetto, in buona sostanza, è stato riferito all'intero patrimonio immobiliare, a prescindere dal suo pregio e/o della sua valenza.

		Anche in questo caso, l'effetto è stato identificato in una compromissione del bene in termini fisici, quale per l'appunto quella derivante dalla demolizione. La struttura insediativa nell'ambito territoriale oggetto di studio è da riferirsi alla conurbazione a sud di Bergamo. I centri urbanizzati distribuiti sul territorio hanno mantenuto uno sviluppo radiale a partire dal nucleo originario. Attorno ai centri storici originari si sono sviluppati insediamenti residenziali ramificati lungo le strade sulle quali si sono spesso attestati insediamenti produttivi. Tali centri urbani sono caratterizzati dai principali fenomeni di degrado riconducibili ai processi di urbanizzazione, infrastrutturazione, diffusione di pratiche e usi urbani, generalmente caratterizzati da un marcato disordine fisico, esito di un processo evolutivo del territorio che vede il sovrapporsi, senza confronto con una visione d'insieme, di differenti e spesso contraddittorie logiche insediative. All'interno della struttura insediativa così delineata il progetto per il nuovo collegamento ferroviario Bergamo – Aeroporto, che interessa maggiormente l'ambito prettamente agricolo, prevede la demolizione di tre manufatti. Le tre tipologie di manufatti per cui si prevede la demolizione danno luogo a due diverse condizioni per cui è possibile valutare l'effetto atteso. La prima è inerente a un capanno in area commerciale e una tettoia lungo la linea ferroviaria esistente, per cui è possibile affermare che potenziali alterazioni di beni materiali possa considerarsi irrilevante in virtù dell'evidente fatto che, oltre a non essere parte del disegno urbano, non rispondono ai canoni estetico-storico culturali riscontrabili nei più consolidati brani di città oggetto del presente Studio. La seconda condizione riguarda l'unico edificio residenziale oggetto di demolizione ricadente in area ferroviaria. Stante quanto emerge dalla documentazione consultata in riferimento agli allegati della strumentazione urbanistica, Allegato 2 IBCAA al Piano delle Regole e la consultazione del database topografico SIGI del comune di Bergamo, all'edificio in parola, sebbene costruito secondo canoni estetici in linea alla tradizione o più specificatamente "in stile", non vi è attribuita rilevanza storica o storico testimoniale, in quanto al di fuori da nuclei dei complessi architettonici di più antica orgine. A fronte di tali considerazioni, in virtù dell'esiguo numero e del tipo di manufatti in demolizione, si ritiene che potenziali alterazioni di beni materiali, ancorché a valenza storico testimoniale o culturale siano da ritenersi trascurabili.

Tabella 7-13 Scheda di sintesi Paesaggio: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Paesaggio	Pc.01	Modifica della struttura del paesaggio	Ac.01 Ac.02 Ac.03		●			
	Pc.02	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo	Ac.10		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Pc.01	L'effetto, con riferimento alla dimensione Costruttiva, si sostanzia nella riduzione / eliminazione di elementi di matrice naturale e/o antropica ed aventi funzione strutturante e/o caratterizzante il paesaggio, che può derivare dalle attività di scotico per l'approntamento delle aree di cantiere, di scavo e di demolizione di manufatti. In altri termini, l'effetto in questione è riferito a tutti i diversi elementi, quali a titolo esemplificativo manufatti edilizi, tracciati viari, filari arborei o specifici assetti colturali, i quali, a prescindere dal loro essere soggetti a forme di vincolo e tutela, concorrono a diverso titolo a definire la struttura del paesaggio. Per quanto concerne specifici caratteri della struttura del paesaggio afferente alla pianura bergamasca suscettibili di potenziali effetti, questi possono riferirsi ai fondi delle colture intensive alle aree agricole periurbane interstiziali, ritagliate all'interno di un territorio fortemente urbanizzato a seguito dell'espansione industriale, residenziale e commerciale della città. La relazione tra l'opera, intesa nella sua dimensione costruttiva, e la struttura del paesaggio, non determina, nel complesso, un effetto rilevante sul paesaggio in considerazione del fatto che, rispetto alla complessiva superficie occupata dalle aree di cantiere fisso, circa la metà ricade in aree pertinenziali le infrastrutture esistenti o ad uso produttivo e commerciale, mentre l'altra metà in aree agricole. Il territorio di antica connotazione agricola è attualmente caratterizzato da una situazione di marginalità diffusa degli ambiti coltivati, in quanto lo sviluppo rapido dell'edificato ha dato luogo ad una situazione agricola prevalentemente residuale, fortemente erosa dal tessuto cittadino. La struttura del paesaggio che ne è conseguenza ha seguito l'evoluzione urbana recente, configurando assetti sempre meno caratterizzati nel loro disegno distributivo

		e sempre più legati alla diffusione del sistema urbano, che ha profondamente modificato la struttura storicamente affermatisi in questo territorio. Con specifico riferimento alle aree di cantiere fisso in aree agricole, è opportuno rammentare che, rappresentano permanenze dell'attività agricola tradizionale nelle colture intensive le arborescenze lungo i canali e le rogge per l'irrigazione o posti lungo le partizioni dei fondi agricoli. A tal proposito si evidenzia come le aree di cantiere CB.01, AS.02 e CO.02 occupano aree connotate da prati stabili su cui insistono dei filari arborei così come deducibile dalle informazioni contenute nella carta dell'Uso e copertura del suolo DUSAF 2018 consultabile dal Geoportale della Lombardia. L'area, oggetto di approfondimento di analisi, presenta le medesime caratteristiche del prato in fase di abbandono, rispetto tale osservazione, un utile elemento ai fini della stima dell'effetto atteso è dato dalla considerazione delle specie vegetali che costituiscono il filare caratterizzato dalla prevalente presenza di specie alloctone ed altamente invasive e, in quanto tale in contrasto con la vegetazione naturale autoctona circostante. In ragione di tali considerazioni è possibile affermare che, la limitata sottrazione di tale compagine vegetazionale, non si configura in alcun modo una riduzione di elementi connotanti il paesaggio agricolo della bergamasca. Per quanto attiene alla potenziale modifica della struttura del paesaggio derivante dalla demolizione dei manufatti edilizi, nell'ambito delle analisi relative al patrimonio culturale e storico testimoniale sono stati condotti approfondimenti relativi la qualità architettonica dei manufatti che costituiscono la struttura insediativa della conurbazione bergamasca. La tipologia edilizia interessata dalle attività di cantiere risulta del tutto estranea alla rete delle permanenze a valenza storico testimoniale del territorio, quanto soprattutto privi di qualsiasi riferimento ai valori identitari locali. Stante ciò e, tenuto conto delle valutazioni effettuate nell'ambito dell'analisi dell'Alterazione fisica di beni materiali, si ritiene che non vi siano rilevanti modifiche sulla struttura insediativa. A fronte di tali considerazioni, unitamente a quanto previsto nel progetto delle opere a verde per il ripristino delle aree al termine della fase costruttiva, probabili modificazioni della struttura del paesaggio è da considerarsi trascurabile.
	Pc.02	L'effetto in questione si sostanzia in due distinte tipologie in ragione della natura della percezione considerata: in termini generali è difatti possibile distinguere tra percezione visiva, riguardante la mera funzione fisica, e percezione mentale, concernente l'interpretazione di tipo concettuale e psicologico di un determinato quadro scenico. Stante tale distinzione, per quanto riguarda la dimensione Costruttiva, il potenziale effetto che può determinarsi riguarda la percezione visiva e, pertanto, la modifica delle condizioni percettive. Tale effetto si sostanzia nella variazione delle relazioni visive tra fruitore e quadro scenico, derivante dalla presenza delle aree di cantiere. Entrando nel merito del caso in specie il territorio indagato è il risultato di fenomeni di saldatura delle espansioni urbane della megalopoli della pianura padana caratterizzato

da un'elevata disomogeneità dei manufatti edilizi che lo compongono in costante stato di dinamismo che, in ragione delle diverse caratteristiche paesaggistiche morfologiche e d'impianto dei tessuti, offrono differenti condizioni di visibilità.

Per quanto specificatamente attiene le aree di cantiere in ambiti urbani consolidati e ad alta densità, questi sono caratterizzati da un'intensa utilizzazione di suolo dove il vuoto urbano assume carattere di residualità. Il paesaggio è percepito attraverso vedute limitate e chiuse.
In linea generale, le caratteristiche strutturali di tale tipologia di ambito consentono di percepire la presenza delle aree di cantiere fisso solo in loro prossimità. Infatti, man mano che la distanza intercorrente tra tali aree di cantiere ed il punto di osservazione aumenta, nuovi elementi entrano a far parte del campo visivo, quali le volumetrie dell'edificato circostante, rendendo frammentata sino impossibile la visuale verso i cantieri.

Analoghe considerazioni valgono per quanto concerne i caratteri del paesaggio percepito nelle aree occupate dai cantieri negli ambiti della periferia metropolitana che interessano le aree di pertinenza dei "non-luoghi" degli spazi commerciali oppure di pertinenza delle infrastrutture stradali.
La visuale verso i cantieri risulta in genere frammentata in ragione della presenza di fasce alberate e manufatti commerciali addossati all'asse stradale; tale condizione fa sì che la percezione delle aree di cantiere sia possibile esclusivamente lungo i tratti più prossimi ad esse.

All'interno della campagna residua e urbanizzata predominano i territori agricoli della piana rispetto ai manufatti che si diffondono con un'immagine rarefatta permettendo allo sguardo di cogliere con frequenza sempre maggiore, visuali più ampie e più lontane.
Nel caso specifico è da tenere in considerazione il contesto di localizzazione delle aree di cantiere. In tal senso, come si è avuto modo di osservare sin qui, la struttura paesaggistica fortemente urbanizzata, unitamente alla presenza di vegetazione arborea in prossimità degli assi di fruizione visiva, limitano la possibilità di percepire chiaramente le aree di cantiere fisso.
La loro percezione diviene possibile lungo i tratti stradali più prossimi ad esse o in ambito rurale, ove le colture a seminativo permettono una percezione ampia e profonda verso il paesaggio circostante e, inevitabilmente, verso le aree di cantiere fisso. Di fatti per la modalità stessa di fruizione e velocità relativa tra oggetto e osservatore che la percorrenza stradale implica, tale vista consta di un frame, assolutamente effimero e mobile.

A fronte delle considerazioni fatte, e in virtù della temporaneità dell'effetto si ritiene che potenziali modifiche delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo siano da ritenersi trascurabili.

Tabella 7-14 Scheda di sintesi Clima acustico: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Clima acustico	Cc.1	Modifica del clima acustico	Ac.01 Ac.02 Ac.03 Ac.04 Ac.05 Ac.06 Ac.07 Ac.08 Ac.09				●	

Legenda

	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note

	Cc.1	L'effetto deriva, in linea generale, dalle emissioni acustiche prodotte dal funzionamento dei diversi mezzi d'opera ed impianti presso le aree di cantiere e nelle aree di lavoro, nonché dagli automezzi adibiti al trasporto del materiale in ingresso ed in uscita da dette aree (autobetoniere, autocarri, etc). Ne consegue che, con riferimento alle categorie di Fattori causali assunte alla base del presente studio, quelle all'origine dell'effetto in esame rientrano nelle "Produzioni". Al fine di dare conto dell'effetto generato da dette sorgenti emissive, nell'ambito del presente SIA (cfr. "Progetto ambientale della cantierizzazione" - NM2701D69RGCA0000002A) è stato condotto uno studio modellistico, eseguito con il modello di calcolo SoundPlan, che ha seguito i seguenti principali passaggi: • Selezione dell'area di intervento maggiormente critica (scenario di riferimento) • Caratterizzazione acustica dello scenario di riferimento • Modellazione digitale del terreno (Digital Ground Model) • Simulazione dello scenario di corso d'opera e verifica rispetto ai valori limite di immissione corrispondenti alla zona acustica in cui ricade l'area di intervento • Definizione degli interventi di mitigazione e simulazione dello scenario post mitigazione

		Gli scenari di riferimento per i quali è stato sviluppato lo studio modellistico sono stati i seguenti: • Scenario di simulazione 1: Cantiere lungo linea per la realizzazione trincea • Scenario di simulazione 2: Cantiere lungo linea per la realizzazione del tratto in affiancamento alla linea esistente In merito alle risultanze dello studio modellistico, è emerso che, per quanto riguarda i cantieri lungo linea, l'adozione di barriere antirumore mobili ha permesso di riportarne, per la quasi totalità dei ricettori potenzialmente interessati dall'incremento della pressione sonora indotta dalle attività di lavorazione, i livelli acustici entro i limiti normativi. Nell'ambito della definizione del progetto di monitoraggio ambientale, sono stati appositamente previsti dei punti di controllo atti a verificare gli effettivi livelli acustici indotti dalle lavorazioni. In considerazione di quanto sopra riportato, per tutti gli scenari di simulazione, l'effetto in questione risulta essere oggetto di monitoraggio.

Tabella 7-15 Scheda di sintesi Popolazione e salute umana: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Popolazione e salute umana	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico	Ac.01 Ac.02 Ac.03 Ac.04 Ac.07 Ac.09		●			
	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico	Ac.01 Ac.02 Ac.03 Ac.04 Ac.05 Ac.06 Ac.07 Ac.08 Ac.09				●	
	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale	Ac.02 Ac.03 Ac.04 Ac.05				●	
Legenda								
	A	Effetto assente						

	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo
Note		
	Uc.1	L'effetto considera le condizioni di esposizione della popolazione ad inquinanti che possono ledere o costituire danno alla salute umana, in conseguenza dello svolgimento delle lavorazioni nelle aree di cantiere fisso e nelle aree di lavoro, nonché del flusso di cantiere. Per quanto segnatamente riguarda il caso in esame, in primo luogo si evidenzia che la pressoché totalità delle le aree di cantiere fisso è localizzata all'interno di un ambito del tutto privo di ricettori abitativi. La maggior parte delle aree di cantiere e quelle di maggiore estensione areale (CB.01; Cantieri operativi CO.02, CO.03, CO.04 e CO.05; Aree di stoccaggio AS.02, AS.03a ed AS.03b; Aree tecniche AT.03 ed AT.05) sono difatti localizzati in fregio alla carreggiata Ovest dell'Autostrada A4, lungo la quale sono presenti, oltre all'Aeroporto di Milano Bergamo, unicamente tessuti produttivi e terziari. La restante parte delle aree di cantiere fisso, rappresentate dalle aree di cantiere DT.01, AS0.1 e CO01, è localizzata all'interno di un ambito agricolo, posto a circa 200 metri dai più prossimi edifici dell'abitato di Campagnola. Lo studio modellistico che, nell'ambito dell'analisi del fattore Aria e Clima, è stato espressamente sviluppato per l''analisi degli effetti indotti dalle attività condotte nell'area di cantiere DT.01 ha evidenziato che i livelli di concentrazione attesi, considerati comprensivi del fondo locale e con l'ipotesi di equivalenza tra NO_X ed NO_2, si attestano sempre al di sotto dei valori limite fissati dal DLgs 155/2010 per le medie annue sia per quanto riguarda il parametro PM_{10} che per quello NO_2. In ultimo, relativamente alle aree di lavoro relative al fronte di avanzamento della linea, una loro buona parte è localizzata in ambito agricolo o si trova in corrispondenza di tessuti produttivi / terziari. Rispetto a tale situazione generalizzata, le uniche eccezioni sono rappresentate dal tratto in uscita dall'attuale stazione di Bergamo e da quello in prossimità dell'abitato di Campagnola.
	Uc.2	L'effetto riguarda le condizioni di esposizione della popolazione a livelli di inquinamento acustico che possono determinare danno, disturbo o fastidio, dovuti – in termini generali - allo svolgimento delle lavorazioni ed al traffico di cantierizzazione. Nel caso in specie, posto che, in ragione della logica seguita nella loro localizzazione, le aree di cantiere fisso non si trovano in prossimità di aree ad uso abitativo e/o di ricettori sensibili, l'attenzione dello studio modellistico condotto nell'ambito del "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) è stata incentrata sulle aree di lavoro lungo, in tal senso considerando due scenari (scenari di riferimento), distinti in ragione della tipologia delle lavorazioni eseguite e

		riguardanti le attività di scavo della trincea (scenario 1) e quelle relative al tratto in affiancamento (scenario 2). Lo studio modellistico, nella cui implementazione sono state assunte una serie ipotesi cautelative quali – a titolo esemplificativo – il costante posizionamento delle sorgenti acustiche in corrispondenza dei ricettori abitativi, ha evidenziato che il ricorso al posizionamento di barriere antirumore mobili consente, per la quasi totalità dei ricettori interessati dagli effetti delle lavorazioni condotte nelle aree di lavoro, di riportare i valori di pressione sonora cui questi sono potenzialmente soggetti entro i valori limiti di immissione derivanti dal Piano di classificazione acustica del Comune di Bergamo. Stanti tali considerazioni, al fine di verificare puntualmente i livelli di pressione sonora generati dalle attività di cantiere (come detto, le ipotesi a base dello studio modellistico sono state volutamente cautelative) e di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti, nel "Progetto di monitoraggio ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) sono state individuate delle postazioni di misura specificatamente rivolte al controllo delle aree di lavoro lungolinea.
	Uc.3	L'effetto riguarda le condizioni di esposizione della popolazione a livelli di inquinamento vibrazionale che possano provocare disturbo. Per quanto riguarda il caso in specie, nell'ambito del "Progetto ambientale della cantierizzazione" (NM2701D69RGCA0000002A) la stima degli effetti attesi è stata indagata assumendo quale scenario di riferimento quello dato dalla contemporanea operatività dei tre seguenti mezzi d'opera: rullo compattatore, escavatore e pala gommata. Attraverso un modello di propagazione, tarato in funzione delle tipologie di sorgenti e delle caratteristiche del terreno proprie dell'ambito di studio, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dai macchinari considerati, al variare della distanza dal fronte di lavorazione. Il confronto tra detti valori ed i valori limite previsti dalla norma UNI 9614, ha identificato in 10 metri la distanza intercorrente tra sorgente emissiva e ricettori abitativi per la quale si può determinare un disturbo sulla popolazione. La maggior parte dei ricettori abitativi presenti lungo il tracciato dell'opera in progetto sono posti ad una distanza nettamente superiore a 10 metri dalla sorgente emissiva. In particolare, considerato che per quanto riguarda gli scavi il più rilevante intervento previsto è quello relativo alla realizzazione della galleria GA01B, gli edifici residenziali dell'abitato di Campagnola, che si trovano in corrispondenza di detta galleria artificiale, sono posti ad una distanza minima dall'area di lavoro compresa tra i 50 metri ed i 110 metri, quindi nettamente superiore a quella risultante dal modello sviluppato. Rispetto a tale complessiva situazione, le uniche due situazioni che è presumibile ritenere più significative sono rappresentate dalla realizzazione del rilevato RI01 e

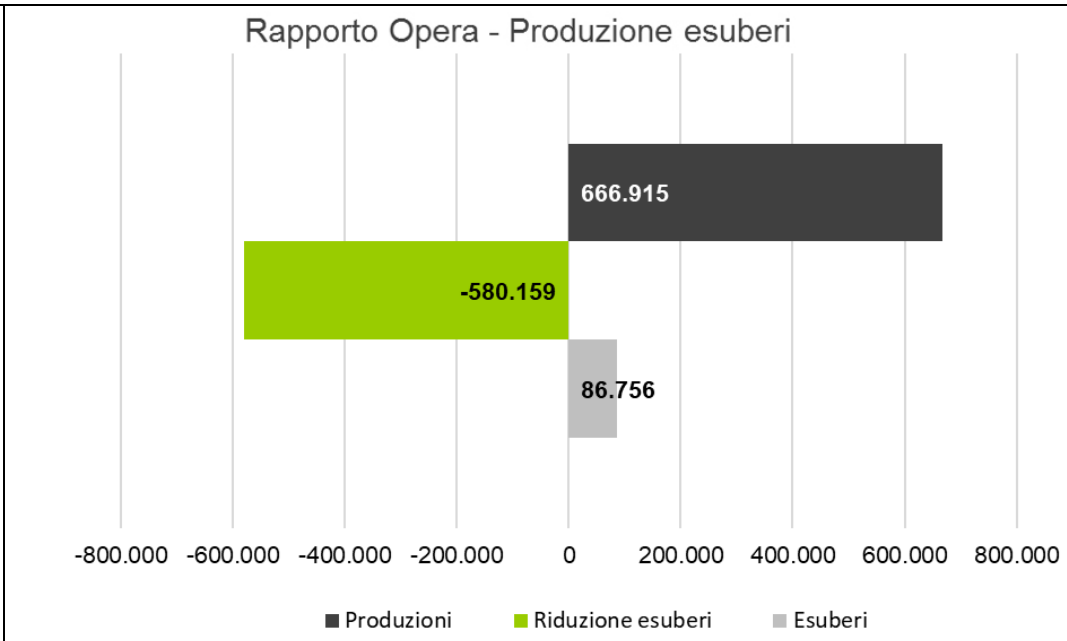
		della galleria GA01A, in prossimità della quale sono presenti unicamente due ricettori. In considerazione di detta circostanza, nell'ambito del "Progetto di monitoraggio ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) si è provveduto a definire delle postazioni di misura.

Tabella 7-16 Scheda di sintesi Rifiuti e materiali di risulta: Dimensione Costruttiva

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Rifiuti e materiali di risulta	Rc.01	Produzione di rifiuti	Ac.01 Ac.02 Ac.03		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Rc.01	L'effetto riguarda la produzione di «qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi», termine con il quale il Codice dell'Ambiente definisce la nozione di "rifiuto", e, conseguentemente, le Azioni di progetto all'origine di detto effetto sono rappresentate dalle attività di scotico, scavo e demolizione. Il Fattore in esame considerato appartiene pertanto alla categoria delle "Produzioni". Per quanto nello specifico riguarda il caso in specie, le modalità di gestione previste per i materiali provenienti dagli scavi consentono di conseguire una riduzione degli esuberi che ammonta, in termini complessivi, al 87% dell'intero volume prodotto nel corso delle lavorazioni.



Tale risultato è l'esito delle seguenti scelte di gestione dei materiali, nonché delle risultanze delle indagini di caratterizzazione ambientale e delle verifiche delle caratteristiche geotecniche dei materiali scavati, che sono state condotte in fase progettuale:

- Gestione in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, prevedendo sia un riutilizzo interno che esterno
- Gestione in regime di rifiuti ai sensi della Parte IV del DLgs 152/2006 e smi, privilegiandone il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, solo secondariamente, prevedendone lo smaltimento finale in discarica

Stanti tali scelte progettuali, a fronte di un volume complessivo pari a 666.915 mc (in banco), i quantitativi in esubero, ossia quelli che saranno gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del DLgs 152/2006 e smi, ammontano complessivamente a 86.746 mc (in banco).
Come già in precedenza evidenziato, per quanto riguarda la restante parte dei volumi prodotti, questi saranno gestiti in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 e riutilizzati in quota parte ai fini della copertura del fabbisogno di progetto e la restante parte sarà utilizzata esternamente in qualità di sottoprodotto, coerentemente a quanto riportato nel "Piano di utilizzo di materiali di scavo" (NM2701D69RGTA0000003A), al quale si rimanda per ogni maggiore approfondimento.
Si precisa che pur ritenendo la fase di indagine preliminare sopra citata ampiamente esaustiva e completa, in corso d'opera si procederà comunque ad eseguire ulteriori indagini volte esclusivamente a confermare quanto già evidenziato dalle indagini eseguite in fase progettuale.

		Per quanto in particolare concerne i materiali da scavo di cui è previsto l'utilizzo in qualità di sottoprodotto all'esterno dell'appalto, il loro quantitativo, ammontante a 134.608 mc in banco e considerato eguale a 161.529 mc a fronte dell'assunzione di un fattore di rigonfiamento eguale al 20%, risulta inferiore di circa 377.000 mc del totale della capacità dei potenziali siti di destinazione finale individuati nel corso dell'attività progettuale. L'attività di individuazione e selezione di detti siti è stata condotta – dapprima – attraverso il coinvolgimento ufficiale degli Enti territorialmente competenti e dei soggetti che avevano risposto positivamente alla manifestazione di interesse ad accogliere le volumetrie prodotte in fase di realizzazione, e – successivamente – mediante sopralluoghi e campagne di indagine volte ad accertarne la compatibilità ambientale (indagini sulla matrice terreni atte a verificare lo stato qualitativo delle pareti e del fondo scavo ed escludere la presenza di eventuali criticità ambientali) le cui risultanze sono confluite in un'analisi multicriteria. Per quanto concerne i materiali che saranno gestiti in regime di rifiuti ai sensi della Parte IV del D.lgs. 152/2006 e smi, come detto ammontanti a 86.746 mc (in banco), i siti di recupero / discariche identificati nell'ambito della ricognizione condotta nel corso dell'attività progettuale (cfr. "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale" NM2701D69RGCA0000001A) risultano nel loro complesso pienamente rispondenti ai tre requisiti assunti a base della loro selezione, ossia presenza e lunga decorrenza dei provvedimenti autorizzativi, conformità dei materiali autorizzati con quelli da conferire, distanza ridotta rispetto all'area di intervento. In fase di realizzazione, tali materiali saranno caratterizzati al fine di assicurare la completa e corretta modalità di loro gestione.

7.2.4 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Fisica

La dimensione Fisica legge l'opera nei suoi aspetti materiali, ossia di manufatto infrastrutturale; in tal senso, l'individuazione delle Azioni di progetto e quella, conseguente, delle tipologie di Effetti potenziali ha fatto riferimento in modo precipuo agli aspetti dimensionali (ingombro areale e volumetrico) e localizzativi.

Il quadro delle Azioni di progetto pertinenti alla dimensione Fisica, unitamente alla loro descrizione, è riportato al paragrafo 6.2.1, mentre i nessi causali ad esse relative ed i fattori potenzialmente interessati sono sinteticamente riportati alla Tabella 7-5.

Nel seguito sono riportate le schede di sintesi relative ai diversi fattori di cui all'articolo 5, comma 1, lettera c) del DLgs 152/2006 e smi, potenzialmente interessati dagli effetti afferenti alla dimensione Fisica dell'opera in progetto.

Tabella 7-17 Scheda di sintesi Acque: Dimensione Fisica

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Acque	If.1	Modifica delle condizioni di deflusso	Af.02		●			

Legenda

	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note

If.1

L'effetto, in termini generali, riguarda la modifica delle condizioni di deflusso delle acque superficiali dovuta alla presenza di nuovi manufatti all'interno dell'alveo attivo, ossia della porzione compresa tra gli argini o le sponde e generalmente occupata dalle acque di morbida e di piena ordinaria, quanto anche delle aree inondabili.

Le informazioni e le considerazioni che vengono riportate nel seguito sono state desunte dagli studi idrologici ed idraulici condotti a supporto della progettazione e, in particolare, dalla "Relazione di compatibilità idraulica" (NM2701D26RIID0002001A), dalla "Relazione attraversamenti ferroviari" (NM2701D26RIID0002003A), ai quali si rimanda per ogni ulteriore approfondimento.

Le opere in progetto e gli interventi che sotto il profilo in esame presentano una specifica rilevanza, sono rappresentati da:

- Attraversamenti idraulici mediante i quali l'opera in progetto supera il reticolo di canali consortili che contraddistinguono l'area di intervento ed i fornici di trasparenza idraulica
- Deviazione Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A, resasi necessaria ai fini della compatibilizzazione con la nuova viabilità NV01 di collegamento con l'aeroporto di Orio al Serio

Premesso che l'analisi del Piano di assetto idrogeologico dell'Autorità di bacino del Fiume Po e del Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA 2015 e successivi aggiornamenti) ha evidenziato che l'opera in progetto non interessa - rispettivamente - aree soggette ad esondazione e/o aree a pericolosità idraulica, per quanto concerne gli attraversamenti idraulici, le verifiche documentate nella citata relazione sono state condotte rispetto alle prescrizioni previste dai seguenti atti:

- Manuale di Progettazione Ferroviaria RFI (MdP)
- Norme Tecniche Costruttive 2008 (NTC)

Le verifiche in questione sono state condotte mediante il software HY-8.

		Per quanto riguarda la deviazione della Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A, lo studio monodimensionale in regime di moto permanente, condotto attraverso il software HEC-RAS, ha evidenziato che l'ungo l'intero tratto in progetto la corrente liquida rimane all'interno degli argini di progetto, garantendo la non fuoriuscita dei deflussi dall'alveo. In considerazione di quanto sopra specificato, la significatività dell'effetto in questione può essere considerato trascurabile.

Tabella 7-18 Scheda di sintesi Biodiversità: Dimensione Fisica

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Biodiversità	Bf.1	Modifica della connettività ecologica	Af.01	●				

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Bf.1	L'effetto si sostanzia nella limitazione e/o nell'impedimento delle dinamiche di spostamento della fauna attraverso elementi naturali connettivi e/o corridoi ecologici, conseguente alla creazione di barriere fisiche. In buona sostanza, nell'ambito dell'effetto in esame è considerata l'interruzione fisica di elementi connettivi naturali e/o di corridoi ecologici, per come riportati dagli strumenti di pianificazione, la rottura di continuità di ambiti ad ecologia differente, nonché riduzione di superficie di elementi connettivi areali. Per quanto attiene la permeabilità dell'opera in progetto lo sviluppo avviene quasi totalmente all'aperto ad eccezione del tratto centrale dove sono presenti delle gallerie artificiali. La presenza di tali opere si verifica in corrispondenza del tratto centrale dell'opera in progetto caratterizzata da estese aree agricole le quali rivestono, grazie alla presenza di siepi e filari dei possibili corridoi di spostamento faunistico. La permeabilità ecologica viene in parte garantita dalle gallerie artificiali e in parte dalle opere idrauliche che sono distribuite lungo tutta l'estensione del progetto e che possono essere utilizzate dagli animali per superare l'opera limitandone l'effetto barriera. A Valle di questa premessa si sottolinea come le formazioni naturali più prossime all'area di intervento che si rinvengono al margine del fiume Serio che è anche un elemento significativo per la Rete ecologica. Le aree interessate riguardano superfici limitate in prossimità dell'ecosistema agricolo e urbano.

Per quanto in particolare riguarda il tema della connettività ecologica si è fatto riferimento a:

- Rete Ecologica Regionale della Lombardia approvata con la D.G.R n.8/10962 del 30 dicembre 2009 pubblicata con BURL n. 26 Edizione speciale del 28 giugno 2010 che ha pubblicato la versione cartacea e digitale degli elaborati
- Rete Ecologica Provinciale definita dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Bergamo.

Sintetizzando quanto riportato nei documenti concernenti la rete ecologica sia di livello regionale che provinciale, in buona sostanza emerge un disegno costituito dal corridoio ecologico del Fiume Serio, di livello primario oltre ad alcuni elementi sparsi di secondo livello costituiti in prevalenza da aree Parco.
Dalle analisi effettuate non si registrano casistiche di interessamento da parte del tracciato rispetto agli elementi della rete ecologica inoltre il le opere ricadono in un'area fortemente antropizzata. Si segnala inoltre la presenza di alcuni tratti in galleria artificiale nel tratto centrale del progetto che attraversa estese superfici agricole che potrebbero risultare più interessanti sotto l'aspetto degli spostamenti faunistici e che di fatto, assieme alle opere idrauliche, garantiscono una discreta permeabilità ecologica.

In ultimo si rileva che l'opera in progetto, non interessa direttamente alcuna area naturale protetta ex lege 394/91 e della Rete Natura 2000 come si evince dalla tabella che segue con relative distanze:

Area protetta	*Distanza*
Parco naturale "Parco naturale dei Colli di Bergamo"	3.6 km circa
Parco regionale "Parco dei Colli di Bergamo"	1.7 km circa
Parco regionale "Parco del Serio"	2.5 km circa
PLIS "Parco Agricolo Ecologico"	600 m circa
PLIS "Parco del Rio Morla e delle rogge"	950 km circa
PLIS "Parco del Serio Nord"	1.6 km circa
PLIS Naturalserio	3.3 km circa
PLIS "Monte Bastia e del Roccolo"	4 km circa
IT2060012 – Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza (ZSC)	3.2 km circa

In ragione di quanto riportato ed in considerazione che le opere a verde sviluppate in sede di progetto prevedono l'impianto di specie arboree ed arbustive autoctone atte a potenziare la naturalità locale e a rafforzare i corridoi biologici, l'effetto in esame può essere stimato nullo.

Tabella 7-19 Scheda di sintesi Territorio e patrimonio agroalimentare: Dimensione Fisica

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Territorio e patrimonio agroalimentare	Tf.1	Consumo di suolo	Af.01 Af.03		●			
	Tf.2	Modifica degli usi in atto	Af.01 Af.03		●			
	Tf.3	Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza	Af.01	●				

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Tf.1	L'effetto consiste nella riduzione di "suolo non consumato", termine di consuetudine utilizzato per definire quelle aree che, come le superfici agricole o naturali, non presentano una copertura artificiale. In tale accezione, la copertura artificiale del suolo, ossia il "suolo consumato", è stato associato all'impronta del corpo stradale ferroviario e delle eventuali opere connesse. Il contesto territoriale in cui è localizzata l'opera in progetto è connotato dalla prevalente presenza di superfici antropiche costituite da aree urbane e aree agricole sulle quali sono presenti aree residenziali, commerciali e industriali e seminativi semplici, colture orticole e praterie ai quali si inframezzano, mentre le formazioni naturali sono rappresentate da ex-coltivi abbandonati nei quali si sta riaffermando la vegetazione. In tale contesto le opere di linea comportano un consumo di suolo complessivamente pari a circa 83.003 m^2 di superfice di suolo non consumato. Circa il 60% dell'intero suolo non consumato è sottratto dalle opere di linea, il 16% dalle opere connesse e infine il restante 24% dalle opere viarie connesse. Il suolo non consumato sottratto è costituito la quasi totalità da aree agricole come seminativi semplici e praterie a fronte di ciò, è possibile ritenere che l'effetto potenziale in esame possa ritenersi trascurabile.
	Tf.2	L'effetto in esame, consistente nella modifica dell'attuale sistema degli impieghi del suolo, discende in via prioritaria dalle parti dell'opera in progetto che comportano un'occupazione di suolo, nonché, in modo indiretto, dalla creazione di aree residuali, ossia di aree il cui utilizzo risulta interdetto dalla presenza dell'opera e di altri elementi naturali/infrastrutturali o che, in ragione della loro ridotta dimensione residua, risultano inibite a qualsiasi uso.

Per quanto riguarda la modifica degli usi in atto conseguente all'occupazione di suolo dovuta alla presenza dell'opera in progetto (si intende l'insieme dato dalle opere di linea, dalle opere connesse e dalle opere viarie connesse), si conferma la prevalenza di aree urbane e agricole

In tal senso, ai fini della stima dell'effetto in parola, per quanto riguarda gli aspetti progettuali, è stata considerata l'impronta a terra delle opere di linea, con riferimento all'impronta a terra del corpo stradale ferroviario, delle opere connesse (aree di stazione / fermate e relativi piazzali; fabbricati tecnologici e relativi piazzali; piazzali di emergenza), nonché delle opere viarie connesse. Per quanto concerne i parametri di contesto, il sistema degli usi in atto è stato ricostruito facendo riferimento alle informazioni desunte dalla Regione Lombardia, Geoportale Lombardia, Uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0) e dalla verifica attraverso la consultazione dei rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, delle immagini disponibili su Googlemaps aggiornate al 2020.

Sulla base di detti parametri, la stima della significatività dell'effetto è stata condotta considerando l'entità delle aree oggetto di modifica (diretta / indiretta) del sistema degli usi in atto, leggendola in relazione all'estensione complessiva dell'opera in progetto.

Per quanto riguarda la modifica degli usi in atto emerge che circa il 46.4% dei territori interessati dalle opere in progetto sono aree antropiche rappresentate da aree urbane, sistema infrastrutturale, uso produttivo e aree ricreative, circa il 52.5% è rappresentato da delle aree agricole e infine il 1.2% da aree naturali.

Usi in atto	*Area (m^2)*	*Percentuale*
Uso produttivo ed infrastrutturale	89.248	48,7%
Uso ricreativo all'aperto	873	0,5%
Uso agricolo	91.044	49,6%
Aree naturali	2.240	1,2%
Totale	183.405	100%

Per quanto concerne la modifica degli usi in atto conseguente alla creazione di aree residuali, in ragione di quanto detto in merito alle tipologie infrastrutturali prevalenti, tale circostanza risulta pressoché inesistente.

Stante ciò, è possibile affermare che la potenziale modifica degli usi in atto determinata dalle opere in progetto possa essere ragionevolmente ritenuta trascurabile.

Tf.3

L'effetto è riferito alla sottrazione di aree agricole destinate alla produzione di prodotti con denominazioni d'origine e indicazione geografiche, tutelate ai sensi dell'articolo 21 "Norme per la tutela dei territori con produzioni agricole di particolare qualità e

		tipicità" del D.Lgs. 228/2001 e di prodotti agroalimentari tradizionali, normati dal decreto legislativo n. 173 del 1998. Nell'ambito della produzione di qualità del territorio oggetto di analisi, i prodotti dotati di certificazione sono rappresentati da prodotti legati all'agricoltura e alla pastorizia con prodotti come l'olio extravergine di oliva, formaggi e diversi vini. Nel dettaglio si registrano due vini con marchio DOC, uno DOCG e uno IGT, cinque prodotti IGP rappresentati da salumi e otto prodotti DOP rappresentati da un olio e diversi formaggi. Analizzando i dati esposti sulla copertura del suolo è risultato evidente come le maggiori interferenze si registrino a carico di seminativi senza interferenze a carico di vigneti, oliveti o pascoli. In ragione di quanto considerato è possibile quindi ritenere che l'entità dell'effetto di riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza possa ragionevolmente considerarsi nulla.

Tabella 7-20 Scheda di sintesi Paesaggio: Dimensione Fisica

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Paesaggio	Pf.01	Modifica della struttura del paesaggio	Af.01 Af.02 Af.03		●			
	Pf.02	Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo	Af.01 Af.02 Af.03		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note		
	Pf.1	L'effetto, letto in relazione alla dimensione Fisica, si sostanzia nell'introduzione di nuovi elementi fisici, quali ad esempio le opere di linea o le opere connesse viarie, la cui presenza possa configurarsi come inediti segni di strutturazione del paesaggio. I parametri progettuali relativi il collegamento ferroviario Bergamo Aeroporto a cui si fa riferimento è la realizzazione di un nuovo tracciato ferroviario il cui sviluppo, pari a circa 5,3 km, consta in una serie di rilevati, trincee e gallerie artificiali con relativi

manufatti infrastrutturali, nonché la realizzazione dei manufatti connessi alla stessa linea ferroviaria ivi comprese opere di deviazione idraulica.

In merito al contesto di intervento, l'opera nel suo complesso si inserisce in una limitata porzione di territorio tra la linea ferroviaria esistente, l'asse interurbano e l'autostrada A4. Soglie che evidenziano con chiarezza le diverse fasi dello sviluppo urbanistico della conurbazione di Bergamo e dei comuni satellite, tra tutti Orio al Serio. Muovendo dalla sintesi interpretativa degli elementi più significativi che concorrono alla struttura della conurbazione a sud di Bergamo, quale aspetto prevalente della porzione territoriale indagata, è possibile osservare che l'inserimento dell'opera considerata nel suo sviluppo complessivo, non può essere considerata quale nuovo segno strutturante il paesaggio.

Alla base dell'insediamento bergamasco vi sono i nuclei di antica formazione, che per ragioni storiche diverse, ma prevalentemente legate all'uso agricolo della pianura, si attestano lungo i corsi delle rogge, nello specifico la Morla Campagnola, costruita per alimentare il sistema irriguo. L'infrastruttura ferroviaria nel caso in specie si sviluppa in tratti in trincea (TR01 – TR02) e galleria artificiale (GA01), preservando l'attuale assetto dell'insediamento della Campagnola lungo la Morla e il rapporto con il paesaggio circostante.

Per quanto attiene la realizzazione dei rilevati RI02 e RI03 e del sottovia VI01, necessari al superamento della via Lunga, dopo un primo tratto in stretto affiancamento alla linea esistente in ambito urbano, il sistema di paesaggio maggiormente interessato è quello agricolo. Tuttavia occorre porre in evidenza che, in tale ambito, già parte di un contesto fortemente infra-strutturato, connotato da forti eterogeneità nelle componenti, l'opera, per buona parte della sua impronta a terra, si attesta alla rete delle infrastrutture presenti, interessando, così limitate porzioni di terreni agricoli delimitati da filari arborei in evidente stato di riduzione.

Il tracciato ferroviario in corrispondenza del tratto in trincea TR02, il tratto in rilevato RI04 e la trincea ferroviaria TR03 interessa l'ambito territoriale più prossimo l'aeroporto di Bergamo Orio al Serio. Interessano tale contesto anche le opere di adeguamento alla viabilità stradale, l'opera di deviazione della roggia Morla IN09 e la nuova stazione dell'aeroporto.
In tale ambito il paesaggio agricolo risulta ancor meno soggetto agli effetti in analisi. Di fatti si sottolinea che questa specifica porzione di terreno agricolo è caratterizzata da prati stabili su cui insistono filari arborei costituiti prevalentemente da specie alloctone, per cui è possibile affermare che alcun elemento strutturante il paesaggio agricolo della pianura bergamasca possa essere oggetto di modifica a seguito la realizzazione della trincea ferroviaria TR02. Tale affermazione trova riscontro per quanto attiene il contesto localizzativo delle opere di linea, opere viarie connesse e i fabbricati annessi, da realizzarsi all'interno della rete del tessuto connettivo tra le

		maggiori strutture e infrastrutture che connotano l'area. Risulta evidente che la sede ferroviaria in progetto occupi limitate porzioni d'area site tra l'asse autostradale, il sedime aeroportuale e dell'area parcheggio. Al contrario, le opere viarie connesse e la nuova stazione ferroviaria rientrano interamente a far parte del paesaggio delle infrastrutture. Per quanto concerne le opere di regimentazione idraulica, l'analisi tiene conto del ruolo assunto dalla roggia nell'ambito territoriale indagato quale elemento ordinatore nell'insediamento storico, riconoscibile come tale all'interno di quelle porzioni di territorio e nei tratti in cui la roggia preserva componenti del suo assetto originario, per cui, sebbene vi sia una deviazione del corso d'acqua, questa avviene in un ambito in cui, non sono riscontrabili componenti o elementi nel paesaggio riconducibili alla preesistenza storica della roggia e, dunque, della componente strutturante l'assetto paesaggistico indagato. Inoltre risulta utile alla valutazione dell'effetto la constatazione che il canale di deviazione IN09 sarà realizzato utilizzando un canale preesistente all'interno del parcheggio dell'aeroporto. A fronte delle considerazioni sin ora esposte e in ragione di quanto previsto nel progetto degli interventi di opere a verde per la mitigazione paesaggistica, si ritiene che potenziali effetti possano considerarsi trascurabili.
	Pf.2	L'effetto in questione si sostanzia in due distinte tipologie in ragione della natura della percezione considerata: in termini generali è difatti possibile distinguere tra percezione visiva, riguardante la mera funzione fisica, e percezione mentale, concernente l'interpretazione di tipo concettuale e psicologico di un determinato quadro scenico. Stante tale distinzione, la modifica delle condizioni percettive fa riferimento alla percezione visiva e, in tal senso, l'effetto si sostanzia nella conformazione delle possibili visuali derivante dalla presenza dell'opera in progetto, con specifico riferimento a visuali panoramiche e/o elementi di definizione dell'identità locale. La modifica del paesaggio percettivo, effetto proprio della percezione di tipo concettuale, riguarda gli esiti indotti dalla presenza dell'opera in progetto nella lettura ed interpretazione del quadro scenico da parte del suo fruitore; in tal senso, l'effetto si sostanzia nella potenziale deconnotazione del contesto, intesa come indebolimento/perdita della sua identità. L'opera in progetto in analisi può essere sinteticamente descritta secondo due tipologie di intervento prevalenti, la prima riferiti alla realizzazione del tracciato di collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – Nuova stazione Aeroporto, la seconda agli interventi di adeguamento della viabilità connessa. Un terzo parametro progettuale a cui l'analisi di potenziali effetti sulla modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo a cui si fa riferimento sono gli interventi di mitigazione acustica previsti lungo la tratta in ambito urbano.

All'interno del contesto percettivo attraversato dalla linea ferroviaria è possibile distinguere caratteristiche diversificate che offrono diverse condizioni percettive individuate all'interno di tre ambiti: ambiti urbani consolidati ad alta densità; ambiti urbani della periferia metropolitana, in ultimo gli ambiti della campagna residua di particolare interesse in questa sede, in quanto maggiormente interessati dalla realizzazione del tracciato oggetto di studio.

Tale ambito è prevalentemente connotato dalle configurazioni insediative metropolitane che prevalgono su quelle agricole, fino alla formazione di un paesaggio urbano con forti connotati di continuità.
Permangono aree agricole interstiziali caratterizzate dalla trama di canali irrigui e filari alberati che ne segnano la partizione.
Nel caso in specie, si evidenzia lo stato di residualità dei terreni agricoli delimitati da un lato dall'avanzare delle più recenti espansioni urbane della località Campagnola, dall'altro dalle rampe e dagli assi dell'Asse interurbano che attraversa longitudinalmente il territorio. Chiude la visuale il profilo dei rilievi che connotano il panorama dai contesti pianeggianti della città orobica.
Con l'ausilio della fotosimulazione è stato possibile notare come l'inserimento del tracciato ferroviario in trincea (TR01), non possa alterare il quadro percepito. Le uniche componenti dell'opera percepibili constano in una serie di recinzioni leggere poste lungo la trincea ferroviaria assimilabili agli elementi che allo stato attuale delimitano il quadro scenico come ad esempio la serie di guard rail e recinzioni di sicurezza stradale soventi presenti nelle successioni visive esperibili dalla rete delle strade percorribili.

L'utilizzo della fotosimulazione in un secondo caso studio analizzato ha posto in evidenza come le opere di adeguamento della viabilità di accesso all'aeroporto si inseriscono prevalentemente nell'ambito del contesto infrastrutturale esistete. In entrambe le immagini, inerenti alle condizioni percettive *ante* e *post* realizzazione, è possibile distinguere con chiarezza l'aeroporto e ogni elemento che allo stato attuale connota l'immagine, ormai consolidata, del sistema distributivo del fruitore che percorre il raccordo stradale per raggiungere l'infrastruttura aeroportuale.
In buona sostanza è possibile affermare che non vi sia alcuna modifica a livello cognitivo del tipo di paesaggio che si osserva nella scena; esigue sono le differenze dal punto di visivo se si prende in considerazione l'eliminazione della segnaletica verticale, non più necessarie a seguito l'efficientamento della viabilità.

Tra gli interventi di mitigazione previsti dal progetto, vi è la mitigazione al rumore dei treni in transito tramite l'istallazione di barriere antirumore, nella fattispecie istallate lungo il tratto d'opera in progetto in affiancamento alla linea ferroviaria esistente in cui gli unici elementi introdotti consistono nella concentrazione di *microiconemi* seriali e ripetuti il che conduce alla ragionevole conclusione che l'unico effetto atteso sia un rafforzamento degli attuali caratteri del paesaggio delle infrastrutture ferroviarie in

		ambito urbano in cui sovente lunghe barriere antirumore rientrano nel lessico che compone il linguaggio dei caratteri delle ferrovie. Il tratto ferroviario in ambito urbano ad alta densità in cui si inseriscono gli interventi di mitigazione acustica limita ulteriormente la visuale quasi sempre chiusa e delimitata dai fronti edilizi compatti. Muri di recinzione, alberature stradali o ornamentali dettano il limite della quinta visiva per cui non è possibile traguardare lo sguardo su ciò che accade negli episodi urbani oltre la ferrovia. A fronte delle considerazioni fin qui esposte potenziali effetti sono da considerarsi trascurabili.

7.2.5 Effetti potenziali riferiti alla dimensione Operativa

La dimensione Operativa considera l'opera in termini di suo esercizio e, in ragione di tale prospettiva di analisi, gli aspetti considerati ai fini dell'individuazione delle Azioni di progetto sono stati quelli rappresentati dall'insieme delle attività attraverso le quali si svolge il suo ciclo di funzionamento.
Il quadro delle Azioni di progetto pertinenti alla dimensione Operativa, unitamente alla loro descrizione, è riportato al paragrafo 6.2.1, mentre i nessi causali ad esse relative ed i fattori potenzialmente interessati sono sinteticamente riportati alla Tabella 6-7.
Nel seguito sono riportate le schede di sintesi relative ai diversi fattori di cui all'articolo 5, comma 1, lettera c) del DLgs 152/2006 e smi, potenzialmente interessati dagli effetti derivanti dal ciclo di funzionamento dell'opera in progetto.

Tabella 7-21 Scheda di sintesi Aria e clima: Dimensione Operativa

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Aria e Clima	Ao.1	Modifica dei livelli di gas climalteranti	Ao.01	-	-	-	-	-
Legenda								
	A	Effetto assente						
	B	Effetto trascurabile						
	C	Effetto mitigato						
	D	Effetto oggetto di monitoraggio						
	E	Effetto residuo						
Note								
	Ao.1	L'effetto, per come indagato nel presente studio, è riferito alla modifica del livello di emissioni di gas climalteranti e, segnatamente, di CO_2 conseguente alla diversione modale dalla gomma privata al ferro, determinata dalla creazione di una nuova offerta di trasporto pubblico su ferro, conseguente alla realizzazione del collegamento tra l'esistente stazione di Bergamo e quella di Bergamo Aeroporto, per un totale di 146 treni/giorno.						

Per quanto attiene alla metodologia di lavoro seguita, si precisa che la stima della variazione del livello emissivo è stata limitata al solo contributo derivante dal traffico veicolare in ragione della scala del dominio di calcolo, individuato nel contesto locale. La scelta di non considerare il contributo emissivo derivante dalla produzione dell'energia elettrica per l'alimentazione dei treni trova fondamento nella scala di lavoro assunta e nel fatto che il valutare dette emissioni avrebbe comportato, in analogia, anche il dover estendere lo studio a quelle dovute al complesso di azioni funzionali a produrre il carburante necessario alla trazione degli autoveicoli.

Sulla base di questa e delle altre ipotesi di lavoro assunte, in un anno il risparmio di emissioni di CO_2 prodotte dal traffico veicolare ammonta a 3.000 tonnellate/anno. A tale riguardo giova sottolineare che detto valore è l'esito dell'assunzione di una serie di ipotesi cautelative tra le quali, in primo luogo, quella concernente la lunghezza dell'itinerario stradale rispetto al quale è stata operata la stima emissiva, considerata pari all'estesa dell'opera in progetto (5 chilometri) e non all'effettiva ampiezza del bacino di utenza del nuovo collegamento. In altri termini si è assunto che la totalità del traffico veicolare oggetto di diversione modale e, quindi, che la riduzione dei veicoli circolanti sia unicamente concentrata lungo l'itinerario tra le stazioni ferroviarie di Bergamo e di Bergamo Aeroporto, con ciò non considerando i benefici indotti sull'attrattività del trasporto ferroviario dall'esistenza di un collegamento diretto tra lo scalo aeroportuale orobico ed i centri urbani del sistema insediativo bergamasco e, a scala più ampia, quelli gravitanti lungo la direttrice per Milano e Lecco.
Il contributo derivante dall'opera in progetto, pertanto, in termini di riduzione delle emissioni di CO_2, può essere considerato positivo.

Tabella 7-22 Scheda di sintesi Clima acustico: Dimensione Operativa

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Clima acustico	Co.01	Modifica del clima acustico	Ao.01		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

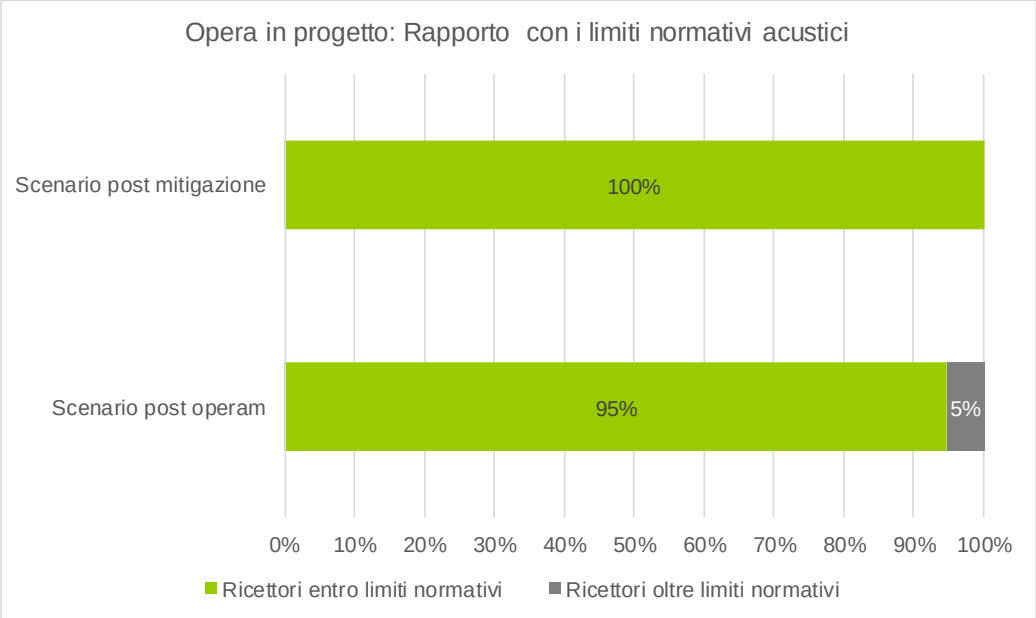
Note		
	Co.1	L'effetto è determinato dalle emissioni acustiche prodotte dal transito dei convogli ferroviari, secondo il modello di esercizio di progetto, ossia con riferimento al numero ed alla tipologia di treni previsti da detto modello.

Al fine di indagare detto effetto, nell'ambito del presente SIA è stato sviluppato uno studio modellistico che, sulla base del preventivo censimento dei potenziali ricettori rispetto alle caratteristiche dimensionali, alla tipologia dell'uso in atto ed allo stato di conservazione, ha preso in considerazione lo scenario post operam e quello post mitigazione.

In esito alle risultanze dello scenario post operam, così come documentato nell' Output del modello di calcolo, è emersa la necessità di procedere ad un contenimento dei livelli sonori in facciata dei ricettori.

La scelta progettuale a tal fine adottata è stata quindi quella di procedere attraverso interventi di tipo indiretto.
In tale ottica, sono state previste barriere di altezze variabili da 4 m a 6,5 m sul piano del ferro per una lunghezza complessiva di circa 1.183 m.

A fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore, garantendo ovunque il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente.



A maggior cautela, nell'ambito del "Progetto di monitoraggio ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A), è stata prevista una postazione finalizzata alla verifica del rumore prodotto dal transito ferroviario ed all'efficacia degli interventi di mitigazione previsti, localizzata in corrispondenza di uno dei punti ritenuti più rappresentativi.

Tabella 7-23 Scheda di sintesi Popolazione e salute umana: Dimensione Operativa

Fattore	*Tipologia Effetto*		*Azioni*	*Stima*				
				A	B	C	D	E
Popolazione e salute umana	Uo.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico	Ao.01		●			
	Uo.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale	Ao.01		●			

Legenda		
	A	Effetto assente
	B	Effetto trascurabile
	C	Effetto mitigato
	D	Effetto oggetto di monitoraggio
	E	Effetto residuo

Note

	Uo.1	L'effetto si sostanzia nell'esposizione della popolazione a livelli di inquinamento acustico che possono determinare danno, disturbo o fastidio, in conseguenza delle emissioni prodotte dal transito dei treni. Nel caso in specie, i termini nei quali si prospetta l'effetto in esame discendono, in primo luogo, dal rapporto intercorrente tra opera in progetto e tessuti abitativi, nonché dalla tipologia infrastrutturale prevista in corrispondenza di uno dei due tratti nei quali il tracciato si sviluppa in prossimità di aree ad uso abitativo. Rispetto allo schema di assetto secondo il quale è organizzata la struttura insediativa del contesto di localizzazione dell'opera in progetto, questa si sviluppa – per gran parte del suo tracciato – all'interno della fascia infrastrutturale/produttiva strutturatasi lungo l'Autostrada A4 ed all'interno dell'area agricola che si interpone tra gli abitanti di Bergamo, ad Ovest, e di Seriate ed Orio al Serio, ad Est. Tale condizione trova unicamente due eccezioni che si presentano in corrispondenza del tratto iniziale dell'opera in progetto, in cui questa corre in affiancamento alla ferrovia esistente, e all'altezza dell'abitato di Campagnola. Rispetto a tale seconda situazione, come noto, l'opera in progetto, prima di arrivare all'altezza del citato abitato, entra in galleria (GA01), per uscirne dopo aver sottoattraversato la SS671 e, quindi, ben oltre l'area abitativa. L'insieme di dette condizioni rende evidente come il tema dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dal transito ferroviario possa essere unicamente circoscritto al breve tratto in affiancamento alla linea ferroviaria esistente. A tal riguardo giova ricordare che gli interventi di mitigazione acustica, nel caso in specie barriere antirumore, sviluppate all'interno del citato Studio acustico hanno consentito di riportare entro i limiti definiti dalla norma i livelli acustici in facciata della totalità dei quei ricettori che presentano superamenti nello scenario ante- mitigazione.

		In ogni caso, a verifica delle risultanze emerse dallo studio modellistico, il "Progetto di mitigazione ambientale" (NM2701D22RGMA0000001A) ha previsto il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario.
	Uo.2	L'effetto considera le condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento vibrazionale e la loro variazione, in ragione del traffico ferroviario secondo il modello di esercizio, e le relative conseguenze di disturbo ("annoyance") che ne derivano sulla popolazione stessa. Le considerazioni a tal riguardo riportate nel presente SIA si fondano sulle risultanze di uno studio specialistico (Studio vibrazionale), condotto mediante un modello di propagazione teorico, supportato da dati sperimentali acquisiti mediante una campagna di rilievi vibrometrici eseguita nelle aree oggetto di intervento. Partendo da dette analisi preliminari ed in considerazione delle caratteristiche del volume di traffico di progetto, lo studio in questione opera una preliminare identificazione della fascia di criticità, inteso come l'ambito nel quale gli occupanti degli edifici in esso ricadenti possono essere soggetti ad un livello di accelerazione superiore alle soglie di riferimento della norma UNI 9614 (si ricorda difatti che non esiste una legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni, ma solo norme tecniche). La verifica degli edifici ricadenti entro detta fascia ha evidenziato l'assenza di aree di potenziale criticità, ossia quelle per le quali il modello previsionale evidenzia livelli di accelerazione superiori a quelli indicati dalla norma UNI 9614 come riferimento per la valutazione del disturbo.