



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MIT  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



RegioneLombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

B 3 5

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.  
207/10

e

PROGRESSIVO  
ELABORATO

0 0 1

CATEGORIA  
OPERA

I A

NUMERO  
OPERA

0 1

REVISIONE

R 0

SCALA

===

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE IDROGENO  
ADEGUAMENTO IMPIANTO FERROVIARIO DI EDOLO  
Progetto Definitivo

STUDIO DI FATTIBILITA' AMBIENTALE  
Relazione generale

---

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Giu. 2024	PRIMA EMISSIONE	A. Colonna	C. De Maria

FERROVIENORD

APPALTATORE

Progettista

REDATTO

A. Colonna

CONTROLLATO

P. L. Carci

APPROVATO

C. De Maria

DATA

Giu. 2024

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

## Sommario

<b>1. Introduzione .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Inquadramento territoriale.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Caratteristiche delle opere in progetto .....</b>	<b>7</b>
3.1. Stato attuale dell'impianto.....	7
3.2. Descrizione degli interventi in progetto .....	7
3.3. Esercizio .....	8
3.4. Modalità organizzative del cantiere .....	9
3.4.1. <i>Criteri generali adottati</i> .....	9
3.4.2. <i>Le aree di cantiere</i> .....	9
3.4.3. <i>Mezzi d'opera</i> .....	10
3.5. Durata dei lavori e cronoprogramma .....	11
<b>4. Analisi del contesto programmatico e pianificatorio.....</b>	<b>12</b>
4.1. Inquadramento generale.....	12
4.2. Pianificazione di livello Regionale .....	13
4.2.1. <i>Il Piano Territoriale Regionale (PTR)</i> .....	13
4.2.2. <i>Piano Paesaggistico Regionale (PTR-PPR)</i> .....	17
4.3. Pianificazione territoriale provinciale .....	19
4.3.1. <i>PTCP di Brescia</i> .....	19
4.4. Pianificazione ambientale .....	25
4.4.1. <i>Il Piano di Assetto Idrogeologico</i> .....	25
4.4.2. <i>Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico del Po</i> .....	26
4.4.3. <i>Il Piano di Tutela delle acque</i> .....	27
4.5. La pianificazione urbanistica comunale .....	29
4.5.1. <i>Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Edolo</i> .....	29
4.6. Sistema delle emergenze naturalistiche tutelate.....	31
4.6.1. <i>Aree naturali protette</i> .....	31
4.6.2. <i>Aree Rete natura 2000</i> .....	34
4.7. Il sistema dei beni paesaggistici .....	36

4.7.1. Inquadramento normativo .....	36
4.7.2. Ricognizione dei beni paesaggistici vincolati .....	36
4.8. Beni culturali.....	37
4.9. Siti UNESCO .....	38
<b>5. Analisi del contesto ambientale e valutazione degli effetti dell'intervento .....</b>	<b>40</b>
5.1. Suolo e sottosuolo .....	40
5.1.1. Inquadramento geologico.....	40
5.1.2. Inquadramento geomorfologico.....	42
5.1.3. Caratterizzazione sismica dell'area .....	44
5.1.4. Siti contaminati e potenzialmente contaminati .....	48
5.1.5. I Valori di fondo naturale per l'Arsenico .....	49
5.1.6. Valutazione degli effetti.....	50
5.2. Ambiente idrico .....	52
5.2.1. Inquadramento idrografico.....	52
5.2.2. Pericolosità idraulica.....	53
5.2.3. Inquadramento idrogeologico .....	55
5.2.4. Assetto idrogeologico locale .....	58
5.2.5. Qualità delle acque superficiali.....	58
5.2.6. Valutazione degli effetti.....	63
5.3. Biodiversità.....	64
5.3.1. Inquadramento vegetazionale.....	64
5.3.2. Ecosistemi e rete ecologica .....	67
5.3.3. Fauna .....	71
5.3.4. Valutazione degli effetti.....	80
5.4. Atmosfera.....	81
5.4.1. Inquadramento climatico.....	81
5.4.2. Qualità dell'aria .....	83
5.4.3. Valutazione degli effetti - Fase di cantiere .....	87
5.4.4. Valutazione degli effetti - Fase di esercizio.....	101
5.5. Clima acustico.....	101
5.5.1. Quadro Normativo di riferimento .....	101

---

5.5.2.	<i>Caratterizzazione e sensibilità specifica del contesto – Classificazione acustica comunale....</i>	104
5.5.3.	<i>Valutazione degli effetti in fase di cantiere .....</i>	106
5.5.4.	<i>Effetti sul clima acustico legati alla fase di esercizio .....</i>	112
5.6.	<i>Paesaggio.....</i>	113
5.6.1.	<i>La cornice paesaggistica in cui si inserisce l'intervento .....</i>	113
5.6.2.	<i>Il territorio di Edolo .....</i>	115
5.6.3.	<i>Cenni storici.....</i>	117
5.6.4.	<i>Patrimonio Storico culturale .....</i>	118
5.6.5.	<i>Bacino percettivo .....</i>	121
5.6.6.	<i>Valutazione degli effetti.....</i>	124
<b>6.</b>	<b>Misure ed interventi per prevenire, ridurre e mitigare gli effetti .....</b>	<b>126</b>
6.1.	Interventi per la riduzione della polverosità nelle aree di cantiere .....	126
6.2.	Misure di prevenzione degli impatti sull'ambiente idrico sotterraneo.....	127
6.3.	Interventi di mitigazione acustica .....	132



## **1. INTRODUZIONE**

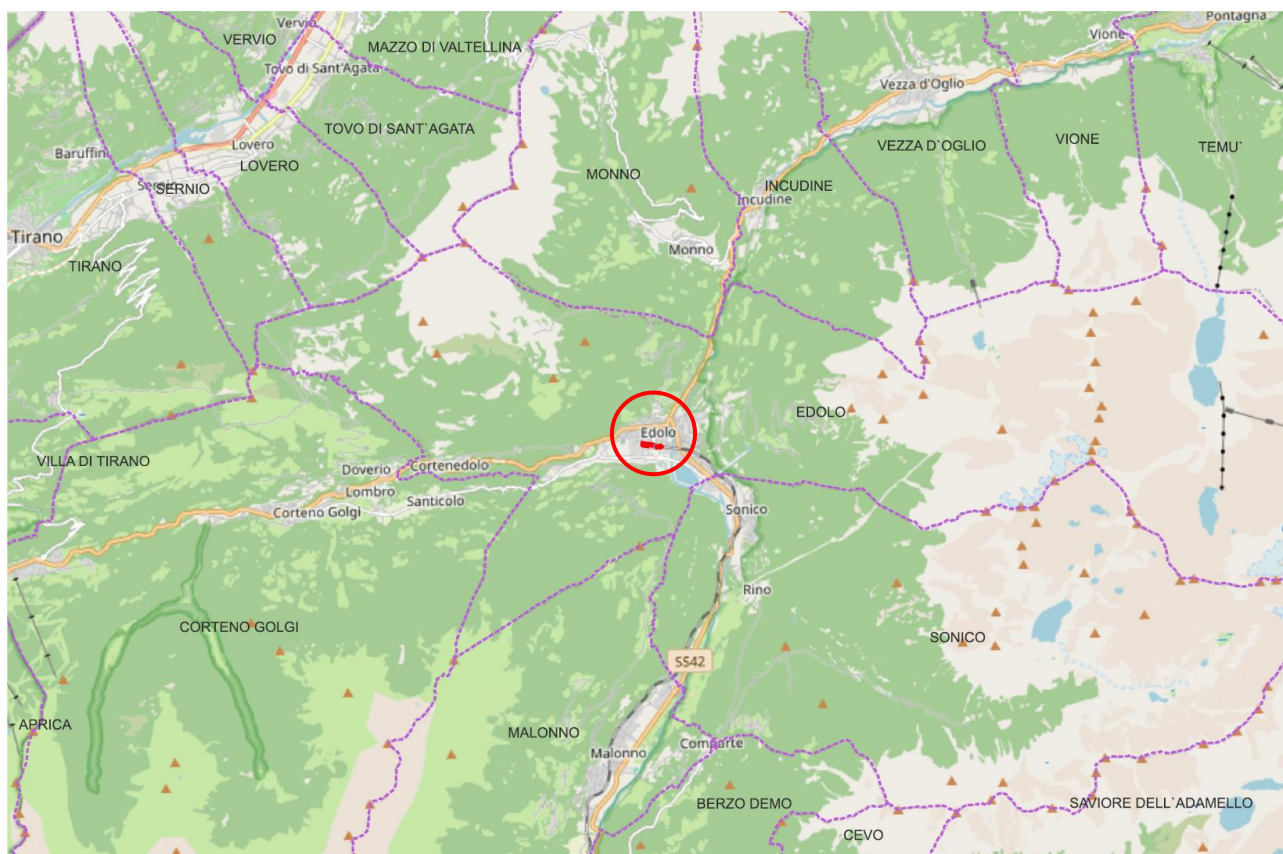
Il presente Studio di Fattibilità Ambientale viene redatto ai sensi dell'art. 27, comma 2, del DPR 207/2010 e ss.mm.ii. nell'ambito eseguito della Progettazione Definitiva inerente alla realizzazione dell'impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione idrogeno e dell'adeguamento dell'impianto ferroviario di Edolo. In particolare questo studio analizza gli interventi relativi ad una "Prima fase funzionale" del più generale adeguamento dell'attuale impianto di Edolo e, in particolare le opere necessarie a consentire il rifornimento di idrogeno dei treni.

Tale intervento rientra tra le azioni infrastrutturali per l'implementazione del Progetto H2iseO, che prevede la messa in esercizio sulla Linea non elettrificata Brescia Edolo dei nuovi Treni ad Idrogeno che sostituiranno le attuali automotrici a diesel.

Secondo la normativa sopra richiamata, lo Studio di Fattibilità Ambientale è redatto *"[...] tenendo conto delle elaborazioni a base del progetto definitivo, approfondisce e verifica le analisi sviluppate nella fase di redazione del progetto preliminare, ed analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'intervento sull'ambiente e sulla salute, ed a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale avuto riguardo agli esiti delle indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento, e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate. Esso contiene tutte le informazioni necessarie al rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni in materia ambientale."*

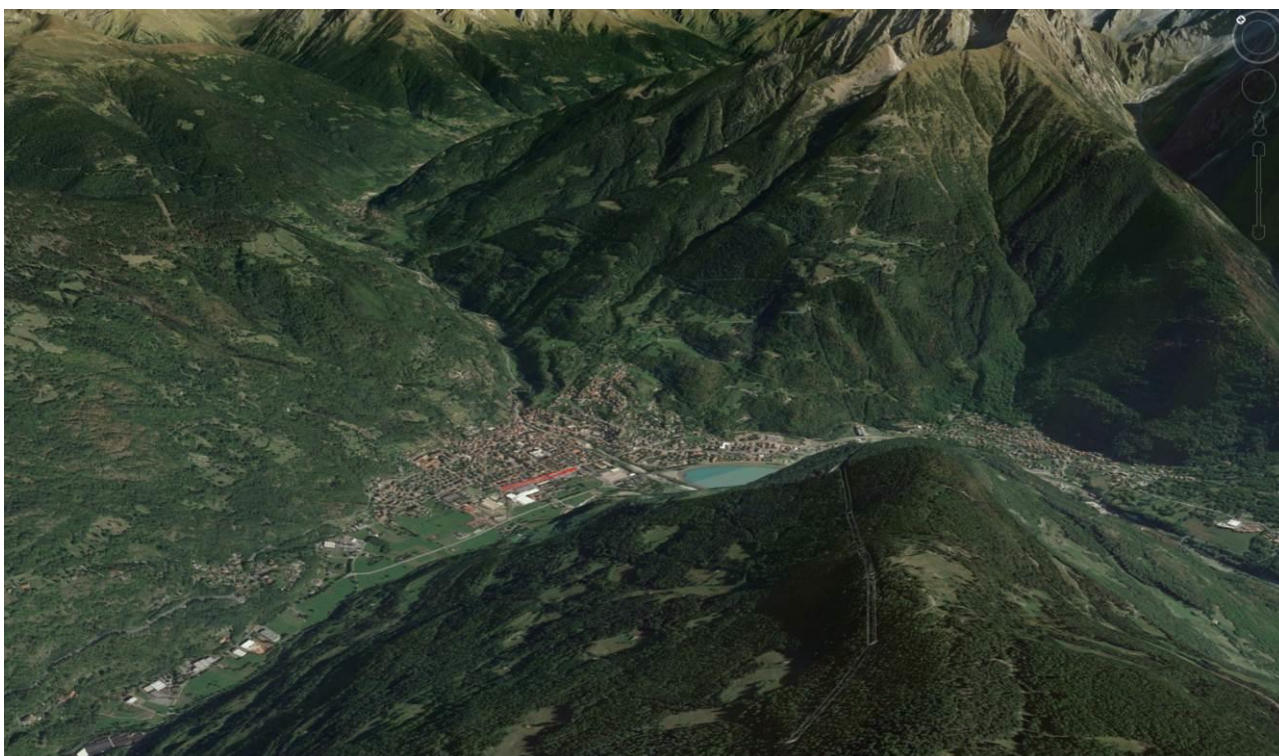
## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'ambito coinvolto dalle opere in progetto è situato nella Regione Lombardia, in provincia Brescia ed interessa il territorio Comunale di Edolo.



**Figura 1 – Inquadramento dell'area di intervento**

L'abitato di Edolo, all'interno del quale ha sede l'intervento, è situato in Val Camonica, a circa 700 m s.l.m.. Attraversata dal Fiume Oglio, la cittadina si sviluppa in corrispondenza dell'intersezione tra la SS42 e del Tonale e la SS 39 del Passo di Aprica. Edolo costituisce un nodo infrastrutturale importante nell'area in quanto ospita la stazione terminale nord della linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo, gestita da Trenord.



**Figura 2 – Abitato di Edolo (Google Earth) in rosso l'area di intervento (googleearth)**

L'area, in ragione di un paesaggio montano con vette che offrono scenari naturalistici di notevole interesse ha una forte vocazione turistica. L'area, infatti, si pone in piccola piana fortemente incisa, circondata dagli imponenti e ripidi versanti dei rilievi delle Alpi Retiche.

Le attività agricole e di allevamento sono radicate nel territorio, con la produzione di formaggi, carne e altri prodotti locali. Sempre dal punto di vista produttivo, Edolo si caratterizza per la presenza di piccole imprese artigianali e industriali, che spaziano dalla lavorazione del legno e del metallo, alla produzione di articoli tipici e alla piccola manifattura.



### **3. CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN PROGETTO**

#### **3.1. Stato attuale dell'impianto**

Attualmente la stazione presenta un ampio piazzale binari di cui solo i primi due, dotati di banchine, vengono utilizzati per il servizio viaggiatori. Il collegamento tra le banchine avviene mediante attraversamenti a raso del primo binario. La parte restante del piazzale è composta da alcuni binari passanti e da altri tronchi. La stazione è di testa.

L'intera struttura è sormontata da un sovrappasso pedonale in legno ed è inoltre stata realizzata una tettoia in legno lungo il primo binario.



Figura 3 - Impianto attuale

#### **3.2. Descrizione degli interventi in progetto**

Il progetto definitivo si sviluppa sulla base del progetto di fattibilità tecnico-economica sviluppato dal Committente. In aggiunta alle indicazioni del suddetto progetto, posto a base di gara, è stato emesso un Ordine di Servizio, su richiesta di Regione Lombardia, in data 06/12/2023 in cui si richiede la modifica dei deviatori di ingresso previsti, in modo da garantire una percorrenza ad una velocità pari a 60 km/h.

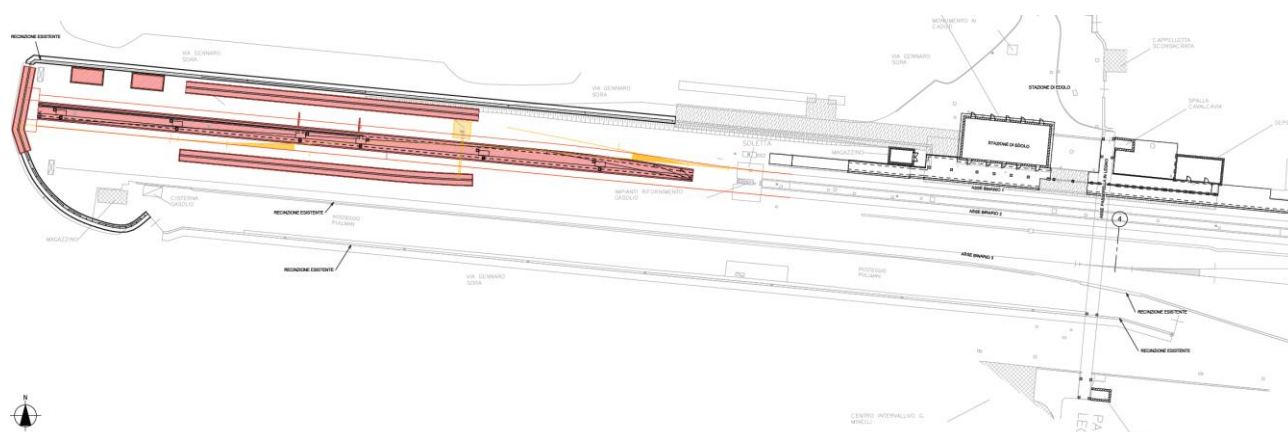
Il progetto di adeguamento dell'impianto ferroviario di Edolo prevede, in sintesi, le seguenti opere.

### ***Nuova Zona di sosta e rifornimento***

Nella zona est della stazione sarà realizzata la zona di sosta e rifornimento dei treni a idrogeno. Sarà realizzata una nuova banchina di servizio a quota +25 cm dove saranno posizionati i distributori di idrogeno e gli impianti ad essi connessi. Saranno inoltre realizzati dei muri paraschegge a protezione di via Sora lato nord e tra il secondo e terzo binario.

### ***Adeguamenti Impiantistici***

Contestualmente agli interventi descritti, verranno realizzati gli impianti a servizio della nuova banchina.



**Figura 4 – Adeguamento dell’impianto di Edolo – Individuazione degli interventi della prima fase funzionale**

### **3.3. Esercizio**

Come già evidenziato l’intervento in esame è funzionale all’implementazione del Progetto H2iseO, che prevede la messa in esercizio sulla Linea non elettrificata Brescia Edolo dei nuovi Treni alimentati ad Idrogeno che andranno a sostituire le attuali automotrici a diesel.

Va evidenziato che tale innovazione tecnologica determina un significativo incremento del livello di sostenibilità dell’infrastruttura, permettendo al contempo una riduzione dei consumi energetici, delle emissioni in atmosfera, del disturbo acustico.

Di seguito si riporta il modello di esercizio di progetto riferito alla stazione di Edolo e considerato al fine di valutare gli effetti determinati dall’operatività dell’impianto nel futuro scenario.

**Tabella 1 – Modello di esercizio**

	<b>Materiale Rotabile</b>	<b>DIURNI</b>	<b>NOTTURNI</b>
<b>Treni Passeggeri con fermata</b>	EMU lunghezza 95 m	30	2
<b>Treni Vuoti con fermata</b>	EMU lunghezza 95 m	0	2

Come si evince dalla tabella in alto lo scenario di progetto, confermando sostanzialmente l'attuale modello di esercizio, vede transitare nell'impianto di Edolo complessivamente 34 treni, di cui quattro in periodo notturno (dalle ore 22:00 alle ore 6:00).

### **3.4. Modalità organizzative del cantiere**

#### **3.4.1. Criteri generali adottati**

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere in aderenza o in prossimità delle opere, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali, oltre a quelle, tecnico-costruttive, strettamente connesse alla esecuzione delle opere:

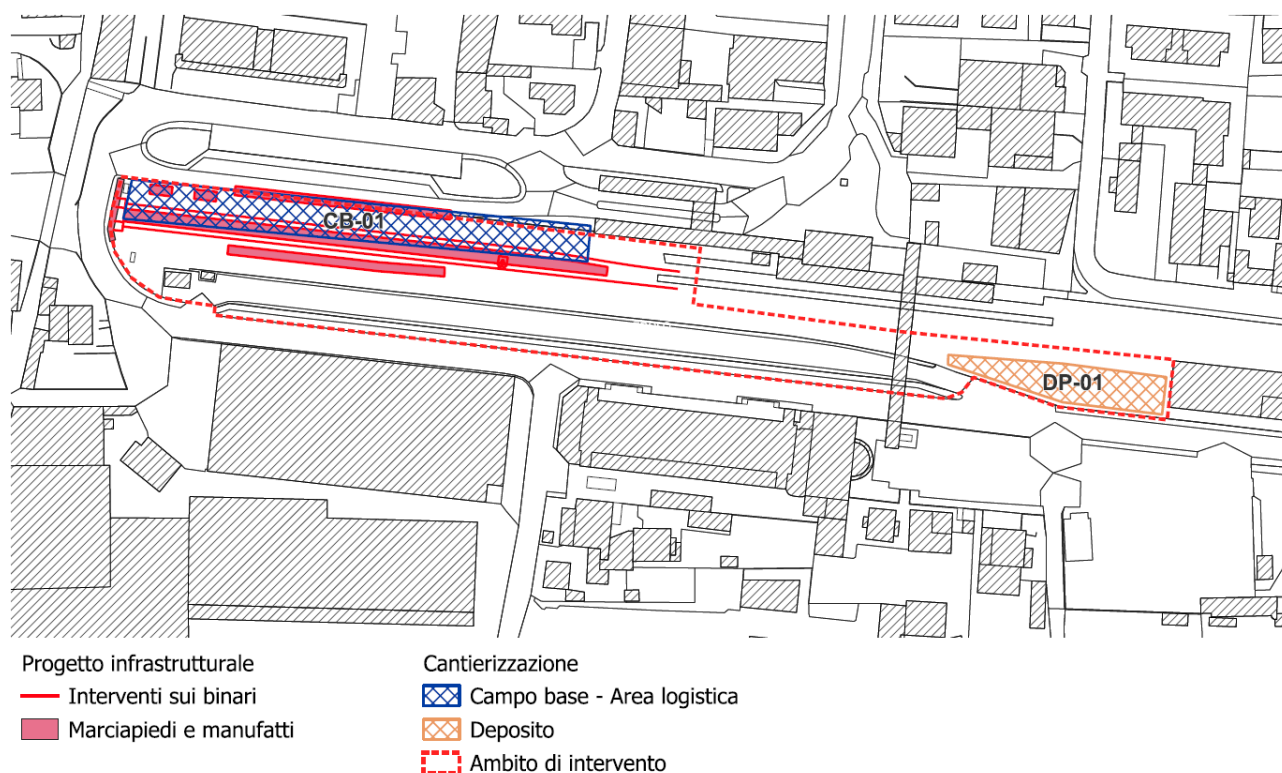
- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.

#### **3.4.2. Le aree di cantiere**

Le attività realizzative riguarderanno diffusamente l'area di pertinenza ferroviaria. Esternamente a queste, è prevista unicamente l'occupazione temporanea della fascia di strada destinata a parcheggi in linea che si sviluppa a ridosso dell'area ferroviaria, lugo via Gennaro Sora.

All'interno dell'area di intervento, che come detto coincide con l'area di pertinenza ferroviaria sono state ubica due aree funzionalmente "specializzate":

- Un campo base (CB-01) destinato essenzialmente la logistica (spogliatoi, uffici, ecc., magazzini, parcheggi, deposito materiali, ecc.).
- Un'area di Deposito/Stoccaggio (DP-01) destinata allo stoccaggio temporaneo dei materiali prodotti in fase di scavo e demolizione. La pavimentazione delle aree verrà predisposta in funzione della tipologia di materiali che esse dovranno contenere.



**Figura 5 – Layout di cantiere**

### **3.4.3. Mezzi d'opera**

Di seguito si riporta, in via indicativa, i macchinari e mezzi d'opera che saranno impiegati nel corso dei lavori per la realizzazione delle opere civili, e per le operazioni di armamento:

- Macchinari principali opere civili
  - Perforatrice
  - Compressore per perforatrice
  - Sistema miscelazione / iniezione per micropali
  - Generatore
  - Escavatore
  - Sollevatore
  - Pala gommata
  - Autobetoniera
  - Pompa getto calcestruzzi
  - Rullo vibrante
  - Autocarro con gru
  - Motrice per movimento terra

Macchinari principali per armamento

- Locomotore
- Caricatore vaiacar

- Rincalzatrice
- Profilatrice
- Alzascambi
- Carri pianali
- Carri terra
- Tramogge
- Camion 3 assi
- Pala meccanica

### 3.5. Durata dei lavori e cronoprogramma

Sulla base dell'entità e natura dei lavori previsti è stato sviluppato il programma lavori si seguito riportato, che prevede una durata complessiva delle attività realizzativa stimata in circa 244 gg (8 mesi).

ATTIVITA'	MESI							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CANTIERIZZAZIONE/ATTIVITA'PRELIMINARI								
DEMOLIZIONE BINARI/SISTEMAZIONE SEDE								
OPERE CIVILI								
MARCIAPIEDE								
ARMAMENTO								
RIMOZIONE CANTIERE								



## 4. ANALISI DEL CONTESTO PROGRAMMATICO E PIANIFICATORIO

### 4.1. Inquadramento generale

Il presente capitolo tratta della pianificazione territoriale, urbanistica e settoriale relativa ai diversi livelli istituzionali e rilevante ai fini del progetto, ovvero della verifica della compatibilità del progetto con il quadro della pianificazione con particolare attenzione alle politiche di tutela del paesaggio.

Come già anticipato l'opera ricade nel territorio della regione Lombardia, nella Provincia di Brescia. In Regione Lombardia le attività per il governo del territorio sono normate dalla Legge Regionale n.12/2005. Per facilità di lettura si riporta una sintesi dello stato della pianificazione territoriale che nel seguito verrà analizzato con i relativi riferimenti normativi.

**Tabella 4-1: Quadro della Pianificazione di livello regionale.**

Regione	Strumento	Iter approvativo
Lombardia	PTR	approvato con DCR n. 951 del 19/01/2010 aggiornato annualmente, ultimo aggiornamento approvato con DCR n. 766 del 26/11/2019
	PTR-PPR	approvato con DCR n. 951 del 19/01/2010 aggiornato annualmente, ultimo aggiornamento approvato con DCR n. 766 del 26/11/2019

A livello provinciale, la legge urbanistica regionale lombarda prevede la redazione di Piani territoriali di coordinamento provinciale (PTCP). Gli interventi del progetto in esame ricadono nel territorio della Provincia di Brescia che è dotata di Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale predisposto secondo le direttive contenute nella Legge Regionale 12/2005 e approvato con Delibera di Consiglio n. 31 del 13 giugno 2014. Il piano è diventato efficace con la pubblicazione dell'avviso di definitiva approvazione sul BURL Serie Avvisi e concorsi n. 45 del 5 novembre 2014.

Provincia	Strumento	Iter approvativo
Brescia	PTCP	Approvato con Delibera di Consiglio n. 31 del 13 giugno 2014

Per quanto riguarda il comune di Edolo, comune in cui ricade l'intervento, questo è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato dal Consiglio Comunale con Deliberazione n. 23 del 4/12/2012. Successivamente con Deliberazione n. 23 del 16 giugno 2017 è stata approvata la "1^ Variante puntuale". Più di recente è stata adottata, con Deliberazione del Consiglio Comunale n. del 27/01/2023, una "2^ Variante puntuale".

## **4.2. Pianificazione di livello Regionale**

### **4.2.1. Il Piano Territoriale Regionale (PTR)**

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), come stabilito dalla Legge regionale 12/2005 e s.m.i rappresenta lo strumento di supporto all'attività di governo del territorio e si propone di rendere coerente la "visione strategica" della programmazione generale e di settore con il contesto fisico, ambientale, economico e sociale regionale; ne analizza i punti di forza e di debolezza, evidenzia potenzialità ed opportunità per le realtà locali e per i sistemi territoriali.

Il Piano Territoriale Regionale, già approvato con la deliberazione di Consiglio Regionale del 19/01/2010 n.951 e pubblicato sul BURL n.13 del 30 marzo 2010, 1° Supplemento Straordinario, viene sottoposto annualmente ad un aggiornamento mediante il Programma Regionale di Sviluppo, oppure con il Documento di Economia e Finanza regionale (DEFR). L'aggiornamento può comportare l'introduzione di modifiche ed integrazioni, a seguito di studi e progetti, di sviluppo di procedure, del coordinamento con altri atti della programmazione regionale, nonché di quelle di altre regioni, dello Stato e dell'Unione Europea (art. 22, l.r. n.12 del 2005).

L'ultimo aggiornamento del PTR è stato approvato con d.c.r. n. 2578 del 29 novembre 2022 (pubblicato sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia, serie Ordinaria, n. 50 del 17 dicembre 2022), in allegato alla Nota di Aggiornamento al Documento di Economia e Finanza Regionale (NADEFR 2022). Tale aggiornamento costituisce allegato fondamentale del Documento Annuale Strategico, Gli elaborati di Piano, via via aggiornati, sono pubblicati sul portale regionale.

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.

Il PTR costituisce il quadro di riferimento per l'assetto armonico della disciplina territoriale della Lombardia, e, più specificamente, per un'equilibrata impostazione dei Piani di Governo del Territorio (PGT) comunali e dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP). Gli strumenti di pianificazione, devono, infatti, concorrere, in maniera sinergica, a dare attuazione alle previsioni di sviluppo regionale, definendo alle diverse scale la disciplina di governo del territorio.

Il P.T.R., con riferimento alla l.r.12/05 "Legge per il governo del territorio", indica:

- gli obiettivi principali di sviluppo socio-economico del territorio regionale;
- il quadro delle iniziative per la realizzazione delle infrastrutture e delle opere di interesse regionale e nazionale;
- i criteri per la salvaguardia dell'ambiente;
- il quadro delle conoscenze fisiche del territorio;
- e definisce:
- le linee orientative di assetto del territorio;
- gli indirizzi generali per la prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico;
- gli indirizzi per la programmazione territoriale di comuni e province;
- gli obiettivi prioritari di interesse regionale.

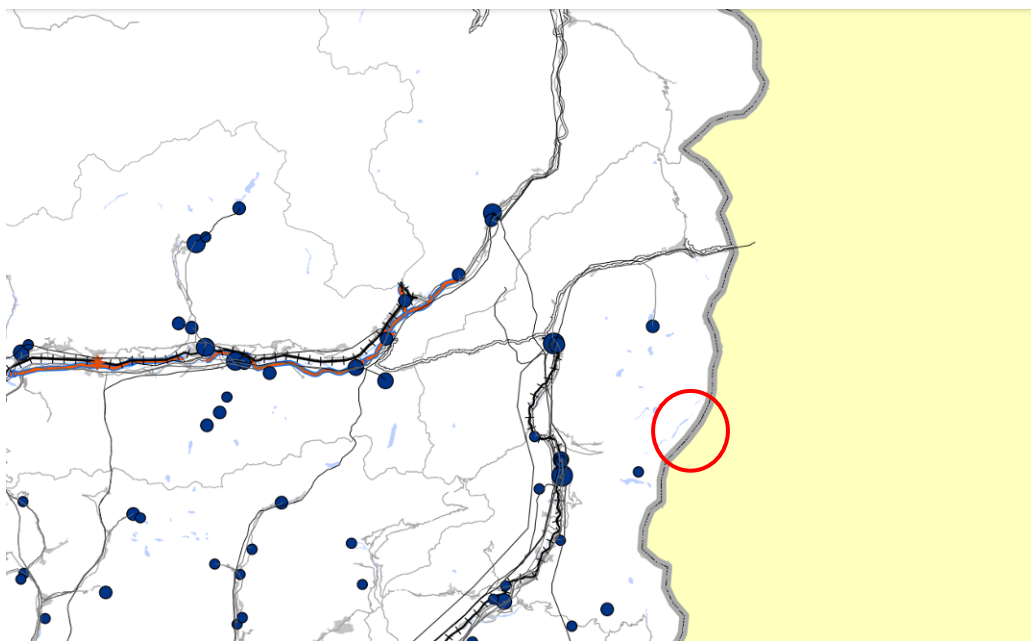
Il Piano Territoriale Regionale (PTR), in applicazione dell'art. 19 della l.r. 12/2005, **ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico** ai sensi della legislazione nazionale (D.Lgs.n.42/2004). Il PTR in tal senso recepisce consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)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

Il Piano Paesaggistico Regionale diviene così sezione specifica del PTR, disciplina paesaggistica dello stesso, mantenendo comunque una compiuta unitarietà ed identità. Le cartografie allegate al PTR sono:

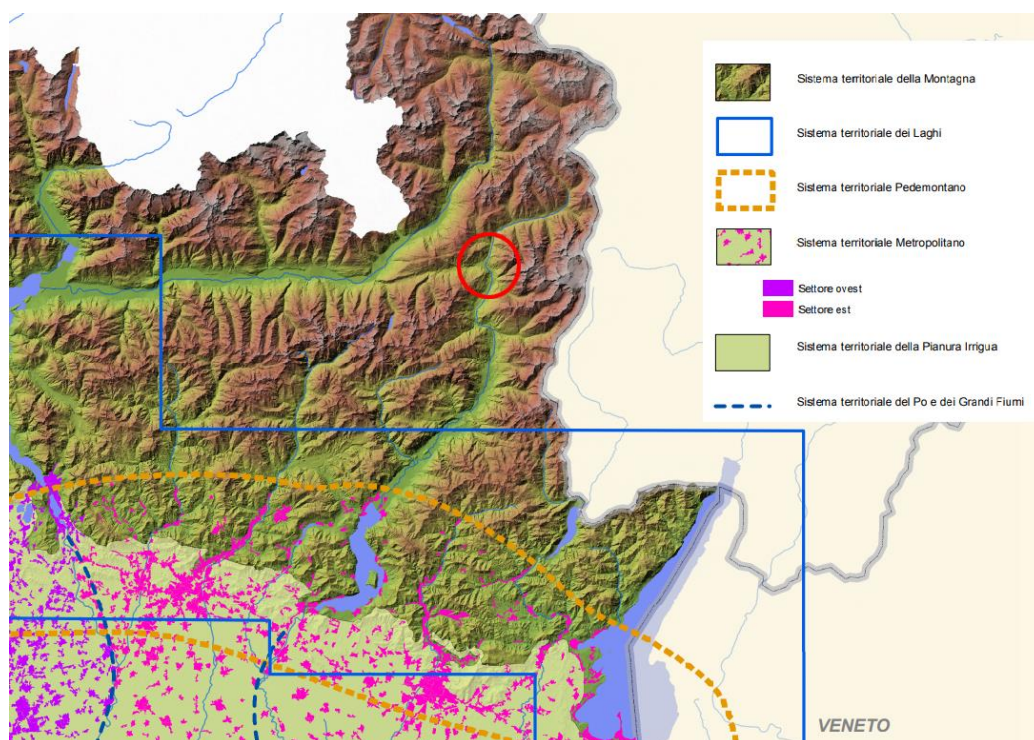
- Tav 1 -Polarità e poli di sviluppo regionale (agg. 2010) art 20 l.r. 12/05;
- Tav 2 - Zone di preservazione e salvaguardia ambientale (agg. 2019) art 20 l.r. 12/05;
- Tav 3 - Infrastrutture prioritarie per la Lombardia (agg. 2019) art 20 l.r. 12/05;
- Tav 4 - I sistemi territoriali del PTR (agg. 2010).

Di seguito si riportano alcuni stralci delle tavole del PTPR in cui si evidenziano le relazioni tra gli interventi

Nella figura seguente è riportato uno stralcio della Tavola 3 da cui si evince che l'ambito di progetto in esame ricade nel quadrante nord-est, in un ambito scarsamente infrastrutturato. La tavola riporta come indicazione, tra le infrastrutture prioritarie per la Lombardia, la Linea ferroviaria Brescia – Edolo e due centrali per la produzione di energia idroelettrica, di cui una, la più importante, è la Centrale di Edolo di proprietà dell'Enel.



**Figura 6 - PTPR Tavola 3 – Infrastrutture prioritarie per la Lombardia**



**Figura 7 - PTPR Tavola 4 – Sistemi territoriali del PTPR**

Nella tavola Tav. 4 del PTR ("I sistemi territoriali) l'area oggetto di intervento si inserisce all'interno del sistema territoriale della Montagna. Tale sistema è identificato dal PTR come *"un sistema territoriale articolato nella struttura geografica, con altitudini, situazioni climatiche e ambientali molto diverse ma, nel complesso, tutti i differenti ambiti che la compongono intrattengono con la restante parte del territorio regionale relazioni (talora di dipendenza e di conflitto) che ne fanno un tutt'uno distinguibile, su cui peraltro si è incentrata molta parte dell'azione regionale volta alla valorizzazione, allo sviluppo e alla tutela del territorio montano, oltre che agli interventi di difesa del suolo."*

In riferimento alla natura e finalità opere in progetto si evidenzia, che tra gli obiettivi del PTR per l'area Montana vi sono:

- **ST2.1 - Tutelare gli aspetti naturalistici e ambientali**, anche sostenendo *"l'innovazione e la ricerca finalizzate all'individuazione di soluzioni tecnologiche per la riduzione degli impatti ambientali e paesaggistici in campo energetico, (ricorso a fonti energetiche rinnovabili e pulite, uso delle migliori tecnologie disponibili per le nuove costruzioni di impianti termici a combustibili) propri dell'ambiente montano"*.
- **ST2.6 - Programmare gli interventi infrastrutturali e dell'offerta di trasporto pubblico con riguardo all'impatto sul paesaggio e sull'ambiente naturale e all'eventuale effetto insediativo.**

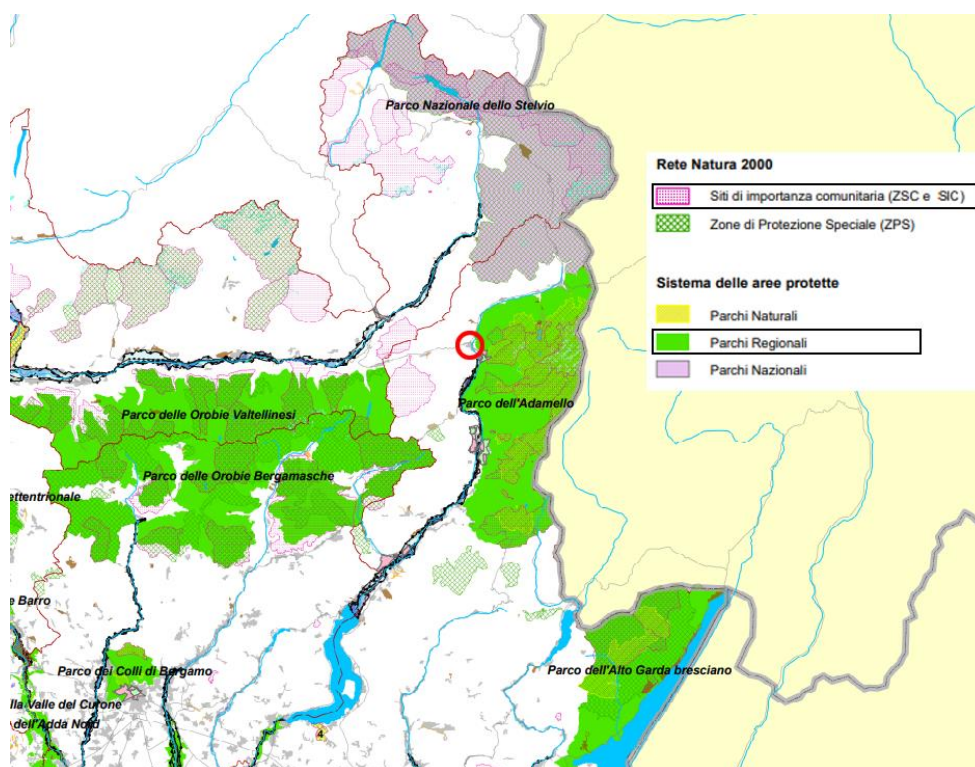


Figura 8– PTR Tavola 2 - Zone di salvaguardia ambientale (in rosso l'ambito di progetto)

La Tavola 2 riporta le “Zone di preservazione e salvaguardia ambientale” Art 20 L.R. 12/05 - Legge per il governo del Territorio. Dallo stralcio della suddetta tavola di piano, si evince che, nonostante la cornice territoriale risulta particolarmente denso di importanti emergenze ambientali e naturali, l’area oggetto di intervento si mantiene all’esterno delle zone a rischio idrogeologico, aree naturali protette o della Rete Natura 2000 o aree di particolare importanza culturale oggetto di salvaguardia individuate, nell’elaborato del PTR.

#### **4.2.2. Piano Paesaggistico Regionale (PTR-PPR)**

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) come accennato, costituisce una sezione specifica del PTR, ovvero riassume la disciplina paesaggistica dello stesso, mantenendo comunque una compiuta unitarietà ed identità.

Il PPR consolida e rafforza le scelte già operate dal PTR pre-vigente in merito alle politiche di tutela, salvaguardia e valorizzazione del paesaggio regionale mentre le misure di indirizzo e le prescrizioni si sviluppano in stretta e reciproca relazione con le priorità del PTR.

La Cartografia di Piano è composta dalle seguenti tavole:

- Tavola A - Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio
- Tavola B - Elementi identificativi e percorsi di interesse paesaggistico
- Tavola C - Istituzioni per la tutela della natura
- Tavola D - Quadro di riferimento della disciplina paesaggistica regionale
- Tavole D1 (a, b, c, d) - Quadro di riferimento delle tutele dei laghi insubrici
- Tavola E - Viabilità di rilevanza paesaggistica
- Tavola F - Riqualificazione paesaggistica: ambiti ed aree di attenzione regionale
- Tavola G - Contenimento dei processi di degrado e qualificazione paesaggistica: ambiti ed aree di attenzione regionale
- Tavola H - Contenimento dei processi di degrado paesaggistico: tematiche rilevanti
- Tavole I (a b, c, d, e, f, g) - Quadro sinottico tutele paesaggistiche di legge – articoli 136 e 142 del D. Lgs. 42/04

L’art. 1 delle Norme Tecniche di Attuazione declina la definizione di paesaggio nei medesimi termini contenuti nella convenzione Europea del Paesaggio (Firenze 20 ottobre 2000), ovverosia intendendosi per tale “(...) *una determinata parte del territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall’azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*”.

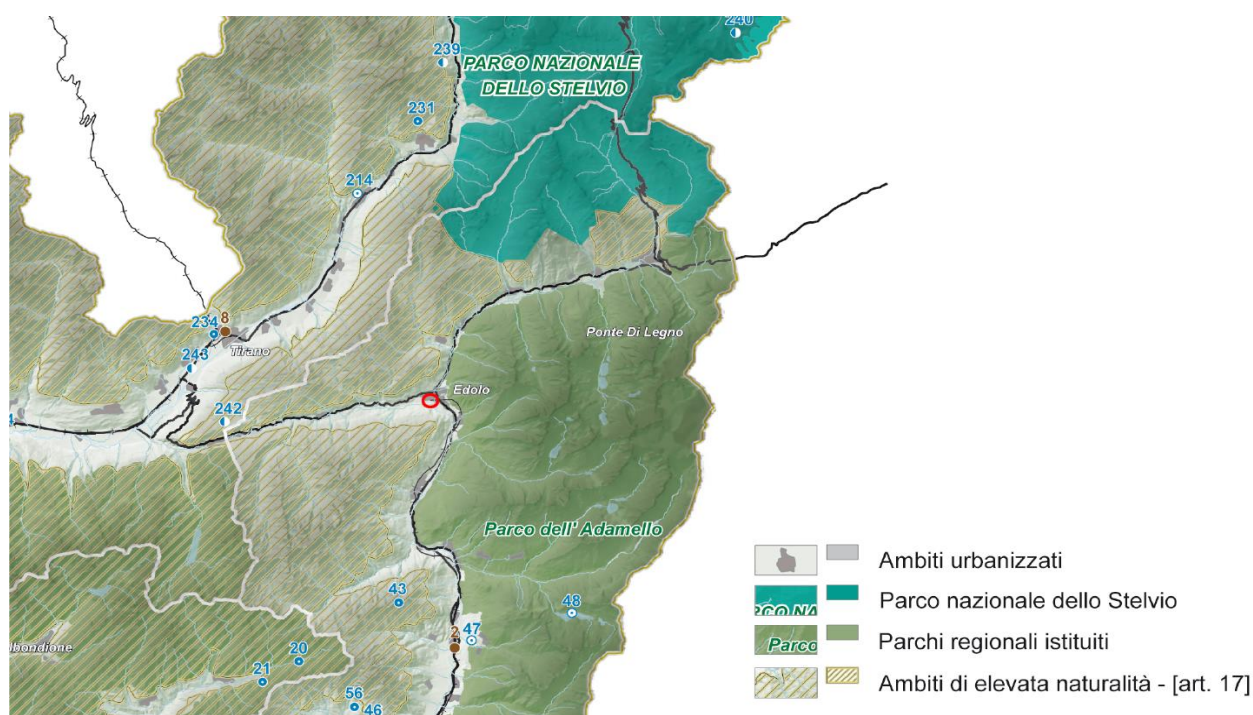
È proprio in relazione agli obiettivi di tutela e di valorizzazione del paesaggio che la Regione e gli Enti locali lombardi perseguono le seguenti finalità:



- la conservazione dei caratteri idonei a definire l'identità e la leggibilità dei paesaggi della Lombardia, e ciò mediante il controllo dei processi di trasformazione, finalizzato alla tutela delle preesistenze significative e dei relativi contesti di riferimento;
- l'innalzamento della qualità paesaggistica ed architettonica degli interventi di trasformazione del territorio;
- la promozione, nella cittadinanza, del valore "paesaggio", da considerarsi quale bene da preservare, con l'implementazione del relativo livello di fruizione da parte della collettività.

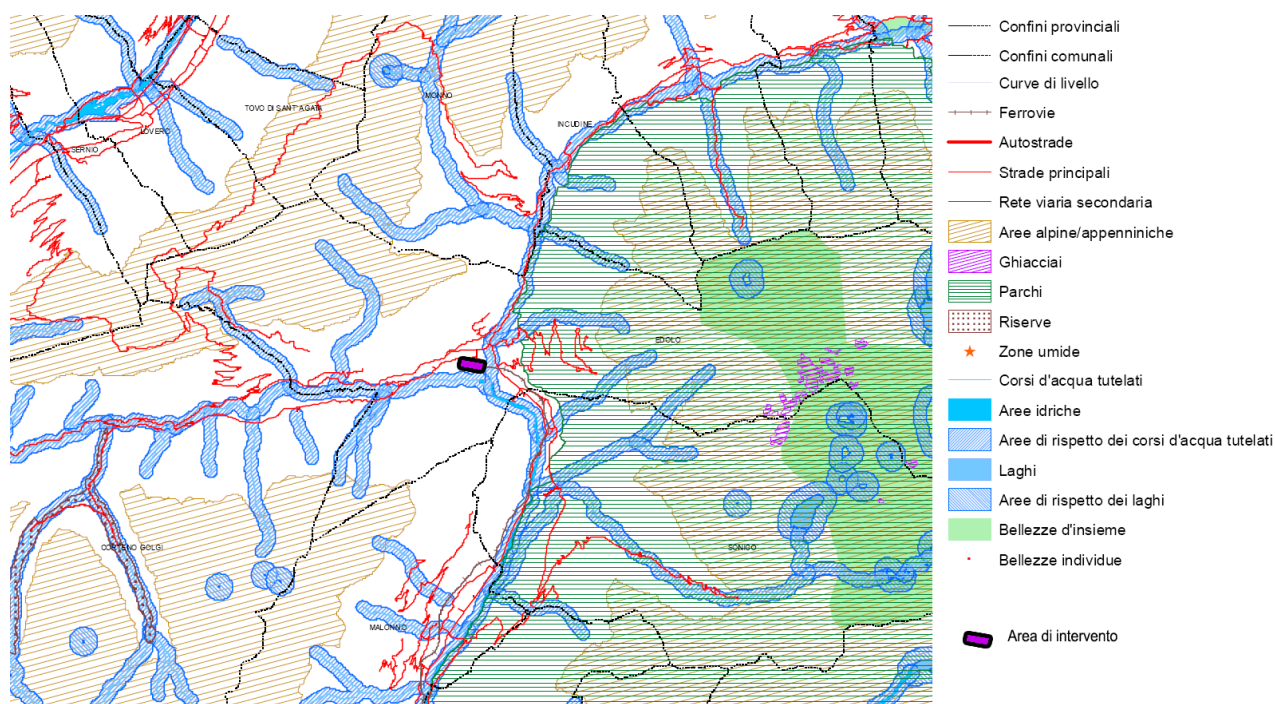
Queste tre finalità - conservazione, innovazione, fruizione - si collocano sullo stesso piano e sono tra loro interconnesse. Però sono perseguibili con strumenti diversi. Lo strumento normativo ha efficacia solo nei confronti della conservazione.

La Tavola D (vd. Stralcio nella figura seguente) sintetizza, rappresentandolo alla scala di Piano, il Quadro di riferimento della disciplina paesaggistica regionale; dallo stralcio di seguito riportato si evince che l'intervento in oggetto ricade all'interno di un ambito urbanizzato esterno a ad aree oggetto di Tutela, si evidenzia tuttavia la prossimità, sui versanti alpini che si sviluppano a nord e a sud, con ambiti di elevata naturalità e ad est Con il Parco dell'Adamello.



**Figura 9 - PTR-PPR Tavola D (stralcio) Quadro di riferimento della disciplina paesaggistica regionale**

La Tavola I (vd. Stralcio seguente) fornisce il quadro delle tutele paesaggistiche di legge; come si può osservare il progetto è posto alla convergenza tra il Fiume Oglio e il Torrente Ogliolo, entrambi oggetto di tutela ai sensi dell'art. 142 del D.lgs 42/2004. L'area di intervento risulta tuttavia esterno alle rispettive fasce di rispetto dei due corsi d'acqua.



**Figura 10 Quadro delle tutele paesaggistiche**

Il Piano individua e disciplina, inoltre, la viabilità di rilevanza paesaggistica (Tavola E). Per l'analisi di tale aspetto si rimanda all'analisi effettuata, più avanti, del PTCP di Brescia, che recepisce e approfondisce tale individuazione.

### **4.3. Pianificazione territoriale provinciale**

#### **4.3.1. PTCP di Brescia**

La Provincia di Brescia che è dotata di Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale predisposto secondo le direttive contenute nella Legge Regionale 12/2005 e approvato con Delibera di Consiglio n. 31 del 13 giugno 2014. Il piano è diventato efficace con la pubblicazione dell'avviso di definitiva approvazione sul BURL Serie Avvisi e concorsi n. 45 del 5 novembre 2014. Il Piano è stato aggiornato più volte da Varianti locali semplificate richieste dai comuni in fase di elaborazione dei nuovi piani urbanistici.

Il P.T.C.P. contiene:

- l'indicazione delle vocazioni generali del territorio;
- l'indicazione delle peculiarità proprie di ciascun ambito provinciale;
- il programma generale delle maggiori infrastrutture puntuali ed a rete di mobilità e la loro collocazione di massima;
- le linee di intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica, ed idraulico forestale ed in genere per il consolidamento del suolo e la regimazione delle acque.

Il P.T.C.P determina i criteri per la localizzazione di:



- aree da destinare al soddisfacimento di fabbisogni insediativi prevalentemente residenziali, non risolvibili a scala comunale;
- aree da destinare al soddisfacimento di fabbisogni prevalentemente produttivi tramite anche le aree industriali ed ecologicamente attrezzate di cui alla L.R. 1/2000;
- insediamenti per servizi pubblici a scala sovralocale;
- insediamenti di grandi strutture di vendita;
- insediamenti di sistemi turistici di livello provinciale.

La cartografia del P.T.C.P. illustra l'organizzazione territoriale di aspetti quali:

- salvaguardia dell'aspetto idrogeologico;
- qualità del paesaggio e dell'ambiente;
- corretto sviluppo insediativo e della mobilità.

In sintesi, il Piano si compone di una Relazione generale, delle Norme tecniche di attuazione e di una serie di elaborati cartografici.

Nel seguito, con riferimento all'area di intervento, si analizzano gli elementi di piano di piano contenuti delle tavole della cartografia di Piano più significative ai fini di questo studio.

La Figura seguente riporta lo stralcio della Tavola 1.2: Struttura e mobilità – ambiti territoriali dalla quale si evidenzia l'ipotesi proposta dal Piano del prolungamento della Linea ferroviaria storica.

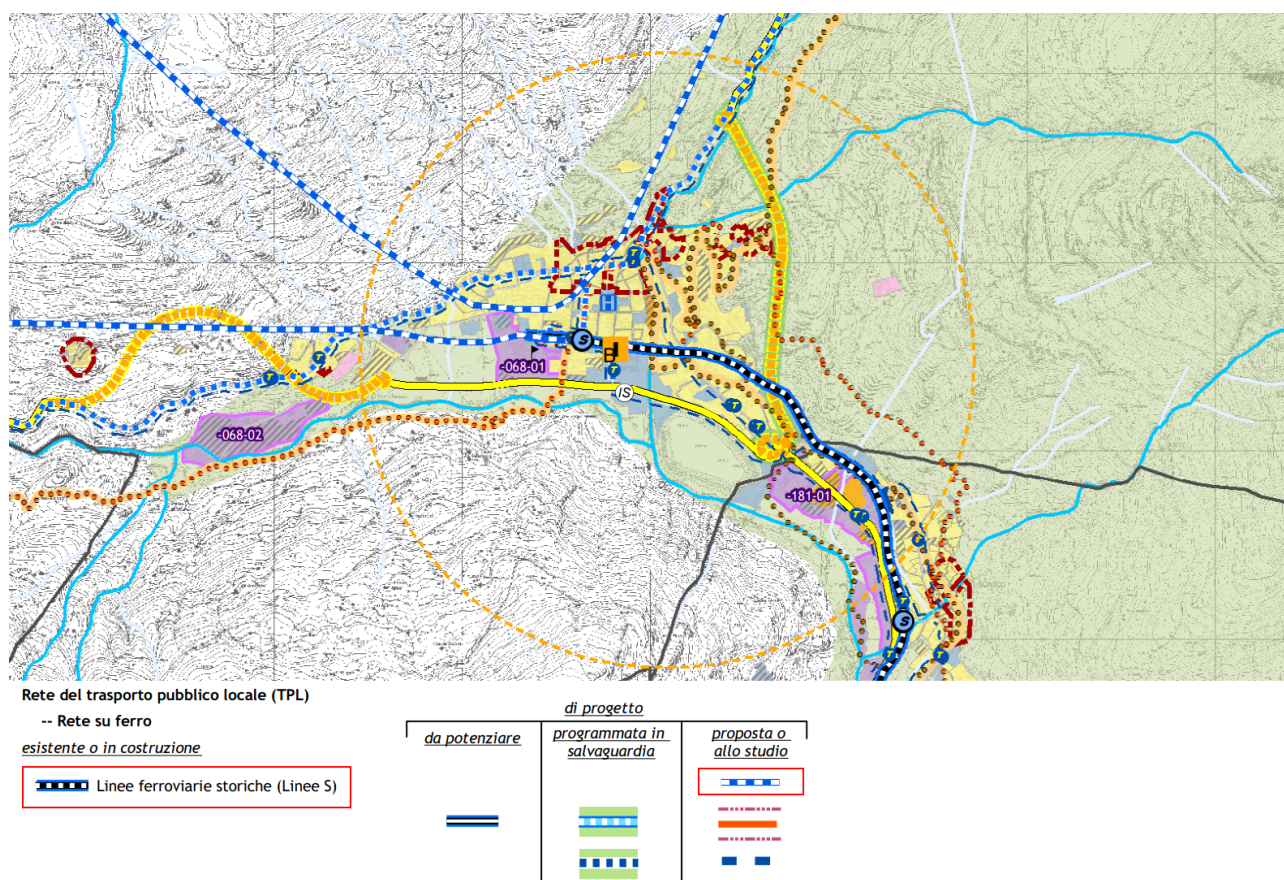
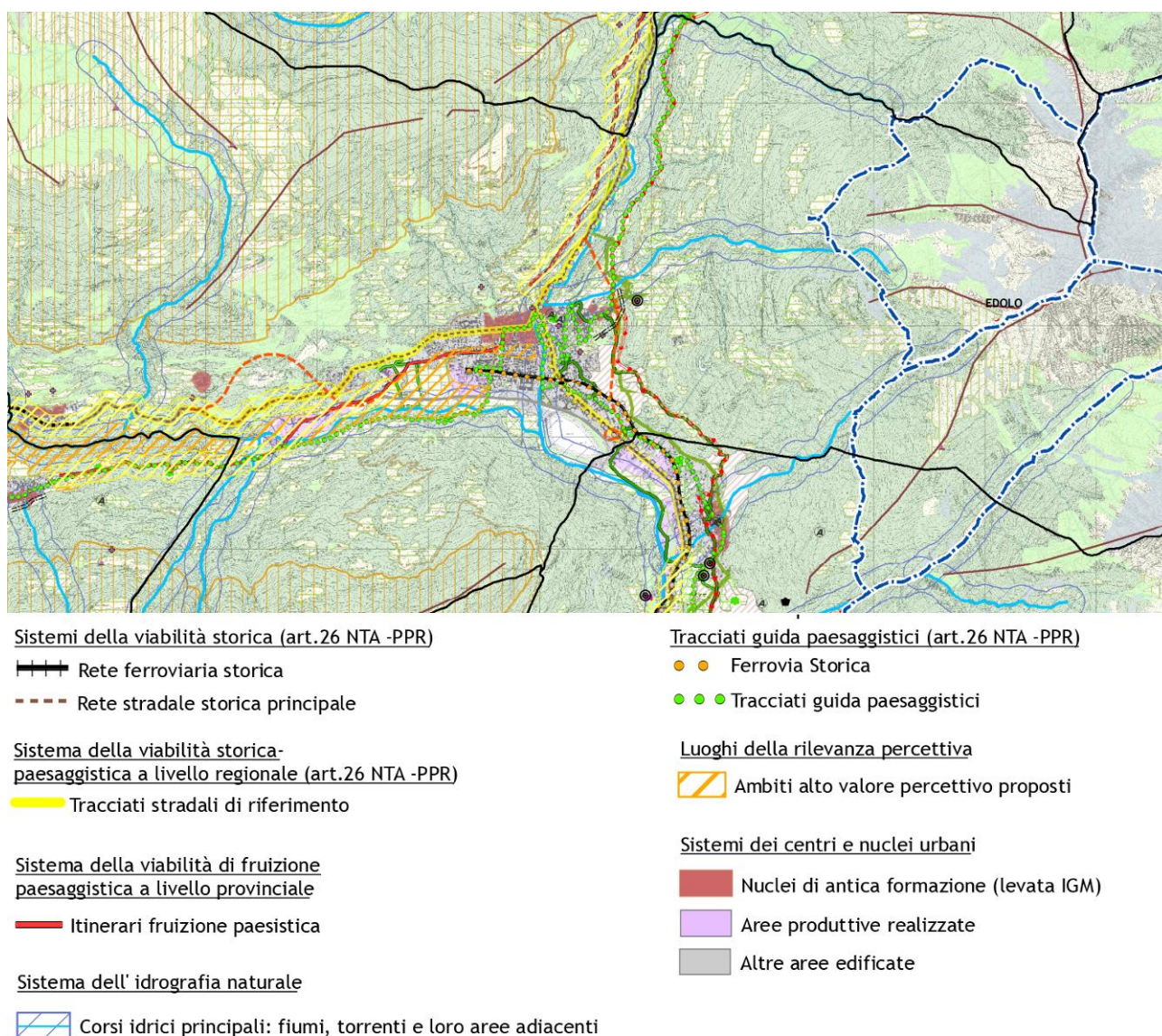


Figura 11 – PTCP Brescia – Tavola 1.2: Struttura e mobilità – Stralcio in corrispondenza dell'abitato di Edolo

Il comune di Edolo ricadono nell'Unità di Paesaggio denominata **"Fondovalle dell'Alta Val Camonica da Sellero a Ponte di Legno"**, così descritta: *"la valle è caratterizzata dall'azione del fiume Oglio che disegna una morfologia asimmetrica dovuta alla differente composizione litologica dei massicci montuosi; essa dà vita a versanti più scoscesi sul lato sinistro e versanti più dolci sul lato destro della vallata. Nel fondovalle la presenza antropica si fa più consistente e diventa l'elemento caratterizzante e governante del paesaggio, in particolare negli ultimi decenni essa si è intensificata in seguito allo sviluppo turistico"*.

Nella seguente figura è mostrata la Tavola 2.2 - Ambiti, sistemi ed elementi del paesaggio da cui si deduce che l'area di progetto risulta esterna al Parco Regionale Nazionale dell'Adamello, con cui confina a est. L'area interessata dalle opere è inserita in un ambito urbanizzato, esterno al nucleo storico di antica formazione. La linea ferroviaria storica oggetto di adeguamento è individuata come tracciato guida paesaggistico (disciplinato all'art. 26 delle NTA del Piano Paesistico Regionale). La zona dell'impianto oggetto di adeguamento è inoltre interessata dal passaggio di un collegamento viario individuato anch'esso dal PPR come tracciato guida paesaggistico.





**Figura 12 Stralcio della Tavola 2.2 - Ambiti, sistemi ed elementi del paesaggio (cerchiato in rosso l'area di progetto)**

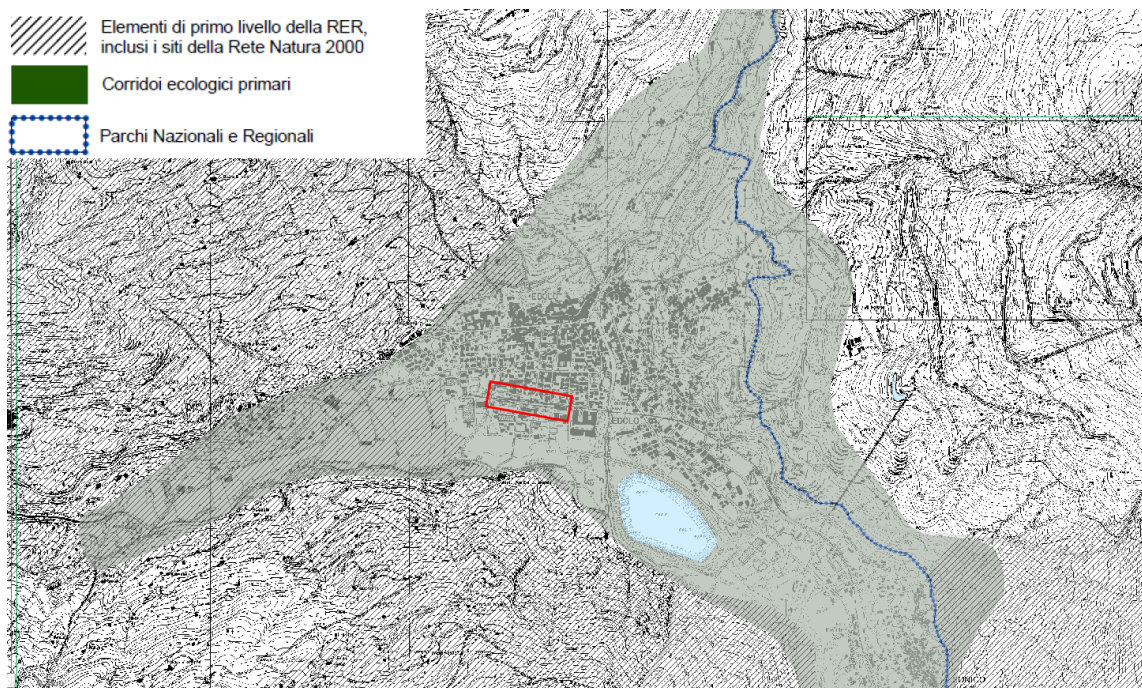
Sempre dall'analisi della tavola 2.2 del PTCP, si rileva:

- a sud dell'intervento, la presenza di un'area proposta come ambito ad alto valore percettivo corrispondente al tratto della valle dell'Ogliolo che si sviluppa ad ovest dell'abitato di Edolo;
- a sud e ad est dell'impianto le fasce di rispetto dell'Oglio e dell'Ogliolo (non interferite).

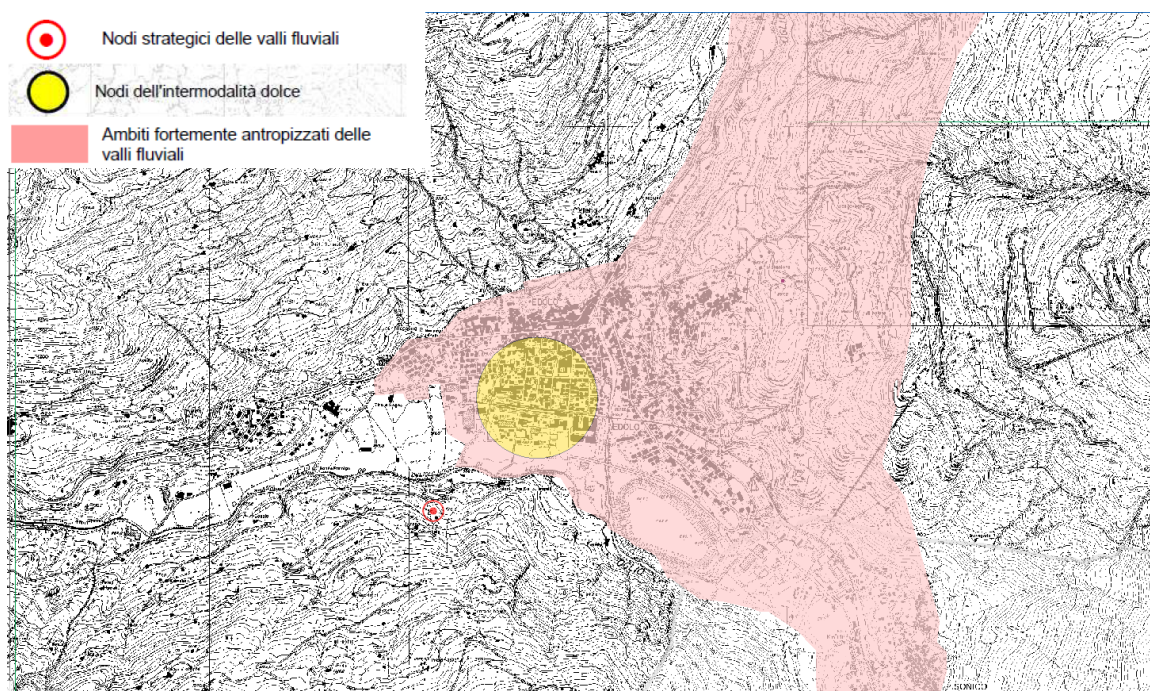
L'analisi della Tavola 2.6 "Rete verde paesaggistica", evidenzia che l'area del progetto ricade all'interno del "corridoio ecologico primario altamente antropizzati in ambito montano"; che presenta rilevanti problematiche di continuità date dall'elevata densità degli insediamenti urbani nel fondovalle.



In base all'art. 67, c. 2, i "corridoi ecologici primari" sono compresi all'interno degli "ambiti della rete ecologica provinciale" per i quali sono individuati come indirizzi specifici per la "tutela /ripristino della continuità dei paesaggi naturali".



**Figura 13 – PTCP di Brescia - Tavola 2.6 “Rete verde paesaggistica” Stralcio tematico relativo al sistema della rete ecologica (Geoportale Provincia di Brescia).**



**Figura 14 – PTCP di Brescia - Tavola 2.6 “Rete verde paesaggistica” Stralcio tematico relativo al sistema degli insediamenti e delle funzioni (Geoportale Provincia di Brescia).**



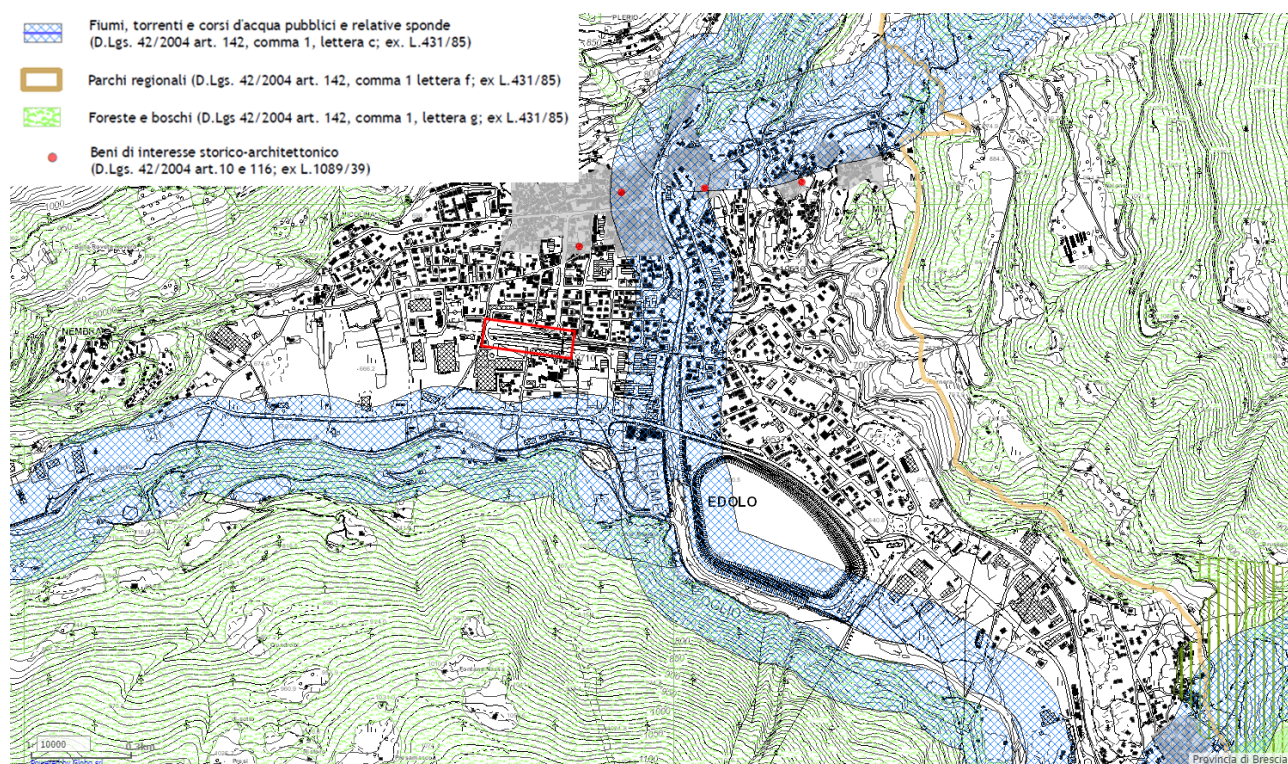
Nella medesima tavola del PTCP, l'area risulta all'interno di un ambito classificato come "Ambiti fortemente antropizzati delle valli fluviali"; si tratta di ambiti specifici della Rete Verde Paesaggistica. In base all' art. 67 delle NTA, all'interno di tali ambiti

*"deve essere contenuto al massimo il consumo di suolo e, in particolare, le ulteriori espansioni insediative longitudinali alla valle. Vanno conservati gli elementi residui del paesaggio rurale, quali importanti elementi per:*

- I. la strutturazione dell'organizzazione insediativa della valle;*
- II. l'infiltrazione delle acque e la mitigazione dell'impermeabilizzazione dei suoli; III. il mantenimento di funzioni biologiche legate alla rete ecologica;*
- IV. la soluzione di continuità tra i comuni e il recupero dell'identità dei luoghi."*

Dalla **Tavola 2.7: Ricognizione delle tutele e dei beni paesaggistici e culturali** si rileva che il contesto è interessato dai seguenti elementi vincolati ai sensi del D.lgs. 42/2004:

- foreste e boschi (D.Lgs. 42/2004 art 142, c.1, lettera g);
- fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde (D.Lgs. 42/2004 art 142, c.1, lettera c), con riferimento al fiume Oglio e al torrente Ogliolo.
- parchi e le riserve nazionali (D.Lgs. 42/2004 art 142, c.1, lettera f) con riferimento al Parco Nazionale dell'Adamello.



**Figura 15 – PTCP di Brescia - Tavola 2.7: Ricognizione delle tutele e dei beni paesaggistici e culturali**

La Tavola di cui sopra riporta anche i beni di interesse culturale tutelati ai sensi dell'art. 10 del D.lgs 42/2004. In prossimità dell'intervento, inquadrati nello stralcio cartografico, si individuano 4 beni di interesse storico architettonico all'interno del nucleo storico di Edolo.

Si rileva che nessuno dei beni tutelati ai sensi del Codice dei Beni Culturali è interferito dal progetto.

#### **4.4. Pianificazione ambientale**

##### **4.4.1. Il Piano di Assetto Idrogeologico**

Il Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 18 del 26/4/2001 ed approvato con D.P.C.M. 24/5/2001, rappresenta lo strumento che conclude e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico, coordinando le determinazioni precedentemente assunte con specifici Piani Stralcio (il Piano Stralcio 45, il Piano Stralcio Fasce Fluviali e il Piano Straordinario 267), in taluni casi precisandoli e adeguandoli nel modo più appropriato al carattere integrato e interrelato richiesto al piano di bacino.

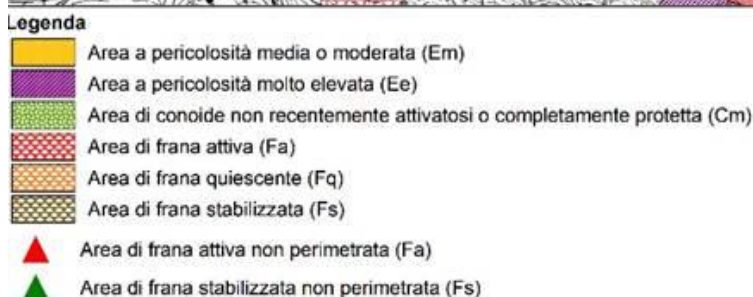
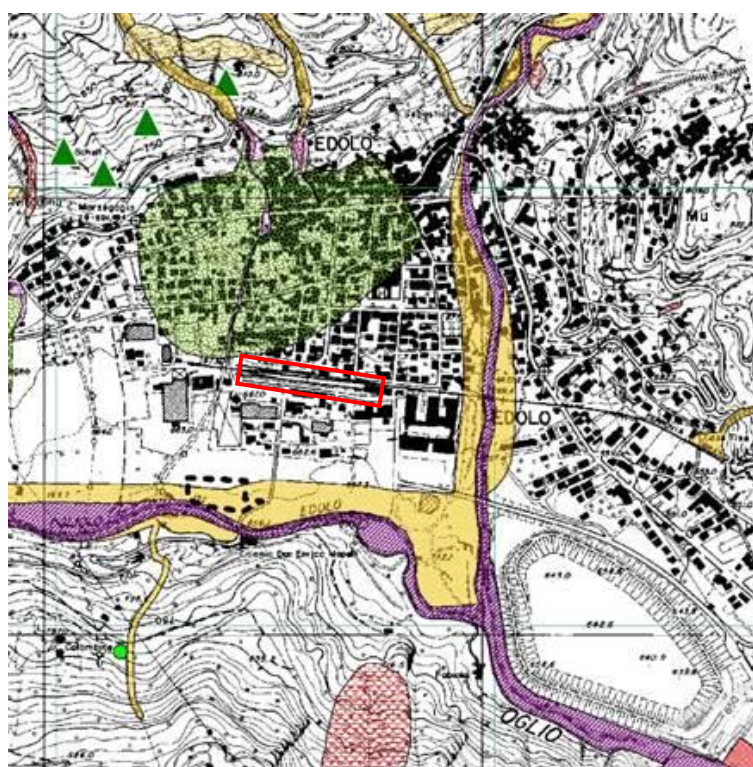
Il PAI contiene, infatti, il completamento della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino e definisce le linee di intervento strutturali per gli stessi corsi d'acqua e per le aree collinari e montane. Inoltre, il PAI ha risposto alle determinazioni della Legge 3 agosto 1998, n. 267, in merito all'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, mediante la verifica delle situazioni in dissesto.

Per quanto riguarda l'individuazione delle aree di esondazione del fiume, l'alveo fluviale ed il territorio limitrofo vengono articolati in fasce così individuate:

- Fascia di deflusso della piena - Fascia A: porzione d'alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione – Fascia B: esterna alla precedente, costituita dalle porzioni d'alveo interessate da inondazioni al verificarsi dell'evento di piena di riferimento; il limite di questa fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento (portata con Tempo di ritorno  $T_r = 200$  anni);
- Fascia di inondazione per piena catastrofica – Fascia C: porzione di territorio esterna alla fascia B che può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento (portata con  $T_r = 500$  anni).

L'ambito non risulta interessato dalle Fasce fluviali del PAI che sono state identificate per il tratto del fiume Oglio più a valle rispetto al comune di Edolo, né da altre aree classificate dal PAI.

Si identificano però alcune aree di dissesto in prossimità degli interventi normate dall'art. 9 delle NTA del PAI, alle quali sono associate classi di pericolosità da media a molto elevate



In particolare un'area classificata come "Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cm)/Modifiche e integrazioni" si sviluppa immediatamente a nord dell'ambito oggetto di intervento

#### **4.4.2. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico del Po**

In data 16 dicembre 2021 la Conferenza Operativa ha espresso parere positivo sull'Aggiornamento e revisione del Piano di gestione del rischio alluvioni che è quindi pubblicato il 22 dicembre 2021, nel rispetto delle scadenze fissate dalla Direttiva 2007/60/CE.

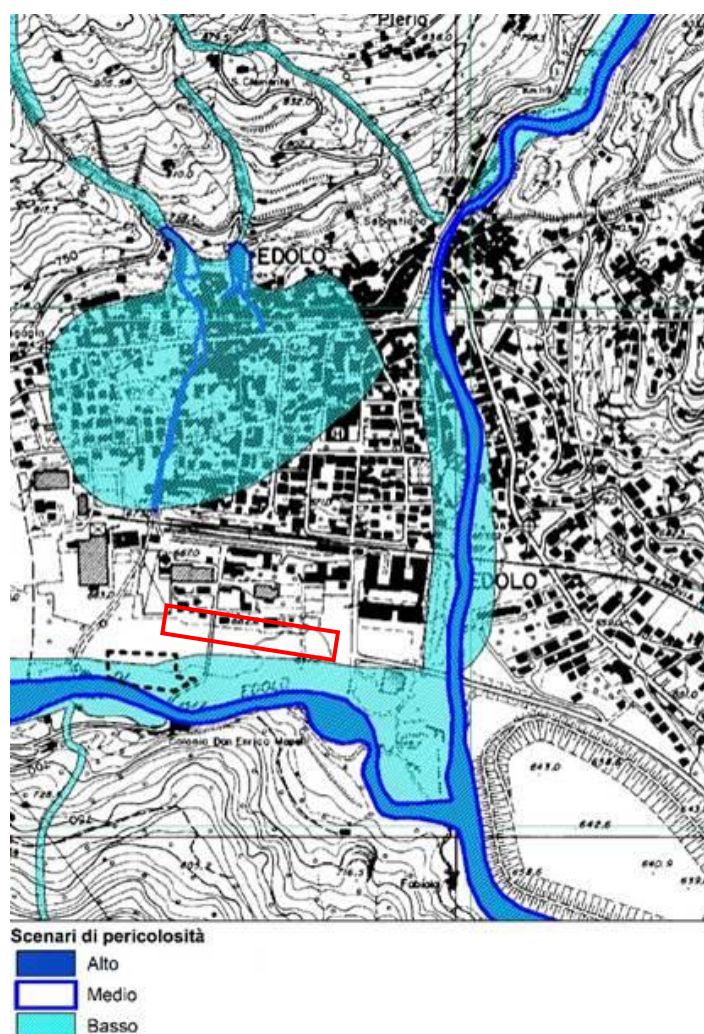
In data 20 dicembre 2021 con Delibera\_5/2021\_PGRAPo, la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato l'aggiornamento del PGRA ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006.

I piani di gestione del rischio di alluvioni riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvione e il sistema di allertamento nazionale e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.



Il PGRA-Po contiene: la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità (aree allagabili) e al rischio; una diagnosi delle situazioni a maggiore criticità (sezione A); il quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni e una diagnosi delle principali criticità (sezione B); le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione (sezione A) e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (sezione B).

Per quanto riguarda le relazioni Scenari di pericolosità del PGRA e il progetto in esame, resta confermato quanto già osservato per il PAI.



#### **4.4.3. Il Piano di Tutela delle acque**

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è lo strumento per regolamentare le risorse idriche in Lombardia, attraverso la pianificazione della tutela qualitativa e quantitativa delle acque. La legge regionale n. 26 del 12 dicembre 2003 individua le modalità di approvazione del PTA previsto dalla normativa nazionale.

Il PTA è formato da:



- Atto di Indirizzo, approvato dal Consiglio regionale, che contiene gli indirizzi strategici regionali in tema di pianificazione delle risorse idriche
- Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), approvato dalla Giunta regionale, che costituisce, di fatto, il documento di pianificazione e programmazione delle misure necessarie al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale

Il PTUA 2016 è stato approvato con D.G.R n. 6990 del 31 luglio 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 36, Serie Ordinaria, del 4 settembre 2017. Il PTUA 2016 costituisce la revisione del PTUA 2006, approvato con D.G.R n. 2244 del 29 marzo 2006.

Il progetto in esame si sviluppa nell'ambito del ***bacino sopralacuale del fiume Oglio***.

Rispetto, invece, alla risorsa idrica sotterranea si pone, in zona montana, nell'ambito del complesso idrogeologico che il PTUA definisce come ***BM - Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici***. Questo subcomplesso idrogeologico occupa praticamente tutto il territorio regionale a nord della Linea Insubrica, ed i settori delle Alpi Meridionali a sud della Valtellina in cui affiora il basamento Sudalpino.

Sia per i corpi idrici sotterranei che per quelli superficiali il PTUA prima definisce lo stato di qualità chimica ed ecologica e poi individua le misure per il raggiungimento di specifici obiettivi qualitativi per ciascun corpo idrico significativo.

La qualità delle acque superficiali dei corsi d'acqua appartenenti al bacino dell'Oglio sopralacuale sono generalmente buone, come si evince dalla tabella sotto riportata che individua lo stato qualitativo relativo alle stazioni di misura ubicate sull'asta del fiume Oglio, in provincia di Brescia, e dei suoi affluenti significativi.

Tabella 2.4.1: Classificazione dei corpi idrici fluviali (sessennio monitoraggio 2009-2014)

Codice PDG 2015	Nome	Tipo	Stato ecologico	Stato chimico
IT03N0080601LO	Oglio (Fiume)	sorveglianza	BUONO	BUONO
IT03N0080602LO	Oglio (Fiume)	operativo	BUONO	BUONO
IT03N0080603LO	Oglio (Fiume)	operativo	BUONO	BUONO
IT03N0080605LO	Oglio (Fiume)	operativo	SUFFICIENTE	BUONO
IT03N0080607LO	Oglio (Fiume)	operativo	SUFFICIENTE	NON BUONO
IT03N0080600091LO	Oglio Arcanello (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO
IT03N0080600101LO	Oglio Frigidolfo (Torrente)	sorveglianza	BUONO	BUONO
IT03N0080600191LO	Oglio Narcanello (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO
IT03N0080600112LO	Ogliolo di Edolo (Torrente)	sorveglianza	BUONO	BUONO
IT03N0080600111LO	Ogliolo di Edolo (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO
	(Torrente)			

IT03N0080600221LO	Ogliolo Monno( Torrente)	di	rappresentato	BUONO	BUONO
-------------------	-----------------------------	----	---------------	-------	-------

Gli obiettivi di qualità per questi corpi idrici “mantenimento dello stato buono” ove sia già stato raggiunto a raggiungimento dello stato buono al 2021.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, il subcomplesso BM comprende le falde metamorfiche austroalpine e penniniche con le vulcaniti associate, il basamento metamorfico Sudalpino e le masse intrusive dell'Adamello e del Bregaglia.

Si tratta di rocce dotate di permeabilità per fratturazione, che alimentano sorgenti con portate talora significative, soprattutto in relazione al regime delle precipitazioni ed alla presenza di masse glaciali scoperte o sotto copertura detritica (la distribuzione di questo subcomplesso è legata all'areale alpino di massima quota in Lombardia).

Le falde contenute in questo complesso non sono state oggetto di monitoraggio da parte del PTUA che, nella zona, ha sottoposto a monitoraggio e specifiche misure di tutela per il raggiungimento degli obiettivi quali-quantitativi solo gli acquiferi di fondovalle, compreso quello della Valcamonica che, tuttavia non si spinge fino al comune di Edolo.

Viste le indicazioni sopra riportate non si ravvisano elementi di particolare criticità in merito allo sviluppo del progetto tenendo conto che nello stesso sono state considerate le problematiche legate allo smaltimento delle acque in fase di cantiere e di esercizio, oltre a definire specifiche modalità di intervento in caso di sversamenti accidentali, così da scongiurare potenziali contaminazioni delle acque idriche sia superficiali che sotterranee. Ad esempio, nella fase di scavo della galleria, è previsto il ricorso ad un sistema di drenaggio ed impermeabilizzazione, posizionato fra la parete di scavo in roccia e il rivestimento e per il drenaggio delle acque di infiltrazione della galleria si prevede un sistema di drenaggio con tubazioni microforate da porre su entrambi i lati della galleria. Inoltre, viene previsto un sistema di drenaggio della piattaforma stradale con caditoie, pozzetti con passo 20 m e relative tubazioni che confluisce in una vasca di raccolta impermeabile con capacità di invaso di 10 m<sup>3</sup> posizionata tra la fine della galleria naturale e l'inizio della galleria artificiale, in corrispondenza della progressiva 240, con la funzione di raccolta dei liquidi, dissabbiatura, disoleazione con separatore olio/acqua.

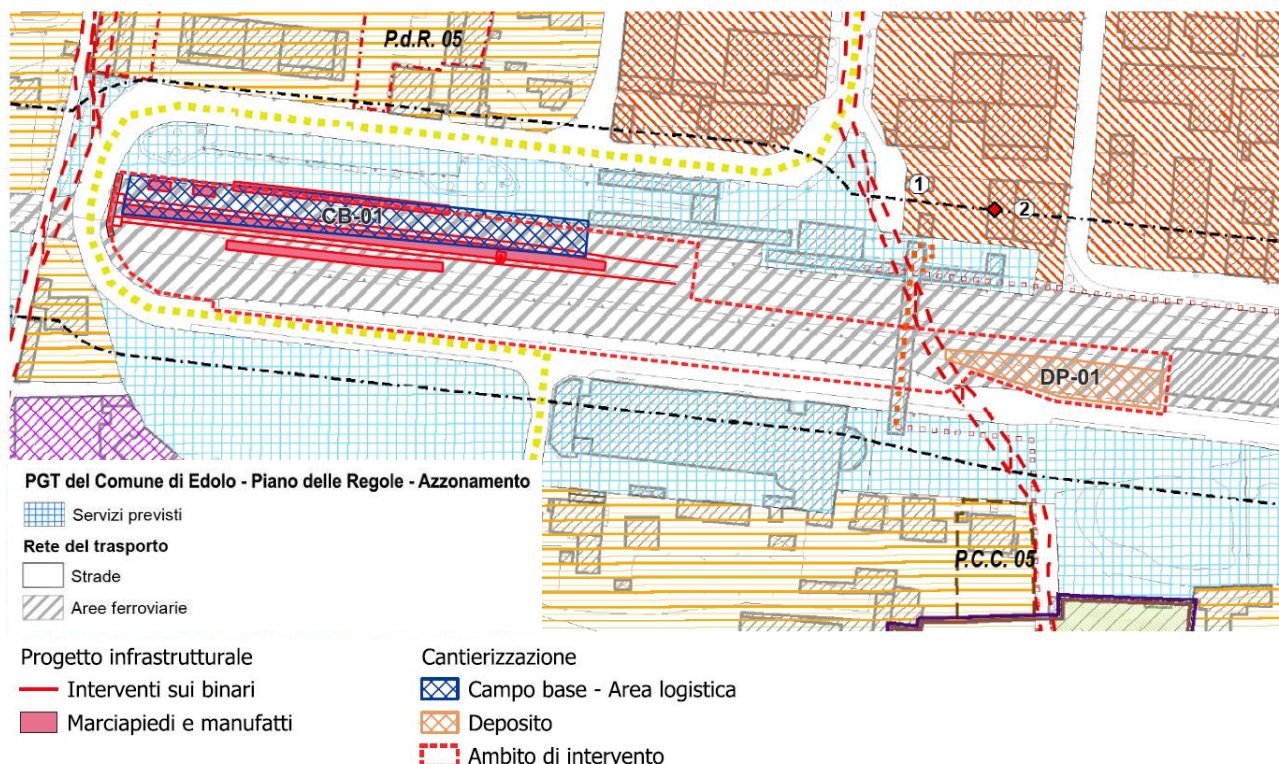
#### **4.5. La pianificazione urbanistica comunale**

##### **4.5.1. Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Edolo**

Il comune di Edolo, comune in cui ricade l'intervento, è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato dal Consiglio Comunale con Deliberazione n. 23 del 4/12/2012. Successivamente con Deliberazione n. 23 del 16 giugno 2017 è stata approvata la “1<sup>a</sup> Variante puntuale”. Più di recente è stata adottata, con Deliberazione del Consiglio Comunale n. del 27/01/2023, una “2<sup>a</sup> Variante puntuale”.

Il PGT si compone di un Documento di Piano (DP), di un piano delle Regole (PDR) e di un Piano dei Servizi (PdS).

Nell'ambito del Piano delle Regole è stata redatta la carta di azzonamento del territorio comunale. La figura successiva riporta uno stralcio della suddetta tavola relativo all'area interessata dagli interventi a cui è stato sovrapposto il progetto.



**Figura 16 – PGT del Comune di Edolo – Piano delle Regole Azzonamento**

Osservando lo stralcio di cui sopra, si rileva che l'intervento ricade all'interno dell'ambito individuato dal Piano urbanistico come Area ferroviaria. Si rilevano solo l'interessamento marginale di un'area classificate come "Servizi esistenti" (Art. 45 delle NTA del PDR).

Il comma 2 dell'art.50 ("Aree per sedi ferroviarie e zone di rispetto dei tracciati ferroviari") stabilisce che:

- Nelle aree per sedi ferroviarie sono ammessi unicamente impianti ed attrezzature al servizio della ferrovia, secondo le vigenti disposizioni di legge.
- I progetti di costruzione ed ampliamento di impianti ferroviari, e delle opere connesse, predisposti dall'ente gestore, devono essere realizzati in modo da integrarsi nell'ambiente urbano circostante e contribuire alla qualificazione funzionale e ambientale del sito oggetto di intervento, anche ponendo in essere eventuali forme di mitigazione degli impatti indesiderati.

Mentre le aree a destinazione d'uso per servizi esistenti sono normate dall'art. 45. In particolare l'area interessata dal progetto, e in particolare dal sistema di accesso al sottopasso, è individuata dal Piano come "Attrezzatura civica" e si riferisce alla Stazione Ferroviaria e Stazione Autobus.

#### **4.6. Sistema delle emergenze naturalistiche tutelate**

##### **4.6.1. Aree naturali protette**

In questo paragrafo si riporta il quadro delle aree naturali protette, istituite ai sensi della L n.394 del 13.12.1991 Legge quadro sulle aree protette e della LR n. 86 del 30.11.1983 recante Norme in materia di aree protette. Sono altresì censite le aree afferenti al sistema della Rete Natura 2000 della Direttiva Habitat e le Aree Prioritarie di Intervento riconosciute dalla Regione con D.G.R. n. 2423 dell'11 novembre 2019

In merito alle Aree naturali protette si portano a riferimento le seguenti norme nazionali:

- L n. 394 del 6.12.1991            Legge quadro sulle aree protette;
- DPR n.120 del 12.03.2003    Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche;
- DPR n. 357 del 08.09.1997    Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- A livello Regionale si richiama, invece, la seguente normativa:
- L.R. n. 86 del 30.11.1983    Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale
- L.R. n. 29 del 17.11.2016    Riorganizzazione del sistema lombardo di gestione e tutela delle aree regionali protette e delle altre forme di tutela presenti sul territorio.
- D.G.R. n.2423 del 11.11.2019    Individuazione di 41 aree prioritarie d'intervento (API)

Ai fini dell'analisi delle relazioni tra il sistema delle emergenze naturalistiche tutelate e le azioni progettuali è stata effettuata una ricognizione nelle aree poste a meno di 5 km dagli interventi sulla base dei dati resi disponibili dal Geoportale della Regione Lombardia. Di seguito si riporta l'esito di tale ricognizione.

Nell'area indagata risultano presenti solo le seguenti aree naturali protette ai sensi della L n. 394 del 6.12.1991.

- Il Parco regionale Nazionale "dell'Adamello" (EUAP 0199) a circa 800 m dagli interventi.

- Il Parco locale di interesse sovracomunale del fiume Ogliolo di Edolo a circa 210 m dagli interventi

Come si può osservare nell'immagine che segue, sebbene posti in prossimità alle due emergenze naturali (il PLIS è ubicato a 210 m circa dalle opere, il Parco dell'Adamello a circa 800 m), gli interventi, situati in ambito urbanizzato e già infrastrutturato, risultano esterni alle suddette aree protette.

Nonostante le distanze ridotte tra l'ambito di progetto e le aree protette di cui sopra, considerata la natura dell'intervento (adeguamento di una infrastruttura esistente) e il contesto urbanizzato che vi si frappona, è possibile escludere qualunque relazione diretta o indiretta tra il progetto in esame e il sistema delle aree protette



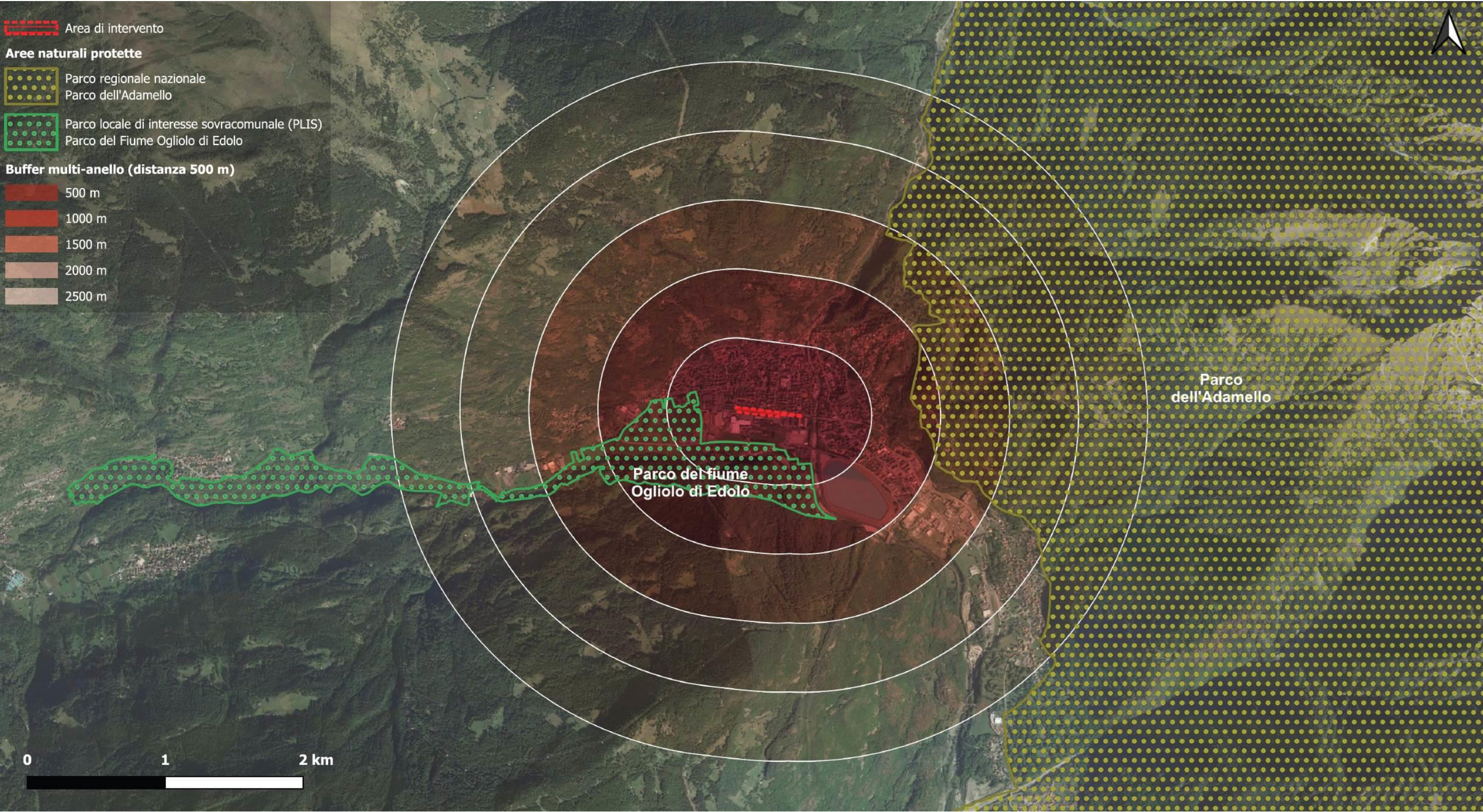


Figura 17 - Sistema delle aree protette



#### **4.6.2. Aree Rete natura 2000**

La Direttiva Europea n. 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, Comunemente denominata Direttiva “Habitat”, prevede la creazione della Rete Natura 2000; ovvero, un sistema coordinato e coerente di aree destinate alla conservazione della diversità biologica identificati dagli Stati Membri. Tali aree sono denominate **Siti d’Importanza Comunitaria (SIC)**, e, in seguito all’approvazione di Misure di Conservazione sito specifiche, vengono designate come **Zone Speciali di Conservazione (ZSC)**.

È del 1979 infatti un’altra importante Direttiva, che si integra all’interno delle previsioni della Direttiva Habitat, la cosiddetta Direttiva “Uccelli” (79/409/CEE, sostituita integralmente dalla versione codificata della Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009). Anche questa prevede da una parte una serie di azioni per la conservazione di numerose specie di uccelli, indicate negli allegati della direttiva stessa, e dall’altra, l’individuazione da parte degli Stati membri dell’Unione di aree da destinarsi alla loro conservazione, le cosiddette **Zone di Protezione Speciale (ZPS)**.

Lo Stato italiano ha recepito la Direttiva Habitat con il DPR n.357/11997, successivamente aggiornato e integrato dal D.P.R. n. 120/2003.

Nell’area indagata risultano presenti , 3 aree afferenti alla Rete Natura 2000; tutte ubicate ad est dell’abitato di Edolo.

- ZSC IT207002 “Monte Piccolo - Monte Colmo” a circa 2.950 m dagli interventi;
- ZSC IT2070003 “Val Rabbia e Val Galinera” a circa 3.550 m dagli interventi;
- ZPS IT2070401 “Parco naturale Adamello” a circa 2.900 m;

Come si evince anche dalla lettura dell’immagine seguente, in cui sono individuati su foto aerea il progetto e i siti Natura 2000 a meno di 5 km dagli interventi, le aree più vicine sono la ZSC IT207002 “Monte Piccolo - Monte Colmo” e la ZPS IT2070401 “Parco naturale Adamello”, poste entrambe ad una distanza di circa 2.900 m. Poco più lontana, a circa 3.5 km, la ZSC “Val Rabbia e Val Galinera”

Considerata la tipologia delle opere in progetto, la distanza, la localizzazione dei siti Natura 2000 a monte delle opere in progetto, nonché le caratteristiche del territorio che le separa dagli interventi in esame, si ritiene di poter escludere qualunque possibile incidenza del progetto con i suddetti siti.



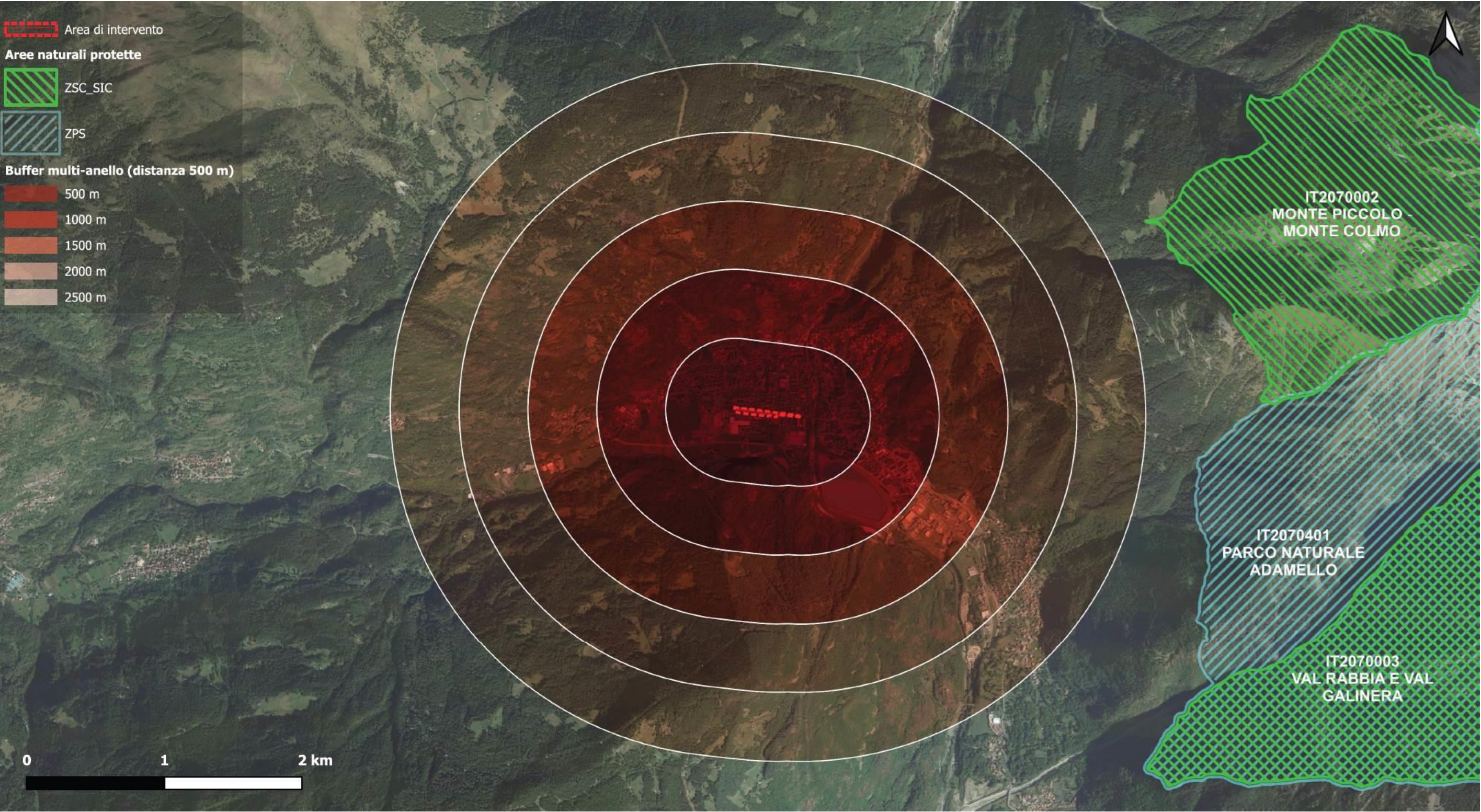


Figura 18 – Rete Natura 2000



#### **4.7. Il sistema dei beni paesaggistici**

##### **4.7.1. Inquadramento normativo**

La materia riguardante la tutela dei beni culturali è disciplinata dalla Parte Terza del D.Lgs n.42 del 22/01/2004 *Codice dei beni culturali e del paesaggio*.

A livello regionale le aree e i beni tutelati sono individuate negli gli strumenti di pianificazione territoriale e paesaggistica, attraverso apposita ricognizione, ma sempre nell'ambito delle fattispecie delle tutele generali disposte dalla legge dello Stato.

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all'art. 134, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

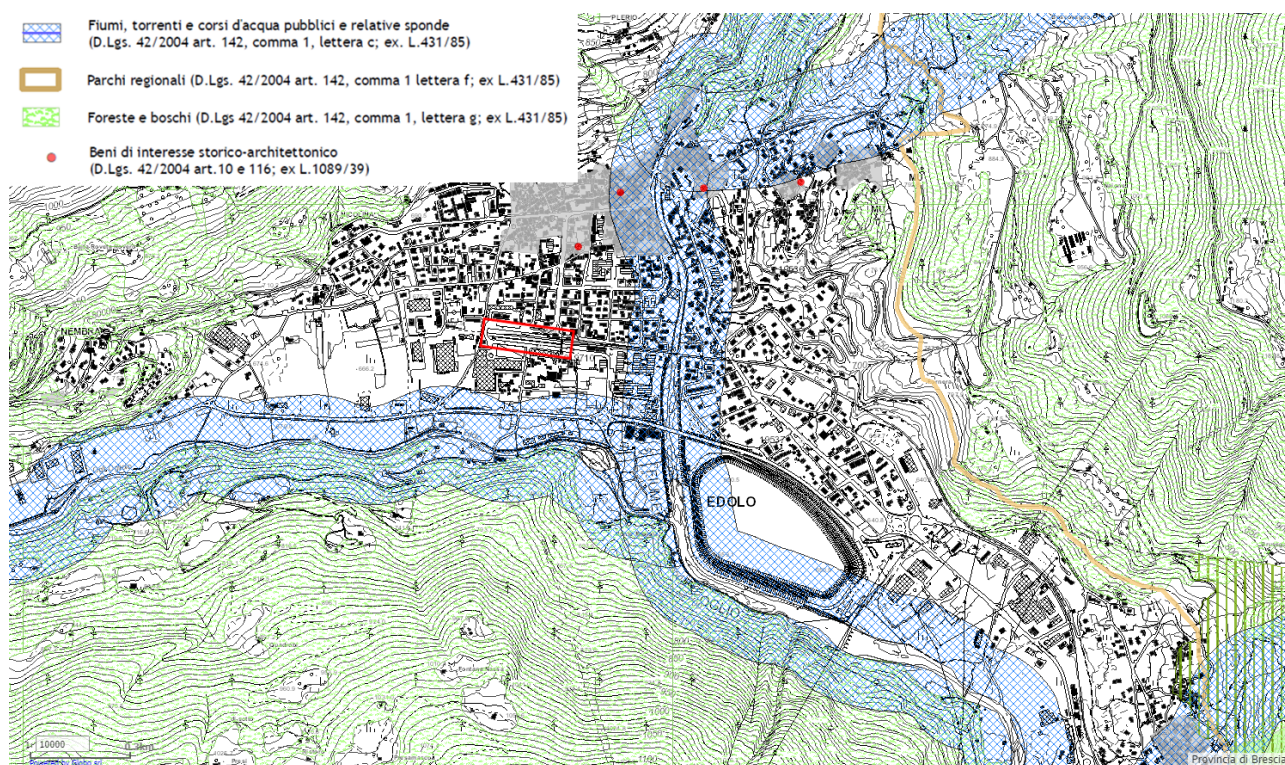
- **Immobili e aree di interesse pubblico elencate all'art. 136.**  
Elementi, questi, che per il valore paesaggistico, sono oggetto dei provvedimenti dichiarativi del notevole interesse pubblico secondo le modalità stabilite dal Codice (artt. 138 e 141);
- **Aree tutelate per legge elencate all'art 142.**  
Si tratta, sostanzialmente, delle categorie di beni introdotte dalla legge Galasso (Legge 8 agosto 1985, n. 431) e poi confermate nell'ordinamento, con modifiche, dal previgente Testo Unico dei Beni Culturali (D.Lgs. 490/99);
- **Immobili e aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.**  
Si tratta di beni paesaggistici tipizzati in base alle loro specifiche caratteristiche che il piano paesaggistico individua e sottopone a tutela mediante specifica disciplina di salvaguardia e utilizzazione (art. 143 c. 1 lettera i).

##### **4.7.2. Ricognizione dei beni paesaggistici vincolati**

Nell'ambito dello studio è stata effettuata una ricostruzione del sistema dei vincoli ambientali e territoriali e delle emergenze storico-culturali ed archeologiche che interessano il territorio in cui ricadono gli ambiti oggetto di trasformazione.

I vincoli paesaggistici sono stati derivati dal PTR-PPR Regione Lombardia, dal PTCP di Brescia, nonché dai dati reperiti dal Geoportale della Lombardia e dalle informazioni raccolte presso le basi dati online delle Soprintendenze ai Beni Archeologici competenti territorialmente.

- foreste e boschi (D.Lgs. 42/2004 art 142, c.1, lettera g);
- fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde (D.Lgs. 42/2004 art 142, c.1, lettera c), con riferimento al fiume Oglio e al torrente Ogliolo.
- parchi e le riserve nazionali (D.Lgs. 42/2004 art 142, c.1, lettera f) con riferimento al Parco Nazionale dell'Adamello.



**Figura 19 – Individuazione dei Beni paesaggistici vincolati**

Vale la pena evidenziare, in ogni caso, l'assenza di interferenze tra gli interventi in oggetto e le aree vincolate individuate nell'area di studio.

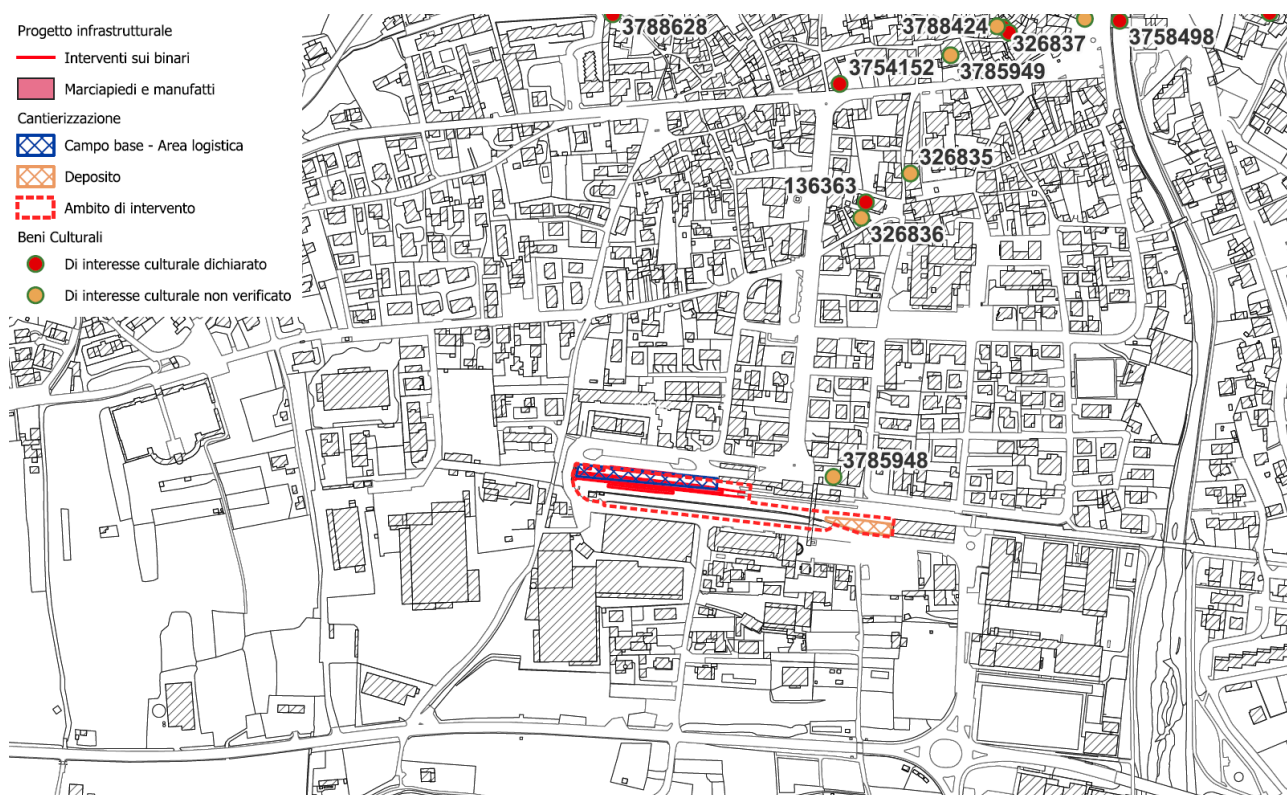
#### **4.8. Beni culturali**

Di seguito si riporta l'esito di una ricognizione dei beni culturali (Architettonico monumentale e archeologico) nelle aree poste in stretta prossimità degli interventi è stata effettuata una ricognizione dei beni culturali vincolati ai sensi dell'art. 10, c. 1 del D.Lgs. n.42/2004 volta individuare possibili interferenze con il progetto. Tale ricognizione è stata effettuata analizzando la Banca dati "Vincoli in Rete" del Ministero della Cultura che raccoglie e distribuisce telematicamente i dati presenti all'interno delle seguenti banche dati:

- Sistema informativo Carta del Rischio contenente tutti i decreti di vincolo su beni immobili emessi dal 1909 al 2003 (ex leges 364/1909, 1089/1939, 490/1999) presso l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro;
- Sistema Informativo Beni Tutelati presso la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio;
- Sistema informativo SITAP presso la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio;
- Sistema Informativo SIGEC Web presso l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.

Sono individuati e cartografati i beni monumentali architettonici e monumentali archeologici che sono stati oggetto di dichiarazione di interesse storico culturale e quelli per i quali tale interesse non è stato ancora verificato, situati all'interno del territorio del Comune di Edolo.

Di seguito si riporta l'individuazione cartografica dei beni di cui sopra. Da tale elaborazione si rileva la presenza di una sola segnalazione (cod. 3785948) posta a meno di 50 metri dagli interventi.



**Figura 20 – Individuazione cartografica dei beni vincolati ai sensi dell'art.10 del D.lgs. 42/2004.**

La segnalazione che fa riferimento ad un "bene architettonico di interesse culturale non verificato", riguarda nello specifico le "Palazzine Le Bottarelli", situate in Piazza Battaglione a Edolo. In prossimità del Fabbricato viaggiatori. Da verifiche effettuate presso il sito dei Beni Culturali, tali beni risultano, diversamente da come riportato dalla piattaforma vincoli in rete, oggetto di dichiarazione di interesse culturale (Decreto del 25/09/2008 della Direzione Regionale per i Beni Culturali e paesaggistici della Lombardia)<sup>1</sup>.

#### **4.9. Siti UNESCO**

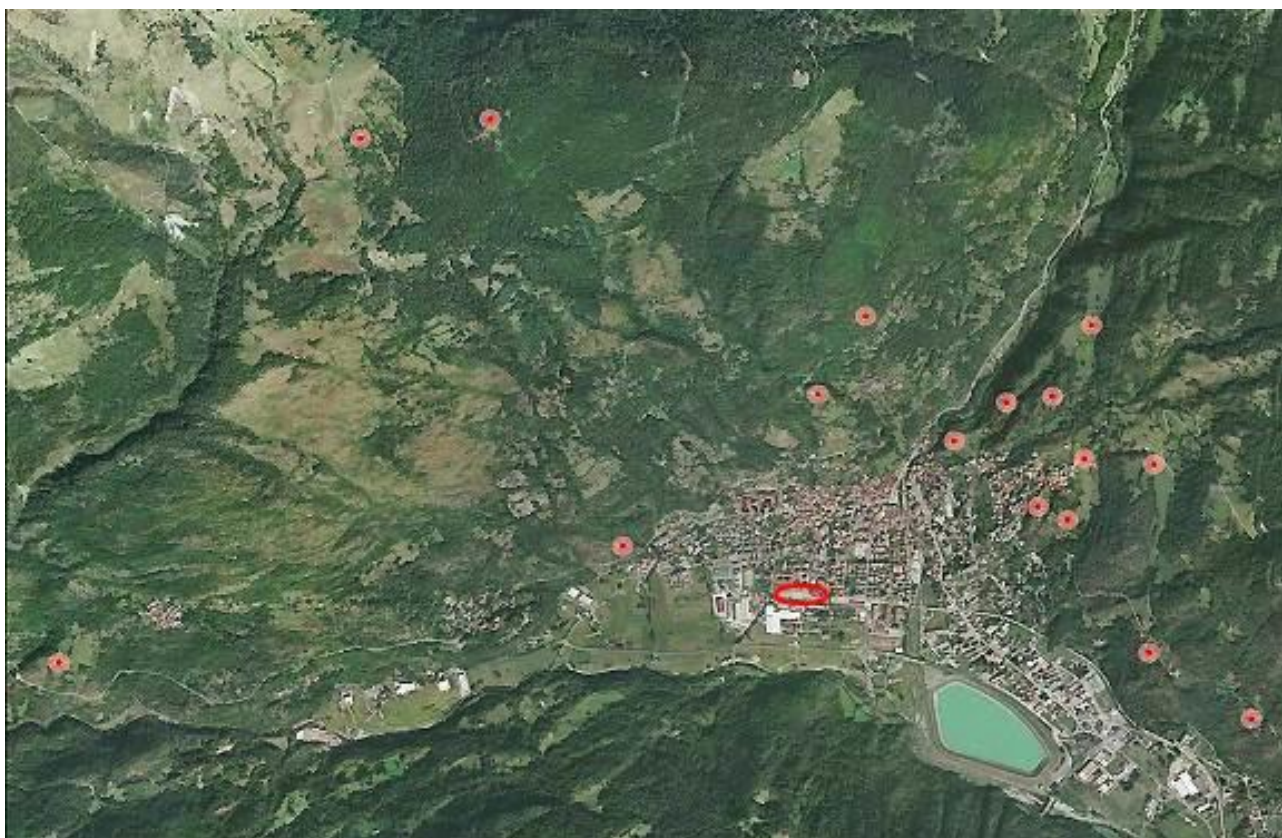
La Val Camonica è presente il sito UNESCO n.94 "Arte Rupestre della Valle Camonica". Tale sito è in realtà distribuito lungo l'intera Valle interessando più di 180 località in cui sono presenti i siti con arte rupestre al momento conosciuti nella Valle. Nello specifico il Piano di Gestione del sito UNESCO "Arte Rupestre della Valle Camonica" tra i 182 siti individuati, 11 ricadono nel territorio di Edolo.

1



**Tabella 2 – Sito UNESCO Arte Rupestre della Valle Camonica” - Elenco dei siti rupestri presenti nel comune di Edolo**

86	EDOLO	loc. chiesa S.Clemente, sulla strada com. Edolo/Mola	Consuntivo Museo Didatt. 2005
87	EDOLO	Malga Mola	Consuntivo Museo Didatt. 2005
88	EDOLO	Baita Cuel	Consuntivo Museo Didatt. 2005
89	EDOLO	strada com. Edolo/Monte Colmo, dosso "Plate de Icc"	Consuntivo Museo Didatt. 2005
86	EDOLO	loc. chiesa S.Clemente, sulla strada com. Edolo/Mola	Consuntivo Museo Didatt. 2005
87	EDOLO	Malga Mola	Consuntivo Museo Didatt. 2005
88	EDOLO	Baita Cuel	Consuntivo Museo Didatt. 2005
89	EDOLO	strada com. Edolo/Monte Colmo, dosso "Plate de Icc"	Consuntivo Museo Didatt. 2005



**Figura 21– Sito UNESCO Arte Rupestre della Valle Camonica” - individuazione su foto aerea dei siti rupestri presenti nel comune di Edolo (cerchiata in rosso, l’area di intervento)**

Come si rileva dallo stralcio cartografico in alto, che riporta la localizzazione dei siti rupestri in prossimità dell’abitato di Edolo e dell’area interessata dagli interventi, non sussiste alcuna relazione tra il progetto in esame i suddetti siti appartenenti al Patrimonio dell’UNESCO.

## **5. ANALISI DEL CONTESTO AMBIENTALE E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO**

### **5.1. Suolo e sottosuolo**

#### **5.1.1. Inquadramento geologico**

##### *5.1.1.1. Inquadramento geologico di area vasta*

L'area di interesse progettuale si localizza nel segmento centrale Alpino in cui ricadono le Alpi Lombarde, costituite di terreni pertinenti al dominio delle Alpi meridionali o Subalpino.

La Catena Alpina è suddivisa in due porzioni da una importante linea tettonica, la Linea Insubrica, che la attraversa in senso est-ovest. A nord si trovano i terreni del dominio Austroalpino, rappresentati dalla formazione degli gneiss del Tonale, mentre a sud sono presenti i terreni appartenenti al basamento cristallino del dominio Sudalpino.

Secondo alcuni autori questo lineamento costituirebbe la cicatrice di un secondo piano di subduzione intracontinentale, che avrebbe agito durante le prime fasi orogenetiche e a partire dal quale la crosta subdotta sarebbe stata inghiottita sotto l'attuale Subalpino, mentre la copertura sarebbe migrata verso nord a costituire le falde Austroalpine delle Alpi calcaree settentrionali.

Le Alpi Meridionali o Subalpine costituiscono la porzione di catena Alpina posta a sud della Linea Insubrica e si estendeva longitudinalmente per circa 700 Km ad est del Canavese. Esse si configurano come una fascia di rilievi interessati da pieghe e sovrascorrimenti disposti in direzione grossomodo est-ovest e si compongono di un basamento cristallino prepermiano, che dal punto di vista paleogeografico viene considerato come un grande frammento del continente Paleo-Africa coinvolto nell'orogenesi alpina del Cretaceo e da coperture sedimentarie continentali permiane che culminano con il Verrucano Lombardo.

Il basamento cristallino è costituito di rocce di medio-basso grado metamorfico riunite sotto il nome di Scisti di Edolo, che costituiscono la maggior parte del Complesso Subalpino.

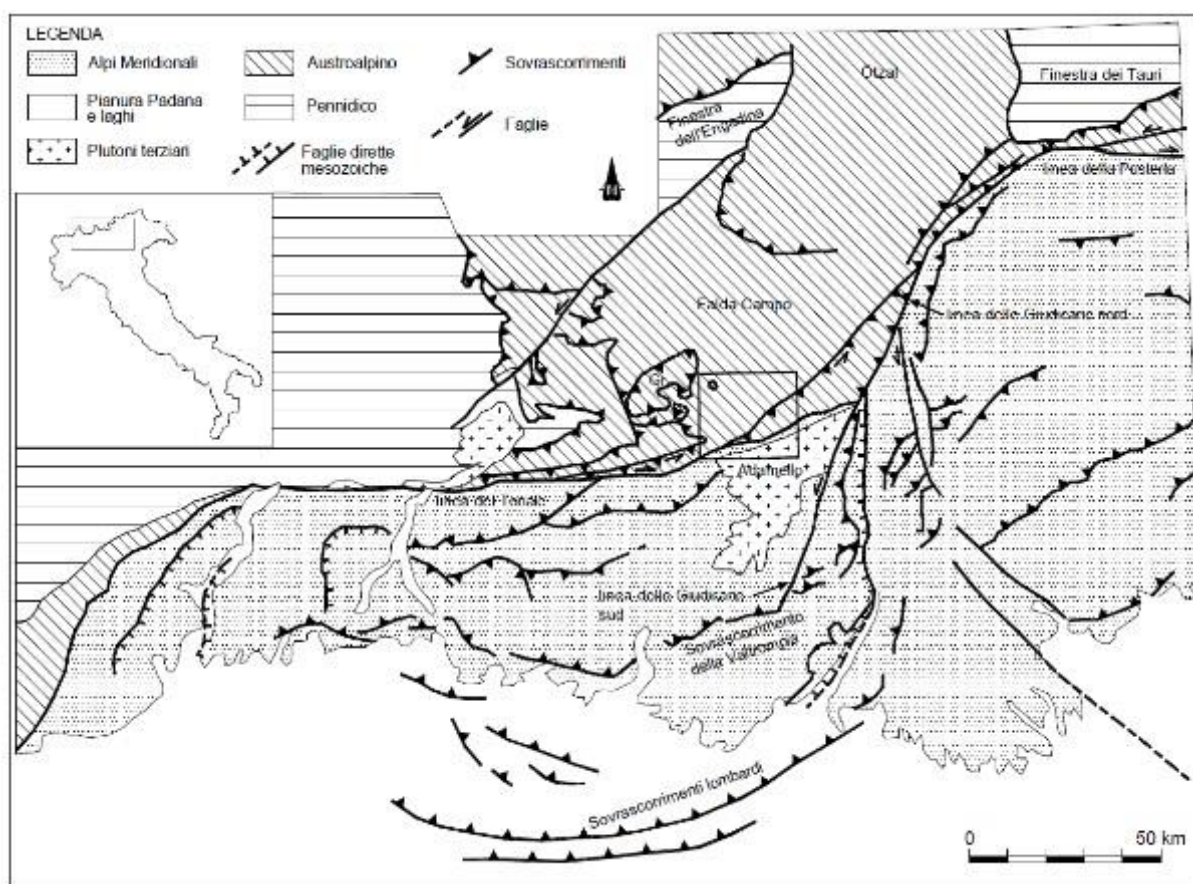
L'evoluzione strutturale della Catena Alpina è caratterizzata da una complessa e prolungata sequenza di eventi deformativi, metamorfici e magmatici, particolarmente attivi nel tardo Paleozoico e nel Cretaceo-Terziario.

La Catena Alpina è pertanto un edificio strutturale complesso, polifasico alla cui costruzione hanno concorso deformazioni tettoniche di diverso tipo, età e genesi. Tali deformazioni si sono originarie in seguito a sforzi prevalentemente di tipo compressivo e traslativo orizzontale, responsabili del successivo sollevamento che origina la catena montuosa vera e propria.

Lo studio dei basamenti ignei e metamorfici paleozoici e delle loro coperture evidenzia due importanti eventi metamorfico-deformativi riferibili all'orogenesi ercinica.

#### 5.1.1.2. Inquadramento tettonico strutturale

Il principale elemento tettonico-strutturale che caratterizza il territorio comunale di Edolo è la Linea Insubrica (o Linea del Tonale), costituita da superfici di traslazione subparallele, nord vergenti e talora subverticali, che delimitano una zona ampia, anche qualche centinaia di metri, in cui le rocce hanno subito trasformazioni mineralogico-composizionali a causa dei movimenti relativi indotti dai processi tettonici; in seguito all'elevata intensità degli sforzi sviluppatasi nelle masse rocciose nell'intorno dei piani di scorrimento, le rocce stesse hanno subito intensa fratturazione e talora fenomeni di milonitizzazione.



**Figura 5-1: Schema tettonico delle Alpi Centrali e delle Alpi Meridionali (Sudalpino). . Gr = Falda Grosina; T = Falda Tonale s.s. Le faglie mesozoiche sono tratte da BERTOTTI et alii (1993).**

Sotto il profilo tettonico l'area studiata presenta delle strutture piuttosto articolate e complesse a seguito della sua storia geologica. Notevole riflesso su di essa hanno avuto le due importanti strutture di rilevanza regionale quali la Linea Insubrica e il massiccio intrusivo dell'Adamello.

Le rocce del basamento cristallino (Scisti dei Edolo) sono caratterizzate da un assetto strutturale complesso a seguito del sovrapporsi di più fasi plicative legate a diverse condizioni metamorfiche:

- una prima fase, caratterizzata da condizioni metamorfiche di grado medio-basso (facies anfibolitica), ha dato origine a pieghe isoclinali con una evidente scistosità di piano assiale,



determinata dall'alternanza di letti micacei e quarzoso-feldspatici chiaramente riconoscibile negli Scisti di Edolo;

- una seconda fase, legata a condizioni metamorfiche di grado più basso (facies degli scisti verdi), ha piegato le strutture preesistenti dando origine a pieghe isoclinali a grande e piccola scala diffuse su tutta l'area, con asse immergente verso SE e con generazione di scistosità di piano assiale.

Le caratteristiche strutturali degli ammassi rocciosi sono legate, altresì, alla presenza della Linea Insubrica, che si allunga in direzione Est-Ovest a Nord di Edolo (nella zona prende il nome di Linea del Tonale) e la cui precisa collocazione risulta difficilmente determinabile poiché trattasi non di un lineamento ben preciso ma di una densa fascia di faglie associate a rocce milonitizzate e cataclase.

Sono poi presenti linee di fratturazione secondarie disposte perpendicolarmente al lineamento insubrico ed è parallelamente a queste linee di fratturazione che si impostano i principali impluvi che solcano i versanti esposti a sud.

Nell'area interessata dal tracciato stradale non sono individuate grandi linee strutturali, che sono invece presenti a nord e a sud del territorio di Edolo (Linea Insubrica e Linea della Gallinera); l'area invece è caratterizzata da linee strutturali secondarie con andamento generale ENE-WSW e NNE-SSW che operano un controllo sul reticolo idrografico. A tali linee strutturali sono associate, infatti, più o meno ampie zone milonitiche e cataclastiche che hanno favorito l'instaurarsi di deflussi concentrati e l'approfondimento dei solchi vallivi.

Infine, all'assetto tettonico-strutturale è legata la presenza di diverse famiglie di discontinuità e giunti che si sovrappongono alla scistosità.

#### **5.1.2. Inquadramento geomorfologico**

Nell'area in studio i tratti geomorfologici sono determinati soprattutto da processi dovuti ad agenti modellatori quali i ghiacciai, la tettonica, le acque superficiali e la gravità, che agiscono in concomitanza sul territorio.

L'elemento modellante principale dell'area è stato il ghiacciaio Camuno, che ha lasciato tracce evidenti del suo passaggio. Si osservano rocce montonate e gradini in roccia, che si manifestano con brusche rotture di pendenza, i quali testimoniano le diverse fasi di avanzamento del ghiacciaio, e orli di terrazzamenti che devono la loro genesi all'azione concomitante del passaggio glaciale e all'impronta tettonica.

Le deformazioni fragili dovute alla tettonica hanno prodotto vistosi effetti, che hanno notevolmente influenzato l'attuale aspetto fisico del paesaggio. La rete idrografica nella zona mostra un forte controllo strutturale sul suo sviluppo. Le linee di debolezza strutturale dislocano gli ammassi rocciosi fratturandoli ed accelerandone il processo della naturale degradazione e di erosione da parte delle acque superficiali.

L'idrografia nell'area è caratterizzata da torrenti e vallecole che solcano i versanti con un assetto geometrico-spaziale collegato alla presenza di trend di fratturazione connessi al lineamento insubrico. La presenza di lineazioni tettoniche determina un forte stato di fratturazione e di cataclasi degli ammassi rocciosi i quali, caratterizzati, conseguentemente da più scadenti caratteristiche meccaniche, possono essere facilmente incisi dai corsi d'acqua che risultano caratterizzati da una dinamica evolutiva di forte approfondimento.

Un'altra morfologia ben evidente presente nell'area sono i conoidi alluvionali, anche di discrete dimensioni.

Tra i processi gravitativi osservati, i più frequenti sono a rapida evoluzione. Sono diffusi crolli, rock slides e debris flow, che spesso rappresentano l'evoluzione di fenomeni di scivolamento, o anche di crollo e ribaltamento, interessanti le rocce del substrato. Sono osservabili, altresì, tipologie franose ascrivibili a fenomeni di scorrimento rotazionale e traslazionale.

Per un dettaglio sui dissesti che interessano l'area di progetto si fa riferimento ai dati del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome che fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano.

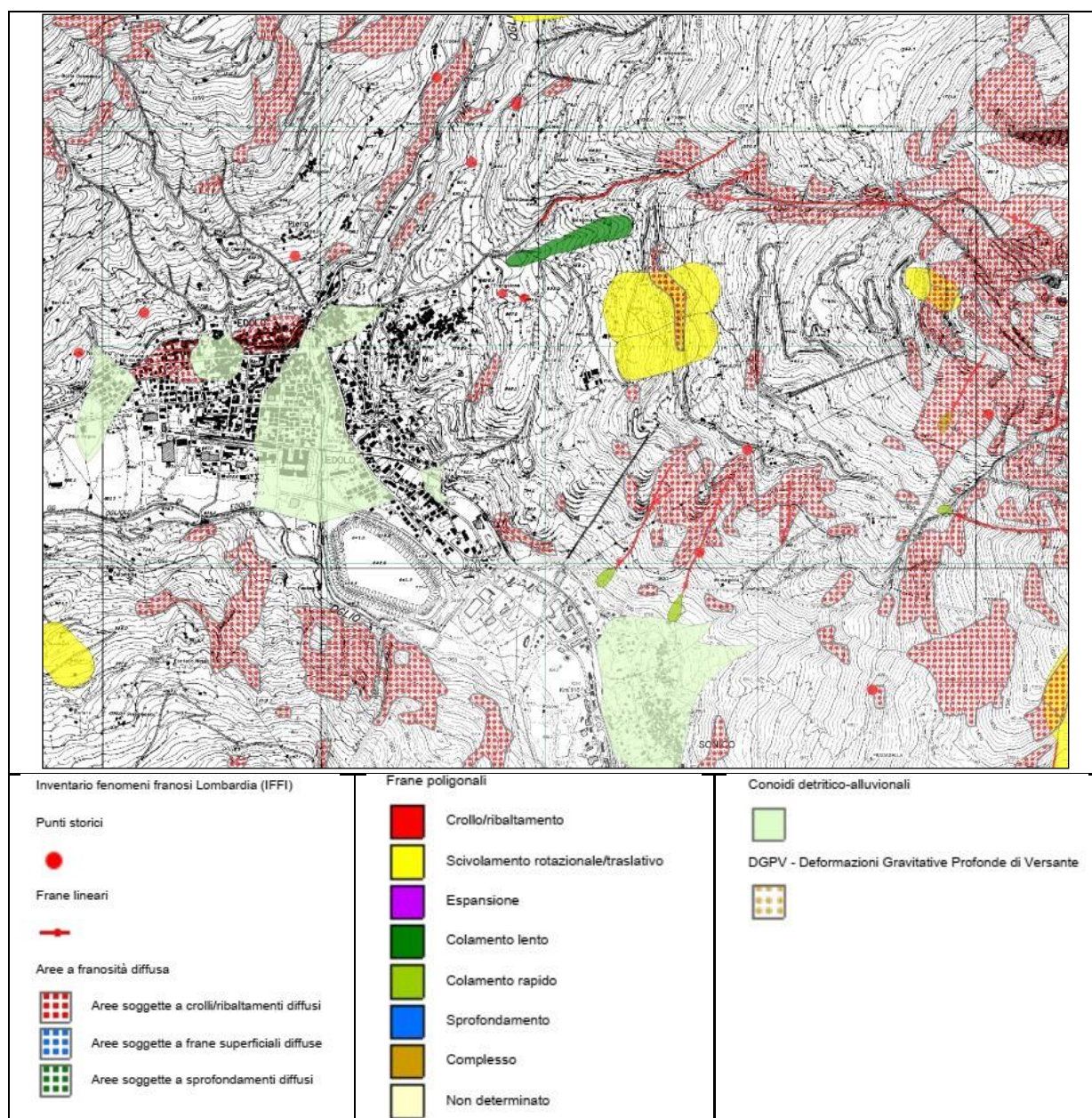
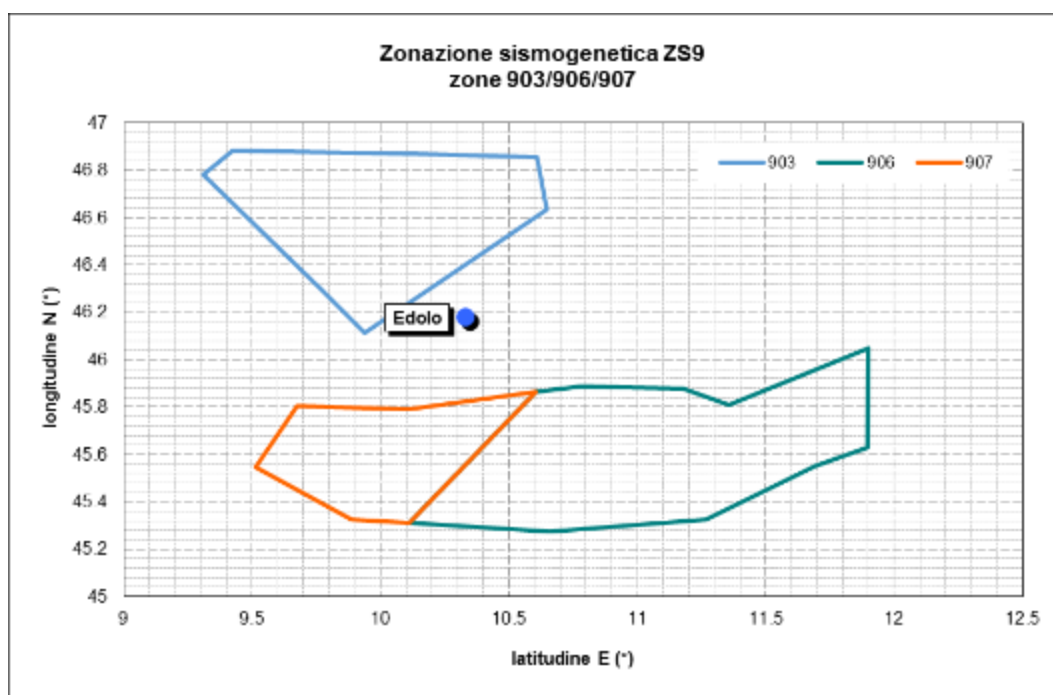


Figura 5-2: Estratto dall'Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia relativo alla zona in esame

### 5.1.3. Caratterizzazione sismica dell'area

#### 5.1.3.1. *Classificazione sismica e zonazione sismogenetica*

In ottemperanza all'O.P.C.M. 3274/03 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, chiamata ZS9, risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 e dell'introduzione di nuove zone. Il territorio comunale di Edolo si trova esterno dalle zone sismogenetiche individuate, in un'area prossima alle zone sismogenetiche 903,904 e 905.



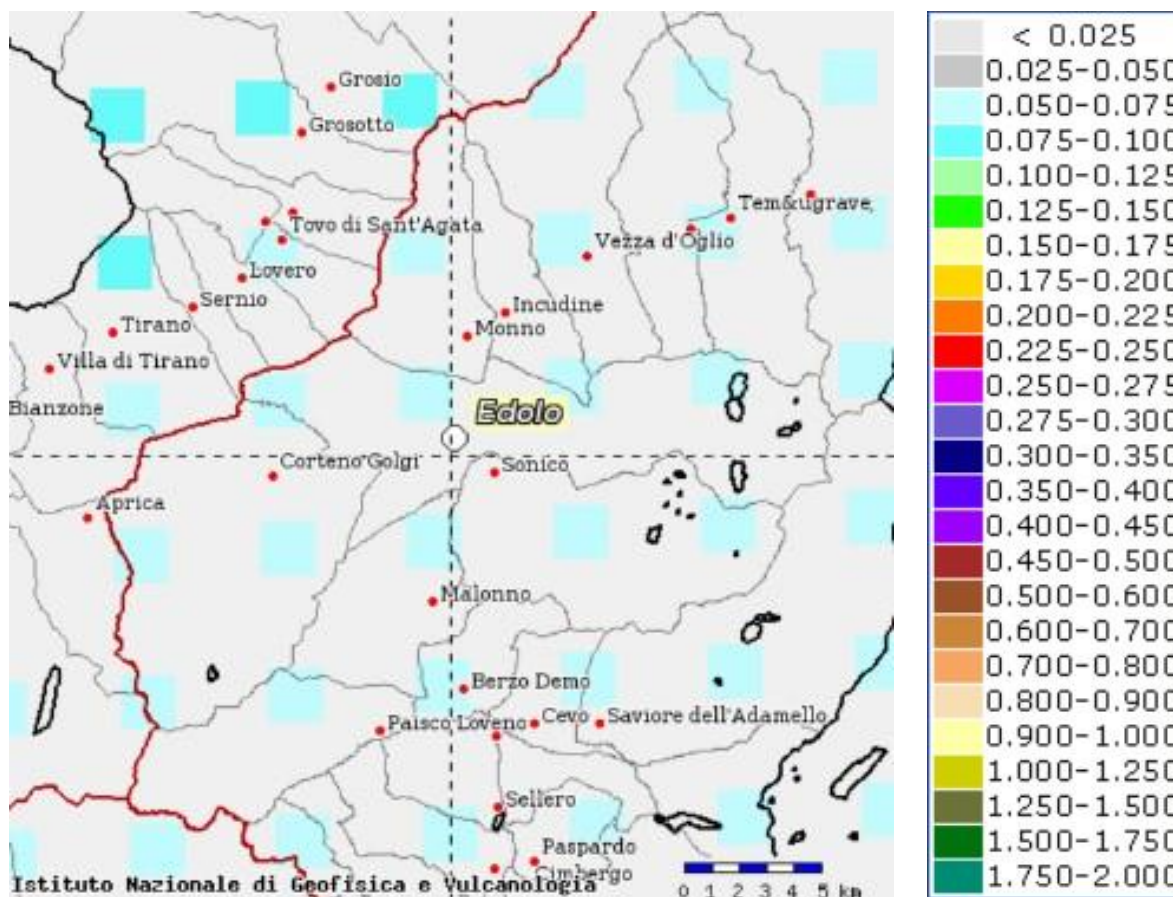
**Zona sismogenetica ZS9 – 903. 905, 906.**

Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica secondo il metodo classico di probabilità indipendente dal tempo di Cornell. Tale metodo prevede l'individuazione delle sorgenti sismiche e la suddivisione del territorio in zone con supposta uniforme probabilità di essere epicentro di futuri terremoti. Per ciascuna zona viene calcolato il tasso medio di terremoti di una certa magnitudo e il passaggio da magnitudo alla sorgente ad accelerazione risentibile al sito è effettuato attraverso opportune leggi di attenuazione. La probabilità di avere una certa PGA in un sito è data infine dal prodotto tra la probabilità condizionata di avere quella PGA da un terremoto di magnitudo  $M$  avvenuto a distanza  $R$  data e le probabilità indipendenti che si verifichino eventi di quella  $M$  a quella  $R$ , integrando su tutti i possibili valori di  $M$  e  $R$  e per tutte le sorgenti della zona.

Questo processo ha portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante. Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006. I valori di scuotimento attesi al sito costituiscono anche l'azione sismica di riferimento per la progettazione secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC08) emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con il D.M. del 14 gennaio 2008 (G.U. n.29 del 04/02/2008).



Il comune di Edolo, è escluso dall'elenco dei comuni con  $a_g > 0,125$  g così come elencati nell'Allegato 7 alla OPCM, e il dato della pericolosità del territorio in esame, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni,  $a_g$ , è pari a 0,05-0,075 (colore azzurro chiaro) così come osservabile dalla figura successiva.



Fonte dati: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

### Mappa interattiva di pericolosità sismica

Con la D.G.R. 11 luglio 2014, n. X/2129, è stato pubblicato l'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della regione Lombardia. Secondo la nuova classificazione sismica, entrata in vigore il 10 aprile 2016, i comuni di Edolo e Sonico sono in classe di rischio 3 (bassa sismicità) e sono caratterizzati da accelerazione massima ( $A_gMax$ ) rispettivamente di 0,069257 e di 0,058974.

#### 5.1.3.2. Sismicità storica

La distribuzione degli eventi macrosismici è estratta dalla banca dati del catalogo parametrico dei terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Le risultanze di tale consultazione sono riportate nella tabella successiva.

**Elenco degli eventi macrosismici storici per l'area di interesse evidenziata nella figura precedente**

Anno dell'evento	Area epicentrale	Intensità epicentrale
1683	Valli Giudicarie	6-7
1719	Valli Giudicarie	6
1783	Garda settentrionale	6-7
1851	Valtellina	5-6
1851	Valli Giudicarie	D
1852	Alta Engadina	
1879	Garda occidentale	5
1882	Valle Seriana	6-7
1891	Valtellina	5-6
1898	Garda occidentale	6
1907	Alpi Retiche	6
1919	Alta Valtellina	5
1919	Bresciano	4-5
1931	Valli Giudicarie	6
1934	Lago d'Iseo	5-6
1936	Garda orientale	5-6
1937	Alpi Retiche	6
1942	Garda settentrionale	6
1960	Valli Giudicarie	6
1976	Garda settentrionale	7
1976	Garda settentrionale	5
1979	Lago d'Iseo	5-6
1993	Lago d'Iseo	5-6
1999	Alpi Retiche	5-6
2000	Alpi Retiche	4-5
2004	Garda occidentale	7-8

La figura successiva si riportano la storia sismica dell'area di Edolo e gli eventi avvertiti nell'area di interesse.



**Storia sismica dell'area di Edolo**

#### **5.1.4. Siti contaminati e potenzialmente contaminati**

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto, si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori, ovvero all'individuazione di siti contaminati e potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto. Nel seguente paragrafo si riassume l'esito del censimento e della verifica dei siti contaminati e potenzialmente contaminati che potrebbero risultare interferenti con le opere.

Il censimento dei siti contaminati/potenzialmente contaminati, in attesa di ricevere informazioni più aggiornate, è stato effettuato consultando i dati Forniti da ARPA Lombardia, ed estratti dalla Banca dati AGISCO (Anagrafe e Gestione Integrata dei Siti Contaminati) con aggiornamento al 31/12/2022. L'analisi condotta ha evidenziato la presenza, nel Comune di Edolo di un sito di interesse potenzialmente contaminato.

In particolare il sito (Cod. BS068.0005), non perimetrato dalla suddetta Banca Dati, è riferito ad "rilascio accidentale o doloso di sostanze", viene ubicato nell'elenco dei procedimenti attivi, in modo generico, presso piazzale Battaglione, in corrispondenza delle aree di intervento. L'area potenzialmente contaminata risulta registrata con una superficie di 30 m e, alla data del 31/12/2022, con iter del procedimento nello stato "Comunicazione/Notifica attivazione procedimento".

Stante quanto sopra, sono stati avviati contatti con il Comune di Edolo e con l'ARPA, per ricevere informazioni più dettagliate riguardo, l'esatta ubicazione, la natura della potenziale contaminazione e lo stato procedimentale aggiornato. Nelle successive fasi di progettazione si darà conto delle informazioni di cui sopra, della valutazione dell'interferenza e delle eventuali azioni da intraprendere. In questa fase considerata l'entità superficiale della contaminazione



segnalata, si ritiene tale aspetto, sebbene assolutamente da attenzionare, non particolarmente critico.

#### **5.1.5. I Valori di fondo naturale per l'Arsenico**

Nel corso del 2022, l'Agenzia ha svolto un'analisi degli studi pregressi e dei dati disponibili agli atti relativamente alla presenza di metalli nei suoli in concentrazioni superiori ai limiti di legge ed è emerso che, sulla base delle conoscenze attuali, gli ambiti territoriali con fondo naturale sono:

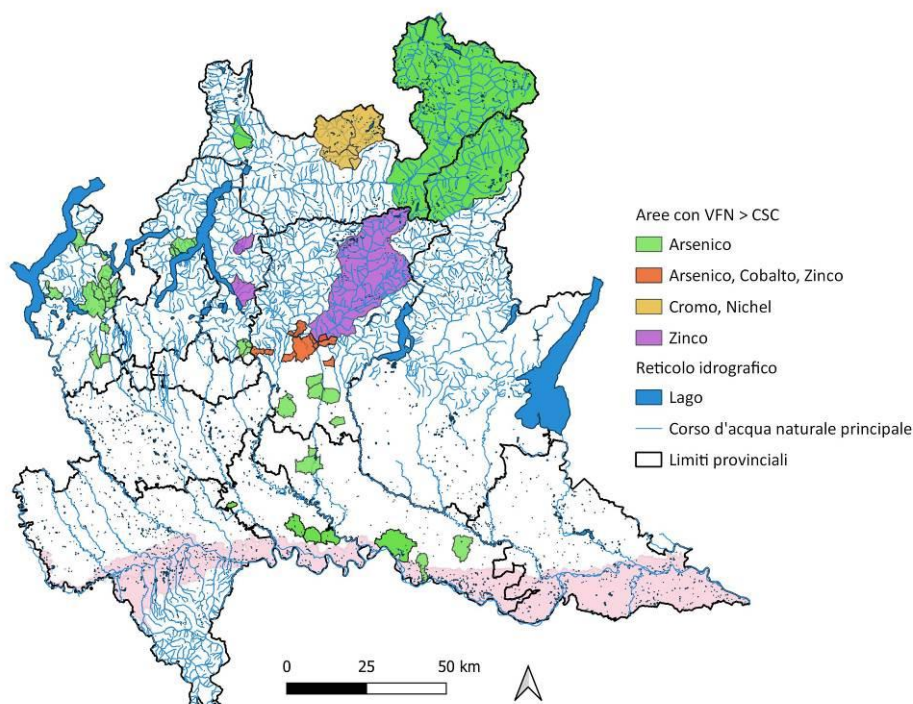
##### **nell'AREA ALPINA E PREALPINA:**

- zona del varesotto – luganese e alta Valtellina e alta Valle Camonica per l'arsenico
- Valmalenco per il cromo e il nichel
- Valsassina e Val Seriana per lo zinco

##### **nella PIANURA LOMBARDA E OLTREPÒ PAVESE:**

- area pedecollinare di Bergamo e "Isola bergamasca" per l'arsenico, il cobalto e lo zinco
- area pedecollinare della provincia di Lecco, pianura bergamasca e bassa e media pianura lombarda delle province di Lodi e Cremona per l'arsenico
- pianura alluvionale del Po e pianura dell'Oltrepò pavese per il nichel.

Con riferimento ai dati ad oggi disponibili e in funzione dell'impatto che la presenza di valori di fondo naturale superiori ai limiti di legge, per alcuni metalli, ha sui procedimenti di bonifica e di gestione delle terre e rocce da scavo l'ambito territoriale dell'alta Valtellina e alta Valle Camonica è ritenuto prioritario per la definizione dei valori di fondo naturale anche in vista della realizzazione di alcune opere infrastrutturali di rilevanza comunitaria.



**Figura 5-3: Ambiti territoriali con fondo naturale in Regione Lombardia (fonte: ARPA Lombardia)**

Come specificato dalle linee guida SNPA determinare il “valore di fondo” di un dato parametro significa attribuire ad esso un valore (o, in termini più generali, associare ad esso un descrittore) che esprima la variabilità massima di quel parametro in relazione all’“oggetto” che si intende rappresentare, all’area di indagine e, eventualmente, ad una finestra temporale”. A tal fine è necessario identificare il set di dati da utilizzare per l’analisi statistica, eliminando eventuali outlier, individuare la distribuzione statistica che meglio rappresenta i dati che si è scelto di considerare e scegliere il parametro statistico da utilizzare come descrittore del fondo naturale.

#### **5.1.6. Valutazione degli effetti**

##### **5.1.6.1. 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 suolo ed in particolare dello strato superficiale di terreno vegetale si configura come necessaria 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 di ampiezza variabile per la movimentazione dei mezzi di cantiere, sia le aree di cantiere fisso.

L'Approntamento delle aree di cantiere può quindi essere all'origine di una perdita di suolo ed in particolare della coltre di terreno vegetale dando così luogo ad un consumo di risorsa naturale, seppur solo connesso alla fase di realizzazione dell'opera in progetto.

Entrando nel merito del caso in specie, si evidenzia che tutte le azioni di progetto, in riferimento all'ubicazione sia delle opere, sia dei cantieri fissi, hanno luogo all'interno dell'attuale sedime ferroviario.

In ragione di quanto sopra e in relazione alla dimensione dell'intervento, è possibile ritenere sostanzialmente trascurabili se non nulle le ricadute del progetto in termini di perdita di suolo.

#### *5.1.6.2. 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 ed 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.

In considerazione dell'entità delle opere e dei fabbisogni, nonché dell'esiguità dei materiali prodotti in fase di scavo da smaltire si ritiene che tale aspetto possa essere considerato trascurabile.

#### *5.1.6.3. Modifica dell'assetto geomorfologico*

Tale effetto attiene al potenziale innesco di movimenti franosi, determinati dall'interazione tra le lavorazioni previste, quali in particolare quelle relative all'esecuzione di scavi di terreno.

La tipologia infrastrutturale e la natura degli interventi previsti, permettono di considerare l'opera neutra rispetto all'effetto in esame.

#### *5.1.6.4. Condizionamenti associati alla presenza di siti contaminati*

L'analisi condotta in questa fase ha evidenziato la presenza di un sito potenzialmente contaminato di cui, al momento, non sono stati reperite informazioni di dettaglio. In questa fase considerata l'entità superficiale della contaminazione segnalata, si ritiene tale aspetto, sebbene assolutamente da attenzionare, non particolarmente critico.

**SUOLO - SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: BASSA**



## **5.2. Ambiente idrico**

### **5.2.1. Inquadramento idrografico**

Il territorio di studio è compreso nel bacino idrografico del fiume Oglio. Il bacino dell'Oglio ha una superficie complessiva di circa 6.360 km<sup>2</sup> (9% della superficie del bacino del fiume "Po"), il 54% dei quali in ambito montano.

Il bacino del fiume Oglio si estende dal Gavia e Tonale alla confluenza del fiume Po. L'Oglio ha origine nel territorio di Ponte di Legno alla confluenza dei torrenti Frigidolfo, proveniente dal Gavia, e Narcanello, proveniente dalla Val Sozzine. Esso percorre la Val Camonica alternando tratti ripidi ad altri pianeggianti, immettendosi quindi nel Lago d'Iseo. Esce poi dal Lago in località Sarnico e confluisce nel fiume Po poco a monte di Borgoforte dopo aver percorso complessivamente 280 km nel tratto sopra il quale l'Oglio riceve numerosi affluenti, fra i quali i più importanti di sinistra sono i torrenti Val d'Avio, Val Paghera, Val Moriana, Val Finale, Val D'Avio, Remulo, Grigna, Inferno, Rovinazza, Re di Gianico, Re di Artogne e Val Palot; in destra, i torrenti Val Grande, Ogliolo di Monno della Val Dorena, Fiumicello, Ogliolo di Corteno, Allione, Dezzo, Ogne e Supine.

Al bacino è assegnabile una suddivisione in tre ambiti, relativamente al corso dell'Oglio: la Bassa Valle, dall'orlo superiore del Sebino fino alla soglia di Breno; la Media, da Breno a Edolo; l'Alta, oltre Edolo sino al Tonale. Ampi depositi alluvionali, conoidi, isolate o compatte emergenze di arenarie rosse, strati calcarei sono l'articolata compagine degli elementi geologici della parte bassa, che acquistano vigore di forme e struttura nell'incedere, oltre Breno, di strutture metamorfiche (dioriti, tonaliti) appartenenti al massiccio dell'Adamello.

La conformazione del fiume Oglio varia notevolmente nel suo percorso lungo la Val Camonica in ragione delle proprie caratteristiche e dell'interazione con i corsi d'acqua tributari e con la dinamica dei versanti. Sono frequenti ampie zone pianeggianti colmate con depositi alluvionali e tra queste la piana in cui si sviluppa l'abitato di Edolo e l'ampio bacino di accumulo della centrale idroelettrica ENEL. Sono, altresì, presenti frequenti conoidi di deiezione, anch'essi interessati da diffusa attività antropica.

In tutto l'intero tratto del corso fluviale dell'Oglio, tra la parte settentrionale di Edolo e il bacino di accumulo della centrale elettrica sono state realizzate opere di regimazione idraulica allo scopo di contenere le acque di massima piena entro l'alveo.

Il principale affluente dell'Oglio è il torrente Ogliolo, a sviluppo pressappoco Est-Ovest, il quale scorre in una forra scavata lungo una direttrice strutturale orientata ENE-WSW; dal Passo dell'Aprica il corso d'acqua giunge ad Edolo immettendosi nell'Oglio a Sud del centro abitato, in prossimità del bacino di accumulo della centrale elettrica. Il tracciato di progetto si sviluppa per la sua maggior parte nel fondovalle dell'Ogliolo e lungo il suo versante sinistro.

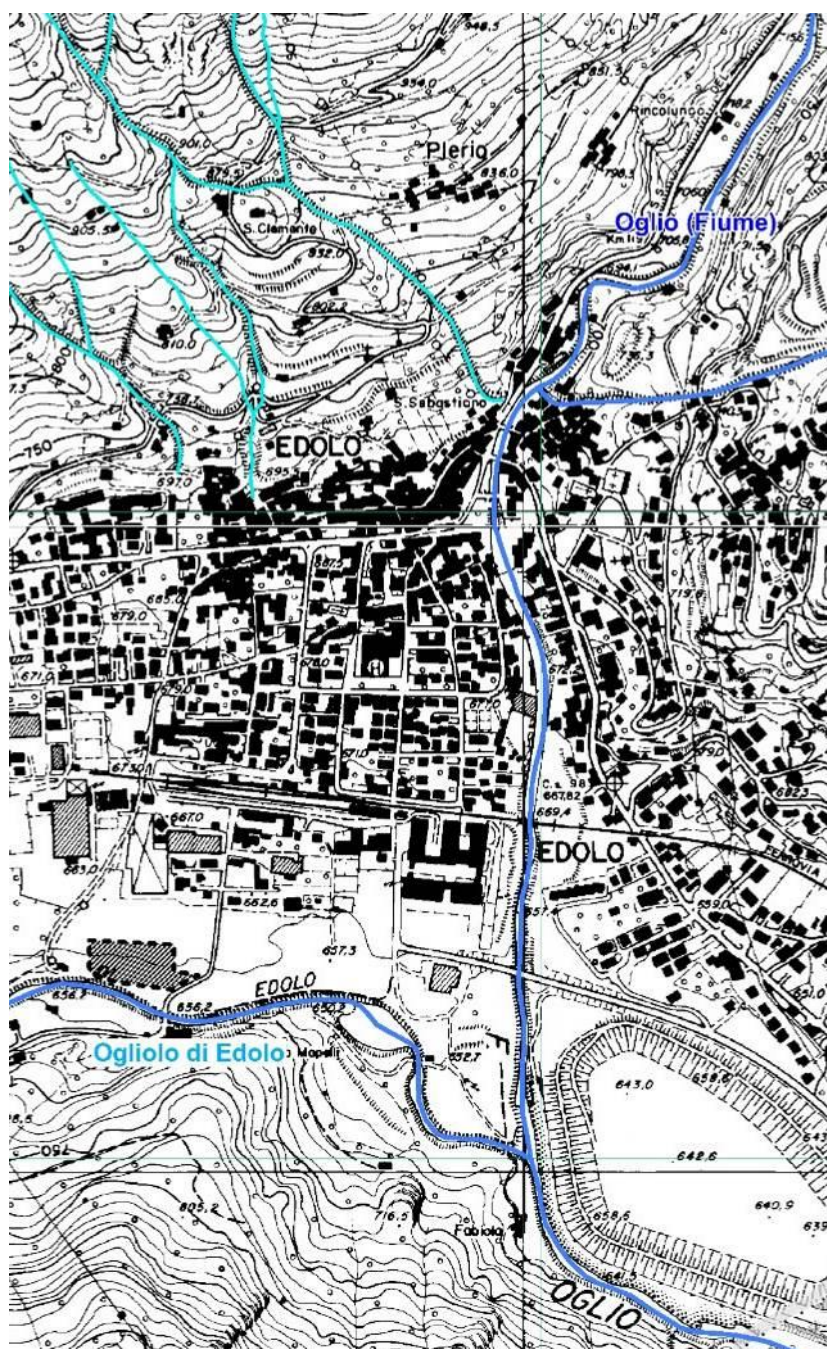


Figura 5-4: Rete idrografica relativa alla zona in esame (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

### 5.2.2. Pericolosità idraulica

In generale, le principali manifestazioni di dissesto dell'Oglio sopralacuale, fino a Civate Camuno, sono ascrivibili alla presenza delle conoidi formate dalla notevole attività torrentizia dei tributari (tra cui l'ampia conoide formata dal torrente Rabbia), in corrispondenza delle quali sono localizzati centri abitati quali Vezza d'Oglio, Cerveneno, Ono S. Pietro. Ad esse si aggiungono alcuni fattori di rischio quali la presenza di sezioni inadeguate o di attraversamenti di dimensioni ridotte (torrente Re di Niardo), di tratti tominati (affluente del torrente Guerna, torrente Lava), impluvi

scarsamente regimati (in località Savio dell'Adamello), di tratti in sovralluvionamento (torrente Remulo) e in erosione.

Il tratto di fiume Oglio che attraversa il comune di Edolo invece non presenta problematiche relative ad aree di conoide.

Nel territorio in esame, il corso del Fiume Oglio non è interessato dalla perimetrazione delle fasce PAI, che individuano le fasce di esondazione A,B,C (per tempi di ritorno dei 100, 200 e 500 anni). Il Piano di Gestione del Rischio alluvioni del Po contiene: la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità (aree allagabili) e al rischio.

Nelle mappe di pericolosità è raffigurata l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari di probabilità di accadimento dell'evento alluvionale:

- alluvioni rare – Low probability L;
- alluvioni poco frequenti – Medium probability M;
- alluvioni frequenti – High probability H.

Sulla base di queste indicazioni sono state prodotte le mappe della pericolosità avente la seguente legenda:

Direttiva Alluvioni		Pericolosità
Scenario	Tempo di ritorno	
Aree allagabili – scenario frequente Elevata probabilità di alluvioni (H – high)	20-50 anni (frequente)	P3 elevata
Aree allagabili – scenario poco frequente Media probabilità di alluvioni (M – medium)	100-200 anni (poco frequente)	P2 media
Aree allagabili – scenario raro Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L – low)	500 anni o massimo storico registrato	P1 bassa

Di seguito si riporta lo stralcio delle aree a pericolosità idraulica così come riportate sul Geoportale della regione Lombardia.



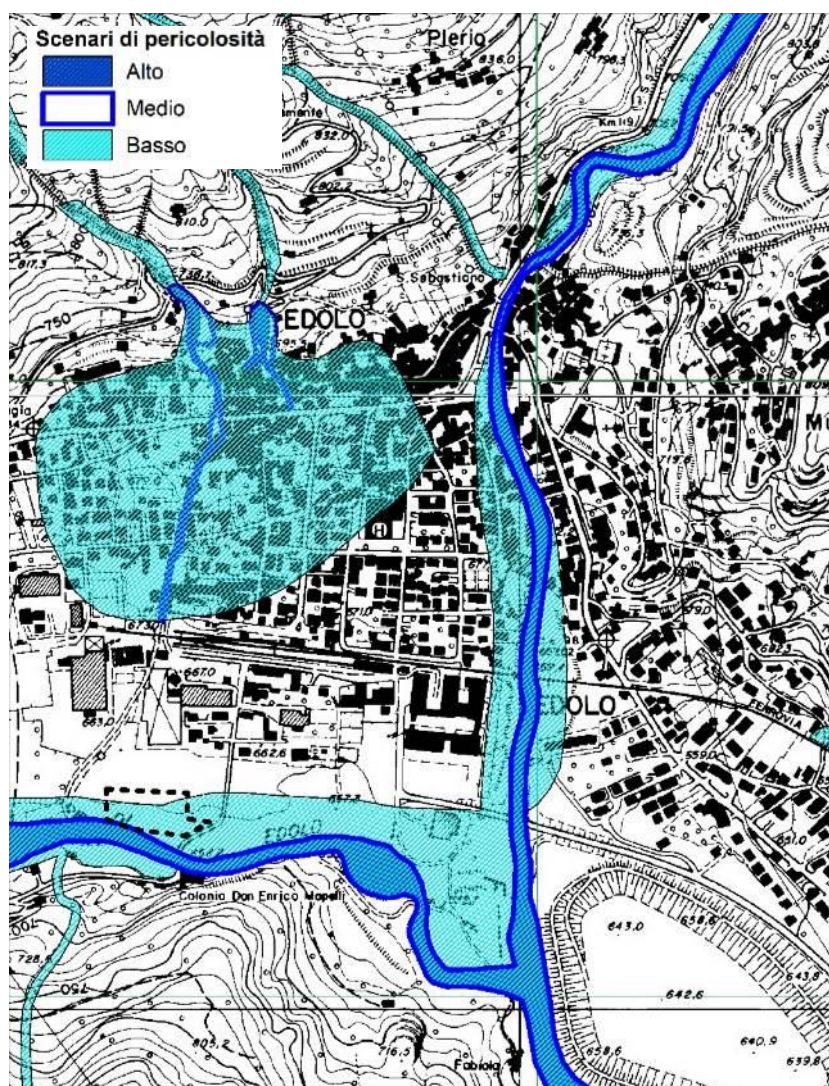
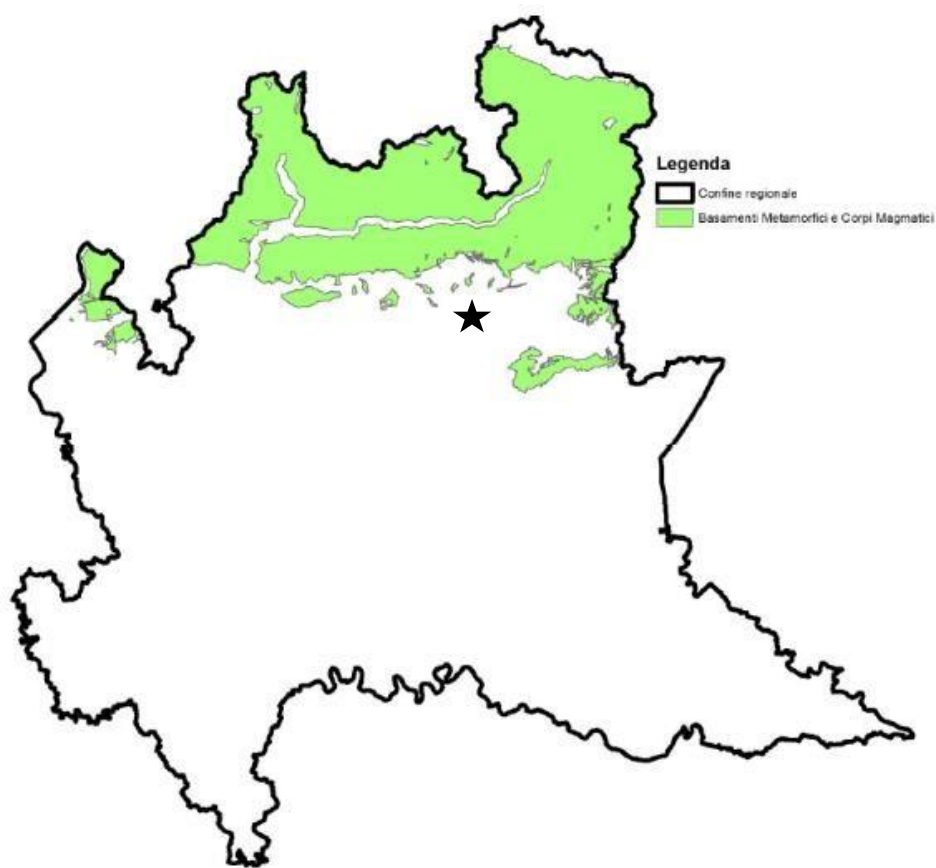


Figura 5-5: Mappa delle aree a pericolosità idraulica (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

### 5.2.3. Inquadramento idrogeologico

Il progetto si sviluppa rispetto alla risorsa idrica sotterranea, in zona montana, nell'ambito del complesso idrogeologico che il PTUA definisce come *BM - Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici*. Questo subcomplesso idrogeologico occupa praticamente tutto il territorio regionale a nord della Linea Insubrica, ed i settori delle Alpi Meridionali a sud della Valtellina in cui affiora il basamento Sudalpino.



**Figura 5-6: Subcomplesso idrogeologico dei Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici (BM) (la stellina indica l'ubicazione del progetto)**

Il subcomplesso BM comprende le falde metamorfiche austroalpine e penniniche con le vulcaniti associate, il basamento metamorfico Sudalpino e le masse intrusive dell'Adamello e del Bregaglia.

Si tratta di rocce dotate di permeabilità per fratturazione, che alimentano sorgenti con portate talora significative, soprattutto in relazione al regime delle precipitazioni ed alla presenza di masse glaciali scoperte o sotto copertura detritica (la distribuzione di questo subcomplesso è legata all'areale alpino di massima quota in Lombardia).

In riferimento alla Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000 (Montrasio et al., 1990), nelle aree identificate come Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici affiorano le unità geologiche riportate in tabella successiva.

ID CARTA	NOME	ID CARTA	NOME
10	Quarzodioriti e tonaliti	67a	Paragneiss a due miche
11	Dioriti e gabbri	67b	Paragneiss a due miche, talora a sillimanite
13	Rioliti ("Porfidi quarziferi" Auct.)	68	Calcescisti .s.l., quarzoscisti marmi d. u. ofioliti
15	Granofiri	69a	Anfiboliti di Monte del Forno / Anfiboliti di Santa Croce
16	Graniti e granodioriti	69b	"Ofiolit" p.p. Auct.
48	Ortogneiss e Gneiss chiari Auct.	70	Marmi dolomitici e calcarei, carniole
49	Scisti di Edolo / Filladi di Ambria / Micascisti del Maniva	72a	Serpentiniti (Valmalenco, Chiavenna ecc.)
50	Quarziti	72b	Oficarbonati ("Ofioliti" p.p. Auct.)
51	Micascisti dei Laghi	74b	Paragneiss a due miche talora a sillimanite
52	Gneiss di Morbegno e altri	75#	Pegmatiti (intercalazioni nei basamenti cristallini)
61	Calcescisti non ofiolitiferi e quarzoscisti manganesiferi	75an	Anfiboliti (intercalazioni nei basamenti cristallini)
64a	Ortogneiss (Auct.) e gneiss migmatici	75m	Marmi (intercalazioni nei basamenti cristallini)
64b	Porfiroidi	75p	Prasiniti (intercalazioni nei basamenti cristallini)
65a	Filladi e micascisti filladici	75s	Peridotiti (intercalazioni nei basamenti cristallini)
65b	Quarziti	9	Graniti e granodioriti
66	Micascisti della Cima Rovaia	9p	Pegmatiti e apliti

**Figura 5-7: Subcomplesso dei Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici Corrispondenza con le unità geologiche della Carta Geologica della Lombardia in scala 1:250.000 (Montrasio et al., 1990)**

In base all'assetto geologico del territorio ed alle caratteristiche litologiche dei terreni presenti, risultano differenziati gli acquiferi appresso descritti, ciascuno con differenti caratteristiche di permeabilità e circolazione idrica sotterranea.

#### Acquifero alluvionale

Comprende i depositi alluvionali di fondo valle del fiume Oglio, costituiti di ghiaia e blocchi a spigoli arrotondati con sabbia e sabbia grossa mista a limo. La permeabilità è variabile, da bassa ad elevata, in funzione della granulometria. L'acquifero è sede di una falda idrica, che si localizza ad alcuni metri dal piano campagna, alimentata dalle acque di deflusso superficiale e zenitali e soggetta ad escursioni stagionali.

#### Acquifero morenico

Comprende i terreni quaternari di origine glaciale costituiti di blocchi eterogenei in matrice ghiaioso-sabbioso-limoso. La permeabilità, per porosità, varia da media ad elevata in funzione della granulometria e della percentuale di matrice sabbioso-limoso. L'acquifero è sede di una falda idrica a carattere stagionale alimentata dalle acque di deflusso superficiale e zenitali.

#### Acquifero metamorfico



Comprende le rocce metamorfiche appartenenti alla Formazione degli Scisti di Edolo, costituita di micascisti quarzoso-feldspatici e quarziti grigio rosate. La permeabilità, per fessurazione, è generalmente bassa, tendente ad aumentare localmente in corrispondenza delle zone maggiormente alterate e fratturate; possono riscontrarsi, pertanto, una circolazione idrica localizzata nell'intorno dei piani di faglia, dove l'ammasso roccioso è più fratturato e tettonizzato, ed una circolazione idrica superficiale a carattere stagionale nella fascia di alterazione superficiale della formazione.

#### **5.2.4. Assetto idrogeologico locale**

La presenza, in prossimità degli interventi, del Fiume Oglio e del Torrente Ogliolo, suggerisce che ci sia una falda alimentata dai due corpi idrici, oltre che dall'acqua di ruscellamento proveniente dai versanti. Nei sondaggi effettuati, la falda è stata misurata tra i 14 m (dato ultimo) e i 5 m da piano campagna, in ogni caso questo intervallo di valori, fa intuire che è vicina al piano campagna, con linee di deflusso che seguono l'andamento dei corsi d'acqua, ovvero un andamento da nord verso sud.

Non si possono escludere falde sospese data la presenza di alternanza di depositi più fini a depositi più grossolani, soprattutto in corrispondenza del Torrente Ogliolo e del bacino artificiale dell'Enel.

La permeabilità dei depositi misurata tramite prove Lefranc è risultata essere compresa in un intervallo di valori tra  $1.55 \times 10^{-5}$  e  $2.72 \times 10^{-4}$ , con valor medio di  $8.98 \times 10^{-5}$ . Questi valori risultano compatibili con il tipo di deposito incontrato ed è indice che il materiale presenti una permeabilità alta.

#### **5.2.5. Qualità delle acque superficiali**

Per le Acque Superficiali (corsi d'acqua e laghi/invasi), sulla base di quanto previsto dalla normativa di settore (D. Lgs.152/99, sostituito dal 2009 dal D. Lgs.152/2006 e relativi Decreti Attuativi) al fine del calcolo dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico, vengono monitorati, secondo le frequenze di legge:

Una serie di parametri chimico-fisici, tra cui i cosiddetti "parametri di base" (pH, solidi sospesi, temperatura, trasparenza, conducibilità, durezza, azoto ammoniacale, azoto nitrico, ossigeno disciolto, BOD5, COD, azoto totale, orto fosfato, cloruri, solfati, fosforo totale, Escherichia Coli); parte di questi concorrono alla determinazione degli indici LIMeco (per i corsi d'acqua) e LTLecco (per i laghi).

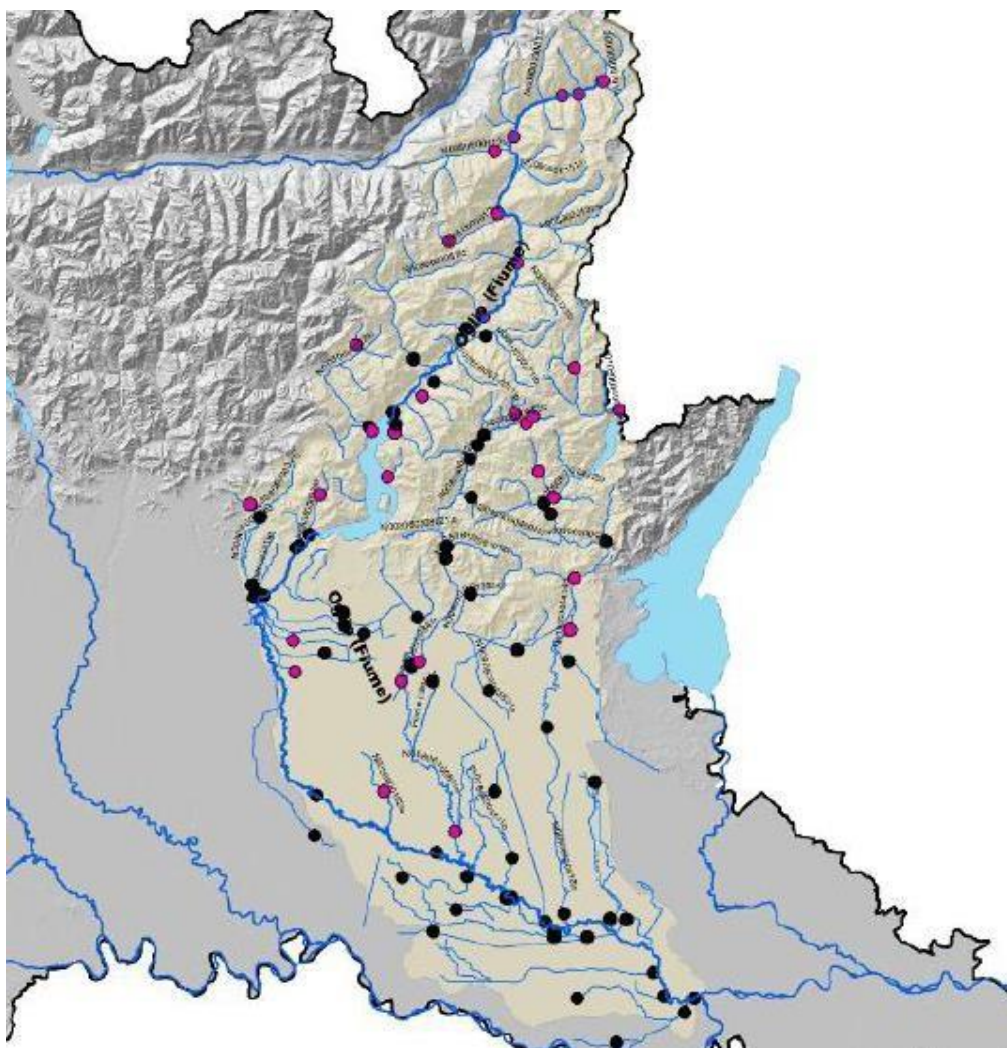
Una serie di altri inquinanti chimici costituiti in prevalenza da metalli, pesticidi, solventi e IPA, che concorrono al calcolo dello Stato Chimico e in parte nell'indicatore Elementi chimici a sostegno.

Gli elementi di qualità biologica che riguardano: Macroinvertebrati, Macrofite, Diatomee, Fitoplancton e Fauna ittica.

Allo stato attuale, in regione Lombardia sono stati identificati 679 corpi idrici fluviali di cui 578 di origine naturale e 101 artificiali e 54 corpi idrici lacustri di cui 29 naturali, 24 fortemente modificati e 1 artificiale.

Il progetto in esame si sviluppa nell'ambito del bacino dell'Oglio prelacuale.

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino dell'Oglio è costituita complessivamente da 92 punti di campionamento posti su 90 Corpi Idrici appartenenti a 70 corsi d'acqua di cui 30 artificiali (si veda figura successiva).



**Rete di monitoraggio dei Corpi Idrici del bacino dell'Oglio e del Lago d'Iseo**

Il bacino del fiume Oglio prelacuale è campionato in 15 stazioni poste su altrettanti Corpi Idrici, tutti in provincia di Brescia, appartenenti a 11 corsi d'acqua. I Corpi Idrici sottoposti a monitoraggio di sorveglianza sono 10 (figura precedente punti viola), di cui 4 appartenenti alla rete nucleo per la valutazione delle variazioni a lungo termine dovute a fenomeni naturali ed i restanti 5 sottoposti a monitoraggio operativo (figura precedente punti viola).

La tabella successiva riporta le stazioni di monitoraggio dell'Oglio Prelacuale.

Corso d'acqua	Corpo idrico	Località	Prov.	Tipo di Monitoraggio 2009-2014	Tipo di Monitoraggio 2014-2016
Ogliolo di Edolo	dal Valle di Campo vecchio alla confluenza in Oglio	Edolo	BS	sorveglianza	sorveglianza
Oglio Frigidolfo	dalla sorgente del Frigidolfo fino alla confluenza del Narcanello	Ponte di Legno	BS	sorveglianza (SB)	sorveglianza (SB)
Oglio	dal Narcanello al depuratore di Vezza d'Oglio	Vione	BS	sorveglianza	sorveglianza
	da Vezza alla confluenza dell'Ogliolo di Edolo	Edolo	BS	operativo	sorveglianza
	dall'Ogliolo di Edolo alla confluenza del Lanico	Ceto	BS	operativo	sorveglianza
	dal Lanico alla immissione nel lago d'Isèo	Costa Volpino	BG	operativo	operativo
Trobiolo	dalla sorgente alla immissione in Oglio	Piancogno	BS	sorveglianza	operativo
Allione	dalla sorgente alla confluenza del Valle Vivione	Paisco Lovenò	BS	sorveglianza (SB)	sorveglianza (SB)
	dal Valle Vivione alla immissione in Oglio	Berzo Demo	BS	sorveglianza (SB)	sorveglianza (SB)
Avio	dal confine Parco alla confluenza in Oglio	Temù	BS	sorveglianza (RIF)	sorveglianza (RIF)
Dezzo	dal Valle di Vo alla immissione in Oglio	Angolo Terme	BS	operativo	operativo
Grigna	dal Valle di Campolaro alla immissione in Oglio	Berzo Inferiore	BS	operativo**	operativo
Lanico	dalla sorgente alla immissione in Oglio	Malegno	BS	sorveglianza	sorveglianza
Re	dalla sorgente alla immissione in Oglio	Gianico	BS	sorveglianza	operativo
Valle Artogne	dal Valle Bassinale alla immissione in Oglio	Artogne	BS	sorveglianza	sorveglianza

\*\* nel sessennio 2009-2014 il torrente è stato monitorato nella stazione di Esine, in chiusura di Corpo Idrico.

### Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel bacino dell'Oglio prelacuale (SB: stato buono; RIF: sito di riferimento)

I dati storici di monitoraggio risalgono al sessennio 2009-2014 sul quale è stato redatto il Piano di Gestione del Bacino del Po nel 2015.

Secondo questi dati, la qualità delle acque superficiali dei corsi d'acqua appartenenti al bacino dell'Oglio sopralacuale sono generalmente buone, come si evince dalla tabella sotto riportata, desunta dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Lombardia, che individua lo stato qualitativo relativo alle stazioni di misura ubicate sull'asta del Fiume Oglio, in provincia di Brescia, e dei suoi affluenti significativi.

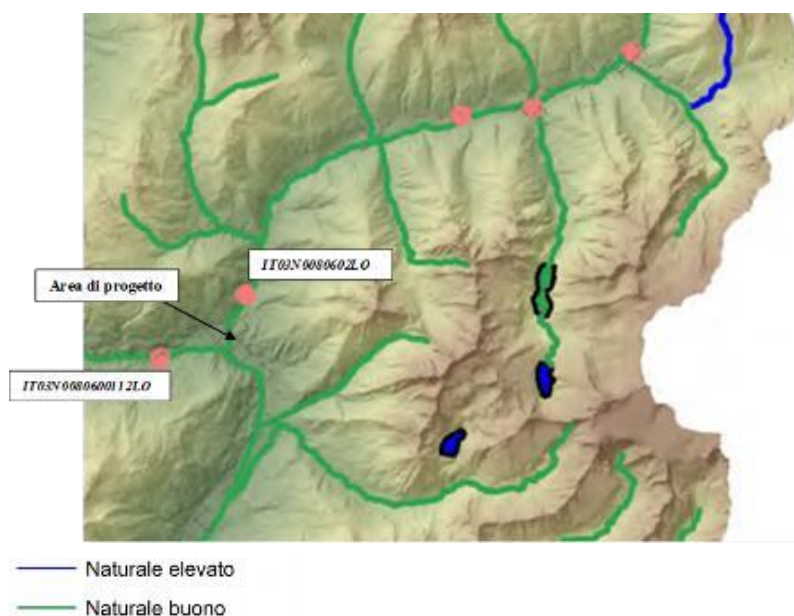
Codice PDG 2015	Nome	Tipo	Stato ecologico	Stato chimico
IT03N0080601LO	Oglio (Fiume)	sorveglianza	BUONO	BUONO
IT03N0080602LO	Oglio (Fiume)	operativo	BUONO	BUONO
IT03N0080603LO	Oglio (Fiume)	operativo	BUONO	BUONO
IT03N0080605LO	Oglio (Fiume)	operativo	SUFFICIENTE	BUONO
IT03N0080607LO	Oglio (Fiume)	operativo	SUFFICIENTE	NON BUONO
IT03N0080600091LO	Oglio Arcanello (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO
IT03N0080600101LO	Oglio Frigidolfo (Torrente)	sorveglianza	BUONO	BUONO



IT03N0080600191LO	Oglio Narcanello (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO
IT03N0080600112LO	Ogliolo di Edolo (Torrente)	sorveglianza	BUONO	BUONO
IT03N0080600111LO	Ogliolo di Edolo (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO
IT03N0080600221LO	Ogliolo di Monno (Torrente)	rappresentato	BUONO	BUONO

**Classificazione dei corpi idrici fluviali (sessennio monitoraggio 2009-2014)**

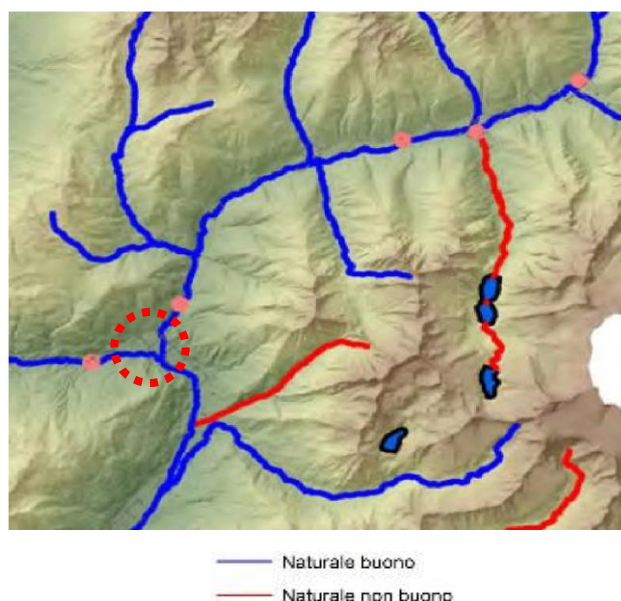
In particolare, la stazione di monitoraggio più vicina all'area del progetto è la stazione IT03N0080602LO evidenziata in verde nella precedente tabella e localizzata nella successiva figura relativa allo stato ecologico dei corsi d'acqua monitorati.



*Fonte dati: PTUA 2016 Lombardia*

**Stato di qualità ecologica dei corsi d'acqua superficiali**

La Figura successiva riporta invece lo stato chimico rilevato nei corsi d'acqua di interesse.



Fonte dati: PTUA 2016 Lombardia

#### Stato di qualità chimica dei corsi d'acqua superficiali

Il corso d'acqua che risulta a qualità chimica non buona immediatamente a valle dell'area di interesse è il Torrente Valli Grandi che non viene in alcun modo interferito dallo sviluppo del progetto.

Con il monitoraggio 2014-2016 dei corsi d'acqua condotto da ARPA Lombardia, si confermano le condizioni di qualità "BUONO" per la stazione nell'area di Edolo.

Corso d'acqua	Località	Prov.	STATO ECOLOGICO 2014-2016	STATO CHIMICO 2014-2016	STATO ECOLOGICO 2009-2014	STATO CHIMICO 2009-2014
			Classe	Classe	Classe	Classe
Allione	Paisco Lovenò	BS	ELEVATO	BUONO	ELEVATO	BUONO
	Berzo Demo	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Avio	Temù	BS	BUONO	BUONO	BUONO	NON BUONO
Dezzo	Angolo Terme	BS	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Grigna	Berzo Inferiore	BS	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Lanico	Malegno	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Oglio Frigidolfo	Ponte di Legno	BS	ELEVATO	BUONO	BUONO	BUONO
Ogliolo di Edolo	Edolo	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Oglio	Vione	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Edolo	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Ceto	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Costa Volpino	BG	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Re	Gianico	BS	NC	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO
Trobiolo	Piancogno	BS	SUFFICIENTE	BUONO	CATTIVO	BUONO
Valle Artogne	Artogne	BS	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO

**Tabella 4.4.3: Esiti del monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino dell'Oglio prelacuale eseguito nel triennio 2014-2016 e confronto con sessennio 2009-2014**

### **5.2.6. Valutazione degli effetti**

#### **5.2.6.1. *Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee***

La modifica delle caratteristiche qualitative delle acque 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. Con riferimento al caso in esame, 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 delle fondazioni su pozzo costituita da diaframmi 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 inquinanti all'origine dell'effetto in esame, discenda da cause correlate (e non funzionali) alle lavorazioni o, più in generale, dalle attività di cantiere.

Entrando nel merito delle caratteristiche del contesto interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto, le analisi e considerazioni effettuate nello studio geologico di progetto hanno evidenziato nel settore d'interesse progettuale la presenza di una falda superficiale potenzialmente molto prossima al piano campagna. Nei sondaggi analizzati questa è stata misurata tra i 5 m e i 14 m dal piano campagna.

Sebbene la falda sia prossima al piano campagna, considerata l'assenza di opere profonde (al massimo 2 metri dal piano campagna) si ritiene che il rischio di interferenza sia estremamente basso.

Relativamente, invece, al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa verificarsi una fuoriuscita/perdita/sversamento di sostanze inquinanti dovute al loro impiego o trasporto o provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera, etc. 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 attività d'impiego delle sostanze e dei mezzi d'opera ed automezzi di trasporto.

Si precisa che tali eventi sono ascrivibili ad azioni accidentali, assolutamente estemporanee e non certe, la cui prevenzione avviene mediante apposite misure organizzative. Tali eventi accidentali non sono inoltre prevedibili e quantificabili ed è pertanto impossibile esprimerne una valutazione certa potendo di fatto operare unicamente in via previsionale ed impostando a priori una corretta organizzazione del cantiere anche attraverso la preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi potenzialmente contaminanti.

In conclusione si ritiene la necessità, in relazione a quanto sopra, l'adozione di opportune e adeguate misure operative e gestionali nel corso della fase costruttiva al fine di prevenire il determinarsi di effetti sulle caratteristiche qualitative, sia delle acque superficiali, sia di quelle sotterranee. Si evidenzia che l'analisi condotta non ha evidenza particolari criticità legate alla presenza di elementi sensibili (es. punti di captazione idropotabile) potenzialmente interferiti dalle opere.

In tal senso, con riferimento alla scala di stima adottata nel presente studio, la significatività dell'effetto in esame, considerata l'adozione di misure operative volte a prevenire i rischi di sversamento o, in ogni caso di contaminazione, può essere considerata mitigata.

Per quanto riguarda i potenziali rischi di interferenza con la Falda si ritiene l'effetto trascurabile.

## **ACQUE SOTTERRANEE - SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: MITIGATO**

### **5.3. Biodiversità**

Nel presente paragrafo è presentata l'analisi dello stato attuale della componente vegetazione, flora, fauna, ecosistemi relativa all'area di studio, intesa come la porzione di territorio intorno alle opere in progetto.

#### **5.3.1. Inquadramento vegetazionale**

Il clima, nel suo insieme, è il principale fattore fisionomico e distributivo della vegetazione. In funzione dei regimi termici e pluviometrici di una stazione è possibile classificare il clima della stazione stessa. La fitoclimatologia è finalizzata a studiare le relazioni esistenti tra andamento delle temperature e dei regimi di precipitazione e distribuzione delle fitocenosi.

Attraverso le classificazioni climatiche è possibile definire la possibilità di una determinata specie di poter vivere in una data zona.

L'aspetto e la struttura delle comunità vegetali sono strettamente dipendenti dalle condizioni climatiche di un determinato territorio. Per quanto riguarda le piante, a livello geografico, possono essere distinte unità territoriali appartenenti a differenti bioclimi definite come zone fitogeografiche, caratterizzate da proprie specie e associazioni vegetali zonali. Secondo la classificazione del Pavari (1916), l'area interessata dall'intervento in progetto è relativa alla zona del *Castanetum*; questa fascia è generalmente compresa tra le altitudini di 300-400 metri e 900 metri nell'Italia settentrionale. Dal punto di vista botanico è compresa tra le aree adatte alla coltivazione della vite e del castagno. Risulta essere ottimale per le latifoglie decidue come le querce. La fascia superiore è caratterizzata dalla presenza del *Fagetum*; zona fitoclimatica che comprende il territorio montuoso compreso tra le Prealpi e le Alpi lungo tutto il perimetro della pianura Padana. Questa fascia, nell'Italia settentrionale, si estende tra gli 800-900 metri e i 1500 metri di altitudine. Dal punto di vista botanico questa zona è caratterizzata dai boschi di faggi e carpini, spesso misti agli abeti.

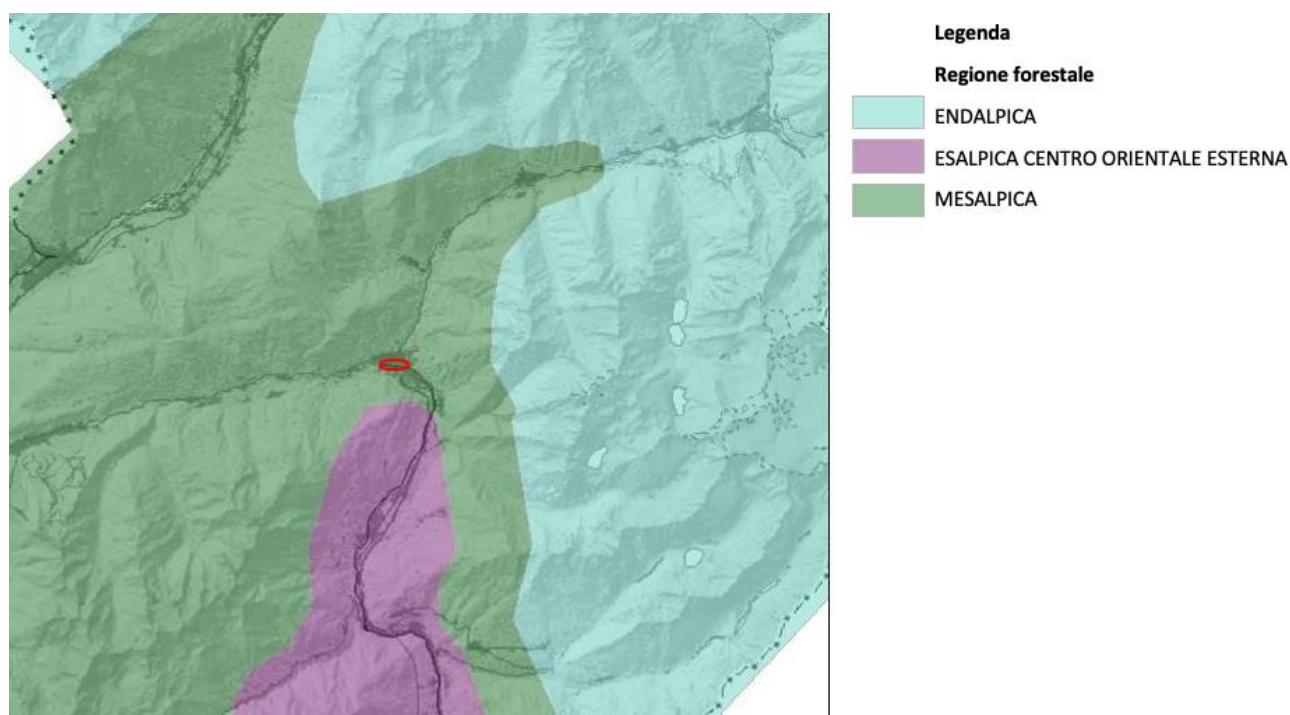
Il comune di Edolo, interessato dall'inserimento del progetto, è l'ultimo comune della media val Camonica, oltre il quale inizia l'alta valle; il suo territorio si estende da una quota di 620 m s.l.m. rappresentato prevalentemente dal centro abitato, ad una quota di 3.539 m s.l.m. rappresentata dalla cima dell'Adamello. Il comune di Edolo appartiene quindi al piano sub-montano, ma il suo territorio, esterno al centro abitato si estende fino al piano nivale.

L'orografia complessa gioca un ruolo chiave nel determinare l'accentuata variabilità spaziale, non solo delle temperature, ma anche di altre variabili meteorologiche quali le precipitazioni, i venti, l'umidità relativa e la radiazione solare. Il permanere di copertura nevosa, specie alle quote più elevate e nei versanti esposti a Nord, si traduce, in un prolungamento della fase invernale e in un conseguente ritardo nell'affermarsi di condizioni primaverili.

La vegetazione forestale rappresenta, salvo situazioni estreme o quote troppo elevate, lo stadio finale (climax) di maggiore equilibrio e stabilità.

Sulla base della distribuzione nel territorio delle categorie forestali nell'ambito di aree omogenee, condizionate da fattori climatici, morfologici e geo-litologici, è stato possibile differenziare le diverse regioni forestali.

L'area di progetto ricade interamente nella regione forestale Mesalpica; tale regione è frapposta fra quella esalpica e quella endalpica ed è caratterizzata da precipitazioni sempre elevate, ma da temperature più rigide cosicché, soprattutto dall'orizzonte montano in su, la capacità concorrenziale delle latifoglie diminuisce a vantaggio delle conifere.

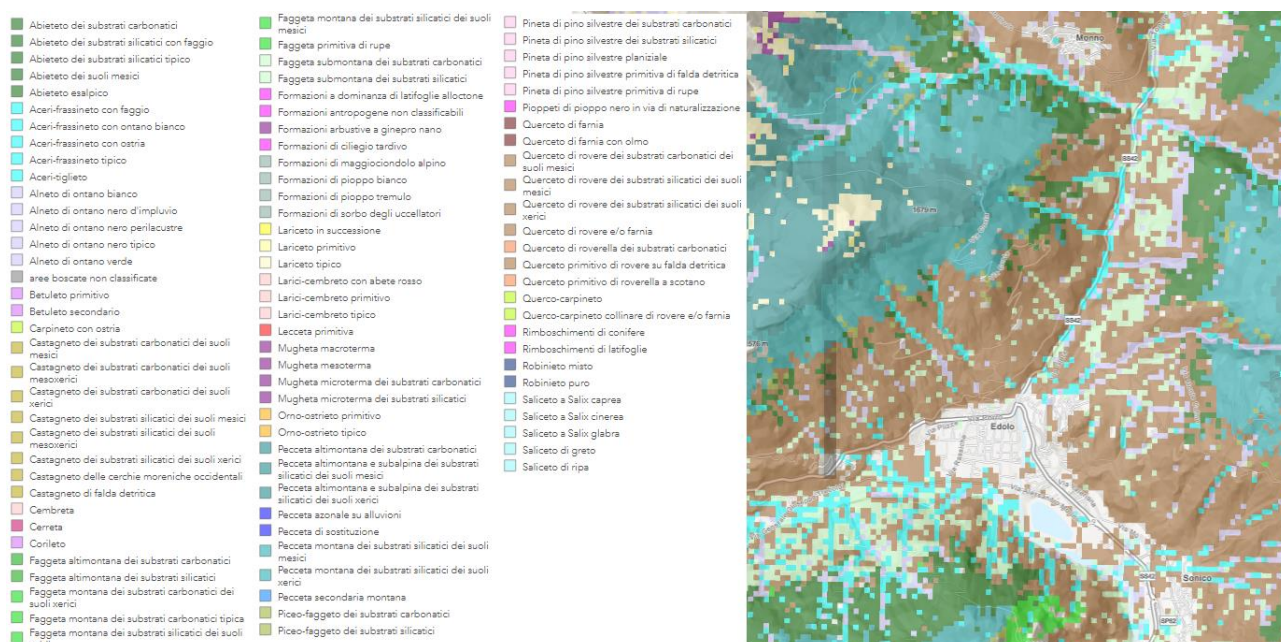


### **Regioni forestali nell'area di studio**

La carta dei tipi ecologicamente coerenti, sviluppata da ERSAF, mostra la vegetazione forestale che, in funzione delle caratteristiche stazionali e senza condizionamenti artificiali, può insediarsi in un determinato territorio. Tale carta rappresenta quindi la carta della vegetazione forestale potenziale di un sito nel medio periodo, che può essere un valido aiuto per valutare la naturalità, la stabilità e la potenzialità evolutiva di un popolamento forestale.

Nella figura successiva è riportata un'elaborazione della carta dei tipi ecologicamente coerenti nell'area di studio; dall'analisi di tale carta emerge che il tipo forestale maggiormente rappresentato nell'area interessata dalle opere è relativo al tipo "Querceto di rovere dei substrati silicatici dei suoli xerici".





**Carta dei tipi ecologicamente coerenti nell'area di indagine**

Altri tipi ben rappresentati nell'area di indagine riguardano: Acero-frassineto tipico, Alneto di ontano bianco, Faggeta submontana dei substrati silicatici e, alle quote più elevate, Abieteteto dei substrati silicatici e dei suoli mesici e diverse tipologie di Pecceta.

Le aree di progetto ricadono interamente in ambito urbano privo di vegetazione di rilievo.

### 5.3.2. Ecosistemi e rete ecologica

Con il concetto di ecosistema si definisce un'unità funzionale di base dell'ambiente dove le componenti biotiche e quelle abiotiche interagiscono tra loro formando delle relazioni ed adattandosi all'ambiente in cui vivono. In un ecosistema sono presenti fattori fisici e chimici che definiscono le caratteristiche dell'habitat (fattori abiotici) e fattori biotici corrispondenti alle caratteristiche delle comunità animali (zoocenosi) e vegetali (fitocenosi).

Gli ecosistemi possono essere "ecosistemi naturali", ovvero quelli non influenzati dall'intervento antropico tesi al raggiungimento dell'equilibrio ecologico (climax) o "ecosistemi artificiali", influenzati dall'intervento antropico.

L'ecosistema possiede inoltre confini spaziali, che non sempre però sono ben delineabili con chiarezza per la presenza di ecotoni, zone di transizione o compenetrazioni.

La vegetazione costituisce l'elemento ambientale di interconnessione ecologica fra la componente abiotica degli ecosistemi e le altre componenti biocenotiche. La classificazione delle tipologie ecosistemiche, su base essenzialmente vegetazionale e alla struttura della vegetazione presente, ha permesso di distinguere diverse unità ambientali variamente interconnesse tra di loro. Nelle

aree a valenza naturalistica, dove tuttavia si rileva anche la presenza antropica, gli ambienti ecotonali possono essere costituiti da formazioni vegetali a varia struttura (da “filari”, stretti e monostratificati, di basso livello di naturalità, a forme larghe e polistratificate come le macchie e le frange boscate) e ricchezza di specie (sia vegetali che animali). Talvolta si tratta di tipologie ambientali instabili che, nell’ambito strettamente terrestre, tendono a evolvere verso forme più complesse, para-forestali; nel caso degli ecotoni che caratterizzano i greti, l’instabilità può essere dovuta alle rapide variazioni delle condizioni causate dalla dinamica idrologica del corpo idrico.

Nell’area vasta di studio possono quindi essere individuati i seguenti ecosistemi:

#### *5.3.2.1. Aree boscate*

Le aree boscate rappresentano un ecosistema naturale terrestre essenzialmente costituito, nell’area di indagine, da formazioni forestali presenti sui versanti e, in misura minore, da formazioni ripariali. Le formazioni forestali prevalenti sono: Acero-frassineti ed Acero-tiglieti, Peccete di sostituzione ed azonali e Castagneti.

Alcune aree forestali arrivano, nella zona a nord, in prossimità del tracciato della Variante Est di Edolo, in uscita dal tratto in galleria, fino quasi a lambire il fiume Oglio, in aree dove le condizioni stagionali di umidità e freschezza sono superiori. Si tratta in particolare della tipologia forestale dell’Acero-frassineto tipico, che si distribuisce soprattutto lungo le valli dei corsi d’acqua, sia principali che secondari, dove trova le caratteristiche ecologiche migliori per il suo sviluppo.

Le aree forestali si presentano diffuse sui versanti, mentre nei margini dell’abitato di Edolo principalmente, si riscontra la presenza di aree naturali con altri tipi di vegetazione, arbusteti o aree in evoluzione verso forme forestali, dove si rileva l’interferenza antropica legata principalmente all’espansione dell’urbanizzato e dell’edificato, oltre che legata alle attività agricole.

Nelle aree dove la copertura boscata si presenta continua e diffusa, la presenza di specie animali non è sicuramente alterata, anche considerando la vicinanza del Parco Regionale dell’Adamello. Scendendo più verso il fondovalle e verso l’abitato di Edolo soprattutto, gli spazi naturali di questo tipo si riducono, a vantaggio delle superfici urbanizzate, residenziali e commerciali e/o produttive.

#### *5.3.2.2. Ecosistemi lentic*

Gli ecosistemi lentic comprendono il sistema delle acque correnti, composto da fiumi e torrenti.

Nell’area di indagine sono presenti, nello specifico, gli ecosistemi lentic caratterizzati dalla presenza del fiume Oglio, del torrente Valle Moia e del torrente Finale. Il fiume Oglio nell’area di indagine attraversa un ambito molto urbanizzato all’interno dell’abitato di Edolo, dove le sponde del fiume si presentano prevalentemente regimate e artificiali e, solo a tratti, naturali.

Dal punto di vista delle caratteristiche di qualità delle acque, il fiume Oglio presenta uno stato ecologico e uno stato chimico buono. La fauna ittica caratteristica è rappresentata dai Salmonidi

che popolano queste acque, ovvero la trota fario accompagnata frequentemente dallo scazzone ed il vairone.

#### 5.3.2.3. *Agroecosistemi*

L'agroecosistema è un ecosistema terrestre, costituito da pedoclima e comunità biologiche, che interagiscono fra loro e con i fattori antropici, nel quale l'uomo interviene per gestire gli equilibri, in modo da favorire lo sviluppo di alcune specie vegetali ed animali di interesse economico. Tali ecosistemi differiscono dagli ecosistemi naturali per la rilevanza dell'azione antropica legata a:

- riduzione della complessità biologica, legata alla presenza di specie essenzialmente coltivate;
- somministrazione di input energetici legati all'accrescimento della vegetazione coltivata;
- asportazione di biomassa;
- attività agricole quali lavorazioni e/o irrigazione.

Appartengono a questa categoria di ecosistemi le aree dove si concentra principalmente l'attività agricola, quali le superfici a seminativo, anche se presenti in percentuale minore; le aree costituite da vegetazione incolta, dove si rileva una colonizzazione successiva della Superficie Agricola Utilizzabile (SAU); le aree occupate da coltivazione di altre legnose agrarie, come i Castagneti da frutto; le superfici occupate da pascoli e prati permanenti. Tali superfici occupano una superficie estesa dell'area vasta di indagine e sono rappresentate soprattutto da prati e pascoli.

#### 5.3.2.4. *Ecosistemi antropici e/o costruiti*

Tali ecosistemi sono legati principalmente alla presenza di aree urbane, industriali, commerciali e/o residenziali, e aree occupate da infrastrutture (viabilità e ferrovia).

Gli elementi urbani sono legati all'abitato di Edolo e a quello di Sonico e alle diverse frazioni sparse sul territorio comunale, la viabilità principale e secondaria,

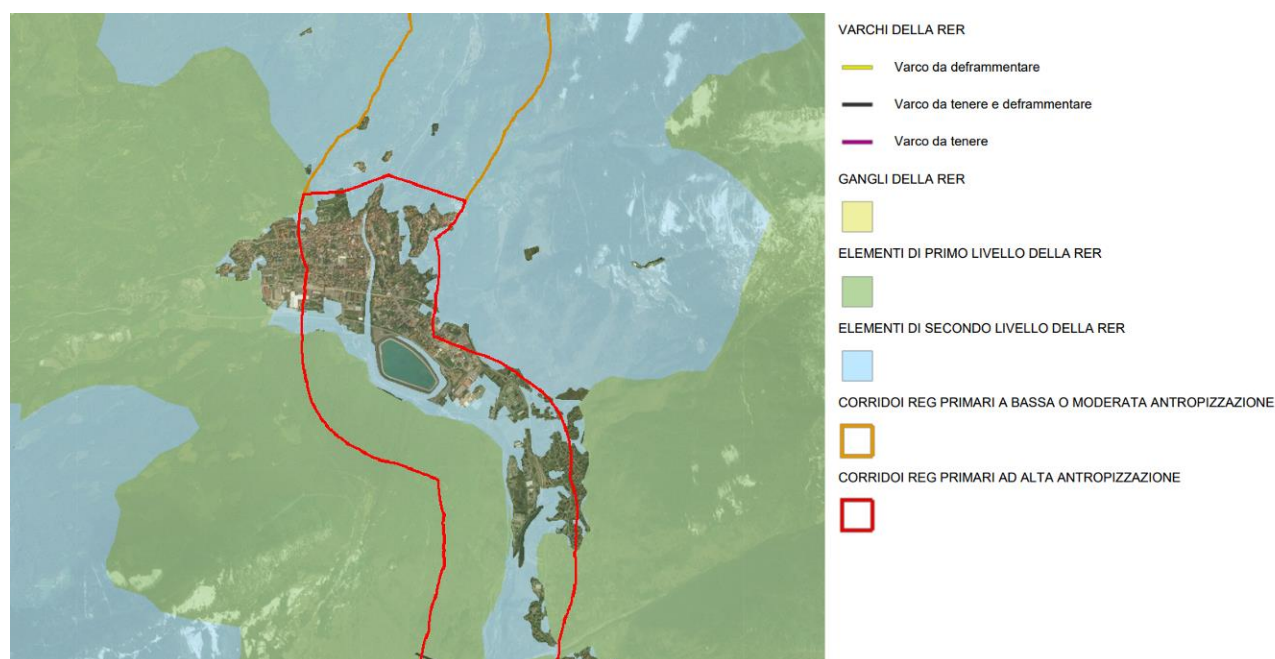
Si tratta essenzialmente di aree ad alta impermeabilizzazione, a permeabilità faunistica ridotta o quasi completamente assente, ad elevato consumo energetico. La presenza faunistica è in genere legata a quelle specie euriecie e dove comunque gli spazi da utilizzare per motivi trofici e riproduttivi sono molto esigui.

Gli ecosistemi comprendono al loro interno elementi ed usi del suolo di varia natura, ricomponibili in aggregati variamente interconnessi (ecomosaici) di diverso livello spaziale. La connessione tra i diversi ecomosaici permette la diffusione e lo scambio di specie animali e vegetali al fine di governare al meglio i flussi di organismi, acqua e sostanze critiche creando, più in generale una rete ecologica diffusa sul territorio.

La Rete Ecologica Regionale (RER) della Lombardia è riconosciuta come infrastruttura prioritaria del Piano Territoriale Regionale (PTR) e costituisce strumento orientativo per la pianificazione regionale e locale.

Dalla lettura della Figura 4.6.4 che riporta gli elementi della RER nell'area di interesse, è possibile rilevare la presenza dei seguenti elementi della rete ecologica:

- corridoio primario a bassa e moderata antropizzazione – costituito da buffer di 500 m a lato del fiume Oglio, quale elemento di connettività, nella parte Nord;
- corridoi primari a medio-basso livello antropico - costituito da buffer di 500 m a lato del fiume Oglio presso il centro abitato di Edolo, quale elemento di connettività, nella parte Sud;
- elementi di primo livello – compresi nelle aree prioritarie per la biodiversità, presenti nell'area occidentale rispetto all'abitato di Edolo, rappresentati dall'area 47 – Aprica-Mortirolo;
- elementi di secondo livello – sono aree esterne alle aree prioritarie ma comunque importanti per la biodiversità.



### **lementi della RER nell'area di interesse**

I corridoi ecologici sono elementi fondamentali della rete, che hanno il compito di consentire la diffusione spaziale di specie altrimenti incapaci di rinnovare le proprie popolazioni locali e, più in generale, di governare i flussi di organismi, acqua e sostanze critiche.

Dal punto di vista ecologico in tali ambiti della RER, si sottolinea come il fondovalle della Val Camonica sia caratterizzato dalla presenza del fiume Oglio e dei relativi ambienti ripariali; le aree a prato e pascolo identificate sono inoltre di notevole interesse per l'avifauna nidificante e per l'entomofauna. Il fiume Oglio rappresenta l'elemento connettivo della locale "Rete Ecologica di Valle Camonica", costituita dal sistema di Aree Protette (Parco dell'Adamello, Riserve Naturali



regionali e Parchi Locali di Interesse Sovra comunale -PLIS) e dagli elementi della Rete Natura 2000.

### 5.3.3. Fauna

Per la caratterizzazione di Invertebrati, Pesci, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi relativa all'area di studio è stata effettuata la disamina della letteratura disponibile, a partire i dati e le informazioni inerenti ai Siti Natura 2000 che, sebbene non interferiti, sono ubicati in prossimità degli interventi.

Relativamente alle Liste Rosse IUCN, è stata inserita per ciascuna specie la categoria di rischio di estinzione a livello globale e quella riferita alla popolazione italiana.

È stato inoltre ritenuto utile indicare lo stato di conservazione complessivo in Italia delle specie di interesse comunitario ed il relativo trend di popolazione secondo quanto desunto dal 3° Rapporto nazionale della Direttiva Habitat edito da ISPRA e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend".

**Tabella 3 - Legenda delle principali simbologie utilizzate per le specie animali protette**

<b>Direttiva Habitat 92/43/CEE</b>	
Allegato II	Specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione
Allegato IV	Specie animali e vegetali d'interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa
Allegato V	Specie animali e vegetali d'interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione
*	Specie prioritaria
<b>Direttiva Uccelli 79/409 CEE e 2009/143/CEE</b>	
Allegato I	Specie di uccelli per le quali sono previste misure speciali di conservazione per quanto riguarda l'habitat, al fine di garantire la sopravvivenza e la riproduzione nella loro area di distribuzione
<b>IUCN</b>	
EX	Extinct (Estinta)
EW	Extinct in the Wild (Estinta in natura)
CR	Critically Endangered (In pericolo critico)
EN	Endangered (In pericolo)
VU	Vulnerable (Vulnerabile)
NT	Near Threatened (Quasi minacciata)
LC	Least Concern (Minor preoccupazione)
DD	Data Deficit (Carenza di dati)
NE	Not Evaluated (Non valutata)
NA	Non applicabile, specie per le quali non si valuta il rischio di estinzione in Italia
<b>Ex Art. 17 Direttiva Habitat</b>	
<b>Status di conservazione</b>	
	Sconosciuto
	Favorevole
	Inadeguato
	Cattivo

Trend	
↓	In peggioramento
↑	In miglioramento
→	Stabile
?	Sconosciuto
SPEC	
Specie di Uccelli con sfavorevole stato di conservazione in Europa secondo Birds in Europe 12 (BirdLife International 2004)	
1	Presente esclusivamente in Europa
2	Concentrata in Europa
3	Non concentrata in Europa
4	Presenta uno stato di conservazione favorevole, pur essendo concentrata in Europa

Lista Rossa 2019 degli Uccelli Nidificanti in Italia	
CR	PERICOLO CRITICO
EN	IN PERICOLO
VU	VULNERABILE
NT	QUASI MINACCIATA
LC	MINOR PREOCCUPAZIONE
DD	CARENZA DI DATI
NA	NON APPLICABILE
NE	NON VALUTATA

Di seguito vengono riportate le liste delle specie potenzialmente presenti nell'area di studio così come precedentemente definita.

### **INVERTEBRATI**

Per le specie segnalate si riporta il loro inserimento nella Direttiva Habitat 92/43/CEE Allegato II = All. II (specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione), Allegato IV = All. IV (specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa) e Allegato V = All. V (specie animali e d'interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione). Si riporta inoltre lo status di conservazione e il trend delle popolazioni secondo l'aggiornamento dell'ex art. 17 Direttiva Habitat e il loro inserimento nella Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate sia in riferimento alle popolazioni globali che per quelle italiane.

INVERTEBRATI							
Nome Comune	Nome Scientifico	DIRETTIVA HABITAT			Ex art.17 Reg.CON	IUCN CAT. Globale	IUCN C CAT. Pop. Ita.
		All. II	All. IV	All. V			
Gambero di fiume europeo	<i>Austropotamobius pallipes</i>	X	X			EN	NE

Per gli Invertebrati nell'area di studio viene segnalata solamente la presenza del Gambero di fiume europeo (*Austropotamobius pallipes*), legato alla presenza di corsi d'acqua, tra cui anche il fiume Oglio, specie menzionata nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE, in quanto specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione

In merito all'aggiornamento dell'ex art. 17 della Direttiva Habitat, il gambero di fiume, nella regione biogeografica alpina, presenta uno status conservazionistico favorevole. Per quanto riguarda l'inserimento nella Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate, il gambero di fiume risulta come NE – Non valutato.

## VERTEBRATI

### Pesci

Per le specie presenti nell'area di studio si riporta il loro inserimento nella Direttiva Habitat 92/43/CEE Allegato II = All. II (specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione), Allegato IV = All. IV (specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa) e Allegato V = All. V (specie animali e d'interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione). Si riporta inoltre lo status di conservazione e il trend delle popolazioni secondo l'aggiornamento dell'ex art. 17 Direttiva Habitat e il loro inserimento nella Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate sia in riferimento alle popolazioni globali che per quelle italiane.

PESCI							
Nome Comune	Nome Scientifico	DIRETTIVA HABITAT			Ex art.17 Reg.CON	IUCN CAT. Globale	IUNC CAT. Pop.Ita.
		All. II	All. IV	All. V			
Barbo mediterraneo	<i>Barbus meridionalis</i>	X				NT	NA
Scazzone	<i>Cottus gobio</i>	X			↓	LC	LC
Trota fario	<i>Salmo trutta</i>						NA
Trota marmorata	<i>Salmo marmoratus</i>	X			↓	LC	CR
Vairone	<i>Telestes multicellus</i>	X			→	LC	LC

La fauna ittica di riferimento per l'area di indagine è quella del fiume Oglio nel suo tratto montano, tra Ponte di Legno e Cedegolo. In questo tratto i Salmonidi che popolano queste acque sono: la trota fario, unitamente alla trota marmorata, seppure in minor misura. La trota fario è accompagnata frequentemente dallo scazzone, piccolo pesce di abitudini strettamente legate al fondo del fiume. Solo nei tratti meno pendenti presso il fondovalle si può rilevare il vairone, piccolo Ciprinide che predilige zone calme e ricche di rifugi in cui nascondersi.

Lo scazzone, la trota marmorata, il barbo mediterraneo e il vairone sono indicati nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE, come specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione.

In merito all'aggiornamento dell'ex art. 17 della Direttiva Habitat, lo scazzone presenta uno status conservazionistico inadeguato, il vairone uno stato favorevole e la trota marmorata uno stato cattivo; il trend è stabile per vairone e in peggioramento per trota marmorata e scazzone. Per quanto riguarda l'inserimento nella Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate, la trota fario e il barbo mediterraneo risultano NA- Non Applicabile a livello italiano (ovvero per queste specie il rischio non è stato valutato), mentre scazzone e vairone risultano LC – A minor preoccupazione; la trota marmorata risulta come CR - In pericolo critico.

### Anfibi - Rettili

Per le specie segnalate si riporta il loro inserimento nella Direttiva Habitat 92/43/CEE Allegato II = All. II (specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione), Allegato IV = All. IV (specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa) e Allegato V = All. V (specie animali e d'interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione). Si riporta inoltre lo status di conservazione e il trend delle popolazioni secondo l'aggiornamento dell'ex art. 17 Direttiva Habitat e il loro inserimento nella Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate sia in riferimento alle popolazioni globali che per quelle italiane.

ANFIBI							
Nome Comune	Nome Scientifico	DIRETTIVA HABITAT			Ex art.17 Reg.CON	IUCN CAT. Globale	IUNC CAT. Pop.Ita.
		All. II	All. IV	All. V			
Salamandra pezzata	<i>Salamandra salamandra</i>					LC	LC
Tritone crestato italiano	<i>Triturus carnifex</i>	X	X		↓	LC	NT

Per la Classe degli Anfibi si segnala la presenza del tritone crestato italiano, specie inserita nell'Allegato II (specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione) e nell'Allegato IV della Direttiva Habitat, in quanto specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa. È inoltre presente anche la salamandra pezzata.

In merito all'aggiornamento dell'ex art. 17 della Direttiva Habitat il tritone crestato italiano presenta uno status conservazionistico inadeguato con trend in peggioramento. Secondo la Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate, il tritone crestato italiano risulta NT – Quasi minacciato, mentre la salamandra pezzata come LC – A minor preoccupazione.

Di seguito viene invece riportato l'elenco dei rettili.



RETTILI							
Nome Comune	Nome Scientifico	DIRETTIVA HABITAT			Ex art.17 Reg. CON	IUCN CAT. Globale	IUNC CAT. Pop.Ita.
		All. II	All. IV	All. V			
Ramarro	<i>Lacerta viridis</i>		X			LC	LC
Natrice dal collare	<i>Natrix natrix</i>					LC	LC
Colubro liscio	<i>Coronella austriaca</i>		X		→	NE	LC

Per la Classe dei Rettili si segnala la presenza delle seguenti specie: ramarro, natrice del collare e colubro liscio. Ramarro e colubro liscio, vengono citati dall'Allegato IV della Direttiva Habitat, in quanto specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa. In merito all'aggiornamento dell'ex art. 17 della Direttiva Habitat, il ramarro e il colubro liscio presentano uno status conservazionistico favorevole, il ramarro con un trend stabile mentre il colubro in peggioramento. Secondo la Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate, tutte le specie indicate risultano infine come LC – A minor preoccupazione.

## Uccelli

Relativamente agli Uccelli, si riporta lo stato di conservazione in Italia secondo la Lista Rossa 2019 degli Uccelli Nidificanti in Italia (Pubblicazione della IUCN, in collaborazione con il MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e di Federparchi – Federazione Italiana Parchi e Riserve Naturali), il loro inserimento nell'Allegato I della Direttiva Uccelli 2009/147/CE e lo stato di conservazione in Europa secondo Birds in Europe 12 (BirdLife International 2004).

UCCELLI				
Nome italiano	Nome scientifico	Direttiva Uccelli All. I	SPEC	LRI
Astore	<i>Accipiter gentilis</i>	X	NON-SPEC	LC
Sparviero euroasiatico	<i>Accipiter nisus</i>	X	NON- SPEC	LC
Piro piro piccolo	<i>Actitis hypoleucos</i>		NON- SPEC	NT
Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>		NON- SPEC	LC
Civetta capogrosso	<i>Aegolius funereus</i>	X	NON- SPEC	LC
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	X	SPEC 3	NT
Alzavola	<i>Anas crecca</i>		NON- SPEC	EN
Germano reale	<i>Anas platyrhynchos</i>		NON- SPEC	LC
Pispola	<i>Anthus pratensis</i>	X	SPEC 1	NA
Spioncello	<i>Anthus spinoletta</i>		NON-SPEC	LC
Prispolone	<i>Anthus trivialis</i>		SPEC 3	LC
Rondone	<i>Apus apus</i>		SPEC 3	LC
Rondone maggiore	<i>Tachymarptis melba</i>		NON-SPEC	LC
Aquila reale	<i>Aquila chrysaetos</i>	X	NON-SPEC	NT
Gufo comune	<i>Asio otus</i>		NON-SPEC	LC
Beccofrusone	<i>Bombycilla garrulus</i>		NON-SPEC	-
Francolino di monte	<i>Bonasa bonasia</i>	X	NON-SPEC	DD
Gufo reale	<i>Bubo bubo</i>	X	SPEC 3	NT
Poiana	<i>Buteo buteo</i>		NON-SPEC	LC
Zigolo di Lapponia	<i>Calcarius lapponicus</i>		NON-SPEC	-
Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	X	SPEC 3	LC
Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>		SPEC 4	LC
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>		NON-SPEC	LC
Verdone comune	<i>Carduelis chloris</i>		SPEC 4	NT*
Venturone	<i>Carduelis citrinella</i>		NON-SPEC	LC
Organetto	<i>Carduelis flammea</i>		NON-SPEC	VU
Lucherino	<i>Carduelis spinus</i>		SPEC 4	LC
Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	X	NON-SPEC	LC
Rampichino alpestre	<i>Certhia familiaris</i>		NON-SPEC	LC

UCCELLI				
Nome italiano	Nome scientifico	Direttiva Uccelli All. I	SPEC	LRI
Corriere piccolo	<i>Charadrius dubius</i>		NON-SPEC	LC
Piviere tortolino	<i>Eudromias morinellus</i>	X	NON-SPEC	LC
Merlo acquaiolo	<i>Cinclus cinclus</i>		NON-SPEC	LC
Biancone	<i>Circus cyaneus</i>		NON-SPEC	LC
Albanella reale	<i>Circus cyaneus</i>	X	SPEC 3	NA
Frosone	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>		NON-SPEC	LC
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	X	NON-SPEC	LC
Corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>		NON-SPEC	LC
Corvo comune	<i>Corvus frugilegus</i>		NON-SPEC	-
Coturnice	<i>Coturnix coturnix</i>		SPEC 3	DD
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>		NON-SPEC	LC
Balestruccio	<i>Delichon urbica</i>		SPEC 3	LC
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	X	NON-SPEC	LC
Picchio nero	<i>Dryocopus martius</i>	X	NON-SPEC	LC
Zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>		NON-SPEC	LC
Zigolo giallo	<i>Emberiza citrinella</i>		SPEC 2	VU
Pettirozzo	<i>Erithacus rubecula</i>		SPEC 3	LC
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>		SPEC 3	LC
Lodolaia	<i>Falco subbuteo</i>		NON-SPEC	LC
Balia nera	<i>Ficedula hypoleuca</i>		NON-SPEC	LC
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	X	NON-SPEC	LC
Peppola	<i>Fringilla montifringilla</i>		SPEC 3	NA
Beccaccino	<i>Gallinago gallinago</i>		SPEC 3	NA
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>		NON-SPEC	LC
Civetta nana	<i>Glaucidium passerinum</i>		NON-SPEC	NT
Canapino maggiore	<i>Hippolais icterina</i>		NON-SPEC	-
Rondine comune	<i>Hirundo rustica</i>		SPEC 3	NT
Torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>		SPEC 3	EN
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	X	SPEC 3	VU
Averla maggiore	<i>Lanius excubitor</i>		SPEC 3	-
Crociere comune	<i>Loxia curvirostra</i>		NON-SPEC	LC
Codirossone	<i>Monticola saxatilis</i>		SPEC 3	DD
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>		NON-SPEC	LC
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>		NON-SPEC	LC
Cutrettola	<i>Motacilla flava</i>		NON-SPEC	VU
Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>		NON-SPEC	LC
Nocciolaia	<i>Nucifraga caryocatactes</i>		NON-SPEC	LC
Culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>		SPEC 3	LC
Cincia mora	<i>Parus ater</i>	X	NON-SPEC	LC
Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>		SPEC 4	LC
Cincia dal ciuffo	<i>Parus cristatus</i>		NON-SPEC	LC

UCCELLI				
Nome italiano	Nome scientifico	Direttiva Uccelli All. I	SPEC	LRI
Cinciallegra	<i>Parus major</i>		NON-SPEC	LC
Cincia alpestre	<i>Poecile montanus</i>		NON-SPEC	LC
Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>		NON-SPEC	LC
Codirosso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochruros</i>		NON-SPEC	LC
Codirosso comune	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		NON-SPEC	LC
Luì bianco	<i>Phylloscopus bonelli</i>		NON-SPEC	LC
Luì piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>		NON-SPEC	LC
Luì verde	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>		SPEC 2	LC
Luì grosso	<i>Phylloscopus trochilus</i>		NON-SPEC	-
Picchio cenerino	<i>Picus canus</i>	X	NON-SPEC	LC
Picchio verde	<i>Picus viridis</i>		NON-SPEC	LC
Sordone	<i>Prunella collaris</i>		NON-SPEC	LC
Passera scopaiaola	<i>Prunella modularis</i>		NON-SPEC	NT
Rondine montana	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>		NON-SPEC	LC
Gracchio alpino	<i>Pyrrhocorax graculus</i>		NON-SPEC	LC
Ciuffolotto	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	X	NON-SPEC	NT
Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>		NON-SPEC	LC
Regolo	<i>Regulus regulus</i>		SPEC 2	LC
Stiaccino	<i>Saxicola rubetra</i>		SPEC 2	VU
Salimpalo	<i>Saxicola torquata</i>		NON-SPEC	EN
Beccaccia	<i>Scolopax rusticola</i>		NON-SPEC	DD
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>		SPEC 2	LC
Allocco	<i>Strix aluco</i>		NON-SPEC	LC
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>		SPEC 3	LC
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>		NON-SPEC	LC
Beccafico	<i>Sylvia borin</i>		NON-SPEC	VU
Sterpazzola	<i>Sylvia communis</i>		NON-SPEC	LC
Bigiarella	<i>Sylvia curruca</i>		NON-SPEC	LC
Picchio muraiolo	<i>Tichodroma muraria</i>		NON-SPEC	LC
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	X	NON-SPEC	LC
Tordo sassello	<i>Turdus iliacus</i>	X	SPEC 1	NA
Merlo	<i>Turdus merula</i>		NON-SPEC	LC
Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>		NON-SPEC	LC
Cesena	<i>Turdus pilaris</i>		NON-SPEC	NT
Merlo dal collare	<i>Turdus torquatus</i>		NON-SPEC	LC
Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>		NON-SPEC	LC
Upupa comune	<i>Upupa epops</i>		NON-SPEC	LC

\*Classificazione derivante dalla Lista Rossa 2011 degli Uccelli Nidificanti in Italia (Peronace et alii, 2012), in quanto specie non indicata nella Lista Rossa 2019 degli Uccelli Nidificanti in Italia  
- Specie non classificata nelle Liste Rosse 2011 e 2019 degli Uccelli Nidificanti in Italia

Relativamente alla Classe degli Uccelli viene segnalata la presenza di 108 specie. Di queste, 22 vengono citate nell'Allegato I della Direttiva Uccelli 2009/147/CE.

Zigolo giallo, luì verde, regolo comune, stiaccino, verzellino appartengono alla categoria SPEC 2, in quanto specie di Uccelli concentrate in Europa; mentre allodola, coturnice, prispolone, rondone, gufo reale, succiacapre, albanella reale, quaglia, balestruccio, pettirosso, gheppio comune, peppola, beccaccino, rondine comune, torcicollo, averla piccola, averla maggiore, codirossone, culbianco, storno comune, tordo sassello sono comprese nella categoria SPEC 3, perché specie non concentrate in Europa. La pispola è compresa nella categoria SPEC 1 in quanto esclusivamente concentrata in Europa, mentre fanello, verdone comune, lucherino e cinciarella



appartengono alla categoria SPEC 4, ovvero quelle specie la cui popolazione è maggiormente concentrata in Europa e che presentano un favorevole status di conservazione in Europa.

Secondo la Lista Rossa 2019 degli Uccelli Nidificanti in Italia, organetto, zigolo giallo, averla piccola, cutrettola, staccino e beccafico vengono indicati come VU – Vulnerabili; mentre alavola, torcicollo e saltimpalo sono considerate EN – In pericolo. Allodola, aquila reale, gufo reale, verdone comune, civetta nana, rondine comune, passera scopaiola, ciuffolotto e cesena sono considerate NT – Quasi minacciata; pispola, albanella reale, balia nera, peppola, beccaccino e tordo sassello risultano come NA – Non applicabile e per coturnice, codirossone e beccaccia è risultata una Carenza di dati (DD).

### Mammiferi

Per le specie segnalate si riporta il loro inserimento nella Direttiva Habitat 92/43/CEE Allegato II = All. II (specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione), Allegato IV = All. IV (specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa) e Allegato V = All. V (specie animali e d'interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione). Si riporta inoltre lo status di conservazione e il trend delle popolazioni secondo l'aggiornamento dell'ex art. 17 Direttiva Habitat e il loro inserimento nella Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate sia in riferimento alle popolazioni globali che per quelle italiane.

MAMMIFERI							
Nome Comune	Nome Scientifico	DIRETTIVA HABITAT			Ex art.17 Reg. Con	IUCN CAT. Globale	IUNC CAT. Pop. Ita.
		All. II	All. IV	All. V			
Ghiro	<i>Glis glis</i>					LC	LC
Tasso	<i>Meles meles</i>					LC	LC
Donnola	<i>Mustela nivalis</i>					LC	LC
Faina	<i>Martes foina</i>					LC	LC
Cervo europeo	<i>Cervus elaphus</i>					LC	LC
Lepre comune	<i>Lepus europaeus</i>					LC	LC
Rinolofo maggiore	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	X	X		↓	LC	VU
Scoiattolo	<i>Sciurus vulgaris</i>					LC	LC
Volpe	<i>Vulpes vulpes</i>					LC	LC
Orso bruno	<i>Ursus arctos arctos</i>	X	X		↑	CR	CR

Le seguenti specie: ghiro, tasso, donnola, faina, cervo, lepre, scoiattolo e volpe presentano uno stato conservazionistico a minor preoccupazione.

L'orso bruno e il rinolofo maggiore sono inseriti nell'Allegato IV della Direttiva Habitat perché specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa e nell'Allegato II della stessa Direttiva, tra le specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione.

Sia l'orso bruno che il rinolofo maggiore presentano uno status conservazionistico inadeguato, con un trend in peggioramento per il rinolofo, in miglioramento per l'orso bruno. Secondo la Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate, l'orso risulta come CR – In pericolo critico a livello italiano, mentre il rinolofo come VU – Vulnerabile.

#### **5.3.4. Valutazione degli effetti**

La valutazione dell'effetto sulla componente viene effettuata, separatamente la dimensione costruttiva e la dimensione fisica (con riferimento all'introduzione delle nuove opere) tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Sottrazione di Habitat
- Disturbo della connettività ecologica

##### **5.3.4.1. Sottrazione di Habitat**

L'effetto in esame consiste nella sottrazione permanente o temporanea di habitat e biocenosi, conseguente all'introduzione delle nuove opere infrastrutturali o all'utilizzo in via temporanea di aree per all'approntamento delle aree di cantiere fisso.

Entrando nel merito del caso in specie, si evidenzia che tutte le azioni di progetto, in riferimento all'ubicazione sia delle opere, sia dei cantieri fissi, hanno luogo all'interno di aree di pertinenza ferroviaria o su superficie stradale asfaltata o pavimentata. In ragione di quanto sopra è possibile escludere qualunque ricaduta del progetto in termini di sottrazione di Habitat.

##### **Disturbo alla connettività ecologica**

L'effetto consiste nella limitazione e/o nell'impedimento temporaneo delle dinamiche di spostamento della fauna attraverso elementi naturali connettivi e/o corridoi ecologici, conseguente alla creazione di barriere fisiche dovuti all'allestimento delle aree di cantiere. Si considera pertanto 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. Si evidenzia che il progetto ricade all'interno di un

In merito a tale aspetto si evidenzia che le aree di intervento ricadono all'interno di un Corridoio Regionale Primario ad alta antropizzazione che si sviluppa a cavallo del fiume Oglio. In merito alle possibili interferenze del progetto su tale connessione della Rete Ecologica Regionale (recepita sia dalle Rete Ecologica Provinciale, sia da quella comunale) vale la pena evidenziare che gli interventi in esame, che si configurano come interventi di adeguamento di una infrastruttura esistente, effettuate senza ampliamenti o variazioni altimetriche degne di nota, non incidono in alcun modo sull'attuale livello di permeabilità del corridoio in questione.

È rilevante evidenziare che la sostituzione delle motrici alimentate a gasolio con quelle a celle a combustibile ad idrogeno, comporterà una significativa diminuzione delle emissioni di rumore e

di CO<sub>2</sub>, contribuendo a moderare sensibilmente il disturbo prodotto dall'infrastruttura sulla connettività ecologica.

Alla luce di quanto sopra, in riferimento al progetto in esame si ritiene che l'effetto atteso sia sostanzialmente nullo

## **BIODIVERSITA' - SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: NULLO**

### **5.4. Atmosfera**

#### **5.4.1. Inquadramento climatico**

Il regime delle precipitazioni si caratterizza per essere di tipo sub-equinoziale estivo, mostrando un'influenza marittima e una mitigazione dovuta alle correnti caldo-umide provenienti dal lago d'Iseo. Le stagioni che registrano le maggiori piogge sono la primavera (maggio-giugno) e l'autunno (ottobre), fenomeno probabilmente legato alle correnti caldo-umide. Anche se il pattern pluviometrico rimane costante, si osserva un incremento delle precipitazioni, particolarmente nei mesi tradizionalmente più umidi.

#### **Temperature**

Nei recenti decenni, è stato registrato un aumento generale delle temperature medie mensili, ad eccezione del mese di febbraio, che ha invece mostrato una leggera diminuzione. Tale aumento è più marcato in gennaio e agosto, con variazioni fino a 3°C. L'andamento termico varia significativamente in base all'orientamento dei versanti: al nord si accentuano i minimi termici, mentre al sud-ovest le temperature estive sono più miti. Questo ha un impatto diretto sulla vegetazione forestale. L'ampia variazione altimetrica del territorio contribuisce a una grande diversità nelle precipitazioni nevose e nella loro durata al suolo<sup>2</sup>.

La tabella seguente presenta le temperature mensili medie, minime e massime, riferite all'anno 2022, calcolate sulla base dei dati resi disponibili dall'ARPA Lombardia raccolti presso la Stazione meteo climatica Edolo – Ist. Meneghini ubicata, a poche centinaia di metri dall'area di intervento.

---

<sup>2</sup> G. Manfrini, Piano di Assestamento delle proprietà silvo pastorali del comune di Edolo per il quindicennio 2002-2016

**Tabella 4 - Stazione Edolo - Ist. Meneghini - Temperature medie, minime e massime mensili (C°)**

Mesi	Temperatura media	Temperatura minima	Temperatura massima
Gennaio	3,8	-3,9	19,1
Febbraio	5,5	-3,2	17,8
Marzo	7,1	-3,3	21,5
Aprile	10,7	-1,4	23,6
Maggio	17,6	6,5	31
Giugno	21,6	10,7	32,3
Luglio	24,6	12,6	36,2
Agosto	22,6	13,3	34
Settembre	16,4	5,8	28,3
Ottobre	14,8	7,2	25,5
Novembre	7,4	-0,7	19,3
Dicembre	2,9	-6,1	12,4
<b>Dato Annuale (2022)</b>	<b>13,0</b>	<b>-6,1</b>	<b>36,2</b>

Dall'analisi della tabella in alto si evidenzia che le temperature medie mensili variano significativamente nel corso dell'anno, a partire da un valore medio di 3,8°C in gennaio fino a un picco di 24,6°C in luglio, per poi diminuire gradualmente fino a dicembre.

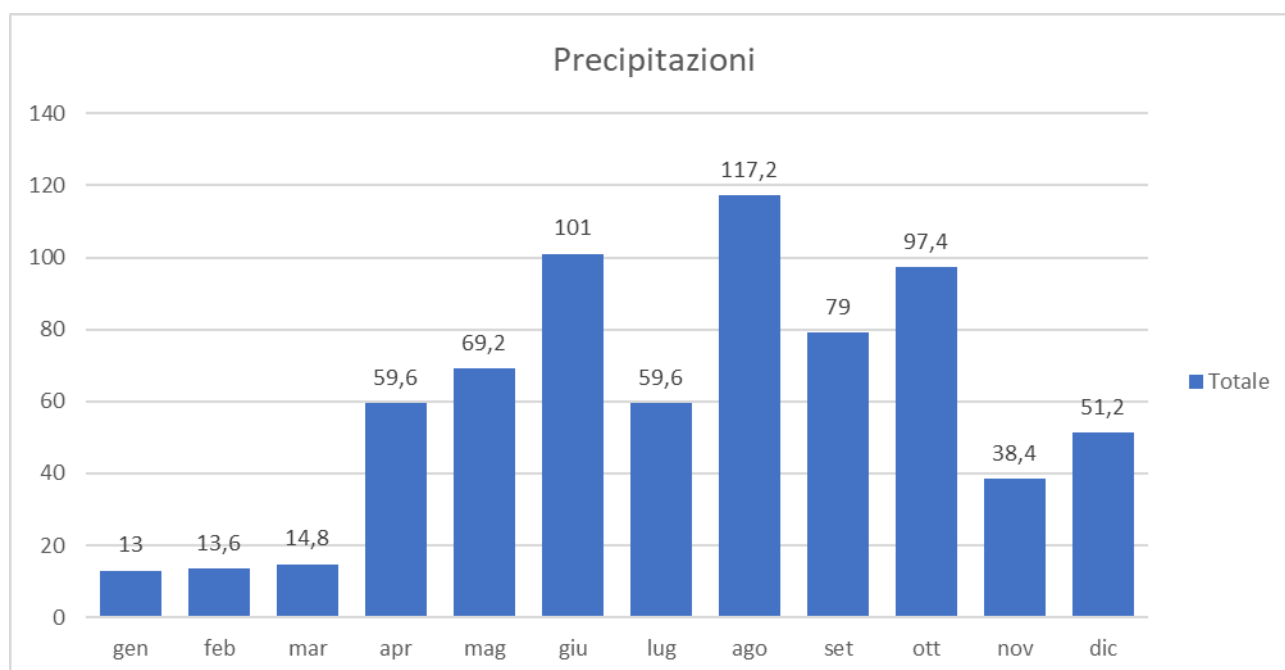
La tabella, inoltre, evidenzia ampie escursioni termiche tra le temperature minime e massime, specialmente nei mesi estivi. Ad esempio, a luglio, la temperatura minima registrata è di 12,6°C, mentre la massima raggiunge i 36,2°C.

Le temperature estreme registrate nel 2022 sono -6,1°C come minimo (dicembre) e 36,2°C come massimo (luglio), che sottolineano la capacità dell'area di sperimentare sia condizioni molto fredde che ondate di caldo comunque rilevante.

### **Precipitazioni**

Sempre a partire dai dati della centralina meteorologica di Edolo – Ist. Meneghini è stata elaborato un grafico in cui sono rappresentati i dati mensili delle precipitazioni cumulate in millimetri.





**Figura 8 - Stazione Edolo - Ist. Meneghini – Precipitazioni, cumulate mensili (mm)**

L'analisi del grafico mostra una chiara variazione stagionale delle precipitazioni. I mesi invernali (gennaio, febbraio e marzo) mostrano i valori più bassi, tutti sotto i 15 mm, suggerendo un periodo relativamente secco. Agosto è il mese con la maggiore quantità di precipitazioni, con 117,2 mm, indicando un picco di piogge estive. Anche ottobre mostra un'altra quantità significativa di pioggia con 97,4 mm, il che suggerisce la presenza di un secondo periodo di piogge intenso. In ogni caso i dati mostrano una variazione considerevole, che va dai minimi di 13 mm in gennaio ai massimi di 117,2 mm in agosto.

Per quanto riguarda i giorni di pioggia, nel 2022 sono stati complessivamente 96, di cui 86 con una cumulata giornaliera maggiore di 0,2 mm.

#### **5.4.2. Qualità dell'aria**

##### **La zonizzazione del territorio regionale ai sensi del D.lgs. n. 155/2010**

Il D. Lgs 155/2010 all'art.3 prevede che le regioni e le province autonome provvedano a sviluppare la zonizzazione del proprio territorio ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente o ad un suo riesame, nel caso sia già vigente, per consentire l'adeguamento ai criteri indicati nel medesimo D. Lgs.155/2010.

La Regione Lombardia con la delibera di Giunta regionale n. 2605 del 30 novembre 2011 ha messo in atto tale adeguamento della zonizzazione, revocando la precedente (varata con d.G.R n. 5290 del 2007) e presentando pertanto la ripartizione del territorio regionale nelle seguenti zone e agglomerati:

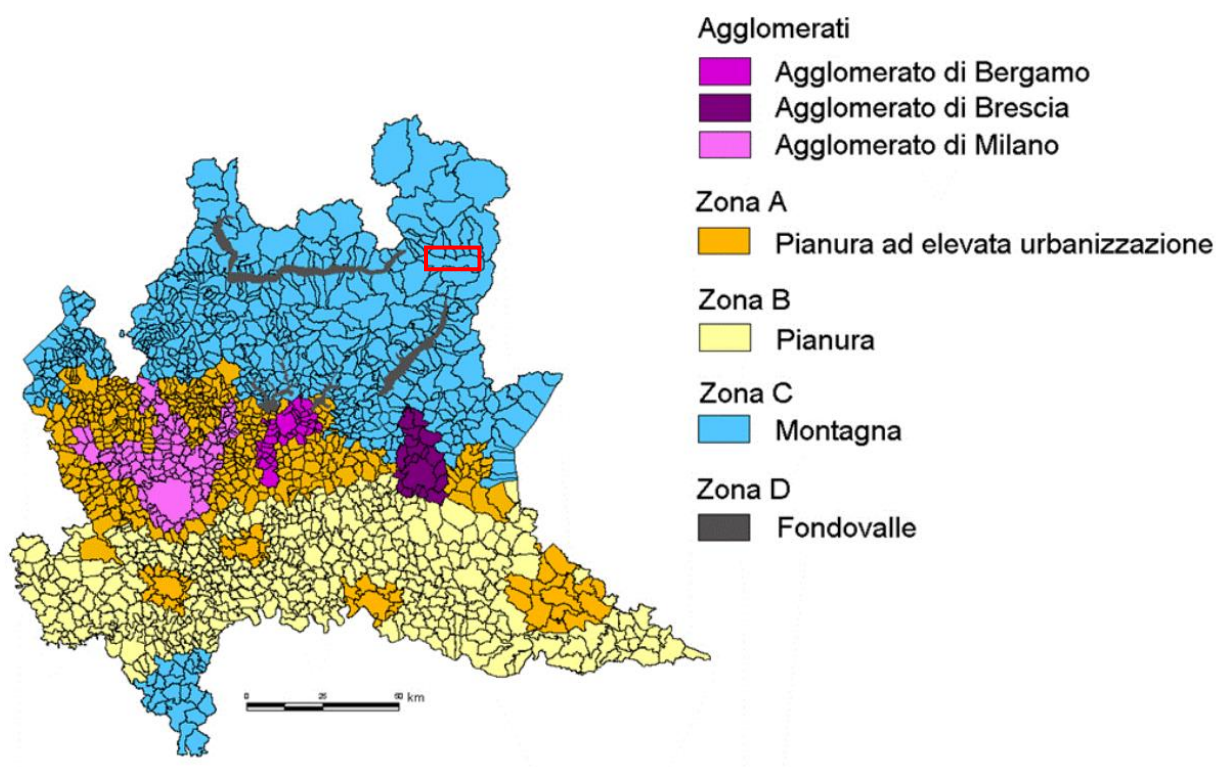
- Agglomerato di Bergamo
- Agglomerato di Brescia

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

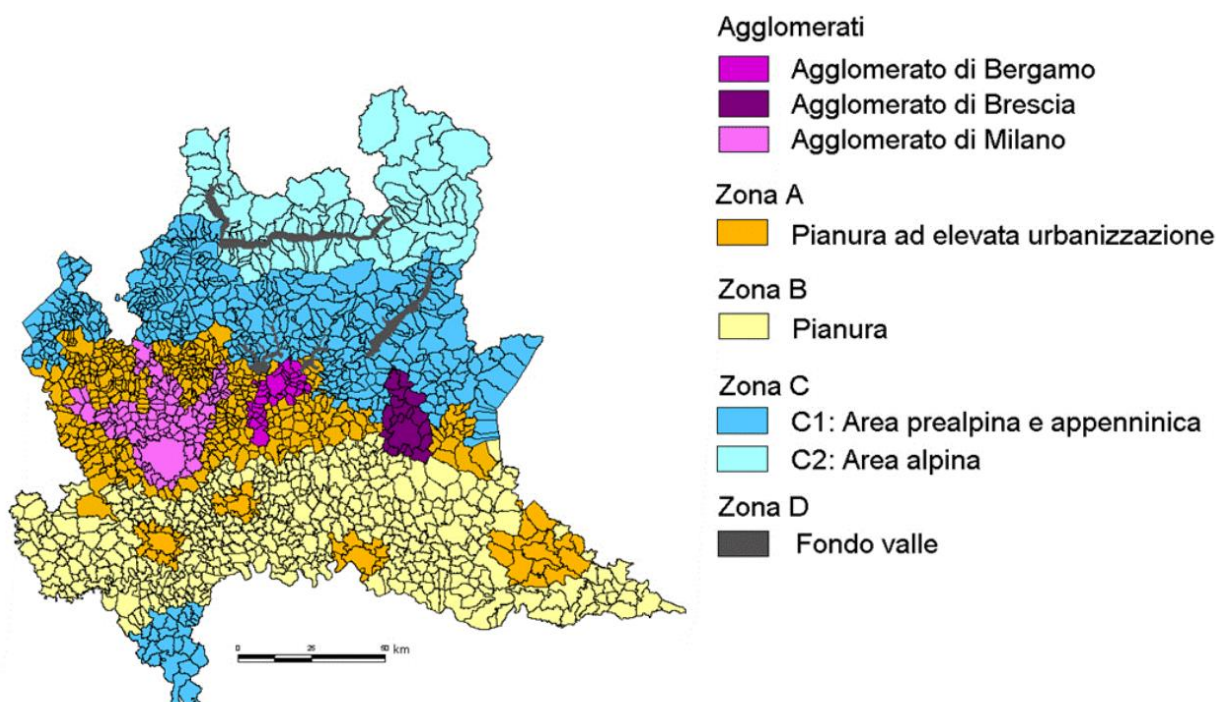
Tale ripartizione vale per tutti gli inquinanti monitorati ai fini della valutazione della qualità dell'aria, mentre per l'ozono vale l'ulteriore suddivisione della zona C in:

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

Le due figure che seguono riportano le mappe di zonizzazione del territorio regionale lombardo.



**Figura 9 - Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono (figura tratto dall'allegato alla DGR 2605 del 30 novembre 2011) – il territorio del Comune di Edolo nel riquadro in rosso.**



**Figura 10 - Zonizzazione del territorio regionale per l'ozono (figura tratta dall'allegato alla DGR 2605 del 30 novembre 2011) - il territorio del Comune di Edolo nel riquadro in rosso.**

Il Comune di Edolo, ambito in cui ricade l'intervento in oggetto, è compreso nella Zona C (Montagna) relativamente alla zonizzazione per tutti gli inquinanti e nella Zona C2 (Area Alpina) relativamente alla zonizzazione per l'ozono.

### Stato di qualità delle aree oggetto di intervento

In assenza di dati rilevati da centraline di monitoraggio della qualità dell'aria in prossimità (la centralina dell'Arpa Lombardia più vicina all'area di intervento è quella, in ambito periurbano/produttivo, nel Comune di Odolo a più di 80 km di distanza) o, comunque, in aree rappresentative delle condizioni dell'area di progetto, per effettuare una caratterizzazione della qualità dell'area, a livello locale, si sono presi in considerazione le stime per il Comune di Edolo effettuate e fornite da ARPA Lombardia nel periodo 01/01/2022 al periodo 31/12/2022; stime riferite ai seguenti indicatori:

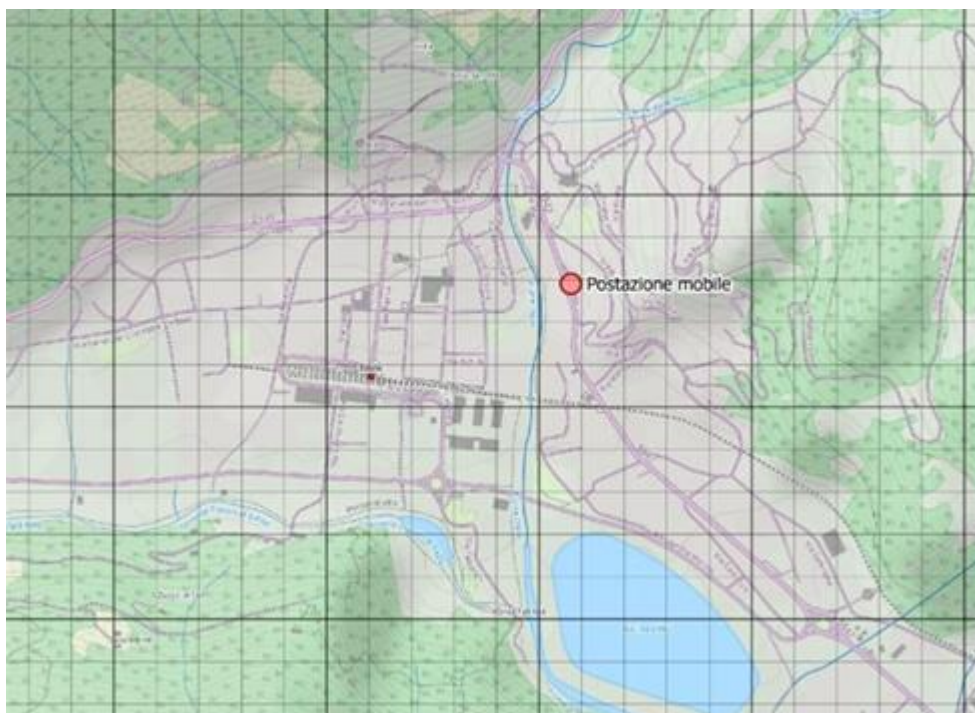
- media giornaliera pesata sul territorio comunale di particolato fine e di biossido d'azoto (PM10, NO2 con parametro associato Media giornaliera);
- massimo giornaliero di biossido d'azoto sul territorio comunale (NO2 con parametro Massimo giornaliero);

I dati di cui sopra sono stati elaborati ai fini del confronto con i limiti normativi per quanto riguarda il PM10 e NO2, inquinanti di interesse ai fini dello studio, da cui emerge che i valori stimati per il territorio comunale di Edolo, risultano di gran lunga inferiori delle soglie normative.

**Tabella 5 - Confronto tra i dati di concentrazione di PM10 e NO2 stimati (Fonte ARPA Lombardia) per il territorio di Edolo e i limiti normativi**

Inquinante	Indicatore	Valore stimato (anno 2022)	Limite normativo
PM10	Media annua	10,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	N. superam. Soglia 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	35
NO2	Media annua	3,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	N. superam. Soglia 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	18

Quanto emerge dai dati simulati dall'ARPA Lombardia, troverebbe parziale conferma dagli esiti di una campagna di monitoraggio, della durata di 30 giorni (dall'8 luglio 2020 al 6 agosto 2020), effettuata dall'ANAS presso il Comune di Edolo (BS) finalizzata alla caratterizzazione della qualità dell'aria in corrispondenza dell'area che sarà interessata dal Progetto Ammodernamento della S.S. 42 "del Tonale e della Mendola" Variante Est di Edolo.



**Figura 11 Localizzazione della stazione mobile di monitoraggio**

Nel corso della campagna di monitoraggio infatti, i valori di PM10 e del non hanno mai superato le relative soglie poste dalla normativa, sul valore medio giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il PM10 e sulla media oraria di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il NO<sub>2</sub>. Anche per tutti gli altri parametri sono stati, durante il periodo di monitoraggio, rilevate misure sotto i limiti di legge fatta eccezione per l'ozono, per il



quale sono stati registrati, nei 30 giorni di monitoraggio, superamenti della massima media mobile (8 ore) giornaliera.

#### **5.4.3. Valutazione degli effetti - Fase di cantiere**

##### *5.4.3.1. Modalità di valutazione, definizione dello scenario critico e assunzioni*

Data la natura dinamica di un cantiere nell'arco della sua esistenza (sia in termini di tempo e durata delle attività che di posizione nello spazio) non è possibile ottenere una stima puntuale e precisa delle emissioni se non facendo riferimento a delle ipotesi semplificate e in ogni caso cautelative. Di seguito si descrivono le ipotesi e assunzioni effettuate.

Dal progetto di cantierizzazione possono essere identificate, all'interno dell'area di cantiere, le attività considerabili come più impattanti, stimando l'insieme delle sostanze emesse durante le lavorazioni. Per quel che riguarda i ratei emissivi da assegnare alle singole sorgenti all'interno dell'area di lavoro, si assume che in media questi siano costanti durante tutta la durata delle lavorazioni; per stimarle quindi sono necessari dati inerenti sia la durata temporale del cantiere (desumibile dal cronoprogramma) sia la quantità di materiali da movimentare (dati ricavabili dal bilancio terre). Una volta stimati i singoli ratei emissivi, si ottiene una stima dell'impatto complessivo del cantiere sulla zona.

Da un primo screening generale, si sono individuate quelle attività per le quali effettuare le analisi emissive del caso, trascurando quelle lavorazioni la cui realizzazione non comporta emissioni di inquinanti degni di nota.

È stato poi identificato uno scenario operativo che, per la natura e la simultaneità delle lavorazioni prevista e durata previste, può considerarsi rappresentativo delle condizioni maggiormente critiche dal punto di vista dei possibili impatti sulla componente.

In tal senso è stato individuato lo scenario riferito agli scavi previsti (stimata, in base ai dati di progetto, in circa 1270 mc di materiale) con la contestuale operatività dell'**area di stoccaggio** nonché il flusso mezzi di trasporto materiale sia quello interno alle aree di lavorazione l'area di stoccaggio e tra quest'ultimo e i siti di smaltimento, considerando, infine una durata una di tale fase, come da cronoprogramma, pari a 30 giorni.

Pertanto le attività significative dal punto di vista emissivo associate al suddetto scenario (e considerate ai fini della stima delle emissioni prodotte mediante formule matematiche) sono le seguenti:

- *Paved roads – Transito dei mezzi di cantiere*
- *Aggregate Handling and storage piles - Carico e scarico di materiali;*
- *Industrial Wind Erosion; Erosione delle aree di stoccaggio ad opera del vento;*
- *Heavy Construction Operations - operazioni di carico, scarico e scotico;*
- Emissioni autocarri sulle piste di cantiere;

- Emissioni mezzi d'opera operanti all'interno del cantiere.

L'analisi è stata condotta analizzando le sole emissioni di PM10, in quanto ritenute più rilevanti in termini di impatto.

Per la definizione ed il calcolo dei fattori di emissione associati alle sorgenti individuate si è, pertanto, fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (<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 potenziali fonti di emissione:

1. *Paved Roads*: transito dei mezzi di cantieri sulla viabilità principale - rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate (EPA, AP-42 13.2.1);
2. *Heavy Construction Operations* (EPA, AP-42 13.2.3): operazioni di carico, scarico e scotico associate alle attività di escavazione sui FAL;
3. *Aggregate Handling and Storage Piles*: formazione e stoccaggio di cumuli associati alla movimentazione delle terre nelle aree di cantiere (EPA, AP-42 13.2.4);
4. *Wind Erosion*: erosione del vento dai cumuli (EPA, AP-42 13.2.5);
5. Escavazione (EPA, AP-42 11.9.2 *Bulldozing*);

Al fine di valutare gli impatti di cantiere sono state considerate tutte le sorgenti di polvere sopra esposte. Sono state, inoltre, considerate le attività dei mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere, e le emissioni dei gas di scarico sia dei mezzi meccanici di cantiere sia dei mezzi pesanti (autocarri) in transito sulla viabilità di accesso ai cantieri e le piste di cantiere

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq. 1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq. 1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)i = A * Ei \quad (\text{eq. 1})$$

dove:

Q(E)i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);

Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. kg/ton prodotte, kg/h di attività, ecc.).

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario procedere alla definizione ed all'assunzione di diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (durata e natura delle attività previste, quantitativi di materiale da movimentare, estensione delle aree di cantiere, presenza di impianti);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc.).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibile alla realtà, pur ricordando che solo in fase operativa potranno essere individuate le effettive sorgenti di emissione che verranno utilizzate nel corso delle lavorazioni. La definizione di tali parametri è stata, pertanto, condotta sulla base dei dati disponibili con riferimento alle ipotesi della cantierizzazione di cantiere, del bilancio delle terre, del cronoprogramma dei lavori e delle ipotesi di operatività dei cantieri definite nella corrente fase progettuale. In particolare, lo scenario di analisi ha fatto riferimento alla Fase 1 prevista dal cronoprogramma ipotizzando di concentrare in via conservativa, le attività di movimentazione degli inerti in tale periodo al fine di poter stimare i ratei emissivi.

Le ipotesi generali assunte per la definizione delle sorgenti e la stima dei fattori di emissione sono le seguenti:

- **Operatività del cantiere** si è assunta un'operatività di 8h/giorno, in periodo esclusivamente diurno, ed operano per tutto l'anno corrispondente allo scenario simulato.
- **Quantità dei materiali**
  - per le attività sulle aree esterne, le quantità di materiale considerate sono state ricavate (adottando criteri assolutamente cautelativi) dall'estensione delle aree;
  - per l'attività di stoccaggio, come quantità di materiale si è considerata tutto il materiale terrigeno complessivamente prodotto nell'arco della vita del cantiere desunto dal bilancio dei materiali di progetto.
- **Durata delle attività**
  - per le attività sulle aree esterne, la tempistica è stata stimata tenendo conto del cronoprogramma e della produttività specifica dei mezzi d'opera;
  - per l'attività di stoccaggio si è considerata l'intera durata del cantiere.
- **n. automezzi / ora in circolazione da/per i cantieri:** il numero di automezzi in transito da/per ogni cantiere è stato ripartito sulla base dei quantitativi di materiali prodotti nel tempo secondo valutazioni effettuate sulla produttività dei mezzi d'opera;
- **transito mezzi su piste asfaltate (in riferimento allo scenario considerato non è previsto il transito dei mezzi d'opera su pista non asfaltate):** ai fini della simulazione, per ogni cantiere è stata stimata

una percorrenza giornaliera media dei mezzi su una viabilità di accesso ai cantieri di sviluppo complessivo pari a 500 m per i flussi da e per i siti di smaltimento e, cautelativamente, 250 m per quelli previsti tra le aree di lavoro e il deposito.

#### 5.4.3.2. stima dei fattori di emissione

##### Paved Roads – Mezzi in transito su strade pavimentate

L'approccio metodologico dell'EPA considera i dati relativi al numero dei camion utilizzati, alle distanze percorse e al numero dei viaggi previsti (si tiene conto anche dei transiti di ritorno), in base alle indicazioni progettuali. I mezzi in transito su tragitti interni all'area sono:

- gli autocarri adibiti al trasporto del materiale dalle aree di scavo ai siti di smaltimento;
- gli autocarri per il trasporto delle terre da un cantiere operativo ad un altro nel caso di riutilizzo.

La formula empirica proposta dall'EPA per stimare le emissioni di polvere dai mezzi in transito su strade pavimentate è la seguente:

$$F = k(sL)^{0.91}(W)^{1.02} \quad (\text{eq.2: AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.1 Paved Roads})$$

dove:

F: fattore di emissione di particolato su strade pavimentate, per veicolo-chilometro viaggiato (g/VKT);

k: costante moltiplicativa variabile in funzione della dimensione delle particelle, assunto pari a 0,62 g/VKT per il PM10;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 18 tonnellate (calcolato come media tra il peso a pieno carico ed una tara di 12 ton).

sL: contenuto di limo dello strato superficiale delle aree pavimentate percorse dai mezzi (g/m<sup>2</sup>), assunto pari all'8%;

L'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni viene considerato mediante l'assunzione semplificata che l'emissione media annua sia inversamente proporzionale al numero di giorni con precipitazione superiore a 0,2 mm (precipitazione misurabile):

$$E_{ext} = E[1 - P/(4 * N)] \quad (\text{eq.3: EPA, AP-42 13.2.2})$$

dove:

E<sub>ext</sub>: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm assunto pari a 86 giorni piovosi in un anno (Stima effettuata sulla base dei dati rilevati da ARPA Lombardia presso la Centralina di Edolo – Ist. Menegheni e relativi all'anno 2022);



N: numero di giorni nel periodo di mediazione (pari a 365 per una media annuale).

Il sollevamento di particolato dalle strade asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione Eext per l'indicatore di attività A (cfr. eq.1). Tale parametro, espresso come veicolo chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

#### Aggregate Handling and Storage Piles – Formazione e stoccaggio di cumuli

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- carico e scarico dei mezzi;
- traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- erosione del vento nella fase di carico e scarico.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = k(0.0016) \left( \frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left( \frac{M}{2} \right)^{-1.4} \quad (\text{eq. 6: EPA, AP-42 13.2.4})$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato (kg/Mg);

k: parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);

U: velocità media del vento (m/s) assunta pari a 1,30 m/s;

M: umidità del terreno pre-innaffiamento (%) assunta pari al 2,5% sotto falda.

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 µm	< 15 µm	< 10 µm	< 5 µm	< 2.5 µm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053 <sup>a</sup>

Per il PM10 si assume quindi k pari a 0,35. La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente.

#### Wind erosion - Erosione delle aree di stoccaggio

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 *Industrial Wind Erosion*) queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. In questa sede si è scelto di seguire l'approccio delle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti". Tali linee guida considerano, per l'erosione del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il rateo emissivo orario è calcolato con l'espressione:

$$E_i = EF_i * a * movh \quad (\text{eq.7: Linee Guida ARPA Toscana})$$

dove:

- I: particolato (PTS, PM10, PM2.5), nel caso in esame PM10;
- EF<sub>i</sub>: fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato (kg/m<sup>2</sup>);
- a: superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>; si assume che nel corso di ogni movimentazione venga movimentata una superficie pari a circa 4 m x 5 m = 20 m<sup>2</sup>.
- movh: numero di movimentazioni/ora, si assume che corrisponda al n. di mezzi/h, ossia che ciascun cumulo corrisponda ai volumi di capienza di ciascun camion che effettua il trasporto.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare (come in questo caso), si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Dai valori di:

- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m;
- diametro della base D in m;

si individua il fattore di emissione areale EF<sub>i</sub> dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM <sub>10</sub>	7.9E-06
PM <sub>2.5</sub>	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM <sub>10</sub>	2.5 E-04
PM <sub>2.5</sub>	3.8 E-05

Nel caso in oggetto si assume:

H = 3 m;

D = 5 m;

H/D = 0.6 > 0.2 → cumuli alti

quindi si utilizza un EF per il PM10 pari a 0.0000079 kg/m<sup>2</sup>.

#### Attività di escavazione

L'attività di scavo è stata assimilata alle emissioni riportate nel paragrafo 11.9.2 del documento EPA, AP-42, relativo all'estrazione del carbone. Nella tabella 11.9.2 di tale documento sono riportate le equazioni per il calcolo dei fattori di emissione per sorgenti di polvere in condizioni aperte incontrollate.

Il particolato sollevato dai mezzi di cantiere quali bulldozer per attività quali "overburden" (terreno di copertura) è stimato dalla seguente equazione:

$$E = \frac{(sL)^{1.5}}{(M)^{1.4}} * 0.75 * 0.45 (kg/h) \quad (\text{eq.8: EPA, AP-42 11.9.2 Bulldozing})$$

dove:

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari all'8%;

M: umidità del terreno (%) assunta pari al 10%.

### Heavy Construction Operations - Operazioni di carico, scarico e scotico associate alle attività di escavazione

I fattori di emissione relativi alle attività di movimentazione del materiale associabili alle operazioni di scavo sono calcolati secondo le formule espresse nella tabella 4 delle “Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”.

Di seguito si riporta uno stralcio della citata tabella 4, dove sono indicati i fattori di emissione considerati per i cantieri in oggetto, ovvero quelli relativi alle seguenti operazioni:

- Carico (*Truck Loading: Overburden*)
- Scarico (*Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden*)
- Scotico (*Overburden Replacement*)

I fattori di emissione riportati in tabella sono espressi in kg per tonnellata di materiale movimentato.

**Tabella 4** fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H / 0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

### Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità locale, oltre al parametro PM10 si



aggiungono anche gli NO<sub>x</sub> (oltre a CO e benzene, non oggetto di analisi modellistica), tipici inquinanti da traffico veicolare.

Per la stima delle emissioni di polveri ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, si considerano due tipologie di sorgenti:

- i mezzi e gli automezzi operanti sul cantiere (sorgenti puntuali);
- gli automezzi circolanti sulle piste interne ed esterne al cantiere (sorgenti lineari mobili).

#### *Sorgenti puntuali*

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT IV ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA.

All'interno del documento è possibile individuare dati relativi a macchinari e mezzi d'opera (*Other Mobile Sources and Machinery* – SNAP 0808XX).

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = HP \times LF \times EFi$$

dove:

E: massa di emissioni prodotta per unità di tempo [g/h];

HP: potenza massima del motore [kW];

LF: load factor;

EFi: fattore di emissione medio del parametro i – esimo [g/kWh].

Il load factor LD è determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178; nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più elevato riportato (cicli 1-3).

Con riferimento al rapporto citato ed al pari di quanto definito in sede di progettazione definitiva si è fatto riferimento alle categorie di motori compresi tra i 130 ed i 560 kW per i quali vengono indicati dei valori per gli EFi pari a:

- 0,20 g/kWh per il PM10
- 7,00 g/kWh per gli NO<sub>x</sub> (non considerato nella stima)

#### *Sorgenti lineari*

Facendo esplicito riferimento al database dell'ISPRA (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>) è possibile individuare la seguente categoria ed ai corrispondenti fattori di emissione specifici:

- ✓ *Sector: Heavy Duty Trucks*
- ✓ *Subsector: Rigid 14 - 20 t*
- ✓ *Technology: HD Euro III - 2000 Standards*
- ✓ *EF NOx U (ciclo urbano): 7,739 g/km\*veicolo*
- ✓ *EF PM10 U (ciclo urbano): 0,2827 g/km\*veicolo*

Stante quanto premesso, i fattori di emissione specifici assunti in questa sede per le emissioni degli autocarri in transito sulla viabilità di accesso ai cantieri e le piste di cantiere sono i seguenti:

- ✓ *FE = 6,34 g/km\*veicolo per NOx (non considerato nella stima)*
- ✓ *FE = 0,30 g/km\*veicolo per PM10*

Considerata la lunghezza dei percorsi e della frequenza dei mezzi in transito, tale tipologia di emissioni non viene considerato ai fini della stima in quanto ininfluyente.

#### 5.4.3.3. *Misure di mitigazione dell'impatto*

Al fine di contenere le ricadute delle lavorazioni sulla qualità dell'aria, sono previsti interventi di bagnatura periodica per la riduzione delle emissioni. In particolare, si ritiene di dover applicare anche la bagnatura dei cumuli di materiale e della superficie delle aree di cantiere e di predisporre barriere antirumore mobile con funzione antipolvere, al fine di abbattere le polveri al suolo e contenerne la dispersione in atmosfera.

L'influenza della presenza di opportune misure di mitigazione si traduce in una riduzione del fattore di emissione precedentemente calcolato. L'approccio seguito è quello del *National Pollutant Inventory – Emission Estimation Technique Manual for Concrete Batching and Concrete Product Manufacturing*, il quale al paragrafo 3.4.2. stabilisce dei fattori di riduzione (Reduction Factors, RF) da applicare ai fattori di emissione, in funzione della misura di mitigazione prevista. Per gli interventi di mitigazione generalmente previsti i fattori di riduzione valgono:

- 0,5 con bagnatura;
- 0,7 con barriere frangivento.

Secondo quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione

giornaliera del sito. Per il progetto in questione si assume di ottenere un'efficienza di abbattimento col sistema di bagnatura pari al 75%, effettuando il trattamento ogni 8 ore ed impiegando circa 1 l/m<sup>2</sup> per ogni trattamento (la tabella seguente, corrispondente alla Tabella 11 delle Linee Guida sopra citate).

Efficienza di abbattimento					
Quantità media del trattamento applicato I (l/m <sup>2</sup> )	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

#### 5.4.3.4. Calcolo delle emissioni associate allo scenario considerato

Di seguito si riporta il calcolo delle emissioni per i due cantieri effettuato con le assunzioni e modalità prima specificate, considerando, oltre a quello associato alla bagnatura, come fattore di riduzione anche quello associato alla prevista installazione, in corrispondenza del deposito terre e lungo il fronte di avanzamento delle lavorazioni, delle barriere antirumore mobili con funzione antipolvere.

Attività Deposito	
Superficie	700
Durata considerata	30
Materiali afferenti Fase cr.	1.270
Materiali afferenti Fase cr. in banco	1.524
Volumi in banco trattati giorno (mc)	51
Volumi in banco trattati ora (mc)	6
Peso in Tonnellate Volumi in banco ora (ton)	10
Capacità dumper (mc)	15
Numero mezzi ora (n)	1
Paved roads	
k (PM10)	0,62
W	18
sL	7
Lunghezza tratti viabilità (km)	0,50
Fattore emissione (g/VKT)	69,472
Effetto mitigazione naturale [1-P/(4*N)]	0,941
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>32,690</b>
Aggregate Handling and Storage Piles	
k (PM10)	0,35
Vento (m/s)	1,5
Umidità (non annaffiata)	2,5
Fattore emissione (kg/Ton)	0,000465191
Fattore emissione (g/Ton)	0,465190885
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>4,726</b>
Wind erosion	
Superficie movimentata (4x5m)	20
Altezza cumulo (m)	3
Diametro cumulo (m)	5
Numero cumuli	1
H/D	0,6
Fatt. emissione PM10 (kg/m2)	0,0000079
Fatt. emissione PM10 (g/m2)	0,0079
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>0,079</b>

EMISSIONI COMPLESSIVE AS04 SENZA MITIGAZIONI	
<b>Emissioni totali di PM10 (g/h)</b>	<b>37,495</b>
EMISSIONI COMPLESSIVE AS04 CON MITIGAZIONI	
fattore abbattimento bagnatura (eff. 75%)	0,25
fattore abbattimento barriere (nessuna barriera)	1
<b>EMISSIONI PM10 POST MITIGAZIONE DEPOSITO (g/h)</b>	<b>9,374</b>
<b>TOTALE EMISSIONI PM10 SCENARIO (g/h)</b>	<b>55,044</b>

Attività di scavo per la realizzazione e adeguamento dei binari e attività di scotico	
Superficie	2717
Durata	30
Materiali prodotti (2100)	1.270
Materiali afferenti Fase cr. in banco	1.524
Volumi in banco trattati giorno (mc)	51
Volumi in banco trattati ora (mc)	6
Peso in Tonnellate Volumi in banco ora (ton)	10
Capacità dumper (mc)	15
Numero mezzi ora (n)	1
Paved roads	
k (PM10)	0,62
W	18
sL	7
Lunghezza tratti viabilità (km)	0,25
Fattore emissione (g/VKT)	69,472
Effetto mitigazione naturale [1-P/(4*N)]	0,949
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>16,488</b>
Carico	
Fattore emissione kg/ton	0,0075
<b>Emissione orarie g/h</b>	<b>76,200</b>
Scarico	
Fattore emissione kg/ton	0,0005
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>5,080</b>
Overburden	
Produttività oraria scotico (mc/h)	30
Produttività oraria scotico (Kg/h)	30000
Fattore emissione kg/ton	0,003
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>90,000</b>
Emissioni gas di scarico - puntuale	
Numero mezzi meccanici, automezzi medio	2
Potenza max motori (medio)	345
Fattore di carico (condizioni di impiego)	0,15
Fattore di emissione medio PM10 (g/kWh) puntuali	0,2
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>20,700</b>
Bulldozing	
Numero escavatori	1
sL	7
M	25
Fattore emissione (kg/h)	0,068992967
Fattore emissione (g/h)	68,9929675
<b>Emissioni orarie (g/h)</b>	<b>68,993</b>
EMISSIONI COMPLESSIVE	
<b>Emissioni totali di PM10 (g/h)</b>	<b>260,973</b>
EMISSIONI COMPLESSIVE AS04 CON MITIGAZIONI	
fattore abbattimento bagnatura (eff. 75%)	0,25
fattore abbattimento barriere (barriere eff 30%)	0,7
<b>EMISSIONI PM10 POST MITIGAZIONE INTERVENTI ARE</b>	<b>45,670</b>
<b>TOTALE EMISSIONI PM10 SCENARIO (g/h)</b>	<b>55,044</b>



Complessivamente e cautelativamente si assume come valore di emissione associato allo scenario considerato il valore di **55,04 g/h**, quale somma dei contributi delle due attività operative considerate (9,37 + 45,67 g/h) che caratterizzano lo scenario operativo considerato e ritenuto per tipo di azioni e sensibilità del contesto rappresentativo del quadro emissivo critico dell'intero processo realizzativo.

#### 5.4.3.5. Significatività degli impatti

Sulla base dei coefficienti emissivi ipotizzati, come detto, risulta una emissione media mitigata per lo scenario considerato pari a ca. **55,04 g/h**, valore inferiore alla soglia di emissione valutativa proposta da ARPAT per la valutazione della compatibilità delle attività di cantiere nei confronti della qualità dell'aria. Si ricorda, tuttavia, che le stime condotte in questa fase progettuale risentono di un elevato livello di approssimazione e che, soprattutto, il valore di emissione stimato tiene conto di interventi di mitigazione significativi.

Per valutare se tali emissioni orarie sono compatibili con i limiti della qualità dell'aria si fa riferimento a quanto riportato nei paragrafi "Valori di soglia di emissione per il PM<sub>10</sub>" delle suddette Linee Guida ARPAT.

Come spiegato nelle citate linee guida, la proporzionalità tra concentrazioni ed emissioni, che si verifica in un certo intervallo di condizioni meteorologiche ed emissive molto ampio, permette di valutare quali emissioni corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria. Attraverso queste si possono quindi determinare delle emissioni di riferimento al di sotto delle quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

Per il PM<sub>10</sub>, quindi, sono stati individuati alcuni valori di soglia delle emissioni al variare della distanza tra ricettore e sorgente ed al variare della durata annua delle attività che producono tale emissione. Queste soglie, funzione quindi della durata delle lavorazioni e della distanza dal cantiere, sono riportate nella successiva tabella:

Tabella 5-6 - Soglie assolute di emissione del PM<sub>10</sub> (valori espressi in g/h)

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300÷250	250÷200	200÷150	150÷100	<100
0÷50	145	152	158	167	180	208
50÷100	312	321	347	378	449	628
100÷150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Dal confronto con la tabella riportata sopra, si osserva come le emissioni complessive dello scenario operativo considerato, anche immaginando, cautelativamente, di spalmare il rateo emissivo critico all'intera durata del cantiere, sono ben al di sotto (la metà) del valore soglia di 145 g/h individuato per la fascia da 0 a 50 metri nel caso dei cantieri di lunga durata, ovvero maggiori di 300 giorni. Tale osservazione porta a dedurre che l'impatto del cantiere sulla qualità dell'aria sarà estremamente limitato.

Le linee guida dell'ARPAT definiscono inoltre, per ogni categoria di soglia, le sottosoglie per le quali viene consigliata l'eventuale azione da intraprendere. Nella tabella seguente si riportano le sottosoglie per i cantieri di lunga durata (durata superiori ai 300 gg).

*Tabella 5-7 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore ai 300 giorni/anno (fonte ARPAT)*

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
tra 0 e 50	<73	Nessuna azione
	tra 73 e 145	Monitoraggio presso il recettore modellistica con dati sito specifici o valutazione
	> 145	Non compatibile (*)
tra 50 e 100	<156	Nessuna azione
	tra 156 e 312	Monitoraggio presso il recettore modellistica con dati sito specifici o valutazione
	> 312	Non compatibile (*)
tra 100 e 150	<304	Nessuna azione
	tra 304 e 608	Monitoraggio presso il recettore modellistica con dati sito specifici o valutazione
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	tra 415 e 830	Monitoraggio presso il recettore modellistica con dati sito specifici o valutazione
	> 830	Non compatibile (*)

Nel caso di specie trovandoci, con le assunzioni estremamente cautelative e con gli interventi mitigativi indicati, con un livello di emissione al di sotto della soglia di attenzione di 73 g/h, si può affermare come gli impatti correlati alla componente atmosfera non risultino tali da produrre

scenari preoccupanti dal punto di vista delle indicazioni normative vigenti in materia di inquinamento atmosferico.

In ogni caso nel corso delle lavorazioni saranno valutati i livelli di emissioni di polveri al fine di mettere in atto, qualora necessarie, eventuali ulteriori attività mitigative integrative in grado di ricondurre l'impatto entro i limiti normativi.

#### **ATMOSFERA FASE DI CANTIERE - SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: BASSA**

##### **5.4.4. Valutazione degli effetti - Fase di esercizio**

Si deve evidenziare che la sostituzione delle motrici alimentate a gasolio con quelle a celle a combustibile ad idrogeno, comporterà a livello locale, l'abbattimento delle emissioni dirette di CO<sub>2</sub> associate alla circolazione dei convogli. Più in generale, si ritenere tale transizione tecnologica, positiva dal punto di vista delle emissioni complessive di CO<sub>2</sub> in atmosfera anche se si considerano, nel bilancio, l'entità delle emissioni indirette associate alle attività di produzione e trasporto dell'idrogeno.

#### **ATMOSFERA FASE DI CANTIERE - SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: POSITIVA**

##### **5.5. Clima acustico**

##### **5.5.1. Quadro Normativo di riferimento**

Il quadro normativo di riferimento per le valutazioni relative all'inquinamento acustico, con particolare riferimento alle infrastrutture di trasporto è costituito da:

- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42, Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"
- DPCM 1/3/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- Legge 26/10/1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DM Ambiente 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

- DM Ambiente 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- DPR 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".
- DPR 18/11/1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- LR n. 13/01, con riferimento alle attività temporanee.

Il fenomeno dell'inquinamento acustico è stato disciplinato nel tempo da diversi provvedimenti normativi che avevano definito, fra l'altro, i limiti d'esposizione e previsto le modalità di misurazione del rumore (DPCM 1/3/1991); è stata tuttavia la Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" che ha fornito una disciplina organica in materia, creando le condizioni per un più articolato sistema normativo. Questo documento prevede l'applicazione di limiti massimi assoluti per il rumore nell'ambiente esterno. Detti limiti derivano dalla classificazione acustica comunale (anche detta "zonizzazione acustica", cioè dalla suddivisione del territorio in sei classi rappresentative di altrettanti livelli di accettabilità dell'inquinamento acustico, di cui ogni comune dovrebbe disporre. Tale obbligo era, peraltro, già stabilito dal DPCM 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Il successivo DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" ha ampliato l'impostazione del decreto del 1991. Nella Tabella 4.7.1, tratta dall'allegato al DPCM 14/11/97, è riportata la caratterizzazione in termini descrittivi delle classi acustiche.

I valori dei limiti sono definiti, per ogni classe, nell'Allegato a tale DPCM: in tabella B sono riportati i valori da non superare per le "emissioni", cioè per il rumore prodotto da ogni singola "sorgente" presente sul territorio, mentre in tabella C sono riportati i valori limite da non superare per le "immissioni", cioè per il rumore determinato dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nel sito.

Nelle Tabella 4.7.2 e in Tabella 4.7.3, ricavate dal DPCM 14.11.1997, sono ripresi sinteticamente tali valori limite, espressi come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo al tempo di riferimento diurno o notturno ( $L_{Aeq,TR}$ ). La Tabella 4.7.2 si riferisce ai limiti di emissione, mentre la Tabella 4.7.3 si riferisce ai limiti di immissione.

**Tabella 8 DPCM 14.11.97: descrizione delle classi acustiche (tabella A)**

Classe I	Aree particolarmente protette: aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere scolastiche aree destinate al riposo ed allo svago aree residenziali rurali aree di particolare interesse urbanistico parchi pubblici ecc.
----------	--

Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale con bassa densità di popolazione con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
Classe III	Aree di tipo misto: aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
Classe IV	Aree di intensa attività umana: aree urbane interessate da intenso traffico veicolare con alta densità di popolazione con elevata presenza di attività commerciali ed uffici con presenza di attività artigianali le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie le aree portuali le aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V	Aree prevalentemente industriali: aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI	Aree esclusivamente industriali: aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

**Tabella 9 - DPCM 14.11.97: valori limite di emissione (tabella B) – Leq in dBA**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV – Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

**Tabella 10 – DPCM 14.11.97: valori limite assoluti di immissione (tabella C) – Leq in dBA**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70



L'applicazione di tali limiti è però subordinata all'approvazione del provvedimento di classificazione acustica comunale.

Indipendentemente dalla presenza di zonizzazione, la legge prevede la verifica del rumore adottando il criterio differenziale; esso si riferisce alla differenza aritmetica, in termini di livello equivalente, tra il livello di rumore ambientale ( $L_A$ ) ed il livello di rumore residuo ( $L_R$ ) che si instaurano all'interno degli ambienti abitativi ( $L_D = L_A - L_R$ ), ossia alla differenza tra la condizione in cui la sorgente in esame risulta attiva e quella in cui essa viene disattivata.

I valori limite differenziali sono pari a + 5 dB(A) in periodo diurno e a + 3 dB(A) in periodo notturno, ma secondo il DPCM 14/11/1997 (art. 4 c.3) essi non si applicano *“alla rumorosità prodotta [...] dalle infrastrutture stradali, ferroviarie”*.

Il DMA 16/03/98 è il testo legislativo che definisce le tecniche di rilevamento del rumore ambientale, prescrivendo le caratteristiche minime della strumentazione, i parametri di riferimento, le procedure per la valutazione dei risultati, il contenuto del report di misura, ecc. Esso reca, quale all.C, rispettivamente al c.1 e al c.2, la *“Metodologia di misura del rumore ferroviario”* e la *“Metodologia di misura del rumore stradale”*.

La legislazione si è recentemente arricchita di un nuovo elemento, il D.Lgs. 17/02/2017 n.42 *“Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico”*. Questo testo, al Capo III art.9, riporta alcune modifiche alla Legge 447/95. Tra queste si segnala l'introduzione del parametro *“sorgente sonora specifica”*<sup>3</sup> e del *“valore limite di immissione specifico”*. La piena operatività di tali modifiche richiede tuttavia l'aggiornamento dei decreti esistenti, ad oggi non realizzato.

#### **5.5.2. Caratterizzazione e sensibilità specifica del contesto – Classificazione acustica comunale**

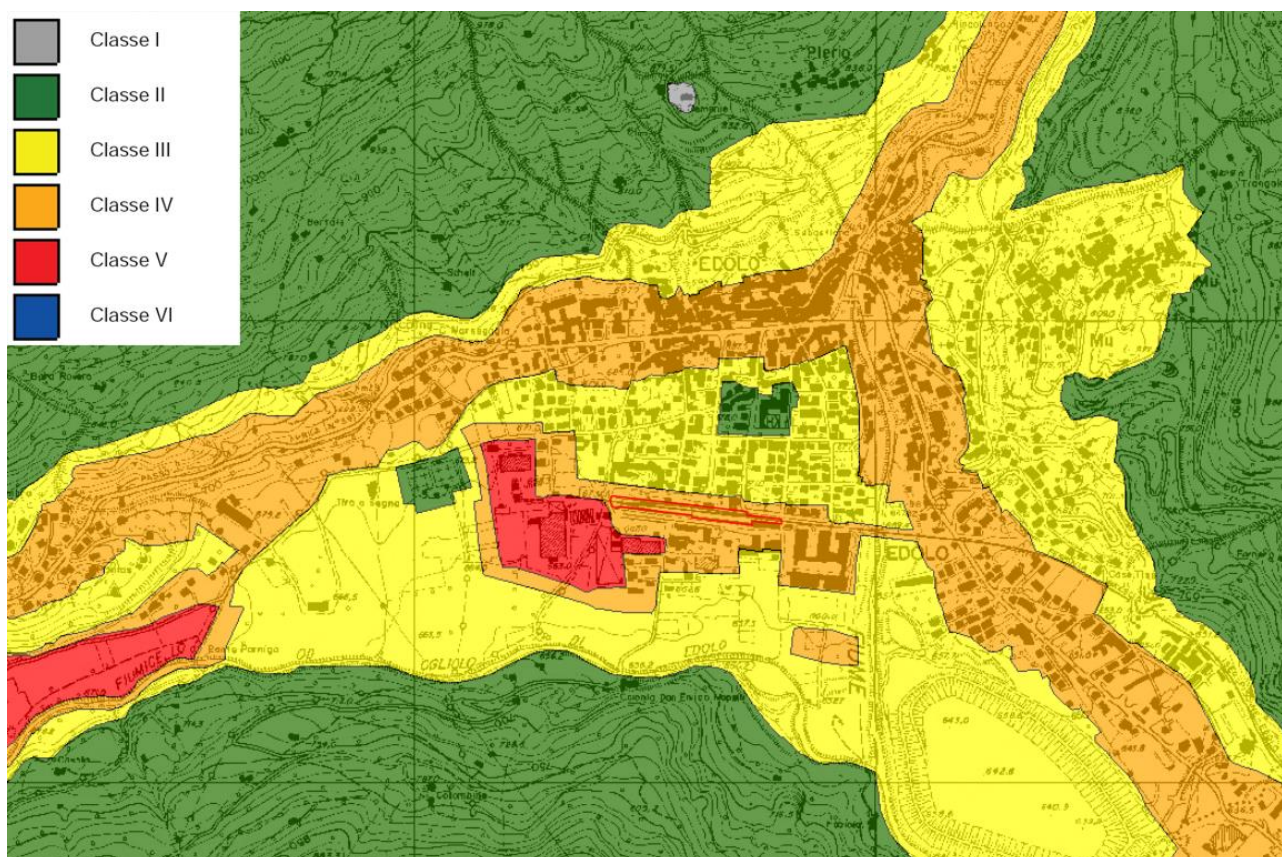
Il comune di Edolo ha adottato il Piano di Zonizzazione Acustica con la delibera del C.C. n.5 del 6 giugno 2008.

Sono pertanto da applicare nelle aree del territorio Comunale, in relazione alla classe d'appartenenza, i valori limite assoluti di immissione, come Leq espresso in dBA e riportato nella Tabella C del DPCM 14.11.1997 (vedi prec. Tabella 10).

Di seguito si riporta la planimetria dell'ultima revisione del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Edolo con la sovrapposizione del Progetto.

---

<sup>3</sup> Art. d-bis): *“sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale”*.



**Figura 12 – Zonizzazione del Comune di Edolo**

Dalla lettura della zonizzazione acustica si evidenzia che l'area interessata dagli interventi e le aree immediatamente adiacenti ricadono in Classe IV ("Aree di intensa attività umana"), a distanze superiori (min 30 m) si rilevano aree in Classe III ("aree di tipo misto"). A est e sud est dell'area di intervento è presente un'area in Classe V ("Aree prevalentemente industriali").

Sebbene non siano presenti, in prossimità degli interventi aree in classe II e in Classe I (l'unica area individuata in classe I), si rileva la presenza di alcuni ricettori sensibili non distanti dalle aree di intervento.



In particolare sono presenti in prossimità degli interventi i fabbricati dell'Istituto comprensivo di Edolo e la sede dell'Unimont "Università della montagna". Il primo situato ad est, ad una distanza di circa 100 metri, risulta, rispetto alle aree di cantiere, sostanzialmente schermato dal deposito locomotive e dall'altro edificio. Quest'ultimo, anch'esso solo parzialmente schermato dal Deposito ferroviario, è un edificio, come detto, destinato ad istruzione Universitaria, collocato a circa 50 metri dall'area di cantiere DP.01 che sarà utilizzata come area di stoccaggio. Più lontano, a nord, a circa 200 metri, si evidenzia la presenza dell'ospedale di Edolo.

### **5.5.3. Valutazione degli effetti in fase di cantiere**

Le sorgenti di emissione sonora in fase di cantiere, sono rappresentate dai macchinari ed attrezzature utilizzate nelle varie fasi lavorative e dai flussi di traffico previsti sulla rete stradale afferente i cantieri dove si avranno contemporaneamente attività di scavo, carico/scarico stoccaggio delle materie prime e delle terre e rocce da scavo. L'entità dell'impatto sarà funzione della tipologia di macchinari utilizzati e dunque delle relative potenze sonore, del numero di macchinari e della loro contemporaneità, delle fasi di lavoro e delle percentuali di utilizzo.

L'entità dell'impatto acustico varia inoltre in relazione alla conformazione del territorio ed agli eventuali ostacoli presenti.

Per quanto riguarda la presente analisi, La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata attraverso una metodica di calcolo basata sulla legge della divergenza geometrica del rumore. I calcoli sono stati effettuati esclusivamente nell'ambito del periodo di riferimento diurno (quindi tra le 6,00 e le 22,00), intervallo temporale nel quale si ritiene siano comprese tutte le attività di cantiere.

I calcoli, nel caso specifico, sono stati effettuati mediante un foglio di calcolo realizzato *ad hoc*, nel quale, a partire dai livelli sorgente espressi come Livello di Potenza  $L_w$  per ciascuna macchina impegnata, si sono determinati i livelli acustici di pressione sonora in funzione della distanza, calcolati come somma logaritmica dei contributi contemporanei delle singole sorgenti ad una prefissata distanza.

Nel calcolo non si è tenuto conto sia dei fenomeni di diffrazione che dell'eventuale assorbimento del terreno. Non si è tenuto conto neppure del livello di rumore residuo, il quale, naturalmente, per distanze assai ridotte degli edifici dal cantiere risulta trascurabile. A distanze per le quali non risulta invece del tutto trascurabile il contributo del rumore residuo, si può invece affermare che la mancanza di detto contributo sia compensata dalla sovrastima dovuta alla mancata considerazione dei fenomeni di diffrazione ed assorbimento del terreno.

I livelli acustici così calcolati, sono stati confrontati con i livelli acustici di immissione previsti dal piano di Classificazione Acustica Comunale e con il limite diurno previsto

Per quanto riguarda i cantieri per la realizzazione delle opere e dei manufatti in progetto, non essendo al momento possibile determinare le caratteristiche di dettaglio dei macchinari di cantiere, con le relative fasi di utilizzo (queste dipenderanno infatti dall'organizzazione propria dell'appaltatore), sono state eseguite le simulazioni ipotizzando quantità e tipologie di sorgenti standard, con assunzioni già utilizzate in scenari simili.

#### *5.5.3.1. Individuazione e caratterizzazione acustica dello scenario rappresentativo delle condizioni più critiche*

L'alterazione del clima acustico dell'area durante la realizzazione delle opere è riconducibile, a carattere generale, alle diverse fasi di lavorazione che caratterizzano i lavori previsti.

Le emissioni acustiche durante le lavorazioni possono essere di tipo continuo, legate agli impianti fissi nei diversi cantieri stabili, e discontinue, dovute alle lavorazioni sulla linea ed al transito dei mezzi per la movimentazione dei materiali.

L'entità degli impatti è molto variabile in relazione alla conformazione del territorio, alle opere accessorie che vengono costruite, agli eventuali ostacoli presenti.

La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro tipiche in cantieri di questo genere individua numerose tipologie di macchinari ed attività la cui contemporaneità, oltre che intensità, determina un certo grado di complessità nel poter rappresentare con precisione l'impatto acustico indotto dalla realizzazione delle opere sui ricettori presenti nella zona di studio.

Per il caso in esame, considerata le caratteristiche ed entità degli interventi e la sensibilità specifica del contesto, si è ritenuto quale scenario potenzialmente più critico (o, in ogni caso, rappresentativo delle condizioni più critiche) quello relativo all'operatività del cantiere di deposito situato, in ambito ferroviario, ad est delle aree di intervento.



Per caratterizzare tale scenario sono state ipotizzate le tipologie di lavorazioni previste, i macchinari utilizzati, la loro percentuale di utilizzo nell'arco della lavorazione e l'eventuale contemporaneità di lavorazione.

Come anticipato sopra, poiché le tipologie di cantieri previsti, la loro organizzazione interna, i macchinari e gli impianti presenti al loro interno sono solo ipotizzati nella presente fase progettuale, si è operato in maniera quanto più realistica possibile, con ipotesi adeguatamente cautelative, sulla base di analisi pregresse di cantieri analoghi a quelli qui considerati per le attività di cantiere in ambito ferroviario e opere accessorie.

Ai fini dell'analisi delle interferenze di tipo acustico, si considerano le fasi di lavoro e le sorgenti di maggiore emissione rumorosa in relazione alla presenza di ricettori abitativi.

Si ritengono dunque non significative tutte le fasi di lavoro e le aree di cantiere dove non vi sia presenza costante di macchinari rumorosi o che si trovino a distanza tale dai ricettori da essere ininfluenti sul clima acustico.

I dati di potenza sonora delle macchine sono desunti da misure effettuate presso analoghi cantieri, da dati bibliografici (tra cui Conoscere per prevenire n.11: la valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili" redatto dal Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia), da dati tecnici delle macchine, o da valori massimi prescritti dalla normativa (D.Lgs. 262/2002).

Sulla scorta del quadro territoriale, si è proceduto ad individuare le situazioni ritenute più significative sotto il profilo del potenziale impatto acustico, 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, nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

Si sottolinea che lo scenario, in virtù dell'organizzazione dei cantieri desumibile dall'attuale stato della progettazione, è stato ipotizzato esclusivamente all'interno del periodo di riferimento diurno, ovvero in un intervallo di tempo compreso tra le ore 6,00 e le ore 22,00. Assai più realisticamente è lecito supporre che le attività di cantiere saranno comprese in un periodo riconducibile all'intervallo 7,00-17,00, ricomprendendo all'interno anche le pause funzionali ed escludendo, ovviamente, imprevisti ed eccezionalità non definibili allo stato attuale.

In base ai criteri e considerazioni sopra illustrate e tenuto conto del sistema ricettore descritto nel paragrafo precedente, è stato preso in considerazione come scenario realizzativo maggiormente critico dal punto di vista dei possibili impatti da rumore quello riferibile alla fase di realizzazione del sottopasso di accesso alla nuova banchina. Come evidenziato nel paragrafo precedente tale attività, a cui sono associabili emissioni di un certo rilievo, si inserisce in un contesto relativamente sensibile, caratterizzato da edifici da edifici residenziali e sensibili.



### 5.5.3.2. Tipizzazione delle attività e dei mezzi correlati per tipo d'opera e cantiere

Di seguito si riportano le imputazioni standardizzate per il tipo di opera da realizzare. Nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione acustica dello scenario critico.

Per quanto riguarda i macchinari di cantiere, in riferimento alle attività sopra riportate, sono state effettuate le seguenti ipotesi di lavoro riportando la percentuale d'impiego delle macchine operatrici sul totale del periodo diurno e le ore effettive di funzionamento della macchina.

#### Trincea palificata per la realizzazione del sottopasso

All'interno dell'area di lavoro si presume, in via generale, che le macchine operatrici si dispongano lungo l'asse di sviluppo dei lavori all'interno di un'area che verrà considerata come sorgente areale. Nella tabella che segue si riportano le caratteristiche dimensionali di massima.

TABELLA 08  
CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELL'AREA DI DEPOSITO (DP-01)

AREA OPERATIVA	LUNGHEZZA [M]	LARGHEZZA [M]	AREA [MQ]
Area di Deposito DP.01	-	-	525

Per le tipologie di lavorazione in esame si presume l'impiego dei macchinari indicati nelle tabelle seguenti.

IPOTESI DI ASSETTO OPERATIVO DELL'AREA DI DEPOSITO DP.01

NUMERO	MACCHINARI	Lw [dBA]	REGIME POTENZA	ORE EFFETTIVE	Lw [dBA]
1	Pala gommata	102,6	80%	4,0	98,6
1	Autocarro	101,4	80%	3,2	96,5
Totale					100,7

Come evidenziato il Comune di Edolo è dotato di Piano di Classificazione Acustica, pertanto nel suo territorio vigono i valori limiti di immissione previsti, a seconda della Classe acustica di appartenenza, i limiti definiti Tabella C del DPCM 14.11.1997. Le aree ubicate a meno di 35 metri dall'area di cantiere ricadono in Classe IV ("Aree di intesa attività umana") con un limite di immissione diurno di 65 dB, quelle poste oltre i 30 metri circa ricadono in Classe III ("Aree di tipo misto") con un limite di immissione diurno di 60 dB. Va inoltre evidenziata la presenza a 50 metri dal deposito del ricettore sensibile costituito dalla sede dell'Unimont.

Va detto che generalmente nei cantieri di questa natura previsti in ambito urbano, tali limiti sono difficilmente rispettabili. Pertanto, considerata la durata del disturbo previsto, l'entità degli eventuali superamenti stimati e dell'approccio previsionale estremamente cautelativo (non sono, infatti, considerati gli effetti di schermatura di manufatti o vegetazione eventualmente presente, e

le sorgenti emissive sono considerate a ridosso del limite di cantiere) si può assumere come soglia di riferimento il limite assoluto di immissione al limite in deroga di cui al art. 16 del D.P.G.R. n. 2/R del 08.01.2014 pari a 70 dB(A) in rosso.

Come criterio si è stabilito, quindi, di evidenziare, nel seguente grafico che mostra l'andamento della pressione sonora all'aumentare della distanza dal fronte di avanzamento (valutata con le modalità e le assunzioni prima illustrate), i seguenti limiti e le relative distanze dalla sorgente:

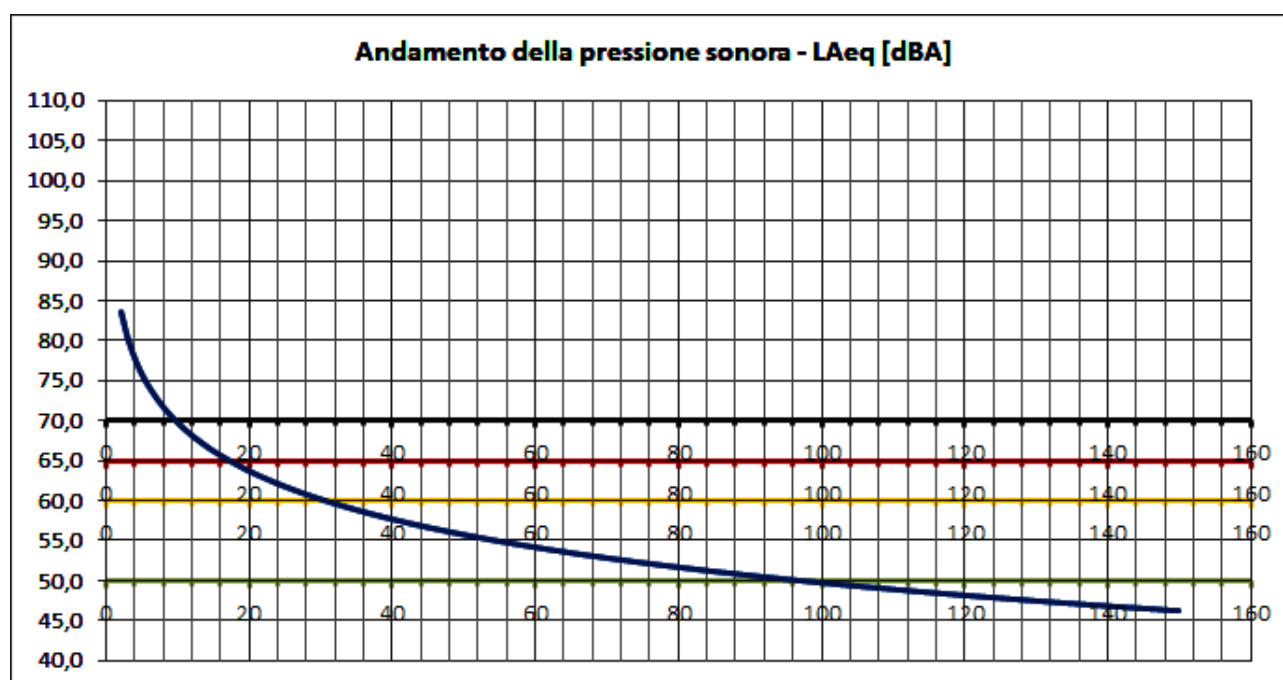
70 dB(A) Limite in deroga (in nero)

65 dB(A) Limite Classe IV (in rosso)

60 dB(A) Limite Classe III (in giallo)

50 dB(A) Limite Classe I / Ricettori sensibili (in verde)

il limite di rispetto del limite di zona pari a 65 dB(A) in rosso.

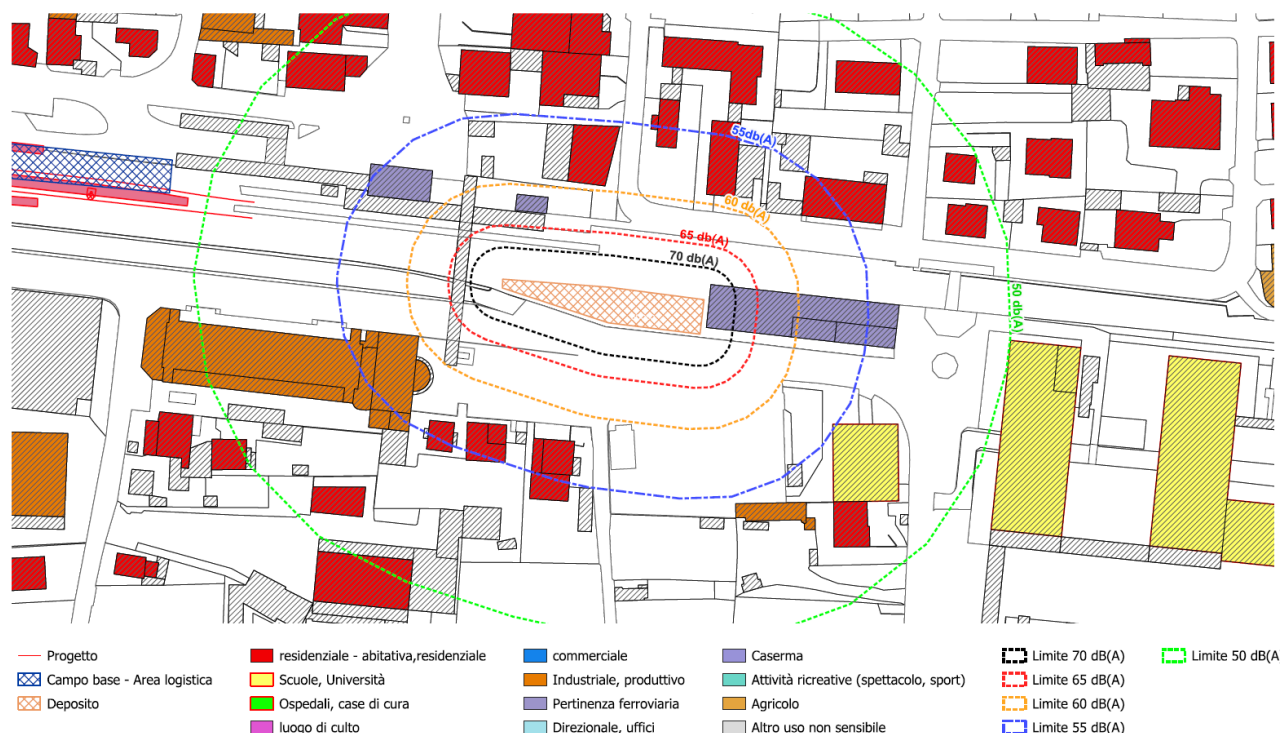


Dall'analisi del grafico si evidenzia che il limite di immissione in deroga dei 70 dB(A) è raggiunto a circa 10 metri dalla sorgente emissiva.

Più in generale la tabella riporta le distanze che intercorrono tra il fronte di cantiere e valori limite di immissione.

LIMITI DI IMMISSIONE (PERIODO DIURNO)	ISOLIVELLO 70 dB(A) (LIMITI IN DEROGA)	ISOLIVELLO 65 dB(A) LIMITE CLASSE IV	ISOLIVELLO 60 dB(A) LIMITE CLASSE III	ISOLIVELLO 50 dB(A) LIMITE CLASSE I
Fronte avanzamento lavori	<b>10 m</b>	<b>17 m</b>	<b>30 m</b>	<b>97 m</b>

La rappresentazione nel contesto di tali distanze è oggetto della successiva Figura, da cui si possono desumere i fabbricati per i quali è possibile il superamento dei limiti in deroga (posti a meno di 32 metri). L'immagine riporta anche, il limite riferito indicativamente al valore di immissione dei 55 dB(A), posta a 52 metri dalla sorgente emissiva, che corrisponde al valore di immissione a cui è esposto lo spigolo più vicino al cantiere della sede dell'Unimont (ricettore sensibile).



L'elaborazione condotta in modo semplificato ma cautelativo (non tiene conto degli effetti di schermatura prodotti da manufatti e la sorgente è considerata a ridosso del limite di cantiere) ha evidenziato nessun ricettore è potenzialmente esposto al superamento dei 70 dB(A). Gli altri ricettori residenziali posti nelle immediate vicinanze, non solo si posizionano esternamente alla zona in cui si prevedono valori superiore ai 70 dB(A), ma risultano anche parzialmente o totalmente schermati, dal fabbricato di cui sopra o da edifici non residenziali né sensibili. Risultano altresì rispettati i limiti di zona per tutti gli edifici, sia in classe IV che in Classe III. L'unica situazione di attenzione è costituita dal superamento del limite di immissione di 50 db in corrispondenza della sede dell'Unimont (considerato come ricettore sensibile) che, come prima evidenziato, è sottoposto, in corrispondenza dello spigolo più vicino all'area del deposito a 55 dB(A).

Per contenere il disturbo acustico sull'edificio impattato, si ritiene sufficiente prevedere l'installazione di una barriera di altezza 3 metri sul limite, per ricondurre il livello su tale ricettore entro i limiti previsti dalla normativa o comunque accettabili.

Va, tuttavia, specificato che è ragionevole ritenere una rapida progressione della fase critica e, conseguentemente, un altrettanto rapido allontanamento del disturbo, che sarà in ogni caso di durata estremamente ridotta.

In ogni caso in fase di esecuzione dei lavori tali assunzioni riguardo l'impatto atteso, saranno verificate in fase realizzativa, valutando, nel caso, l'adeguatezza dell'altezza o dell'estensione delle barriere acustiche previste.

## **RUMORE FASE DI CANTIERE: SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: OGGETTO DI ATTENZIONE**

### **5.5.4. Effetti sul clima acustico legati alla fase di esercizio**

Nell'ambito di questo progetto è stato redatto uno studio acustico che ha valutato le immissioni di rumore prodotte dal traffico ferroviario che si produrranno a seguito del futuro esercizio dell'impianto a seguito dell'adeguamento in progetto.

Ai fini de suddetto studio è stato redatto un dettagliato censimento degli edifici interessati dalle immissioni di rumore di origine ferroviaria. L'attività di censimento ha riguardato una porzione di territorio di ampiezza pari a 300 m dai Binari, ovvero una porzione di territorio di ampiezza superiore alla fascia di pertinenza prevista dal DPR 459/98 per le Ferrovie (250 m per lato).

Ogni Edificio considerato Ricettore Acustico è stato descritto nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** L'ubicazione del complesso dei Ricettori Acustici è riportata nell'elaborato Planimetria di individuazione dei ricettori acustici (B35De011IA01R0).

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici prodotti dall'infrastruttura ferroviaria con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per stimare le immissioni acustiche prodotte dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03. I risultati del modello di simulazione 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. I livelli di rumore in facciata ai ricettori sono riportati nell'elaborato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** Una restituzione grafica dei livelli Post Opera è riportata negli elaborati **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Dall'analisi delle stime relative allo scenario Post Opera consegue che è lecito ritenere che l'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria in progetto rispetti i valori limite di rumore ferroviario.

Va detto, inoltre, che con la sostituzione delle attuali motrici a gasolio, con i nuovi treni a celle combustibili alimentate a idrogeno e a bassa rumorosità, c'è da attendersi, se non una sensibile riduzione, almeno una sostanziale conferma attuali livelli di rumore prodotti dall'esercizio della linea

## RUMORE FASE DI CANTIERE: SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: TRASCURABILE

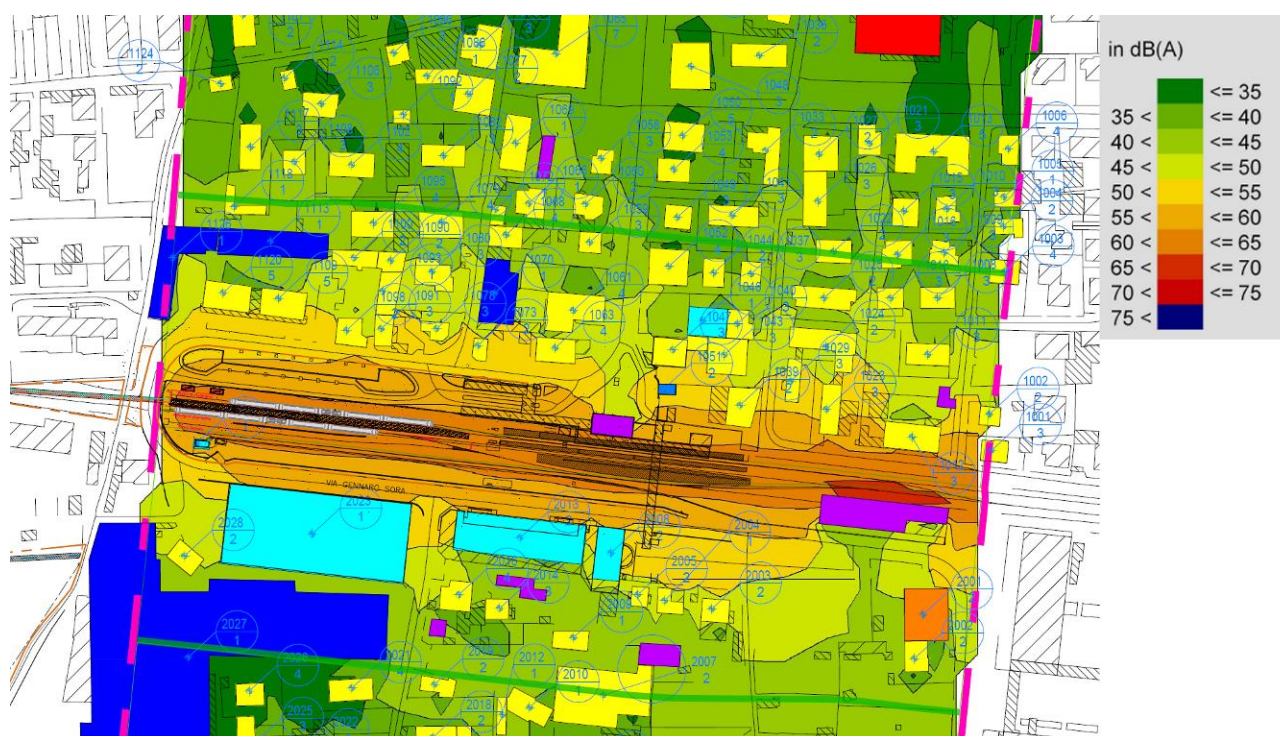


Figura 13 – Studio Acustico fase di esercizio – Mapa post opera - periodo diurno

## 5.6. Paesaggio

### 5.6.1. La cornice paesaggistica in cui si inserisce l'intervento

#### L'ambito territoriale d'appartenenza

L'intervento si colloca nel contesto geografico della Val Camonica, situata nella provincia di Brescia, Lombardia, un'area che segue il corso fluviale dell'Oglio, attraversando diverse zone alpine e prealpine. La valle è suddivisa in tre principali sezioni: la bassa Val Camonica, che va dall'estremità superiore del Lago d'Iseo fino a Breno; la media valle, che si estende da Breno fino a Edolo; e l'alta valle, che va da Edolo fino al Passo del Tonale. L'indagine si concentra specificamente sull'alta Val Camonica, da Edolo al Passo del Tonale, un'area che include le parti lombarde del massiccio dell'Adamello e del Baitone.



La Val Camonica si estende per circa 80 km da Pisogne al Passo del Tonale, offrendo un variegato mosaico di ambienti che spaziano dagli ecosistemi insubrici ai contesti alpini e prealpini, collegati dal fiume Oglio che fluisce nel Lago d'Iseo e prosegue il suo corso fino al fiume Po, coprendo una lunghezza totale di 280 km con un bacino idrografico di 6.650 km<sup>2</sup>.

Il paesaggio della valle subisce profonde trasformazioni lungo il percorso dell'Oglio: le zone più elevate presentano caratteristiche alpine con prevalenza di rocce, ghiacciai, nevai e foreste, mentre scendendo si incontrano prevalenti foreste nelle zone di media valle. La vegetazione varia notevolmente a seconda dell'altitudine e dell'esposizione, includendo tutti i livelli botanici da quelli alpini a quelli più bassi.

Dal punto di vista vegetazionale, l'area vanta una ricca diversità ambientale e floristica: alle alte quote si trovano formazioni pionieristiche di ontano verde e arbusteti d'alta quota, mentre scendendo prevalgono boschi di abete rosso, peccete e lariceti, fino ai boschi misti di latifoglie e conifere a quote inferiori, con presenza di castagni e conifere sulle pendici e formazioni forestali umide nelle valli.

L'espansione del solco vallivo favorisce l'insediamento umano, rendendo il fondovalle più antropizzato con fenomeni di espansione residenziale, commerciale e produttiva. Il paesaggio agrario si caratterizza per i conoidi di deiezione, terrazzamenti sui versanti e frammentazioni boschive.

La Val Camonica è anche nota per il suo ricco patrimonio storico legato alle incisioni rupestri preistoriche, inserite nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO come Sito UNESCO n.94 "Arte rupestre della Val Camonica". Elementi distintivi del paesaggio includono torri e castelli posizionati strategicamente sui versanti, oltre a chiese e oratori che servivano come punti di riferimento per le comunità sparse nella valle.

Dal punto di vista naturalistico, la Val Camonica ospita porzioni del Parco Nazionale dello Stelvio, il Parco Regionale dell'Adamello, riserve naturali regionali e diversi siti della Rete Natura 2000.

Nell'area oggetto di studio, dal punto di vista del paesaggio, si nota una predominanza di ampie estensioni di bosco che ricoprono i versanti delle valli, creando una continuità visiva interrotta solo da spazi aperti di prati e pascoli. Questi ultimi, oltre a segnalare i luoghi di insediamento umano, sia temporaneo che permanente, rivestono un ruolo significativo nella diversificazione del paesaggio dei versanti, marcando le zone di maggiore colonizzazione montana.

I corsi d'acqua, inclusi fiumi e torrenti, costituiscono un elemento distintivo di queste zone, dominando i larghi fondovalle alpini e influenzando profondamente la morfologia del territorio. Nelle valli principali e in quelle secondarie, questi corsi d'acqua assumono un carattere torrentizio, formando solchi distinti nel paesaggio e contribuendo all'elevato valore ambientale delle aree con una spiccata naturalità.

Man mano che ci si avvicina alla zona di fondovalle, l'influenza umana sui corsi d'acqua diventa più evidente, con la costruzione di strade parallele agli alvei fluviali e con le terre coltivate che

occupano le aree laterali, estendendosi fino ai piedi dei versanti. I centri abitati si posizionano strategicamente in corrispondenza dei corsi d'acqua, spesso all'ingresso di valli laterali, per sfruttarne le risorse idriche, e si dispongono con un'impostazione planimetrica che raramente è simmetrica rispetto alle sponde del fiume. Tradizionalmente, un ponte in pietra forniva l'unico punto di attraversamento tra le due parti di un insediamento, come si osserva nel caso di Edolo.



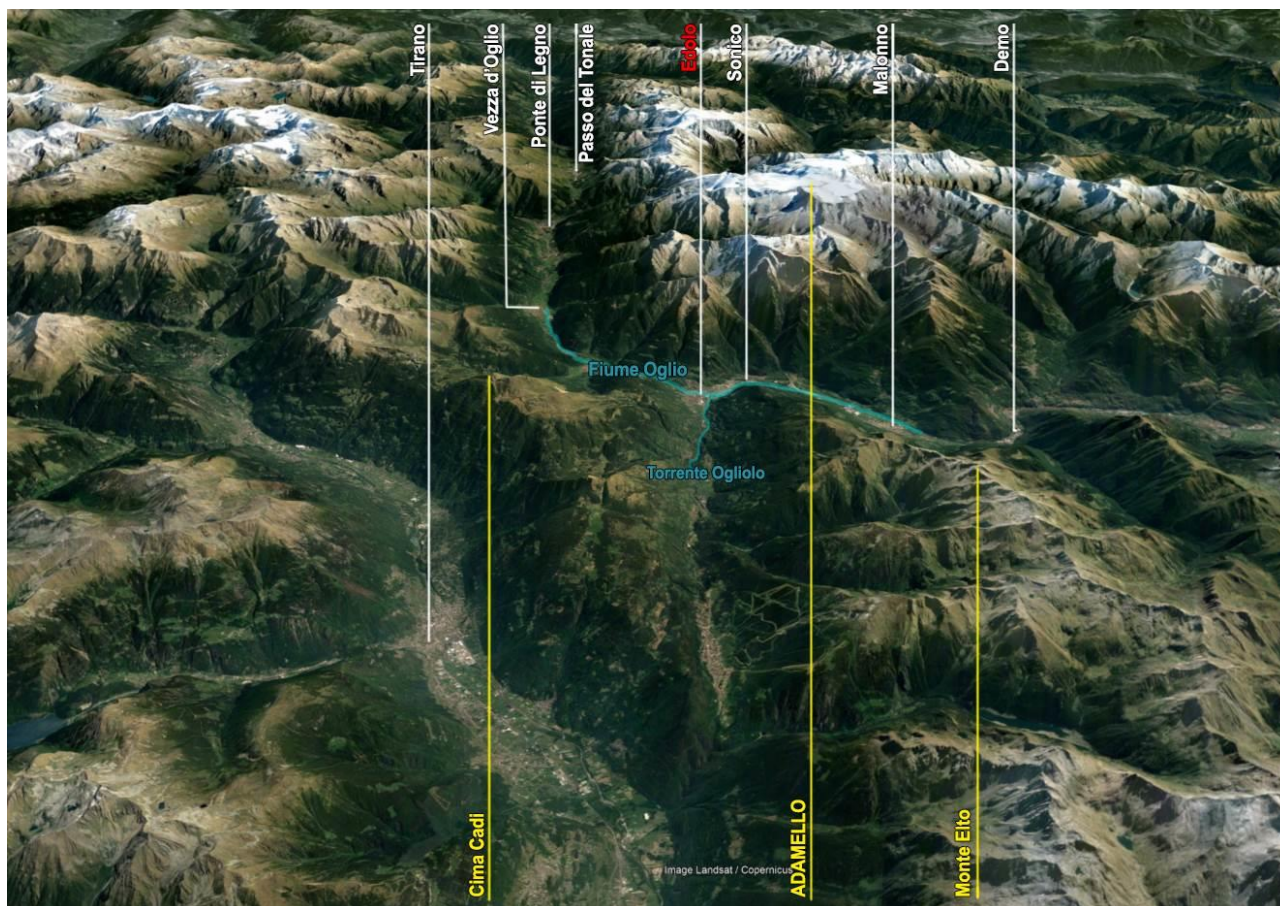
**Figura 14 – Ponte Alto ad Edolo**

Nella zona di fondovalle, l'asse principale di transito è interessato da sviluppi insediativi lineari con destinazioni commerciali o industriali, mentre una densa rete di sentieri pedonali si dipana lungo i versanti. Dal punto di vista delle infrastrutture, l'accesso principale alla Val Camonica avviene tramite tre arterie stradali significative: la Strada Statale n. 42, che la collega a Bergamo verso il sudovest e a Bolzano verso il nordest, facilitando anche il collegamento con le autostrade A4 Milano-Venezia e A22 Modena-Brennero; la Strada Statale n. 510, che si estende parallela alla sponda sinistra del Lago d'Iseo fino a Brescia e l'A4; e la Strada Statale n. 39, che unisce Edolo alla Valtellina attraversando il Passo dell'Aprica.

### **5.6.2. Il territorio di Edolo**

Il comune occupa una superficie di 89,40 km<sup>2</sup> e si trova ad un'altitudine media di 700 metri sul livello del mare, variando dai 620 metri del letto del fiume Oglio, al confine meridionale, fino ai 3.539 metri della cima dell'Adamello. Le montagne che circondano la valle appartengono a tre distinti gruppi montuosi di rilevanza geologica: il ramo orientale delle Orobie a sud, il gruppo dell'Ortles-Cevedale, e il massiccio dell'Adamello.

Edolo si trova in una posizione chiave dal punto di vista infrastrutturale, fungendo da crocevia tra la Val Camonica, la Valle Corteno e la Valle dell'Aprica. Questa ubicazione lo rende un importante nodo per il traffico direzionato verso il Trentino, la Valtellina e i centri urbani di Brescia e Bergamo.



**Figura 15**

Il territorio di Edolo si distingue per le sue pronunciate caratteristiche naturali che dominano la maggior parte della sua estensione. Al contrario, le aree dedicate all'agricoltura sono meno diffuse e segnate da fenomeni di abbandono, cessazione delle attività agricole o conversione del loro uso originario.

Nella parte centrale dell'Adamello si ergono le vette più alte, insieme al Ghiacciaio dell'Adamello, che si estende nel territorio di Edolo attraverso le Vedrette di Venerocolo e di Avio. Il territorio di Edolo è inoltre caratterizzato dalla presenza di numerosi laghi alpini, con 9 laghi situati entro i suoi confini. I laghi più grandi si trovano nella Val d'Avio e fanno parte del "Sistema dell'Avio", un complesso di bacini idroelettrici semi-artificiali che include il Laghetto d'Avio, il Lago d'Avio, il Lago Benedetto, il Lago Venerocolo e il Lago Pantano.

L'acqua è una risorsa di fondamentale importanza per Edolo, evidenziata dal grande bacino di pompaggio della centrale idroelettrica di Edolo, entrata in funzione nel 1984, situato nella pianura adiacente. Il territorio è inoltre segnato dalla presenza del fiume Oglio, che scorre da nord a sud prima di attraversare Edolo, e dal torrente Ogliolo, che procede da est a ovest e sfocia nell'Oglio

vicino al confine con Sonico. Dal punto di vista idrografico, il territorio è ricco di torrenti minori che si uniscono ai due principali corsi d'acqua, contribuendo alla complessa rete idrografica della zona.

### **5.6.3. Cenni storici**

Di seguito si riportano le principali informazioni che descrivono lo sviluppo storico dall'era pre-romana e fino alle vicende delle due guerre mondiali, come approfonditamente trattate nel quadro conoscitivo del Piano di Governo del Territorio di Edolo.

#### **Periodo Pre-Romano**

Gli albori di Edolo risalgono a un'epoca pre-romana, con il primo insediamento stabile, presumibilmente di origine celtica, situato in località Mù. Meno fondata appare l'ipotesi di un'origine ligure dell'insediamento risalente al 1200 a.C. La conquista della Valle Camonica da parte dei Romani nel 16 a.C. pose le basi per lo sviluppo dell'attuale Civitas, centro politico e amministrativo arricchito da teatro, anfiteatro e terme. Presso il guado dell'Oglio a Edolo, lungo la Via Valeriana, fu eretta una stazione di posta strategica per le vie di collegamento verso i principali passi alpini.

#### **Medioevo**

Attorno all'VIII secolo, nonostante persistessero tradizioni pagane, sorse a Mù una delle prime pievi cristiane della Valle Camonica, divenendo un punto di riferimento religioso, politico e amministrativo. Nel 774, Carlo Magno donò la valle al Monastero di S. Martino di Tours, impegnato nella bonifica dei terreni paludosi. Successivamente, il controllo su Mù e Edolo, inclusa la rocca di Mù, passò al vescovo di Brescia, elevato a Duca della Valle Camonica. Nel XIII secolo, la rocca fu acquisita dalla famiglia Federici, leader della fazione ghibellina.

#### **Periodo Veneto**

Nel XV secolo, la Repubblica Veneta assunse il controllo della Valle Camonica, spogliando i Federici di ogni potere. In questo periodo, Edolo acquisì significativa importanza economica e strategica, come evidenziato dalla costruzione di mulini, segherie, abitazioni civili e dimore signorili. Nel XVI secolo, inquisitori domenicani condannarono al rogo decine di "streghe" nella valle, mentre nel XVII secolo carestie, inondazioni e pestilenze, tra cui la peste del 1630, impattarono fortemente sulla popolazione.

#### **Dal Risorgimento alla Seconda Guerra Mondiale**

Tra il 1797 e il 1800, le truppe francesi e austriache si scontrarono nella zona. Nel 1801, la Valle Camonica fu annessa alla provincia di Bergamo, con Edolo elevato a capoluogo di uno dei tre cantoni. Dopo il Congresso di Vienna nel 1814, la valle passò all'Austria, segnando un periodo di significativo sviluppo infrastrutturale nella seconda metà dell'Ottocento, inclusa la realizzazione della ferrovia Brescia-Iseo-Edolo nel 1909. Durante la prima guerra mondiale, Edolo fu un importante centro di comando e logistica, ruolo che mantenne anche durante la seconda guerra mondiale, diventando sede di comandi militari e delle SS dopo l'8 settembre 1943.



### La linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo

La linea ferroviaria storica Brescia–Edolo fu realizzata in fasi successive dalla fine del XIX secolo fino ai primi anni del XX secolo. Il primo segmento, da Brescia a Iseo, lungo 23,786 km, fu inaugurato il 21 giugno 1885. I successivi due tratti, da Iseo a Pisogne e da Pisogne a Breno, con lunghezze rispettive di 21,644 km e 24,585 km, vennero aperti al pubblico nel 1907, il 8 luglio e il 30 dicembre. L'ultimo tratto, che collega Breno a Edolo e si estende per 30,655 km, fu aperto il 4 luglio 1909 e inaugurato solennemente il 18 luglio 1909.

#### **5.6.4. Patrimonio Storico culturale**

Il tema delle Patrimonio storico culturale è stato parzialmente trattato, in termini di interferenze con i beni storico-culturali tutelati ai sensi della II Parte del Codice dei Beni culturali e paesaggistici, nel paragrafo 4.8 e, e con i siti Rupestri della Val Camonica facente parte del Patrimonio dell'Unesco (Sito UNESCO n.94) al 4.9.

Di seguito si riporta, ai fini della caratterizzazione del contesto in cui ricadono gli interventi, una descrizione dei manufatti storico-culturale maggiormente connotativi l'ambito di interesse.

#### **Casa Zuelli,**

Casa Zuelli, Via C. Battisti n. 46, tutelata con il Decreto Ministeriale D.M.10/02/1912, è uno degli edifici di maggior interesse dell'intera Valle Camonica. L'aspetto generale dell'edificio sembra attribuire l'architettura al secolo XVI, ma la parte più bassa, in corrispondenza dell'alto zoccolo di pietra scura a vista e le decorazioni, datano la struttura almeno di due secoli prima, con decorazioni di carattere schiettamente romanico.



**Figura 16 – Casa Zuelli - Particolare delle decorazioni esterne di epoca romanica.**



### Edolo - Chiesa S.Giovanni Battista

La Chiesa di S.Giovanni Battista è tutelata dal Decreto Ministeriale D.M.10/02/1912. È di antica origine, ma fu ricostruita nel Cinquecento.

L'edificio religioso si affaccia su una piazza la cui pavimentazione è stata ripristinata durante un recente intervento di recupero urbano nel 1987. Il pronao, posto innanzi al principale portale, è sormontato da un affresco di Paolo di Cailina il Giovane, raffigurante una Madonna con bambino, San Giovannino e due sante.

L'edificio è costituito da una navata unica, lungo la quale si aprono delle nicchie contenenti gli altari minori sul lato destro e la porta laterale ed un confessionale su quello sinistro. Il presbiterio, che è la parte artisticamente più significativa del complesso, ha pianta quadrata e le pareti sono suddivise in scomparti da semicolonne.



Figura 17 - Chiesa S.Giovanni Battista

### Palazzine Le Bottarelli

Le Palazzine Le Bottarelli sono un complesso in stile liberty vicino alla stazione ferroviaria, affacciante su Piazza Battaglione ad Edolo, in stretta prossimità con gli interventi in esame. Di seguito si riporta la descrizione effettuata di tali manufatti, tratta dalla relazione storica allegata al Dichiarazione di interesse Storico-Culturale.

*“Eleganti costruzioni risalenti al 1910 su piazza Battaglione Edolo, nel Comune di Edolo. Nate da un frazionamento di un terreno più grande di proprietà di Giuseppe Cattaneo diviso in tre parti una parte, divenne di proprietà di Mario Bottarelli nel 1936. Passate ulteriormente di proprietà a Pierino Bottarelli, subirono delle trasformazioni che resero abitabili alcuni locali. Diventate sede*

delle autolinee di Edolo, furono utilizzate per un lungo periodo. Ora invece sono nel più totale abbandono. Gli edifici si caratterizzano per le funzioni che anticamente erano svolte al loro interno: uno era adibito a biglietteria, mentre la parte più grande e arretrata, aveva al piano terreno le autorimesse e su via M.O. Giovanni Esposito la parte degli uffici. Gli edifici si caratterizzano per una forte impronta di stile floreale che si completa nella bella cancellata e la recinzione. Nati quale stazione delle Corriere, i due edifici avevano caratteristiche diverse. La biglietteria più elegante era la parte aperta al pubblico, mentre l'altro edificio, svolgendo funzioni di autorimessa e riparazione mezzi, era caratterizzato da ampie aperture che permettevano l'accesso dei bus. La rimanente porzione, al suo interno, conteneva gli uffici amministrativo contabili. La biglietteria si compone di un edificio su due livelli con superbe decorazioni rigidamente in stile floreale. Il portone d'ingresso, caratterizzato da un disegno architettonico composto da una porzione di cerchio divisa in tre settori da alcuni setti murari, è finemente decorato da inferiate e portone d'ingresso. La struttura posteriore, non destinata al pubblico, è meno decorata pur rimanendo un'importantissima testimonianza del liberty italiano dell'epoca. E' caratterizzata da una parte ad un piano nelle autorimesse e due nelle parti restanti dotate di sottotetto. Le coperture sono in tegole marsigliesi, la terrazza sovrastante le autorimesse è abbellita da balaustra a colonnine, ora parzialmente mancante".



**Figura 18 – Palazzine “Le Bottarelli” – Edificio delle biglietterie (scheda Min. Beni Culturali)**

Si evidenzia che, successivamente alla Dichiarazione di Interesse, l'edificio, è stato oggetto di interventi di recupero (vedi foto seguente).





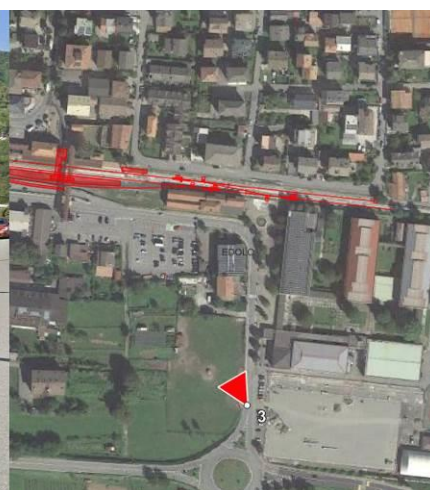
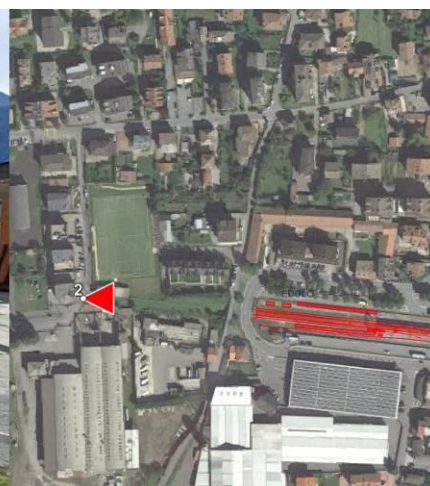
Figura 19 - Palazzine “Le Bottarelli” – Edificio delle biglietterie (foto recente)

#### **5.6.5. Bacino percettivo**

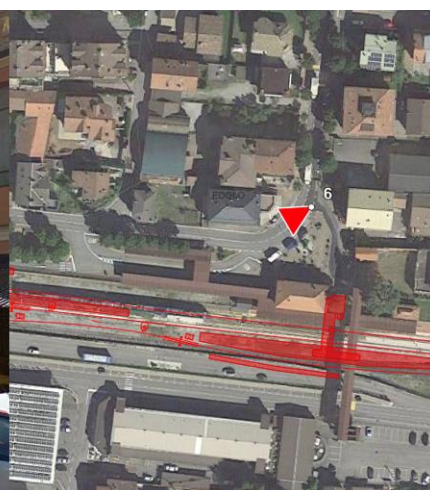
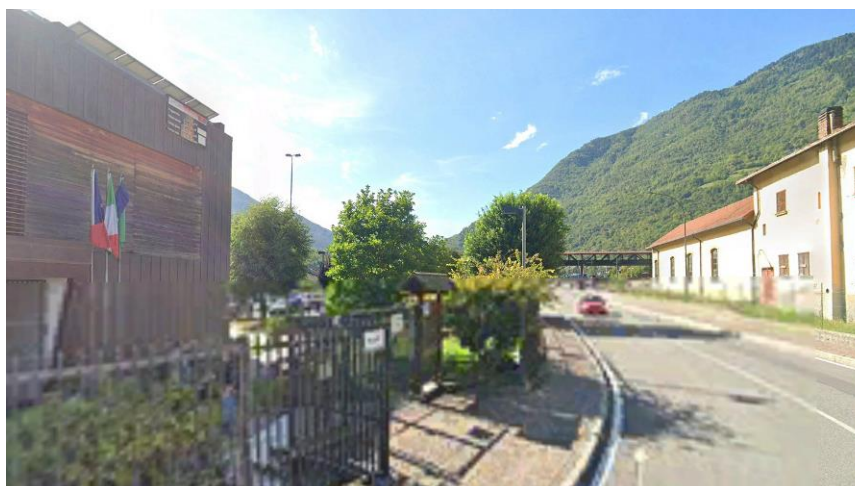
L’ambito oggetto di intervento si inserisce in un contesto morfologico, vegetazionale e insediativo che di fatto ne confina fortemente la percezione. La seguente documentazione fotografica, effettuata da punti di normale percezione in direzione delle opere in progetto dimostra come sono estremamente limitati i punti e i tratti di percezione da cui è possibile cogliere le l’area della stazione.















Come in parte si evince dalla sequenza di foto, nella zona valliva, anche nelle immediate vicinanze stazione, è la densità degli edifici che la circondano ad ostacolare la sua visibilità. Dai ripidi versanti che si affacciano sull'abitato di Edolo, anche quando la loro morfologia e lo permetterebbe, è invece la fitta vegetazione che avvolge le strade e le abitazioni a impedire, per lo più, una piena percezione dell'area.

#### **5.6.6. Valutazione degli effetti**

In estrema sintesi, avendo escluso ricadute su beni ed elementi puntuali del patrimonio storico culturale e verificato l'assenza di alterazioni dei beni paesaggistici, considerata la sensibilità complessivamente del contesto paesaggistico e tuttavia valutata come bassa la vulnerabilità di tale contesto rispetto a possibili modificazioni delle aree interessate dagli interventi in quanto caratterizzate da un bacino di visibilità altamente confinato e, soprattutto, in ragione della natura ed entità delle azioni in progetto che, vale la pena rammentare, si configurano come modesti interventi di adeguamento dell'impianto esistente, non in grado alterare neppure localmente la

percezione dei luoghi, si ritiene si ritiene che gli effetti potenziali riconosciuti siano assolutamente trascurabili.

**PAESAGGIO: SIGNIFICATIVITA' DELL'EFFETTO: TRASCURABILE**

## **6. MISURE ED INTERVENTI PER PREVENIRE, RIDURRE E MITIGARE GLI EFFETTI**

### **6.1. 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 ridurre 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<sup>2</sup> 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.

Ad esito delle valutazioni effettuate nel paragrafo, state escluse, nella fase di cantiere, ricadute significative sulla qualità dell'area in corrispondenza del sistema ricettore e pertanto la necessità di prevedere barriere con funzione antipolvere..

## **6.2. Misure di prevenzione degli impatti sull'ambiente idrico sotterraneo**

Gli impatti sull'ambiente idrico sotterraneo non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma piuttosto impatti potenziali.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sull'ambiente idrico in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi.

Fatte salve le soluzioni e misure mitigative specifiche prima descritte, di seguito sono illustrate una serie di procedure operative che dovranno essere seguite a questo scopo dall'impresa esecutrice nel corso dei lavori.

Lavori di movimento terra - L'annaffiatura delle aree di cantiere tesa a prevenire il sollevamento di polveri deve essere eseguita in maniera tale da evitare che le acque fluiscano direttamente verso un corpo ricettore superficiale, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine occorrerà in generale realizzare un fosso di guardia a delimitazione dell'area di lavoro).

Costruzione di fondazioni e interventi di consolidamento dei terreni di fondazioni - La contaminazione delle acque sotterranee durante le attività di realizzazione degli interventi di consolidamento dei terreni può essere originata da:

- danneggiamento di sottoservizi esistenti, sia in maniera diretta per perforazione degli stessi, sia in maniera indiretta a causa di cedimenti indotti dal peso dei macchinari impiegati per la perforazione;
- contaminazione per dilavamento incontrollato delle acque dal sito di cantiere;
- perdite di oli e carburante da parte dei macchinari impiegati nei lavori.

In generale tali rischi possono essere evitati tramite un'accurata organizzazione dell'area di cantiere, comprendente: un rilievo accurato dei sottoservizi e dei manufatti interrati esistenti nell'area di lavoro, la realizzazione di fossi di guardia intorno all'area di lavoro e la predisposizione di apposite procedure di emergenza.

Operazioni di casseratura a getto - Le casserature da impiegare per la costruzione delle opere in c.a. devono essere progettate e realizzate in maniera tale che tutti i pannelli siano adeguatamente



a contatto con quelli accanto o che gli stessi vengano sigillati in modo da evitare perdite di calcestruzzo durante il getto. Le cassature debbono essere ben mantenute in modo che venga assicurata la perfetta aderenza delle loro superfici di contatto. Durante le operazioni di getto in corrispondenza del punto di consegna occorrerà prendere adeguate precauzioni al fine di evitare sversamenti dalle autobetoniere, che potrebbero tradursi in contaminazione delle acque sotterranee.

Trasporto del calcestruzzo - Al fine di prevenire fenomeni di inquinamento delle acque e del suolo è necessario che la produzione, il trasporto e l'impiego dei materiali cementizi siano adeguatamente pianificate e controllate.

Per l'appalto in esame è previsto l'approvvigionamento di calcestruzzo da impiegare per i lavori mediante autobetoniere provenienti dall'impianto di betonaggio che potrà eventualmente essere allestito nel cantiere CO.03.

I rischi di inquinamento indotti dall'impiego delle autobetoniere possono essere limitati applicando le seguenti procedure:

- il lavaggio delle autobetoniere dovrà essere effettuato presso l'impianto di produzione del calcestruzzo;
- nel caso in cui l'appaltatore scelga di svolgere in sito il lavaggio delle autobetoniere, esso dovrà provvedere a realizzare un apposito impianto collegato ad un sistema di depurazione; - secchioni, pompe per calcestruzzo ed altre macchine impiegate per i getti dovranno essere anch'esse lavate presso lo stesso impianto;
- gli autisti delle autobetoniere, qualora non dipendenti direttamente dall'appaltatore, dovranno essere informati delle procedure da seguire per il lavaggio delle stesse;
- tutti i carichi di calcestruzzo dovranno essere trasportati con la dovuta cautela al fine di evitare perdite lungo il percorso; per lo stesso motivo, le autobetoniere dovranno sempre circolare con un carico inferiore di almeno il 5% al massimo della loro capienza;
- in aree a particolare rischio, quali quelle in vicinanza di corsi d'acqua, occorrerà usare particolare prudenza durante il trasporto, tenendo una velocità particolarmente moderata; nelle stesse aree l'appaltatore dovrà curare la manutenzione delle piste di cantiere e degli incroci con la viabilità esterna.

Impermeabilizzazione delle superfici in calcestruzzo - Si prevede l'impiego di diversi tipi di materiali per l'impermeabilizzazione delle strutture in calcestruzzo. Le strutture in sottoterraneo a contatto con il terreno ed i materiali di riempimento potranno essere impermeabilizzate mediante emulsioni bituminose applicate con pennello. I materiali impermeabilizzanti impiegati per tali operazioni devono essere conservati in contenitori ben chiusi e stoccati in aree sicure opportunamente individuate nell'ambito dell'area di cantiere e non sul sito di costruzione, e

comunque lontano dai corsi d'acqua. Al sito di costruzione i materiali devono essere trasportati solo in occasione del loro utilizzo, prevedendo le dovute precauzioni al fine di evitare sversamenti accidentali. I contenitori vuoti devono essere stoccati nelle aree apposite predisposte nell'area di cantiere prima del loro conferimento agli impianti di smaltimento. L'impermeabilizzazione delle superfici fuori terra della struttura può avvenire attraverso l'applicazione a spruzzo di sostanze impregnanti (additivi a penetrazione osmotica o altro). Le operazioni di applicazione di sostanze a spruzzo devono essere condotte in assenza di vento ed in giorni di tempo stabile e asciutto. Occorre eseguire le operazioni con estrema cura al fine di evitare che le sostanze impermeabilizzanti percolino nel terreno e che gli aerosol possano raggiungere i corpi idrici superficiali.

Per le modalità di gestione dei contenitori si rimanda alle indicazioni che seguono con riferimento alle emulsioni bituminose.

Utilizzo di sostanze chimiche - La possibilità d'inquinamento dei corpi idrici da parte delle sostanze chimiche impiegate sul sito di cantiere deve essere prevenuta da parte dell'Appaltatore tramite apposite procedure che comprendono:

- la scelta, tra i prodotti che possono essere impiegati per uno stesso scopo, di quelli più sicuri (ad esempio l'impiego di prodotti in matrice liquida in luogo di solventi organici volatili);
- la scelta della forma sotto cui impiegare determinate sostanze (prediligendo ad esempio i prodotti in pasta a quelli liquidi o in polvere);
- la definizione di metodi di lavoro tali da prevenire la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio tramite scelta di metodi di applicazione a spruzzo di determinate sostanze anziché metodi basati sul versamento delle stesse);
- la delimitazione con barriere di protezione (formate da semplici teli o pannelli di varia natura) delle aree dove si svolgono determinate lavorazioni;
- l'utilizzo dei prodotti potenzialmente nocivi per l'ambiente ad adeguata distanza da aree sensibili del territorio come i corsi d'acqua;
- la limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro al fine di ridurre l'impatto in caso di perdite (ciò si può ottenere ad esempio acquistando i prodotti in recipienti di piccole dimensioni);
- la verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
- lo stoccaggio delle sostanze pericolose in apposite aree controllate;
- lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa;
- la definizione di procedure di bonifica per tutte le sostanze impiegate nel cantiere;

- la formazione e l'informazione dei lavoratori sulle modalità di corretto utilizzo delle varie sostanze chimiche;
- la pavimentazione delle aree circostanti le officine dove si svolgono lavorazioni che possono comportare la dispersione di sostanze liquide nell'ambiente esterno.

Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose - Qualora occorra provvedere allo stoccaggio di sostanze pericolose, il Responsabile del cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori e con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione, provvederà ad individuare un'area adeguata. Tale area dovrà essere recintata e posta lontano dai baraccamenti e dalla viabilità di transito dei mezzi di cantiere; essa dovrà inoltre essere segnalata con cartelli di pericolo indicanti il tipo di sostanze presenti.

Lo stoccaggio e la gestione di tali sostanze verranno effettuati con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti. Le sostanze pericolose dovranno essere contenute in contenitori non danneggiati; questi dovranno essere collocati su un basamento in calcestruzzo o comunque su un'area pavimentata e protetti da una tettoia.

Modalità di stoccaggio temporaneo dei rifiuti prodotti – al fine di salvaguardare la contaminazione delle acque l'impresa appaltatrice dovrà attenersi alle disposizioni generali contenute nella Delibera 27 luglio 1984 smaltimento rifiuti "Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del DPR 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti".

Drenaggio delle acque e trattamento delle acque reflue - I piazzali del cantiere dovranno essere provvisti di un sistema di adeguata capacità per la raccolta delle acque meteoriche. Inoltre per l'area destinata a cantiere operativo, dove sono installati i magazzini, le officine e gli impianti di lavaggio dei mezzi e di distribuzione del carburante potranno essere realizzate una vasca per la sedimentazione dei materiali in sospensione ed una vasca per la disoleazione prima dello scarico in fognatura delle acque di piazzale.

Manutenzione dei macchinari di cantiere - La manutenzione dei macchinari impiegati nelle aree di cantiere è di fondamentale importanza anche al fine di prevenire fenomeni d'inquinamento. Gli addetti alle macchine operatrici dovranno a questo fine controllare il funzionamento delle stesse con cadenza periodica, al fine di verificare eventuali problemi meccanici.

Ogni perdita di carburante, di liquido dell'impianto frenante, di oli del motore o degli impianti idraulici deve essere immediatamente segnalata al responsabile della manutenzione. L'impiego della macchina che abbia problemi di perdite dovrà essere consentito solo se il fluido in questione può essere contenuto tramite un apposito recipiente o una riparazione temporanea ed alla sola

condizione che la riparazione del guasto sia effettuata nel più breve tempo possibile. In ogni altro caso la macchina in questione non potrà operare, ed in particolare non potrà farlo in aree prossime a corsi d'acqua.

La contaminazione delle acque superficiali può avvenire anche durante operazioni di manutenzione o di riparazione. Al fine di evitare ogni problema è necessario che tali operazioni abbiano luogo unicamente all'interno del cantiere, in aree opportunamente definite e pavimentate, dove siano disponibili dei dispositivi e delle attrezzature per intervenire prontamente in caso di dispersione di sostanze inquinanti.

Il lavaggio delle betoniere, delle pompe, dei secchioni e di altre attrezzature che devono essere ripulite del calcestruzzo dopo l'uso dovrà essere svolto in aree appositamente attrezzate.

Controllo degli incidenti in sito e procedure d'emergenza - Nel caso di versamenti accidentali di sostanze inquinanti sarà cura del Responsabile del Cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori, mettere immediatamente in atto i provvedimenti di disinquinamento ai sensi della normativa vigente.

Piano d'intervento per emergenze d'inquinamento – Nell'elaborazione del sistema di gestione ambientale dovrà essere posta particolare attenzione al piano d'intervento per emergenze di inquinamento di corpi idrici per prevenire incidenti tali da indurre fenomeni di inquinamento durante le attività di costruzione.

Il piano dovrà definire:

- le operazioni da svolgere in caso di incidenti che possano causare contaminazione delle acque superficiali e sotterranee;
- il personale responsabile delle procedure di intervento;
- il personale addestrato per intervenire;
- i mezzi e le attrezzature a disposizione per gli interventi e la loro ubicazione;
- gli enti che devono essere contattati in funzione del tipo di evento.

Lo scopo della preparazione di tale piano è quello di ottimizzare il tempo per le singole procedure durante l'emergenza, per stabilire le azioni da svolgere e per fare in modo che il personale sia immediatamente in grado di intervenire per impedire o limitare la diffusione dell'inquinamento.

Il piano di intervento dovrà essere periodicamente aggiornato al fine di prendere in considerazione eventuali modifiche dell'organizzazione dei cantieri.

Il personale dovrà essere istruito circa le procedure previste nel piano; lo stesso piano dovrà essere custodito in cantiere in luogo conosciuto dai soggetti responsabili della sua applicazione.



Le procedure di emergenza contenute nel piano possono comprendere:

- misure di contenimento della diffusione degli inquinanti;
- elenco degli equipaggiamenti e dei materiali per la bonifica disponibili sul sito di cantiere e della loro ubicazione;
- modalità di manutenzione dei suddetti equipaggiamenti e materiali;
- nominativi dei soggetti addestrati per l'emergenza e loro reperibilità;
- procedure da seguire per la notifica dell'inquinamento alle autorità competenti;
- recapiti telefonici degli enti pubblici da contattare in caso di inquinamento (compresi i consorzi di bonifica);
- nominativi delle imprese specializzate in attività di bonifica presenti nell'area.

È necessario, inoltre, che vengano predisposte adeguate procedure per la consegna, lo stoccaggio, l'impiego e lo smaltimento di sostanze quali bentonite, liquami fognari, pesticidi ed erbicidi.

### **6.3. 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.

in base ai risultati delle analisi condotte per la componente rumore, si dover ricorrere in una situazione, all'installazione di **barriere antirumore**, per contenere i livelli acustici determinati dalle attività di lavorazione in corrispondenza di un ricettore sensibile (Sede universitaria Unimont).