

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA

RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO

Lotto 2

PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Relazione generale

SCALA:

-

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

IR0F 02 R 69 RG CA0000 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Definitiva	M. Mulè	Nov. 2021	D. Bensaadi	Nov. 2021	C. Urciuoli	Nov. 2021	S. Padulosi	Gen. 2022
B	Emissione Definitiva	M. Mulè	Gen. 2022	D. Bensaadi	Gen. 2022	C. Urciuoli	Gen. 2022	S. Padulosi	Gen. 2022

ITALFERR S.p.A.
Ing. Padulosi Sara
Ordine degli Ingegneri di Roma
n. 25827 sez. A

File: IR0F02R69RGCA0000001B.doc

n. Elab.:

INDICE

INDICE	3
PARTE A - INQUADRAMENTO GENERALE	6
1 PREMESSA.....	7
1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE.....	7
1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE.....	8
1.2.1 Approccio analitico	9
1.2.2 Identificazione degli aspetti ambientali	9
1.2.3 Criteri di valutazione degli aspetti ambientali	12
1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
1.3.1 Normativa Nazionale	13
1.3.2 Normativa Regionale	13
2 INQUADRAMENTO GENERALE	14
2.1 Descrizione del progetto	14
2.1.1 Opere in sotterraneo: Gallerie	17
2.1.2 Opere all'aperto.....	20
2.2 Organizzazione del sistema di cantierizzazione	33
2.2.1 Modalità operative fasi lavorative.....	33
2.2.2 Sistema della cantierizzazione	36
PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI	39
3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE.....	40
3.1 Pianificazione territoriale e locale	40
3.2 Il sistema dei vincoli e delle discipline e di tutela paesistico-ambientale.....	41
3.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	45
4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	46
4.1 Inquadramento demografico.....	46
4.2 Inquadramento epidemiologico sanitario	49
4.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	59
5 RISORSE NATURALI.....	60

5.1	SUOLO	60
5.1.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	60
5.1.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	77
5.1.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	81
5.2	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	82
5.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	82
5.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	103
5.2.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	108
5.3	BIODIVERSITÀ	115
5.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	115
5.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	129
5.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	134
5.4	MATERIE PRIME	135
5.4.1	Stima dei fabbisogni	135
5.4.2	Gestione dei materiali di fornitura	136
5.4.3	Le aree estrattive.....	136
5.4.4	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	137
6	EMISSIONE E PRODUZIONE	138
6.1	DATI DI BASE	138
6.1.1	Ricettori.....	138
6.1.2	Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione.....	140
6.1.3	Quantità, tipologia e frequenza dei macchinari	145
6.1.4	Viabilità di cantiere	147
6.2	CLIMA ACUSTICO	150
6.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	150
6.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	152
6.2.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	173
6.3	VIBRAZIONI	176
6.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	176
6.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	180
6.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	182
6.4	ARIA E CLIMA	183

6.4.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	183
6.4.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	211
6.4.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	239
6.5	RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA.....	247
6.5.1	Stima dei materiali prodotti	247
6.5.2	Siti di conferimento del materiale prodotto.....	248
6.5.3	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	250
6.6	SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE.....	252
6.6.1	Inquadramento normativo.....	252
6.6.2	Stima delle acque reflue e di processo prodotte	253
6.6.3	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	254
6.6.4	Modalità di gestione delle acque reflue e di processo.....	254
6.6.5	Misure di prevenzione e mitigazione.....	255
7	RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO.....	257
7.1	PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI	257
7.1.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	257
7.1.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	259
7.2	TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE.....	260
7.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	260
7.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	263
7.2.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	264
7.3	PAESAGGIO.....	264
7.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	264
7.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	274
7.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	278
8	DNSH.....	279
9	ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI.....	281

ALLEGATO 1 - MAPPE DIFFUSIONALI

ALLEGATO 2 - CALCOLO PRODUZIONE POLVERI

ALLEGATO 3 - RISULTATI GRID



POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Progetto Ambientale della Cantierizzazione
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG CA 00 00 001	B	6/285

PARTE A - INQUADRAMENTO GENERALE

1 PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto l'individuazione degli aspetti ambientali significativi, la definizione delle misure di mitigazione e delle procedure operative per contenere gli impatti ambientali relativi al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica Potenziamento infrastrutturale della linea Orte-Falconara. Nello specifico il presente studio ha per oggetto l'analisi della tratta PM228-Castelplanio, Lotto 2.

Sulla base dell'attuale assetto del territorio, il presente progetto definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando la possibile organizzazione e le eventuali criticità di questo; va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere. In tal senso sarà, quindi, onere e responsabilità dell'Appaltatore adeguare/ampliare/modificare tale proposta sulla scorta della propria organizzazione del lavoro e di eventuali vincoli esterni.

1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Il presente elaborato denominato "Relazione Generale" si compone delle seguenti parti:

- Parte A, la presente, con un inquadramento generale dell'opera e del sistema di cantierizzazione;
- Parte B, contenente l'identificazione, la descrizione e la valutazione di significatività delle problematiche ambientali dirette ed indirette che si possono generare in fase di costruzione delle opere, nonché l'illustrazione degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti.

Ad esso sono inoltre correlati i seguenti elaborati:

- *IR0F02R69P5CA0000001A* Planimetria localizzazione interventi di mitigazione;
- *IR0F02R69PZCA0000001A* Tipologico barriera antirumore/antipolvere di cantiere;
- *IR0F02R69CECA0000001A* Computo Metrico Estimativo

1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

Per le opere in progetto rientra tra gli oneri dell'Appaltatore l'implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale delle attività di cantiere esteso a tutti i siti in cui si svolgono attività produttive, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento, strutturato secondo i requisiti della norma UNI EN ISO 14001 (o Regolamento CE 761/2001).

Il Sistema di Gestione Ambientale prevede in particolare la redazione di un documento di Analisi Ambientale Iniziale, contenente l'analisi dei dati qualitativi e quantitativi dell'impianto di cantiere, dei siti e delle attività di cantiere, allo scopo di stabilire le correlazioni tra attività, aspetti ambientali ed impatti. Tale analisi dovrà esplicitare il processo:

Opera/Parte d'Opera → Lavorazioni → Strumenti ed Attrezzature utilizzati – Materiali impiegati → Aspetti Ambientali → Impatti → Mitigazioni/Prescrizioni/Adempimenti legislativi.

Il predetto documento costituisce quindi un approfondimento del presente, redatto direttamente dall'Appaltatore.

Relativamente al controllo operativo dei cantieri il Sistema di Gestione Ambientale prevede la messa a punto di apposite procedure per:

- caratterizzazione e gestione dei rifiuti e dei materiali di risulta;
- contenimento delle emissioni di polveri e sostanze chimiche nell'atmosfera;
- contenimento delle emissioni acustiche;
- gestione delle sostanze pericolose;
- gestione scarichi idrici;
- protezione del suolo da contaminazioni e bonifica dei siti contaminati;
- gestione dei flussi dei mezzi di cantiere sulla rete stradale pubblica;
- individuazione e risposta a potenziali incidenti e situazioni di emergenza per prevenire ed attenuare l'impatto ambientale che ne può conseguire.

Tali procedure dovranno essere redatte recependo tutte le indicazioni contenute nel presente elaborato, eventuali prescrizioni degli enti competenti in materia di tutela ambientale nonché le eventuali sopraggiunte normative.

Un ulteriore elemento che è qui utile richiamare del Sistema di Gestione Ambientale è il Piano di Controllo e di Misurazione Ambientale: si tratta del documento che pianifica i controlli ambientali da effettuarsi nel corso delle attività di cantiere, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento.

Tale piano implementerà le attività di controllo previste nel presente Progetto Ambientale della Cantierizzazione e da eventuali altre prescrizioni contrattuali.

1.2.1 Approccio analitico

La metodologia generale applicata all'interno del presente documento per l'analisi degli aspetti ambientali di progetto (AAPG) e per lo svolgimento del processo di valutazione fa riferimento agli indirizzi dettati dal sistema di gestione ambientale adottato da Italferr S.p.A. in applicazione alla norma UNI-EN ISO 14001:2004.

Gli Aspetti Ambientali di Progetto, identificati secondo le modalità riportate nei paragrafi seguenti, vengono descritti al fine di fornire informazioni relative alle caratteristiche e specificità che essi assumono nel progetto analizzato.

Nella descrizione, che avviene in termini qualitativi e, ove possibile, quantitativi, sono inserite tutte le informazioni necessarie ai fini della successiva identificazione degli Aspetti Ambientali di Processo ed in particolare:

1. Adempimenti legislativi;
2. Descrizione dello stato iniziale - ante operam – dell'aspetto ambientale in termini di consistenza, stato di conservazione, tendenza evolutiva, ecc.
3. Analisi delle possibili interferenze allo stato iniziale dell'aspetto ambientale ipotizzabili per effetto della costruzione e dell'esercizio dell'opera (corso d'opera – post operam).

1.2.2 Identificazione degli aspetti ambientali

Il Sistema di Gestione Ambientale adottato da Italferr S.p.A. ai sensi della norma UNI-EN ISO 14001:2004 ha identificato, relativamente al processo di progettazione, 17 aspetti ambientali (Aspetti Ambientali Iniziali) comuni a tutti i livelli di progettazione.

Gli Aspetti Ambientali in questione sono:

1. Pianificazione e tutela territoriale
2. Popolazione e salute umana

3. Beni storici e architettonici
4. Suolo
5. Acque superficiali e sotterranee
6. Biodiversità
7. Materie prime
8. Clima acustico
9. Vibrazioni
10. Aria e clima
11. Rifiuti e materiali di risulta
12. Scarichi idrici e sostanze nocive
13. Patrimonio culturale e beni materiali
14. Territorio e patrimonio agroalimentare
15. Paesaggio

Tenendo conto degli aspetti ambientali sopra riportati, nella parte B del presente elaborato sarà effettuata una disamina di quelle tematiche ambientali che, in base a considerazioni sulle caratteristiche del territorio, sulla tipologia dell'opera e delle attività da svolgere ed in funzione del sistema di cantierizzazione previsto, sono considerate di rilievo per la fase di cantiere degli interventi previsti dal presente progetto.

Il metodo utilizzato per l'identificazione degli Aspetti Ambientali Significativi di progetto si basa, quindi, sulla correlazione fra gli elementi tipologici di un'opera (tipologie di opera prevalenti) e gli aspetti ambientali tipologici, individuati in base alla scomposizione della "matrice ambiente", riportata nella Tabella 1-1 "Matrice Correlazione Tipologia Opera – Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera".

1.2.3 Criteri di valutazione degli aspetti ambientali

L'attività condotta nell'ambito delle singole analisi specialistiche documentate nei paragrafi successivi viene effettuata secondo:

- Contestualizzazione della matrice generale di causalità rispetto alle specificità del contesto di localizzazione dell'area di cantiere/lavorazione in esame, al fine di verificare se ed in quali termini gli effetti potenziali ipotizzati possano effettivamente configurarsi
Tale operazione ha consentito di selezionare quegli aspetti che rappresentano i "temi del rapporto Opera – Ambiente", intesi nel presente studio come quei nessi di causalità intercorrenti tra Azioni di progetto, Fattori causali ed effetti potenziali, che, trovando una concreta ed effettiva rispondenza negli aspetti di specificità del contesto localizzativo, informano detto rapporto.
- Analisi e stima degli effetti attesi, sulla base dell'esame di dettaglio delle Azioni di progetto alla base di detti effetti e dello stato attuale dei fattori da queste potenzialmente interessati.
Tale analisi ha consentito, in primo luogo, di verificare se già all'interno delle scelte progettuali fossero contenute soluzioni atte ad evitare e/o prevenire il prodursi di potenziali effetti significativi sull'ambiente, nonché, in caso contrario, di stimarne l'entità e, conseguentemente di prevedere le misure ed interventi di mitigazione/compensazione e di monitoraggio ambientale.

Relativamente alla stima degli effetti, la scala a tal fine predisposta è articolata nei seguenti livelli crescenti di significatività:

- A. Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi
- B. Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione
- C. Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile

- D. Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio
- E. Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1.3.1 Normativa Nazionale

Il Progetto Ambientale della Cantierizzazione è stato redatto in conformità alle principali normative nazionali applicabili alle finalità del presente studio, sulla base di quanto riportato nel documento redatto da Italferr in data 20/10/2010 e revisionato in data 19/03/2015 “Quadro Normativo per la progettazione ambientale e archeologica delle opere infrastrutturali”, che raccoglie le principali norme ambientali applicabili alle attività di progettazione, monitoraggio ambientale, realizzazione e collaudo delle opere infrastrutturali (cfr. Allegato 1 alla presente relazione).

Per far fronte alla continua evoluzione della normativa relativa a ciascuna delle matrici ambientali significative sottodescritte, il Gruppo Ferrovie dello Stato, nel rispetto dei requisiti generali previsti dalla norma UNI EN ISO 14001, si è dotato di un presidio normativo, contenente i principali riferimenti a carattere nazionale e regionale, disponibile online all'indirizzo:

<http://presidionormativo.italferr.it/>.

1.3.2 Normativa Regionale

Legge Regionale 12-10-2009 n. 24 *“Disciplina regionale in materia di gestione integrata dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati”*

Legge Regionale 25-10-2011 n. 18 *“Attribuzione delle funzioni in materia di servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani e modifiche alla legge regionale 12 ottobre 2009, n. 24: “Disciplina regionale in materia di gestione integrata dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati”*

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il progetto in questione è relativo alla realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta PM228 – Castelplanio della linea Orte – Falconara – Lotto 2.

L'intervento in questione ricade all'interno del territorio della Regione Marche nella Provincia di Ancona, interessando i comuni di Genga, Serra San Quirico e Fabriano.

- Comune di Genga;
da inizio progetto alla prog km 4+650 circa
- Comune di Fabriano
dalla prog km 4+650 alla prog km 6+133 circa
- Comune di Serra San Quirico
dalla prog km 6+133 a fine progetto

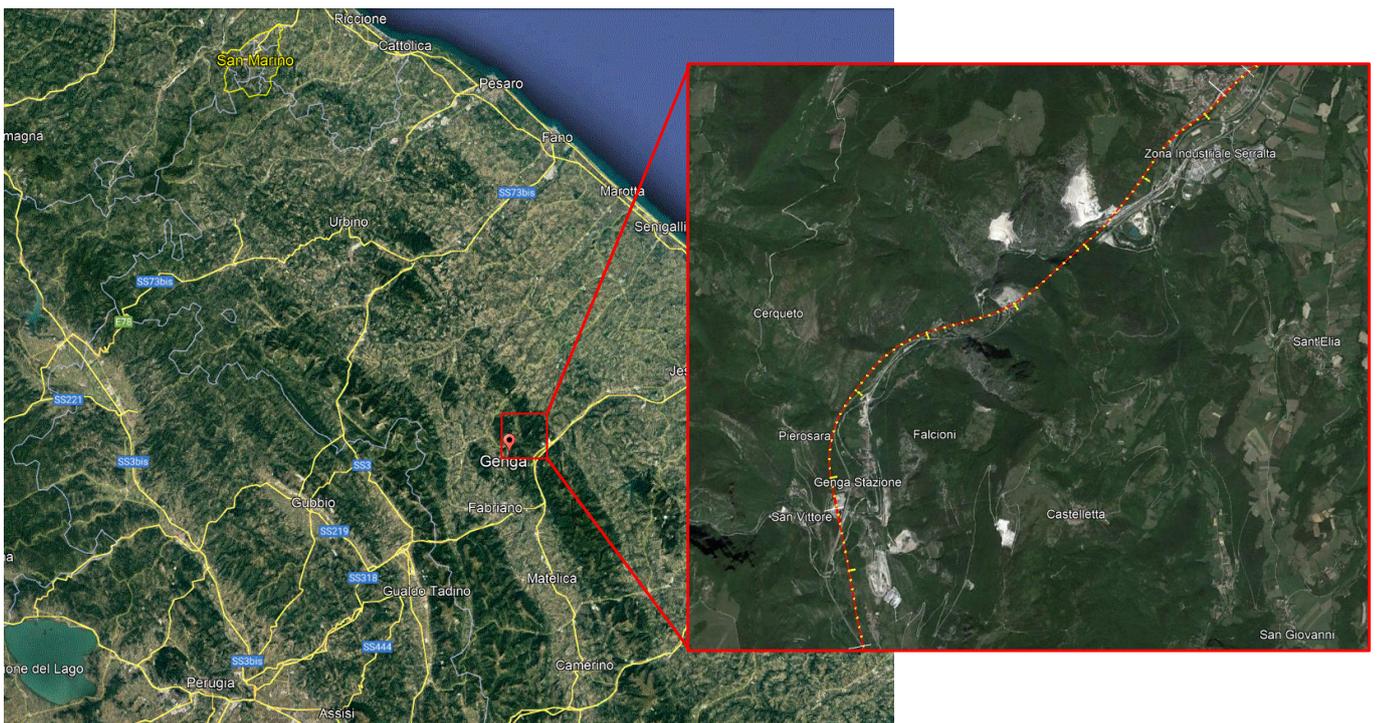


Figura 2-1 – Inquadramento territoriale dell'intervento

2.1 Descrizione del progetto

Il progetto in oggetto prevede la realizzazione del raddoppio ferroviario della linea storica sia in stretto affiancamento che su nuovo tracciato in variante planimetrica. L'inizio dell'intervento è fissato al km 228+014 della Linea ferroviaria Orte - Falconara esistente, in prossimità dell'attuale

PM e si estende per circa 21,5 km di linea per terminare al km 252+578 della LS, in prossimità del fabbricato viaggiatori della stazione di Castelplanio.

Il progetto verrà realizzato temporalmente dopo il raddoppio della tratta PM228 -Albacina.

Si riassumono le principali caratteristiche del progetto:

- Numero di binari di linea: Doppio binario;
- Interasse binari: 4 m – variabile;
- Velocità di tracciato: 150,165,175 km/h (85 km/h nelle deviate provvisorie);
- Ranghi di velocità: A, B, C, P;
- Profilo minimo degli ostacoli: P.M.O.5;
- Categoria di peso assiale: D4;
- Pendenza massima longitudinale compensata: 12.00 ‰;
- Pendenza massima in banchina: 1.2 ‰;
- Standard marciapiedi di stazione/fermata: Lunghezza 250 m, altezza 55 cm

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle principali opere ferroviarie di linea previste in progetto:

Tabella 2-1- Opere ferroviarie di linea

WBS Lotto 2 BD	Da km	A km	Note
TR01	0+000	0+050	Trincea Approccio alla Galleria
GN01	0+050	0+950	Rilevato Doppio Binario
TR02	0+950	0+995	Trincea Approccio alla Galleria
RI01	0+995	1+020	Rilevato Doppio Binario
VI01	1+020	1+230	
RI02	1+230	1+355	Rilevato Doppio Binario
SL01	1+355	1+405	SOTTOPASSO - Sottovia scatolare
SL02	1+630	1+660	SOTTOPASSO - Sottovia scatolare
FV01	1+405	1+630	Nuova Stazione Genga
TR03	1+630	1+685	Trincea Approccio alla Galleria
GN02	1+685	2+250	
TR04	2+250	2+340	Trincea Approccio alla Galleria
RI03	2+340	2+410	Rilevato Doppio Binario
TR05	2+410	2+940	Trincea Approccio alla Galleria
GN03	2+940	3+776	
TR06	3+776	3+821	Trincea Approccio alla Galleria

RI03	3+821	3+850	Rilevato Doppio Binario
VI02	3+821	4+095	
TR07	4+095	4+130	Trincea Approccio alla Galleria
GN04	4+130	4+410	
TR08	4+410	4+436	Trincea Approccio alla Galleria
RI04	4+436	4+460	Rilevato Doppio Binario
VI03	4+460	4+670	
TR09	4+670	4+745	Trincea Approccio alla Galleria
GN05	4+745	5+950	
TR10	5+950	5+970	Trincea Approccio alla Galleria
RI05	5+970	6+010	Rilevato Doppio Binario
VI04	6+010	6+120	
TR11	6+120	6+160	Trincea Approccio alla Galleria
GN06	6+160	7+314	
TR12	7+314	7+364	Trincea Approccio alla Galleria
TR13	7+364	7+720	
TR14	7+720	8+010	
RI06	8+010	8+275	Sistemazione PRG Serra S. Quirico
RI07	8+275	8+500	Rilevato Doppio Binario
TR15	8+500	8+889	Trincea ferroviaria in affiancamento- Raddoppio
WBS Lotto 2 Deviate Cascatelle	Da km	A km	Note
RI01B	0+000	0+125	Realizzazione in interruzione di esercizio ferroviario
RI02B	0+125	0+300	0+125-0+300 lato destro; 0+125-0+300 lato sinistro – paratia H=4m fuoriterra per mantenere esercizio su storica.
RI03B	0+300	0+420	Lato destro; lato destro – rilevato in alveo con gabbione e protezione. Lato sinistro – paratia H=4m fuoriterra per realizzare deviate con esercizio su storica
RI04B	0+420	0+580	Lato destro; lato destro con rilevato in alveo con gabbione e protezione; lato sinistro con muro per realizzare linea di progetto con esercizio sulla deviate
TR01B	0+630	0+852	0+690 – 0+852 in interruzione di esercizio

WBS Lotto 2 Allaccio Provvisorio Serra S. Quirico	Da km	A km	Note
RI01C	0+000	0+715	RILEVATI SINGOLO BINARIO - Rilevato ferroviario SB con 1,50m<H<3,00m

2.1.1 Opere in sotterraneo: Gallerie

Gallerie naturali

Per il raddoppio del Lotto II della Tratta PM228-Castelplanio sono previste 6 gallerie naturali e la realizzazione di due gallerie artificiali scatolari a doppio binario.

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche geometriche delle gallerie:

Tabella 2-2- Elenco delle gallerie Lotto II

Gallerie	Lotto	PK iniziale (BD)	PK finale (BD)	Lunghezza (m)	Copertura massima (m)	Sezione tipo
GN01 - Galleria Valtreara	II	0+050	0+950	900	83	Galleria canna unica - doppio binario scavo tradizionale
GN02 - Galleria Genga	II	1+685	2+250	565	93	Galleria canna unica - doppio binario scavo tradizionale
GN03 - Galleria Mogiano	II	2+940	3+455	515	59	Galleria canna unica - doppio binario scavo tradizionale
GA01	II	3+455	3+800	345	-	Galleria artificiale scatolare
GN04 - Galleria Ponte Chiarodovo	II	4+130	4+410	280	90	Galleria canna unica - doppio binario scavo tradizionale
GN05 - Galleria La Rossa II	II	4+470	5+950	1210	230	Galleria canna unica - doppio binario scavo tradizionale
GA02	II	6+160	6+350	190	-	

GN06 - Galleria Murano	II	6+350	7+314	964	65	Galleria artificiale scatolare + Galleria canna unica – doppio binario scavo tradizionale
------------------------	----	-------	-------	-----	----	---

Le gallerie del Lotto II saranno realizzate mediante scavo in tradizionale.

Sezioni tipo di intradosso

Le sezioni di intradosso delle gallerie naturali corrispondono a quelle del manuale di progettazione di RFI per velocità di progetto $160 < v \leq 200$ km/h. Tutte sezioni permettono:

- il transito del Gabarit di tipo C (P.M.O.5);
- alimentazione 3 kV cc;
- l'adozione dell'armamento di tipo tradizionale.

Nelle figure seguenti sono riportate rispettivamente le sezioni tipo di intradosso delle gallerie a doppio e a semplice binario.

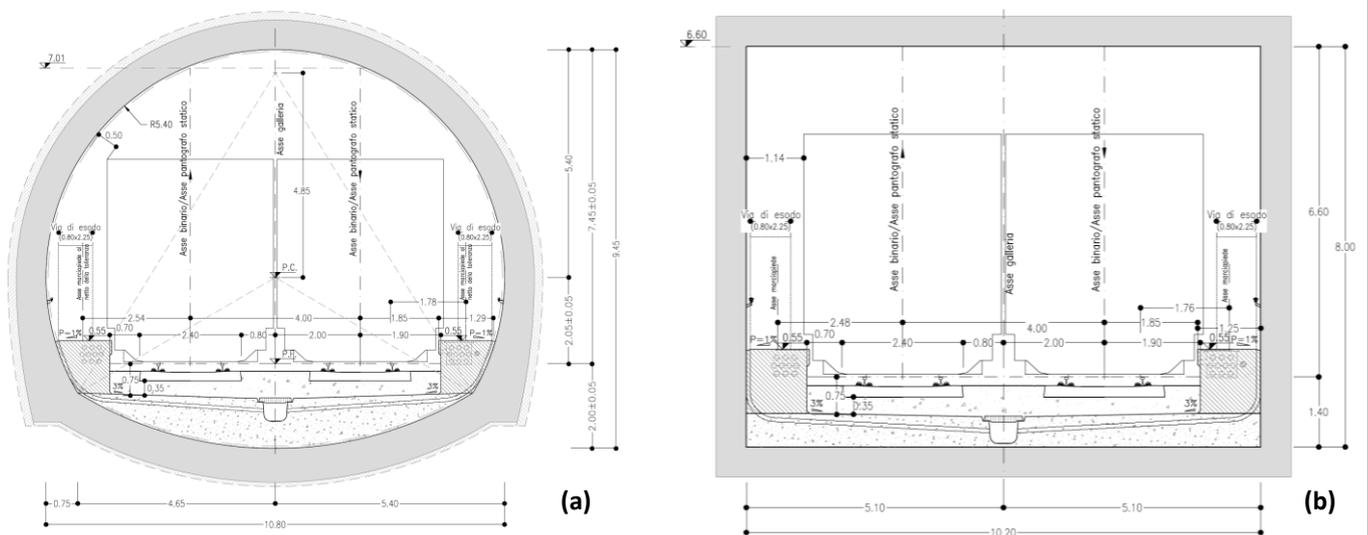


Figura 2-2(a) e (b)- Sezioni di intradosso delle gallerie a doppio binario

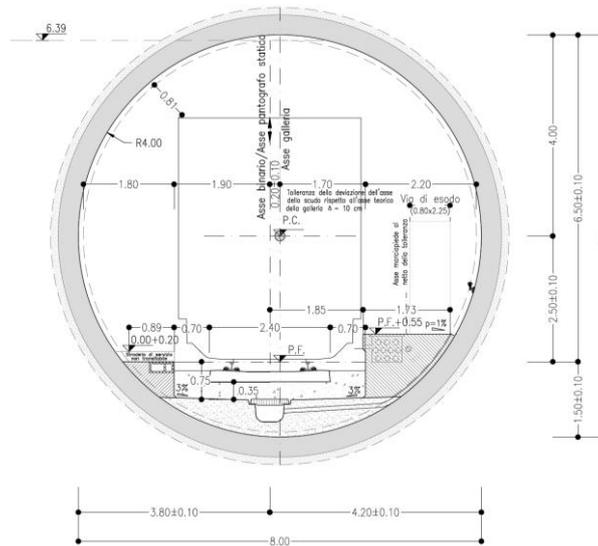


Figura 2-3: Sezione tipo di intradosso galleria a semplice binario

Vie di esodo in galleria

Nel rispetto della normativa vigente in tema di sicurezza passeggeri in galleria, lungo le gallerie GN05 - La Rossa II e GN06 – Murano a doppio binario del Lotto II, sono previste uscite di sicurezza pedonali.

Nella Figura 2-4 sono rappresentate le uscite di sicurezza per le gallerie a doppio binario La Rossa II e Murano.

Nella Tabella 2-3 sono riportati progressiva di innesto e lunghezza per le vie di esodo previste.

Tabella 2-3: Vie di esodo di alcune Gallerie del Lotto II

Vie di esodo	PK innesto	Lunghezza (m)
Finestra di esodo pedonale della GN05 - Galleria La Rossa II	4+985	280
Finestra di esodo pedonale della GN06 - Galleria Murano	6+920	98

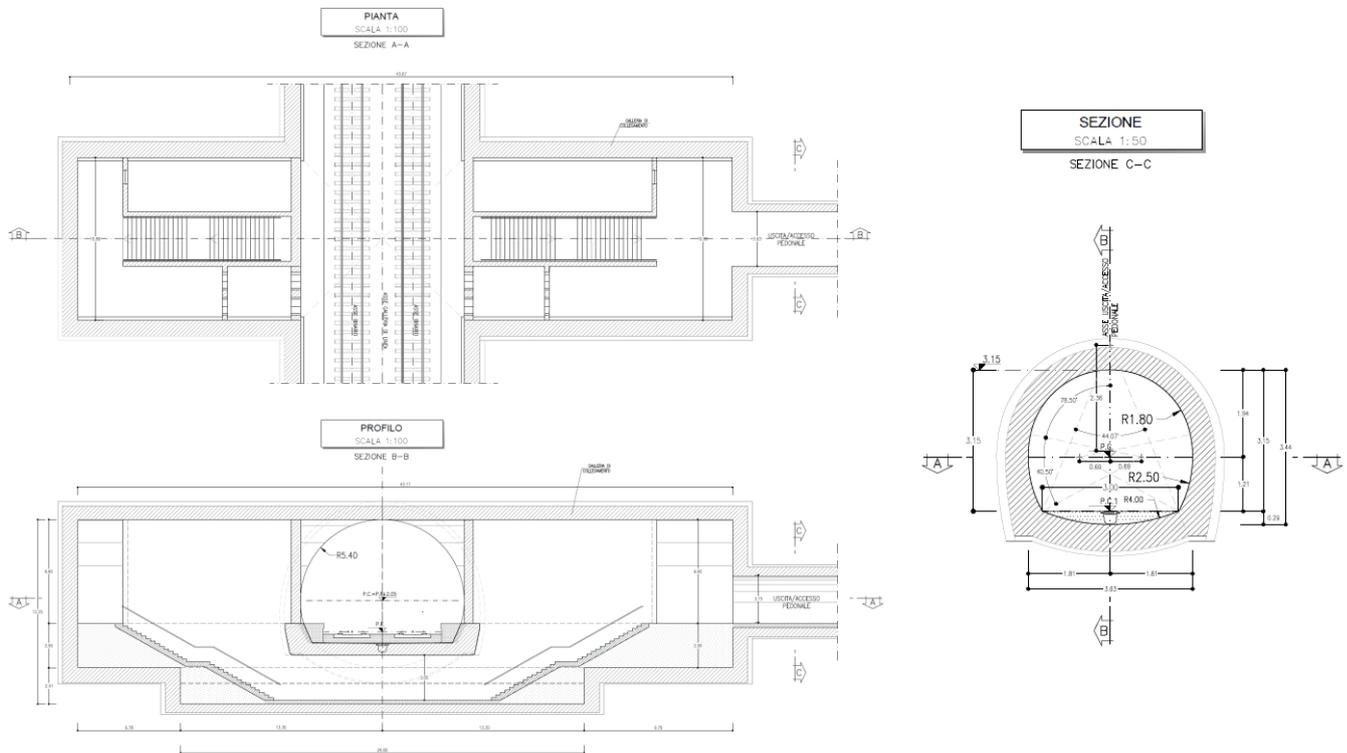


Figura 2-4: Uscite di sicurezza su gallerie a doppio binario

2.1.2 Opere all'aperto

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche principali delle sezioni tipo presenti in progetto.

Sezioni tipo in rilevato

La sezione di progetto in rilevato, rappresentata nelle figure seguenti, è a doppio binario ed è applicabile, come nel caso specifico, a linee ferroviarie con velocità massima non superiore a 200 km/h. L'interasse dei binari di progetto è pari a 4.00 m con un ingombro complessivo della piattaforma pari a 12.70 m.

L'altezza dei rilevati ferroviari di progetto, calcolata come distanza tra punto esterno dell'estradosso dello strato di sub-ballast ed il piano campagna, risulta essere minore di 6,00 m.

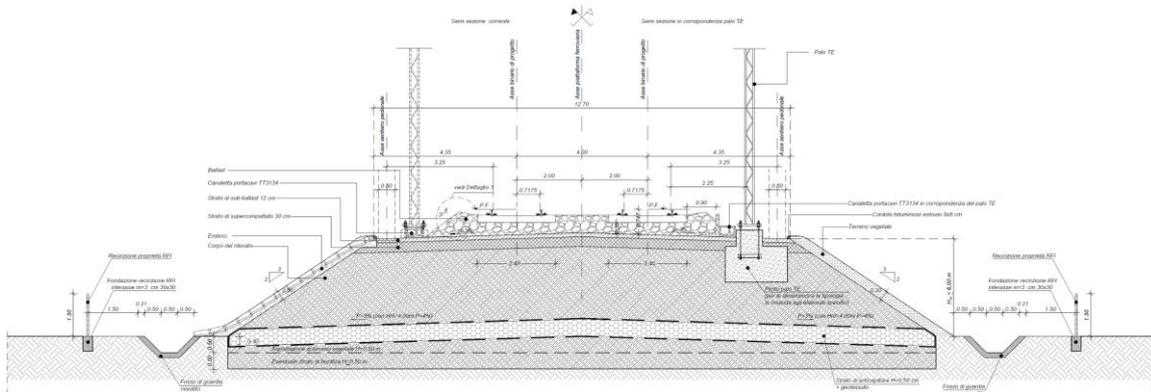


Figura 2-5- Sezione tipo ferroviaria in rilevato a doppio binario (piattaforma in retto) con $H_{ril} \leq 6,00$ m

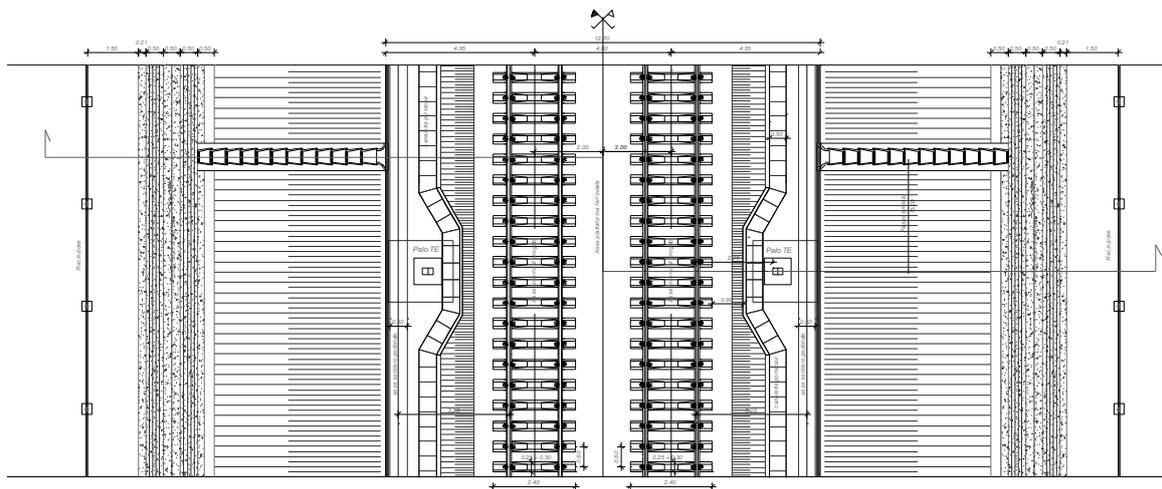


Figura 2-6: Stralcio planimetrico per sezione tipo ferroviaria in rilevato a doppio binario (piattaforma in retto) con $H_{ril} \leq 6,00$ m

La traversa ferroviaria adottata è del tipo RFI 240, con uno spessore minimo del ballast sotto traversa, in corrispondenza della rotaia, non inferiore a 35 cm.

La piattaforma ferroviaria è resa impermeabile da uno strato di sub-ballast (conglomerato bituminoso) di spessore pari a 12 cm, mentre le scarpate sono inerbite mediante uno strato di terreno vegetale dello spessore non inferiore a 30 cm. La pendenza trasversale delle falde dello strato di sub-ballast e super-compattato è pari a 3%, permettendo così il deflusso delle acque ai bordi della piattaforma e da qui attraverso gli embrici posti sulle scarpate del rilevato ferroviario (interasse degli embrici sulle scarpate dei rilevati è pari a 15,00m) ai fossi/canalette idrauliche poste ai piedi del rilevato.

Il corpo del rilevato ferroviario e lo strato di fondazione verranno realizzati sia con terre provenienti da cava sia con terre provenienti da scavo; in entrambi i casi i terreni impiegati dovranno rispettare

le prescrizioni sui materiali previsti nel capitolato di costruzione delle opere civili. Le scarpate del rilevato presentano una pendenza costante trasversale con rapporto 3 in orizzontale e 2 in verticale.

Raddoppio rilevato in stretto affiancamento

Nel caso di realizzazione di un raddoppio ferroviario in rilevato in stretto affiancamento, in cui la distanza tra asse binario esistente in esercizio ed asse binario di progetto più esterno è non inferiore a 5,50 m e c'è complanarità tra PF di progetto ed esistente, è possibile eseguire le varie lavorazioni per fasi senza interferenza con l'esercizio ferroviario.

- Fase 1:

Scotico delle scarpate e del piano di fondazione del nuovo rilevato con asportazione del primo strato di terreno vegetale sp. 50 cm ed eventuale bonifica del terreno al di sotto del piano di posa.

Gradonatura delle scarpate del rilevato esistente (gradoni Hmax=50 cm) e del piede della scarpata esistente, preparazione del piano di posa del nuovo rilevato e posa dell'anticapillare.

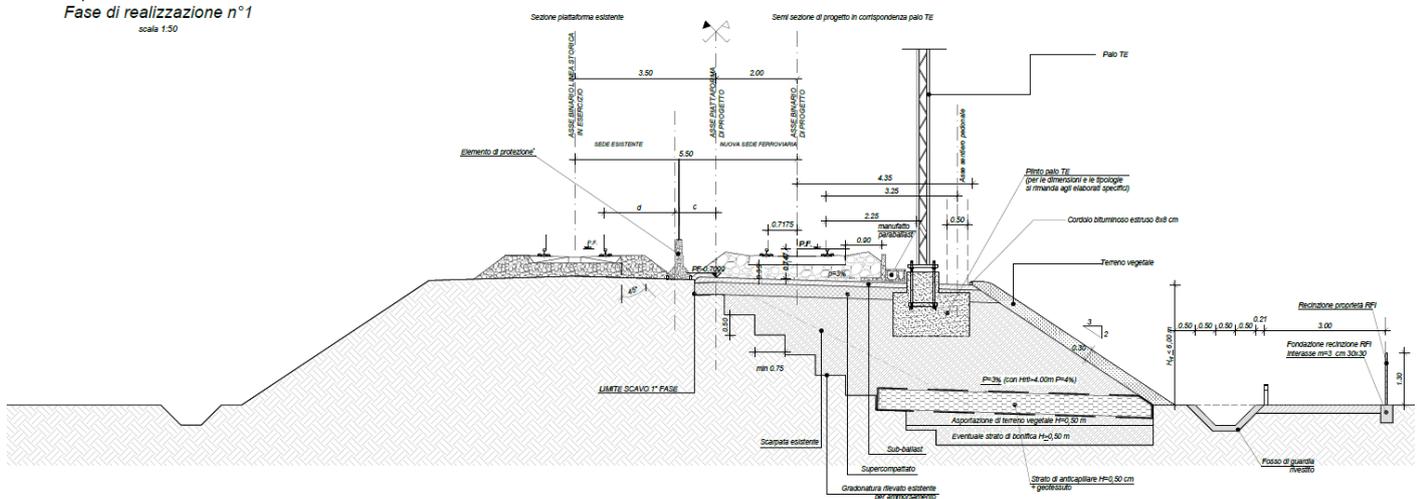
Esecuzione del corpo del nuovo rilevato con ammorsamento sull'esistente.

Esecuzione dello strato di supercompattato (s=30cm) e di sub-ballast (s=12cm) (semisezione).

Esecuzione opere di completamento del nuovo rilevato (terreno vegetale su scarpata, embrici, fosso di guardia, recinzione etc.).

Completamento armamento, attrezzaggio tecnologico, etc. nuovo binario.

Sezione tipo in affiancamento in rilevato
Fase di realizzazione n°1
scala 1:50



- Fase 2:

Trasferimento dell'esercizio sul nuovo binario di raddoppio realizzato nella fase 1.

Scotico delle scarpate e del piano di fondazione del nuovo rilevato con asportazione del primo strato di terreno vegetale sp. 50 cm ed eventuale bonifica del terreno al di sotto del piano di posa.

Gradonatura della scarpate del rilevato esistente (gradoni Hmax=50 cm) e del piede della scarpata esistente, preparazione del piano di posa del nuovo rilevato e posa dell'anticapillare.

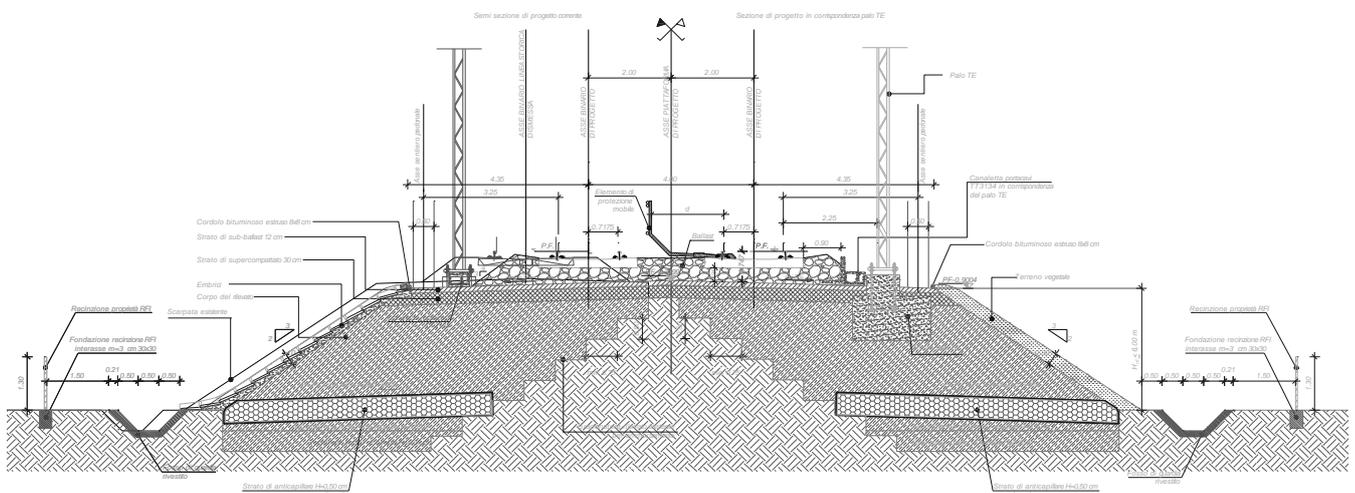
Esecuzione del corpo del nuovo rilevato con ammorsamento sull'esistente.

Esecuzione dello strato di supercompattato (s=30cm) e di sub-ballast (s=12cm) (semisezione).

Esecuzione opere di completamento del rilevato (terreno vegetale su scarpate, embrici, fosso di guardia, recinzioni etc.).

Completamento armamento, attrezzaggio tecnologico etc. del binario posizionato a 4.00 m dal binario di raddoppio.

Attivazione dell'esercizio sul nuovo binario di progetto, con conseguente raddoppio della linea completato.



Zone di transizione opere in terra- scatolare ed opere in terra – spalla viadotto/ponte

In corrispondenza di opere ferroviarie puntuali, quali ad esempio sottovia, tombini idraulici e spalle di ponti ferroviari, sono previste zone di transizione del rilevato in modo da compensare per un certo tratto di rilevato la differente rigidezza che il treno potrebbe incontrare passando dal rilevato ad una struttura rigida quale quella in calcestruzzo (struttura scatolare o spalla di un ponte/viadotto). Di seguito è raffigurato uno dei possibili casi:

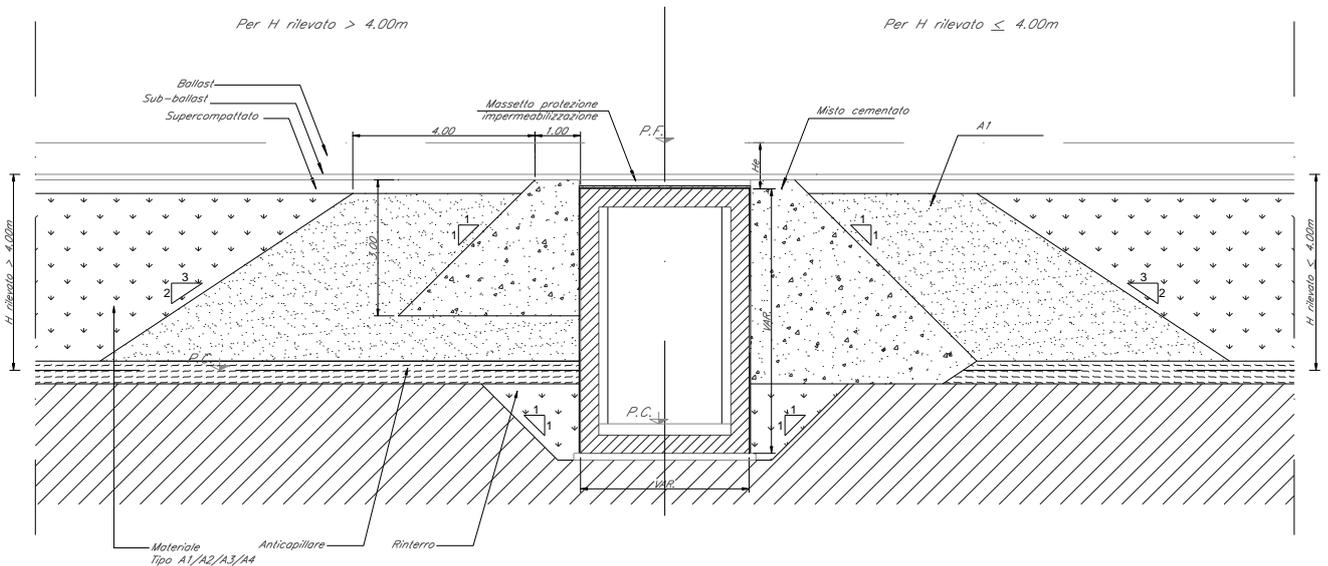


Figura 2-7: Zona di transizione rilevato-scatolare con $1,10 \leq H_e \leq 1,20$ m

Sezione tipo in trincea

La sezione tipo di progetto in trincea, rappresentata nelle figure seguenti, è a doppio binario ed è applicabile, come nel caso specifico, a linee ferroviarie con velocità massima non superiore a 200 km/h. L'interasse dei binari di progetto è pari a 4.00 m con un ingombro complessivo della piattaforma pari a 12.70 m.

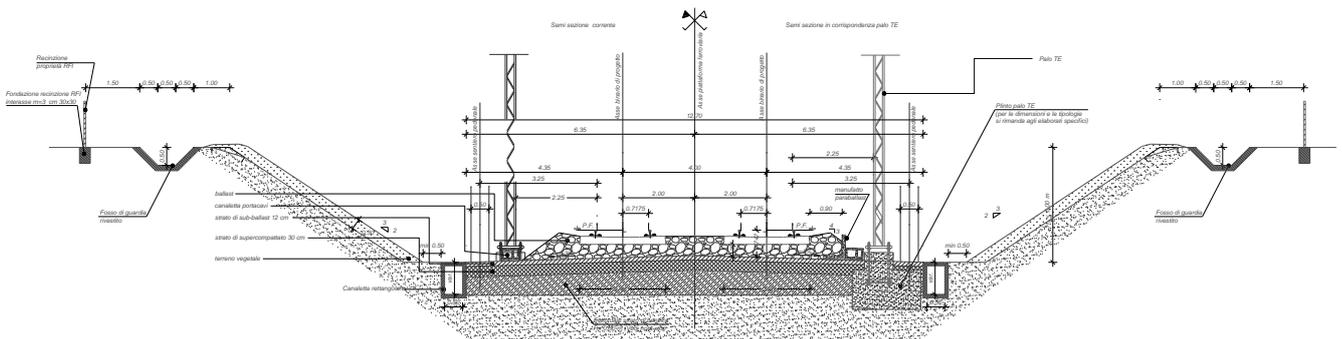


Figura 2-8: Sezione tipo ferroviaria in trincea a doppio binario in rettilineo

Nel presente progetto le scarpate della trincea presentano una pendenza trasversale tale da mostrare un rapporto 3 in orizzontale e 2 in verticale. A distanza di circa 1.50 m dal ciglio superiore della scarpata, lato monte, si prevede un fosso di guardia di capacità tale da poter intercettare ed accogliere le acque provenienti dalle aree a monte della trincea; nel presente progetto la dimensione minima è rappresentata da un fosso trapezoidale di dimensioni minime 0,50x0,50x0,50 m.

Nel caso di presenza di barriere antirumore queste andranno posizionate in corrispondenza del ciglio di testa della scarpata in terra.

Anche la maggior parte dei tratti in trincea vengono realizzati in stretto affiancamento; si rimanda alle indicazioni presenti sugli elaborati di progetto.

Sezione tipo in rilevato singolo binario

Data la realizzazione in lotti consecutivi, è necessario realizzare degli assi provvisori di collegamento tra i vari lotti e nelle varie fasi di costruzione. Gli assi e le deviate provvisorie saranno tutte a singolo binario e saranno sia in trincea che rilevato come si vede dalle immagini seguenti. Tutte le note, riguardo i materiali, la fasi di esecuzione, la posa di fossi, canalette e barriere antirumore, fatta per i tratti a doppio binario, vale anche per le sezioni in rilevato e trincea a singolo binario.

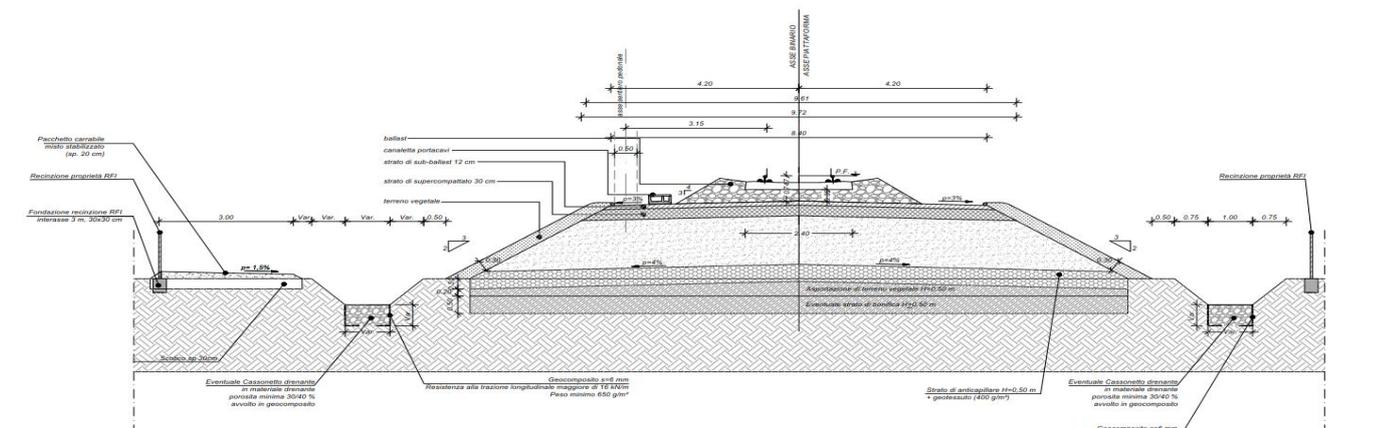


Figura 2-9: Sezione tipo ferroviaria in rilevato a singolo binario in rettilineo

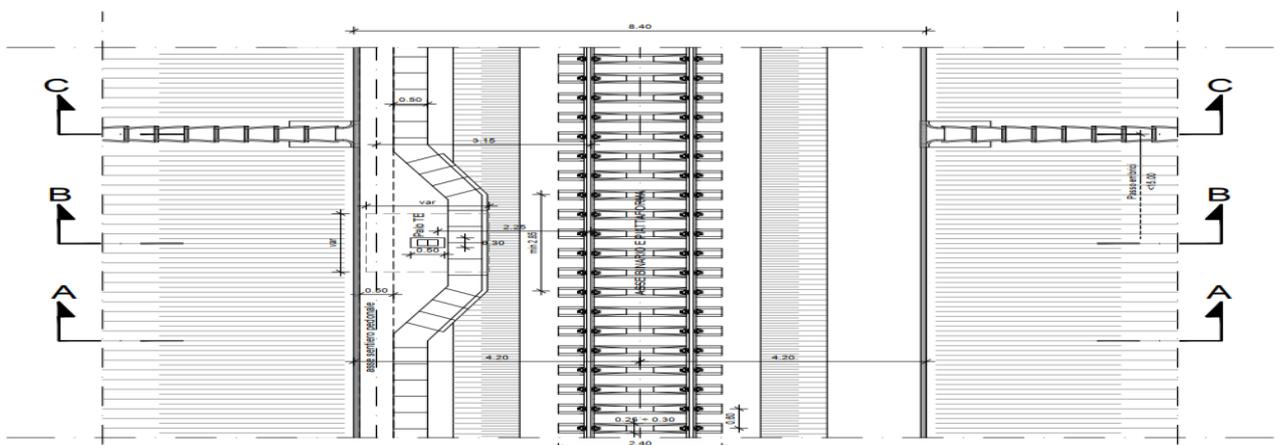


Figura 2-10- Stralcio planimetrico con sezione tipo ferroviaria in rilevato a singolo binario in rettilineo

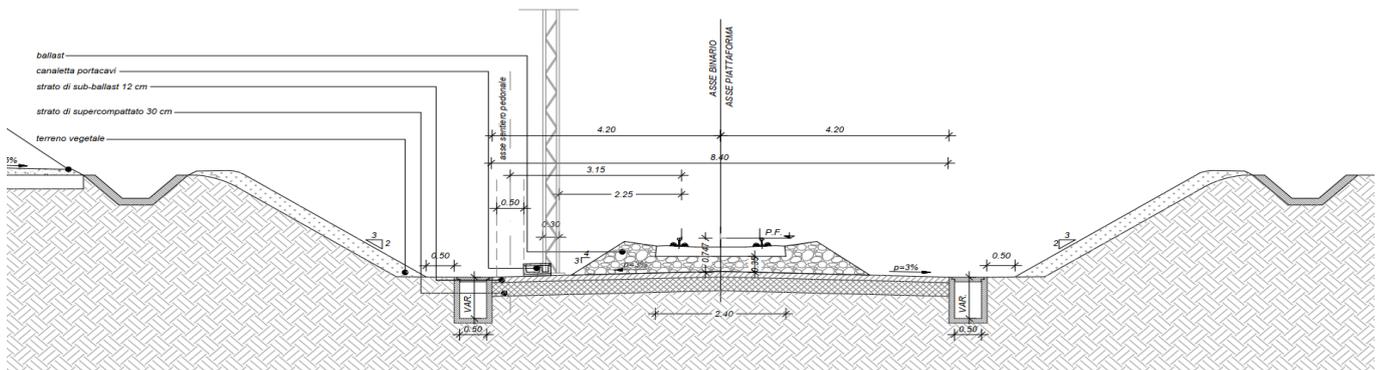


Figura 2-11–Sezione tipo ferroviaria in trincea a singolo binario in rettilo

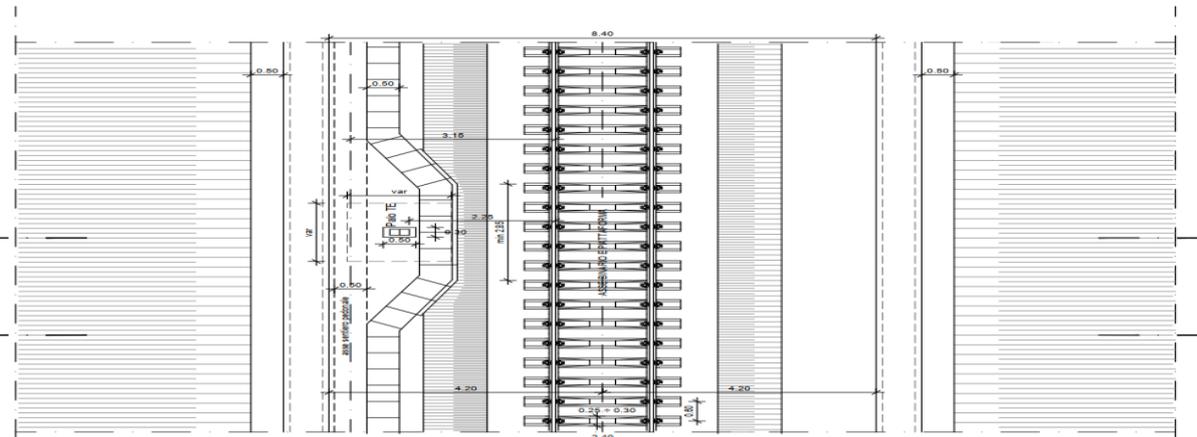


Figura 2-12–Stralcio planimetrico con sezione tipo ferroviaria in trincea a singolo binario in rettilo

Ponti e viadotti ferroviari

Nella seguente Tabella si riporta la lista delle opere d'arte presenti nel progetto in oggetto:

Tabella 2-4– Ponti e viadotti ferroviari in progetto

LOTTO	WBS	Descrizione	da km	a km
LOTTO 2	VI01	Viadotto ferroviario a DB sul fiume Esino, realizzato con 3 campate reticolari a via inferiore di luce 70m in semplice appoggio. Le fondazioni sono di tipo profondo.	1+020,000	1+230,000
LOTTO 2	VI02	Ponte ferroviario a 8 campate su viabilità, doppio binario. Luce complessiva 245m, realizzata con campate da 70+25x7m. Si tratta di una travata a via inferiore	3+850,000	4+095,000

		reticolare da 70m e 7 campate in c.a.p. da 25m in semplice appoggio. Le fondazioni di pile e spalle sono di tipo profondo.		
LOTTO 2	VI03	Viadotto ferroviario a DB sul fiume Esino, realizzato con 3 campate reticolari a via inferiore di luce 70m in semplice appoggio. Le fondazioni sono di tipo profondo.	4+460,000	4+670,000
LOTTO 2	VI04	Viadotto ferroviario a DB di due campate sul fiume Esino, realizzato con 1 campata reticolare a via inferiore di luce 70m e una a via superiore da 40m in semplice appoggio. Le fondazioni sono di tipo profondo.	6+010,000	6+120,000

Di seguito vengono riportate alcune delle tipologie strutturali che vengono utilizzate per i viadotti ferroviari:

Ponte reticolare

Si tratta di campate a schema reticolare di luce variabile a travata a maglia triangolare e via inferiore, chiuse superiormente.

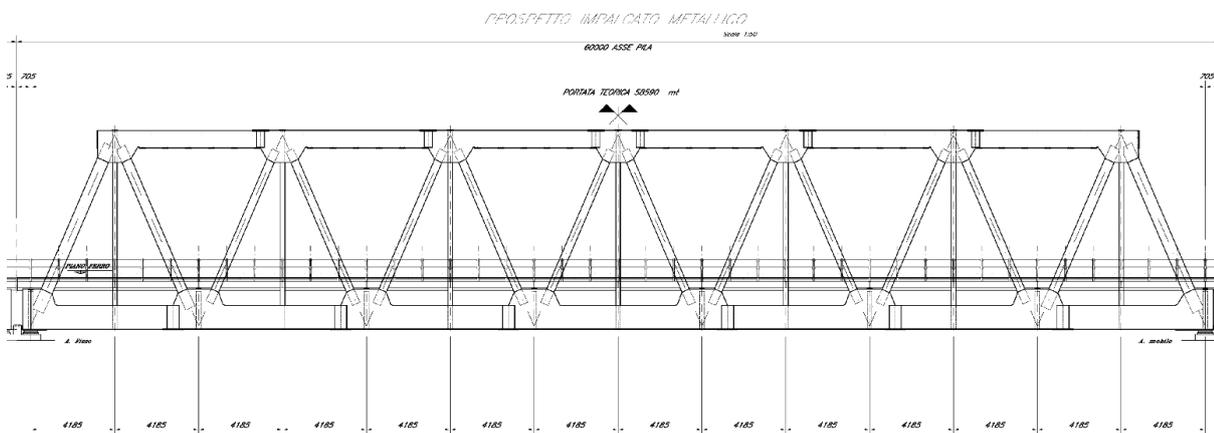


Figura 2-13: Ponte reticolare – campata da 60 m

Ponte in sezione mista

L'impalcato è di tipo misto acciaio-calcestruzzo e schema statico longitudinale di trave semplicemente appoggiata, presenta una struttura costituita da due travi a doppio T non simmetrica disposte a interasse costante; queste travi sono collegate da traversi verticali reticolari, dalla soletta e da controventi orizzontali superiori e inferiori.

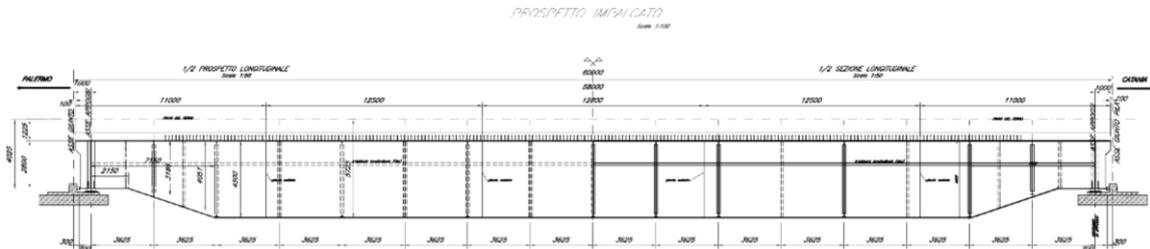


Figura 2-14: Prospetto ponte in sezione mista

Ponte in c.a.p. 25 m

Le campate in calcestruzzo armato precompresso hanno luce standard pari a 25m. L'impalcato è costituito da 4 travi in C.A.P. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti).

Le travi vengono solidarizzate da 4 traversi, prefabbricati insieme alle travi e da una soletta superiore in c.a. gettata in opera con una larghezza complessiva tipica pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzzeria del viadotto.

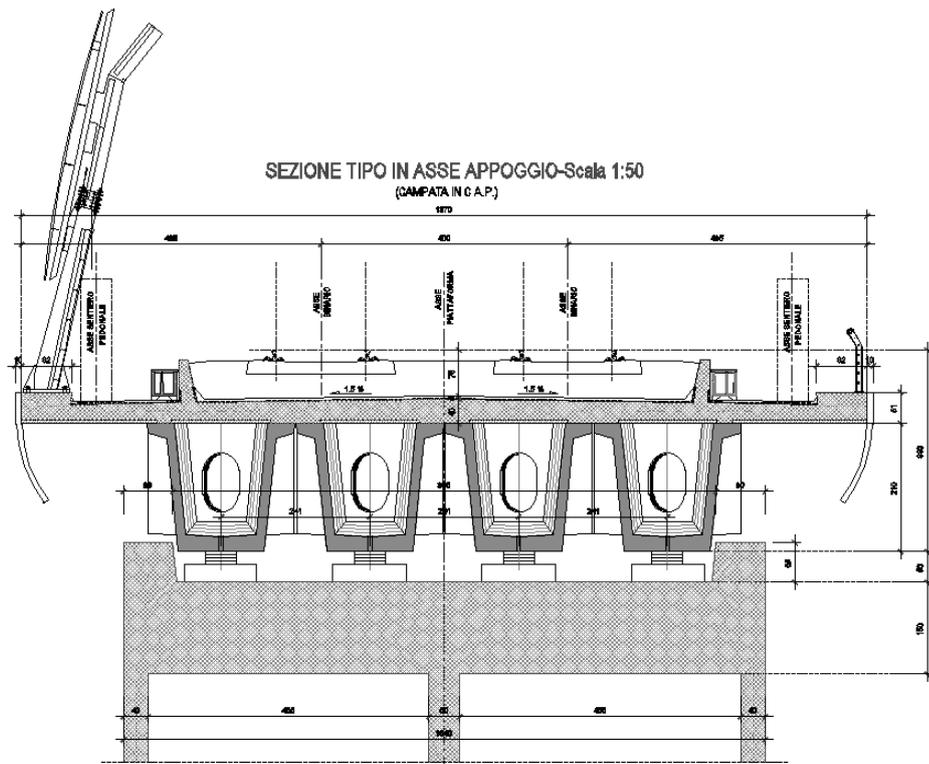


Figura 2-15- Sezione tipologica campata da 25m

Cavalcaferrovia e viabilità

Le interferenze stradali con la nuova linea ferroviaria hanno reso necessario prevedere la realizzazione di nuove opere di scavalco o viabilità adiacenti.

Di seguito è riportata la lista di tali opere:

Tabella 2-5- Cavalcaferrovia e viabilità di progetto

LOTTO	WBS	Descrizione	da km	a km
LOTTO 2	NV03	Nuova viabilità – 5 campate da 32m in sezione mista	0+180.00	0+340.00
LOTTO 2	NV04	Nuova viabilità con scavalco su scatolare (imbocco) – 4 campate da 25m	0+130.00	0+250.50
LOTTO 3	NV09	Nuova viabilità – 1 campata da 50m in sezione mista	0+496.60	0+546.60

Fabbricati tecnologici

Al fine di poter accogliere la strumentazione necessaria al funzionamento e gestione del raddoppio ferroviario, sono stati realizzati dei fabbricati tecnologici lungo la linea.

Le aree in cui sorgono i fabbricati sono concentrate nelle zone seguenti:

- zona in prossimità del Bivio Nord: è prevista la realizzazione di un fabbricato lungo linea (FA04; pk 7+200 circa);
- zona in prossimità della Stazione di Genga: è prevista la realizzazione di un fabbricato tecnologico (FA05 pk 8+750 circa) e di un locale consegna adiacente (FA05_1);
- zona in prossimità dell'imbocco galleria Equivalente: è prevista la realizzazione di un fabbricato tecnologico PEGP (FA06; pk 10+100 circa) e di un locale consegna adiacente (FA06_1);
- zona in prossimità dell'imbocco galleria Equivalente: è prevista la realizzazione di un fabbricato tecnologico PGEP (FA07; pk 14+500 circa) e di un locale consegna adiacente (FA07_1);
- zona in prossimità della Fermata di Serra San Quirico: è prevista la realizzazione di un fabbricato tecnologico (FA08 pk 15+300 circa) e di un locale consegna adiacente (FA08_1);

Si prevedono inoltre, due uscite intermedie una nei pressi della Galleria la Rossa (FUscita1) e l'altra nei pressi della Galleria Murano (FUscita2), entrambe facenti parte della galleria equivalente,

con i relativi Fabbricati tecnologici per ospitare le apparecchiature necessarie all'alimentazione delle finestre.

Viabilità stradale

Nel Lotto 2 del PFTE del Raddoppio ferroviario della tratta PM228-Castelplanio, sono previsti diversi interventi riferiti alle viabilità e riguardanti fondamentalmente le seguenti Nuove Viabilità:

- NV01: ricucitura San Vittore;
- NV02: ricucitura Via Marconi – accesso a stazione di Genga;
- NV03: ricucitura frazioni Mogliano – Palombare;
- NV04: ricucitura frazione Palombare;
- NV07: ricucitura SP76 – Via Clementina,
- Sono inoltre previste le seguenti Nuove Viabilità di accesso ai Piazzali:
- NVP1: accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN01 "Valtreara";
- NVP2: accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN03 "Mogiano";
- NVP3: accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN05 "La Rossa";
- NVP4: accesso al piazzale all'imbocco Nord della galleria GN06 "Murano";
- NVP5: accesso al piazzale all'uscita di emergenza della galleria GN06 "Murano".

NV01

La Nuova Viabilità NV01 realizza la ricucitura di Via San Vittore, presso la frazione Gattuccio, nel tratto compreso tra la rotatoria di recente realizzazione che si collega ad una bretella dello svincolo della SS76 e il ponte sul fiume Esino.

In questo tratto la viabilità esistente viene interferita quasi perpendicolarmente dal tracciato della ferrovia di progetto all'imbocco Nord della galleria Lotto 2 GN01 "Valtreara".

La NV01 prevede un nuovo profilo altimetrico per sottopassare la ferrovia di progetto; la lunghezza totale dell'intervento è 289 m. Il tratto di viabilità esistente interferito è in ambito extraurbano, con una larghezza complessiva di ca. 6.50 m.

NV02

La Nuova Viabilità NV02 realizza la ricucitura di Via Guglielmo Marconi nel tratto compreso fra gli abitati di Genga Stazione e San Vittore, nella zona attorno all'attuale parcheggio per le grotte di Frasassi.

In questo tratto la viabilità esistente viene interferita quasi perpendicolarmente dal tracciato della ferrovia di progetto tra la Fermata di Genga e l'imbocco Sud della galleria Lotto 2 GN02 "Genga" di progetto.

La NV02 realizza la ricucitura della viabilità interferita con un nuovo tracciato che planimetricamente ricalca l'esistente, e altimetricamente si abbassa per sottopassare la ferrovia di progetto. La lunghezza totale dell'intervento è 534 m e larghezza ca 8,00 m.

NV03

La Nuova Viabilità NV03 realizza la ricucitura della viabilità compresa fra le due frazioni Palombare e Mogliano. In questo tratto la viabilità esistente viene interferita dal tracciato della ferrovia di progetto nel tratto finale a nord della galleria della galleria Lotto 2 GN03 "Mogliano"

La NV03 realizza la ricucitura della viabilità interferita con un nuovo tracciato che sovrappassa la galleria di progetto.

La lunghezza totale dell'intervento è 644 m.

Il tratto di viabilità esistente interferito ha una larghezza complessiva approssimabile mediamente a ca. 3,00 - 3,50 m.

NV04

La Nuova Viabilità NV04 realizza la ricucitura della viabilità compresa fra la frazione Palombare e l'intersezione presso il ponte sul fiume Esino presso la frazione Pontechiaradovo. In questo tratto la viabilità esistente viene interferita dal tracciato della ferrovia di progetto presso l'imbocco Sud della galleria GN04 "Ponte Chiarodovo".

La NV04 realizza la ricucitura della viabilità interferita con un nuovo tracciato che sovrappassa la ferrovia di progetto. La lunghezza totale dell'intervento è 347 m.

Il tratto di viabilità esistente interferito ha una larghezza complessiva approssimabile mediamente a ca. 3,00 - 3,50 m.

NV07

La Nuova Viabilità NV07 realizza la ricucitura del tratto della SP76, qui denominata Via Clementina, tra l'intersezione con la SS76 e l'abitato di Serra San Quirico poco prima del civico 38. In questo tratto la viabilità esistente si trova in affiancamento alla ferrovia esistente, a monte di quest'ultima rispetto al fiume Esino. In questo punto la ferrovia di progetto ripercorre il tracciato di quella esistente in entrata alla stazione di Serra San Quirico, ma a Sud di questa si stacca dall'esistente spostandosi a monte ed entrando nella galleria GN06 "Murano".

La NV07 realizza la ricucitura della viabilità interferita con un nuovo tracciato che si stacca dalla viabilità esistente poco dopo l'intersezione, sovrappassa la galleria di progetto GN06 "Murano", passa a monte di un gruppo di case che si affacciano sulla viabilità esistente, e si riattacca alla viabilità esistente.

La lunghezza totale dell'intervento è 689 m per una larghezza complessiva di ca. 7.00 m.

NVP1

La Nuova Viabilità di accesso ai Piazzali NVP1 garantisce l'accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN01 "Valtreara", collegando quest'ultimo alla SS76 presso la frazione Valtreara.

La lunghezza totale dell'intervento è 462 m per una larghezza complessiva di 6,50 m, incrementata in corrispondenza degli allargamenti per iscrizione in curva.

NVP2

La Nuova Viabilità di accesso ai Piazzali NVP2 garantisce l'accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN03 "Mogiano", collegando quest'ultimo attraverso la viabilità di progetto NV03 ed NV04 alla viabilità esistente in corrispondenza dell'intersezione presso il ponte sul fiume Esino presso la frazione Pontechiaradovo.

La lunghezza totale dell'intervento è 348 m per una larghezza complessiva di 6,50 m.

NVP3

La Nuova Viabilità di accesso ai Piazzali NVP3 garantisce l'accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN05 "La Rossa", attraverso la riorganizzazione della viabilità esistente con tre tratti: il primo tratto è la nuova NVP3 che sovrappassa la ferrovia di progetto sull'imbocco della galleria, il secondo tratto riqualifica la strada esistente (strada di servizio ANAS) che collega la NVP3 alla SS76 e il terzo tratto ricalca la strada esistente che dalla NVP3 scende a quota piazzale.

Le lunghezze totali degli interventi sono 224 m per la NVP3, 321 m per il secondo tratto e 149 m per il terzo tratto.

La piattaforma per la NVP3 e il secondo tratto è quella prevista per gli accessi ai piazzali con corsie di 2,75 m e banchine laterali da 0.50 m per una larghezza complessiva di 6,50 m, incrementata in corrispondenza degli allargamenti per iscrizione in curva; per il terzo tratto è prevista una larghezza totale di 4 m come l'esistente.

NVP4

La Nuova Viabilità di accesso ai Piazzali NVP4 garantisce l'accesso al piazzale all'imbocco Nord della galleria GN06 "Murano", collegando quest'ultimo alla viabilità di progetto NV07 e quindi alla SP76 – Via Clementina poco a Sud dell'abitato di Serra San Quirico

La lunghezza totale dell'intervento è 72 m per una larghezza complessiva di 6,50 m.

NVP5

La Nuova Viabilità di accesso ai Piazzali NVP5 garantisce l'accesso al piazzale all'uscita di emergenza della galleria GN06 "Murano", collegando quest'ultimo alla SP76 – Via Clementina, a Sud dell'abitato di Serra San Quirico, in corrispondenza dell'intersezione con la SP14 per la quale bisognerà riconfigurare l'intersezione semaforica.

La lunghezza totale dell'intervento è 107 m per una larghezza complessiva di 6,50 m, incrementata in corrispondenza degli allargamenti per iscrizione in curva.

2.2 Organizzazione del sistema di cantierizzazione

Ne seguito si illustra il sistema di cantierizzazione previsto ai fini della realizzazione degli interventi in esame. Nello specifico si descrivono in sintesi i criteri adottati per la sua definizione nonché le modalità organizzative ed operative individuate. Tutto ciò allo scopo di delineare natura ed entità delle azioni progettuali associate alla fase costruttiva.

Per una descrizione più completa della soluzione di cantierizzazione, si rimanda alla specifica documentazione di progetto (vd. in particolare la Relazione di Cantierizzazione: cod. . *IR0F02R53RGCA0000001A*).

2.2.1 Modalità operative fasi lavorative

Il Programma Lavori prevede una durata complessiva dell'intervento, da consegna lavori fino ad attivazione (comprese attività anticipate e propedeutiche) di 1.130 gnc.

Le lavorazioni saranno articolate in fasi

- | | |
|--|----------|
| ▪ Attività di costruzione | 1.130 gg |
| - Fase 1 | 380 gg |
| opere civili più attrezzaggio deviate provvisorie | 380 gg |
| - Fase 2 | 300 gg |
| opere civili da km 2+250 c.a. a km 2+900 c.a. + tratto da km 7+300 c.a. a km 8+890 c.a | |
| - Fase 3 | 1.040 gg |

- Opere extralinea
- Opere civili di linea del tratto da prog km 0+050 a prog km 1+230 c.a e sovrastruttura ferroviaria: armamento, TE e TS
- Opere civili di linea del tratto da km 1+357 a km 8+890 c.a. e sovrastruttura ferroviaria: armamento, TE e TS
- completamento sede di raddoppio e attrezzaggio .

È da evidenziare che le tempistiche previste sono perseguibili grazie ad una importante contemporaneità di attività, infatti contestualmente alle attività sopracitate verranno avviate da subito le opere dei restanti tratti dettando in qualche modo un *percorso subcritico* rispetto all'insieme della tratta PM228 – Castelplanio, infatti il Lotto 2 si inserisce come secondo primo lotto in ordine di realizzazione sulla tratta e dopo il raddoppio della tratta PM228 - Albacina.



Figura 2-16 Programma complessivo delle opere di raddoppio

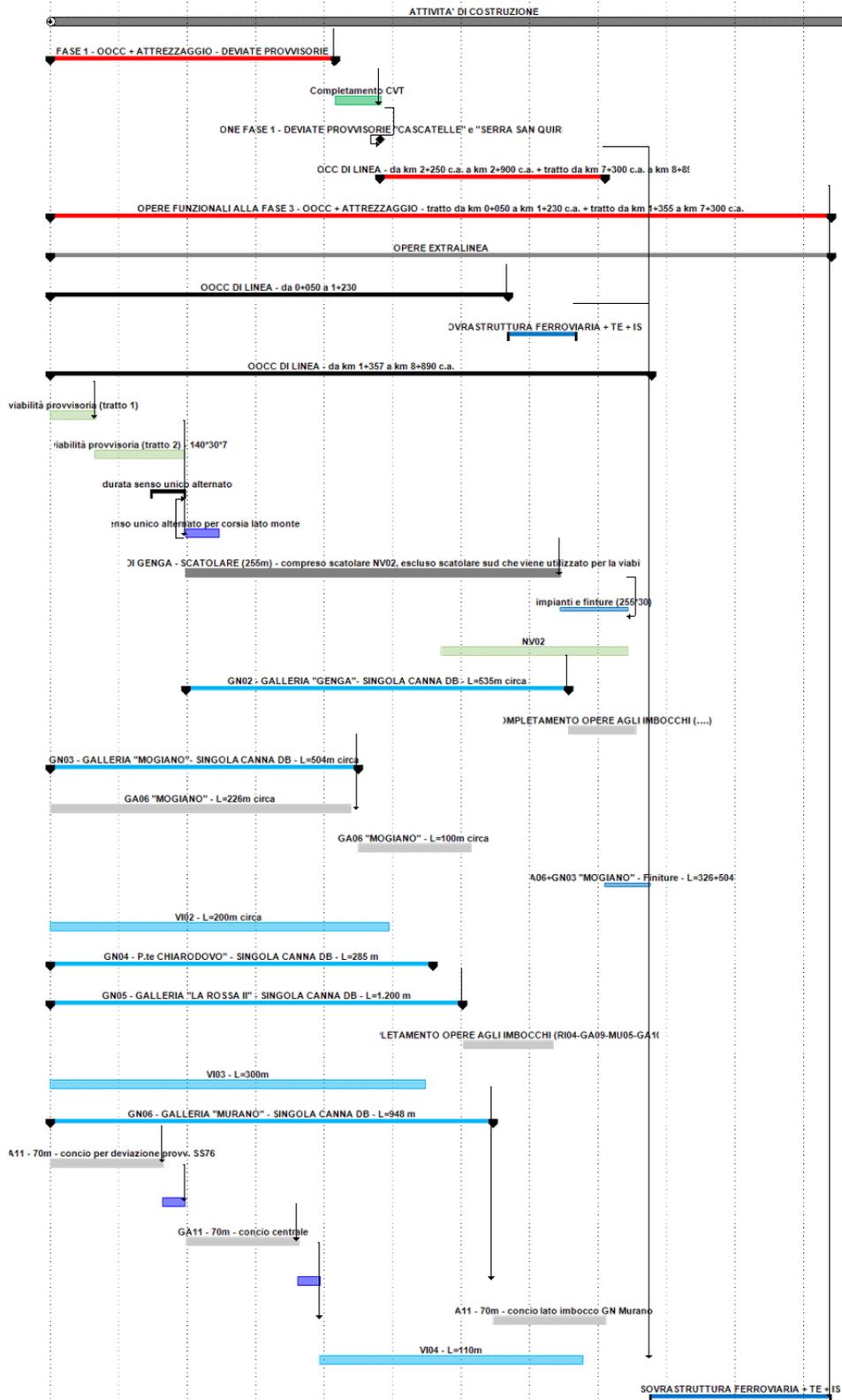


Figura 2-17: Stralcio del programma dei lavori di progetto (fase PFTE) per il Lotto 2

2.2.2 Sistema della cantierizzazione

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, in aree selezionate sulla base dei seguenti criteri:

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

Le caratteristiche tipologie dei cantieri da installare si riassume come segue:

Campo Base:

fornisce il supporto logistico per tutte le attività previste e in particolare assicura le strutture assistenziali e i servizi necessarie alla permanenza delle maestranze per tutto l'arco temporale in cui si svolgeranno i lavori.

Nel caso in esame è previsto l'approntamento di un unico campo base

Cantiere Operativo:

contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere.

Lungo il tracciato di progetto sono stati previsti complessivamente 4 cantieri operativi.

Aree Tecniche:

risultano essere tutti quei cantieri di appoggio posti in corrispondenza delle opere d'arte oggetto dell'intervento. Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle relative opere.

Aree di Stoccaggio:

contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo.

All'interno della stessa area di stoccaggio o in aree diverse si potranno avere, in cumuli comunque separati:

- terre da scavo destinate alla caratterizzazione ambientale, da tenere in sito fino all'esito di tale attività;
- terre da scavo destinate al reimpiego nell'ambito del cantiere;

- terre da scavo da destinare al reimpiego fuori dall'ambito del cantiere.

Aree di Deposito Terre:

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

Cantieri di Armamento:

sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.

Aree di lavoro:

Aree necessarie per le lavorazioni di linea ed extra linea, tengono conto degli spazi operativi.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

ID Cantiere	Superficie (mq)	Tipologia	Comune (Provincia)
02_CO.01	2.800	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AS.01	8.700	Area di Stoccaggio	Genga (AN)
02_CO.02	4.000	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.01	3.900	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AS.02	3.700	Area di Stoccaggio	Genga (AN)
02_CO.03	16.200	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.02	8.200	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AT.03	58.400	Area Tecnica	Genga (AN)
02_CO.04	6.800	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_CO.05	12.800	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.04	17.500	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AT.05	3.100	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AS.03	7.300	Area di Stoccaggio	Genga (AN)
02_CO.06	3.400	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.06	5.000	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AT.07	6.400	Area Tecnica	Genga (AN)
02_CO.07	18.100	Cantiere Operativo	Fabriano (AN)
02_CO.08	5.400	Cantiere Operativo	Fabriano (AN)
02_AT.08	3.900	Area Tecnica	Fabriano (AN)
02_AT.09	6.300	Area Tecnica	Serra San Quirico (AN)

02_CO.09	11.500	Cantiere Operativo	Serra San Quirico (AN)
02_AS.04	7.200	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.05	5.600	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.06	12.400	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.07	3.200	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.08	6.800	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_CO.10	6.700	Cantiere Operativo	Serra San Quirico (AN)
02_CB.01	14.300	Cantiere Base	Serra San Quirico (AN)
02_AT.10	2.900	Area Tecnica	Serra San Quirico (AN)
02_AS.09	9.600	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.10	12.700	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_DT.01	16.200	Deposito Terre	Serra San Quirico (AN)
02_DT.02	36.400	Deposito Terre	Serra San Quirico (AN)
02_DT.03	100.500	Deposito Terre	Fabriano (AN)
02_AR.01	4.700	Cantiere Armamento	Fabriano (AN)
02_AR.02	6.800	Cantiere Armamento	Serra San Quirico (AN)

Relativamente al sistema di cantierizzazione sopra riportato si evidenzia che tutte le aree occupate temporaneamente dai cantieri al termine dei lavori saranno ripristinate allo stato quo-ante e restituite agli usi previgenti.

Per maggiori dettagli sulla cantierizzazione si rimanda all'elaborato specialistico, quale "IR0F02R53RGCA0000001A_Relazione di Cantierizzazione".



POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Progetto Ambientale della Cantierizzazione
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG CA 00 00 001	B	39/285

PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE

3.1 Pianificazione territoriale e locale

In merito allo stato della pianificazione territoriale e locale, nonché ai relativi contenuti, nell'ambito della presenta relazione, i livelli e gli strumenti di pianificazione presi in considerazione sono stati i seguenti:

- Pianificazione di livello regionale, con riferimento al Piano Paesistico Ambientale Regionale (PPAR) e al Piano di Inquadramento Territoriale (PIT);
- Pianificazione di livello provinciale, con riferimento al Piano Territoriale di Coordinamento PTC della provincia di Ancona;
- Pianificazione di livello comunale, con riferimento ai Piani Regolatori Generali (PRG) dei comuni interessati.

Nella Regione Marche la materia urbanistica è disciplinata dalla LR n.34 del 05.08.1992 *Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio* successivamente modificata e integrata con diversi provvedimenti successivi estesi dal legislatore dal 1997 fino all'ultimo provvedimento ovvero la LR n.11 del 17.06.2021 *Modifiche e integrazioni alle leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 20 aprile 2015, n. 17 "Riordino e semplificazione della normativa regionale in materia di edilizia"*

La Regione Marche, con DACR n. 197 del 03 novembre 1989, ha approvato il Piano Paesistico Ambientale (PPAR), attualmente vigente, il quale si configura come un piano territoriale, riferito all'intero territorio con l'obiettivo *di procedere a una politica di tutela del paesaggio coniugando le diverse definizioni di paesaggio immagine, paesaggio geografico, paesaggio ecologico in una nozione unitaria di paesaggio-ambiente che renda complementari e interdipendenti tali diverse definizioni.*

La Provincia di Ancona è dotata di un Piano Territoriale di Coordinamento approvato e vigente che, in accordo con la LR n. 34/1992 rappresenta lo strumento di determinazione degli indirizzi generali di assetto del territorio, coerente con gli indirizzi impartiti a livello Regionale attraverso il PPAR.

Per quanto riguarda la situazione programmatica all'interno delle realtà amministrative interessate dagli interventi in esame è riassunta sinteticamente nella Tabella 3-1.

Tabella 3-1 – Stato della Pianificazione Urbanistica Generale

<i>Ambito amministrativo</i>	<i>Piano</i>	<i>Estremi</i>
Comune di Trento	Piano Regolatore Generale	Approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1990
Comune di Genga	Piano Regolatore Generale	Approvato con DPGP n.43 del 05.08.1999
	Variante PRG	Approvato con nel giugno 2015
Comune di Serra S. Quirico	Piano Regolatore Generale	Approvato con con DPGP n.26 del 20.05.2016

Per ulteriori approfondimenti e dettagli riguardo lo stato di pianificazione territoriale e locale si rimanda al documento “*IR0F02R22RGSA0001001A_Studio di impatto ambientale – Relazione Generale*”.

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

La finalità dell’analisi documentata nel presente paragrafo risiede nel verificare l’esistenza di interferenze fisiche tra le opere in progetto, le aree di cantiere ed il sistema dei vincoli e delle tutele, quest’ultimo inteso con riferimento alle tipologie di beni nel seguito descritte rispetto alla loro natura e riferimenti normativi.

In particolare, le fattispecie normative a cui si fa riferimento sono le seguenti:

- Art. 136 *Immobili ed aree di notevole interesse pubblico*;
- Art. 142 *Aree tutelate per legge*;
- Art. 143 comma 1. lett. e) *Ulteriori contesti*;
- Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004:
 - Art. 10 comma 1)
 - Art. 12

Sono state, inoltre, verificate eventuali interferenze con il sistema delle Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91, ed aree della Rete Natura 2000.

In particolare, le fattispecie normative a cui si fa riferimento sono le seguenti:

- Aree naturali protette individuate ai sensi della L 349/1991, classificati sommariamente in parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali.
- Aree afferenti la Rete Natura 2000 previsto dalla Direttiva 92/43/CEE *Habitat* classificati:
 - Zone Speciali di Conservazione (ZSC);

- Siti di Interesse Comunitario (SIC);
- Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE.

Per quanto riguarda il vincolo ex art. 136 D.Lgs. 42/2004, dalle schede delle aree vincolate predisposte da Regione Marche e MIBACT, si osserva che l'intero tracciato più opere annesse rientra in un ampio ambito tutelato individuato ai sensi del DM 31.07.1985, poi confluito nel D.Lgs 42/2004, e di conseguenza anche le aree di cantiere. In particolare le aree interferite risultano essere:

- DM 31.07.1985 Gola della Rossa, nel Comune di Arcevia-Cerreto d'Esio-Fabriano-Genga-Sassoferrato-Serra San Quirico (AN).
Codice vincolo Galassini AV501
- DM 31.07.1985 Valle del Fiume Esino, nei Comuni di Agugliano, Camerata Picena, Castelbellino, Castelplanio, Chiaravalle, Cupramontana, Falconara Marittima, Jesi, Maiolati Spontini, Mergo, Monte Roberto, Rosora, San Paolo di Jesi, Staffolo, Serra San Quirico (AN).
Codice vincolo Galassini AV502

Risultano inoltre interferite alcune ulteriori aree assoggettate a vincolo ex Art. 136 del D.Lgs 42/2004, il cui perimetro si estende nel territorio dei comuni di Genga, Fabriano e Serra S. Quirico, già ricomprese in quelle citate sopra, nello specifico si tratta dei seguenti dispositivi:

- DM 11.09.1974 Gola della rossa
Codice vincolo AV092
- DM 12.10.1962 Valle del Sentino nel territorio di Genga ampliato dal 110044 e inglobato dal 110313
Codice Vincolo regionale AV046 Codice Vincolo MIBACT 110043
- DM 31.07.1985 Gola della Rossa sita nei comuni di Sassoferrato Arcevia Genga Fabriano Serra S.Quirico e Cerreto di Esio np i centri abitati come da PRG ingloba 110044 110043
Codice Vincolo regionale AV501 Codice Vincolo SITAP 110313.

Per quanto riguarda i vincoli ex art. 142 del medesimo decreto si osserva che il tracciato di progetto ed alcune aree di cantiere interferiscono con aree assoggettate al vincolo ricognitivo disposto ai sensi dell'Art.142 del D.Lgs 42/2004 comma 1 ed in particolare:

- lettera c) inerente i *fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua* iscritti [...] *le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna.*
- lettera f) *i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi*
- lettera g) inerente *i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, [...]*

Non vi sono interferenze con aree tutelate ex Art. 143 né ex Artt. 10 e 12 del D.Lgs. 42/2004.

Infine dalla prog km 0+000 alla 6+032 e dalla 7+095 alla 7+400 circa vi è interferenza tra le opere di progetto e il sistema dei parchi e delle aree naturali protette ex Legge 394/91, in particolare:

- il *Parco Naturale Regionale Parco della Gola della Rossa e di Frasassi*;
istituito con LR n. 57 del 02.09.97
Ente Gestore: *Comunità Montana dell'Esino Frasassi*

Inoltre nell'area di riferimento risultano presenti elementi della Rete Natura 2000. In particolare sono rilevati

- ZPS:
 - IT5320017 Gola della Rossa e di Frasassi
direttamente interferita dalle aree di progetto tra la prog km 1+665 e la prog km 7+110 circa
- SIC/ZSC:
 - IT5320004 Gola della Rossa
direttamente interferita dalle aree di progetto tra la prog km 3+395 e la prog km 7+110 circa
 - IT5320003 Gola di Frasassi
distante, in linea d'aria, 50 m circa dal punto più vicino

Per quanto riguarda le aree di cantiere, si riporta il quadro sinottico dei vincoli interferenti:

Tabella 3-2 Quadro sinottico delle aree di cantiere che rientrano in aree vincolate

Aree di cantiere fisso	"Aree tutelate per legge" Art. 142 D.Lgs. 42/2004			Art. 136 D.Lgs. 42/2004 "immobili ed aree di notevole interesse pubblico"				LR n. 57 del 02/09/97	Natura 2000	
	Let. c)	Let. f)	Let. g)	AV501	AV502	AV092	AV046		ZPS	SIC/ZSC
02_CO.01	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
02_AS.01	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-
02_CO.02	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
02_AT.01	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
02_AS.02	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
02_CO.03	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
02_AT.02	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-
02_AT.03	X	-	-	X	-	-	-	X	-	P
02_CO.04	-	-	-	X	-	-	-	X	-	X
02_CO.05	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X
02_AT.04	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X
02_AT.05	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X
02_AS.03	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X
02_CO.06	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X
02_AT.06	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
02_AT.07	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
02_CO.07	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
02_CO.08	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
02_AT.08	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X
02_AT.09	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X
02_CO.09	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X
02_AS.04	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X
02_AS.05	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X
02_AS.06	P	-	-	X	-	-	-	-	P	P
02_AS.07	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
02_AS.08	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-

Aree di cantiere fisso	"Aree tutelate per legge" Art. 142 D.Lgs. 42/2004			Art. 136 D.Lgs. 42/2004 "immobili ed aree di notevole interesse pubblico"				LR n. 57 del 02/09/97	Natura 2000	
	Let. c)	Let. f)	Let. g)	AV501	AV502	AV092	AV046		ZPS	SIC/ZSC
02_CO.10	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
02_CB.01	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
02_AT.10	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
02_AS.09	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
02_AS.10	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
02_DT.01	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
02_DT.02	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
02_DT.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02_AR.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02_AR.02	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Per ulteriori approfondimenti circa il quadro vincolistico e tutela ambientale si rimanda all'elaborato "IR0F02R22RGSA0001001A_Studio di impatto ambientale – Relazione Generale".

3.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Il quadro delle interferenze tra la linea in esame, le opere in progetto, le aree di cantiere e il sistema delle tutele e dei vincoli paesaggistici e ambientali appare piuttosto vario ed articolato, pertanto la valutazione dell'impatto delle opere su tale componente sarà demandata all'apposita relazione paesaggistica.

Per quanto strettamente attiene, invece, alla fase di cantiere, si può, tuttavia, affermare che la restituzione di dette aree allo stato quo ante rappresenti una misura volta a garantire la compatibilità del sistema di cantierizzazione sul piano degli assetti urbanistici previsionali, pertanto in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il livello di significatività è stimata di livello "B"

4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

4.1 Inquadramento demografico

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito provinciale, regionale e nazionale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'infrastruttura rappresenterà un fattore enfatizzante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Le fonti da cui sono tratti i dati riportati di seguito fanno riferimento alle rilevazioni ISTAT, dati HFA 2021, e dalla pubblicazione *Profilo di Salute Regione Marche, 2° Aggiornamento anno 2019* prodotto dalla Regione Marche e altri attori istituzionali aventi causa.

Secondo i dati dell'Istat¹, riferiti all'anno 2019, la popolazione residente nelle Marche è complessivamente stimata come segue

Tabella 4-1: Popolazione residente stimata al 2019 - ISTAT

	M	F	Totale
Ancona	227.754	242.735	470.489
Marche	739.593	782.243	1.521.836

Come si evidenzia dalla tabella sopra riportata la popolazione della provincia rappresenta circa 1/3 della popolazione di tutta la regione e con una preponderanza di femmine sui maschi che pesa per il 4% in più sul totale. Dei residenti nella provincia la componente di stranieri è pari a circa 41.689 unità, tra maschi e femmine, sempre pari ad 1/3 del totale degli stranieri residenti nell'intera regione.

L'indice di invecchiamento complessivo pari a 197,65 dato grossomodo allineato alla rilevazione regionale a quello regionale dove comunque le femmine hanno una vita media più lunga dei maschi anche significativamente; l'indice di invecchiamento dei maschi residenti nel territorio della Provincia di Ancona è pari a 165,03 (contro il 169,00 della Regione) mentre per le femmine è di 232,43 (231,27 a livello Regione). Il tasso di natalità è attestato a 6,3 allineato al livello regionale.

¹ Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - 2021

Se ne deduce sostanzialmente una composizione della popolazione a netto favore degli adulti e anziani, sostanzialmente vecchia.

Tabella 4-2: Popolazione residente nella Regione Marche per sesso e fascia d'età (fonte: HFA 2021 - anno 2019)

Fascia di età	M	F	Totale
0-4 anni	28409	26856	55.265
5-14 anni	69768	65643	135.411
15-24 anni	74030	67365	141.395
25-34 anni	79376	76694	156.070
35-44 anni	99264	99712	198.976
45-54 anni	118871	121632	240.503
55-64 anni	103960	110417	214.377
65-74 anni	83724	92365	176.089
75+ anni	82193	121562	203.755
Totale	739.595	782.246	1.521.841

Tabella 4-3: Provincia di Ancona per sesso e fascia d'età (fonte: HFA 2021 - anno 2019)

Fascia di età	M	F	Totale
0-4 anni	8.854	8.166	17.020
5-14 anni	21.956	20.726	42.682
15-24 anni	22.677	20.714	43.391
25-34 anni	23.689	22.990	46.679
35-44 anni	31.287	31.127	62.414
45-54 anni	36.964	38.032	74.996
55-64 anni	31.483	33.827	65.310
65-74 anni	25.860	28.674	54.534
75+ anni	24.986	38.481	63.467
Totale	227.756	242.737	470.493

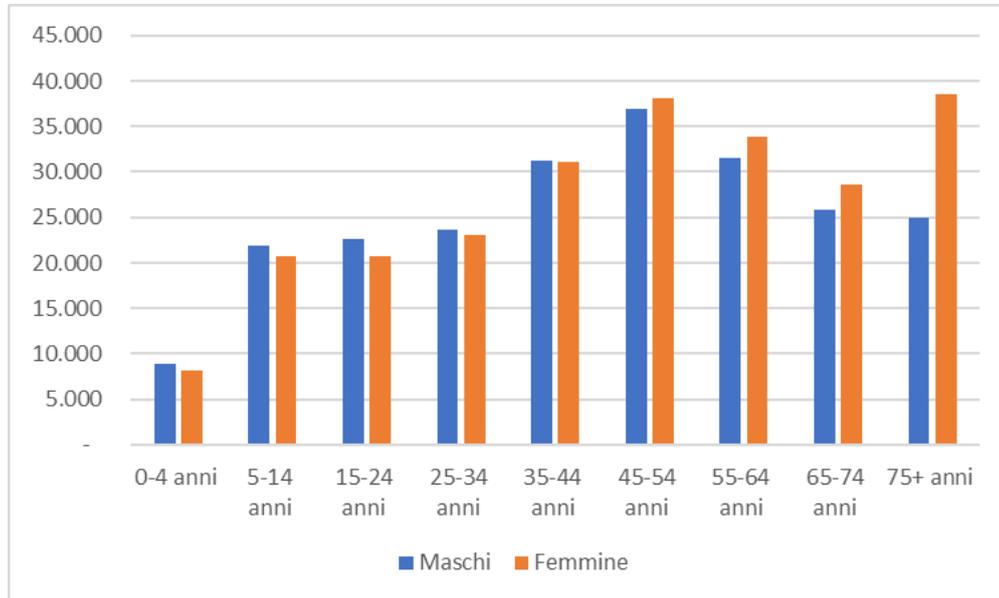


Figura 4-1: Distribuzione comparativa della popolazione per fascia di età nella Provincia di Ancona nel 2019

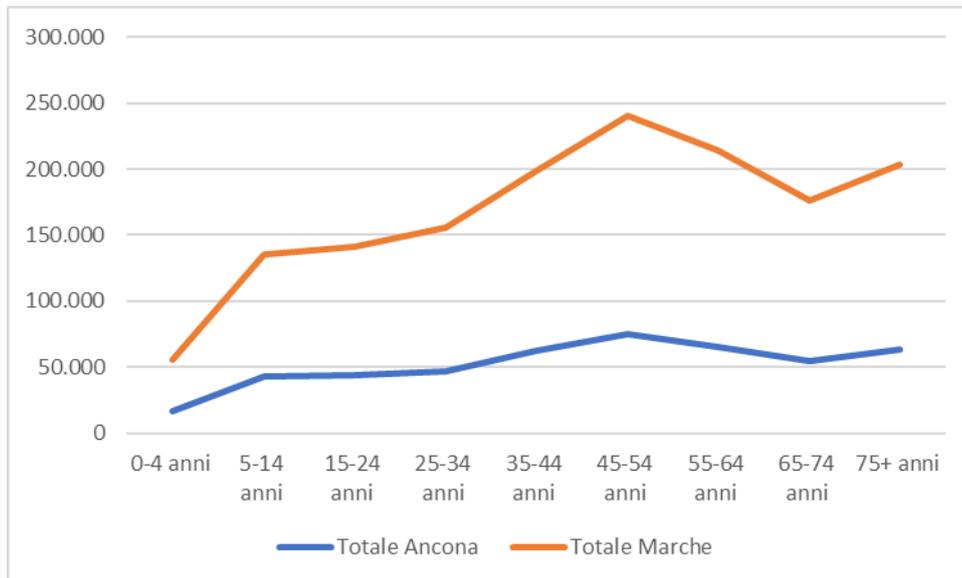


Figura 4-2: Confronto della distribuzione della popolazione nella Regione Marche e nella Provincia di Ancona

Dalle tabelle e dai grafici che precedono è possibile osservare come la popolazione residente sia distribuita a favore della fascia più consistente dei 35-65 anni con un picco

nell'intervallo tra 45 e 54 anni, a livello provinciale, al netto dei numeri assoluti la distribuzione è pressoché la stessa.

4.2 Inquadramento epidemiologico sanitario

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione dell'area di studio sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti da Istat negli anni tra il 2018 e il 2019.

In particolare vengono presentate informazioni sulla mortalità e sull'ospedalizzazione nell'anno 2018 sia per quanto concerne la mortalità che i ricoveri. Per ciascuna patologia, sia causa di morte o di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e ricoverati:

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

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

dove:

$$T_i = \frac{\text{casi}_i}{\text{pop}_i}$$

è il tasso specifico per l'età relativo alla i-ma classe di età nella popolazione in studio;

casi_i

rappresenta il numero di eventi osservati nella popolazione in studio nella classe di età i-esima;

pop_i

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

w_i

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

m

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

k

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

La mortalità è uno degli indicatori di carattere epidemiologico più solidi e rappresentativi dello stato di salute di un determinato territorio. La mortalità Generale nella Regione Marche nel 2003 rilevava

un totale di 16.472 decessi, nel 2016 17.237, considerando l'aumento della popolazione ≥ 65 anni. Il continuo processo di invecchiamento della popolazione ha modificato nel tempo la struttura della mortalità per causa ed età. Il decesso, sempre meno probabile in gioventù e in età adulta, è un evento che va progressivamente spostandosi verso età più elevate. Nello scenario illustrato in precedenza per il quale si registra l'invecchiamento della popolazione, le malattie cronico degenerative, legate al tempo di esposizione e al processo di invecchiamento dell'organismo, si confermano principali cause di morte, con un contributo ben più elevato di tutte le altre cause di decesso: le malattie del sistema circolatorio e i tumori rappresentano, ormai da anni, le prime due più frequenti cause di morte,

Nella Regione Marche, il 57,6% della popolazione ultra sessantatreenne riferisce almeno una patologia cronica. Il numero di patologie aumenta al crescere dell'età infatti il 63% degli anziani intervistati ultra ottantenni dichiara di avere una o più patologie.

In linea generale nel territorio della Provincia di Ancona si è registrato un tasso di mortalità nel 2018 rilevato pari a 112,31 su un tasso a livello nazionale pari a 104,77 e di 106,10 calcolato nel centro Italia. All'interno della regione, la Regione Marche l'indicatore si attesta a 111,25, il dato provinciale riporta quindi una mortalità mediamente superiore a quello nazionale ancorché sostanzialmente allineato al dato regionale. Ciò sembra poter consentire di affermare che nella Provincia di Ancona non vi siano particolari forzanti sull'andamento demografico rispetto allo scenario regionale.

Tabella 4-4: Tasso di mortalità al 2018 nella Provincia di Ancona e numero di decessi (fonte: HFA 2021 – anno 2018)

	Tasso mortalità			Numero decessi	
	M+F	M	F	M	F
Provincia di Ancona	112,31	105,28	118,89	2.543	3.013
Marche	111,25	108,39	113,95	8.036	8.961
Centro	106,1	104,14	107,94	61.438	67.790
Italia	104,77	102,85	106,59	302.979	329.961

Tabella 4-5: Tasso grezzo di mortalità rilevato nel 2018 nelle Marche nella provincia di Ancona in relazione alle principali patologie (fonte: HFA 2021- anno 2018)

Patologia	Ancona	Marche
malattie infettive	3,6	3,28

tubercolosi	0,08	0,04
AIDS	0,04	0,05
tumori	30,7	30,09
tumori apparato digerente	10,57	10,18
tumori maligni stomaco	1,89	1,98
tumori maligni colon, retto, ano	3,31	3,38
tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	5,51	5,41
tumori maligni trachea, bronchi, polmoni	4,94	4,97
tumori maligni tessuti linfatico ed ematopoietico	2,95	2,72
malattie ghiandole endocrine, nutrizione, metabolismo	4,56	4,29
diabete mellito	3,28	3,09
malattie sangue, organi ematopoietici, disturbi immunitari	0,38	0,54
disturbi psichici	4,89	4,96
malattie sistema nervoso, organi dei sensi	8,43	6,68
malattie sistema circolatorio	39,07	38,99
malattie ischemiche cuore	12,61	12,88
disturbi circolatori encefalo	7,8	9,26
malattie apparato respiratorio	7,59	9,25
polmonite, influenza	2,52	2,87
malattie polmonari croniche ostruttive	3,03	4,1
malattie apparato digerente	3,84	3,83
cirrosi, altre malattie croniche fegato	0,44	0,6
malattie apparato genito-urinario	1,67	1,99
malattie pelle, tessuto sottocutaneo	0,36	0,27
malattie sistema muscolare, tessuto connettivo	0,72	0,56
sintomi, segni, stati morbosi mal definiti	1,06	1,39
traumatismi, avvelenamenti	5,09	4,85
incidenti mezzi trasporto	0,61	0,71
sucidio, autolesione	0,91	0,73

Dalla tabella sopra riportata si evince che la principale causa di morte nella regione e proporzionalmente nella Provincie di Ancona è dovuta alle malattie del sistema circolatorio, in secondo piano i tumori maligni, in generale, e a seguire le altre categorie. Nel grafico che segue è

del tutto evidente la sostanziale conformità di dato tra i valori registrati a livello regionale e i dati della provincia analizzata.

Tra i tumori si registrano come più significativi quelli a carico dell'apparato digerente e secondariamente i tumori maligni dell'apparato respiratorio e organi intratoracici a cui seguono strettamente i tumori maligni trachea, bronchi, polmoni.

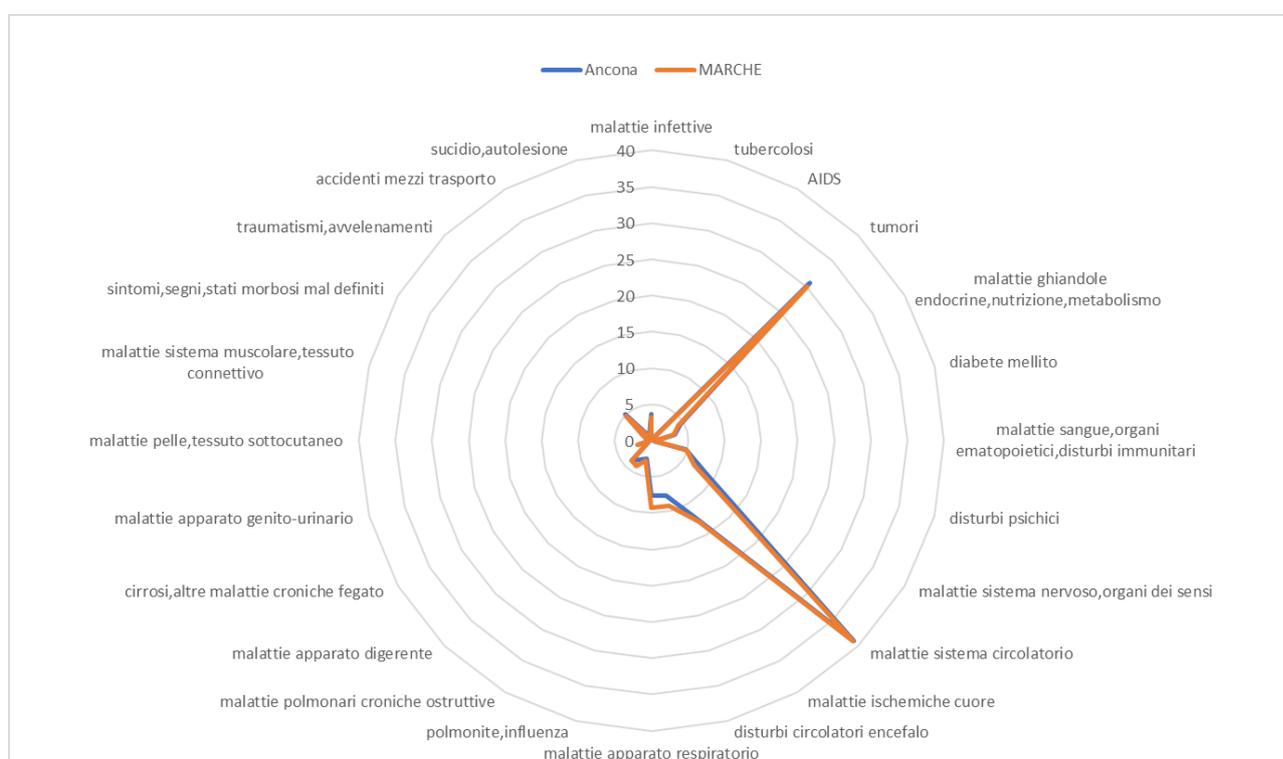


Figura 4-3: Rappresentazione grafica della distribuzione del tasso grezzo di mortalità rilevato nel 2018 nelle Marche e nella provincia di Ancona in relazione alle principali patologie (fonte: HFA 2021 - anno 2018)

Come è noto Le malattie cardiovascolari rappresentano la prima causa di morte nel mondo occidentale e in Italia sono responsabili del 44% dei decessi. Comprendono varie patologie gravi quali, tra le più frequenti, la cardiopatia ischemica, l'infarto miocardico e l'Ictus. Hanno anche un forte impatto in termini di disabilità. Nelle Marche, complessivamente, circa 4 persone su 10 (23% della popolazione contro il 24% del valore nazionale) hanno almeno 3 fattori di rischio cardiovascolare

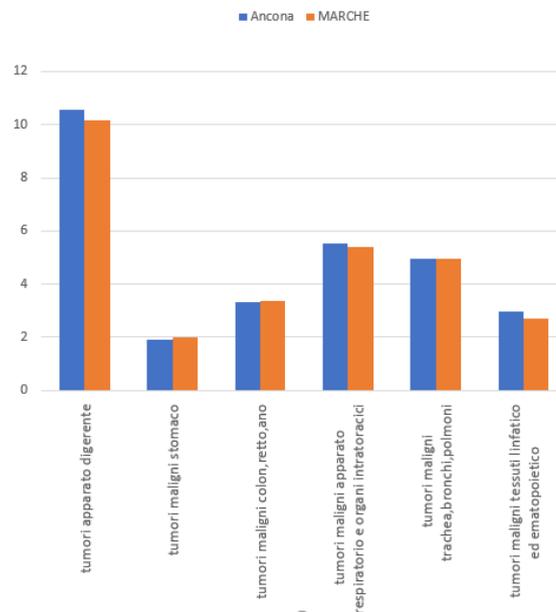


Figura 4-4: Distribuzione del tasso grezzo di mortalità rilevato nel 2018 nelle Marche e nella provincia di Ancona in relazione ai tumori (fonte: HFA 2021 Pescara anno 2018)

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

Tabella 4-6: Cause di morte ed ospedalizzazione correlate potenzialmente alle azioni di progetto

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

Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	-

Di seguito sono riportati i dati relativi alla mortalità e alla morbosità registrati e calcolati dall'Istat relativi allo scenario regionale e provinciale.

Mortalità

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

La mortalità per tumore è in diminuzione in entrambi i sessi, ma l'invecchiamento della popolazione, che è associato al rischio oncologico, fa sì che le morti siano cresciute nel tempo in valore assoluto nel periodo tra il 2003 e il 2016.

Tabella 4-7: Decessi avvenuti per causa tumori nell'anno 2018 (fonte: HFA 2021 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Tumori maligni	Ancona	34,63	27,03	827	697
	Marche	34,64	25,79	2.551	2.031
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Ancona	7,85	3,32	186	85
	Marche	7,98	2,99	581	233
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Ancona	7,06	2,95	172	76
	Marche	7,26	2,81	530	218

Le Malattie del Sistema Circolatorio rappresentano la prima causa di morte, nella Regione Marche sono responsabili del 37,4% dei decessi registrati nell'anno 2016.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati nelle tabelle che seguono.

Tabella 4-8: Decessi avvenuti a causa di patologie a carico del sistema circolatorio nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Malattie del sistema circolatorio	Ancona	34,63	43,24	836	1.107
	Marche	35,12	42,65	2.608	3.357

*Tabella 4-9: Decessi avvenuti a causa di patologie a ischemiche del cuore nell'anno 2018
 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)*

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Malattie ischemiche del cuore	Ancona	12,89	12,35	351	351
	Marche	13,69	12,12	1.075	1.136

*Tabella 4-10: Decessi avvenuti a causa di disturbi circolatori encefalo nell'anno 2018
 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)*

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Disturbi circolatori encefalo	Ancona	6,57	8,94	155	232
	Marche	7,79	10,65	582	837

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), nelle seguenti tabelle si riportano i dati di mortalità

*Tabella 4-11: Decessi avvenuti a causa di patologie dell'apparato respiratorio nell'anno 2018
 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)*

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Malattie apparato respiratorio	Ancona	7,28	7,88	173	196
	Marche	9,85	8,69	738	675

*Tabella 4-12: Decessi avvenuti a causa di patologie tipo BPCO nell'anno 2018
 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)*

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
BPCO	Ancona	3,29	2,79	75	72
	Marche	4,94	3,29	368	262

In ultimo, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2018 rilevati a carico di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

Tabella 4-13: Decessi avvenuti a causa di patologie a carico del sistema nervoso e organi di sensi nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Ancona	6,93	9,85	157	236
	Marche	5,77	7,54	426	589

Tabella 4-14: Decessi avvenuti a causa di patologie collegate ai disturbi psichici nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Decessi	
		m	f	m	f
Disturbi psichici	Ancona	3,29	6,4	76	159
	Marche	3,21	6,61	237	523

Anche in questa categoria come nelle precedenti dall'analisi dei valori si osserva nella provincia un sostanziale allineamento rispetto ai tassi di mortalità rilevati a livello regionale nella categoria delle patologie osservate. Si può pertanto confermare una sostanziale assenza di condizioni forzanti sul complesso delle cause di morte nelle categorie osservate specifico per la provincia rispetto al quadro regionale.

Morbosità

Di seguito sono riportati, in forma tabellare, i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di ricoveri, dal tasso di ricoveri e dal tasso di ricoveri standardizzato. I dati riportati sono

forniti dall'Istat e sono relativi all'ultima annualità disponibile rappresentata dall'anno 2018. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di ospedalizzazione in cui i valori dei cinque indicatori per area territoriale di riferimento, sono distinti per sesso e connesse con le attività oggetto del presente studio.

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

- tumori;
- patologie del sistema cardiovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

I dati di morbosità corrispondenti all'ospedalizzazione dei malati di tumore, vengono di seguito illustrate prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tabella 4-15: dimissioni ospedaliere per causa di patologie tumorali nell'anno 2018

(fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Dimissioni	
		m	f	m	f
Tumori maligni	Ancona	151,08	118,69	3.441	2.881
	Marche	135,01	104,93	9.985	8.208
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Ancona	12,47	6,3	284	153
	Marche	12,9	6,12	954	479

Di seguito si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e i disturbi circolatori dell'encefalo.

Tabella 4-16: dimissioni ospedaliere per causa di patologie ischemiche del cuore nell'anno 2018

(fonte: HFA 2020 - anno 2018)

Area	Tasso std.	Dimissioni
------	------------	------------

		m	f	m	f
Malattie ischemiche del cuore	Ancona	50,76	24,35	1.156	591
	Marche	63,4	26,73	4.689	2.091

Tabella 4-17: dimissioni ospedaliere per causa di patologie connesse i disturbi circolatori encefalici nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Dimissioni	
		m	f	m	f
Disturbi circolatori encefalo	Ancona	34,2	33,45	779	812
	Marche	38,66	34,76	2.859	2.719

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), nelle seguenti tabelle si riportano i dati di relativi alla morbosità

Tabella 4-18: dimissioni ospedaliere per causa di patologie connesse all'apparato respiratorio nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Dimissioni	
		m	f	m	f
Malattie apparato respiratorio	Ancona	120,09	98,75	2.735	2.397
	Marche	126,1	101,67	9.326	7.953

Tabella 4-19: dimissioni ospedaliere per causa di patologie classificabili BPCO nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Dimissioni	
		m	f	m	f
BPCO	Ancona	4,7	3,75	107	91
	Marche	3,91	3,89	289	304

In ultimo si prendono in esame le patologie del sistema nervoso se ne evidenziano i valori di morbosità.

Tabella 4-20: dimissioni ospedaliere per causa di patologie collegate al sistema nervoso e organi di senso nell'anno 2018 (fonte: HFA 2020 - anno 2018)

	Area	Tasso std.		Dimissioni	
		m	f	m	f
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Ancona	84,26	73,91	1.919	1.795
	Marche	68,63	59,32	5.080	4.642

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo alla Provincia di Ancona con i valori dell'ambito regionale. Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti risultano essere le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori maligni e dalle malattie ischemiche del cuore. Dato peraltro allineato allo standard nazionale

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono di più, tra quelle analizzate, sono i tumori maligni seguiti dalle malattie del sistema circolatorio e dalle malattie dell'apparato respiratorio.

Si può altresì affermare che le opere in progetto atterrano in un ambito territoriale, in termini generali, privo di situazioni critiche sul piano della salute pubblica dove i dati su base provinciali sono sostanzialmente allineati ai dati regionali dimostrando l'assenza di criticità specifiche o focus di attenzione dovute potenzialmente a situazioni contingenti.

4.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato e sinteticamente riportato nei paragrafi precedenti sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile inquadrare lo stato di salute della popolazione relativo alla Provincia di Ancona.

Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti risultano essere le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori maligni.

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono di più sono le malattie del sistema circolatorio seguite da tumori maligni e le malattie dell'apparato respiratorio.

Dal quadro esaminato, si evince che lo stato di salute generale della popolazione nella Provincia di Ancona, non scostandosi dalle medie generali in merito a mortalità e morbosità, non è interessato da specifici fattori di criticità.

Pertanto in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il livello di significatività è "B"

5 RISORSE NATURALI

5.1 SUOLO

5.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.1.1.1 Inquadramento normativo

Regione Marche

L. R. 12/10/2009 n. 24

“Disciplina regionale in materia di gestione integrata dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati”

L. R. 25/10/2011 n.18

“Attribuzione delle funzioni in materia di servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani e modifiche alla legge regionale 12 ottobre 2009, n. 24: “Disciplina regionale in materia di gestione integrata dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati”

5.1.1.2 Inquadramento geologico

L'area oggetto di studio, ricadente nella provincia di Ancona, interessa i territori che vanno dall'area industriale di Fabriano est fino alla stazione di Castelplanio – Cupramontana, lungo la Valle del Fiume Esino.

Dal punto di vista fisiografico l'area di studio, nel tratto Fabriano-Serra San Quirico, è caratterizzata dai massicci e delle dorsali montuose dell'Appennino Umbro-Marchigiano mentre nel settore compreso tra Serra San Quirico e Castelplanio la morfologia è pedemontana-collinare (*foothills*).

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di studio è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato in sito con le informazioni ricavate dalla foto-interpretazione, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o realizzate per il presente studio.

Le formazioni affioranti nell'area di studio sono quelle tipiche della regione umbro-marchigiana (vedi Figura 5-1). Nell'area compresa tra Fabriano e Serra San Quirico (area del Lotto 1 e 2), tali formazioni costituiscono una successione stratigrafica, spesso alcune migliaia di metri e di età compresa tra il Giurassico inferiore e il Miocene superiore, nota come Successione Umbro-Marchigiana. Tra Serra San Quirico e Castelplanio (area del Lotto 3), tale successione è ricoperta in discordanza dai sedimenti marini plio-pleistocenici della Formazione delle Argille Azzurre del

Pliocene-Pleistocene p.p.. In tutta l'area interessata dalla tratta, sono presenti depositi continentali quaternari con caratteristiche sedimentologiche vistosamente condizionate dal substrato presente.

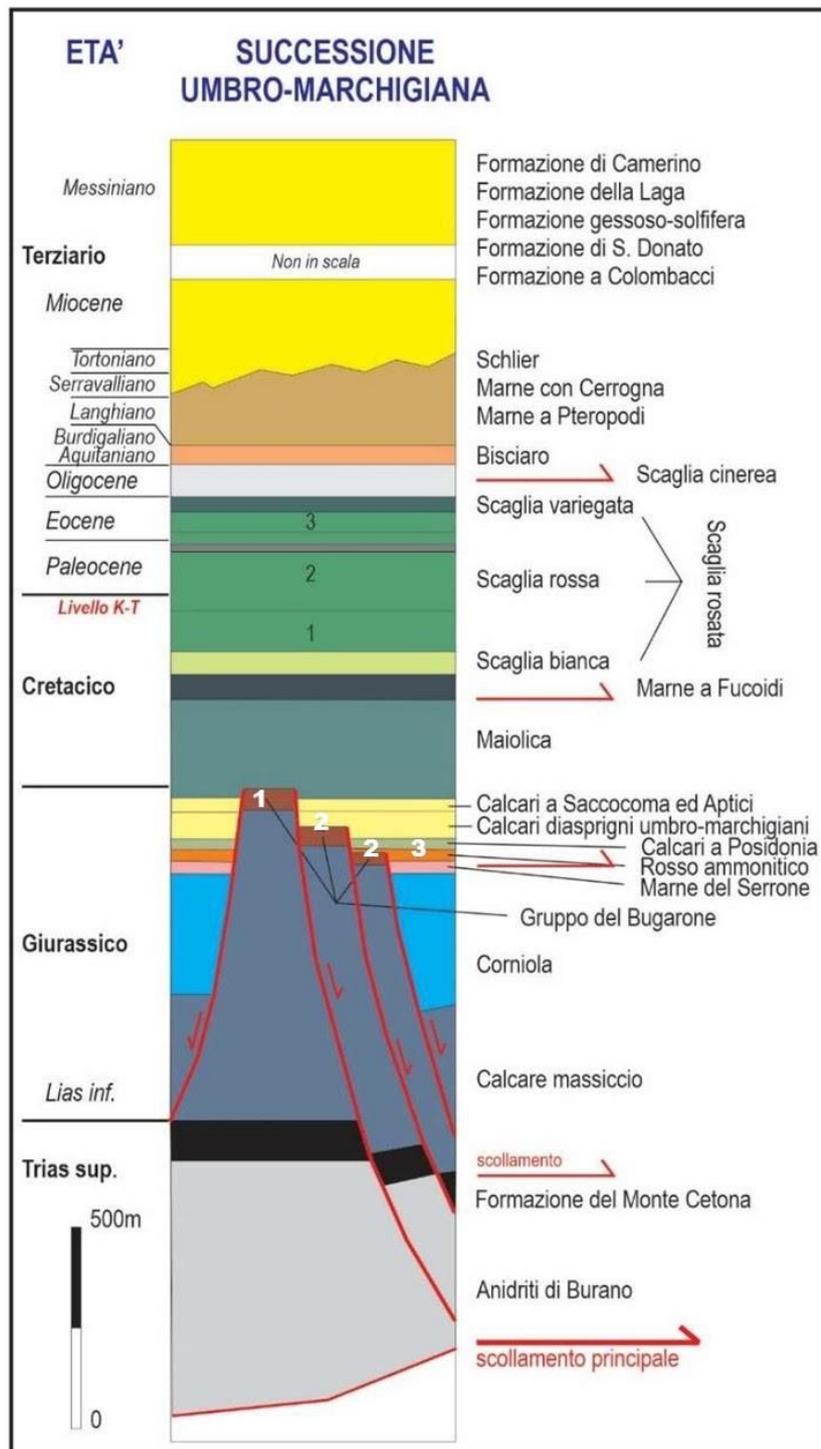


Figura 5-1 Successione stratigrafica umbro-marchigiana (da Pierantoni et al., 2013, modificata).

5.1.1.3 Inquadramento geomorfologico

L'assetto geomorfologico del corridoio di progetto è condizionato da diversi fattori principali: le caratteristiche lito-strutturali del substrato roccioso, l'evoluzione neotettonica, la successione degli eventi climatici quaternari e, non ultima, l'attività antropica soprattutto più recente.

Alle caratteristiche litologiche del substrato roccioso, costituito in prevalenza da calcari e calcari-marnosi e, in subordine, da depositi terrigeni miocenici, e al complesso assetto strutturale e tettonico è connessa la genesi di versanti diversamente acclivi, con rotture di pendio e scarpate di erosione selettiva.

Alla natura litologica del substrato sono inoltre legate le caratteristiche litotecniche delle formazioni superficiali.

In particolare, è netto il contrasto tra le scarpate strutturali ubicate in corrispondenza degli affioramenti più resistenti, di litologia calcarea, nelle aree di dorsale presenti soprattutto lungo la valle dell'Esino in destra idrografica o nella valle del T. Sentino, in corrispondenza della Gola di Frasassi; in arenarie e/o calcareniti nelle aree di sinclinale, e invece i versanti più dolci modellati in terreni a prevalente componente marnosa e/o pelitica, ad esempio all'uscita della Gola della Rossa, nell'area di Serra San Quirico e delle aree adiacenti.

Come si è visto, il fattore tettonico riveste una fondamentale importanza nella morfogenesi dell'area di studio; l'intenso sollevamento generale che ha interessato tutto il rilievo appenninico a partire dal Pleistocene inferiore. L'attività tettonica recente ha modificato l'originaria giacitura dei terreni, generando fratture e faglie per lo più di modesto rigetto, in corrispondenza delle quali, durante la fase di sollevamento, si sono spesso impostate le direttrici di drenaggio superficiale. La fase di sollevamento tettonico ha indotto un generale e rapido approfondimento dell'erosione lineare, testimoniato dalla morfologia dell'attuale direttrice del fiume Esino.

L'erosione lineare ha agito con fasi di minore intensità o di stasi, in relazione alle diverse condizioni climatiche che si sono avvicendate nell'area a partire dal Pleistocene medio. Alle fasi fredde (Quaternario) sono da riferire, i depositi alluvionali che si osservano organizzati in più ordini (1°, 2° e 3° ordine) anche importanti coltri detritiche e colluviali che riempiono il fondo di vallecole più o meno ampie, talora sospese o isolate dall'attuale sistema di drenaggio. La piana alluvionale più recente (4° ordine), discretamente ampia e continua nei tratti medio-bassi dell'area di studio, si riduce a piccoli lembi o scompare nelle incisioni vallive della porzione più alta.

Si distinguono forme strutturali; forme, depositi e processi dovuti all'azione della gravità; forme fluviali, fluvio-glaciali e di versante dovute al dilavamento; forme antropiche; forme, depositi e processi legati al carsismo.

Forme strutturali

Queste forme sono strettamente legate alle caratteristiche litologiche del substrato; esse sono infatti scolpite nei più resistenti materiali lapidei (calcari, calcareniti e arenarie), mentre le superfici meno acclivi sono modellate sui terreni marnoso-argillosi e argilloso-arenacei (soprattutto, queste ultime, nell'area tra Serra San Quirico, Castelplanio e Cupramontana ricadenti fuori dal lotto oggetto di studio).

Lungo il tratto che corrisponde al territorio del parco della Gola della Rossa e di Frasassi, dove affiorano importanti spessori del Calcarea Massiccio, sono ben evidenti su entrambi i fianchi, soprattutto della Gola di Frasassi e in minor misura su quelli della Gola della Rossa, vistose scarpate di influenza strutturale ad andamento suborizzontale, disposte a quote comprese tra 500 m e 700 m s.l.m., che interrompono la morfologia dei versanti con salti anche di alcune decine di metri.

Forme, depositi e processi dovuti all'azione della gravità

Le aree di affioramento delle litologie più competenti sono interessate da locali movimenti di massa, rappresentati da crolli e scorrimenti s.l.; le litologie più marnoso-pelitiche e argillose, esterne all'area della Gola della Rossa, invece sono interessate per lo più da fenomeni di colamento, molti dei quali superficiali, e frane per scorrimento rototraslativo (Serra San Quirico, Pescacci; Cupramontana non ricadenti nel lotto oggetto di studio); sono invece assenti i fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante, che invece caratterizzano le aree a più alta energia di rilievo dell'intero Appennino calcareo umbro-marchigiano.

Forme fluviali, fluvio-glaciali e di versante dovute al dilavamento

All'attività delle acque correnti superficiali è connessa l'intensa azione di dilavamento delle coltri di copertura (ruscellamento), che porta all'eliminazione di tutta la copertura vegetale e del suolo con conseguente affioramento del substrato roccioso.

I versanti calcarei fortemente acclivi e denudati sono esposti all'azione di dissoluzione delle acque (che lasciano evidenti tracce). I rivoli di dimensioni centimetriche e/o decimetriche tendono a gerarchizzarsi, dando origine a incisioni sempre più profonde e stabili nel tempo. Il fenomeno può localmente intensificarsi, fino alla progressiva formazione di vere e proprie vallecicole, che portano

in affioramento il substrato. I principali solchi di erosione concentrata sono evidenziati nella cartografia geologica.

Sia sui versanti della Gola della Rossa che lungo le vallecole laterali della Valle Esino, sono presenti fenomeni di ruscellamento sia superficiale che profondo.

Gli alvei dei corsi d'acqua principali, come quelli della rete idrografica minore, il cui letto è per lo più inciso nel substrato roccioso, mostrano generalmente un marcato processo di approfondimento. Spesso in corrispondenza della sponda esterna delle anse o delle sinuosità, o nei limitati casi dei meandri, si rilevano fenomeni di erosione fluviale laterale localizzati alla confluenza tra il T. Sentino e il F. Esino, nei pressi di Gattuccio e Camponococchio, in corrispondenza dell'abbandonata Cava C. S. Maria (pk 4+600) e nel tratto fluviale a valle della Cava della Rossa.

Le più evidenti forme generate dall'erosione fluviale, recente e passata, sono costituite dalle scarpate.

Le scarpate antiche, inattive, articolano le più ampie piane alluvionali in terrazzi di diverso ordine (quasi mai inferiore al 3° ordine); gli ordini alluvionali più antichi (1° e 2°) sono rappresentati in limitatissimi lembi di difficile rappresentazione cartografica (all'imboccatura delle Grotte di Frasassi; tra San Vittore e Pierosara). Le scarpate che invece bordano il terrazzo più recente (4° ordine) risultano attive, e sono per lo più interessate da fenomeni di incisione laterale e gravità, per effetto dell'approfondimento dell'erosione in alveo.

Da segnalare inoltre la presenza, soprattutto all'interno delle gole, di numerose morfologie erosive lungo le pareti rocciose: si tratta di *marmitte dei giganti* e di *solchi di erosione parietali*. Tali morfologie sono legate a movimenti vorticosi delle acque, che determinano l'erosione nella roccia di cavità carsiche emisferiche o cilindriche o allungate.

Forme, depositi e processi legati al carsismo

Ai margini del corridoio infrastrutturale è presente la zona carsica di Frasassi; questa comprende oltre un centinaio di cavità, fra le quali il complesso Mezzogiorno-Frasassi che costituisce uno dei sistemi carsici più estesi dell'Appennino centrale. Il sistema di grotte si apre sul versante destro della Gola di Frasassi, incisa profondamente dal corso del T. Sentino nei litotipi della formazione del Calcarea Massiccio.

Lo sviluppo di questo sistema carsico ipogeo non interferisce con il tracciato in progetto, il quale, corre a più di 1 km dall'accesso delle cavità più prossime, e senza interessare il complesso del Calcarea Massiccio. In quest'area, sono dunque escluse interferenze con il sistema carsico appena descritto.

I fenomeni carsici di superficie, invece, limitati alle rocce del Calcarea Massiccio, sono rappresentati da rare doline e inghiottitoi, oltre ad alcune valli sospese.

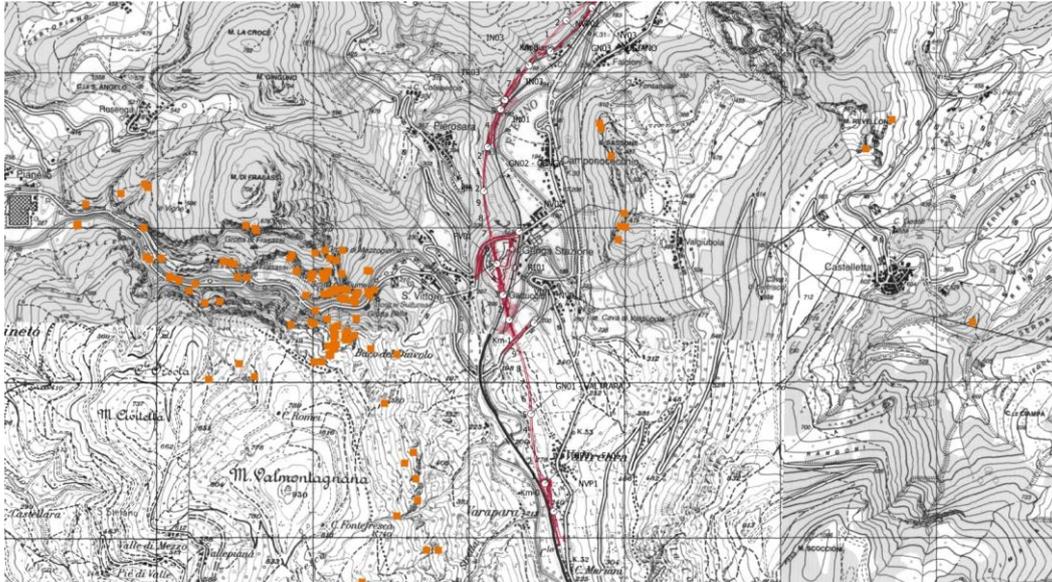


Figura 5-2: Localizzazione delle grotte rispetto al tracciato di progetto tratto da 0+000 a 3+000 circa

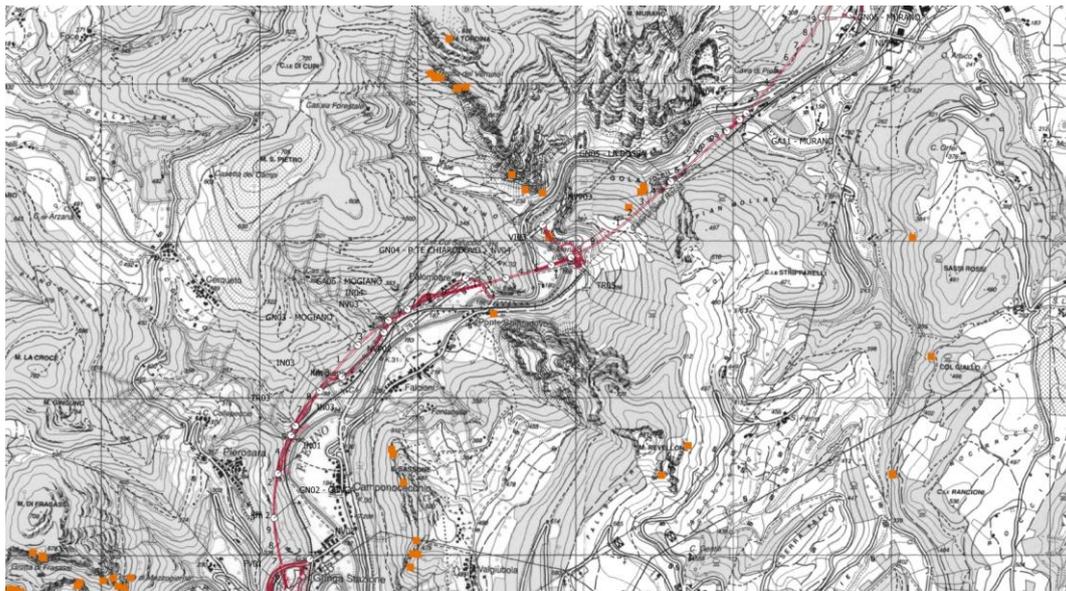


Figura 5-3: Localizzazione delle grotte rispetto al tracciato di progetto tratto da 3+000 a 6+500 circa

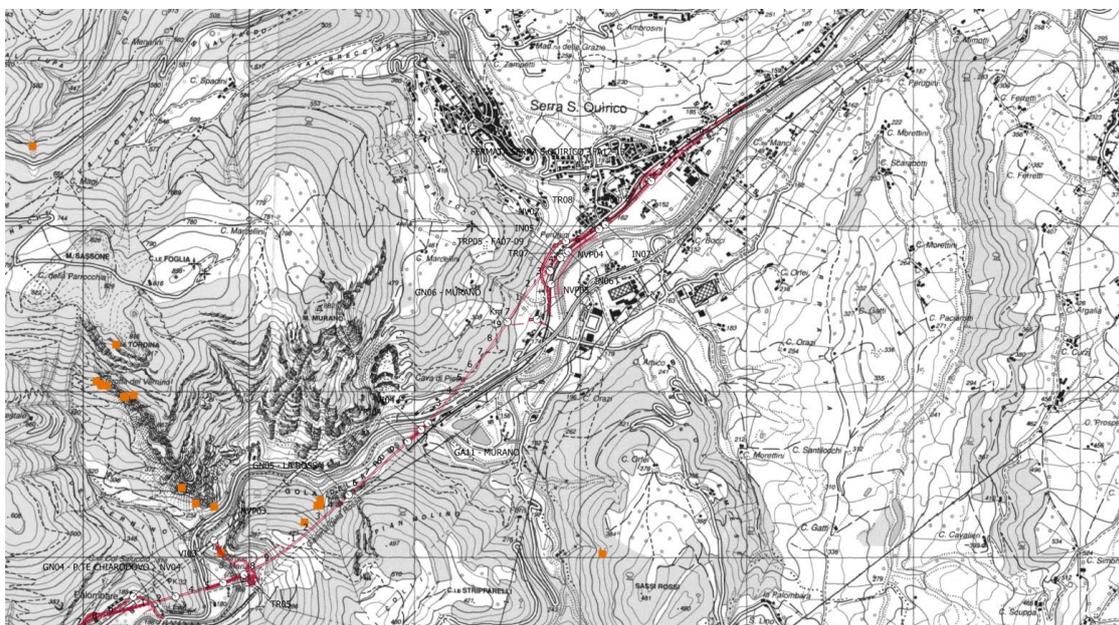


Figura 5-4: Localizzazione delle grotte rispetto al tracciato di progetto tratto da 6+500 circa a fine progetto

Forme antropiche

Le più significative lungo la tratta sono la *Cava della Gola della Rossa Mineraria* e la *Cava Fatma*, che rappresentano un elemento di forte impatto ambientale ma anche di notevole importanza sul piano economico. Numerose sono anche le cave inattive non sottoposte ancora a ripristino ambientale. Tra queste la cava di Valgiubola, la cava di Valmontagnana, la cava Amico, la cava Busbani, la cava Case Orfei e la cava Convento Santa Maria. L'areale di quest'ultima viene interessato dal tracciato di progetto all'altezza dell'imbocco della Galleria della Rossa (pk 4+700 circa), in corrispondenza di un imponente fronte sub-verticale in Calcere Massiccio.

Infine, è da segnalare lungo l'alveo del Fiume Esino, la presenza di opere di regimazione idraulica, rappresentate da briglie e argini artificiali.

Pericolosità e rischio geomorfologico

Allo stato delle conoscenze non sono segnalati aree di rischio geomorfologico interferenti in modo significativo con la linea in progetto.

Nel corso dei rilievi di campagna eseguiti, in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e nelle tratte all'aperto, non sono state riscontrate interferenze significative tra il tracciato di progetto e i fenomeni di instabilità di versante.

I dissesti rilevati infatti si collocano o in corrispondenza di tratti in galleria ove le coperture topografiche e gli spessori dei corpi di frana ricostruiti sono tali da escludere il coinvolgimento

dell'opera, o, nelle zone allo scoperto, nell'intorno del tracciato di progetto ma senza tuttavia interessarlo

Dalla cartografia del PAI 2016 relativa al rischio idrogeologico, lungo il lotto in esame, si evidenzia la presenza di alcune aree classificate a rischio intersecate dall'asse di progetto.

In particolare, come si evidenzia negli stralci di seguito riportati, risulta interferito:

- *areale classificato R1 codificato come F12-1406 (P2)*
l'area interessa un tratto della galleria GN05 La Rossa dalla prog. km 5+350 alla 5+420.
Dalla carta Geologica della Regione Marche, il tratto interessa coperture classificate:
 - MUSa - Sintema del Musone. Depositi di versante
 - MAS2 - Calcare massiccio A - membro inferiore ciclotimico
- *areale classificato R3 codificato come F12-1365 (P4)*
l'area interessa un tratto della galleria GN06 Murano dalla prog. km 6+370 alla 6+465.
Dalla carta Geologica della Regione Marche, il tratto interessa coperture classificate:
 - SAA2 - Scaglia rossa. Membro intermedio
- *areale classificato R3 codificato come F12-1356 (P3)*
l'area interessa un tratto della galleria GN06 Murano dalla prog. km 6+530 alla 7+065.
Dalla carta Geologica della Regione Marche, il tratto interessa coperture classificate:
 - MAI – Maiolica
 - FUC - Marne a Fucoidi
 - MTIa - Sintema di Matelica. Depositi di versante
 - ACFbn - Supersintema di Colle Ulivo-Colonia Montani. Depositi alluvionali terrazzati di Selvatorra - Ghiaie prevalenti
- *areale classificato R2 codificato come F12-1353 (P3)*
l'area interessa un tratto della galleria GN06 Murano dalla prog. km 7+065 alla.7+150 circa
Dalla carta Geologica della Regione Marche, il tratto interessa coperture classificate:
 - ACFbn - Supersintema di Colle Ulivo-Colonia Montani. Depositi alluvionali terrazzati di Selvatorra - Ghiaie prevalenti

Come detto le coperture delle canne di galleria sono sufficienti ad escludere implicazioni in ordine alla sicurezza dell'infrastruttura o l'innescio di fenomeni gravitativi nella fase di scavo.

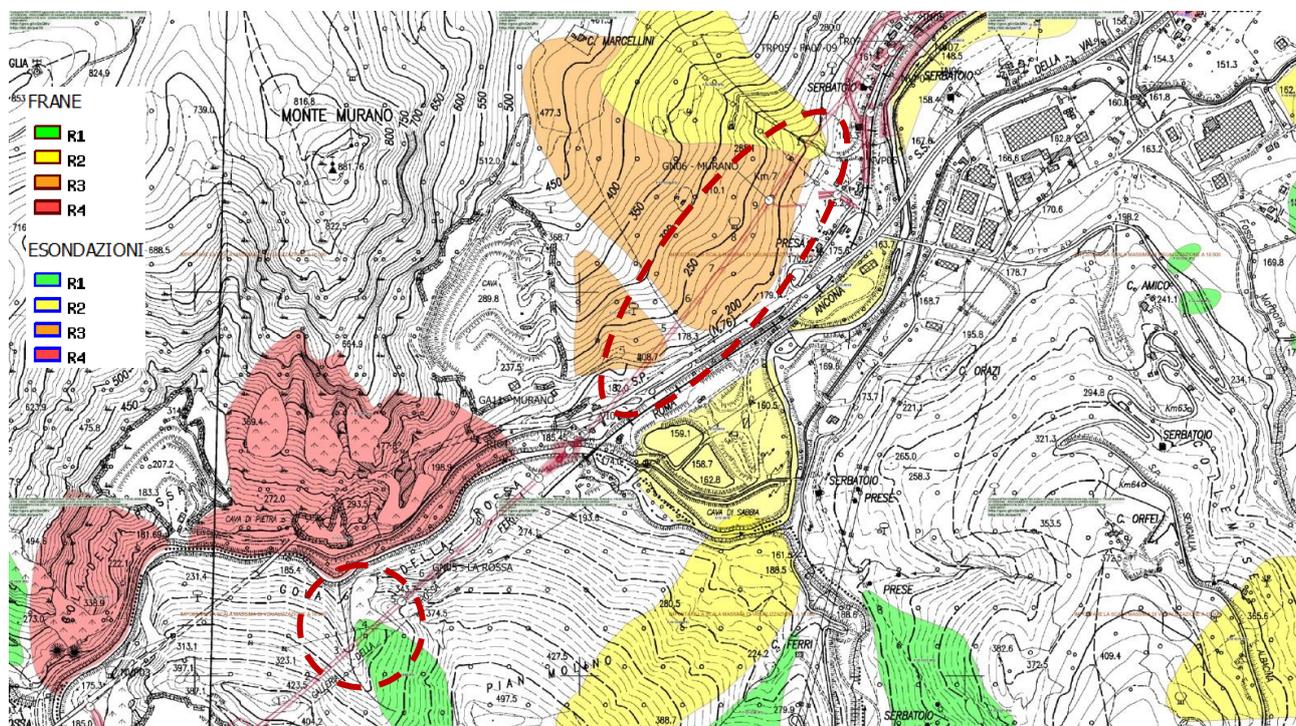


Figura 5-5: stralcio della cartografia del PAI 2016 (in via di approvazione) Bacini idrografici della Regione Marche tratti interferenti con l'asse di progetto.

5.1.1.4 Sismicità dell'area

L'intera tratta P.M. 228-Castelplanio (lotto 1-2-3) si estende dalla zona assiale dell'Appennino centrale del dominio umbro-marchigiano (Fabriano) alla zona pedemontana immediatamente ad est (Castelplanio)

A partire dal Pliocene superiore, nell'area appenninica si sono sviluppati diversi sistemi di faglie, principalmente normali, che controllano la genesi e l'evoluzione delle depressioni e conche tettoniche delle zone assiali di catena (Cello et al., 1997; Tondi e Cello, 2003; Tondi et al., 2020 e referenze citate) tra cui: il bacino di Gubbio, il bacino di Rieti, il bacino de L'Aquila, il bacino di Norcia, il bacino di Castelluccio, il bacino di Amatrice e Campotosto. Queste faglie, via via più recenti da ovest verso est, sono responsabili della sismicità dell'Appennino centrale, di tipo diffuso e con terremoti distribuiti su una fascia larga circa 50-60 chilometri, che si estende dalla Toscana all'Abruzzo con intensità massima di 10-11 gradi MCS e magnitudo 6.5.

Come indicato nel DISS vers. 3.2.1 (Database of Individual Seismogenic Sources; DISS Working Group, 2018), l'area in studio è interessata da una sorgente sismogenica (ITCS027 Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga) orientata NO-SE con cinematica principalmente normale.

La Tratta, nel suo insieme, è interessata da una pericolosità sismica media con valori di ag compresi tra 0.15 g e 0.20 g. La parte centrale della tratta complessiva, corrispondente grossomodo al lotto 2 in esame, ha valori di ag compresi tra 0.150 g e 0.175 g.

La pericolosità sismica dell'area, oltre ai terremoti forti che si verificano nei territori limitrofi e quelli riferiti alla sorgente sismica di Fabriano, è associata anche ai frequenti sciami sismici, caratterizzati da eventi di piccola magnitudo.

5.1.1.5 Siti contaminati e potenzialmente contaminati nei pressi delle aree di intervento

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 in progetto, ovvero all'individuazione di siti contaminati e potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto ma anche con tutte quelle aree che saranno coinvolte durante la cantierizzazione ossia aree di stoccaggio, cantieri operativi, cantieri base e aree di lavoro.

Fonti conoscitive

Il censimento dei siti contaminati/potenzialmente contaminati è stato effettuato in base alla consultazione della documentazione bibliografica nonché alle interlocuzioni con gli Enti di controllo:

- Documenti sullo stato di avanzamento delle procedure di bonifica del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "01/02/2020 - Siti di Interesse Nazionale, stato di avanzamento delle procedure di bonifica";
- Aggiornamento Anagrafe dei siti contaminati Regione Marche – Decreto n. 28/CRB del 2021 (che sostituisce il precedente n. 51/CRB del 08/04/2020) in cui sono stati aggiornati:
 - l'elenco dei siti inseriti nell'"Anagrafe dei siti da bonificare" – Allegato C,
 - l'elenco dei siti in cui sono state superate le "concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) – Allegato A,
 - l'elenco dei siti che hanno terminato le procedure ai sensi dell'ex DM 471/99 e al D.Lgs. 152/06 – Allegato B.
- Il Decreto n. 133/CRB del 23/06/2021 in cui è stato approvato l'aggiornamento della valutazione del rischio dei siti di interesse pubblico, con il relativo allegato che contiene la graduatoria del rischio
- Relazioni ARPAM – Analisi Relativa del Rischio
- Piano Generale di Bonifica PGB, normato dall'art. 4 comma 2 della L.R. 13/2013 e ss.mm.ii.

Le informazioni reperite a seguito della consultazione del PGB, del Sistema informativo ambientale di ARPAM e del MITE sono state infine verificate contattando direttamente gli Enti territoriali competenti tramite accesso agli atti ed audizioni presso il MITE.

Inoltre, in riferimento alla normativa nazionale afferente ai siti contaminati di cui alla Parte IV del Titolo V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. si rammentano gli ultimi dettami normativi derivanti dalla Legge 11 Settembre 2020 n. 120 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitali» (*Decreto Semplificazioni*)" in particolare in riferimento agli art. 52 e 53 che abrogano quanto previsto nell'art. 34 del D.L. 133/2014 ed integrano il D.lgs. 152/06 con l'art. 242-ter.

Si specifica che, essendo il progetto in questione inserito nel *Piano nazionale di ripresa e resilienza*, è soggetto ai dettami normativi del succitato art. 242-ter del D.lgs. 152/06 ed anche al Decreto Legge 31 maggio 2021, n. 77, "Governance del Piano nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure" con particolare riferimento all'art. 37, comma 1, lettera c) che modifica l'art. 242-ter e lettera h) che modifica l'art. 252 del D.lgs. 152/06.

Siti di interesse nazionale (SIN)

I Siti d'Interesse Nazionale (SIN) sono aree del territorio nazionale, individuate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare e del Territorio d'intesa con le Regioni, definite in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, all'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico.

In particolare, nella Regione Marche è presente il S.I.N. di Falconara Marittima, istituito con L. 179/2002.

La perimetrazione del sito è stata successivamente definita con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 26 febbraio 2003 - Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Falconara Marittima, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale N. 83 del 27 maggio 2003.

Tale Sito è compreso nell'Area ad Elevato Rischio di Crisi Ambientale Falconara e bassa valle dell'Esino (AERCA) individuata dalla Regione Marche con Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale n. 305/00 a cui hanno fatto seguito legge regionale n. 6 del 6/4/2004, legge regionale n. 21 del 12/10/2004 e Piano di Risanamento dell'AERCA con Delibera del Consiglio regionale n. 172/2005.

Fanno parte del Sito di Interesse Nazionale "Falconara Marittima" le seguenti aree:

- api Raffineria di Ancona S.p.A.;
- stabilimento ex Montedison;
- aree interne Aerdorica S.p.A.;
- ex Liquigas – località Castellaraccia;
- ex industria chimica-bitumi;
- area di via Monti e Tognetti;
- area RFI antistante sito ex Montedison campo sportivo parrocchia di S. Maria della Neve e S. Rocco;
- ex officina meccanica Gattini;
- ex Vibrocementi;
- ex discarica R.S.U.

Nella perimetrazione è compresa anche l'area marina prospiciente quella terrestre che si estende dalla Raffineria api all'ex Montedison per una superficie complessiva pari a circa 1200 ha.

Il sito di interesse Nazionale di Falconara Marittima è posto nella pianura alluvionale in prossimità della foce del fiume Esino. L'area a mare prospiciente tale sito è caratterizzata da fondali poco profondi ad elevata dinamicità a livello oceanografico, con accentuate variazioni stagionali ed inter-annuali influenzate dalla forte escursione termica che si verifica tra stagione invernale ed estiva a causa della bassa profondità del fondale e dagli apporti di acque dolci fluviali dovuti alla presenza del fiume Esino che sfocia nelle adiacenze del complesso api.



Figura 5-6 Perimetrazione SIN Falconara Marittima – Stato delle procedure per la bonifica dei terreni (novembre 2015) – Fonte www.mite.gov



Figura 5-7: Perimetrazione SIN Falconara Marittima – Stato delle procedure per la bonifica della falda (novembre 2015) – Fonte www.mite.gov

Come si può osservare dall'immagine di seguito riportata, non si ha alcuna interferenza tra il SIN e la tratta ferroviaria oggetto del progetto:



Figura 5-8: Tratta Ferroviaria di interesse e SIN di Falconara Marittima

Siti di interesse Regionale

Nella Regione Marche è presente un sito di interesse Regionale :

- Basso bacino del fiume Chienti D.M. 468/2001

che è stato precedentemente di interesse nazionale, istituito con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 18 settembre 2001, n. 468.

La perimetrazione è stata successivamente definita con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 26 febbraio 2003 - Perimetrazione del sito di interesse nazionale del basso bacino del fiume Chienti (pubblicato nella G.U. del 27 maggio 2003) e comprende in totale una porzione di territorio di circa 26 Km².

La zona in sinistra idrografica (16 Km²) ricade nei territori dei comuni di Morrovalle, Montecosaro e Civitanova Marche, mentre l'area in destra idrografica di circa 10 Km² di estensione interessa i territori comunali di Sant'Elpidio a Mare e Porto S. Elpidio. Nella perimetrazione è compresa anche l'area marina prospiciente quella terrestre.

I territori dei comuni interessati dal tracciato in esame non risultano né limitrofi e né interferenti con i Comuni in cui ricade il SIR.

Altri siti contaminati

La Regione Marche dispone di un'Anagrafe regionale dei siti contaminati e potenzialmente contaminati approvata con Decreto n. 28/CRB, in particolare suddivisa in allegati:

- ✓ Allegato C- Anagrafe Regionale dei Siti da Bonificare (siti contaminati)
- ✓ Allegato A – Anagrafe Regionale dei Siti che hanno superato le CSC (siti potenzialmente contaminati)

Di seguito si elencano i siti Potenzialmente Contaminati contenuti nell'Allegato A dell'anagrafe regionale ricadenti nel territorio di interesse:

Codice	Comune	Denominazione sito	Località	Distanza Area di Cantiere (m)
4202000004	Genga	Ritrovamento rifiuti area SS 76 Sub Lotto 1.1B	SS 76 Sub Lotto 1.1B	830

Occorre citare altri due siti potenzialmente contaminati presenti nel Comune di Serra San Quirico:

- 4204700001 - "Serra San Quirico Area demaniale ANAS"
- 4204700002 – "Serra San Quirico E-DISTRIBUZIONE Località Acquafosca-Contrada Ponte San Giovanni"

Tali siti non interferiscono e né sono limitrofi alle aree di lavoro trovandosi ad una distanza maggiore di 3 km.

Interferenza con il tracciato ferroviario

Nel presente paragrafo si vanno a identificare le interferenze fra il tracciato e i siti individuati a seguito della consultazione dell'Anagrafe regionale dei siti contaminati e potenzialmente contaminati della Regione Marche.

Come già indicato precedentemente, i siti contaminati presenti nei Comuni di interesse si trovano a distanze significative dalle aree di lavoro e pertanto non sussistono criticità. L'unico sito contaminato che si trova ad una distanza inferiore di 1 km dalle aree di lavoro è il sito potenzialmente contaminato indicato con codice 4202000004, denominato "Ritrovamento rifiuti

area SS 76 Sub Lotto 1.1B", nel Comune di Genga, Dall'immagine seguente si può osservare la posizione del sito potenzialmente contaminato rispetto ai lotti 1 e 2 e la distanza con il lotto 2.

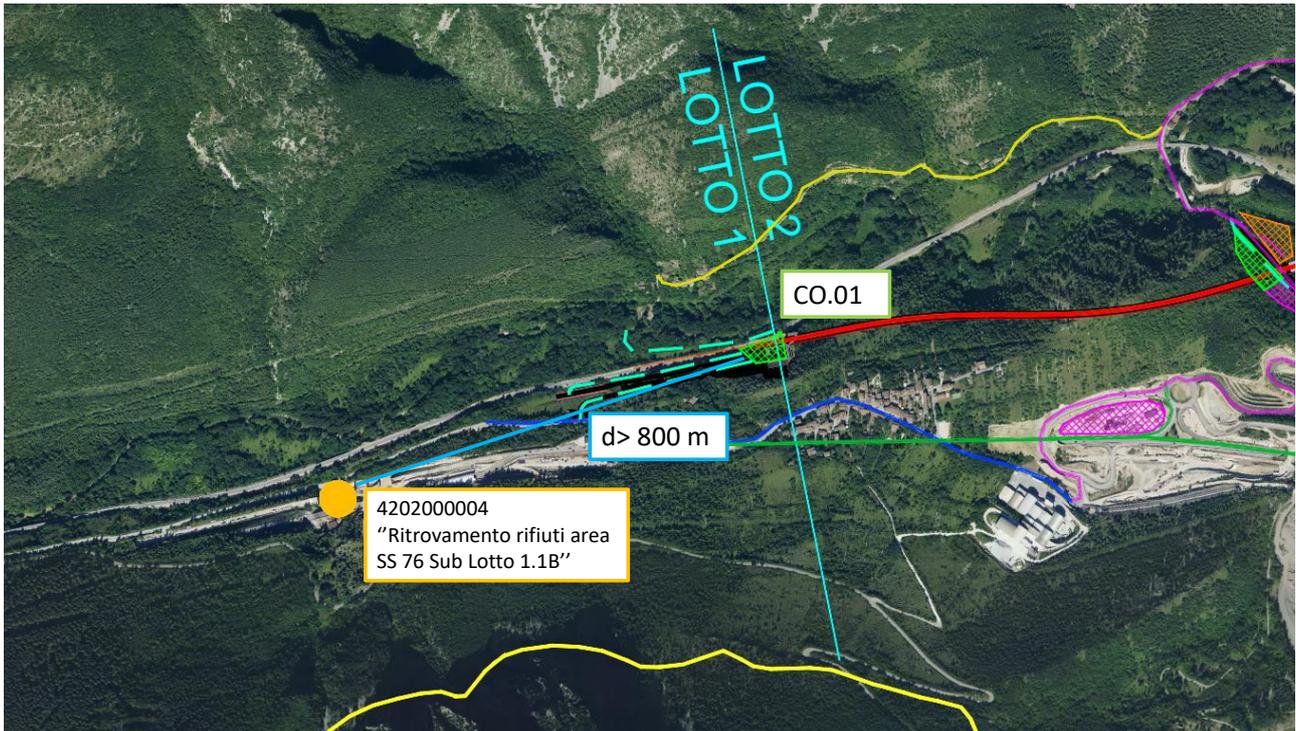


Figura 5-9: Sito potenzialmente contaminato (in arancione) e distanza rispetto alla tratta ferroviaria del lotto 2 (in rosso)

Come si evince dall'immagine precedente, il sito potenzialmente contaminato si trova ad una distanza maggiore di 800 m dalla tratta ferroviaria di progetto del L2 e ad una distanza di circa 750 m dal cantiere operativo CO.01 (in verde).

Nell'immagine seguente è riportata la foto del sito ripresa da Google Earth.



Figura 5-10 Sito Potenzialmente contaminato - "Ritrovamento rifiuti area SS 76 Sub Lotto 1.1B"- Fonte Google Earth

Interferenza con aree di cantiere

Nel presente paragrafo si vanno a identificare le eventuali interferenze fra le aree di cantiere ed i siti individuati a seguito della consultazione dell'Anagrafe regionale dei siti contaminati e potenzialmente contaminati della Regione Marche.

L'analisi dei dati a nostra disposizione ha permesso di evidenziare quanto segue: l'area di cantiere più prossima al sito potenzialmente contaminato è il cantiere operativo CO.01, con area pari a 2.800 mq. Esso occupa un'area adiacente alla ferrovia esistente e interessa un terreno ricoperto da bosco; esso supporterà le lavorazioni previste nelle singole aree tecniche e lungo le aree di lavoro, in particolare per la realizzazione dell'imbocco sud della Galleria Valtreara.

Per maggiori informazioni si consulti l'elaborato "Siti Contaminati – Relazione Generale" (Cfr. IR0F02R69RGSB0000001A)

In conclusione, si può affermare che le opere in progetto non interferiscono con SIN, SIR e siti contaminati e potenzialmente contaminati, pertanto non sussiste criticità.

5.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

5.1.2.1 Perdita di suolo

Se dal punto di vista ambientale il terreno pedogenizzato (suolo) rappresenta una risorsa indispensabile per lo sviluppo della vegetazione, da quello geotecnico tale tipologia di terreno costituisce un elemento disomogeneo, con presenza di elementi vegetali, spesso alterato e argillificato, soggetto a cedimenti. Tali caratteristiche sono ovviamente incompatibili con una corretta interazione terreno - struttura.

La conseguente esigenza di asportazione di uno strato di terreno vegetale si configura con riferimento all'approntamento delle aree di lavoro, ossia delle aree desinate all'esecuzione delle opere in progetto e comprendenti, oltre all'area di esproprio definitivo, una fascia su entrambi i lati di ampiezza variabile per la movimentazione dei mezzi di cantiere, sia le aree di cantiere fisso.

L'Azione di progetto *Approntamento delle aree di cantiere* può quindi essere all'origine di una perdita della coltre di terreno vegetale, ossia configurare un uso di una risorsa naturale, nei casi in cui detto terreno sia conferito in discarica, dando così luogo ad un consumo di risorsa naturale, seppur solo connesso e non strettamente funzionale alla realizzazione dell'opera in progetto.

Entrando nel merito del caso in specie, per quanto riguarda le aree di lavoro, occorre in primo luogo premettere che una cospicua parte di queste, ricadono in aree che possono essere considerate di fatto già artificializzate, in quanto coincidono con la linea ferroviaria esistente, con aree ferroviarie alcune delle quali già impermeabilizzate e più in generale con aree già trasformate, condizione che limita la quantità di terreno vegetale da rimuovere.

Le aree di cantiere fisso che sono state previste in questa fase di progettazione, per il lotto in esame, interessano circa 46,3100 ha complessivi di cui circa il 90,88% si caratterizza per coperture dell'uso del suolo permeabili, ovvero afferenti suoli agricoli o coperture di soprasuolo naturali, naturaliformi o nude (nel caso delle superfici di cava che espongono il substrato roccioso, il restante 9,12% corrisponde a coperture artificiali già trasformate. La maggiore quantità interferita riporta potenzialmente suolo pedogenizzato che verrà impiegato per la ricomposizione delle aree da restituire agli usi *ante operam*, e in relazione alle caratteristiche fisico/chimiche, verrà reimpiegato in progetto anche per la ricomposizione ambientale delle aree verdi; tale superficie consta di circa 37,80 ha una parte della quale ricade in zona protetta, circa 14,10 ha all'interno di aree classificate afferenti la Rete Natura 2000, 17,72 ha circa rientrano nel perimetro del PNR, per lo più sovrapposto alla ZPS e SIC che connotano l'area di studio.

Si provvederà, durante la fase di esercizio delle aree di cantiere ad accantonare appropriatamente tali volumi per garantire la vitalità della componente biotica e conservarne le caratteristiche agronomiche e di naturalità suddividendo i cumuli in modo da distinguere:

- il sito di origine
- la copertura dell'uso del suolo e le formazioni vegetazionali di riferimento
- l'habitat, se specificato, con riferimento alla classificazione di interesse comunitario.

I cumuli adeguatamente conservati saranno riutilizzati per la ricostruzione delle superfici da restituire agli usi previgenti l'impegno di cantiere. Come riportato nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione il terreno vegetale asportato, sarà stoccato in siti idonei a ciò destinati e conservato secondo modalità agronomiche specifiche in attesa di riuso all'interno dell'appalto. Tale misura gestionale consentirà di coprire una cospicua parte dei fabbisogni di terreno vegetale. Stante quanto documentato in merito al riutilizzo del terreno vegetale ai fini della copertura del fabbisogno di terreno vegetale, la significatività dell'effetto in esame può essere considerata mitigata. (cfr. cap. 1.2.3 livello di significatività "C").

5.1.2.2 Consumo di risorse non rinnovabili

L'effetto in esame è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri, rilevati ed 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.

Come riportato nel PUT, documento "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" (IR0F02R69RGTA0000002A), parte di detto fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo in qualità di sottoprodotti del materiale da scavo prodotto.

Per quanto concerne i quantitativi di materiale, nella tabella seguente si riporta una sintesi delle modalità di gestione dei materiali di risulta dei prodotti nel corso delle lavorazioni in progetto, in funzione di quelli che sono i fabbisogni del progetto.

Tabella 5-1 Riepilogo bilancio complessivo dei materiali di scavo

Castelplanio Lotto 2								
Produzione complessiva [m ³]	Utilizzo in qualità di sottoprodotti [m ³]		Utilizzo esterno in qualità di rifiuti [m ³]				Fabbisogno del progetto [m ³]	Approvvigionamento esterno [m ³]
	Utilizzo interno in qualità di sottoprodotti [m ³]	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti [m ³]	BALLAST [m ³]	TERRE IS [m ³]	SCAVI/RIPORTI [m ³]	Demolizioni [m ³]		
1.180.518	401.262	737.341	10.654	3.500	41.915	28.500	684.109	282.847
	1.138.603		84.569					

In termini percentuali, la riduzione dei fabbisogni e, con essa, quella del consumo di risorse non rinnovabili risulta complessivamente di circa il 60%.

Tabella 5-2 Riduzione del fabbisogno materiali terrigeni

Fabbisogno del progetto [m ³]	Approvvigionamento esterno [m ³]	Riduzione % del fabbisogno
684.109	282.847	60%

Tale gestione, come più diffusamente illustrato nel citato PUT, è stata resa possibile dalla scelta di gestire in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 quota parte dei materiali provenienti dagli scavi.

Si precisa altresì che in ogni caso, in corso d'opera si procederà ad eseguire, conformemente a quanto previsto dall'Allegato 9 (Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni) del DPR 120/2017, campionamenti in cumulo o direttamente sul fronte di avanzamento dei materiali di scavo per i quali si prevede una gestione in qualità di sottoprodotti.

In aggiunta a quanto sopra, seppur non esplicitamente richiesto dal D.P.R.120/2017, sulla base di quanto usualmente richiesto dal MATTM nell'ambito degli iter autorizzativi dei precedenti PUT approvati e proposti dalla scrivente, saranno caratterizzati, nelle successive fasi progettuali, tutti i siti di deposito in attesa di utilizzo finale mediante il prelievo ed analisi di campioni di top soil.

In merito ai materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'appalto (**84.569 mc** in banco), verranno gestiti in regime rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Si ricorda infine che, viste le caratteristiche geologiche/geomeccaniche dei materiali scavati al fine di renderne l'utilizzo maggiormente efficace per rinterrati/rilevati si procederà a sottoporre, laddove necessario, i materiali prodotti a trattamenti di normale pratica industriale (riduzione volumetrica e selezione granulometrica).

In conclusione, considerato che la scelta di gestire il materiale di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, consentendo una riduzione del fabbisogno di circa il 60%, può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata mitigata (cfr. cap. 1.2.3 livello di significatività "C").

5.1.2.3 Modifica dell'assetto geomorfologico

L'effetto in esame consiste nel potenziale innesco di fenomeni gravitativi, conseguente all'esecuzione di movimenti di terreno, funzionali alla realizzazione dell'opera, condotti in particolare in corrispondenza di aree connotate da frane attive e/o quiescenti.

In tal senso, dall'analisi della cartografia del P.A.I. regionale si individuano diverse aree a rischio frana (cfr. par. 5.1.1.3) nei dintorni delle aree di intervento, tali aree, tuttavia, interferiscono esclusivamente tratti in galleria ove le coperture delle canne di galleria sono sufficienti ad escludere implicazioni in ordine alla sicurezza dell'infrastruttura o l'innesco di fenomeni gravitativi nella fase di scavo.

Nell'articolata geomorfologia dell'area si riconoscono forme riconducibili a vari fenomeni, quali forme strutturali, forme, depositi e processi dovuti all'azione della gravità, forme fluviali, fluvio-glaciali e di versante dovute al dilavamento, forme antropiche, e, non ultimo forme, depositi e processi legati al carsismo.

Le principali criticità geomorfologiche, pertanto, potrebbero essere legate a fenomeni di instabilità di versante o alla presenza di cavità sotterranee di origine antropica o legate al carsismo.

Riguardo la prima ipotesi è opportuno segnalare che, come riportato nell'elaborato "*Relazione Geologica_IR0F02R69RGGE0001001A*" nel corso dei rilievi di campagna eseguiti, in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e nelle tratte all'aperto, non sono state riscontrate interferenze significative tra il tracciato di progetto e i fenomeni di instabilità di versante. I dissesti rilevati, infatti, si collocano o in corrispondenza di tratti in galleria ove le coperture topografiche e gli

spessori dei corpi di frana ricostruiti sono tali da escludere il coinvolgimento dell'opera, o, nelle zone allo scoperto, nell'intorno del tracciato di progetto ma senza tuttavia interessarlo.

Alla stessa maniera, riguardo la presenza di cavità sotterranee legate al carsismo, sulla base dei dati riportati nell'elaborato "*Relazione Geologica_IR0F02R69RGGE0001001A*" appare ragionevole ipotizzare che l'attraversamento in galleria della Formazione del Calcare Massiccio (laddove possono riscontrarsi fenomeni carsici) tra la progressiva 4+100 circa fino alla 5+960 circa (galleria P. Chiaradovo e galleria La Rossa, intervallate da un viadotto sull'Esino), non sia a rischio di interferenza con sistemi carsici particolarmente sviluppati. Sono ad ogni modo probabili interazioni con porzioni rocciose carsificate, specialmente nell'intorno dei principali lineamenti tettonici, con venute idriche legate a locali circolazioni superficiali di acque di infiltrazione meteorica lungo condotti carsici che alimentano la circolazione più profonda.

Infine, con riferimento alla presenza di cavità sotterranee di origine antropica, si osserva esclusivamente l'interferenza di una cava dismessa con l'imbocco sud della Galleria della Rossa alla pk 4+700: in questa area è stata effettuata una approfondita caratterizzazione geomeccanica al fine di adottare le adeguate scelte progettuali (per approfondimenti si rimanda ai relativi elaborati specialistici)

Nell'ambito della presente fase progettuale, è stata effettuata un'analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche salienti delle zone di imbocco delle previste gallerie naturali, non ravvisando, nella maggior parte dei casi, situazioni di particolare criticità, per ogni dettaglio si rimanda all'elaborato "*Relazione Geologica_IR0F02R69RGGE0001001A*".

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, per quanto strettamente attiene all'installazione delle aree di cantiere, si può affermare che nella presente fase progettuale non sono preventivabili criticità dovute all'interferenza di questi ultimi con aree potenzialmente in dissesto.

Pertanto la significatività delle operazioni di cantierizzazione rispetto alla componente in esame si può stimare verosimilmente trascurabile.

5.1.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli impatti sul presente fattore ambientale non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma sono legati a situazioni accidentali, e non sono definibili impatti diretti e sistematici, costituendo dunque piuttosto impatti potenziali.

Per tale motivo non sono previsti interventi di mitigazione propriamente detti su tale componente ambientale.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sulla componente 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 ed alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi, in analogia a quanto indicato per le acque. Tali procedure operative sono state dettagliate al paragrafo 5.2.3.

5.2 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

5.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.2.1.1 Inquadramento normativo

Autorità di bacino distrettuale Appennino Centrale

DPCM 27 Ottobre 2016 "Approvazione Piano Gestione del Rischio Alluvioni (PGRAAC)"

DPCM 27Ottobre 2016 "Approvazione Piano Gestione della Risorsa Idrica (PGDAC)"

Regione Marche

DACR n.145 del 26.01.2010: "Piano di Tutela delle Acque (PTA)".

5.2.1.2 Reticolo idrografico

Il progetto, nel lotto in esame, si sviluppa nell'ambito della valle del Fiume Esino per tutto il suo tracciato attraversandolo in vari punti.

Il principale corso d'acqua presente lungo il corridoio di progetto e dalle opere stradali correlate, oltre al Fiume Esino è il Torrente Sentino; questo attraversa la gola di Frasassi e confluisce all'Esino all'altezza di San Vittore. Non è interferito direttamente dalle opere in progetto.

Ai principali corsi d'acqua si aggiungono i corsi d'acqua minori, alcuni dei trasformati dalle pressioni antropiche di seguito si riporta il quadro delle interferenze rilevate:

Tabella 5-3: Attraversamenti corsi d'acqua minori lungo il tracciato ferroviario

WBS	Progressiva km
IN00	1+130 (BN Albacina)

IN01	2+254
IN02	2+513
IN03	2+849
IN05	7+423
IN06	7+483
IN07	7+760
IN08	8+592
IN09	7+760

Tabella 5-4: Attraversamenti corsi d'acqua minori lungo i tracciati stradali

WBS	Progressiva km
NI01	0+100 (NV06)
NI02	0+400 (NV06)
NI03	0+470 (NV06)
NI04	0+160 (NVP01)

La linea ferroviaria in progetto attraversa il Fiume Esino:

alla progr. km 1+100 con viadotto VI01;

alla progr. km 4+600 con viadotto VI02

alla progr. km 6+100 con viadotto VI04, attraversa aree di pericolosità idraulica come si evincono dal PGRA, nel tratto tra la progr. km. 3+850 e la progr. 4+100, ambito superato con viadotto VI03, e si sviluppa in stretto affiancamento dalla progr. km 2+300 alla progr. km 2+600, in zona Camponococchio, e dalla progr. km 7+300 alla progr. km 7+700, presso Serra San Quirico.

5.2.1.3 Pericolosità e rischio idraulico

Il *Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale*, unitamente agli altri Enti territoriali aventi titolo, negli atti di pianificazione hanno classificato il territorio in relazione al pericolo ed al rischio geomorfologico e idraulico. Di seguito si riportano le considerazioni relative al pericolo e al rischio idraulico riscontrabili sul territorio tratti dalla cartografia efficace.

Dall'esame della cartografia redatta dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, e resa disponibile online dal Portale Cartografico Nazionale, a corredo del PGRAAC 2019 relativa alle aree alluvionabili distinte per gradi di probabilità di alluvionamento in relazione al tempo di ritorno del fenomeno, nell'area in esame, la linea ferroviaria risulta interessare le fasce classificate della

pericolosità nei tratti di attraversamento dell'alveo attivo del Fiume Esino, in generale, e nel tratto che interessa il parcheggio e la nuova stazione di Genga; nel tratto tra progr. km. 2+300 e progr. km. 2+600 circa; nel tratto tra prog. 3+800 e prog. 4+100; nel tratto tra progr. 7+400 e progr. 8+889.

Tutte le interferenze segnalate rientrano in classificazione P2 caratterizzati da tempi di ritorno $T_R \leq 200$ anni, con probabilità di rischio medio. Tali aree sono state ricavate dal PAI in corso di aggiornamento e riportano quanto elaborato fino al 2013.

Di seguito si riportano gli stralci dei tratti significativi rispetto all'intervento in esame.

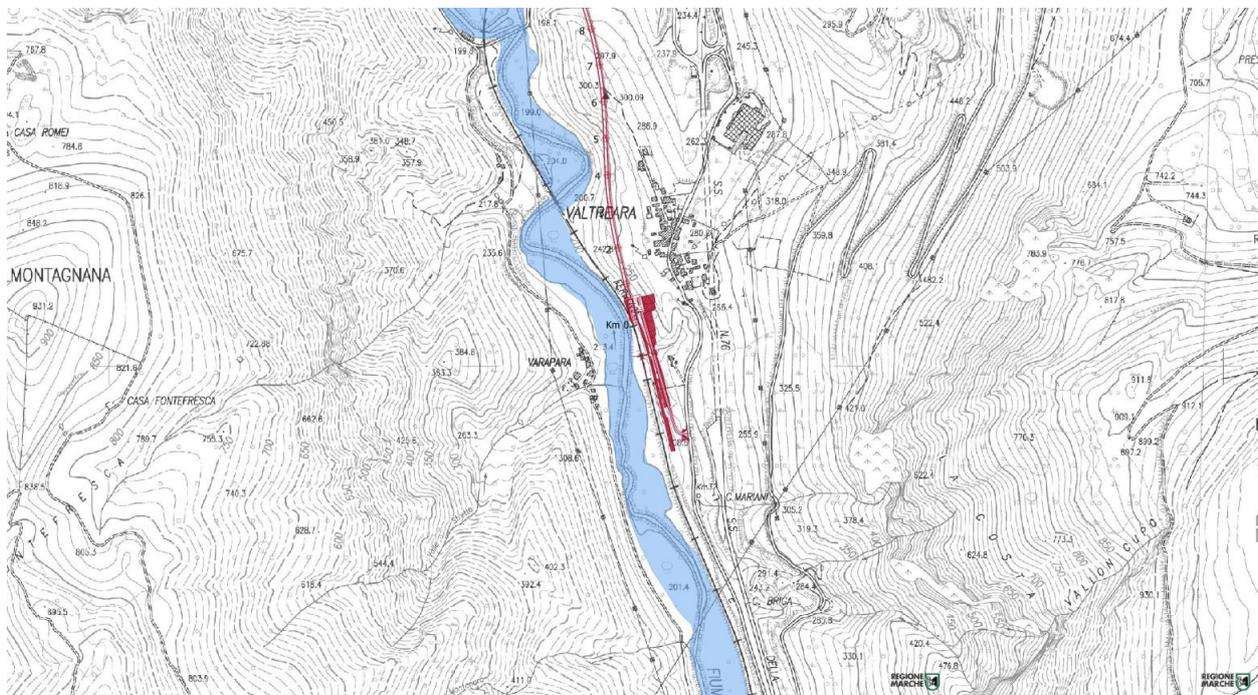


Figura 5-11: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $T_R \leq 200$ – tratto prossimo alla prog km 0+000

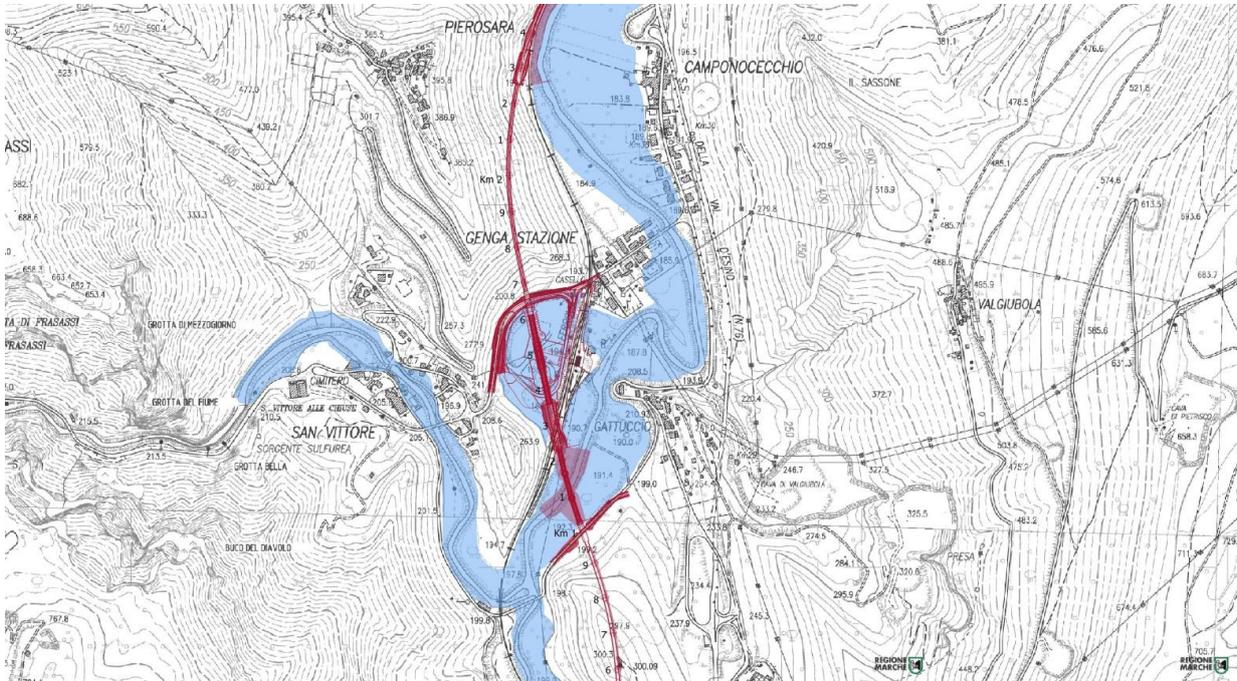


Figura 5-12: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 0+600 e la prog km 2+400

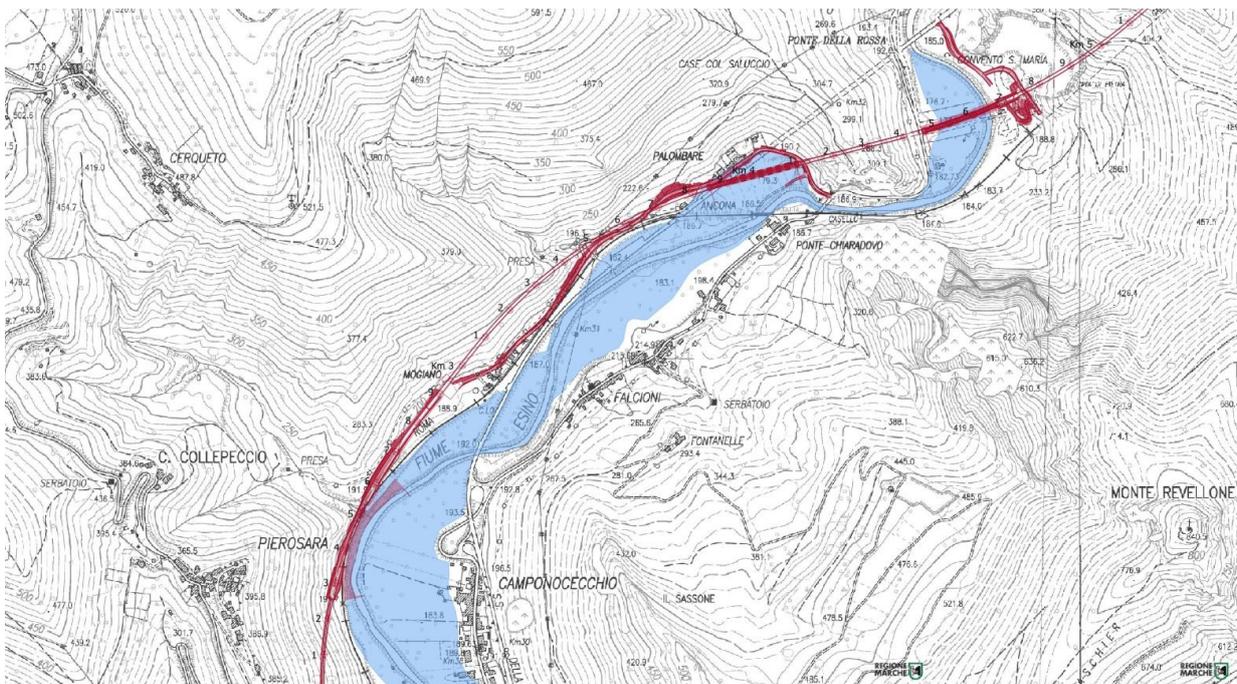


Figura 5-13: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 2+100 e la prog km 5+100

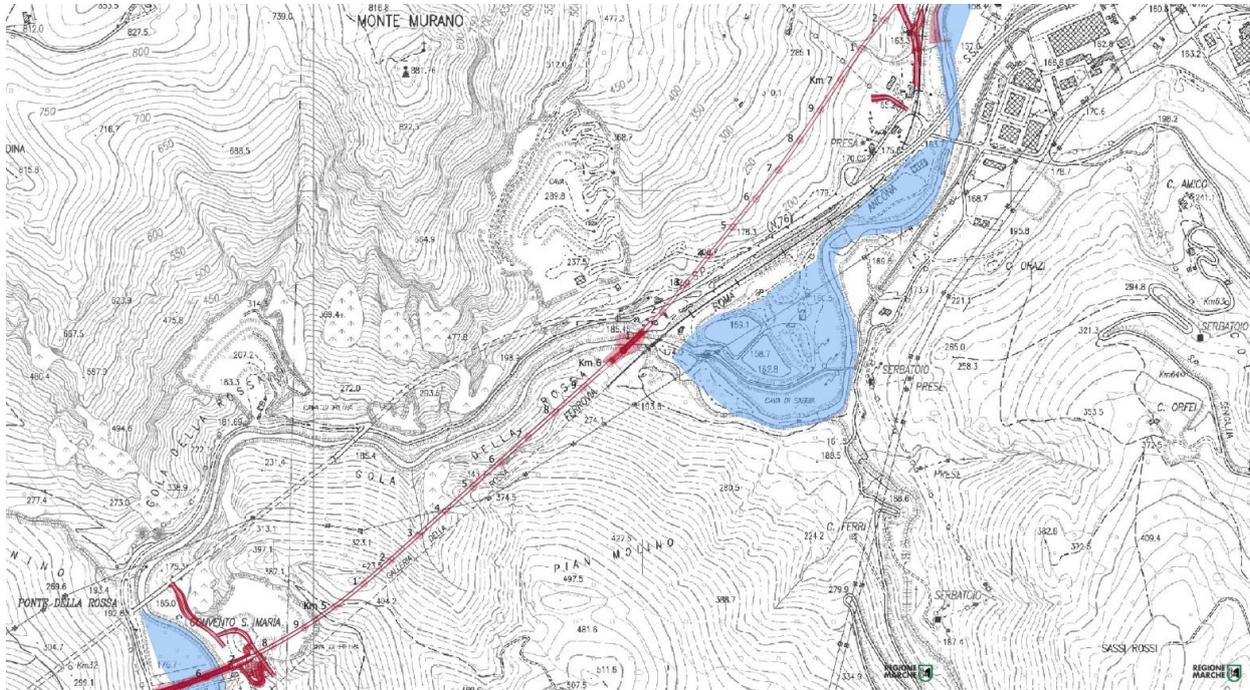


Figura 5-14: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 4+600 e la prog km 7+200

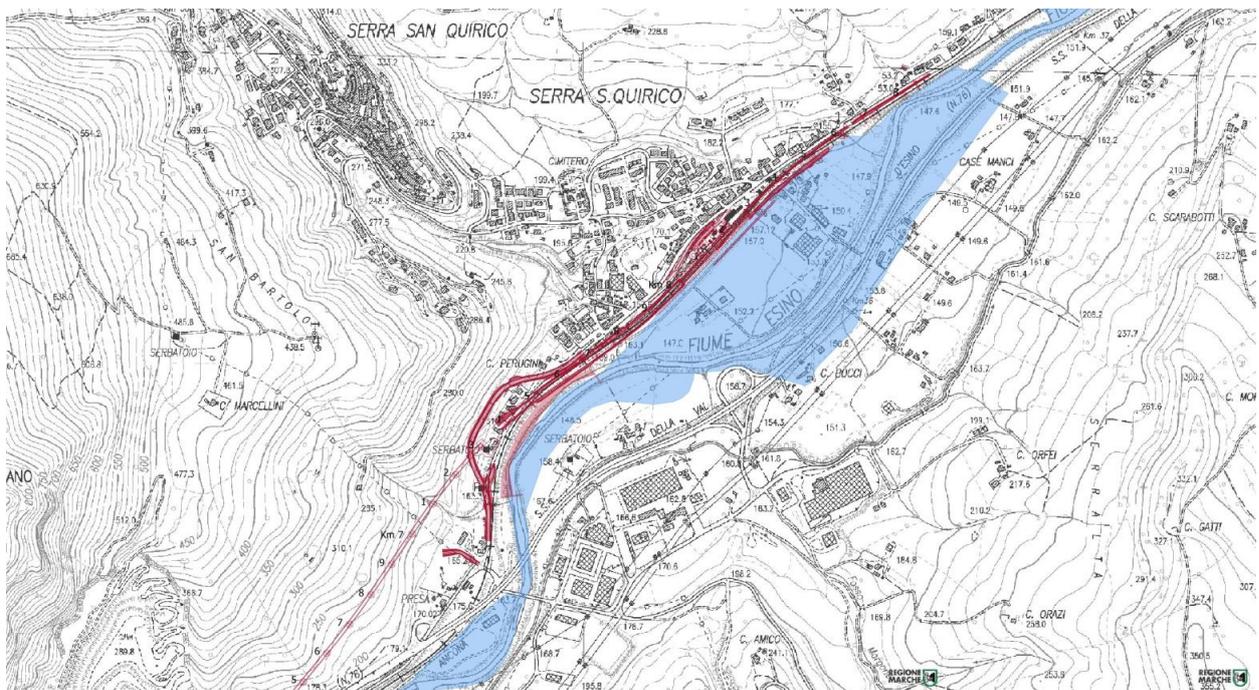


Figura 5-15: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 6+500 e fine progetto

Al pericolo di alluvionamento viene associato il rischio conseguente diviso nelle seguenti categorie:

- **R4 rischio molto elevato**
per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- **R3 rischio elevato**
per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- **R2 rischio medio**
per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R1 rischio moderato**
per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

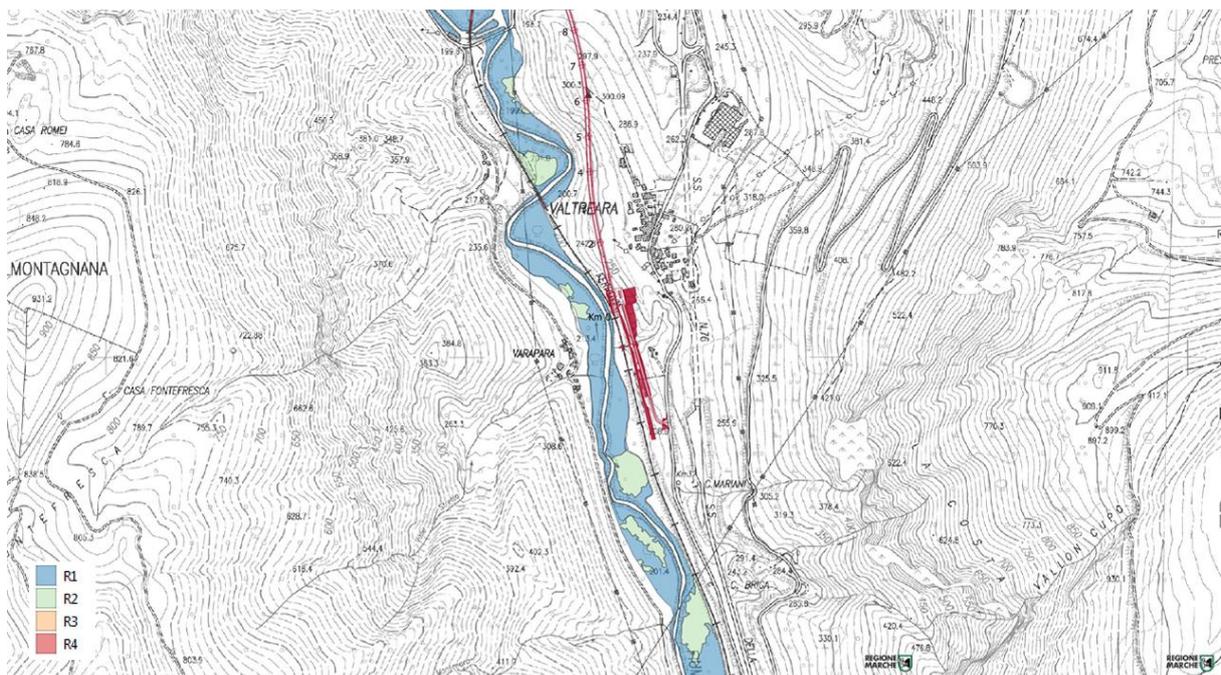


Figura 5-16: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto prossimo alla prog km 0+000

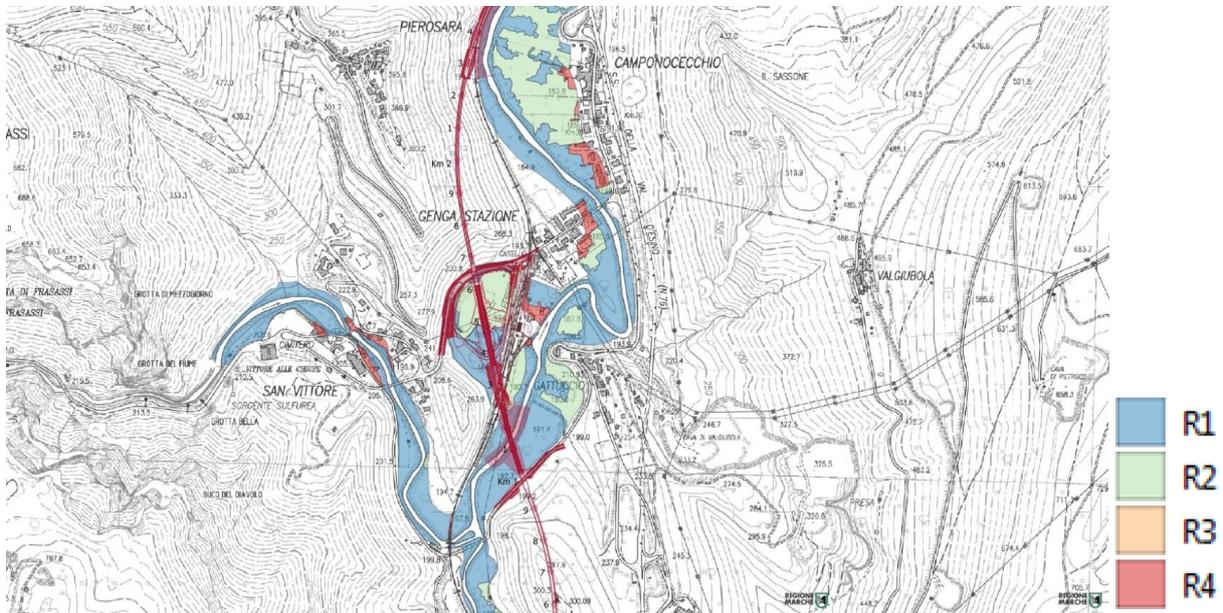


Figura 5-17: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 0+600 e la prog km 2+400

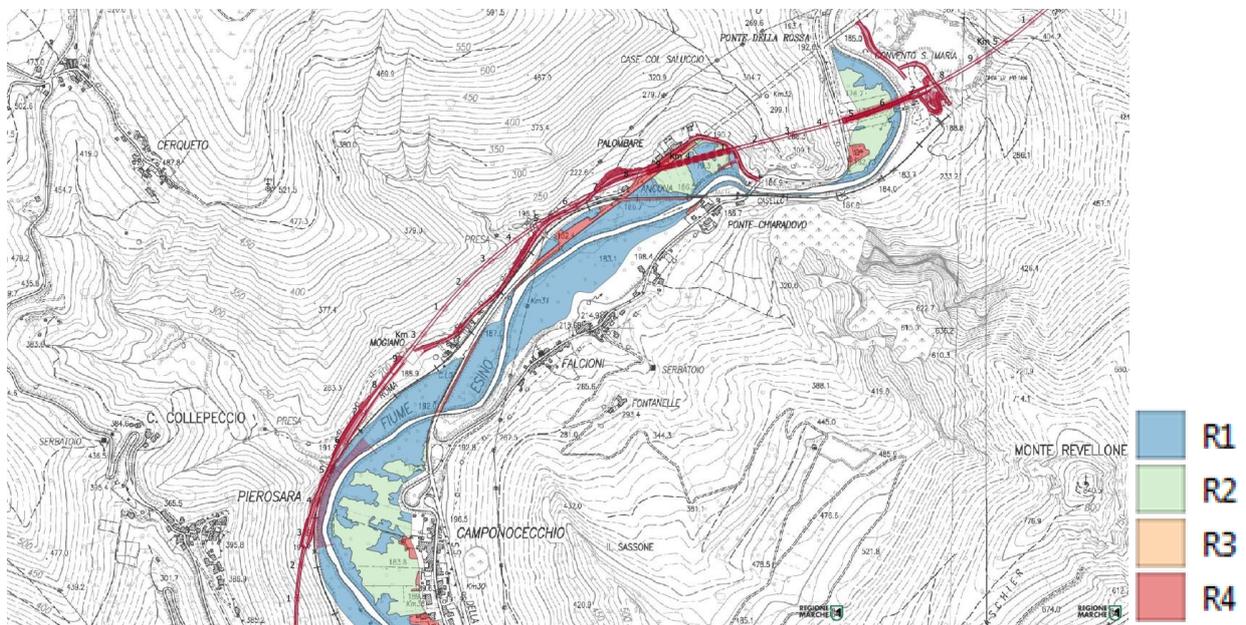


Figura 5-18: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 2+100 e la prog km 5+100

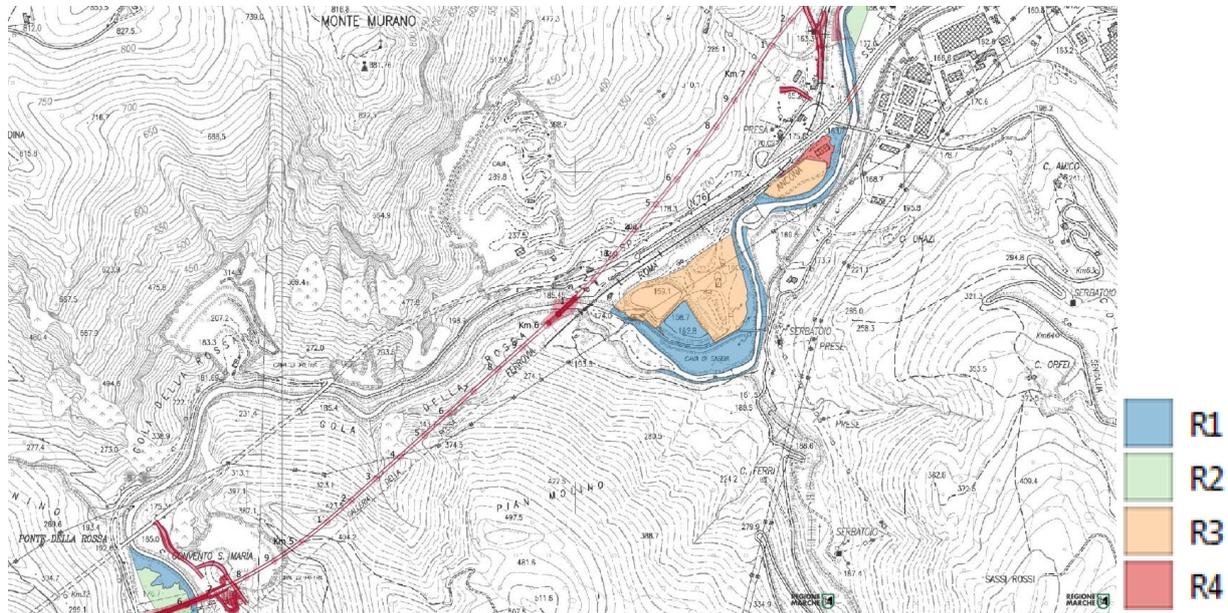


Figura 5-19: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 4+600 e la prog km 7+200

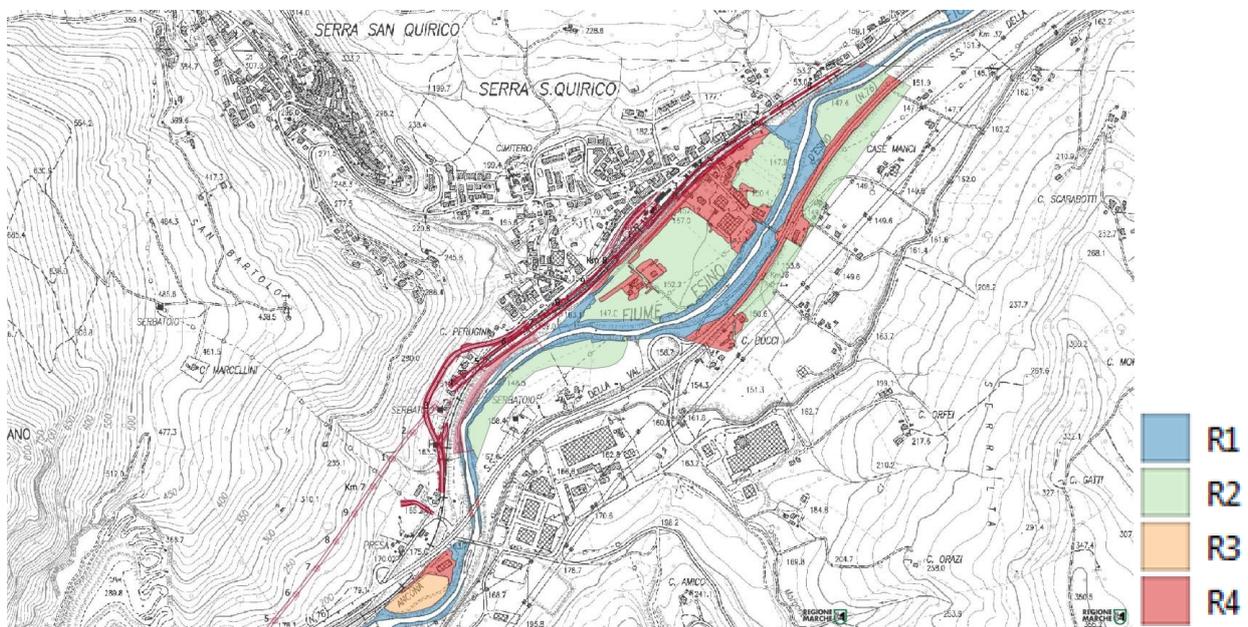


Figura 5-20: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 6+500 e fine progetto

Come si evince dagli stralci che precedono, nel tratto in cui è segnalata l'interferenza in corrispondenza dell'attraversamento tra la prog km 1+000 circa, in coincidenza con la NV01, e la prog km 1+650 circa, con coincidenza con il tracciato della NV02 la linea ferroviaria di progetto

interessa aree principalmente classificate R1 ed R2, dove l'interferenza con l'area classificata R2 si concentra sull'area del parcheggio della Stazione di Genga. Nel tratto in parola si riscontrano anche marginali interferenze con un area classificata a *rischio molto elevato* R4, ed interessa un breve tratto della NV02

Tra la prog km 2+250 e la 2+650 circa la fascia a *rischio moderato* R1 lambisce l'infrastruttura (TR03) per cui è previsto in progetto la sistemazione delle sponde con una scogliera.

È segnalata un'interferenza con aree classificate a rischio nel tratto tra la prog km 3+800 e la prog km 4+120 circa che interessa il VI02 e la NV04, nell'area di fondovalle attraversata si rilevano aree di rischio R1; R2 ed R4. Tra la prog km 4+500 e la 4+650 circa, in corrispondenza del VI03, si attraversano aree a *rischio moderato* R1 e *rischio medio* R2.

Ulteriori interferenze marginali si registrano presso la stazione di Serra San Quirico dove un area a *rischio molto elevato* R4 è lambita dall'ultimo rilevato prima di fine progetto.

5.2.1.4 Stato qualitativo delle acque superficiali

Il monitoraggio effettuato della qualità delle acque superficiali e sotterranee è effettuato dall'ARPA Marche per conto della Regione. Il monitoraggio è finalizzato alla classificazione dei corpi idrici in base al loro stato di qualità definito sulla base di elementi che tengono conto di tutte le componenti costituenti, in particolare gli ecosistemi acquatici e terrestri associati al corpo idrico, l'idromorfologia, lo stato chimico fisico e biologico dell'acqua, dei sedimenti e del biota.

Ai corpi idrici viene attribuito un valore dello *stato ecologico* e dello *stato chimico* in base ai quali viene operata la classificazione.

Qualità delle acque superficiali

Per quanto riguarda la qualità delle acque le informazioni disponibili, nel presente studio, si è fatto riferimento al *Piano di Tutela delle Acque* che rappresenta lo strumento tecnico e programmatico attraverso cui realizzare gli obiettivi di tutela quali-quantitativa previsti agli artt. 76 e 77 del D.Lgs. 152/06 e il monitoraggio secondo quanto previsto nei dispositivi regolamentari:

- DM 131/2008 *Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;*

- DM 56/2009 *Criteria tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo;*
- DM 260/2010 Criteri per la classificazione dello stato di qualità.

Con DGR 2108 del 14.12.2009 la Regione Marche ha provveduto all'individuazione e tipizzazione di 185 corpi idrici fluviali. La rete di monitoraggio prevista per il sessennio 2015-2020 si compone di 124 stazioni, di cui 15 appartenenti alla rete di sorveglianza ed 109 a quella operativa.

Per quanto di interesse per la presente trattazione, di seguito si riporta l'elenco delle stazioni di monitoraggio i cui dati rilevati concorrono alla classificazione dello stato qualitativo, ecologico e chimico lungo il corso del Fiume Esino.

Tabella 5-5 Elenco delle stazioni della rete di monitoraggio 2015-2020 - ARPAMarche

BACINO	Corpo idrico	SITO MONITORAGGIO	LOCALITA'	GBX	GBY
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 3 C.I._C	R1101212ES	Castellino, a valle soglia del ponte	2366994,65	4817361,03
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 4 C.I._A	R1101214bES	La Chiesa, di fronte ristorante La Chiesa	2380846,29	4820197,82
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 5 C.I._A	R1101216ES	Fiumesino foce	2386942,76	4831605,16
Fiume Esino	Rio Freddo dell'Esino Tratto 1 C.I._A	R110121RF	Perticano	2337867,16	4807070,04
Fiume Esino	Fosso di Valleremita Tratto 1 C.I._A	R110121VA	Valleremita	2347743,62	4795864,43
Fiume Esino	Torrente Riobono Tratto 1 C.I._A	R110123RB	zona industriale Fabriano	2346086,17	4801433,19
Fiume Esino	Torrente Giano Tratto 2 C.I._A	R110124GI	A monte di Fabriano, dista Fabriano Ovest, ristorante La vecchia cartiera	2346658,31	4797842,33
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 2 C.I._A	R110125ES	Albacina, a monte confluenza con T. Giano	2356084,64	4796915,7
Fiume Esino	Torrente Sentino Tratto 2 C.I._A	R110125SE	S. Vittore terme, 100 m a monte confluenza con F. Esino	2347892,21	4811161,88
Fiume Esino	Torrente Giano Tratto 2 C.I._B	R110127GI	Case Tiberi, a valle delle Cartiere	2351451,07	4802009,01
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 3 C.I._B	R110129ES	Serra S. Quirico, Sorgenti Gorgovivo	2358810,39	4810560,39
Fiume Esino	Torrente Granita Tratto 1 C.I._A	R110121GR	Via Roncaglia, Jesi	2379564	4825475
Fiume Esino	Fosso dei Pratacci Tratto 1 C.I._A	R110121PR	Località Piane, Camerata Picena, Via S. Giuseppe	2385773	4826074
Fiume Esino	Torrente Sanguerone Tratto 1 C.I._A	R110121SA	Località Piano di Frassineta, Sassoferrato	2345006	4814383
Fiume Esino	Torrente Cesola Tratto 1 C.I._A	R110120ICL	Località Ponte Pio di Jesi, vicino al ponte della SP9	2374651	4816266
Fiume Esino	Fosso Triponzio Tratto 1 C.I._A	R110121TP	Chiaravalle, dal ponte della pista ciclabile, vicino alla confluenza con il F. Esino	2382792	4829316
Fiume Esino	Torrente Esinante Tratto 1 C.I._A	R110120IEN	Località Sant'Elena, Serra S. Quirico, vicino abbazia di Sant'Elena	2365074	4812675

Il tratto di interesse per il lotto in esame è compreso tra la stazione R110125ES e la R110121GR.

Stato ecologico

L'obiettivo di qualità ecologica stabilito dalla Direttiva 2000/60/CE è inteso come la capacità del corpo idrico di supportare comunità animali e vegetali ben strutturate e bilanciate². Lo stato ecologico per i corsi d'acqua è definito in base ai risultati ottenuti da indagini su indicatori biologici (macroinvertebrati, diatomee, macrofite, fauna ittica), da parametri fisico chimici e chimici, e da parametri idromorfologici.

La classificazione dello stato ecologico si articola in cinque classi di qualità.

Nella tabella che segue si riporta lo stato ecologico del Fiume Esino per il suo intero sviluppo. Come si può apprezzare tutti i parametri sono almeno di livello sufficiente e complessivamente si può stimare lo stato ecologico buono.

BACINO	SITO	CORPO IDRICO	MACROINVERTEBRATI	DIATOMEE	MACROFITE	FAUNA ITTICA	LIMECO 2018	LIMECO 2019
Esino	R1101201CL	IT11.R012.095_TR01.A					SCARSO	SCARSO
Esino	R1101201EN	IT11.R012.081_TR01.A	SUFFICIENTE			SUFFICIENTE	BUONO	ELEVATO
Esino	R1101212ES	IT11.R012_TR03.C	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE		SUFFICIENTE	BUONO	BUONO
Esino	R1101214bES	IT11.R012_TR04.A	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
Esino	R1101216ES	IT11.R012_TR05.A	SUFFICIENTE	BUONO			SCARSO	BUONO
Esino	R110121GR	IT11.R012.100_TR01.A					SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
Esino	R110121PR	IT11.R012.113_TR01.A					CATTIVO	SCARSO
Esino	R110121SA	IT11.R012.116.015_TR01.A	ELEVATO			BUONO		BUONO
Esino	R110121TP	IT11.R012.097_TR01.A					CATTIVO	SUFFICIENTE
Esino	R110121VA	IT11.R012.001.018_TR01.A					ELEVATO	ELEVATO
Esino	R110123RB	IT11.R012.001.038_TR01.A					BUONO	SUFFICIENTE
Esino	R110124GI	IT11.R012.001_TR02.A					ELEVATO	ELEVATO
Esino	R110125ES	IT11.R012_TR02.A	BUONO	SUFFICIENTE		ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
Esino	R110127GI	IT11.R012.001_TR02.B					SCARSO	SUFFICIENTE
Esino	R110129ES	IT11.R012_TR03.B	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	BUONO

Figura 5-21 Quadro sinottico della Classificazione degli indicatori biologici e del limeco per gli anni 2018-2019 sul corso del Fiume Esino (ARPAMarche)

Per determinare lo stato ecologico del corpo idrico, è previsto il monitoraggio dei parametri chimici a supporto scaricati, rilasciati, immessi o rilevati in quantità significativa nel bacino o sottobacino, tra quelli indicati dal D. Lgs 172/2015 alla tabella 1/B.

² Fonte: ARPAM, Monitoraggio della qualità dei corpi idrici fluviali e lacustri nella Regione Marche anni 2018/2019, Report luglio 2020

Stato chimico

Nella figura che segue si riporta lo stato chimico dell'Esino che nell'intervallo 2018-2019 è stato classificato buono lungo tutto il suo sviluppo.

BACINO	NOME CORPO IDRICO	STAZIONE	CLASSE 2018-2019	PARAMETRO CHE SUPERA SQA
Fiume Esino	Fosso di Valleremita Tratto 1 C.I._A	R110121VA	BUONO	
Fiume Esino	Rio Freddo dell'Esino Tratto 1 C.I._A	R110121RF	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Riobono Tratto 1 C.I._A	R110123RB	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Giano Tratto 2 C.I._A	R110124GI	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Giano Tratto 2 C.I._B	R110127GI	BUONO	
Fiume Esino	Fosso Triponzio Tratto 1 C.I._A	R110121TP	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Granita Tratto 1 C.I._A	R110121GR	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Sanguerone Tratto 1 C.I._A	R110121SA	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Esinante Tratto 1 C.I._A	R1101201EN	BUONO	
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 5 C.I._B	R110129ES	BUONO	
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 2 C.I._A	R110125ES	BUONO	
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 3 C.I._C	R1101212ES	BUONO	
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 4 C.I._A	R1101214bES	BUONO	
Fiume Esino	Fiume Esino Tratto 5 C.I._A	R1101216ES	BUONO	
Fiume Esino	Torrente Cesola Tratto 1 C.I._A	R1101201CL	BUONO	

Figura 5-22: Valutazione dello stato chimico per gli anni 2018-2019, con indicazione del parametro che supera lo SQA sul corso del Fiume Esino (ARPAMarche)

5.2.1.5 Inquadramento idrogeologico

Come si è potuto osservare nel capitolo relativo alla componente suolo e sottosuolo, l'inquadramento geologico è estremamente articolato.

A partire dalle conoscenze acquisite durante la fase di caratterizzazione geologica, i litotipi affioranti sono stati accorpati in complessi idrogeologici differenziati in relazione alle caratteristiche di permeabilità relativa.

Di seguito sono riportati i caratteri principali di ogni complesso:

Complesso acquifero dei depositi continentali quaternari antichi e recenti

Accorpa le unità MUSa, MUSa1, MUAa1q, MUSa1a, MUSb2, MTIa, MTIb2

È costituito da coltri prevalentemente ghiaioso-sabbiose, cementate e non, con differente contenuto in matrice argilloso-limosa.

Tale complesso è caratterizzato mediamente da elevati valori di permeabilità e viene in genere alimentato direttamente dalle precipitazioni meteoriche, dando luogo a piccole falde sospese, più o meno continue. Tuttavia, in particolari situazioni stratigrafico-strutturali, quando ricaricato anche dall'acquifero carbonatico sottostante, può dar luogo a sorgenti, a regime perenne, utilizzate anche per l'approvvigionamento idropotabile, come nel caso della sorgente Valtreara, nei pressi dell'abitato omonimo, o della sorgente Vallemontagnana, ubicata lungo il versante occidentale del rilievo omonimo. In alcuni casi può rappresentare un collegamento idraulico fra gli acquiferi carbonatici delle dorsali e gli acquiferi delle pianure alluvionali.

Per le sue caratteristiche di permeabilità è un complesso fortemente vulnerabile in presenza di inquinanti idroveicolati.

Complesso acquifero dei depositi alluvionali antichi e recenti

Accorpa le unità URSbn, ACbn3, ACbn4, ACFbn, MUSb, MUSbn, MTIbn

È costituito dai depositi fluviali, terrazzati e non, delle aree di pianura alluvionale ed è caratterizzato da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi altamente permeabili, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose, queste ultime risultano più abbondanti nella porzione nord, tra Serra San Quirico e Castelplanio.

Le granulometrie maggiori sono prevalenti nei depositi più antichi, mentre la frazione fine aumenta in quelli più recenti. Differente anche il grado di compattazione e/o di cementazione che aumenta generalmente con l'età dei depositi. Queste disomogeneità verticali ma soprattutto laterali, in virtù della diversa evoluzione fluviale, determinano, soprattutto all'interno dei depositi più recenti (pleistocenici ed olocenici), la formazione di acquiferi generalmente monostrato ma con possibilità di formazione anche di piccole falde sospese o localmente in pressione.

L'acquifero principale è sempre in collegamento con l'asta fluviale e la sua ricarica può avvenire dalla superficie o, nei tratti di attraversamento delle dorsali carbonatiche, da contributi sotterranei provenienti dagli acquiferi calcarei adiacenti; qualora presenti con estensione e spessore considerevoli, i depositi alluvionali antichi possono rappresentare un collegamento idraulico fra il *bedrock* e l'acquifero alluvionale più recente.

Anche tale complesso è generalmente ritenuto altamente vulnerabile in presenza di inquinanti idroveicolati. Il complesso viene intercettato lungo tutta la porzione di tracciato che si sviluppa in superficie, a partire dall'abitato di Serra San Quirico; precedentemente si incontra nel primo chilometro di tracciato e a luoghi lungo l'asse dello stesso fino all'abitato di Serra San Quirico.

Complesso a bassa permeabilità delle formazioni prevalentemente argillose e argilloso-marnose

Accorpa le unità FAAe, FAAc, FAAb, FAA2f, FAA2e, FAA2, CEA.

In generale si tratta di un complesso con caratteristiche di bassa permeabilità.

La presenza di interstrati sabbioso-conglomeratici più o meno spessi può tuttavia favorire la formazione di piccole falde, anche sospese e spesso in pressione.

Questo complesso non affiora in superficie lungo il tracciato ma costituisce il substrato sepolto sotto i depositi quaternari alluvionali, a partire dall'area di Serra San Quirico verso nord.

Complesso delle formazioni marnose e marnoso-calcaree

Accorpa le unità FCO, GS, GSb, FCIf, FCle, FCId, FC Ib, BIS, SCH

Il complesso, delimitato alla base dall'aquiclude della Scaglia cinerea, comprende le unità marnoso-calcaree che marcano il passaggio tra la sedimentazione carbonatica e la sedimentazione terrigena, localmente comprensivo delle formazioni del Bisciario e dello Schlier.

In corrispondenza delle porzioni più calcaree e fratturate del Bisciario, possono emergere piccole sorgenti caratterizzate da portate modeste e a regime stagionale; si tratta di una circolazione idrica in genere alimentata da bacini superficiali poco estesi, in stretta relazione con le piogge.

Il complesso non si rinviene nel Lotto 2 in esame.

Complesso aquiclude della Scaglia Cinerea

Interessa le unità SCC

Formato da spessori consistenti di marne calcaree e argillose, costituisce un livello *aquiclude* a carattere regionale quando, in associazione con elementi tettonici compressivi (*thrusts*), costituisce il limite impermeabile alla base delle successioni carbonatiche.

Complesso acquifero della Scaglia

Riunisce le unità SBI1, SBI2, SAA1, SAA2, SAA3, VAS.

È costituito dalla formazione calcarea e calcareo-marnosa permeabile della Scaglia, sorretto alla base dall'*aquiclude* delle Marne a Fucoidi, è generalmente tamponato al tetto dai litotipi a bassa permeabilità della Scaglia Cinerea. La maggiore componente marnosa presente, e la conseguente quasi totale assenza di fenomeni carsici, renderebbe il complesso in teoria meno funzionale all'immagazzinamento della risorsa idrica; questo viene tuttavia ampiamente compensato dall'alto grado di fratturazione pervasiva che caratterizza tutto il complesso e lo rende particolarmente favorevole all'immagazzinamento e al movimento delle acque sotterranee.

A causa dello spessore consistente (variabile tra i 300 e i 500 m), ma soprattutto in virtù della notevole estensione areale, il complesso della Scaglia rappresenta un *serbatoio* molto importante ed è sede di numerose manifestazioni sorgentizie; queste, infatti, si rivelano spesso fondamentali, anche quando di portata non consistente, per soddisfare il fabbisogno idrico di nuclei abitativi isolati o anche piccoli paesi. Il ruolo della Scaglia Variegata (VAS) all'interno di questo complesso è talvolta discordante e varia in funzione delle locali caratteristiche del litotipo (non rappresentabili in carta); in particolare, variando di molto lo stato di fratturazione e la componente calcarea, la formazione può essere accorpata alla porzione superiore dell'acquifero della Scaglia o alla porzione basale dell'*aquiclude* della Scaglia cinerea. Il complesso viene intercettato lungo la galleria Valtreara e più a nord, per un totale di circa 150 m, nella galleria Murano.

Complesso acquiclude delle Marne a Fucoidi

Interessa l'unità FUC

Data la continuità stratigrafica dell'unità, si tratta di un livello *aquiclude* a scala regionale, costituito da marne e marne argillose calcaree; solamente la porzione superiore del litotipo è più francamente calcarea. Tale formazione rappresenta il livello di separazione fra il complesso acquifero della Scaglia e il sottostante acquifero della Maiolica.

Il complesso viene intercettato entro gran parte della galleria Genga, e a più riprese lungo la galleria Murano.

Complesso a bassa permeabilità calcareo-siliceo-marnoso

Interessa le unità RSA, POD, CDU, CDU1, CDU2.

Si tratta di un complesso a permeabilità medio-bassa.

È costituito dai litotipi prevalentemente marnosi del Rosso ammonitico, dei Calcari a Posidonia e dei Calcari Diasprigni umbro-marchigiani. Il ruolo di confinamento, più o meno marcato, è direttamente proporzionale agli spessori ed inversamente al grado di fratturazione dei diversi litotipi. Laddove questo ruolo si riduce in modo significativo, permette il collegamento fra la Maiolica e il sottostante *complesso acquifero basale*.

Il grado di fratturazione e lo spessore dei livelli calcarei permette in alcuni casi anche la formazione di falde acquifere di importanza minore (pochi l/s) ma comunque significative in ottica di approvvigionamento idrico.

Il complesso viene intercettato lungo la galleria Mogiano.

Complesso acquifero basale

Riunisce le unità MAS, MAS1, MAS2, COI

È costituito dalle formazioni prevalentemente calcaree e fratturate del Calcare Massiccio e della Corniola.

Tale complesso nella serie completa, dove lo spessore può localmente raggiungere e superare i 1500 m, è limitato al letto dalla formazione delle Anidridi di Burano, costituite dall'alternanza di calcari dolomitici, dolomie e anidriti, e più raramente di calcari e marne e che costituiscono anche la base della successione umbro-marchigiana.

Il complesso basale presenta caratteristiche di alta permeabilità anche per l'esistenza, data l'alta purezza dei litotipi calcarei presenti soprattutto nella formazione del Calcare Massiccio, di cavità e condotte ipogee legate a fenomeni carsici; l'organizzazione di tali sistemi mostra un prevalente sviluppo orizzontale, con piani sovrapposti a varie altezze sul fondovalle e pozzi sub-verticali di collegamento, sviluppati generalmente nelle zone di cerniera delle pieghe.

Il complesso basale costituisce il nucleo dell'anticlinale che caratterizza l'area della Gola della Rossa, partendo dall'imbocco nord della galleria Mogiano fino ad arrivare all'imbocco nord della galleria della Rossa.

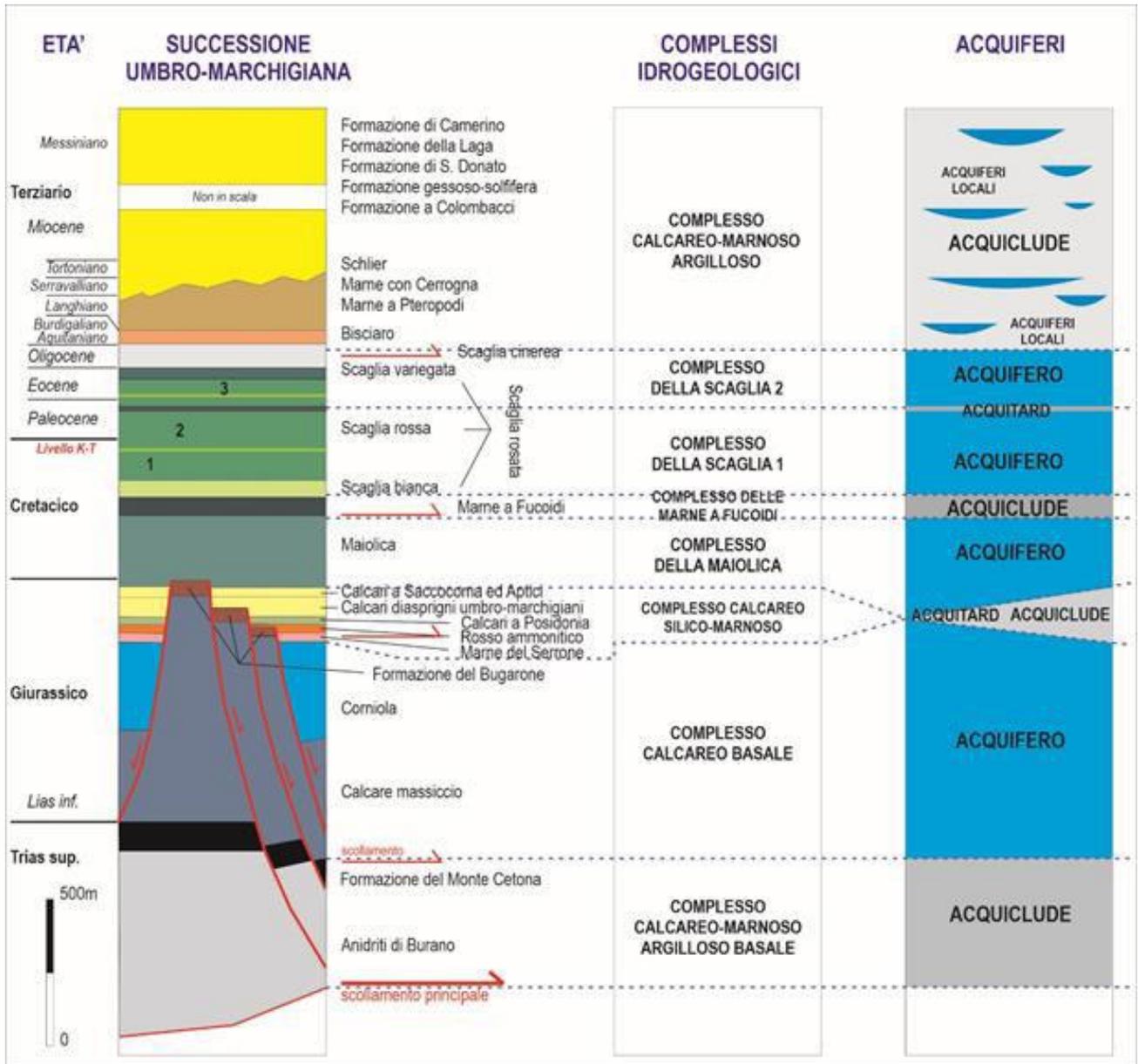


Figura 5-23 Schema della successione stratigrafica umbro-marchigiana e relativi complessi idrogeologici

Nella tabella che segue si mostrano i range di variabilità dei valori di permeabilità registrati dalle prove per ogni formazione indagata e il grado di permeabilità assegnato ad ognuna sulla base della definizione dei complessi idrogeologici

Tabella 5-6 Range di K delle formazioni indagate e classe di permeabilità relativa

Formazione	Sigla	n° prove	K min (m/s)	K max (m/s)	Classe relativa K
Calcarea massiccio – Membro inferiore	MAS2	6	7.20E-08	3.30E-06	AP
Corniola	COI	5	3.40E-09	4.18E-06	AP
Rosso ammonitico	RSA	2	4.25E-09	2.05E-08	SP
Calcari a Posidonia	POD	3	4.00E-10	4.00E-08	SP
Calcari Diasprigni	CDU*	2	1.70E-07	5.47E-07	MP
Maiolica	MAI	4	2.76E-08	1.70E-07	AP
Marne a Fucoidi	FUC	7	2.20E-09	3.30E-06	BP
Scaglia Bianca	SBI*	3	3.56E-08	1.70E-06	MP
Scaglia Rossa – Membro inferiore	SAA1	5	6.86E-08	3.86E-06	AP
Scaglia Rossa – Membro intermedio	SAA2	8	3.80E-08	3.42E-06	AP
Scaglia Rossa – Membro superiore	SAA3	-	-	-	AP
Scaglia Variegata	VAS	-	-	-	MP
Scaglia Cinerea	SCC	14	1.47E-09	3.50E-08	BP
Bisciaro	BIS	3	1.13E-07	6.13E-07	SP
Schlier	SCH	1	5.36E-07	5.36E-07	SP
Argille azzurre – Litofacies pelitico arenacea	FAAe	4	8.73E-09	1.66E-06	SP
Depositi di versante – Sint. Di Matelica	MTIa	4	2.02E-05	3.14E-04	VP
Depositi terrazzati – Sint. Di Matelica	MTIbn	17	4.62E-09	2.94E-04	VP
Depositi eluvio-colluviali – Sint. Del Musone	MUSb2	1	6.29E-09	6.29E-09	VP
Depositi terrazzati – Sint. Del Musone	MUSbn	10	1.29E-07	1.89E-03	VP
Depositi di versante – Sint. Del Musone	MUSa	2	1.02E-05	1.78E-04	VP
Materiali di riporto	R	1	1.00E-04	1.00E-04	VP

Classe di permeabilità relativa	Sigla
Alta	AP
Media	MP
Bassa	SP
Molto bassa	BP
Variabile	VP

Per ulteriori dettagli si si rimanda ai documenti specialistici di progetto e alla cartografia a corredo:
"IR0F02R69RGGE0001001A Relazione geologica"

5.2.1.6 Stato qualitativo delle acque sotterranee

Il D.Lgs 30/2009, recependo le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, modifica il D. Lgs 152/2006 per quanto attiene la caratterizzazione e l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, stabilisce i

valori soglia e gli standard di qualità per definire il buono stato chimico delle acque sotterranee, definisce i criteri per il monitoraggio quantitativo e per la classificazione dei corpi idrici sotterranei.

Sul territorio della Regione sono presenti 49 i corpi idrici sotterranei, di cui 24 a rischio (identificati dalla DGR n.2224/2009) monitorati da una rete di 233 stazioni che raccolgono dati per elaborare sia lo stato quantitativo che qualitativo delle acque. Titolare del monitoraggio a scadenza triennale, per la Regione, è l'ARPAMarche. L'indice di stato chimico delle acque sotterranee è definito sulla base della presenza, nei corpi idrici sotterranei, delle sostanze chimiche contaminanti.

Di seguito si riporta la sintesi dello stato chimico rilevato nel triennio 2015-2017 per gli acquiferi carbonatici presenti nell'area di studio e che interessano il corridoio di progetto.

Tabella 5-7: Stato chimico rilevato nei corpi idrici significativi per l'area di studio - ARPAMarche

CIS	R	N.	2015	%	2016	%	2017	%	2015_2017 STATO	Stab.	Border Line	2013_2015 STATO	2015-2017 VS 2013-2015
CA_DOM	NO	12	BUONO	100	BUONO	100	BUONO	85	BUONO	A	-	BUONO	↔
CA_FRA	NO	2	BUONO	100	BUONO	100	BUONO	100	BUONO	A	-	BUONO	↔

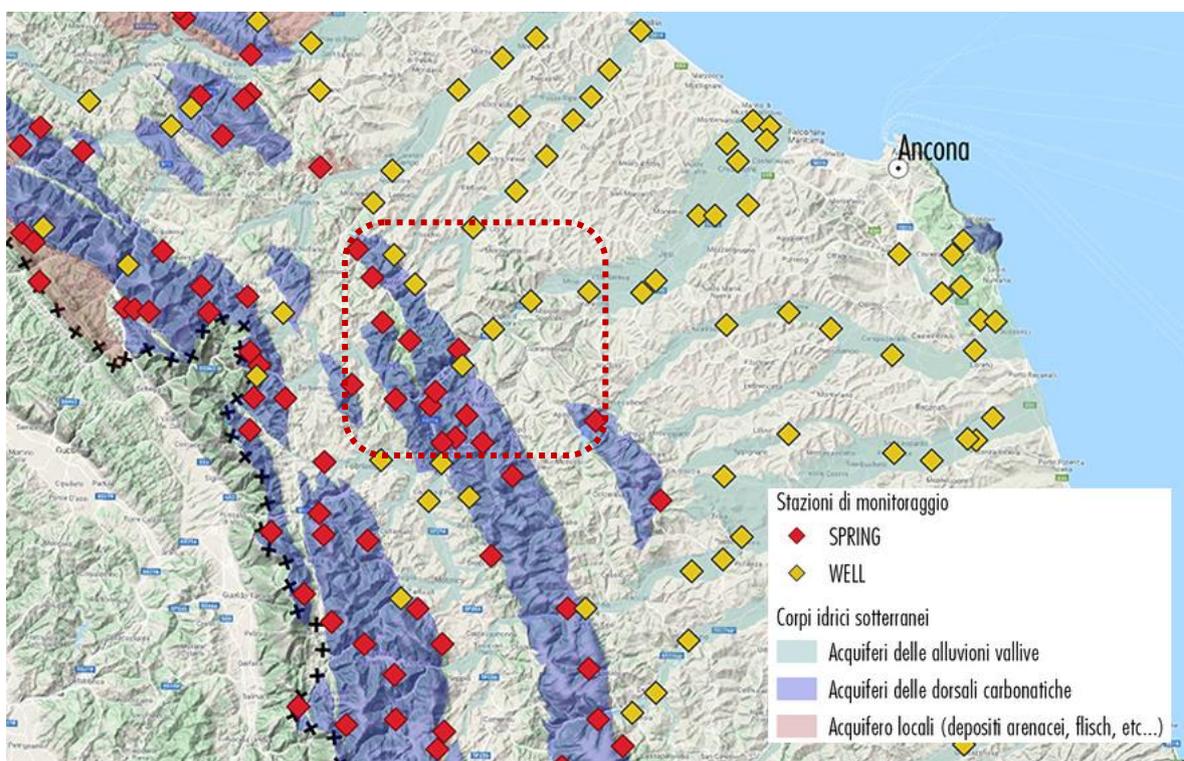


Figura 5-24 Stazioni di monitoraggio e corpi idrici sotterranei presenti nell'area di progetto - ARPAMarche

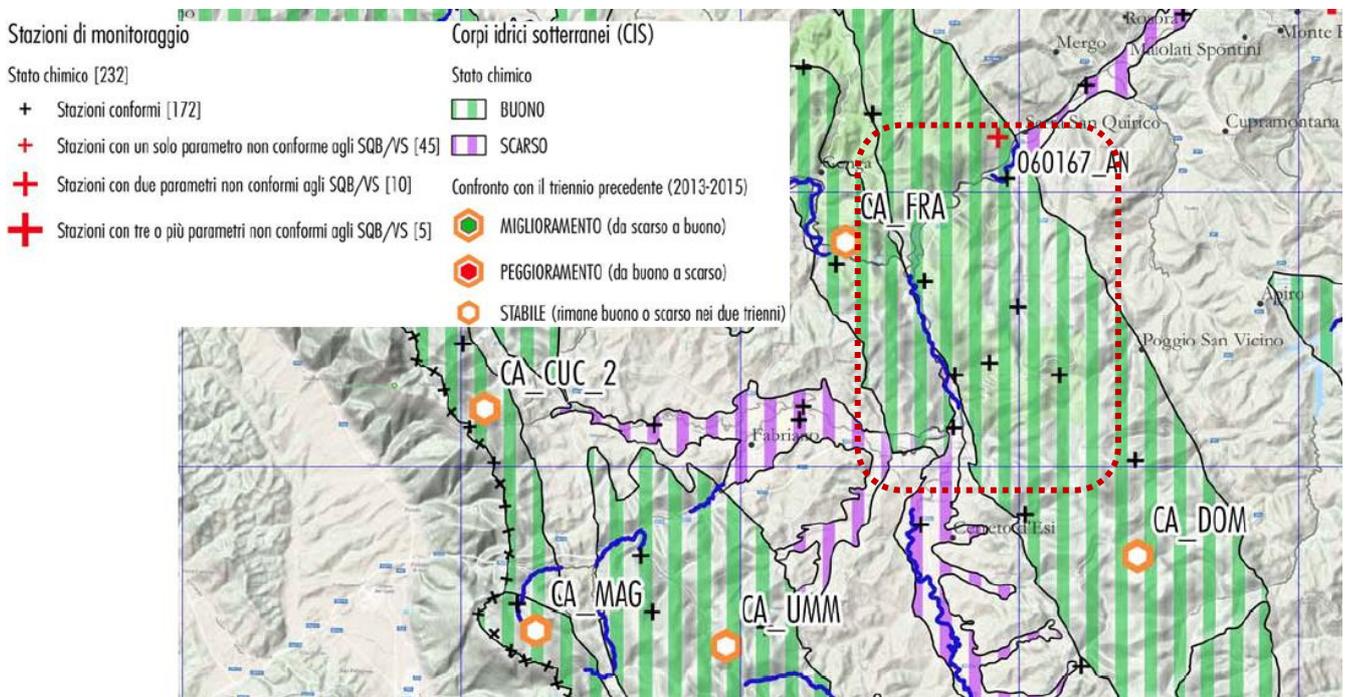


Figura 5-25: Stralcio della Carta dello stato chimico, per l'intero territorio regionale, dei corpi idrici sotterranei - Regione Marche 2015-2017 - ARPAMarche

Si evidenzia che è stato rilevato un superamento del valore soglia nel punto di monitoraggio 060167_AN, di cui a seguire si riporta tabella di sintesi, che interessa l'acquifero carbonatico CA_DOM riportato nella figura che precede e che alla scala vasta interessa il corridoio in esame. Si osserva altresì che nei tratti di fondovalle dei principali corsi d'acqua, lo stato chimico è classificato scarso.

Tabella 5-8: Superamenti rilevati nell'area di interesse- Carta dello stato chimico - ARPAMarche

RETE DI MONITORAGGIO CON ALMENO UN SUPERAMENTO DEI SQ/VS		STATO CHIMICO PER SINGOLA STAZIONE			VALORI IN $\mu\text{g/L}$				LIVELLI DI CONFIDENZA PER SINGOLA STAZIONE			CARATTERISTICHE: P=POZZO, S=SORGENTE	
CIS	Codice	SCAS triennio	GRUPPO	Parametro	2015 Valori medi	2016 Valori medi	2017 Valori medi	Soglia ²	Stabilità	Parametri	Border Line	Tipo	UTILIZZO
CA_DOM	060167_AN	BUONO	PESTICIDI	PP' DDT	0,00	0,00	0,03	0,01 ²	B	B	A	S	Potabile

Per quanto precede, in relazione ai più importanti acquiferi che insistono nell'area vasta di riferimento, lo stato chimico rilevato da ARPAMarche è classificato buono.

Stato quantitativo

L'indice di stato quantitativo delle acque sotterranee rappresenta una stima delle risorse idriche disponibili. Il monitoraggio dei corpi idrici viene effettuato con campagne di misura dei livelli di falda e delle portate. Nel triennio di riferimento in relazione agli acquiferi di interesse per l'area vasta di riferimento per il progetto si rileva una sostanziale stabilità delle portate: per il CA_DOM, per il CA_FRA e per il sistema acquifero del fondovalle dell'Esino dove si registra un abbassamento del livello di soggiacenza.

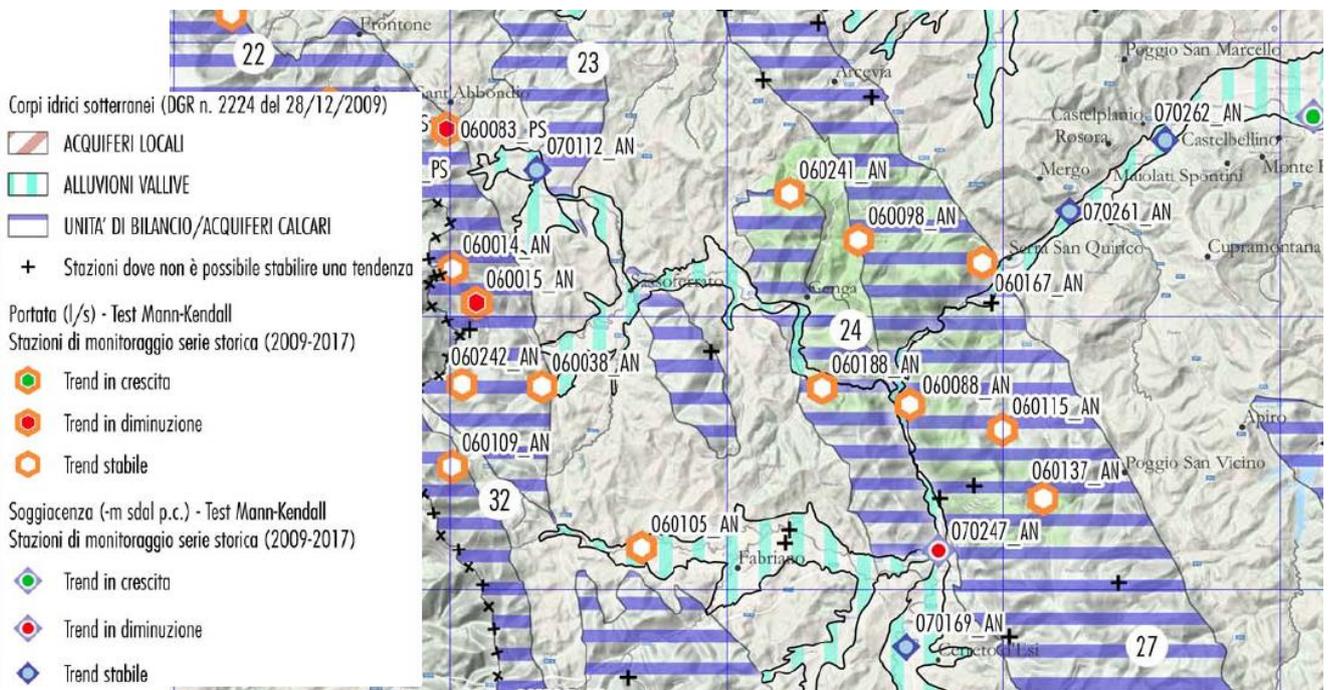


Figura 5-26: Stralcio della Carta dello stato quantitativo delle acque sotterranee - Regione MARche 2015-2017 – ARPAMarche

Tabella 5-9: Stato quantitativo rilevato nelle stazioni di monitoraggio nei corpi idrici significativi per l'area di studio - ARPAMarche

Stazione	CIS	n. oss	Media	coeff di variazione	coeff. angolare	R ²	p-value ¹	Trend
060115_AN	CA_DOM	6	4.8	53	-0.00126	0.1099	0.157	↔
060215_MC	CA_DOM	7	17.6	63.4	-0.00344	0.048	0.32	↔
060167_AN	CA_DOM	7	2.4	62.3	-0.0004	0.0406	0.375	↔
060159_MC	CA_DOM	7	14.7	108.3	-0.00872	0.093	0.5	↔
060230_MC	CA_DOM	9	59.7	36.7	0.00203	0.0034	0.417	↔
060129_MC	CA_DOM	7	1.2	146.3	-0.00147	0.1109	0.224	↔
060098_AN	CA_DOM	7	1.6	34	-0.00003	0.001	0.43	↔
060096_MC	CA_DOM	9	7.1	72.3	-0.00436	0.1858	0.23	↔
060088_AN	CA_DOM	9	1.8	46.9	0.00008	0.0036	0.455	↔
060040_MC	CA_DOM	9	4	62.7	-0.0007	0.0348	0.377	↔
060027_MC	CA_DOM	9	34	16	0.00137	0.0161	0.374	↔
060137_AN	CA_DOM	6	16	67.1	0.00626	0.1552	0.5	↔
060333_MC	CA_DOM	9	21.6	35.7	-0.00128	0.0079	0.54	↔
060400_MC	CA_DOM	5	6.8	45.8	0.00818	0.5565	0.231	↔
070185_MC	CA_DOM	5	14.2	45.2	0.00785	0.3527	0.307	↔
060336_MC	CA_DOM	6	2.1	44	-0.00066	0.0641	0.348	↔
060241_AN	CA_FRA	5	3.4	33.5	0.00049	0.1032	0.5	↔
060188_AN	CA_FRA	6	5.3	40.5	-0.00131	0.1703	0.121	↔

5.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

5.2.2.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque

La modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee è il risultato di una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da un complesso di azioni che, seppur nel loro insieme ascrivibili alla fase costruttiva, presentano fattori causali tra loro differenti in ragione della diversa origine delle sostanze potenzialmente inquinanti prodotte durante il ciclo costruttivo.

In buona sostanza, procedendo per schematizzazioni, è possibile distinguere i fattori causali secondo due categorie.

La prima categoria si configura nei casi in cui la produzione di sostanze potenzialmente inquinanti sia strettamente funzionale al processo costruttivo, ossia possa essere intrinseca ai processi di realizzazione delle opere in progetto. Detta circostanza si può sostanziare, ad esempio, nel caso dell'uso di sostanze additivanti ai fini della realizzazione delle fondazioni indirette, al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione.

In tal caso, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle palificazioni di fondazione delle opere d'arte e nelle loro caratteristiche dimensionali, ed in quelle di scavo, 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 è individuabile nel caso 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.

Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

- La produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti, distinguendo tra:
 - Produzione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, quali ad esempio quelle realizzate in corrispondenza dei punti di stoccaggio di sostanze potenzialmente inquinanti.
 - Produzione di acque reflue derivanti dallo svolgimento delle ordinarie attività di cantiere, quali lavaggio mezzi d'opera e bagnatura cumuli.
- Produzione di liquidi inquinanti derivanti dallo sversamento accidentale di olii o altre sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera.

Entrando nel merito dei fattori precedentemente elencati, ossia con riferimento alla produzione di sostanze potenzialmente inquinanti dovuta alla realizzazione delle opere di scavo e palificazione, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle opere in gallerie e di fondazione, nelle loro caratteristiche dimensionali oltre che dei rapporti geometrici con la superficie piezometrica. Per quanto concerne le caratteristiche del contesto di interventi, 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.).

Relativamente alla seconda tipologia di fattori (Dilavamento delle superfici pavimentate; Produzione acque reflue; Sversamenti accidentali), oltre ai suddetti parametri di contesto, per quanto concerne quelli progettuali un ruolo dirimente ai fini del potenziale configurarsi dell'effetto in

esame è rivestito dalle tipologie di misure ed interventi previsti nell'apprestamento delle aree di cantiere e per la gestione delle attività costruttive e, più in generale, di cantiere.

Per quanto concerne il primo tema e, nello specifico, quello delle acque meteoriche, si evidenzia che prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, ove necessario, saranno predisposte le reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, a valle della quale sono previsti necessari i trattamenti. Inoltre, nelle zone delle aree di cantiere adibite a deposito dei lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalle citate relazioni di cantierizzazione, dette zone saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale adeguata ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche sulle aree di cantiere.

Relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa prodursi una fuoriuscita di sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera e la loro conseguente percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque superficiali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate.

Nel caso in specie, in considerazione delle caratteristiche di progetto, descritte, si ritiene che detta circostanza potrebbe eventualmente verificarsi in relazione alle modalità di scavo delle gallerie (in particolare di quelle in cui sono possibili venute d'acqua durante le fasi costruttive) in corrispondenza delle attività di scotico e scavo per la realizzazione del corpo ferroviario, dei corpi stradali e delle fondazioni delle strutture principali.

Con riferimento a detta tematica occorre, in primo luogo, sottolineare che gli effetti derivanti dal loro determinarsi presentano un livello di probabilità e di frequenza che dipendono in modo pressoché diretto dalle procedure manutentive dei mezzi d'opera. In tal senso, sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

Un ulteriore aspetto che concorre a definire tali effetti e, nello specifico, la loro portata, è rappresentato dalla preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

È altresì da dire che la realizzazione delle fondazioni indirette delle principali opere d'arte e segnatamente le spalle di appoggio degli impalcati di ponti e viadotti, nonché le fondazioni delle pile degli appoggi intermedi dei viadotti, in relazione alle condizioni locali di soggiacenza della falda e di permeabilità, potrebbero interagire puntualmente con l'acquifero intermedio. In tal senso, al fine di prevenire gli effetti negativi indotti da questa circostanza dovrà essere prestata particolare attenzione nella scelta dei componenti il fluido utilizzato nel corso della realizzazione dei pali di fondazione, ossia nella definizione e nel dosaggio degli additivi utilizzati.

La scelta degli additivi per la preparazione del fluido di perforazione dovrà essere rivolta a conseguire una miscela che, non solo, presenti caratteristiche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare e, quindi, in grado di garantire elevate prestazioni tecniche, ad esempio, in termini di velocità di avanzamento, protezione da franamenti, lubrificazione degli utensili di scavo, ecc. al contempo, la miscela utilizzata dovrà essere tale da contenere eventuali effetti di contaminazione della falda e, in tal senso, è importante l'impiego di sostanze biodegradabili.

Le principali interferenze attese in questa fase di progetto sono riportate nella Tabella 5-10, come desunte dal documento di progetto *IR0F02R69RGGE0001001A Relazione geologica*

Tabella 5-10: Principali interferenze con la falda previste in preoprogetto

WBS	Acquifero	Sondaggio	quota piezometrica	
NVP01	Complesso della scaglia - AP	FCS8	23	28
GN01 Valtreara	Complesso della scaglia - AP	FCS73	21	61
VI01	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCS9	7	7,5
RI02 Stazione Genga	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCL52	2	2,5
RI02 Stazione Genga	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCL10	14	15
GN02 Genga	Complesso acquiclude delle marne fluocidi			
GN03 Mogiano	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCS16	10,5	12
GA05 Mogiano	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCS17	13	14
VI02	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCL22	13,5	14,5
GN04 Chiarodovo	Complesso acquifero basale	FCL22/FCL24	"	"
VI03	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCL24	9	10,5
GN05 La Rossa	Complesso acquifero basale	FCS27bis/bisA	33,5	50
VI04	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCS30	15	17
GA08	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCL32	18	22,5
GN06 Murano	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCS34	12,5	13
Fermata S.S.Qurico	Complesso dei depositi alluvionali a permeabilità variabile	FCL35	10,5	11,5

Interferenza molto probabile

Interferenza probabile

Considerata la dimensione dell'impatto potenziale e in ragione della scarsa probabilità di sversamenti accidentali nei corpi idrici superficiali e sotterranei, a fronte della permeabilità e della sensibilità di alcuni acquiferi interferiti l'effetto nel suo insieme, per quanto evitabile e/o mitigabile con adeguati presidi, in corrispondenza delle opere scavo e palificazione, si ritiene necessario prevedere il monitoraggio della qualità delle acque di falda. (Cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività D).

5.2.2.2 Modifica della circolazione idrica sotterranea

L'effetto in questione discende dall'innesco potenziale di processi di filtrazione indotti dagli scavi e consistenti nella penetrazione di acque all'interno dello scavo stesso per effetto della diffusione capillare della falda presente a livelli piezometrici superiori al piano di scavo

Come richiamato nell'analisi del precedente effetto, lo schema di circolazione idrica potenzialmente impattata in via puntuale è ricondotto ad un corpo idrico complesso con caratteristiche di permeabilità e valori di soggiacenza del livello di falda variabili in ogni singola stazione.

La falda potrebbe essere interessata puntualmente dalle opere di fondazione delle opere di palificazione per la realizzazione delle opere di fondazione profonde e per la realizzazione di paratie, tali opere potrebbero indurre, in fase di cantiere, perturbazioni localizzate, ancorché temporanee, alla superficie piezometrica rispetto alla condizione AO. Sembra comunque poco probabile che in fase costruttiva si possano verificare delle significative modifiche al deflusso della falda.

Per quanto riguarda i tratti in galleria, dalla documentazione di progetto, considerata l'attuale fase di progettazione sembrerebbe probabile attendersi interferenza diretta con la falda durante lo scavo della GN01 Valtreara dove sono segnalati, in letteratura (Caprari et al., 2001), tratti di alveo drenante (sorgenti lineari) lungo il fiume Esino; il livello saturo ipotizzabile resterebbe comunque in prossimità della quota del piano ferro, o alcuni metri al di sopra (circa 20 m in base alle misure di luglio 2021 del piezometro FCS73).

Non sembrano invece probabili interferenze per quanto riguarda lo scavo della galleria GN02 Genga a fronte delle caratteristiche di scarsa permeabilità delle Marne a Fucoidi che vengono attraversate. Per la galleria GN03 non si ipotizza la presenza di falde acquifere significative poiché

il tracciato attraversa formazioni prevalentemente a bassa permeabilità e a profondità relativamente modeste.

La formazione del Calcere Massiccio ospita l'acquifero basale che, mediante l'idrostruttura di M. San Vicino, alimenta le sorgenti di Gorgovivo ubicate a NE della galleria GN05 La Rossa, e caratterizzate da una quota di emergenza a circa 155 m s.l.m. Il tracciato, tra le pk 4+200 e 5+950, si avvicina, per alcuni tratti in galleria, alla porzione NO dell'idrostruttura di Monte San Vicino. I dati raccolti portano a ricostruire la falda basale a quote attorno a 160 m s.l.m.; la quota di saturazione è stimata essere ubicata 10-15 m circa al di sotto del piano ferro. Tenuto conto dell'importanza della sorgente del complesso delle sorgenti di Gorgovivo, nelle successive fasi di progettazione, è da considerare rilevante prevedere indagini aggiuntive.

Per quanto riguarda il tratto che interessa la galleria GN06 Murano questa attraversa alcune formazioni potenzialmente acquifere (Maiolica e Scaglia), tuttavia il contesto strutturale non appare favorevole all'immagazzinamento di risorse idriche significative, tenuto conto che solo deboli contributi arriverebbero dall'idrostruttura (M. Murano) presente a nord-est. Pertanto, non si ipotizza la presenza di falde acquifere significative ma solo, eventualmente, la presenza di limitate/temporanee falde locali.

In ragione di quanto riportato, sembra pertanto possibile affermare che l'effetto derivante dalla realizzazione delle gallerie, delle opere di fondazione e scavo in generale, possano alterare solo localmente e per tratti contingentati le caratteristiche di deflusso. Considerando la sensibilità del contesto e la valenza ambientale della componente, sembra ragionevole considerare l'effetto fatto oggetto di monitoraggio, ciò anche considerando l'alea connessa con la fase di approfondimento progettuale e la parzialità delle informazioni acquisite, si ritiene utile avviare, nelle successive fasi di progettazione i necessari approfondimenti conoscitivi.

Pertanto in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il livello di significatività è "D"

5.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

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.

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;
- perdite dei fanghi di perforazione e/o di miscela cementizia all'interno dei terreni permeabili;
- 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 casserature 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.

Lavori in alveo di corsi d'acqua o aree prossime - Oltre a lavorare preferibilmente in periodi di magra, è necessario adottare idonei sistemi di deviazione delle acque superficiali con apposite

casseforme o paratie al fine di evitare rilasci di miscele cementizie e relativi additivi e/o altre parti solide nelle acque correnti e/o in alveo. In caso di lavori in prossimità di corsi d'acqua l'alveo non dovrà essere occupato da materiali di cantiere.

Prima dell'inizio dei lavori in tali aree è opportuno, quando non necessario, effettuare una comunicazione preventiva agli enti di controllo.

Particolare attenzione dovrà essere posta a tutte le lavorazioni che riguardano perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità delle falde idriche sotterranee, che dovranno avvenire a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi.

È importante porre attenzione alle caratteristiche degli oli disarmanti, se impiegati nella costruzione, allo scopo di scegliere preferibilmente prodotti biodegradabili e atossici. Analoghe attenzioni devono essere poste, in tali aree, nella scelta delle tecniche di perforazione preferendo quelle che richiedano un minore ricorso a sostanze chimiche impattanti sull'ambiente.

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.

Alterazione del ruscellamento in fase di costruzione - Durante la fase di costruzione riveste particolare importanza garantire il deflusso della rete idrica, anche secondaria nelle aree interessate dai lavori; a tale scopo saranno realizzati gli opportuni sistemi per il convogliamento e il rallentamento dei flussi superficiali delle acque.

Impermeabilizzazione delle superfici in calcestruzzo - Si prevede l'impiego di diversi tipi di materiali per l'impermeabilizzazione delle strutture in calcestruzzo. Le strutture in sotterraneo 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.

5.3 BIODIVERSITÀ

5.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Inquadramento bioclimatico

Come si è visto, in ordine generale, dal punto di vista climatico il corridoio di studio è sostanzialmente omogeneo al netto di modeste variazioni di significato locale.

I dati termopluviometrici disponibili evidenziano valori sostanzialmente equalizzati lo sviluppo della tratta e del lotto in esame con variazioni poco significative e con medie pluviometriche della serie storica attestate tra i 1050 mm cumulati nell'anno con punte di 180÷200 mm nel periodo tra metà autunno e dicembre; le temperature medie minime annue si registrano intorno ai 6° C, con punte che possono raggiungere -4,8°C, e medie massime intorno ai 25°C con punte che possono raggiungere e superare i 40°C, tra luglio e agosto, la stagione calda si protrae, sommariamente, nel periodo tra giugno e settembre dove, tra luglio e agosto si registra il minimo delle precipitazioni. Al fine di definire la vegetazione potenziale e quindi le comunità naturali, è importante identificare l'ecoregione di appartenenza che risulta strettamente collegata con i caratteri fisici dell'ambiente.

Secondo la classificazione di Mayr-Pavari il corridoio di studio ricade nella zona del *Castanetum* Riguarda sostanzialmente l'intera pianura Padana incluse le fasce prealpine e si spinge a sud lungo l'Appennino, restringendosi sempre più verso le estreme regioni meridionali; a parte la superficie planiziale che si spinge fino al livello del mare lungo la costa dell'alto Adriatico (dalla Romagna all'Istria), questa fascia è generalmente compresa tra le altitudini di 300-400 metri e 900 metri nell'Italia settentrionale.

Questa zona dal punto di vista botanico è compresa tra le aree adatte alla coltivazione della vite (*Vitis vinifera*) e quelle adatte al castagno; è l'habitat ottimale delle latifoglie decidue, in particolare delle querce.

Bisogna considerare che il corridoio di studio interessa il fondovalle Esino e quote in genere inferiori ai 225 m slm.

Dalla Carta fitoclimatica d'Italia³, il corridoio infrastrutturale in esame rientra nella seguente classificazione:

- | | | |
|---|--------------------|--|
| 1 | macroclima | temperato, mesomediterraneo, mesotemperato |
| | bioclima: | temperato oceanico-semicontinentale |
| | ombrotipo: | subumido |
| | descrizione: | Clima temperato oceanico-semicontinentale localizzato nelle pianure alluvionali del medio Adriatico, sui primi rilievi di media altitudine del basso Adriatico, nelle vallate interne dell'Italia centro-settentr. ed in Sardegna (Mesotemp. umido/subumido). |
| | Tratto interessato | La classificazione interessa, sommariamente, il tratto della Vall'Esino da inizio progetto alla prog km 3+450 circa, tra Mogiano e Palombare; all'interno di un area che si configura intercalata nel dominio Clima temperato semicontinentale-oceanico macroclima: temperato, supramediterraneo, supratemperato. Dalla prog km 5+950 circa e fine progetto. |
| 2 | macroclima | Temperato, |
| | bioclima: | temperato di transizione oceanico-semicontinentale |
| | ombrotipo: | subumido |
| | descrizione: | Clima temperato semicontinentale-oceanico localizzato prevalentemente nelle aree di media altitudine di tutto l'arco appenninico con esposizione adriatica (Supratemperato/Mesotemperato umido) |
| | Tratto interessato | La classificazione interessa una parte della NVP01 per un tratto a sud dello 0+000, il tratto della Vall'Esino dalla prog km 3+450 circa, tra Mogiano e Palombare, e la prog km 4+750 circa, nell'area del Convento di S.Maria, imbocco della Gola della Rossa. |
| 3 | macroclima | Temperato, mesomediterraneo, mesotemperato |
| | bioclima: | temperato semicontinentale |
| | ombrotipo: | subumido |
| | descrizione: | Clima temperato semicontinentale delle valli interne dell'Appennino centro-settentrionale e Alpi occidentali (Supratemperato umido-subumido) |

³ CARTA FITOCLIMATICA D'ITALIA Geoportale Nazionale - Analisi delle classi fitoclimatiche italiane in scala 1:250.000 – pubblicata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Tratto interessato La classificazione interessa un breve tratto in galleria lungo il versante meridionale della Gola della Rossa tra la prog km 4+800 circa, nell'area del Convento di S.Maria, alla 5+950 circa

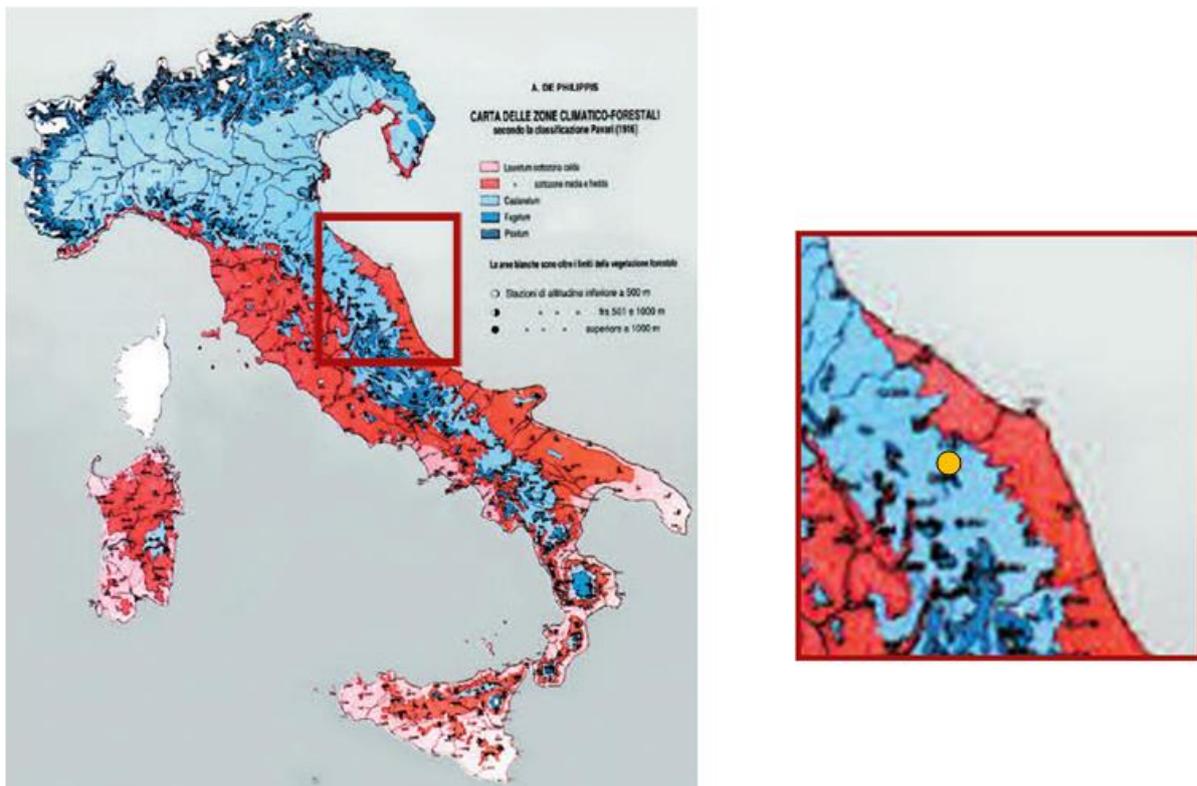


Figura 5-27 Carta delle zone climaticoforestali di De Philippis 1937 (secondo Pavari 1916).

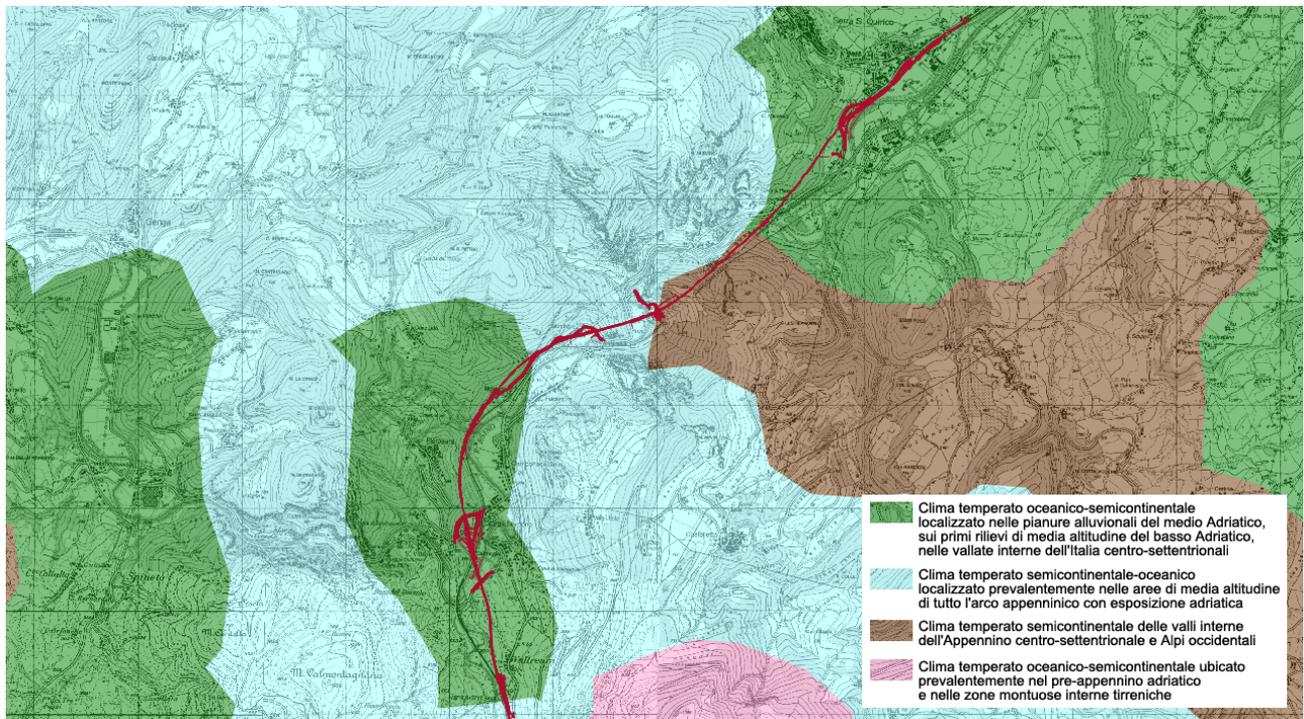


Figura 5-28: Stralcio della Carta del fitoclima d'Italia relativo il lotto di progetto in esame

Dalla carta delle Ecoregioni di Italia (Blasi *et al.*, 2014) si evince che l'area indagata occupa:

- *Divisione Temperata, Provincia Appenninica, Sezione Appenninica Centrale, Sottosezione Appennino Umbro-Marchigiano (1C2a)*
In questa sottosezione ricade il tratto di progetto che interessa il territorio dei Comuni di Genga e Fabriano .
- *Divisione Temperata, Provincia Appenninica, Sezione Appenninica Centrale, Sottosezione Sub-Appennino di Marche e Abruzzo (1C2c)*
In questa sottosezione ricade il tratto di progetto che interessa il territorio di Serra S.Quirico

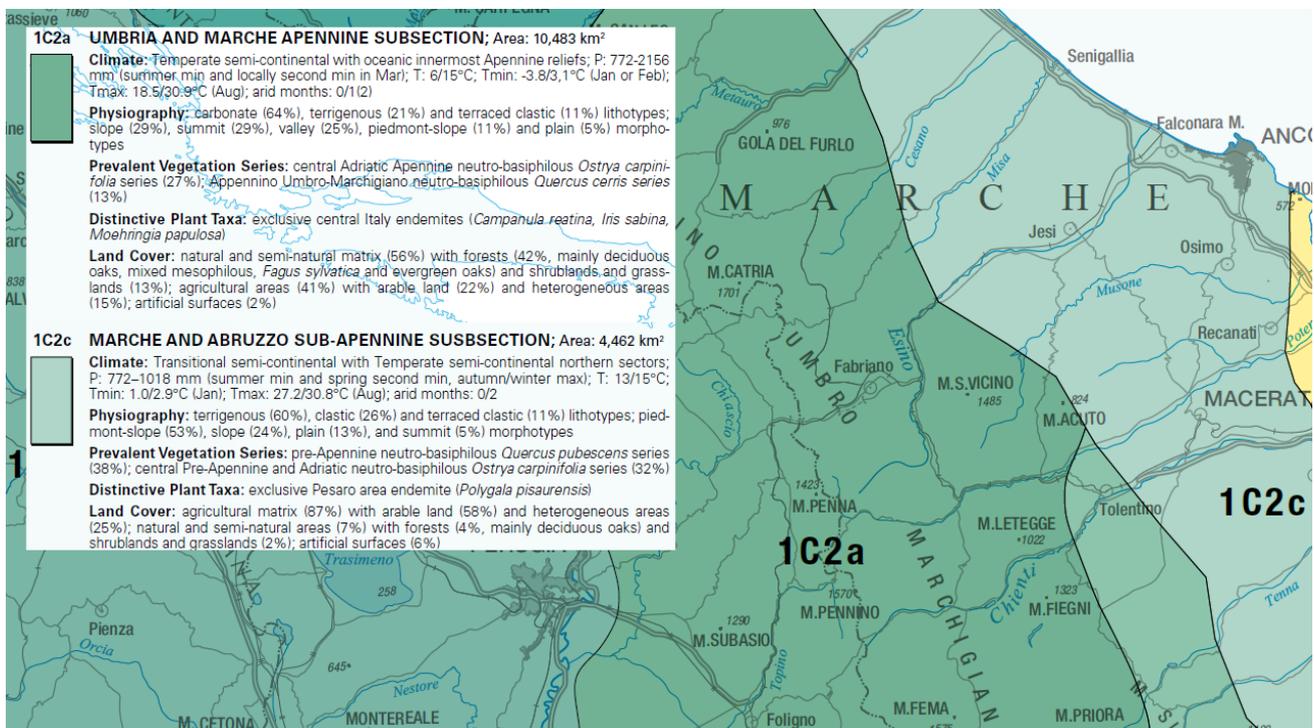


Figura 5-29: individuazione dell'area di intervento all'interno della classificazione delle Ecoregioni d'Italia (Blasi 2010)

Inquadramento botanico e vegetazionale

La descrizione floristica e vegetazionale d'Italia⁴, secondo la classificazione proposta da Rivas-Martinez 2004⁵ approfondita e modificata da Blasi⁶ riporta l'area di intervento all'interno, dal punto di vista biogeografico, nella areale *Provincia appenninico-balcanica, sub provincia appenninica*.

La Subprovincia appenninica si estende dal confine della catena appenninica, che coincide convenzionalmente con il Colle di Cadibona (poco a nord di Savona), fino alla Sella di Conza, compresa tra l'alta valle del fiume Ofanto e l'alta valle del fiume Sele (Appennino Campano e Appennino Lucano). È d'interesse per lo studio del territorio in esame il versante adriatico dell'Appennino Umbro-Marchigiano, nel tratto della media valle dell'Esino.

⁴ BLASI C. e BIONDI E: *La flora in Italia, Flora, vegetazione, conservazione del paesaggio e tutela della biodiversità*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma 2017

⁵ RIVAS-MARTINEZ et al.: *Biogeographic Map of Europe*, 2004

⁶ BLASI C. et al.: *La Vegetazione d'Italia*, 2010

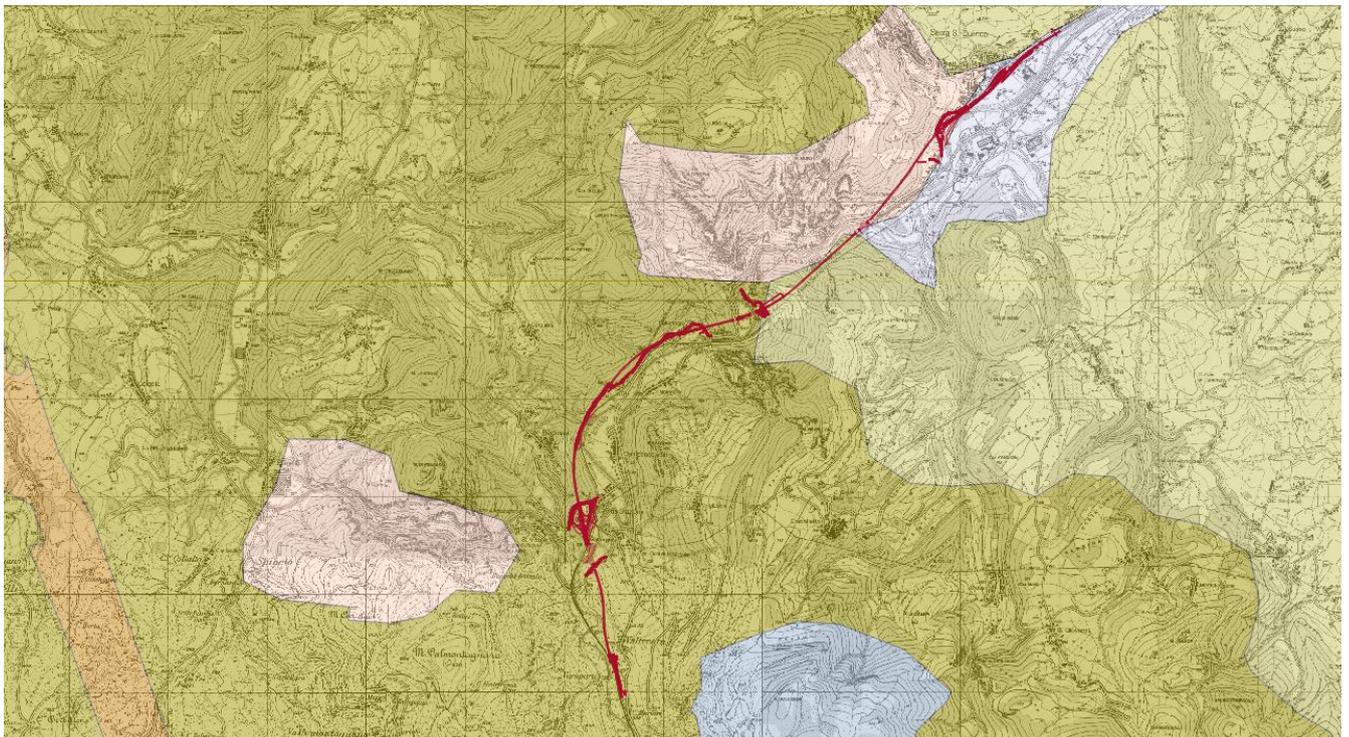
In accordo con i caratteri biogeografici illustrati in precedenza, il corridoio di studio si inquadra nella *Carta della Serie della vegetazione*⁷, in linea generale come segue:

- da inizio progetto alla prog km 4+750 circa, tra Mogiano e Palombare.
 - a) Serie appenninica adriatica centrale, submediterranea-mesotemperata, neutrobasifila, del carpino nero, ostrieti su substrati calcareo carbonatici
Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae sigmetum;
 - b) Serie preappenninica centro nord orientale, submediterranea-mesotemperata, silicicola, del carpino nero, ostrieti su substrati argillosi
Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae pruno avium sigmetum
 - c) Serie preappenninica adriatica centrale, submediterranea-mesotemperata, neutrobasifila, del carpino nero ostrieti su substrati calcareo carbonatici
Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae pruno avium sigmetum
- dalla prog km 4+750 alla prog km 5+950 circa, nell'area del Convento di S.Maria, imbocco della Gola della Rossa
 - Serie preappenninica adriatica centrale, submediterranea-mesotemperata, neutrobasifila, del carpino nero,
Asparago acutifolii-Ostryetum carpinifoliae sigmetum
- dalla prog km 5+950 alla prog km 7+650 circa, in prossimità dell'ingresso all'abitato di Serra San Quirico scalo.
 - a) Serie preappenninica adriatica centrale, submediterranea-mesotemperata, calcicola, subumida e secca del leccio
Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis cyclaminetosum hederifolii;
 - b) Serie preappenninica adriatica centrale, submediterranea-mesotemperata, calcicola, subumida e secca del leccio a mosaico con la Serie del *Cephalanthero longifoliae-Quercetum ilicis*;
- nell'area della stazione di Serra San Quirico scalo

⁷ BLASI C et al.: *La Vegetazione d'Italia - Carta delle serie di vegetazione, scala 1:500.000*, 2010

- Geosigmeto ripariale e dei fondovalle alluvionali della regione temperata (a) e della regione mediterranea (b) *Salicion albae*, *Populion albae*, *Alno-Ulmion*.

Nella figura che segue si riporta lo stralcio dell'inquadramento di scala territoriale.



	a - Serie appenninica centrale adriatica neutrobasifila del carpino nero (<i>Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae sigmetum</i>); b - Serie preappenninica centro-nord-orientale silicicola del carpino nero (<i>Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae pruno avium sigmetum</i>); c - Serie preappenninica adriatica centrale neutrobasifila del carpino nero (<i>Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae carpino orientalis sigmetum</i>)
	Serie appenninica centrale calcicola del leccio (<i>Cephalanthero longifoliae-Quercu ilicis sigmetum</i>)
	Serie preappenninica adriatica centrale neutrobasifila del carpino nero (<i>Asparago acutifolii-Ostryo carpinifoliae sigmetum</i>)
	Geosigmeto peninsulare igrofilo della vegetazione ripariale (<i>Salicion albae, Populion albae, Alno-Ulmion</i>)

Figura 5-30: Stralcio della Carta della serie di Vegetazione d'Italia 2010 (MTE rielaborata)

Nel dettaglio, la *Carta della Vegetazione Potenziale* della della Regione Marche disponibile on line alla scala nominale 1:50.000 le serie potenziali indicativamente interferite dalle opere in esame sono classificate come segue:

- Serie del pioppo nero. *Salici albae-Populo nigrae populo nigrae* Sigm
- Serie della roverella. *Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae* Sigm

- Serie del carpino nero. *Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae violo reichenbachiana* Sigm
- Serie del leccio. *Cyclamino hederifolii-Quercu ilicis cyclamino hederifolii* Sigm

Nella tabella che segue si indicano le relazione tra aree di progetto, per tutte le WBS che si realizzano all'aperto o implicano trasformazione degli usi del suolo comprese le aree di cantiere.

Tabella 5-11: Quadro sinottico delle interazioni tra opere in progetto, solo patenti, e carta della copertura della vegetazione potenziale

Serie potenziale	tratto interferito		WBS
	da	a	
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	0+000	0+100	NVP1
Serie del carpino nero <i>Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae violo reichenbachiana</i>	0+100	0+240	NVP1
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	0+240	0+360	NVP1,
Serie del carpino nero <i>Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae violo reichenbachiana</i>	0+360	0+430	NVP1
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	0+000	0+080	Imbocco sud della GN01
	0+935	1+140	Imbocco nord della GN01; VI01
	Inizio	fine	NV01
Serie del pioppo nero <i>Salici albae-Populo nigrae populo nigrae</i>	1+140	1+240	VI01 RI01 e opere di sistemazione spondale
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	1+240	1+675	RI01, area stazione di Genga, imbocco sud della GN02
	Inizio	fine	NV02
	2+235	2+980	imbocco nord della GN02 TR03 imbocco sud della GN03
	Inizio	fine	NVP02 e piazzali emergenza
	Inizio	fine	NV03
Serie del carpino nero <i>Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae violo reichenbachiana</i>	3+445	3+455	galleria artificiale GA06
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	3+455	3+775	galleria artificiale GA06
	3+775	4+135	VI02 imbocco oest GN04
	Inizio	fine	NV04
Serie del leccio <i>Cyclamino hederifolii-Quercu ilicis cyclamino hederifolii</i>	4+405	4+440	VI02 imbocco est GN04
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	4+440	4+615	VI03

Serie del pioppo nero <i>Salici albae-Populo nigrae populo nigrae</i>	4+615	4+655	VI03
Serie del carpino nero <i>Scutellario columnae-Ostrya carpinifoliae violo reichenbachiana</i>	4+655	4+745	VI03, TR05 imbocco ovest GN05
	Inizio	fine	NVP03 e piazzali emergenza
	5+935	6+015	Imbocco est GN05, approccio VI04
Serie del pioppo nero <i>Salici albae-Populo nigrae populo nigrae</i>	6+015	6+125	VI04
Serie del leccio <i>Cyclamino hederifolii-Quercu ilicis cyclamino hederifolii</i>	6+125	6+360	GA11
Serie della roverella. <i>Roso sempervirentis-Quercu pubescentis cotino coggygriae</i>	Inizio	fine	NVP05
	7+260	7+295	Imbocco nord est GN06
	Inizio	fine	NV07 tratti
	8+660	fine	Opere di linea

Come si può apprezzare dalla tabella sopra riportata, lungo i bassi versanti e sui terrazzamenti di fondovalle risulta interferito il dominio della serie della roverella sui primi versanti collinari la seire del carpino nero e occasionalmente del leccio.

5.3.1.1 Inquadramento faunistico ed ecosistemico

L'area di studio può essere inquadrata all'interno del più vasto settore centrale della Provincia appenninica, che si estende dall'Appennino umbro-marchigiano fino alle valli del Volturno e del Fortore abbracciando la penisola da est a ovest. Include pertanto le cime più elevate della catena appenninica e presenta un piano *eualpino* In questo settore la presenza percentuale delle specie a cortotipi settentrionali è ancora elevata, i pochi boreoalpini appenninici sono tutti presenti e più ricca è la presenza delle specie mediterranee e di quelle strettamente appenniniche, con numerosi invertebrati endemici di origine tirrenica o balcanica (Minelli et altri 2005).

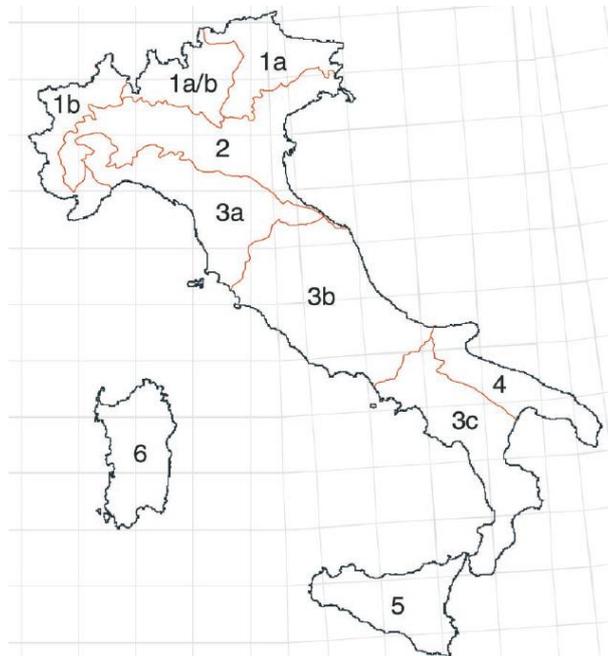


Figura 5-31: Provincie faunistiche italiane⁸

In linea generale, sul territorio regionale sono numerose le specie animali presenti i più rilevanti dei quali relegati in aree meno disturbate dall'azione dell'uomo, in particolare all'interno dei parchi e riserve naturali; la presenza delle principali specie animali è accertata nelle aree naturali protette e, in generale, in ambiti a maggiore naturalità coincidenti con il sistema dei parchi, in particolare il *Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi*.

Nel territorio del parco sono censite circa 105 specie di uccelli nidificanti su 124 presenti nel territorio della Provincia di Ancona; 39 specie di mammiferi; 29 di rettili e anfibi

Si rimanda all'elaborato "IR0F02R22RGSA0001001A_Studio di impatto ambientale – Relazione Generale" per ulteriori approfondimenti.

⁸ AA.VV.: *Checklist e distribuzione della fauna italiana*, Min.Ambiente Verona 2005

5.3.1.2 Aree di interesse ambientale e connessioni ecologiche

La rete ecologica

In Ecologia per *ecosistema* si intende l'unità funzionale di base all'interno della quale interagiscono: gli organismi della comunità biotica (biocenosi), con l'ambiente fisico (biotopo), l'interazione è caratterizzata dalla circolazione di materia e da un flusso di energia. Le unità ecosistemiche o biomi, sono riconoscibili spazialmente in relazione alla scala di osservazione e sono difficilmente discretizzabili in quanto continuamente interagenti e tra loro rilegati all'unità sistemica.

In qualche modo quindi la tassonomia risulta appropriata solo in relazione alla distanza dell'osservatore dal contesto osservato.

Il paradigma sistemico, secondo il quale le unità ecologiche scambiano e si relazionano tra di loro trasferendo dall'una all'altra patrimonio genetico delle diverse specie da habitat ad habitat in ambiti spazialmente distinti, modella il concetto di rete ecologica.

Il modello è strettamente operativo, ovvero attiene la sfera delle azioni di pianificazione degli usi e trasformazione del territorio finalizzate a consentire la diffusione e la conservazione del patrimonio genetico, ed è operato creando e/o rafforzando il sistema di collegamento e di interscambio tra aree ed elementi naturali altrimenti isolati. Come per l'individuazione spaziale degli ecosistemi, così l'individuazione della rete ecologica è un problema di scala.

Le reti ecologiche sono costituite da quattro elementi:

- *core areas*
aree ad alta naturalità che sono già, o possono essere, soggette a regime di protezione
- *buffer zones*
aree di transizione attorno alle *core areas* al fine di garantire la diluizione degli impatti e delle pressioni.
- *corridoi ecologici*
sono strutture lineari continue che connettono tra di loro le *core areas* e rappresentano l'elemento chiave delle reti ecologiche poiché consentono il trasferimento delle specie e l'interscambio genetico
- *stepping zones*
aree che, per la loro posizione o per composizione, sostengono il transito delle specie oppure ospitare microambienti in situazioni di habitat critici.

Compongono il sistema della rete ecologica le aree classificate ai fini della rete Natura 2000 i parchi le riserve e le oasi riconosciute come aree naturali protette oltre ai sistemi ambientali tessutali, come ad esempio gli agroambienti che permettono comunque un certo grado di permeabilità alla dispersione del patrimonio genetico.

Le aree della Rete Natura 2000 prossime al corridoio di progetto sono di seguito richiamate:

- ZPS
 - IT5320017 Gola della Rossa e di Frasassi
direttamente interferita dalle aree di progetto tra la prog km 1+665 e la prog km 7+110
circa
 - IT5320016 Valle Scappuccia
distante, in linea d'aria, 3.750 m circa dal punto più vicino
 - IT5330025 Monte San Vicino e Monte Canfairo
distante, in linea d'aria, 4.350 m circa dal punto più vicino
- SIC/ZSC
 - IT5320004 Gola della Rossa
direttamente interferita dalle aree di progetto tra la prog km 3+395 e la prog km 7+110
circa
 - IT5320003 Gola di Frasassi
distante, in linea d'aria, 50 m circa dal punto più vicino
 - IT5320012 Valle Vite - Valle dell'Acquarella
distante, in linea d'aria, 3.050 m circa dal punto più vicino
 - IT5320002 Valle Scappuccia
distante, in linea d'aria, 4.300 m circa dal punto più vicino

Ad esclusione della IT5320017 Gola della Rossa e di Frasassi che ricomprende anche la IT5320004 *Gola della Rossa* aree interferite dalle opere in progetto e della IT5320003 *Gola di Frasassi* che è prossima al perimetro d'intervento; le altre aree classificate Natura 2000 si localizzano a distanze superiori ai 3.000 m in linea d'aria dall'asse ferroviario di progetto. È altresì interferito il *Parco Naturale Regionale Parco della Gola della Rossa e di Frasassi* il cui perimetro si sovrappone significativamente alle aree afferenti la Rete Natura 2000.

Bisogna evidenziare che, in termini di connettività ecologia il principale corridoio è rappresentato dal sistema del Fiume Esino e degli affluenti principali e secondari.

Con la formulazione della LR n.2 del 05.02.2013 la Regione Marche ha istituito la Rete Ecologica (REM) con l'obiettivo di *favorire il rafforzamento delle connessioni ecologiche, la conservazione dei servizi ecosistemici e la tutela della biodiversità.*

Sono state rese disponibili una serie di strumenti cartografici che individuano, per quanto di interesse:

▪ *Le unità ecologiche funzionali*

Il progetto rientra nella 57 - *Gole della Rossa e di Frasassi* comprendente parzialmente i territori comunali di Genga Fabriano e Serra San Quirico, caratterizzata da:

- Matrice naturale (>75 %) con presenza di praterie (>10%) e di superfici coltivate (>5%)

▪ *Indice di frammentazione*

- *da urbanizzazione* con valori compresi tra 0.01 e 0.10 (max >6)
- *da infrastrutture* con valori compresi tra 7.5 e 10 (max 25)

▪ *Opportunità*

▪ *Continuità naturali*

• *Connessioni sensibili*

È individuato il corridoio del fondovalle del Fiume Esino e le pendici dei versanti che chiudono la valle. Il progetto rientra dalla prog km 0+000 alla stazione di Serra San Quirico, all'interno della classificazione e, in più punti, come visto, attraversa il corso dell'Esino in viadotto.

• *Sistemi di connessione*

Il progetto ricade per tratti nel sistema della

- ✓ *Dorsale appenninica*

e interessa aree classificata come:

- ✓ *Sistema di connessione di interesse regionale*

Un nucleo isolato si localizza lungo il fondovalle in prossimità della stazione di Genga ed un altro più esteso, sempre lungo il fondovalle, interessa il tratto dell'Esino e delle aree limitrofe in prossimità di Serra San Quirico scalo.

▪ *Nodi della rete ecologica*

- *Buffer nodi*

È indicata un'ampia area che interessa gran parte del fondovalle Esino, fin dopo la stazione di Genga, e principalmente le aree collinari/montane circostanti

- *Aree floristiche*

Viene rilevata l'Area Floristica n.37 Gola della Rossa, di cui si è già inquadrato il portato floristico

- *Nodi e oasi di protezione della fauna*

Tali classificazioni non interessano il corridoio di studio per il progetto in esame

- *Nodi siti di Natura 2000*

Individua le aree già richiamate lambite/interferite dal progetto in esame

- *Nodi aggiunti*

Tali classificazioni non interessano il corridoio di studio per il progetto in esame

▪ *Unità ecosistemiche naturali*

La copertura descrive il tipo di fisionomia prevalente della copertura di soprasuolo

▪ *Biodiversità*

- *Segnalazioni:*

• *Segnalazioni relative la fauna*

Nelle aree prossime al corridoio di studio è segnalata la presenza di specie quali il Lupo, il crociere, il Calandro, l'Ortolano, la Nitticora, il Santimpalo, Tottavilla, l'Allodola, la Cutrettoa, il Merlo acquaiolo

• *Segnalazioni relative la flora*

Presso il gruppo del M. Murano-Valmontagnana nel versante sinistro della Gola della Rossa presso Pontechiaradovo, in ambienti rocciosi e sassosi, su suolo calcareo, è rilevato il popolamento di *Genista michelii Spach*; in ambiente con humus nullo o subnullo. È segnalata la *Iberis saxatilis L. subsp. saxatilis*

Le carte della REM inoltre *specializzano* la vegetazione indicando alla scala nominale del 1:10.000 nelle aree protette e alla scala nominale 1:50.000 della vegetazione potenziale per questa copertura si è già detto nel capitolo relativo la vegetazione.

Per approfondimenti si rimanda all'elaborato "*IR0F02R22RGSA0001001A_Studio di impatto ambientale – Relazione Generale*".

5.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Prima di entrare nel merito delle specifiche metodologiche sulla base delle quali è stato condotto lo studio dell'effetto in esame e delle risultanze alle quali questo ha condotto, si ritiene necessario condurre alcune precisazioni atte a meglio inquadrarlo sotto il profilo teorico.

L'effetto in esame consiste nella sottrazione di habitat e biocenosi, ossia nella perdita di specie vegetali e di lembi di habitat, nonché – conseguentemente - di possibili siti di nidificazione, riposo, alimentazione, ecc. per la fauna, ed è determinato dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, che si rendono necessarie ai fini dell'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro.

In tal senso, l'azione di progetto all'origine dell'effetto in esame è rappresentata dall'approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro e, come tale, detta azione è ascrivibile alla fase di cantierizzazione.

Ciò premesso, affrontando l'analisi sotto il profilo strettamente concettuale, l'effetto in esame non è unicamente attribuibile alla sola fase di cantierizzazione, quanto anche alla presenza fisica dell'opera in progetto. In tal senso, occorre distinguere le aree oggetto dell'azione di progetto, ossia le aree di cantiere fisso/aree di lavoro, rispetto a due distinte situazioni.

La prima di dette due situazioni riguarda la quota parte di aree di cantiere fisso/aree di lavoro che, al termine delle lavorazioni, saranno ripristinate nel loro stato originario; in tal caso, l'azione di progetto è data dalle attività necessarie al loro approntamento e l'effetto si esaurisce all'interno della fase di cantierizzazione. La seconda situazione è riferita a quella restante parte delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro che sarà impegnata dall'impronta dell'opera in progetto, intesa con riferimento ai tratti di opere di linea in rilevato ed in trincea, alle opere connesse (i.e. fabbricati di stazione, fabbricati tecnologici e relative aree pertinenziali), nonché alle opere connesse; in tale secondo caso, l'azione di progetto è più propriamente rappresentata dalla presenza del corpo stradale ferroviario, delle aree di localizzazione di tutte le opere accessorie, nonché delle opere viarie connesse, e di conseguenza l'effetto è ascrivibile alla dimensione fisica dell'opera in progetto.

Ciò premesso, pur nella consapevolezza di dette differenze di ordine concettuale, nell'economia della presente trattazione è stata operata la scelta di considerare l'effetto in esame come esito dell'attività di approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, assunta nella sua totalità, con ciò prescindendo dall'essere dette aree restituite allo stato originario o interessate dall'opera in progetto. Per coerenza logica, tale differenza è stata quindi considerata sotto il profilo delle caratteristiche dell'effetto, temporaneo e reversibile, nel primo caso, e definitivo ed irreversibile, nel secondo.

Chiarito l'approccio metodologico assunto ai fini della presente analisi, per quanto concerne gli aspetti strettamente operativi si precisa che le analisi nel seguito riportate sono l'esito della consultazione delle seguenti fonti conoscitive istituzionali:

- Corine Land Cover IV livello, aggiornato al 2012, ultima pubblicazione disponibile, acquisita dal Geoportale nazionale;
- Carta della vegetazione potenziale della Regione Marche.

Le informazioni tratte dalle fonti conoscitive soprariportate sono state, inoltre, integrate con la consultazione delle ortofoto satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso "google maps", è al 2018.

Nel caso in esame, dall'interpolazione della carta della Vegetazione Naturale redatta in scala 1:50.000 a copertura della Regione Marche, con la copertura delle aree di ingombro delle opere patenti in modo permanente e pronte all'esercizio si evince, che il consumo di superfici a copertura naturale e/o naturaliforme, rispetto a quanto a vario titolo occupato dal lotto in esame nel suo complesso, fatto questo pari a 31,38 ha circa, riguarda 46,8%, del totale, per complessivi 14,68 ha circa. Nella tabella che segue si ripropone la copertura di tali superfici distinte per le formazioni preminenti individuate nella cartografia regionale

Tabella 5-12: aliquota delle superfici naturalie/o naturaliformi consumate dall'opera nella dimensione fisica interpolazione tra impronta di progetto e carta della vegetazione naturale 1:50.000 della Regione Marche

Formazioni	Sup.mq
Arbusteto	12.710,93
<i>Arbusteto deciduo di Spartium junceum L.</i>	12.710,93
Bosco	71.182,35

<i>Bosco deciduo di Ostrya carpinifolia Scop.</i>	16.330,18
<i>Bosco deciduo di Populus nigra L.</i>	33.636,72
<i>Bosco deciduo di Quercus pubescens Willd.</i>	21.215,45
Gariga	3.648,35
Gariga camefitica di Satureja montana L.	3.648,35
Prateria	37.503,42
<i>Prateria aperta discontinua di Bromus erectus Hudson</i>	3.097,24
<i>Prateria chiusa continua di Bromus erectus Hudson</i>	7.928,18
<i>Prateria chiusa continua di Dactylis glomerata L.</i>	-
<i>Prateria chiusa continua di Inula viscosa (L.) Aiton</i>	26.478,00
Rimboschimento	21.793,39
<i>Rimboschimento sempreverde a pino nero</i>	21.793,39
Totale complessivo	146.838,43

Delle aliquote sopra riportate sono associabili a formazioni riconducibili ad habitat di interesse comunitario superfici pari a circa 6,59 ha ovvero corrispondenti al 21% del totale delle aree interessate dalle superficie occupata permanentemente a vario titolo. Si osserva che non tutte queste formazioni rientrano all'interno del perimetro di aree protette.

Nella tabella che segue si distinguono gli habitat potenzialmente interferiti e si riporta la superficie interessata.

Tabella 5-13: Superfici classificate come habitat di interesse comunitario interessate dall'opera nella dimensione fisica interpolazione tra impronta di progetto e carta della vegetazione naturale 1:50.000 della Regione Marche

Habitat potenzialmente impattati	Sup.mq
6210 Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) (notevole fioritura di Orchidee) Altri habitat rinvenibili nelle stesse aree 6220; 6110	11.025,44
91AA Boschi orientali di quercia bianca	21.215,45
92A0 Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba	33.636,72

Altri habitat rinvenibili nelle stesse aree 6430; 3270	6,72
Totale complessivo	65.877,61

Dei soprasuoli trasformati per la realizzazione dei tratti patenti della nuova linea e delle opere di completamento risultano essere compresi in habitat classificati di interesse comunitario circa 6,59 ha pari al 19,88% di tutta la superficie impiegata in fase di cantiere per la realizzazione delle opere in esame.

Per quanto specificatamente riguarda le superfici che interessano le aree naturali protette ed in particolare quelle afferenti la Rete Natura 2000, i soprasuoli trasformati per la realizzazione dei tratti patenti della nuova linea e delle opere di completamento si è osservato che rientrano parzialmente nel perimetro della ZPS IT5320017 *Gola della Rossa e di Frasassi*, che comprende anche il SIC IT5320004 *Gola della Rossa*, per circa 8,64 ha complessivi di cui 5,65 ricadono anche in ambito del SIC.

All'interno del *Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi* rientrano complessivamente 13,23 ha all'interno dei quali solo una parte rientra nel sistema delle aree naturali protette.

Nel complesso rientrano nell'involuppo delle aree naturali protette le superfici coperte dalle opere di linea e complementari, per un totale di 35,07 ha pari al 53,5% del totale della copertura delle aree di cantiere a qualsiasi titolo reclutate, come si è detto pari a circa 66,73 ha. Lo scarto tra il dato elaborato a partire dall'interpolazione delle coperture regionali in scala 1:50.000 e quelle in scala 1:10.000 è da attribuire al maggiore approfondimento della copertura al 10.000.

Dall'analisi delle coperture naturali e/o naturaliformi impattate risultano complessivamente impegnate in ambito tutelato circa 22,15 ha equivalenti al 70,6% del totale della superficie di occupazione ad opere compiute.

Nella tabella di seguito riportata si evidenzia il bilancio delle aree distinte per tipo di copertura.

Tabella 5-14: Bilancio delle aree a copertura naturale e/o naturaliforme consumate interpolazione tra aree cantierizzate che rientrano in aree naturali protette e la carta della vegetazione naturale 1:10.000 della Regione Marche.

Formazioni	Sup.mq
Arbusteto	20.956,13
<i>Arbusteto deciduo di Spartium junceum L.</i>	20.431,85

<i>Arbusteto sempreverde di Juniperus communis L.</i>	524,28
Bosco	53.769,76
<i>Bosco deciduo di Ostrya carpinifolia Scop.</i>	685,07
<i>Bosco deciduo di Populus nigra L.</i>	4.307,60
<i>Bosco deciduo di Quercus virgiliana (Ten.) Ten.</i>	28.472,71
<i>Bosco deciduo di Salix alba L.</i>	20.304,38
Gariga	2.095,60
<i>Gariga camefitica di Satureja montana L.</i>	2.095,60
Prateria	43.556,08
<i>Prateria aperta discontinua di Bromus erectus Hudson</i>	8.229,81
<i>Prateria aperta discontinua di Inula viscosa (L.) Aiton</i>	-
<i>Prateria chiusa continua di Dactylis glomerata L.</i>	35.326,27
<i>Prateria chiusa continua di Inula viscosa (L.) Aiton</i>	-
Rimboschimento	31.548,52
<i>Rimboschimento sempreverde a pino nero</i>	31.548,52
Totale complessivo	151.926,09

Ad alcune delle coperture sopra riportate è associata la copertura degli habitat operata dalla Regione Marche, sempre alla scala 1:10.000, dove si individuano i seguenti di interesse comunitario

Tabella 5-15: Superfici classificate come habitat di interesse comunitario in aree naturali protette occupate dalle opere in progetto nella loro configurazione finale interpolazione tra aree di cantiere e la carta della vegetazione naturale 1:10.000 della Regione Marche

Habitat potenzialmente impattati	SUP.MQ
5130 Juniperus communis formations on heaths or calcareous grasslands	524,28
6210 Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) (notevole fioritura di Orchidee) Altri habitat rinvenibili nelle stesse aree 6220; 6110	8.229,81
91AA Boschi orientali di quercia bianca	28.472,71
92A0 Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba Altri habitat rinvenibili nelle stesse aree 6430; 3270	24.611,98

Totale complessivo	61.838,76
--------------------	-----------

Come si è accennato anche in relazione alle aree di cantiere, le superfici occupate dalle opere nella loro configurazione finale andranno a sostituire alcune coperture di soprasuolo di tipo forestale oltre ad habitat di interesse comunitario la cui presenza è riconosciuta all'interno delle aree afferenti la Rete Natura 2000, per le quali la normativa efficace prevede di compensare la perdita.

Le opere compensative sono da intendere come *rigenerazione, o il ripristino dei valori ambientali persi o degradati per via di un qualsiasi intervento operato dall'uomo*⁹ ovvero risorsa di ultima istanza dopo che tutte le altre misure per evitare, ridurre, minimizzare, e mitigare gli impatti di progetto, siano state prese in considerazione.

Le compensazioni forestali sono regolate dalla normativa nazionale attraverso il D.Lgs n. 34 del 03.04.2018 *Testo unico in materia di foreste e filiere forestali. All' Art. 8 Disciplina della trasformazione del bosco e opere compensative.*

Posto che il meccanismo di compensazione sia una misura atta a mitigare l'effetto della dimensione fisica dell'opera, per quanto, invece, strettamente attiene alla fase costruttiva e quindi alle aree di cantiere, pur individuando in esse una buona presenza di soprasuoli naturali o naturaliformi, la loro restituzione allo stato quo ante rappresenta una misura atta a mitigare gli effetti sulla componente in questione e a circoscriverli alla sola fase realizzativa.

Considerata altresì la sensibilità della componente, all'interno delle aree di interesse naturalistico, si ritiene comunque utile monitorare le biocenosi. Il monitoraggio riguarderà sia la componente floristico e vegetazionale che la fauna e gli habitat in generale. (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività D).

5.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Lo studio delle mitigazioni dell'impatto dei cantieri sulle componenti naturalistiche viene rivolto sia a contenere il fenomeno dell'alterazione della qualità visiva indotto dall'impianto dei cantieri sia il danno o l'alterazione alle componenti naturalistiche.

⁹ Lipu, Politecnico di Milano. *Contributi alla Strategia nazionale per la Biodiversità: il ruolo della compensazione ambientale*, 2013

Al termine dei lavori le aree di cantiere saranno oggetto di interventi di ripristino della situazione ante – operam.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri e dal rumore si rimanda alle misure di mitigazione descritte nei rispettivi paragrafi.

5.4 MATERIE PRIME

Nel presente capitolo è inserito il quadro generale relativo al quantitativo dei materiali generati dalle lavorazioni previste per la realizzazione degli interventi in progetto ed il fabbisogno necessario per la realizzazione delle opere.

In linea di principio i materiali di risulta prodotti, ove possibile, verranno riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto o, se in esubero rispetto ai fabbisogni di cantiere, destinati a siti esterni; i materiali di risulta non riutilizzabili verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

5.4.1 Stima dei fabbisogni

Per quanto riguarda i volumi di inerti, terre e rocce da scavo, da approvvigionare all'esterno del cantiere, nell'ambito dell'appalto è riportato nella tabella che segue:

Tabella 5-16 Riepilogo quantitativi materiali

	Fabbisogno del progetto	App interno		App esterno	
	[m ³]	[m ³]	% sul fabbisogno	[m ³]	% sul fabbisogno
totale	684.109	401.262	59%	282.847	41%
Inerti per calcestruzzi/ anticapillare	285.452	85.568	30%	199.884	70%
Rilevati/ supercompattato	163.591	136.518	83%	27.073	17%
Rinterri/ ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	92.000	92.000	100%	0	0%

Rinterri/ ritombamenti non sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	111.265	87.176	78%	24.089	22%
Terreno vegetale	31.801	0	0%	31.801	100%

In termini percentuali, la riduzione dei fabbisogni e, con essa, quella del consumo di risorse non rinnovabili risulta complessivamente di circa il 59%.

5.4.2 Gestione dei materiali di fornitura

Premesso che il periodo di deposito in cantiere del materiale di fornitura sarà limitato nel tempo, ovvero che lo stesso sarà impiegato nell'immediato, è comunque previsto l'impiego di un telo di protezione del terreno d'appoggio.

5.4.3 Le aree estrattive

Gli impianti di seguito riportati sono stati selezionati in ragione dell'adeguatezza dei materiali estratti alle caratteristiche richieste dal progetto, della distanza intercorrente con l'area di intervento, nonché della dotazione di titoli autorizzativi in termini di validità.

Sarà comunque onere dell'Appaltatore qualificare in fase di esecuzione gli impianti di approvvigionamento, verificandone disponibilità ed attività, integrando eventualmente l'elenco di cui sotto.

La seguente Tabella 5-17 riporta l'elenco delle cave attive individuate in prossimità delle aree di intervento.

Tabella 5-17: Siti di approvvigionamento inerti

Cod.	Denominazione	Comune	Prov.	Autorizzazione	Distanza media (Km)
C1	Ditta Eredi Marcucci Alfio snc	Spoletto	PG	Det. Dirigenziale n. 11866 del 15/11/2018	92
C2	Marinelli A. Calce Inerti Srl	Perugia	PG	Det. Dirigenziale n. 2427 del 19/03/2021	93
C3	S.E.Mo.Ter. snc	Foligno	PG	Det. Dirigenziale n. 1853 del 02/03/2020	83
C4	UNICALCE Spa	Narni	TR	Det. Dirigenziale n. 9072 del 13/10/2020	150

C5	Gola della Rossa Mineraria S.p.A.	Serra San Quirico	AN	Autorizzazione del Comune di Serra San Quirico del 29/01/2009 - Prot. n. 00832 - Settore Est; Autorizzazione del Comune di Serra San Quirico del 29/01/2009 - Prot. n. 00833 - Settore Ovest	1
----	-----------------------------------	-------------------	----	--	---

Per approfondimenti e dettagli circa le aree estrattive selezionate si rimanda all'elaborato specialistico e relativi elaborati cartografici "IR0F02R69RHCA0000001A_Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione Generale".

5.4.4 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

L'impatto sulla componente è correlato alla possibilità, soprattutto per quanto riguarda gli inerti, di recuperare i materiali necessari alla realizzazione dell'opera direttamente in cantiere processando, con le normali pratiche industriali, il materiale di scavo gestibile come sottoprodotto. A tale riguardo, per quanto riguarda gli inerti, si è osservato che è possibile coprire il fabbisogno di progetto per circa il 59% del totale, riducendo quindi il ricorso ad approvvigionamenti esterni. I quantitativi di materiali da approvvigionare dall'esterno risultano comunque compatibili con le disponibilità dei diversi siti di cava presenti nel territorio di riferimento.

In considerazione delle soluzioni di gestione individuate, e della disponibilità dei soggetti presenti sul territorio di riferimento a fornire i quantitativi di materie prime per integrare i fabbisogni del progetto, non sembrano emergere particolari criticità.

I risultati dell'analisi relativa alle cave (insieme a quella sui potenziali siti di smaltimento/recupero dei materiali di risulta) sono presentati nella specifica relazione IR0F02R69RHCA0000001A.

In considerazione del fatto che in progetto sono state prese in esame e introdotte le cautele necessarie a garantire la minimizzazione delle criticità, ritenendo l'effetto mitigato nella sua globalità si ritiene che la significatività possa essere considerata trascurabile.

Pertanto in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il livello di significatività è "C"

6 EMISSIONE E PRODUZIONE

6.1 DATI DI BASE

6.1.1 Ricettori

Il progetto riguarda il raddoppio ferroviario della tratta PM228 – Castelplanio (Lotto 2), realizzato nell'ambito del potenziamento infrastrutturale della linea Orte – Falconara.

L'intervento è il raddoppio della linea storica, sia in stretto affiancamento che su nuovo tracciato in variante, diviso in 3 lotti funzionali consecutivi come progressive di intervento riferite alla linea storica (Lotto 1, Lotto 2, Lotto3).

Il binario pari del Lotto 2 parte alla pk 237+859 della linea storica mentre l'intervento termina sul binario dispari alla pk 246+958 per uno sviluppo pari a 8+889,982 riferita al binario dispari.

Per il presente studio è possibile individuare e definire due aree principali, in entrambe le zone di valutazione sono previste delle aree tecniche, delle aree di stoccaggio e dei cantieri operativi. In particolare, nella zona di valutazione 1 lavoreranno in contemporanea i cantieri operativi CO02 e CO03, le aree tecniche AT01 e AT03 e l'area stoccaggio AS02, nella seconda zona di valutazione sono presenti in contemporanea il cantiere operativo CO06, l'area stoccaggio AS03 e le aree tecniche AT04 e AT05.

La numerazione dei ricettori fa riferimento allo studio acustico: si riporta di seguito uno stralcio delle zone con le relative codifiche, che si troveranno nelle simulazioni previsionali.

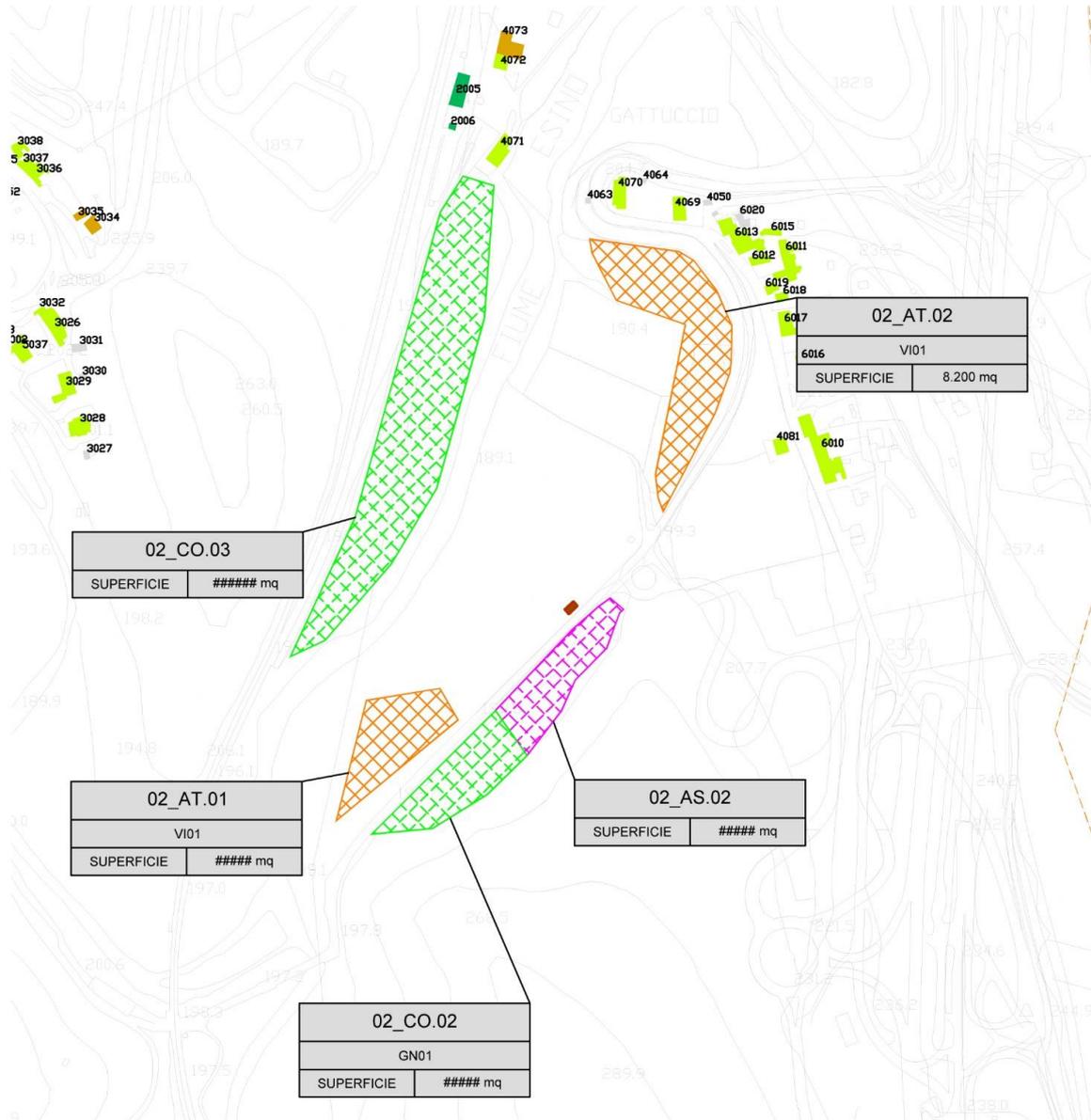


Figura 6-1: Area di valutazione 1 (nell'intorno delle area tecniche AT.01 e AT.02, dell'area di stoccaggio AS.02 e cantieri operativi CO.02 e CO.03) e relativi ricettori

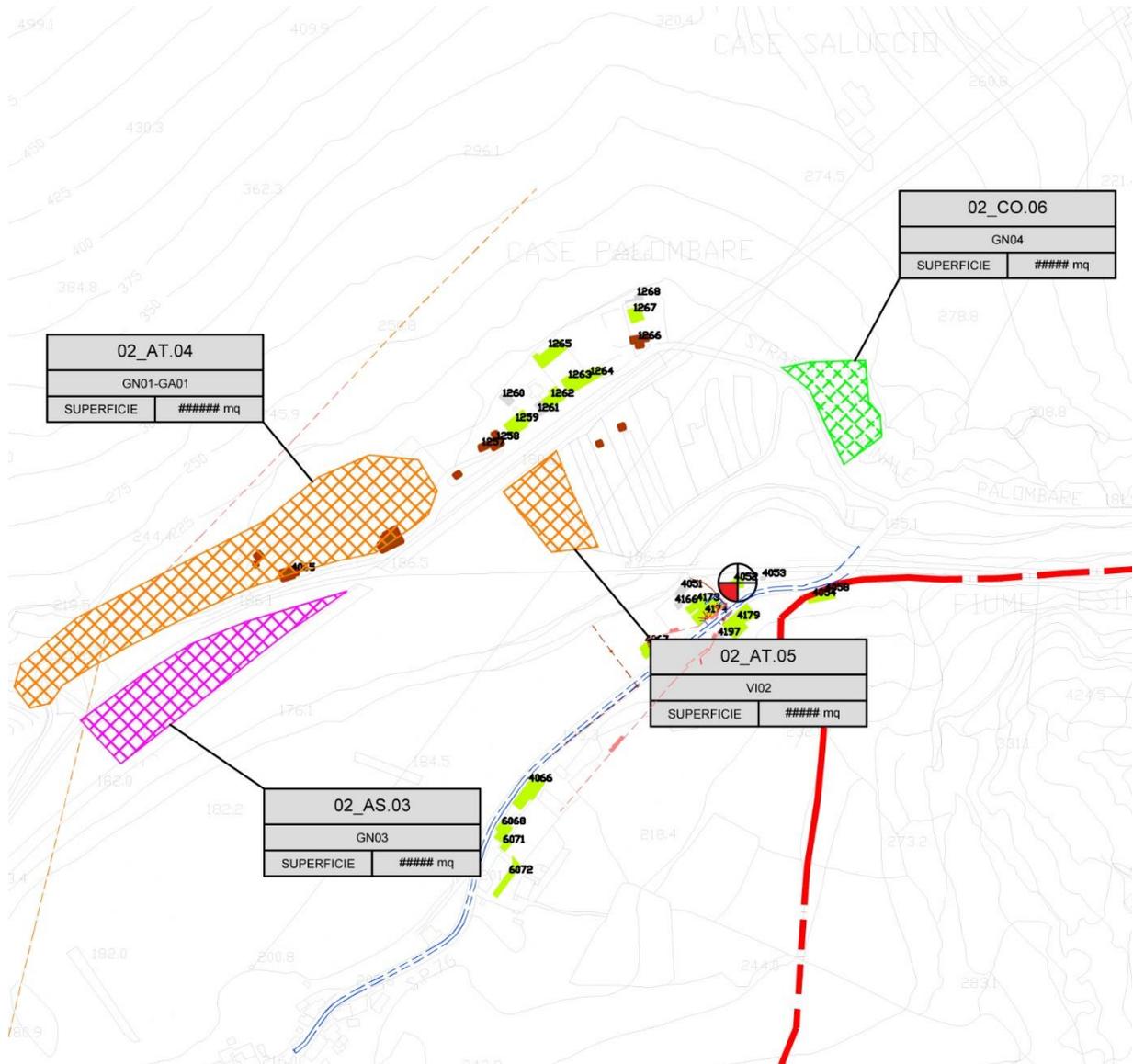


Figura 6-2: Area di valutazione 2 (nell'intorno delle aree tecniche AT.04 e AT.05, dell'area di stoccaggio AS.03 e cantiere operativo CO.06) e relativi ricettori

6.1.2 Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione

Sulla scorta delle valutazioni avanzate nel precedente paragrafo è possibile identificare le aree di cantiere fisso e/o mobile, che potrebbero interferire in termini di emissioni acustiche, vibrazionali e atmosferiche con i ricettori nelle vicinanze.

Sono stati individuati, pertanto, due scenari di simulazione, scelti in base ai maggiori impatti potenzialmente portati ai ricettori in termini di emissioni acustiche, atmosferiche e vibrazionali.

Gli scenari di massimo impatto così identificati vengono di seguito approfonditi.

Zona di valutazione 1

La prima area analizzata corrisponde alle aree tecnica AT.01 e AT.02, ai cantieri operativi CO.02 e CO.03 e all'area di stoccaggio AS.02.

Le aree tecniche AT.01 e AT.02 si sviluppano rispettivamente su una superficie di 3900 mq e di 8200 mq, sono a servizio delle opere previste per la realizzazione del viadotto ferroviario VI-01.

L'area stoccaggio AS.02 è destinata allo stoccaggio delle terre e dei materiali da costruzione. Eventualmente verrà utilizzata per lo stoccaggio dei materiali di armamento (pietrisco e traverse), a supporto delle attività che verranno eseguite dai cantieri ferroviari.

I cantieri operativi CO.01 e CO.02 supporteranno, con le sue strutture e peculiarità, le lavorazioni previste nelle singole aree tecniche e lungo le aree di lavoro, in particolare per la realizzazione dell'imbocco sud della Galleria Valtreara.

Queste aree si trovano nel comune di Genga (AN), in una zona caratterizzata dalla presenza di ricettori residenziali.

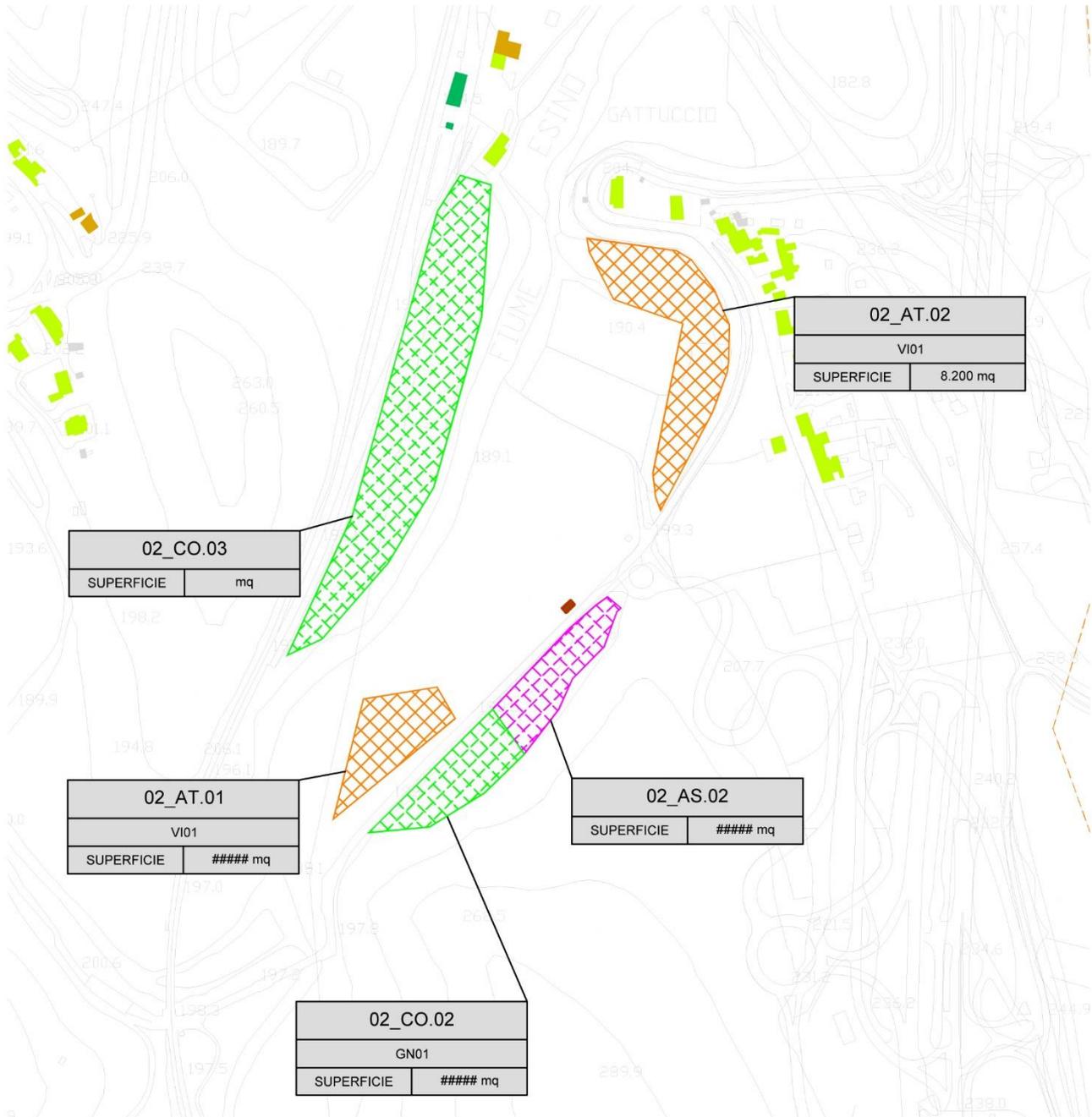


Figura 6-3: Vista della situazione 1

L'accesso all'area avverrà direttamente da Via San Vittore.

Zona di valutazione 2

La seconda area analizzata corrisponde alle aree tecnica AT.04 e AT.05, ai cantieri operativi CO.06 e all'area di stoccaggio AS.03.

Le aree tecniche AT.04 e AT.05 si sviluppano rispettivamente su una superficie di 17.500 mq e di 3.100 mq. L'area tecnica AT.04 è prevista a servizio delle opere previste per la realizzazione della galleria artificiale GA-06 e successiva soprastante nuova viabilità NV-03 L'area tecnica AT.05 è prevista a servizio delle opere previste per la realizzazione del viadotto VI-02 e per la nuova viabilità stradale.

L'area di stoccaggio AS.03 si sviluppa per una superficie di 7.300 mq ed è destinata allo stoccaggio delle terre e dei materiali da costruzione per la realizzazione della galleria Mogiano per la parte di relativa galleria artificiale a nord dell'imbocco. Eventualmente verrà utilizzata per lo stoccaggio dei materiali di armamento (pietrisco e traverse), a supporto delle attività che verranno eseguite dai cantieri ferroviari.

Il cantiere operativo CO.06 si sviluppa per una superficie di 3.400 mq ed supporterà, con le sue strutture e peculiarità, le lavorazioni previste lungo le aree di lavoro, in particolare per la realizzazione dell'imbocco sud La Rossa II.

Le aree si trovano all'interno del comune di Genga (AN), con presenza di ricettori residenziali.

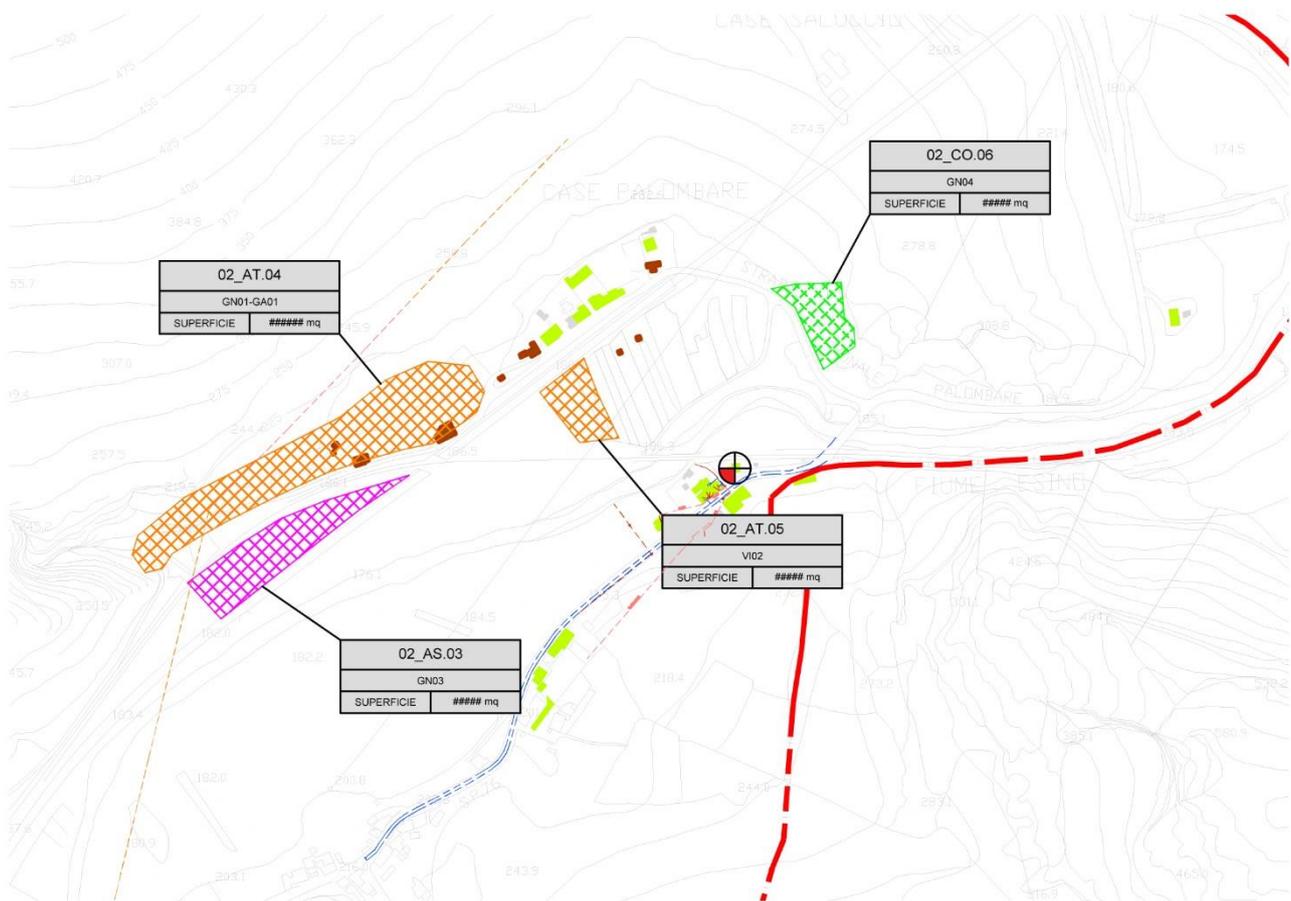


Figura 6-4: Vista della zona di valutazione 2

L'accesso all'area AS.03 avverrà direttamente dalla SS76. Per le aree tecniche ed il cantiere operativo l'accesso all'area avverrà direttamente dalla strada comunale che conduce alla frazione Palombare, senza quindi interessare la SS76,

Le caratteristiche principali delle aree di cantiere/lavoro oggetto di specifica valutazione modellistica sono di seguito riassunte, in funzione della descrizione e della superficie (cfr. Tabella 6-1).

Tabella 6-1: Elenco delle aree di cantiere/lavoro oggetto della valutazione

ID Cantiere	Superficie (mq)	Tipologia	Comune (Provincia)
CO.02	4.000	Cantiere operativo	Genga (AN)
CO.03	16.200	Cantiere operativo	Genga (AN)
CO.06	3.400	Cantiere operativo	Genga (AN)
AS.02	3.700	Area Stoccaggio	Genga (AN)
AS.03	7.300	Area Stoccaggio	Genga (AN)

AT.01	3.900	Area Tecnica	Genga (AN)
AT.02	8.200	Area Tecnica	Genga (AN)
AT.04	17.500	Area Tecnica	Genga (AN)
AT.05	3.100	Area Tecnica	Genga (AN)

6.1.3 Quantità, tipologia e frequenza dei macchinari

È possibile stabilire una configurazione tipologica dei macchinari per le specifiche aree di cantiere, cui apportare eventuali integrazioni sulla base delle attività effettivamente previste.

Di seguito si riporta un elenco dei mezzi d'opera riferito alle emissioni acustiche, per le emissioni in atmosfera si farà riferimento ai dati contenuti all'interno della valutazione specifica.

Per le aree di stoccaggio lo schema generale delle macchine è il seguente:

POTENZA				
		Escavatore	Pala	Gruppo
		meccanica		Elettrogeno
		Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]
		106	105	88
Regime	%	100,00%	100,00%	100,00%
Potenza				
Lw		106	105	88
n.macchine		2	2	1
Lw effettivo		109	108	88
Ore turno	8			
Ore utilizzo		8	8	8
Ore utilizzo	%	50,00%	50,00%	100,00%
LAeq		106	105	88

Per le aree tecniche lo schema generale delle macchine è il seguente:

POTENZA				
		Escavatore	Pala	Gruppo
		meccanica		Elettrogeno

		Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]
		106	105	88
Regime	%	100,00%	100,00%	100,00%
Potenza				
Lw		106	105	88
n.macchine		2	2	1
Lw effettivo		109	108	88
Ore turno		8		
Ore utilizzo		8	8	8
Ore utilizzo	%	50,00%	50,00%	100,00%
LAeq		106	105	88

Per i cantieri operativi lo schema generale delle macchine è il seguente:

POTENZA

	Escavatore	Impianto drenaggio e/o aerazione	Gruppo Elettrogeno	Gru leggera	Macchina per pali	Macchina per micropali	Impianto di miscelazione/pompa cls	
	Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]	Lw [dBA]	
	106	100	88	103	105	104	101	
Regime	%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Potenza								
Lw		106	100	88	103	105	104	101
n.macchine		1	1	1	1	1	1	
Lw effettivo		106	100	88	103	105	104	101
Ore turno		8						
Ore utilizzo		8	8	8	8	8	8	
Ore utilizzo	%	50,00%	50,00%	100,00%	50,00%	50,00%	100,00%	
LAeq		103	97	88	100	102	104	98

6.1.4 Viabilità di cantiere

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione dell'opera in esame consiste nello studio della viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da tre tipi fondamentali di strade:

- le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori;
- la viabilità ordinaria di interesse locale;
- la viabilità extraurbana.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base delle seguenti necessità:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

Le viabilità principali dell'area che attirano i flussi di traffico sono sostanzialmente:

- la SS76 (ove al momento son in corso i lavori di raddoppio di carreggiata)
- la SS256

L'accesso alle aree di cantiere avverrà maggiormente attraverso la viabilità ordinaria esistente. Localmente potranno essere realizzati dei brevi tratti di viabilità di cantiere (piste) e/o saranno adeguati tratti di viabilità locale esistente (eventualmente con piazzole di incrocio mezzi, sono inoltre previste alcune deviazioni temporanee), per consentire l'accesso al cantiere dalla viabilità ordinaria.

All'area di cantiere avranno accesso solo ed esclusivamente i mezzi autorizzati per le lavorazioni, movimenti terre, calcestruzzi, demolizioni, per il trasporto di persone, per l'approvvigionamento di materiali. L'accesso ai cantieri dovrà essere facilmente individuabile mediante l'utilizzo di cartelli e segnalazioni stradali, nell'intento di ridurre al minimo l'impatto legato alla circolazione dei mezzi sulla viabilità.

Di seguito si riportano le viabilità considerate, per ogni scenario di simulazione (Planimetria con indicazione delle aree di cantiere e della viabilità connessa).

Area di valutazione 1

Per l'area di stoccaggio AS.02, le aree tecniche AT.01 e AT.02 e per i cantieri operativi CO.02 e CO.03 è stata individuate la seguente viabilità principale (in verde: Strada statale SS76) e viabilità secondaria (in magenta: via San Vittore).

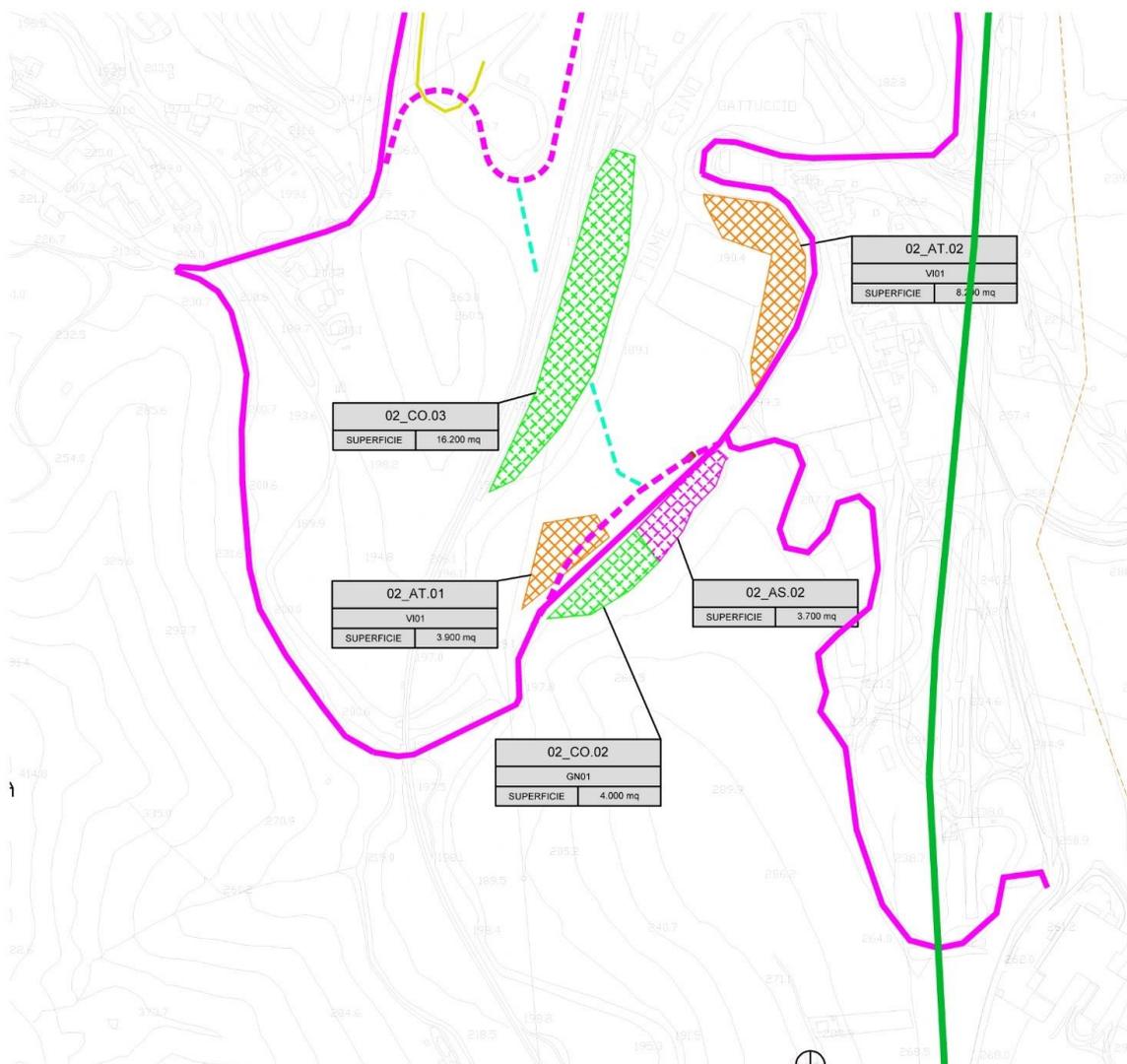


Figura 6-5: Viabilità per il transito dei mezzi di trasporto per la zona di valutazione 1

Area di valutazione 2

Per aree tecnica AT.04 e AT.05, i cantieri operativi CO.06 e l'area di stoccaggio AS.03 sono state individuate le seguenti viabilità principali (in verde: SS76) per il transito dei mezzi pesanti:

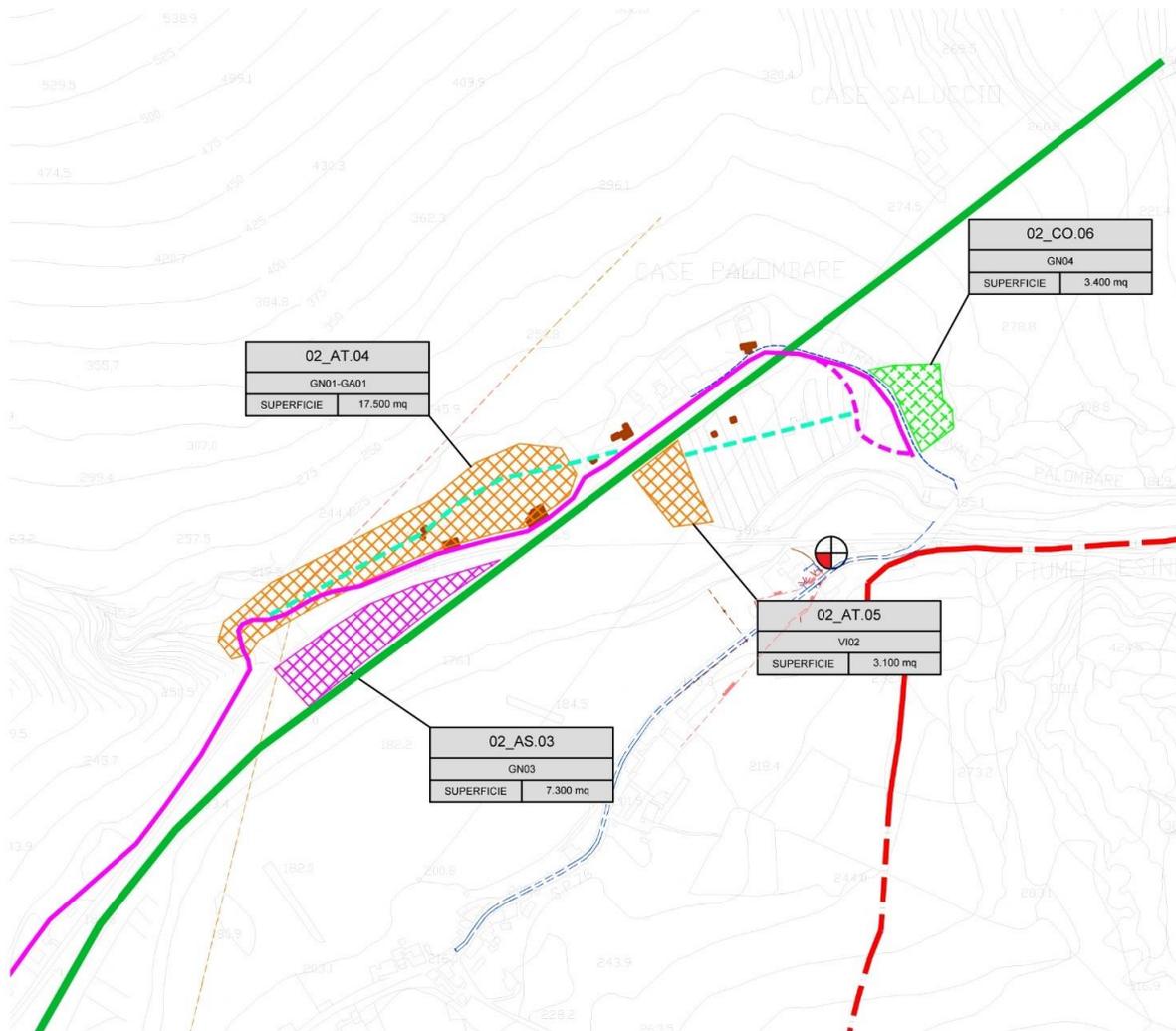


Figura 6-6: Viabilità per il transito dei mezzi di trasporto per le aree di cantiere AT.30 e AT31

6.2 CLIMA ACUSTICO

6.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.2.1.1 Inquadramento normativo

Ai fini dell'inquadramento del clima acustico dell'ambito interessato dagli interventi, si evidenzia che il regolamento Comunale disciplina le competenze in materia di inquinamento acustico, come esplicitamente indicato alla lettera e), comma 1, art. 6 della Legge n. 447/1995.

Pertanto, si attribuisce, alle diverse aree del territorio comunale, la classe acustica di appartenenza in riferimento alla classificazione introdotta dal DPCM 1 Marzo 1991 e confermate nella Tab. A del DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore".

Tabella 6-2: Descrizione delle classi acustiche (DPCM 14/11/1997)

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

In relazione alla sopra descritte Classi di destinazione d'uso del territorio, il DPCM 14/11/1997 fissa, in particolare, i seguenti valori limite:

- i valori limiti di emissione - valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- i valori limiti assoluti di immissione - il valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Tabella 6-3: Valori limite di emissione - 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 6-4: Valori limite assoluti di immissione- 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

I limiti sopra indicati vengono presi in considerazione per la valutazione dell'impatto acustico nei confronti dell'ambiente circostante l'area di intervento, fermo restando che per le aree di pertinenza ferroviaria valgono i limiti stabiliti dal D.P.R. 459/98 riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-5: Valori limite assoluti di immissione previsti dal DPR 459/98

		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE (dB(A))	
		Periodo diurno (6÷22)	Periodo notturno (22÷6)
Velocità di progetto non superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia A (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	70	60
	Fascia B (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	65	55
Velocità di progetto superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia (come definita alla lettera b del punto 1.3.1.1 delle N.d.A.)	65	55

6.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

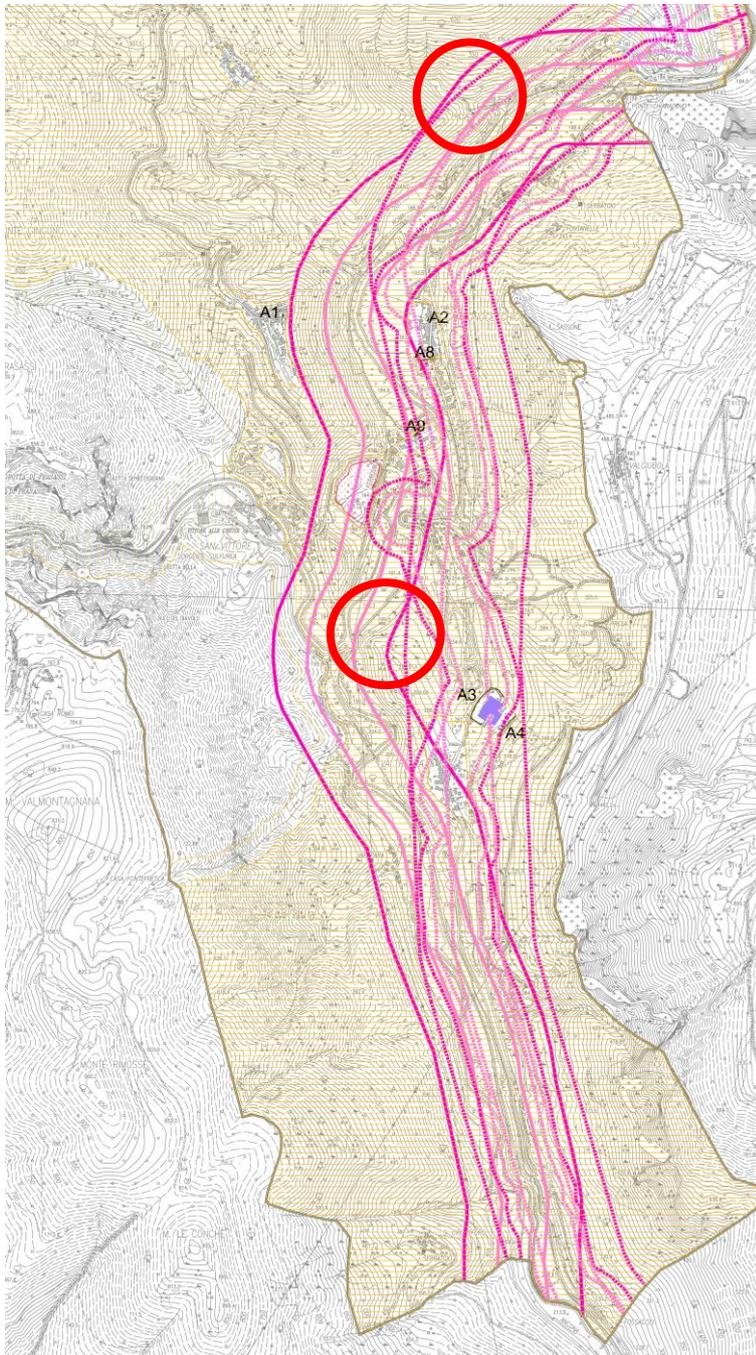
Analisi dell'impatto potenziale sulla componente

Per quanto concerne lo stato della pianificazione in materia di classificazione acustica, in riferimento al presente studio, la situazione risulta quella riportata nella seguente tabella.

Tabella 6-6 Stato della pianificazione acustica nei Comuni di localizzazione delle aree di cantiere

Codice	Tipologia	Localizzazione
CO.02	Cantiere operativo	Genga (AN)
CO.03	Cantiere operativo	Genga (AN)
CO.06	Cantiere operativo	Genga (AN)
AS.02	Area Stoccaggio	Genga (AN)
AS.03	Area Stoccaggio	Genga (AN)
AT.01	Area Tecnica	Genga (AN)
AT.02	Area Tecnica	Genga (AN)
AT.04	Area Tecnica	Genga (AN)
AT.05	Area Tecnica	Genga (AN)

Di seguito si riporta la tavola della zonizzazione acustica del comune di Genga (AN).



D.P.C.M. 14 Novembre 1997

Figura 6-7 Zonizzazione acustica comune di Genga (AN)

Le aree del comune di Genga in cui sono ubicati i cantieri sono classe III perciò i limiti normativi sono rispettivamente 60 dBA nel periodo di riferimento diurno e 50 dBA nel periodo di riferimento notturno.

6.2.2.1 Descrizione degli impatti potenziali

Caratteristiche fisiche del rumore

Il rumore è un fenomeno fisico, definibile come un'onda di pressione che si propaga attraverso un gas. Nell'aria le onde sonore sono generate da variazioni della pressione sonora sopra e sotto il valore statico della pressione atmosferica, e proprio la pressione diventa quindi una grandezza fondamentale per la descrizione di un suono.

La gamma di pressioni è però così ampia da suggerire l'impiego di una grandezza proporzionale al logaritmo della pressione sonora, in quanto solamente una scala logaritmica è in grado di comprendere l'intera gamma delle pressioni.

In acustica, quando si parla di livello di una grandezza, si fa riferimento al logaritmo del rapporto tra questa grandezza ed una di riferimento dello stesso tipo.

Al termine livello è collegata non solo l'utilizzazione di una scala logaritmica, ma anche l'unità di misura, che viene espressa in decibel (dB). Tale unità di misura indica la relazione esistente tra due quantità proporzionali alla potenza.

Si definisce, quindi, come livello di pressione sonora, corrispondente ad una pressione p , la seguente espressione:

$$L_p = 10 \log (P/p_0)^2 \text{ dB} = 20 \log (P/p_0) \text{ dB}$$

dove p_0 indica la pressione di riferimento, che nel caso di trasmissione attraverso l'aria è di 20 micro pascal, mentre P rappresenta il valore RMS della pressione.

I valori fisici riferibili al livello di pressione sonora non sono, però, sufficienti a definire l'entità della sensazione acustica. Non esiste, infatti, una relazione lineare tra il parametro fisico e la risposta dell'orecchio umano (sensazione uditiva), che varia in funzione della frequenza.

A tale scopo, viene introdotta una grandezza che prende il nome di intensità soggettiva, che non risulta soggetta a misura fisica diretta e che dipende dalla correlazione tra livello di pressione e composizione spettrale.

I giudizi di eguale intensità a vari livelli e frequenze hanno dato luogo alle curve di iso-rumore, i cui punti rappresentano i livelli di pressione sonora giudicati egualmente rumorose da un campione di persone esaminate.

Dall'interpretazione delle curve iso-rumore deriva l'introduzione di curve di ponderazione, che tengono conto della diversa sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze; tra queste, la curva di ponderazione A è quella che viene riconosciuta come la più efficace nella valutazione del disturbo, in quanto è quella che si avvicina maggiormente alla risposta della membrana auricolare.

In acustica, per ricordare la curva di peso utilizzata, è in uso indicarla tra parentesi nell'unità di misura adottata, che comunque rimane sempre il decibel, vale a dire dB(A).

Allo scopo di caratterizzare il fenomeno acustico, vengono utilizzati diversi criteri di misurazione, basati sia sull'analisi statistica dell'evento sonoro, che sulla quantificazione del suo contenuto energetico nell'intervallo di tempo considerato.

Il livello sonoro che caratterizza nel modo migliore la valutazione del disturbo indotto dal rumore è rappresentato dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, Leq , definito dalla relazione analitica:

$$Leq = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \right]$$

essendo:

$p(t)$ = valore istantaneo della pressione sonora secondo la curva A;

p_0 = valore della pressione sonora di riferimento, assunta uguale a 20 micro pascal in condizioni standard;

T = intervallo di tempo di integrazione.

Il Leq costituisce la base del criterio di valutazione proposto sia dalla normativa italiana che dalla raccomandazione internazionale I.S.O. n. 1996 sui disturbi arrecati alle popolazioni, ed inoltre viene adottato anche dalle normative degli altri paesi.

Il livello equivalente continuo costituisce un indice dell'effetto globale di disturbo dovuto ad una sequenza di rumore compresa entro un dato intervallo di tempo; esso corrisponde cioè al livello di rumore continuo e costante che nell'intervallo di tempo di riferimento possiede lo stesso "livello energetico medio" del rumore originario.

Il criterio del contenuto energetico medio è basato sull'individuazione di un indice globale, rappresentativo dell'effetto sull'organo uditivo di una sequenza di rumori entro un determinato intervallo di tempo; esso in sostanza commisura, anziché i valori istantanei del fenomeno acustico, l'energia totale in un certo intervallo di tempo.

Il Leq non consente di caratterizzare le sorgenti di rumore, in quanto rappresenta solamente un indicatore di riferimento; pertanto, per meglio valutare i fenomeni acustici è possibile considerare i livelli percentili, i livelli massimo e minimo, il SEL.

I livelli percentili (L1, L5, L10, L33, L50, L90, L95, L99) rappresentano i livelli che sono stati superati per una certa percentuale di tempo durante il periodo di misura:

- l'indice percentile L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco);
- l'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati;
- l'indice L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare;
- l'indice percentile L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area;
- il livello massimo (Lmax), connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico;
- il livello minimo (Lmin), consente di valutare l'entità del rumore di fondo ambientale;
- il SEL rappresenta il livello sonoro di esposizione ad un singolo evento sonoro.

Cenni sulla propagazione

Nella propagazione del suono avvengono più fenomeni che contemporaneamente provocano l'abbassamento del livello di pressione sonora e la modifica dello spettro in frequenza.

Principale responsabile dell'abbassamento del livello di pressione sonora è la divergenza del campo acustico, che porta in campo libero (propagazione sferica) ad una riduzione di un fattore quattro dell'intensità sonora (energia per secondo per unità di area) per ogni raddoppio della distanza. Di minore importanza, ma capace di grandi effetti su grandi distanze, è l'assorbimento dovuto all'aria, che dipende però fortemente dalla frequenza e dalle condizioni meteorologiche (principalmente dalla temperatura e dall'umidità).

Vi sono poi da considerare l'assorbimento da parte del terreno, differente a seconda della morfologia (suolo, copertura vegetativa e altimetria) dell'area in analisi, inoltre l'effetto dei gradienti di temperatura, della velocità del vento ed effetti schermanti vari causati da strutture naturali e create dall'uomo.

La differente attenuazione delle varie frequenze costituenti il rumore da parte dei fattori citati e la contemporanea tendenza all'equipartizione dell'energia sonora tra le stesse portano ad una modifica dello spettro sonoro "continua" all'aumentare della distanza da una sorgente, specialmente se questa è complessa ed estesa come una struttura stradale o ferroviaria.

Influenza dell'orografia sulla propagazione sonora

La presenza di ostacoli modifica la propagazione teorica delle onde sonore generando sia un effetto di schermo e riflessione, sia un effetto di diffrazione, ovvero di instaurazione di una sorgente secondaria. Quindi, come è nell'esperienza di tutti, colli o, in alcuni casi, semplici dossi o trincee

sono in grado di limitare sensibilmente la propagazione del rumore, o comunque di variarne le caratteristiche. Tale attenuazione aumenta al crescere della dimensione dell'ostacolo e del rapporto tra dimensione dell'ostacolo e la distanza di questo dal ricettore; in particolare le metodologie di analisi più diffuse utilizzano il cosiddetto "numero di Fresnel" che prende in considerazione parametri come la lunghezza d'onda del suono e la differenza del cammino percorso dall'onda sonora in presenza o meno dell'ostacolo.

Infine, si segnala tra gli altri, il fenomeno della concentrazione dell'energia sonora che può essere determinato da riflessioni multiple su ostacoli poco fonoassorbenti. Tipicamente tale fenomeno può creare un effetto di amplificazione con le sorgenti poste nelle gole.

Metodologia per la valutazione dell'impatto acustico mediante il modello di simulazione SoundPlan

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN 8.0 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

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.

6.2.2.2 Caratterizzazione acustica degli scenari di riferimento

Per le attività di cantiere, le sorgenti di emissione acustica sono rappresentate dai macchinari ed attrezzature utilizzati in cantiere.

L'entità dell'impatto è 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.

Analizzando il cronoprogramma, in via cautelativa per i ricettori, si è valutato uno scenario caratterizzato da lavorazioni ed attività maggiormente gravose dal punto di vista acustico; in tal

senso sono state assunte le attività in contemporanea dei cantieri AS.02, AT.01, AT.02, CO.02 e CO.03 e le attività contemporanee dei cantieri AS.03, CO.06, AT.04 e AT.05.

Nelle figure seguenti si riportano le lavorazioni e le aree di cantiere oggetto delle simulazioni degli scenari presi a riferimento.

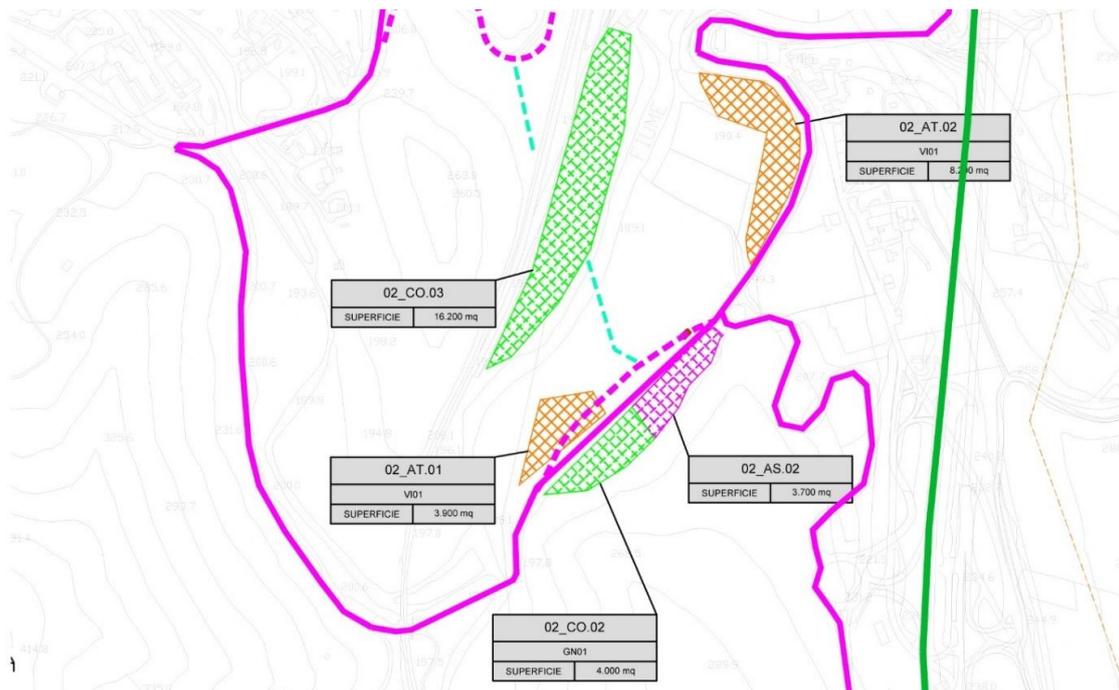


Figura 6-8 Aree e attività di cantiere oggetto di simulazione (AS.02, CO.02, CO.03, AT.01 e AT.02)

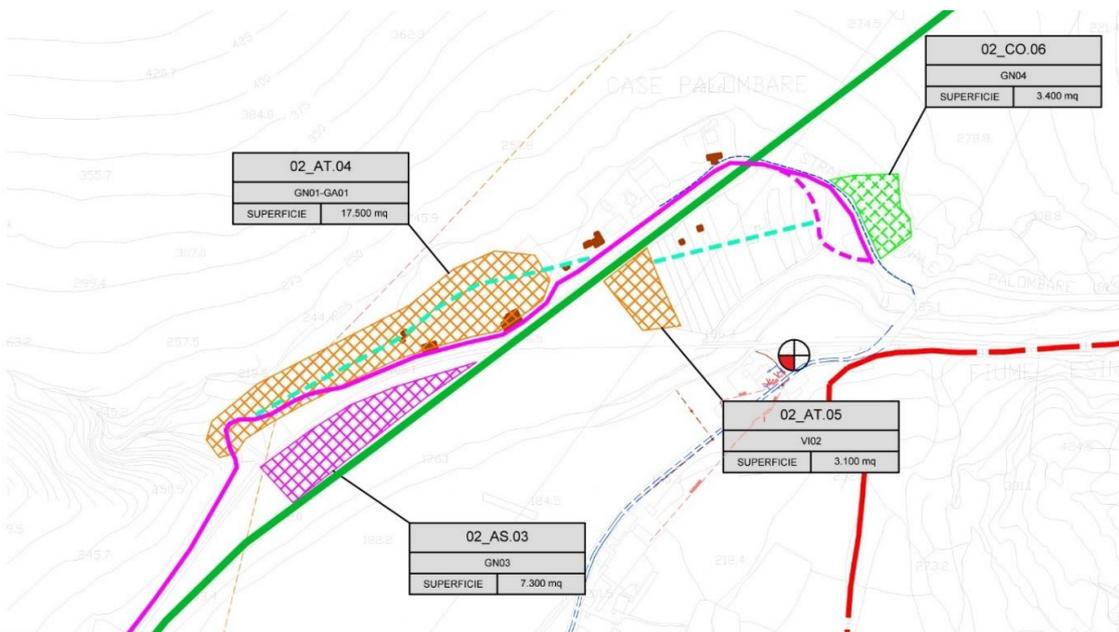


Figura 6-9 Aree e attività di cantiere oggetto di simulazione (AS.03, CO.06, AT.04 e AT.05)

Caratterizzazione acustica degli scenari di simulazione

Per le analisi acustiche nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione acustica, di ciascuna tipologia di cantiere considerato, comprendenti:

- La natura della sorgente di rumore;
- La potenza sonora attribuita alla sorgente;
- Il numero di macchinari ipotizzati all'interno del cantiere;
- La percentuale di impiego;
- La potenza sonora complessiva, ottenuta moltiplicando il valore della potenza sonora di ciascuna sorgente per il numero di sorgenti presenti;
- La potenza sonora risultante attribuibile al singolo cantiere, ovvero, il valore della sorgente equivalente impiegata nelle analisi per rappresentare il cantiere.

Poiché la definizione del numero di macchinari non è in questa fase un dato certo, né tantomeno lo è la potenza sonora dei macchinari (che dipende dal modello, dallo stato di manutenzione, dalle condizioni d'uso, ecc.) si è operato in maniera quanto più realistica nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative.

Primo scenario di simulazione

Il primo scenario è costituito dalle aree tecniche AT.01 e AT.02, dall'area stoccaggio AS.02 e dai cantieri operativi CO.02 e CO.03. Le aree di stoccaggio e le aree tecniche sono state schematizzate all'interno del modello di simulazione con cinque sorgenti puntiformi mentre i cantieri operativi con sette sorgenti puntiformi poste ad un'altezza di 1,5 m dal piano campagna, rappresentative dei macchinari maggiormente impiegati e più rumorosi utilizzati nei cantieri, come specificato nelle tabelle successive.

Di seguito si riporta la ricostruzione in 2D all'interno del modello di simulazione acustico SoundPlan.

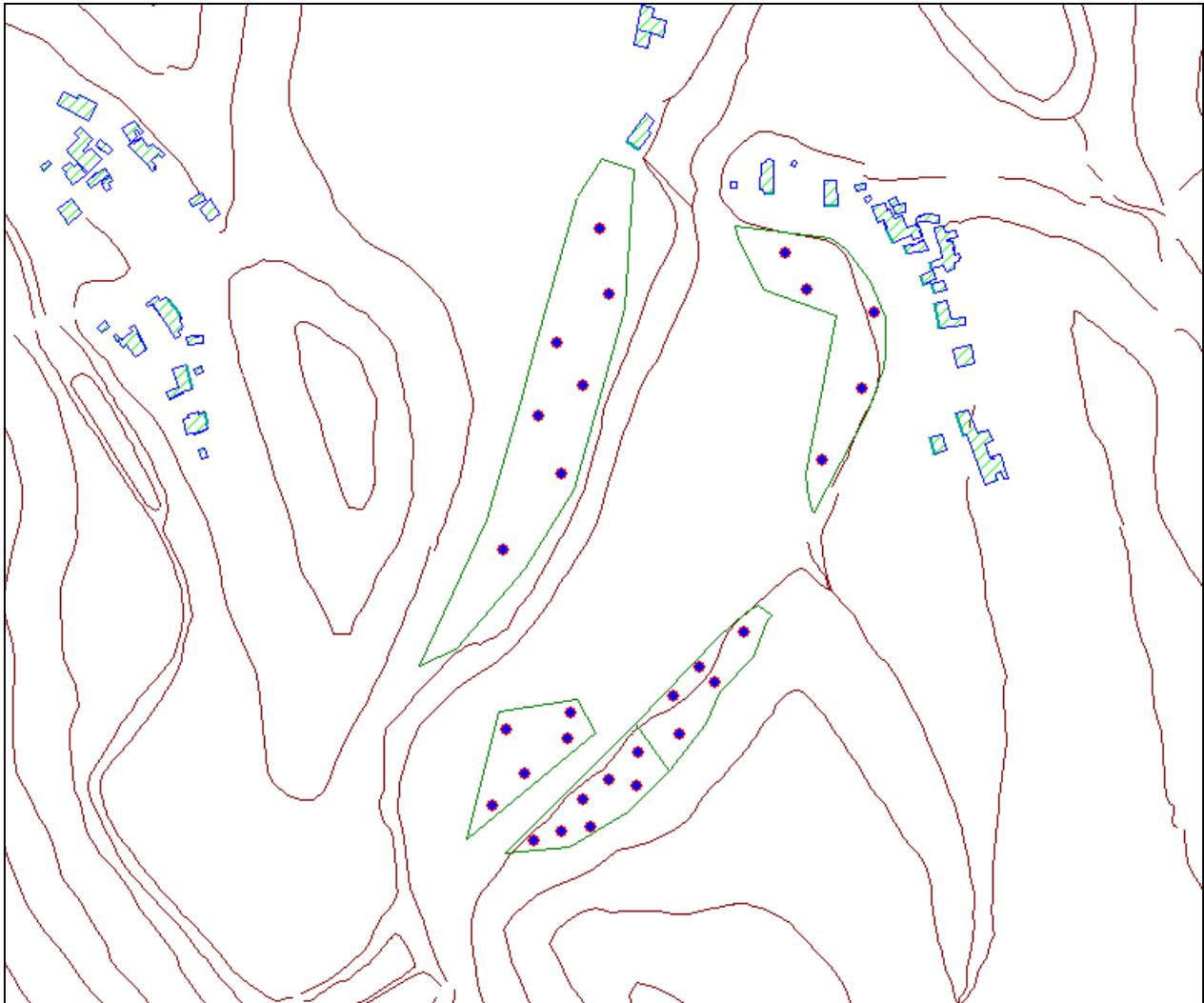


Figura 6-10 Planimetria in SoundPlan dello scenario oggetto di simulazione (AS.02, CO.02, CO.03, AT.01 e AT.02)

Mezzi operativi all'interno dell'area stoccaggio AS.02

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	2	50%	103	106
Pala meccanica	105	2	50%	102	105
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AT.01

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	2	50%	103	106
Pala meccanica	105	2	50%	102	105
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AT.02

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	2	50%	103	106
Pala meccanica	105	2	50%	102	105
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno del cantiere operativo CO.02

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	1	50%	103	103
Impianto di drenaggio	100	1	50%	97	97
Gru leggera	103	1	50%	100	100
Macchina per pali	105	1	50%	102	102
Macchina per micropali	104	1	50%	101	101
Impianto di miscelazione	101	1	50%	98	98
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno del cantiere operativo CO.03

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	1	50%	103	103
Impianto aerazione	100	1	50%	97	97
Gru leggera	103	1	50%	100	100
Macchina per pali	105	1	50%	102	102
Macchina per micropali	104	1	50%	101	101
Pompa Cls	101	1	50%	98	98
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Secondo scenario di simulazione

Il secondo scenario è costituito dalle aree tecniche AT.04 e AT.05, dall'area stoccaggio AS.03 e dal cantiere operativo CO.06. Le aree di stoccaggio e le aree tecniche sono state schematizzate all'interno del modello di simulazione con cinque sorgenti puntiformi mentre il cantiere operativo con sette sorgenti puntiformi poste ad un'altezza di 1,5 m dal piano campagna, rappresentative dei macchinari maggiormente impiegati e più rumorosi utilizzati nei cantieri, come specificato nelle tabelle successive.

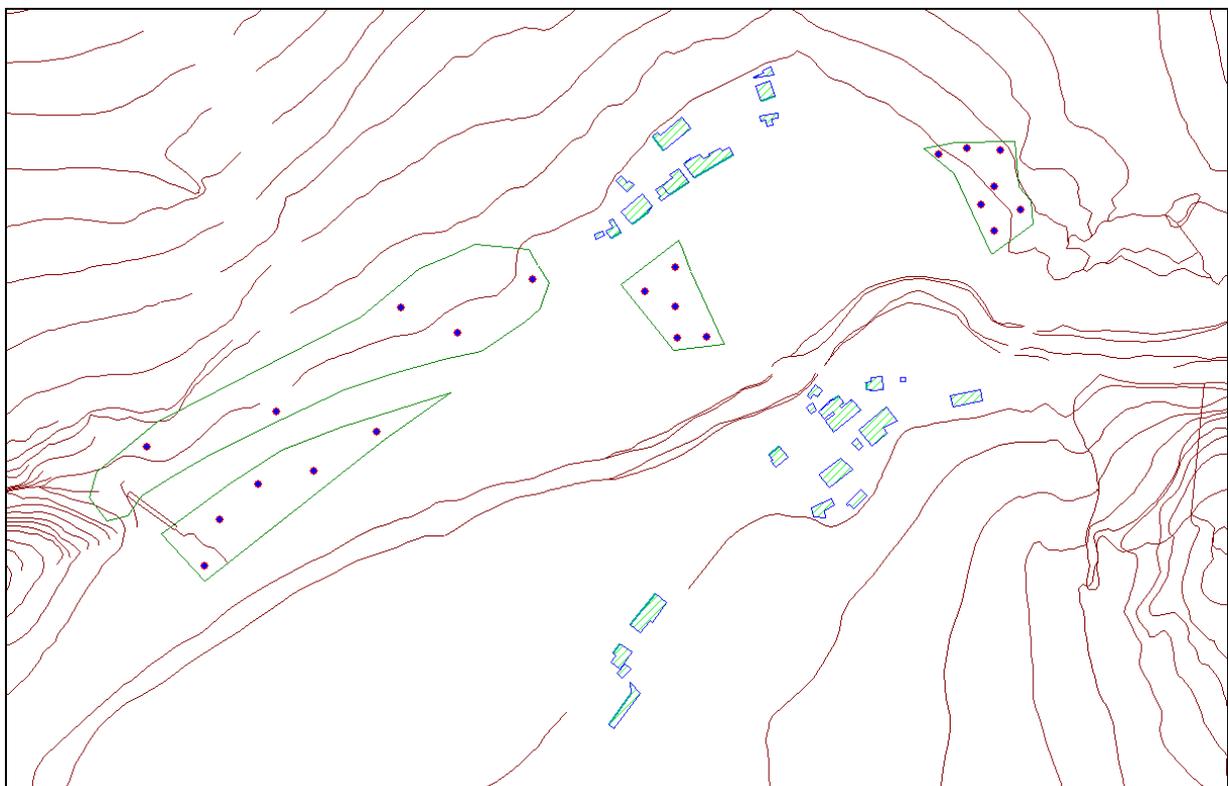


Figura 6-11 Planimetria in SoundPlan dello scenario oggetto di simulazione (AS.03, CO.06, AT.04 e AT.05)

Mezzi operativi all'interno dell'area stoccaggio AS.03

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	2	50%	103	106
Pala meccanica	105	2	50%	102	105
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AT.04

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	2	50%	103	106
Pala meccanica	105	2	50%	102	105
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AT.05

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	2	50%	103	106
Pala meccanica	105	2	50%	102	105
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Mezzi operativi all'interno del cantiere operativo CO.06

Mezzi	LwA dB(A)	Unità	% lavoro	LwA dB(A) singolo	LwA dB(A) totale
Escavatore	106	1	50%	103	103
Impianto di drenaggio	100	1	50%	97	97
Gru leggera	103	1	50%	100	100
Macchina per pali	105	1	50%	102	102
Macchina per micropali	104	1	50%	101	101
Impianto di miscelazione	101	1	50%	98	98
Gruppo elettrogeno	88	1	100%	88	88

Dal manuale "Conoscere per Prevenire, n. 11" realizzato dal Comitato Paritetico Territoriale (CPT di Torino) per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia sono stati desunti i dati di potenza sonora delle macchine o da dati tecnici delle macchine laddove diversamente specificato.

In tutti i cantieri le lavorazioni sono previste unicamente nel periodo diurno (8 ore).

La determinazione dei livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.0 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

Laddove si è riscontrata la presenza di un ricettore abitativo, sono stati identificati gli opportuni interventi di mitigazione acustica, ovvero barriere antirumore di tipo mobile.

6.2.2.3 Risultati delle simulazioni acustiche

Di seguito si riportano le mappe isolivello in planimetria, calcolate a 4 metri di altezza dal piano campagna, della pressione sonora simulata con le ipotesi indicate.

Si fa presente che le mappe sono realizzate nella situazione di cantiere in attività e che per il calcolo del limite assoluto tali livelli sulle otto ore lavorative vanno riferiti all'intero periodo di riferimento diurno.

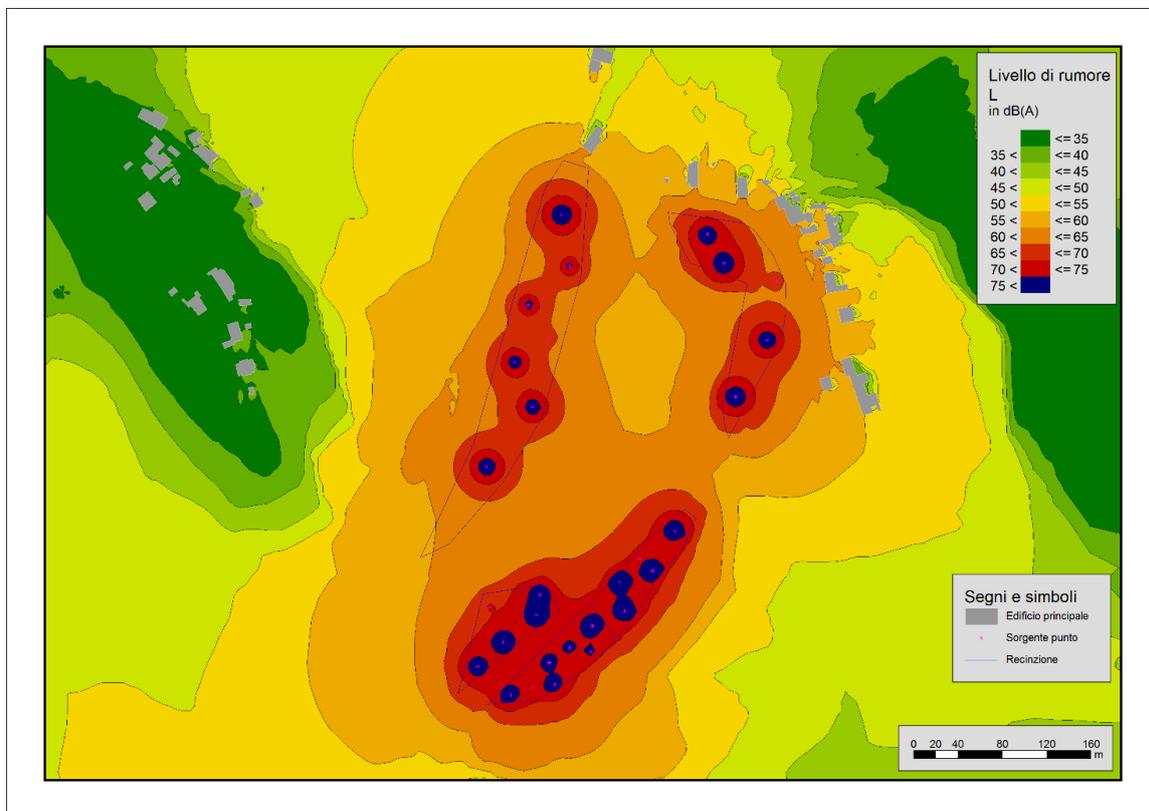


Figura 6-12 Mappa previsionale per lo scenario di valutazione 1 (AS.02, CO.02, CO.03, AT.01 e AT.02)

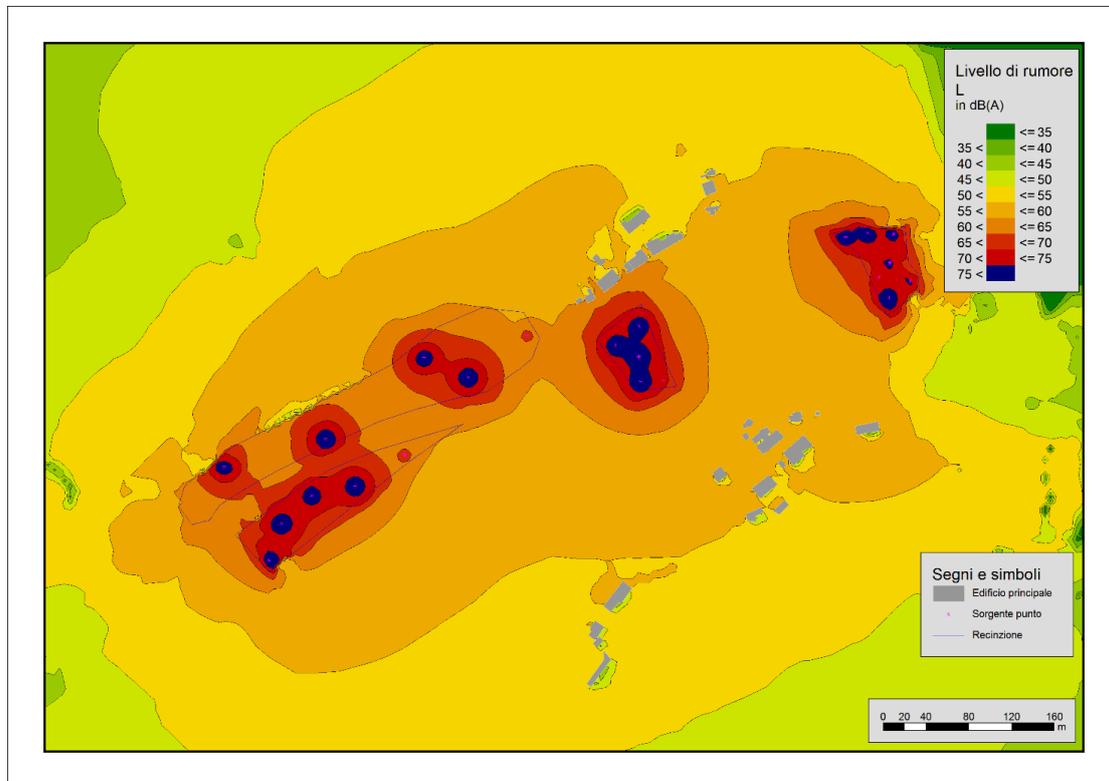


Figura 6-13 Mappa previsionale per lo scenario di valutazione 2 (AS.03, CO.06, AT.04 e AT.05)

Dall'analisi delle simulazioni effettuate si è osservato che nel corso di dette lavorazioni si verificano superamenti dei limiti normativi (60 dBA nel periodo diurno per le aree in classe acustica III) pertanto si ritiene opportuno posizionare barriere acustiche di altezza pari a 5 m che consentiranno di contenere i livelli di pressione sonora. Si riporta la modellazione tridimensionale dello scenario in presenza delle barriere antirumore.

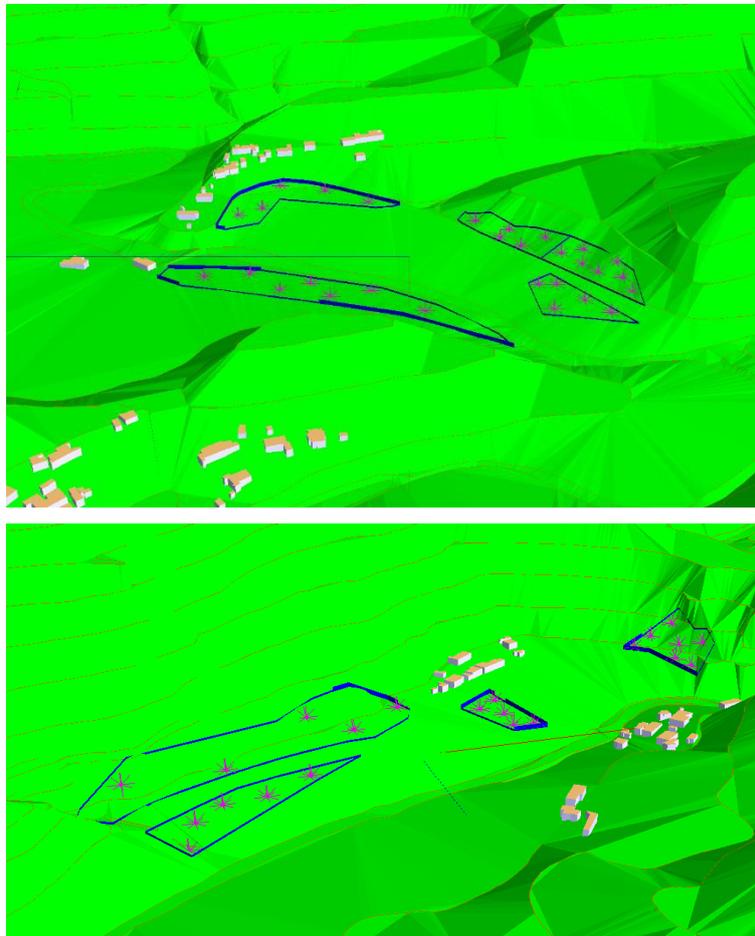


Figura 6-14 Modellazione tridimensionale in SoundPlan - in blu le barriere e recinzioni di cantiere

Di seguito si riporta la mappa isolivello in planimetria, calcolata a 4 metri di altezza dal piano campagna della pressione sonora simulata in presenza delle barriere antirumore.

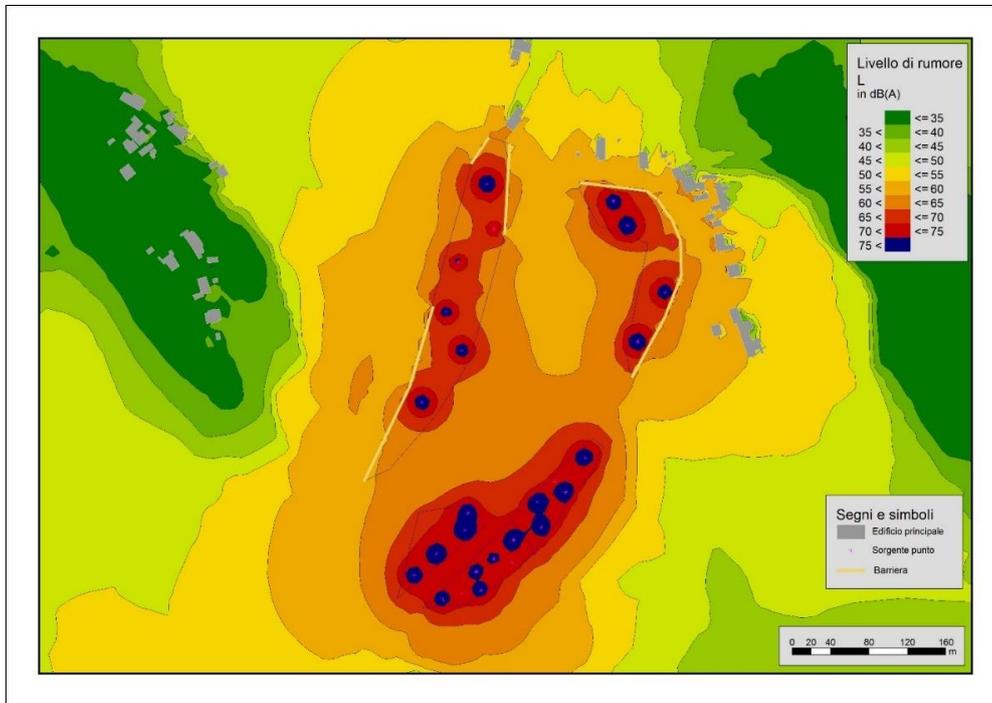


Figura 6-15 Mapa previsionale con barriere antirumore per lo scenario di valutazione 1 (AS.02, CO.02, CO.03, AT.01 e AT.02)

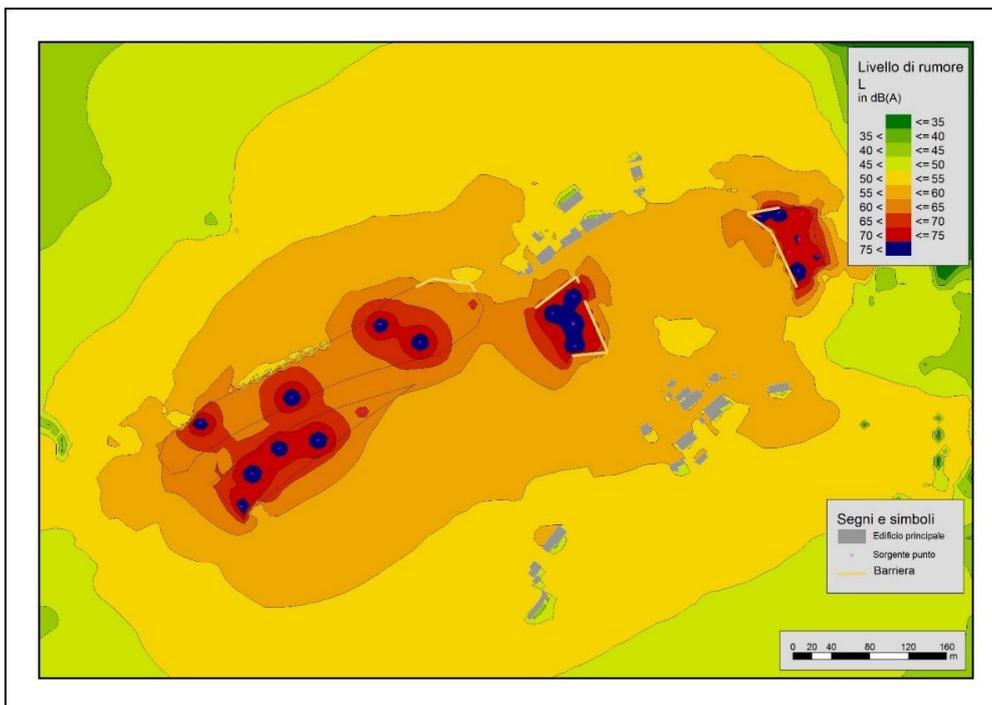


Figura 6-16 Mapa previsionale con barriere antirumore per lo scenario di valutazione 2 (AS.03, CO.06, AT.04 e AT.05)

In relazione alle considerazioni cautelative effettuate vi è la necessità di installare barriere antirumore. Infatti, a seguito della modellazione e simulazione acustica dello scenario di riferimento, i livelli di pressione non sono risultati entro i limiti previsti. In tabella si riportano le caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore adottate al fine di contenere i livelli acustici determinati dalle attività di cantiere.

Tabella 6-7 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore per le simulazioni

<i>Area di Cantiere/Lavoro</i>	<i>Lunghezza Barriera [m]</i>	<i>Altezza Barriera [m]</i>
AT.02	298	5
CO.03	99	5
CO.03	32	5
CO.03	200	5
AT.04	72	5
AT.05	61	5
AT.05	96	5
CO.06	118	5

La localizzazione planimetrica di tali interventi è osservabile nell'immagine seguente.

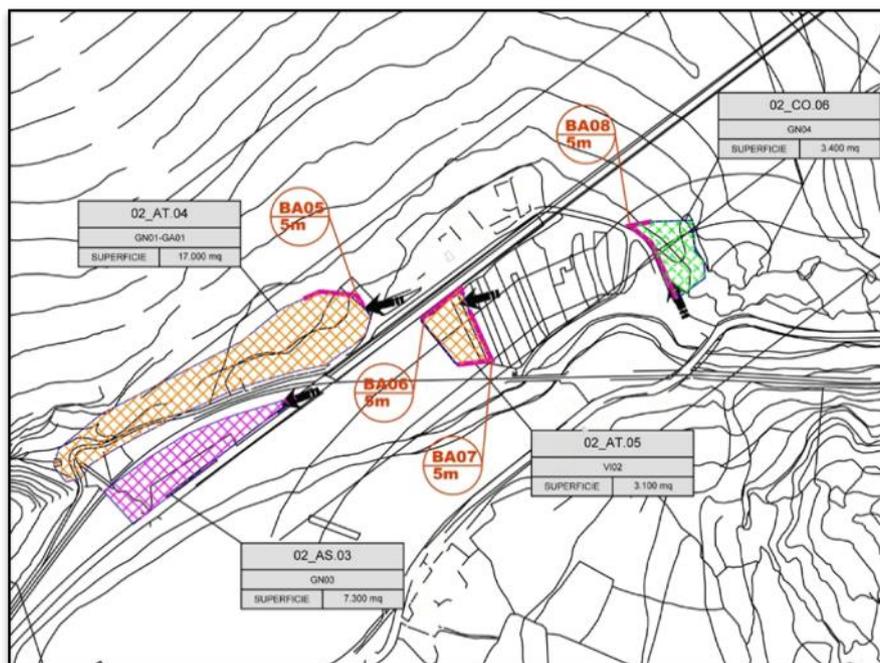
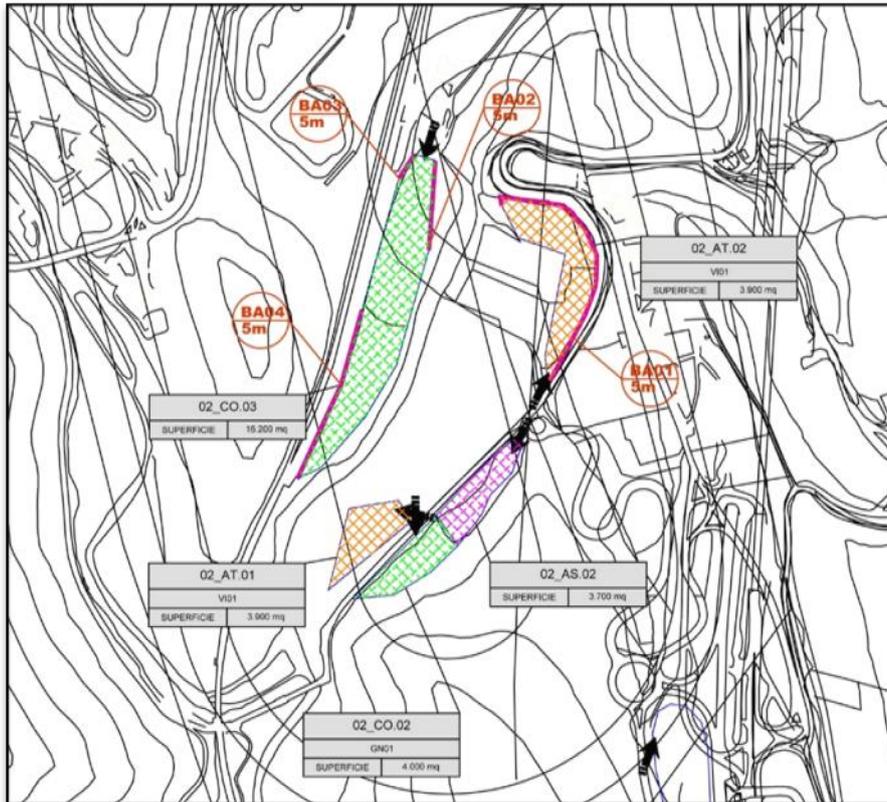


Figura 6-17 Individuazione delle barriere negli scenari valutati

Di seguito viene riportato il tipologico delle barriere utilizzate.

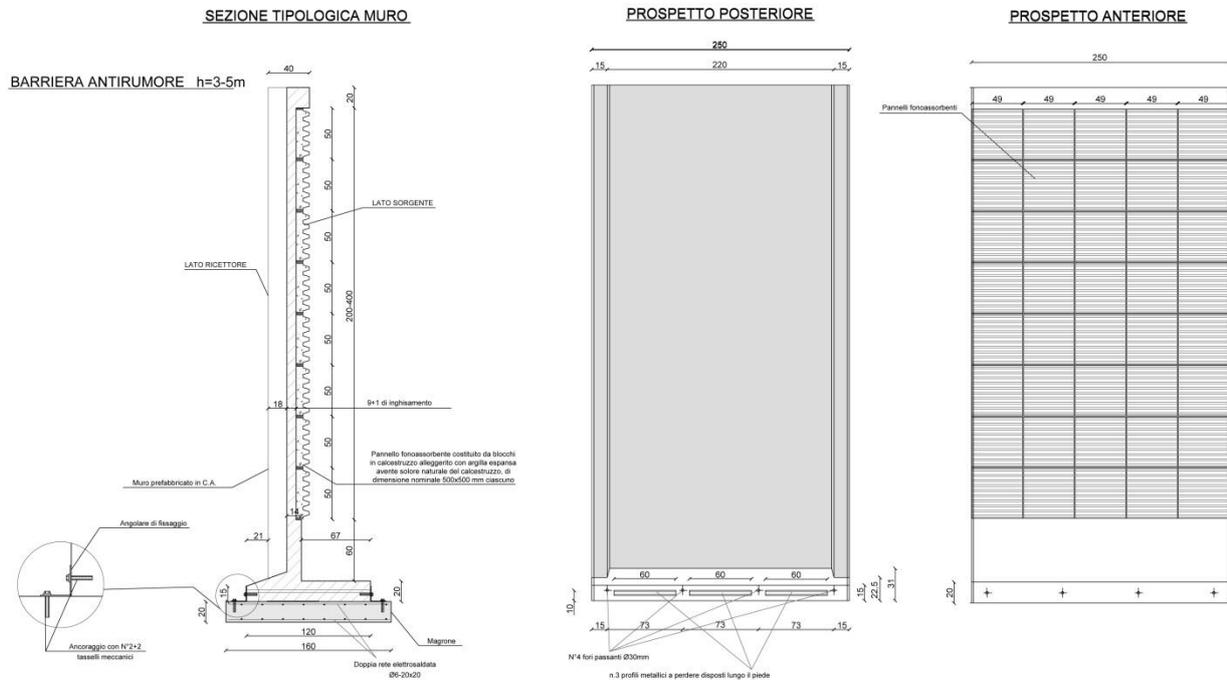


Figura 6-18 Tipologico barriere

I soggetti esterni interessati per l'aspetto ambientale in questione sono rappresentati dalla popolazione che risiede in prossimità del cantiere.

Dai tipologici dei cantieri simulati, selezionati sulle situazioni potenzialmente più critiche, è stato possibile estrapolare una metodologia per estendere le mitigazioni a tutti i cantieri del corso d'opera.

Sulla base dei livelli rilevati negli scenari trattati, delle distanze minime di influenza e delle quote relative tra i mezzi d'opera e i ricettori, per ogni area di cantiere fisso è stato determinato il quantitativo di barriera acustica necessario per l'abbattimento della rumorosità prodotta dalla fase di corso d'opera.

A seguito delle mitigazioni non dovrebbero riscontrarsi superamenti della soglia normativa, pertanto non si rende necessario ricorrere alla deroga ai valori limite dettati dal DPCM 14.12.1997.

In tabella si riportano le caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore adottate al fine di contenere i livelli acustici determinati dalle attività di cantiere:

COD.	CANTIERE	ALTEZZA [m]	LUNGHEZZA [m]
BA01	CO.01	5	165
BA02	CO.03	5	332

COD.	CANTIERE	ALTEZZA [m]	LUNGHEZZA [m]
BA03	CO.04	5	166
BA04	CO.05	5	185
BA05	CO.06	5	118
BA06	CO.07	5	82
BA07	CO.10	5	43
BA08	AT.02	5	298
BA09	AT.03	5	655
BA10	AT.04	5	72
BA11	AT.05	5	157
BA12	AT.06	5	37
BA13	AT.10	5	70
BA14	AT.08	5	163
BA15	AS.06	5	145
BA16	AS.09	5	213
BA17	AS.10	5	307
BA18	AT.09	5	37

6.2.2.4 Valutazione per le aree naturalistiche protette

L'incremento dei livelli acustici e vibrazionali che potrebbero determinarsi a causa delle opere in progetto è riconducibile ai mezzi di cantiere impegnati nelle lavorazioni, nonché all'opera stessa in fase di esercizio.

In fase di esercizio, il limite acustico pari a 50 dBA è garantito dalle barriere antirumore di progetto per le aree dove è censita la presenza della ZPS "GOLA DELLA ROSSA E DI FRASASSI" (IT5320017), che comprende al suo interno il SIC "GOLA DI FRASASSI" (IT5320003) e il SIC "GOLA DELLA ROSSA" (IT5320004).

Rispetto alla cantierizzazione, va fatto presente che il sedime di alcuni cantieri fissi (cantieri operativi, aree tecniche e aree stoccaggio) ricade all'interno delle suddette aree naturalistiche, in quanto attraversate dalla linea ferroviaria oggetto di studio.

In tali situazioni è necessario un duplice approccio di prevenzione e verifica: la prevenzione prevede l'adozione di tutti gli accorgimenti tecnici e procedurali per la mitigazione dell'emissione acustica delle macchine di cantiere; la verifica riguarda un accurato Piano di Monitoraggio Ambientale che restituisca i livelli raggiunti nel corso d'opera e le eventuali azioni correttive presso

i cantieri all'interno delle aree naturalistiche o nelle zone più prossime (entro 50 metri dal perimetro).

6.2.2.5 Conclusioni

Per valutare il rumore prodotto per la realizzazione degli interventi in fase di cantiere è indispensabile individuare le tipologie di lavorazioni svolte, i macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei livelli sonori da essi prodotti.

L'analisi dell'impatto acustico delle attività di cantiere è in generale complessa. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro, unitamente alla variabilità delle macchine impiegate e delle lavorazioni effettuate dagli addetti, nonché alla variabilità dei tempi delle diverse operazioni rendono infatti molto difficoltosa la determinazione dei livelli di pressione sonora.

Inoltre, le attività in corso nel cantiere cambiano con l'avanzamento dello stato dei lavori, e conseguentemente cambiano continuamente il tipo ed il numero dei macchinari impiegati contemporaneamente, generalmente in maniera non standardizzabile.

Per tutti gli scenari individuati, con il supporto del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.0, sono stati determinati i livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere sopracitate, con ipotesi adeguatamente cautelative. Infatti, nella costruzione dello scenario modellistico sono state operate le seguenti ipotesi di lavoro:

- Scelta delle lavorazioni più onerose dal punto di vista delle emissioni acustiche
Nell'ambito delle diverse attività e lavorazioni previste per le opere in progetto, sono state appositamente scelte quelle che, in ragione della potenza sonora dei macchinari utilizzati, risultavano le più critiche.
- Scelta del numero e delle caratteristiche dei mezzi d'opera impiegati
Non essendo possibile nella presente fase progettuale avere una chiara definizione del numero e delle caratteristiche tecniche dei mezzi d'opera che saranno impiegati, si è proceduto con ipotesi adeguatamente cautelative.
- Localizzazione delle sorgenti emmissive
Trattando di sorgenti puntuali il loro posizionamento risulta sempre prossima ai ricettori abitativi.

In merito alle risultanze dello studio modellistico, è emerso che, in nessun scenario si è riscontrato il superamento dei limiti normativi, perciò non sarebbe necessario ricorrere alla deroga ai valori limite dettati dal DPCM 14.12.1997.

Pur non riscontrando particolari situazioni di criticità dovute ai superamenti normativi nei confronti dell'aspetto in questione, alla luce del fatto che vi sono aree di particolare pregio naturalistico da considerare quali ricettori particolarmente sensibili al disturbo indotto dalle emissioni acustiche delle macchine operatrici, si ritiene opportuno effettuare il monitoraggio dell'aspetto in esame che, pertanto, con riferimento al par. 1.2.3, assume il livello di significatività "D".

6.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

6.2.3.1 Procedure operative

Durante le fasi di realizzazione delle opere verranno applicate generiche procedure operative per il contenimento dell'impatto acustico generato dalle attività di cantiere. In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Dovranno essere previste misure di contenimento dell'impatto acustico da adottare nelle situazioni operative più comuni, misure che riguardano in particolar modo l'organizzazione del lavoro nel cantiere e l'analisi dei comportamenti delle maestranze per evitare rumori inutili. In particolare, è necessario garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari ed impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, sarà importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori più vicini mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

In tale ottica gli interventi attivi sui macchinari e le attrezzature possono essere sintetizzati come di seguito:

- scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali;
- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea ed ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione, se già non previsti ed in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi;

- utilizzo di impianti fissi schermati;
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

In particolare, i macchinari e le attrezzature utilizzate in fase di cantiere saranno silenziate secondo le migliori tecnologie per minimizzare le emissioni sonore in conformità al DM 01/04/04 "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale": il rispetto di quanto previsto dal D.M. 01/04/94 è prescrizione operativa a carico dell'Appaltatore.

Le principali azioni di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature volte al contenimento del rumore sono:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento 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.

Fondamentale risulta, anche, una corretta definizione del lay-out del cantiere; a tal proposito le principali modalità in termini operazionali e di predisposizione del cantiere risultano essere:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori più vicini;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...).

6.2.3.2 Deroga

In fase di costruzione, dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel successivo paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere al Comune una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle



**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

Progetto Ambientale della Cantierizzazione
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG CA 00 00 001	B	175/285

caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

6.3 VIBRAZIONI

6.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.3.1.1 Inquadramento normativo

Norma UNI 9614 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 che definiscono:

- i tipi di locali o edifici,
- i periodi di riferimento,

6.3.1.2 i valori che costituiscono il disturbo

- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.
- Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:
- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle seguenti; tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$. Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità

(tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

Tabella 6-8 - Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	5.0 10 ⁻³	74
abitazioni (notte)	7.0 10 ⁻³	77
abitazioni (giorno)	10.0 10 ⁻³	80
uffici	20.0 10 ⁻³	86
fabbriche	40.0 10 ⁻³	92

Tabella 6-9 - Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x e y

	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	3.6 10 ⁻³	71
abitazioni (notte)	5.0 10 ⁻³	74
abitazioni (giorno)	7.2 10 ⁻³	77
uffici	14.4 10 ⁻³	83
fabbriche	28.8 10 ⁻³	89

Norma UNI 9916 – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

Fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall' uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all' interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti

prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura. In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici. Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma stessa, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i valori di riferimento sono riportati nella Tabella 6-10.

Tabella 6-10 - Valori di riferimento delle velocità

	Civile abitazione			
	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Norma UNI 11048 – Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo

La norma, sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.

6.3.1.3 Modello di calcolo

Il modello di propagazione impiegato, valido per tutti i tipi di onde, si basa sull'equazione di Bornitz che tiene conto dei diversi meccanismi di attenuazione a cui l'onda vibrazionale è sottoposta durante la propagazione nel suolo.

$$w_2 = w_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^n e^{-a(r_2-r_1)}$$

dove w_1 e w_2 sono le ampiezze della vibrazione alle distanze r_1 e r_2 dalla sorgente, n è il coefficiente di attenuazione geometrica e dipende dal tipo di onda e di sorgente, a è il coefficiente di attenuazione del materiale e dipende dal tipo di terreno.

Il primo termine dell'equazione esprime l'attenuazione geometrica del terreno. Questa oltre ad essere funzione della distanza, dipende dalla localizzazione e tipo di sorgente (lineare o puntuale,

in superficie o in profondità) e dal tipo di onda vibrazionale (di volume o di superficie). Il valore del coefficiente n è determinato sperimentalmente secondo i valori individuati da Kim-Lee e, nel caso specifico in esame, equivale a 1 in quanto la sorgente è puntiforme e posta in profondità (le onde di volume sono predominanti).

Il secondo termine dell'equazione fa riferimento invece all'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno indotto dai fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore. Il coefficiente di attenuazione a è esprimibile secondo la seguente formula:

$$a = \frac{2\pi\eta f}{c}$$

dove f è la frequenza in Hz, c è la velocità di propagazione dell'onda in m/s e η il fattore di perdita del terreno. Questi dipendono dalle caratteristiche del terreno e i loro valori sono stati determinati dalla letteratura in ragione della natura del terreno.

Nel caso in esame, l'area di progetto, nel tratto Fabriano-Serra San Quirico è caratterizzata dai massicci e delle dorsali montuose dell'Appennino Umbro-Marchigiano.

In conseguenza dello sviluppo dell'intervento, si riportano di seguito i valori più critici assunti per la determinazione del coefficiente di attenuazione a :

(fattore di perdita): 0,1;
(velocità di propagazione): 1800 m/s.

Utilizzando tale metodologia, nota l'emissione vibrazionale del macchinario e la distanza tra ricettore-sorgente è possibile calcolare l'entità della vibrazione in termini accelerometrici in corrispondenza del potenziale edificio interferito.

Per quanto riguarda i valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura.

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte di mezzi operativi non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano invece l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni standardizzate, ed una garanzia del costruttore a non superare un preciso valore dichiarato. Non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai recettori, e quindi ovviamente non è possibile specificare la produzione di vibrazioni con lo stesso livello di dettaglio con cui si è potuto operare per il rumore.

6.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

6.3.2.1 Valutazione degli scenari

Per quanto riguarda le potenziali interferenze vibrazionali indotte durante le attività di realizzazione delle opere, per fase di realizzazione l'analisi è stata limitata ai cantieri fissi più prossimi alle lavorazioni, vale a dire l'Area Tecnica AT.02 (relativa ad una prima area di valutazione, presso la stazione di Genga) e l'Area Stoccaggio AS.10 (relativa ad una seconda area di valutazione, presso la stazione di Serra San Quirico), alla luce della continuità delle lavorazioni rispetto alle attività di linea del cantiere mobile.

La scelta delle aree di cantiere è stata infatti effettuata per valutare una situazione di stazionamento a lungo termine delle macchine operatrici nell'area specifica.

Tabella 6-11 Macchine di cantiere per AT.02 e AS.10

Numero	Macchinari
2	Escavatore
2	Pala Meccanica
1	Gruppo Elettrogeno

Per la caratterizzazione emissiva delle sorgenti impegnate sulle due aree si è considerata la contemporaneità di tutti i mezzi operativi, facendo riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dalla sorgente.

Tabella 6-12 Livelli di accelerazione assunta per la caratterizzazione emissiva vibrazionale da escavatori, pale meccaniche e gruppo elettrogeno – calcolati ad una distanza di 5 m dalla sorgente

Hz	mm/s ²	Hz	mm/s ²
1	2,7	10	26,1
1,25	2,9	12,5	20,5
1,6	2,5	16	15,4
2	2,2	20	19,2
2,5	2,3	25	23,6
3,15	2,1	31,5	18,3
4	17,7	40	34,4
5	18,5	50	59

6,3	18,8	63	161
8	18,3	80	60,6

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, ed utilizzando la curva di ponderazione w_m secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dai macchinari a diverse distanze dall'area di lavoro.

Tabella 6-13 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dalla sorgente emissiva

Distanza	5 m	10 m	17 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
L_w	87,8	81,5	76,6	75,0	71,1	68,3	66,0	61,8	58,7

Inoltre, la norma UNI 9614 definisce i valori limite per il livello totale delle accelerazioni di tipo vibratorio, in funzione della tipologia dei fabbricati e del loro utilizzo. Si noti come i valori presenti nella norma si riferiscono a sorgenti di tipo continuo e risultano dunque conservativi rispetto ad una sorgente di tipo intermittente o addirittura transitoria quale costituita dalle attività di cantiere.

I valori limite indicati nella UNI 9614 sono riportati nella tabella che segue:

Tabella 6-14 Norma UNI 9614 - Valori limite

Luogo	L [dB]
Aree critiche	71
Abitazione (notte)	74
Abitazione (giorno)	77
Uffici	83
Fabbriche	89

Lo scenario in esame è stato definito avendo come prima finalità quella di fornire i risultati sufficientemente cautelativi.

Con il supporto della Tabella 6-13 e della Tabella 6-14, si evince che per tali attività occorre verificare l'effettivo livello di disturbo generato dalle lavorazioni su tutti i ricettori che si trovano entro 15 metri dalla sorgente emissiva.

6.3.2.2 Conclusioni

In considerazione delle distanze tra sorgenti e ricettori potrebbero verificarsi livelli nell'intorno del limite normativo in presenza di ricettori con distanze dal perimetro di cantiere inferiori a 15 metri, per periodi di tempo limitati e comunque come situazioni residuali rispetto alle procedure da adottare per il contenimento del fenomeno, così come descritte nel paragrafo successivo.

Per ricettori al di sopra dei 15 metri dalle aree di lavoro non si prevedono criticità legate alle vibrazioni.

Alla luce di quanto esposto si ritiene che l'aspetto in esame possa essere considerato "oggetto di monitoraggio" (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività D)

6.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

La definizione di misure di dettaglio è demandata all'Appaltatore, che per definirle dovrà basarsi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, l'Appaltatore dovrà:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definire le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati;

per i ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti saranno incompatibili con la fruizione del ricettore, dovrà attuare procedure operative che consentano di evitare lavorazioni impattanti negli orari e nei tempi di utilizzo dei ricettori.

6.4 ARIA E CLIMA

6.4.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.4.1.1 Inquadramento normativo

Per quanto riguarda strettamente la trattazione si riporta di seguito i principali strumenti legislativi che compongono la cornice giuridica in materia atmosfera.

D.Lgs. n. 250 del 24.12.2012 *Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155;*

D.Lgs. n. 155 del 13.08.2010 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;*

D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006 *Norme in materia ambientale. Parte quinta - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera;*

D.Lgs. n. 133 del 11.05.2005 *Attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.*

Le seguenti informazioni sono estrapolate dal Piano di Tutela della Qualità dell'Aria della Regione Calabria – Anno 2013 (documento ARPACAL).

Normativa Regionale

- Legge regionale 25 maggio 1999 n. 12 “Conferimento alle Province delle funzioni amministrative in materia di inquinamento atmosferico”
- Delibera consiliare n. 116 del 9 dicembre 2014 “Zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente. D.lgs. 155/2010 articoli 3 e 4”
- Delibera di Giunta Regionale n. 1600 del 27 novembre 2018 “Rete regionale di misura degli inquinanti atmosferici: convenzione con le Province e l'ARPAM in materia di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente”

6.4.1.2 Caratteristiche meteorologiche

In linea generale la regione Marche è caratterizzata da un clima variabile progressivamente da mediterraneo a oceanico passando dalla costa (a nord di Ancona con carattere sub continentale) e

fascia medio-collinare alle aree montane dell'Appennino con influssi sub-mediterraneo. Le precipitazioni presentano un analogo andamento con variazioni stagionali dovute alle condizioni orografiche.

Le caratteristiche climatiche del territorio marchigiano sono influenzate ad oriente dall'esposizione verso l'Adriatico, che esercita la sua azione debolmente mitigatrice nei confronti degli afflussi di masse d'aria relativamente fredda da nord e da est, e ad ovest dalla presenza dell'Appennino, il quale ostacola il corso delle correnti occidentali, per lo più temperate ed umide, predominanti alle nostre latitudini.

In sintesi, la dinamica dei fenomeni meteorologici sulle Marche nelle varie stagioni può essere così schematizzata¹⁰:

in inverno, il tempo perturbato proviene solitamente da est o nordest: afflussi di aria fredda dall'Europa balcanico-danubiana causano neviccate anche sulle coste. Nondimeno, i periodi di brutto tempo abbastanza intensi e prolungati si hanno in correlazione con la formazione e l'approfondimento di depressioni sul Tirreno, che richiamando aria umida dal Mediterraneo e aria fredda da settentrione, generano corpi nuvolosi, che risalgono la penisola italiana secondo un moto ciclonico e scaricano il loro contenuto di acqua precipitabile sulle Marche sotto forma di piogge frequenti e copiose;

in primavera, le condizioni meteorologiche sono all'insegna della variabilità, a causa dei reiterati ritorni di masse d'aria fredda da nordest e dell'arrivo di aria umida di origine atlantica, che portano tempo instabile; l'espansione o il regresso dell'area anticiclonica delle Azzorre dal Mediterraneo condiziona in modo determinante, rispettivamente, il perdurare del bel tempo o di quello caratterizzato dalle piogge e dagli acquazzoni primaverili;

in estate, la regione può avere tempo perturbato soprattutto ad opera dell'instabilità a carattere locale, perché le depressioni atlantiche in transito da ovest verso est seguono traiettorie più settentrionali, interessando marginalmente l'alto Adriatico. Possono comunque verificarsi rapide variazioni diurne della nuvolosità, più accentuate lungo la fascia appenninica ove si formano cumuli imponenti;

in autunno, si raggiunge il massimo apporto delle precipitazioni, per il fatto che sia le perturbazioni atlantiche provenienti da nordovest, che le depressioni mediterranee vanno ad interessare

¹⁰ MURRI A., FUSARI R., Tipi di tempo in grande e condizioni meteorologiche sulle Marche; Centro di Ecologia e Climatologia Macerata, 1987

direttamente la regione; inoltre le perturbazioni risultano particolarmente attive, poiché le masse di aria subiscono l'intensa azione destabilizzatrice del Mar Mediterraneo, che, a fine estate ed inizio autunno, ha ancora una temperatura relativamente alta e quindi elevato risulta il suo contributo in vapor d'acqua.

A livello regionale come si può osservare nel grafico che segue, l'andamento generale delle temperature ha una tipica distribuzione mediterranea con picco di temperature nei mesi estivi tra giugno e settembre.

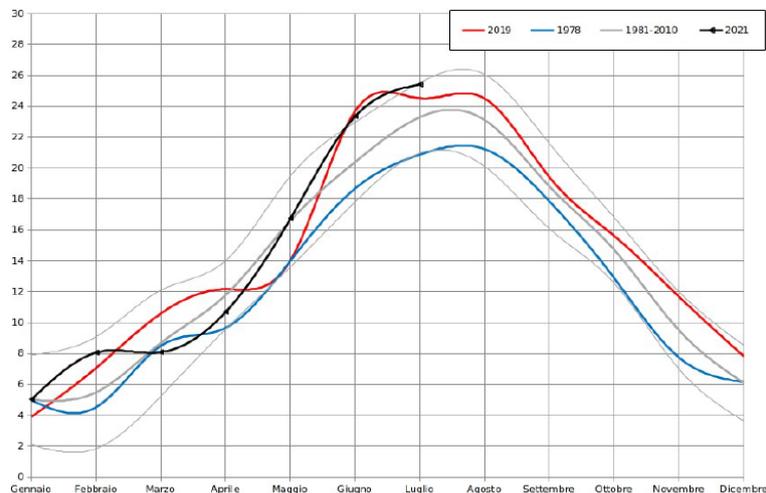


Figura 6-19 Andamento temperatura media mensile regionale (°C); in nero l'anno attuale, in rosso l'anno più caldo dal 1961, in blu l'anno più freddo dal 1961, in grigio la media 1981-2010 ed i limiti rappresentati dalla media +/- due volte la deviazione standard.

Servizio Agrometeo ASSAM Regione Marche 2021

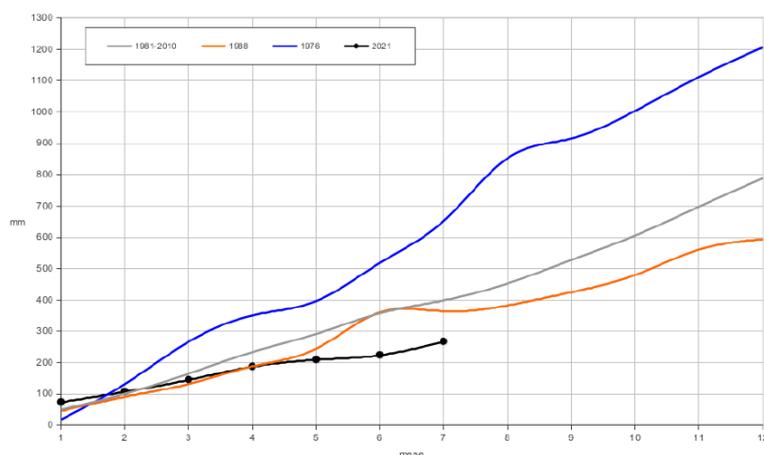


Figura 6-20 Andamento della precipitazione cumulata mensile (mm); in nero l'anno attuale, in blu l'anno più piovoso dal 1961, in arancione l'anno meno piovoso dal 1961, in grigio la media 1981-2010
Servizio Agrometeo ASSAM Regione Marche 2021

In termini pluviometrici, fanno riscontro agli inquadramenti di carattere regionale, alla scala locale, le stazioni del Bacino del Fiume Esino, nella tabella che segue si riportano i totali annui delle precipitazioni registrate nel 2020¹¹. In particolare interessano le stazioni di Fabriano 354 mslm; Camponoecchio 189 mslm (in prossimità di Genga) e Moie 104 mslm (ad est di Castelplanio) le tre stazioni coprono il corridoio del lotto in esame.

Nella tabella che segue si riportano i dati pluviometrici relativi al bacino nel suo insieme e in dettaglio per le stazioni di riferimento.

Tabella 6-15 Totali annui e riassunti dei totali mensili delle quantità delle precipitazioni
annali idrologici 2020 Parte I

BACINO E STAZIONE	G mm	F mm	M mm	A mm	M mm	G mm	L mm	A mm	S mm	O mm	N mm	D mm	Anno mm
Esino													
Scheggia	26.0	46.0	128.6	62.8	102.4	171.0	7.6	97.2	175.8	133.6	75.0	«	«
Campodiegoli	23.0	38.6	137.0	117.8	140.0	103.2	33.6	90.2	207.4	146.0	68.2	278.6	1383.6
Sassoferrato	23.0	35.2	147.4	«	«	118.0	20.8	69.0	137.0	119.6	92.8	183.6	«
Fabriano Centro	13.0	35.6	112.2	83.4	171.2	90.2	27.8	84.4	219.6	119.4	60.6	204.2	1221.6
Colleponi	26.8	26.0	149.2	44.0	130.4	99.8	60.4	80.8	104.8	93.6	89.6	168.4	1073.8
Esanatoglia convento	19.0	50.2	145.8	87.2	103.8	88.2	53.2	47.0	144.8	154.4	45.8	230.6	1170.0
Camponoecchio	20.0	30.6	167.0	72.4	134.2	99.6	42.2	85.8	142.6	85.4	77.4	173.8	1131.0
San Giovanni	19.4	19.2	154.0	105.8	194.0	107.2	23.4	58.4	135.4	107.4	87.6	210.8	1222.6
Monte San Vicino	16.8	31.8	182.6	108.2	«	118.2	39.8	56.6	140.4	108.6	88.2	«	«
Poggio San Vicino	15.0	31.6	130.8	93.4	186.8	84.2	29.0	55.6	161.4	110.2	75.0	240.0	1213.0
Cupramontana	14.0	«	104.8	53.2	91.0	76.4	51.4	48.4	68.4	47.0	59.2	106.8	«
Moie	16.8	25.6	77.6	58.4	96.4	110.6	51.2	80.0	88.8	86.6	61.2	110.8	864.0
Jesi	17.6	19.8	53.2	49.8	55.8	76.4	28.6	92.2	68.0	77.2	50.0	95.2	683.8
Fiumesino	11.4	16.4	35.8	35.8	31.2	60.4	16.4	85.6	85.8	64.2	44.6	78.0	565.6
Agugliano	4.6	13.0	53.2	54.6	46.8	57.8	25.2	143.6	88.0	76.8	41.8	95.0	700.4

¹¹ Annali idrologici <https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Protezione-Civile/Progetti-e-Pubblicazioni/Annali-Idrologici>

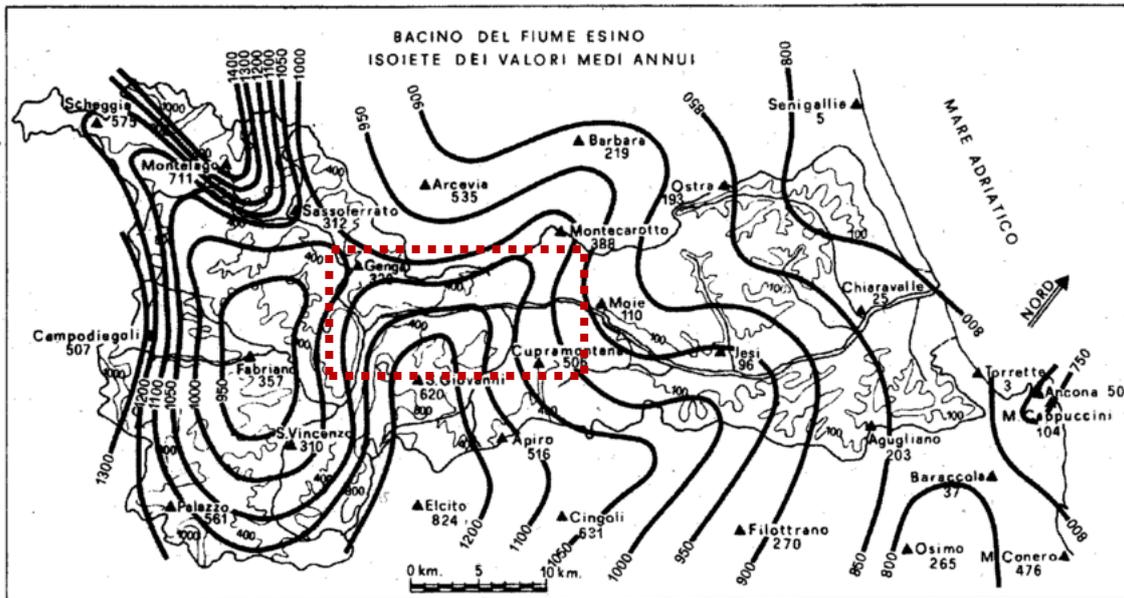


Figura 6-21 Isoiete dell'area del bacino del fiume Esino dalla zona appenninica al mare Adriatico (Nanni & Vivalda - 2009)

Come si può osservare nella stazione di Fabriano nell'anno di osservazione 2020 sono risultati nell'anno precipitazioni per 1221,6 mm con valori più significativi distribuiti nei mesi primaverili e autunnali con un picco a settembre.

Nella stazione di Camponoecchio sono risultati nell'anno precipitazioni per 1131,0 mm con valori più significativi distribuiti nei mesi primaverili e tardo autunnali con un picco nel 2020 a registrato a dicembre.

Nella stazione di Moie sono risultati nell'anno precipitazioni per 864,0 mm con valori più significativi distribuiti nei mesi tardo primaverili e tardo autunnali con un picco nel 2020 a registrato a dicembre.

Nel complesso il dato pluviometrico è coerente con quanto riportato nella rappresentazione delle isoiete nel bacino del Fiume Esino¹².

Dal punto di vista termometrico la stazione di Fabriano fa registrare temperature medie mensili con picchi massimi nei mesi estivi tra i 22,5°C di luglio 24,4°C di agosto con valori massimi assoluti che

¹² T. NANNI & P. VIVALDA *Idrogeologia degli acquiferi carbonatici, terrigeni ed alluvionali tra i fiumi Cesano e Potenza (Marche centrali). Sintesi dei risultati*; Firenze 2009.

hanno raggiunto i 37,7°C e medie massime di 30.5÷31.8°C. Le medie minime si registrano tra novembre e marzo con oscillazioni tra 0,9°C÷3,0°C con punte estreme di - 4,8°C.

La stazione di Camponoecchio fa registrare temperature medie mensili con picchi massimi nei mesi estivi tra i 23,9°C di luglio 25,9°C di agosto con valori massimi assoluti che hanno raggiunto i 39,2°C e medie massime di 32.3÷33.5°C. Le medie minime si registrano tra dicembre e aprile con oscillazioni tra 1,8°C÷3,0°C con punte estreme di - 2,7°C.

La stazione di Moie fa registrare temperature medie mensili con picchi massimi nei mesi estivi tra i 24,1°C di luglio 24,5°C di agosto con valori massimi assoluti che hanno raggiunto i 38,3°C e medie massime di 31,0÷30,9°C. Le medie minime si registrano tra dicembre e marzo con oscillazioni tra 1,7°C÷4,5°C con punte estreme di - 1,8°C.

Tabella 6-16 Osservazioni termometriche giornaliere – Fabriano - annali idrologici 2020 Parte I

Giorno	G		F		M		A		M		G		L		A		S		O		N		D	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
(TA)	FABRIANO CENTRO Bacino: Esino (354m s.l.m.)																							
1	12.1	-2.8	13.5	10.0	13.6	7.9	6.6	-2.0	20.2	12.0	20.5	6.5	31.8	20.1	36.2	18.0	25.2	11.3	21.3	11.6	17.5	10.6	7.0	0.3
2	10.1	-3.5	15.5	10.9	14.5	10.1	11.9	-4.6	21.9	14.5	25.4	6.6	32.9	19.7	36.5	20.2	25.8	10.4	22.0	15.5	18.4	8.9	11.5	4.8
3	11.7	-2.7	16.7	10.9	10.2	5.8	13.2	-1.8	19.6	4.9	26.1	11.2	31.1	15.6	32.5	18.6	25.6	12.4	22.5	11.2	17.4	10.4	4.9	3.9
4	12.4	1.8	15.7	2.8	8.0	1.8	15.0	0.0	23.5	2.8	24.0	12.4	25.8	13.9	28.3	13.2	27.1	11.2	19.8	11.0	17.4	12.6	12.2	0.8
5	10.2	-1.5	9.6	2.3	12.6	-0.7	15.2	3.8	22.6	9.6	22.8	12.7	27.6	11.8	22.2	11.9	30.9	10.1	20.7	11.9	13.0	11.3	16.7	11.0
6	7.1	-2.6	8.0	-2.2	14.5	4.3	17.9	2.7	20.9	6.6	26.7	11.0	30.6	11.6	25.3	16.1	30.1	15.1	20.1	10.0	14.1	6.9	14.1	4.5
7	7.5	-4.7	13.7	-4.8	7.1	2.5	18.3	1.2	20.2	3.6	25.6	13.7	23.5	12.6	28.1	16.9	30.5	13.7	21.7	8.8	16.4	4.4	10.2	2.8
8	9.9	-2.2	14.3	-2.8	9.9	-0.6	18.6	0.6	26.1	3.3	19.4	13.4	28.2	9.7	29.1	16.5	26.9	14.6	21.2	6.9	18.8	3.4	7.2	3.7
9	12.3	-3.7	12.7	-0.8	14.2	-1.3	19.7	-0.5	25.9	10.6	23.1	12.4	30.9	12.6	32.1	16.1	30.5	13.0	23.0	6.2	19.4	3.7	11.8	4.8
10	13.1	1.1	13.9	10.4	14.1	3.5	22.1	0.9	25.9	12.9	21.2	10.1	34.3	15.7	32.9	14.5	30.7	15.0	22.0	8.7	18.5	3.3	7.7	4.0
11	10.3	-1.3	16.9	11.9	18.6	4.2	24.2	3.5	22.9	14.0	20.4	11.4	32.3	17.7	33.6	16.0	28.3	14.9	18.8	9.4	12.2	7.7	9.2	3.2
12	9.3	-1.3	15.2	4.2	18.1	9.9	24.3	4.8	22.7	14.6	25.2	9.6	26.2	13.9	36.5	17.4	28.8	12.2	13.8	5.8	15.7	7.4	9.4	1.2
13	9.9	-4.8	14.9	0.5	18.2	8.3	19.9	6.8	26.4	12.3	27.7	13.0	24.3	11.1	35.2	17.5	29.8	13.5	16.2	5.3	16.7	5.5	10.1	0.0
14	12.1	1.5	13.6	2.0	16.2	5.8	16.4	5.8	26.3	15.0	20.6	12.4	25.5	10.0	34.6	18.9	28.3	13.0	17.6	7.0	11.9	4.2	12.1	-1.5
15	11.6	2.0	14.5	-0.9	11.9	0.2	12.5	1.3	22.4	14.9	20.6	14.9	30.3	10.2	32.1	19.2	28.2	13.4	16.9	9.3	13.5	9.3	7.5	-2.0
16	12.2	-0.8	17.5	-1.0	15.6	-2.9	20.8	-1.1	18.5	12.8	22.7	14.0	28.1	14.3	35.0	16.9	30.4	13.4	15.4	6.5	16.3	9.2	13.8	0.1
17	12.3	-2.5	16.4	4.9	17.0	0.1	23.2	8.4	24.3	13.2	26.1	13.6	23.8	13.7	34.3	17.5	27.7	13.3	17.5	5.4	11.9	9.3	12.9	-0.2
18	9.4	4.8	16.1	6.3	16.1	0.6	24.8	13.0	18.0	11.7	26.0	13.8	23.7	12.5	29.9	19.9	26.2	14.9	17.8	3.7	15.0	4.1	10.3	0.0
19	6.0	2.9	14.0	3.1	19.2	1.4	25.2	13.4	23.2	10.6	25.7	13.7	25.9	9.2	30.8	16.1	27.5	13.0	18.7	5.2	16.9	2.2	12.4	-0.1
20	6.8	1.6	11.4	0.3	20.7	3.2	14.4	10.2	14.6	9.8	24.8	11.9	32.0	11.7	34.7	15.0	30.0	12.3	19.4	3.9	9.0	5.4	12.2	0.0
21	6.4	3.0	15.1	-1.2	19.2	6.4	10.6	8.7	20.6	9.2	26.2	9.3	34.9	15.2	36.9	15.2	22.5	14.3	19.8	3.8	8.0	2.1	5.1	1.0
22	13.7	0.7	16.9	-0.9	11.2	4.8	11.2	7.3	25.7	6.8	27.1	14.2	34.3	16.5	36.9	17.7	24.2	13.9	20.1	6.3	8.9	-0.1	12.5	2.7
23	11.7	-2.0	15.3	3.3	5.3	1.0	16.9	4.5	27.7	12.8	27.9	11.8	33.2	18.5	34.4	19.2	22.9	14.1	20.3	8.3	11.3	-1.7	13.6	8.4
24	11.3	-2.6	18.4	10.2	2.6	-0.6	22.9	1.7	21.3	10.5	28.8	11.7	31.6	16.7	28.1	16.3	26.4	15.1	16.8	10.9	9.6	4.3	15.1	10.6
25	10.1	4.5	15.9	10.5	2.9	-1.4	21.0	11.2	24.0	7.3	30.9	15.9	27.0	13.4	29.3	15.5	23.8	8.8	17.6	10.8	12.6	2.3	10.8	6.2
26	7.6	3.1	12.5	2.2	5.8	0.3	23.4	10.1	19.3	8.2	29.6	15.6	32.1	11.4	31.8	14.9	20.8	9.0	18.4	11.9	10.7	1.9	7.3	1.2
27	11.6	3.3	11.1	-0.8	8.7	5.2	23.4	10.8	19.2	7.5	31.4	15.2	34.6	15.6	33.5	20.9	12.1	7.3	17.4	7.5	12.0	4.0	3.8	-0.6
28	13.0	10.3	12.1	-1.0	13.6	4.1	18.6	8.5	22.5	5.2	33.2	14.5	35.7	16.5	33.8	18.5	18.9	8.6	17.6	5.5	11.4	6.2	9.4	2.9
29	12.3	8.7	12.5	-2.3	17.6	1.3	18.2	11.1	11.7	8.9	31.3	18.0	37.1	19.8	35.4	23.4	20.7	6.9	16.5	5.8	8.6	6.0	10.5	5.1
30	15.0	6.8			15.8	2.9	20.6	10.6	17.1	8.1	31.9	21.0	37.3	20.5	26.1	18.7	22.9	8.1	20.1	6.5	9.8	0.3	9.6	0.6
31	15.5	10.6			7.1	0.9			19.6	5.7			37.7	18.8	19.9	11.5			20.4	5.7			6.9	0.7
MEDIE	10.8	0.9	14.3	8.0	12.9	2.9	18.4	5.0	21.8	9.7	25.8	12.8	30.5	14.5	31.8	17.0	26.1	12.2	19.1	7.9	13.8	5.5	10.3	2.6
Med. mens	5.8		8.7		7.9		11.7		15.8		19.3		22.5		24.4		19.1		13.5		9.7		6.5	
Med. norm	4.8		5.7		8.5		12.4		15.9		20.1		23.5		23.4		18.8		14.2		10.1		6.1	

Tabella 6-17 Osservazioni termometriche giornaliere - Camponoecchio - annali idrologici 2020 Parte I

Giorno	G		F		M		A		M		G		L		A		S		O		N		D		
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min											
CAMPONOCECCHIO																									
Bacino: Esino (189m s.l.m.)																									
1	14.9	-2.1	16.5	12.2	17.7	10.5	8.9	-0.4	21.9	14.8	23.1	8.2	34.7	22.9	37.0	19.7	26.8	13.4	23.4	11.4	20.9	5.7	9.7	1.7	
2	13.1	-2.7	19.4	14.4	17.4	12.3	13.8	-2.5	24.4	14.9	27.1	8.1	34.9	21.1	35.8	21.5	26.6	12.0	25.8	14.6	21.7	8.6	13.9	7.2	
3	11.8	-2.3	19.3	14.6	13.6	8.5	15.3	-0.8	20.8	6.8	28.3	13.2	33.1	18.0	33.8	20.6	28.1	13.8	19.5	13.4	20.4	11.0	7.8	4.5	
4	15.8	2.5	19.7	5.8	10.5	3.3	17.7	0.0	24.7	4.9	24.3	18.0	28.4	15.2	31.0	15.0	29.4	13.2	23.1	12.8	19.7	14.5	13.9	2.3	
5	12.7	-0.8	12.8	2.7	16.7	2.0	17.9	2.4	24.5	11.2	24.9	14.8	30.6	13.1	24.2	14.2	32.7	12.0	21.7	14.1	15.6	13.7	19.3	9.8	
6	10.1	-2.4	11.3	-1.0	18.0	7.0	20.6	2.1	22.5	8.1	28.8	12.8	33.3	13.0	27.5	18.0	32.3	14.9	22.0	13.3	17.1	7.8	13.7	8.5	
7	10.4	-3.3	18.3	-3.9	10.3	4.6	20.7	2.0	23.0	6.8	27.0	17.3	27.0	13.2	31.0	18.6	31.7	15.4	22.9	10.1	20.5	6.5	13.2	4.0	
8	12.5	-1.5	16.7	-2.6	13.0	1.2	21.3	1.4	28.8	4.9	21.9	16.2	29.9	10.6	31.3	16.8	28.8	15.5	24.1	9.5	21.6	5.5	9.2	4.0	
9	16.9	-3.0	16.0	-1.5	16.4	0.2	22.5	0.1	27.9	11.7	26.2	14.5	32.6	13.9	34.6	17.1	31.3	14.0	25.8	7.1	21.4	5.6	14.3	6.8	
10	17.2	0.7	17.4	12.9	16.6	3.9	24.5	1.0	27.6	13.2	24.1	12.2	35.6	16.4	34.7	16.1	31.6	16.0	25.2	9.1	20.8	6.6	11.2	6.2	
11	12.5	-1.6	20.1	14.9	22.3	3.9	26.4	2.9	26.0	15.0	21.9	13.4	34.8	18.1	36.4	17.2	30.2	16.0	20.9	11.2	15.5	9.4	11.6	5.3	
12	13.1	-0.9	18.8	3.8	20.4	8.9	27.2	4.7	23.6	16.3	27.0	11.3	28.3	15.3	35.6	18.2	30.7	13.4	16.3	7.2	18.9	8.8	12.0	3.8	
13	12.6	-2.8	17.9	0.2	21.0	9.9	23.4	5.1	29.5	13.1	30.5	13.0	26.9	12.0	37.6	18.9	31.6	14.3	18.8	7.8	18.6	8.1	12.8	1.6	
14	14.9	-0.9	16.6	2.4	17.6	6.2	18.6	6.6	27.4	16.6	22.4	15.4	27.9	10.8	36.3	20.8	30.7	13.7	19.7	7.0	13.9	7.9	14.2	-0.3	
15	15.4	1.6	16.9	-0.4	14.6	2.1	14.7	3.2	22.9	16.4	23.6	15.1	29.7	11.6	33.6	19.2	30.6	14.0	18.0	10.8	15.8	11.1	8.1	-0.9	
16	15.5	-0.4	21.2	-0.4	17.2	-0.8	23.8	-0.1	20.9	13.8	23.6	16.4	30.6	16.3	37.6	19.2	32.0	14.9	17.8	8.6	18.8	10.8	15.6	0.2	
17	15.7	-1.3	19.6	2.7	18.7	1.1	26.1	6.3	25.1	14.4	27.0	16.1	24.7	15.1	35.1	17.6	30.3	14.2	19.4	7.2	14.9	11.8	15.2	0.9	
18	10.4	5.8	18.5	8.4	18.6	2.6	27.0	9.9	20.3	13.3	28.6	17.3	26.0	12.8	31.7	19.0	28.9	15.7	19.5	5.8	17.8	4.9	13.8	2.6	
19	8.8	4.1	16.5	5.6	21.2	2.0	26.0	11.7	26.6	14.1	28.1	16.4	28.7	10.3	32.2	16.5	28.8	13.8	21.2	7.8	18.5	4.2	11.7	1.7	
20	9.6	2.9	14.1	1.5	23.8	3.6	16.2	12.7	16.8	12.9	26.6	12.3	34.2	12.5	36.6	16.3	31.7	13.2	22.6	5.5	10.8	4.7	12.2	0.7	
21	8.6	2.8	18.4	-0.1	21.0	6.9	12.9	11.2	23.4	10.1	29.2	11.2	36.3	15.5	36.9	16.5	26.0	16.1	22.8	4.6	11.0	2.8	8.4	5.6	
22	14.1	1.3	18.6	-0.7	13.5	7.9	14.1	9.8	28.2	8.0	29.9	14.8	35.8	16.8	38.2	17.6	27.3	15.8	23.7	5.9	11.7	1.2	15.9	5.4	
23	13.5	-0.1	19.1	4.0	8.4	2.6	19.9	6.4	29.5	13.3	30.7	12.6	33.2	19.3	34.9	19.3	24.5	16.3	22.4	8.2	14.1	-0.5	16.8	6.2	
24	13.9	-0.2	22.4	12.9	5.3	1.8	24.8	3.3	23.3	12.0	31.7	12.6	33.8	17.6	29.9	18.3	29.3	16.5	19.1	11.8	11.9	5.6	18.3	12.5	
25	11.1	5.9	18.9	13.2	5.1	0.8	24.6	12.5	26.5	9.7	33.3	16.7	29.2	15.3	31.4	17.1	24.8	10.5	20.2	12.4	13.1	3.2	13.1	6.3	
26	8.1	5.6	16.2	5.0	8.3	3.1	25.1	10.3	21.8	9.7	32.0	17.2	34.1	13.0	34.6	15.9	21.2	10.2	21.3	13.3	12.8	3.3	8.0	3.6	
27	13.5	5.2	14.2	1.1	10.5	8.0	25.9	9.9	21.5	8.9	33.4	16.4	35.0	15.9	35.1	20.1	14.8	10.2	20.4	8.9	14.8	6.0	6.4	1.1	
28	16.3	12.8	15.3	0.2	16.2	5.7	21.7	11.0	24.9	6.4	35.6	16.2	35.4	17.5	35.4	19.8	21.6	10.7	20.0	7.1	12.6	8.9	12.9	5.9	
29	16.8	11.5	16.3	-1.4	19.6	3.3	22.0	14.3	13.1	9.4	34.6	18.4	38.0	19.1	37.6	25.7	23.7	8.6	19.2	7.0	10.7	9.4	13.4	7.4	
30	18.8	5.5	18.4	3.5	22.8	11.1	20.5	10.7	34.0	21.1	38.1	19.3	28.7	20.6	26.3	9.2	23.5	7.4	12.4	1.5	11.9	4.1	11.9	4.1	
31	17.3	12.4	19.2	4.8	22.3	8.6	22.3	8.6	39.2	19.1	22.7	14.3	19.1	22.7	14.3	19.1	22.7	14.3	19.1	22.7	14.3	19.1	22.7	14.3	2.0
MEDIE	13.4	1.8	17.5	4.4	15.5	4.6	20.9	5.6	23.9	11.3	28.0	14.6	32.3	15.5	33.5	18.2	28.1	13.6	21.4	9.2	16.3	7.0	12.5	4.2	
Med. mens	7.6	1.6	10.9	10.1	13.3	17.6	21.3	23.9	25.9	20.9	15.3	11.7	8.3												
Med. norm.	6.9	9.2	11.1	13.3	14.8	18.1	22.6	25.3	20.8	16.2	12.2	8.1													

Tabella 6-18 Osservazioni termometriche giornaliere - Moie - annali idrologici 2020 Parte I

Giorno	G		F		M		A		M		G		L		A		S		O		N		D	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
MOIE																								
Bacino: Esino (104m s.l.m.)																								
1	13.0	-0.6	18.1	13.4	16.6	8.7	8.7	-0.1	21.6	15.9	22.2	10.0	34.2	23.5	35.6	23.0	24.9	13.6	23.9	10.3	21.0	7.8	9.2	2.8
2	14.1	0.9	18.6	7.9	17.9	12.8	12.1	-0.2	22.8	12.5	26.7	10.5	32.8	19.7	*	*	26.3	12.8	24.3	12.9	20.2	6.9	10.1	5.7
3	13.9	-0.8	19.1	7.9	13.8	6.7	13.9	-0.5	19.9	8.4	27.5	12.7	29.8	18.8	34.2	19.4	26.2	15.3	23.5	13.4	18.5	10.6	7.3	3.4
4	12.9	0.6	20.2	6.2	9.7	2.8	16.5	3.0	22.5	6.7	21.8	15.0	28.1	17.7	28.8	15.5	27.2	14.7	23.3	13.4	17.5	13.7	11.1	0.7
5	12.7	-0.5	11.8	6.4	15.2	2.2	17.1	4.1	24.9	8.9	24.7	13.8	30.1	16.1	24.1	15.2	30.1	14.7	22.7	12.7	14.9	13.0	16.2	6.5
6	9.1	-1.1	10.4	0.8	18.1	6.9	19.6	5.4	21.1	8.1	26.6	12.1	32.4	16.4	27.0	16.9	31.7	14.9	22.4	9.8	18.0	9.5	13.3	8.2
7	9.2	-0.4	14.1	0.2	10.7	4.4	19.3	5.9	21.6	6.9	27.5	15.2	26.5	15.2	29.8	18.3	29.7	15.6	21.1	11.7	18.7	7.6	13.3	2.5
8	10.5	-1.5	12.8	-0.6	12.9	3.2	19.4	5.5	26.3	7.9	20.9	16.2	28.8	13.5	30.5	18.9	27.1	17.1	21.9	9.9	19.9	6.9	10.0	2.7
9	13.9	-1.3	15.5	-0.4	15.0	2.6	21.0	4.2	28.0	12.3	23.9	15.3	30.5	15.9	33.5	19.6	30.0	16.0	22.8	10.4	19.9	7.7	15.0	4.7
10	17.4	-1.8	17.4	5.2	15.7	3.6	22.8	6.3	27.1	11.6	23.1	14.1	33.7	17.7	32.5	19.3	30.0	17.4	24.1	10.5	18.8	7.8	8.9	5.6
11	10.8	0.9	20.0	14.2	20.8	4.9	24.8	8.1	25.3	13.7	23.9	12.9	34.5	20.8	33.9	19.9	29.2	18.3	19.7	8.5	15.9	7.6	9.1	4.2
12	11.7	1.4	19.0	3.5	20.9	4.3	25.4	7.3	24.7	13.6	27.0	13.2	27.6	16.1	32.9	20.5	29.2	16.9	14.8	6.4	16.2	8.3	10.7	3.5
13	11.6	-0.7	18.2	2.3	21.2	6.8	23.6	10.6	25.8	11.6	27.7	13.0	26.6	14.2	35.5	18.5	30.3	17.3	16.8	7.5	16.6	9.3	11.5	3.2
14	14.9	-2.0	15.4	4.9	15.8	7.4	15.9	5.1	25.9	14.7	23.5	15.0	27.4	13.6	33.9	18.3	29.6	17.2	20.1	8.7	13.2	7.0	13.6	2.6
15	14.1	1.7	16.2	2.6	13.6	3.2	13.5	3.9	24.4	14.7	24.5	15.6	28.8	13.8	31.1	18.5	29.4	17.4	17.9	9.4	15.1	9.4	9.1	0.3
16	12.9	-0.3	17.6	2.3	15.3	1.8	20.0	3.0	21.8	13.1	25.4	15.9	28.9	14.2	33.1	18.9	30.8	17.7	17.5	8.3	14.3	9.1	12.5	0.2
17	13.9	-0.4	18.8	1.0	17.1	3.0	22.1	3.8	24.4	14.3	26.9	14.9	25											

6.4.1.3 Zonizzazione e classificazione del territorio per la qualità dell'aria

La Regione Marche si è dotata di un *Piano di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria ambiente*, approvato con DGR n. 143 del 12.01.2010.

È stato inoltre approvato il progetto di zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D. Lgs. 155/2010, artt. 3 e 4, con Delibera consiliare n. 116 del 9 dicembre 2014, pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 118 del 24/12/2014.

La zonizzazione distingue due macrozone:

- zona costiera e valliva, che comprende, per quanto di interesse, il comune di Fabriano;
- zona collinare e montana, che comprende, per quanto di interesse il comune di Genga e Serra San Quirico.

Il piano formula:

- uno scenario di base, costruito a partire dalla valutazione delle emissioni inquinanti in atmosfera considerando i campi meteorologici.

Sono stati processati i principali inquinanti e stimate le concentrazioni di riferimento in particolare per quanto riguarda i NO_x, il PM₁₀ e O₃

In particolare, per quanto riguarda i macrosettori 7 e 8 relativi ai trasporti individua il contributo emissivo in termini assoluti e relativi per ogni inquinante significativo per le ricadute sulla salute umana, in sintesi, quanto riportato nelle tabelle che seguono.

*Tabella 6-19 Emissioni delle diverse tipologie di inquinanti per macro settore
valore assoluto a sinistra e Contributo percentuale*

EMISSIONI [Mg]	MACRO 07	MACRO 08	EMISSIONI (%)	MACRO 07	MACRO 08
SOx	598,73	233,55	SOx	16,27	6,35
NOx	20.398,99	3.094,71	NOx	68,23	10,35
CO	67.516,86	91.426,16	CO	37,71	51,07
Metalli	6,02	1,42	Metalli	50,25	11,87
Polveri	1.308,29	713,53	Polveri	36,56	19,94
CO2	4.182.977,31	345.005,43	CO2	41,78	3,45
NH3	429,33	0,00	NH3	4,10	0,00
N2O	201,73	7,00	N2O	8,74	0,30
CH4	4.340,74	322,31	CH4	9,28	0,69
Benzene	245,27	14,72	Benzene	80,83	4,85
COVNM	9.741,64	17.600,74	COVNM	22,11	39,94

In via modellistica, considerando il comportamento climatico e la distribuzione degli inquinanti a partire dai dati di monitoraggio e dalla individuazione delle principali sorgenti dirette, il piano ha operato la suddivisione del territorio in zone omogenee ed effettuata una prima caratterizzazione. Si evidenzia che nell'area di studio è presente una stazione di monitoraggio a Genga che mappa la qualità dell'aria e l'ozono.

- uno scenario tendenziale, elaborato sulla base dell'analisi dell'andamento previsionale dei principali indicatori delle attività responsabili delle emissioni;
- gli obiettivi e le misure per macrosettori, nonché il monitoraggio per la verifica dell'efficacia delle azioni previste e l'eventuale modifica delle stesse

Per quanto di interesse per il progetto in esame è da evidenziare che *il Piano di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria ambiente* riporta negli scenari di assetto infrastrutturale considerati, e specificatamente per quanto riguarda il sistema ferroviario, le seguenti indicazioni:

Misura 07.01: Interventi per ridurre traffico veicolare

07.01.03 parcheggi di scambio

07.01.05 nuove fermate ferroviarie

Effetto atteso: riduzione mobilità privata a favore di mobilità pubblica

Misura 07.02: Rinnovo Materiale Rotabile per TPL

07.03.01 Contributo per l'acquisto di nuovi treni regionali

07.03.02 acquisto materiale rotabile ferroviario

Effetto atteso: riduzione mobilità privata a favore di mobilità pubblica+

07.03.03 Elettrificazione della linea ferroviaria Ascoli Piceno - Porto d'Ascoli

Effetto atteso: riduzione emissioni da TPL

- uno scenario tendenziale, elaborato sulla base degli effetti delle misure sulla limitazione o controllo delle emissioni che derivano dal quadro delle norme e dei provvedimenti.

La zonizzazione come detto distingue: la *zona costiera e valliva* e la *zona collinare e montana* che comprende, per quanto di interesse le stazioni di riferimento per la definizione dei valori di fondo del contesto sono la stazione di Fabriano e Genga, ognuna rappresentativa di un ambito.

Tabella 6-20 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il PM10 dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media del periodo (V.L. annuo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)				N° Superamenti (V.L. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte anno)			
				2018	2017	2016	2015	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	58.4	24	20	24	19	3	6	11	5
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	64.4	20	14	15	17	2	0	0	1

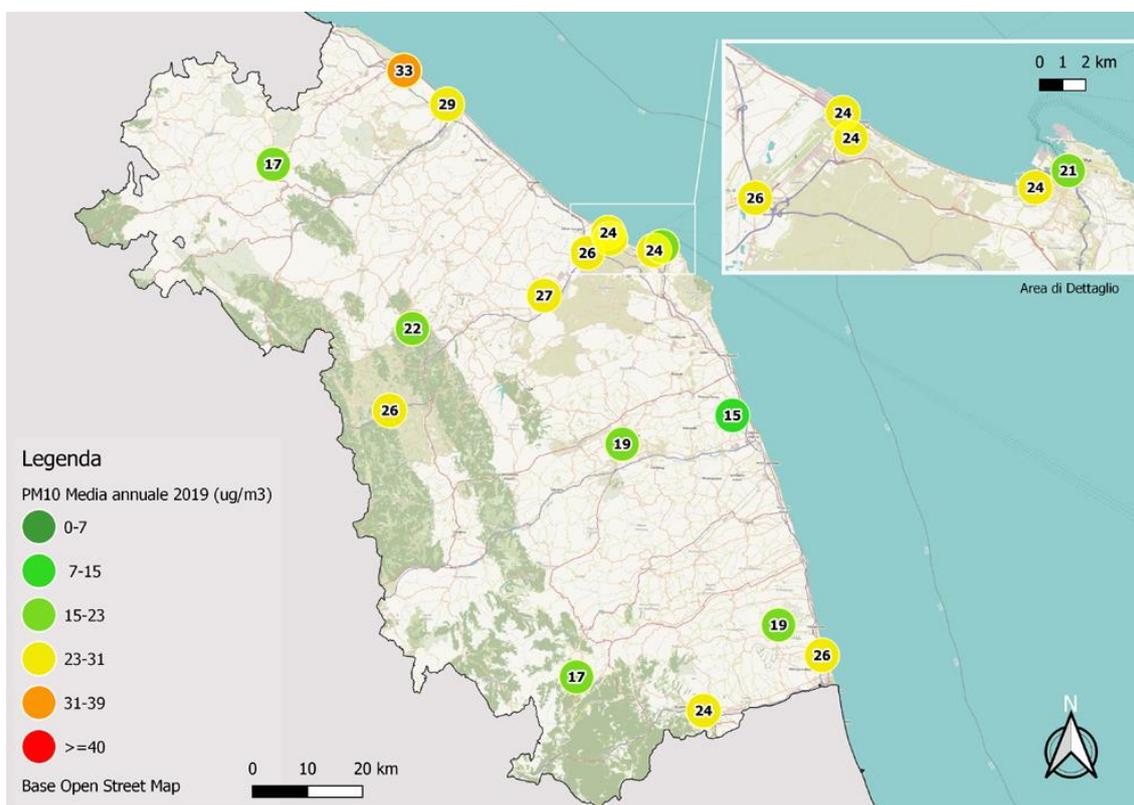


Figura 6-22 Sintesi delle medie annuale di PM10 registrate nel 2019 dalla rete regionale

Tabella 6-21 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il PM2.5 dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Valore max 24h µg/m ³				Media annuale (Valore Limite 25 µg/m ³)			
			2018	2017	2016	2015	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	40.0 (06/12)	40,8 (22/01)	45,1 (24/01)	43,5 (07/01)	14	11	11	11
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	43.4 (13/10)	29,2 (14/07)	29,2 (22/01)	38,7 (27/10)	12	8	8	11

Tabella 6-22 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il C6H6 dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo Stazione	Tipo Zona	Valore Max h24 µg/m ³				Media Anno Valore Limite 5 µg/m ³			
			2018	2017	2016	2015	2018	2017	2016	2015
Anno										
Genga – Parco Gola della Rossa (**)	F	R	\	0.8 (25/01)	1.7 (02/01)	1.6 (30/10)	\	0.4	0.4	0.5

Tabella 6-23 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il CO dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Max media giornaliera su 8h mg/m ³				Superamenti (Valore Limite 10 mg/m ³)			
			2018	2017	2016	2015	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	1.5 (25/11)	2.5 (23/12)	1.9 (24/01)	2.0 (02/01)	0	0	0	0
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	0.9 (12/01)	0.8 (21/01)	0.9 (16/02)	1.3 (25/01)	0	0	0	0

Tabella 6-24 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il SO2 dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Valore Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Superamenti VL orario ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da non superare più di 24 volte per anno	Valore Max h24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
			2018	2017	2016	2015		2018-2015	2018	2017	2016
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	12	9	5	15	0	7 (21/08)	5 (01/01)	4 (22/12)	10 (10/09)

Tabella 6-25 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il O3 dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Max giornaliero media mobile 8h (V.L. $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	N. Superamenti per anno civile (non più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni)				N° Superamenti del Valore Limite Soglia di Informazione $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
				2018	2017	2016	2015	2018	2017	2016	2015
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	143 (30/07)	23	40	0	35	0	0	0	0

Tabella 6-26 Report dei dati registrati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Marche per il NO2 dal 2015 al 2018

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Valore max h ($\mu\text{g}/\text{mc}$) data	Media del periodo (V.L. annuo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)				N° Superamenti (V.L. $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - come media oraria) da non superare più di 18 volte anno			
				2018	2017	2016	2015	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	80.0 (26/03)	20	19	21	25	0	0	0	0
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	53 (11/01)	6	7	7	6	0	0	0	0

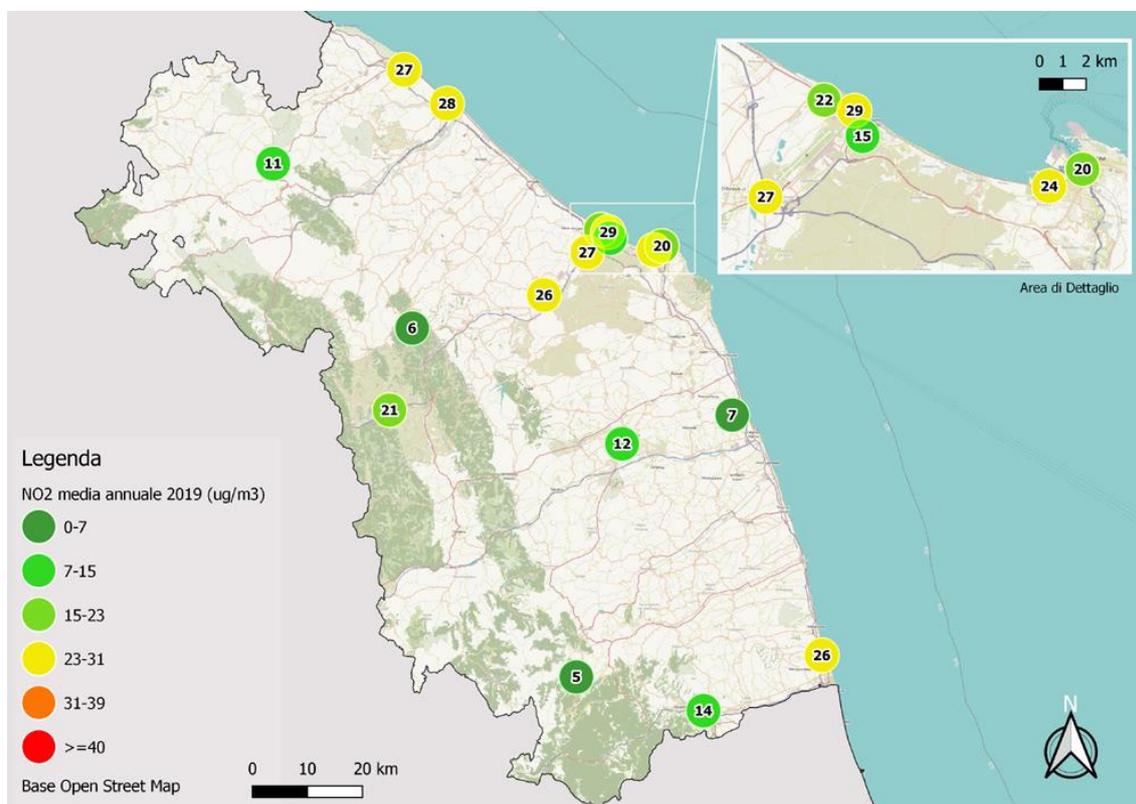


Figura 6-23 Sintesi delle medie annuali di NO₂ registrate nel 2019 dalla rete regionale

6.4.1.4 Stato della qualità dell'aria ambiente

Di seguito si riportano i dati relativi agli analiti studiati a livello regionale i cui livelli di concentrazione sono stati rilevati dalle stazioni di monitoraggio, elaborati e restituiti nel rapporto regionale di qualità dell'aria nel triennio 2015-2018 con i dati aggiornati al 2019 per quanto attiene NO_x e PM₁₀.

Gli analiti d'interesse per questa trattazione, su tutti quelli indagati dalla rete di monitoraggio, per i quali sono riportati i livelli di concentrazione sono: PM₁₀; PM_{2,5}; NO₂; O₃; C₆H₆; CO; SO₂.

PM₁₀ - Particolato fine

Con il termine PM₁₀ si intende l'insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Il PM₁₀ può penetrare nell'apparato respiratorio, generando impatti sanitari la cui gravità dipende, oltre che dalla quantità, dalla tipologia delle particelle. Si distingue in primario, generato direttamente da una fonte emissiva (antropica o naturale), e secondario, ovvero derivante da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche.

In considerazione dei potenziali danni a carico della salute pubblica, si evidenzia che studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la accentuazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti, inoltre, il particolato agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici.

Le concentrazioni medie annuali registrate tra il 2015 e il 2018 nelle stazioni di monitoraggio non hanno riportato superamenti dei limiti normativi, diversamente per quanto riguarda il limite dei superamenti giornalieri nell'anno che pure superati sono lontani dal raggiungere il valore di soglia normativo.

*Tabella 6-27 Valore più elevato delle concentrazioni registrate per il PM10
riportati nelle stazioni di monitoraggio tra il 2015 e il 2018*

Zona	Stazione	Tipo	Concentrazione media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Superamenti del limite giornaliero nell'anno n.
IT1110	Fabriano IT1694A	Ut	24	11
IT1111	Genga IT1773A	R	20	2
<i>Valore di riferimento</i>			40	35

Uf Fondo urbano

Ut Traffico

SU Suburbano

R Rurale

Come si evidenzia nella tabella sopra riportata, nelle stazioni di rilevamento rappresentative, prossime al corridoio di progetto in esame, la media annuale è riportata significativamente al di sotto del limite normativo.

È altresì da considerare che nel 2019 i valori delle concentrazioni medie annue registrati a Fabriano è pari a circa $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a Genga è pari a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questi ultimi valori sono da considerare a tutti gli effetti, cautelativamente, quali valori di fondo. La stazione di Fabriano è rappresentativa di un contesto di maggiore pressione antropica per cui è da considerare il valore cautelativo rispetto al resto del corridoio esaminato sebbene la stazione di Genga rappresenti più da presso il valore di fondo significativo del fondovalle Esino.

PM_{2,5}- Particolato fine

Si tratta dell'insieme di particelle solide e liquide con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µg date le dimensioni può penetrare l'apparato respiratorio raggiungendone il tratto inferiore. Come il PM₁₀, può avere origine naturale o antropica.

In considerazione dei potenziali danni a carico della salute pubblica, si evidenzia che studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la accentuazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti, inoltre, il particolato agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici.

Le concentrazioni medie annuali registrate tra il 2015 e il 2018 nelle stazioni di monitoraggio non hanno riportato superamenti dei limiti normativi, diversamente per quanto riguarda il limite dei superamenti giornalieri nell'anno che pure superati sono lontani dal raggiungere il valore di soglia normativo.

Tabella 6-28 Valore più elevato delle concentrazioni registrate per il PM_{2.5} riportati nelle stazioni di monitoraggio tra il 2015 e il 2018

Zona	Stazione	Tipo	Concentrazione media annua µg/m ³
IT1110	Fabriano IT1694A	Ut	14
IT1111	Genga IT1773A	R	12
<i>Valore di riferimento</i>			25

Uf Fondo urbano
Ut Traffico
SU Suburbano
R Rurale

Come si evidenzia nella tabella sopra riportata, nelle stazioni di rilevamento rappresentative, prossime al corridoio di progetto in esame, la peggiore delle medie annuali registrate è significativamente al di sotto del limite normativo, è altresì da considerare che la stazione di Fabriano è rappresentativa di un contesto di maggiore pressione antropica per cui è da considerare il valore cautelativo rispetto al resto del corridoio esaminato.

NO₂ - Biossido di azoto

Gli ossidi di azoto, indicati con il simbolo NO_x, tra cui il biossido di azoto NO₂, si formano in prevalenza nei processi dove si ha combustione ad alta temperatura, per lo più sono il sottoprodotto di alcuni processi industriali e degli scarichi dei motori a combustione interna.

In considerazione dei potenziali danni a carico della salute pubblica, si evidenzia che, in relazione alle caratteristiche di tossicità il biossido di azoto è generalmente responsabile di alcune patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni), come il CO, il NO₂ agisce sull'emoglobina, ossidando il ferro in essa contenuto, che riduce sensibilmente o perde la capacità di trasportare ossigeno.

Le concentrazioni medie annuali registrate tra il 2015 e il 2018 nelle stazioni di monitoraggio non hanno riportato superamenti dei limiti normativi, analogamente per quanto riguarda il limite dei superamenti della media oraria.

Tabella 6-29 Valore più elevato delle concentrazioni registrate per il NO₂ riportati nelle stazioni di monitoraggio tra il 2015 e il 2018

Zona	Stazione	Tipo	Concentrazione media annua µg/m ³	Superamenti del valore 200 µg/m ³ da non superare n.
IT1110	Fabriano IT1694A	Ut	25	0
IT1111	Genga IT1773A	R	7	0
<i>Valore di riferimento</i>			<i>40</i>	<i>18</i>

Uf Fondo urbano

Ut Traffico

SU Suburbano

R Rurale

Come si evidenzia nella tabella sopra riportata, nelle stazioni di rilevamento rappresentative, prossime al corridoio di progetto in esame, la media annuale è riportata significativamente al di sotto del limite normativo; assenti anche i superamenti del valore 200 µg/m³.

La stazione di Fabriano è rappresentativa di un contesto di maggiore pressione antropica per cui è da considerare il valore cautelativo rispetto al resto del corridoio esaminato sebbene la stazione di Genga rappresenti più da presso il valore di fondo significativo del fondovalle Esino e degli ambienti naturali.

Si evidenzia che il livello critico per la protezione della vegetazione per cui è fissato a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il valore soglia della media annuale, nella stazione di Genga fa registrare valori inferiori nell'ordine del 75% circa.

O₃ - Ozono

Si tratta di un inquinante secondario che si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche tra altre sostanze (tra cui gli ossidi di azoto e i composti organici volatili). Poiché il processo di formazione dell'ozono è catalizzato dalla radiazione solare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree soggette a forte irraggiamento e nei mesi più caldi dell'anno

Il D.Lgs. 155/2010, oltre alle *Soglie di informazione e allarme*, fissa anche valori obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione.

Considerando i valori di ozono registrati nella stazione di Genga, nel periodo tra il 2015 e il 2018, in alcuni anni risultano superamenti del limite normativo riguardante il numero dei superamenti per anno civile per i quali il valore soglia è fatto pari a 25 giorni l'anno considerando questo come valore medio su 3 anni. La *Soglia di informazione* relativo alla massima media oraria, e per il quale è previsto un valore di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non risulta mai superata essendo il valore massimo registrato nel periodo di osservazione pari a $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$

C₆H₆ – Benzene

È un idrocarburo aromatico che, a temperatura ambiente, si presenta come un liquido incolore, dall'odore dolciastro.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico dei veicoli a motore circa il 70% di tutte le fonti, in particolare di quelli alimentati a benzina i quali producono benzene dalla combustione incompleta o per evaporazione da idrocarburi.

In considerazione dei potenziali danni a carico della salute pubblica, è accertato che il benzene sia una sostanza cancerogena e che possa provocare danni acuti al midollo osseo in caso di esposizione a concentrazioni elevate; in caso di esposizione cronica può causare la leucemia.

Le concentrazioni medie annuali registrate tra il 2015 e il 2018 nella stazione di Genga, nel periodo tra il 2015 e il 2018 non hanno riportato superamenti dei limiti normativi, analogamente per quanto riguarda il limite dei superamenti della media oraria.

*Tabella 6-30 Valore più elevato delle concentrazioni registrate per il C₆H₆
riportati nelle stazioni di monitoraggio tra il 2015 e il 2018*

Zona	Stazione	Tipo	Concentrazione media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore massimo giornaliero su 24h $\mu\text{g}/\text{m}^3$
IT1110	Fabriano IT1694A	Ut	-	-
IT1111	Genga IT1773A	R	0,5	1,7
<i>Valore di riferimento</i>			5	

Uf Fondo urbano
Ut Traffico
SU Suburbano
R Rurale

Nella stazione di Genga, nel periodo tra il 2015 e il 2018, la concentrazione media annua è riportata significativamente al di sotto del limite normativo. È da evidenziare che con la promulgazione dei provvedimenti europei che limitano le emissioni dei veicoli a motore di nuova produzione, da diversi anni vi è un costante trend in diminuzione della concentrazione di benzene nell'atmosfera ambiente.

CO - Monossido di carbonio

Si tratta di una sostanza gassosa che si forma nei processi di combustione incompleta di materiale organico come accade, ad esempio, nei motori degli autoveicoli e in alcuni processi industriali. Il monossido di carbonio può risultare pericoloso per la salute umana fino ad essere letale per la capacità di legarsi con l'emoglobina nel sangue e formare complessi più stabili di quelli costituiti tra emoglobina e ossigeno impedendone il trasporto nel sangue riducendo significativamente l'apporto agli organi vitali fino a provocare la morte. Le concentrazioni medie annuali registrate tra il 2015 e il 2018 nelle stazioni di monitoraggio non hanno riportato superamenti dei limiti normativi, analogamente per quanto riguarda il limite dei superamenti della media oraria.

*Tabella 6-31 Valore più elevato delle concentrazioni registrate per il CO
riportati nelle stazioni di monitoraggio tra il 2015 e il 2018*

Zona	Stazione	Tipo	Valore massimo della media giornaliera su 8h $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Superamenti del valore massimo n.
IT1110	Fabriano IT1694A	Ut	2.5	0
IT1111	Genga IT1773A	R	1.3	0

Valore di riferimento	10	-
-----------------------	----	---

Uf	Fondo urbano
Ut	Traffico
SU	Suburbano
R	Rurale

Come si evidenzia nella tabella sopra riportata, nelle stazioni di rilevamento rappresentative, prossime al corridoio di progetto in esame, il peggiore dei valori massimi della media giornaliera su 8h registrato è significativamente al di sotto del limite normativo, è altresì da considerare che la stazione di Fabriano è rappresentativa di un contesto di maggiore pressione antropica per cui è da considerare il valore cautelativo rispetto al resto del corridoio esaminato.

SO₂ - Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo, o Anidride Solforosa è un gas incolore, facilmente solubile in acqua, deriva dalla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo, l'ossidazione porta alla formazione di acido solforoso e solforico. Si produce in natura da fonti quali ad esempio i vulcani. Le emissioni antropogeniche sono invece riferibili al riscaldamento domestico, ad alcuni processi di generazione energetica, tipicamente le centrali termoelettriche, dalla combustione di idrocarburi nei veicoli a motore in particolare riguardano combustioni di carburanti che contengono zolfo, dalle industrie metallurgiche, inceneritori, dagli impianti per la produzione della plastica.

Il miglioramento delle prestazioni ambientali delle tecnologie e dei combustibili, nel tempo ha contenuto di zolfo nei combustibili e sensibilmente diminuito, portando i livelli di SO₂ in area ambiente a livelli estremamente bassi.

In termini epidemiologici causa irritazioni a pelle e occhi, nonché problemi alle vie respiratorie, fino a portare all'asfissia in caso di inalazione oltre i limiti di tolleranza.

Data la natura dell'inquinante, questo viene monitorato, in genere nelle maggiori aree industriali, in ogni caso, a livello regionale nell'anno di riferimento non sono rilevati superamenti del limite normativo per quanto riguarda il valore limite giornaliero e la media oraria.

Tabella 6-32 Valore più elevato delle concentrazioni registrate per il SO₂ riportati nelle stazioni di monitoraggio tra il 2015 e il 2018

Zona	Stazione	Tipo	Massima media giornaliera dell'anno	Massima media oraria	Superamenti del valore 350 µg/m ³ da non superare

			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.
IT1110	Fabriano IT1694A	Ut	-	-	-
IT1111	Genga IT1773A	R	10	15	0
<i>Valore di riferimento</i>			125	350	24

Uf Fondo urbano

Ut Traffico

SU Suburbano

R Rurale

Come si evidenzia nella tabella sopra riportata, nelle stazioni di rilevamento rappresentative, prossime al corridoio di progetto in esame, i valori registrati sono sempre significativamente al di sotto del limite normativo. È altresì da considerare che la stazione di Genga è rappresentativa di un contesto di maggiore naturalità e che anche il Livello critico per la protezione della vegetazione, pari a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ inteso come media annuale non risulta superato.

6.4.1.5 Emissioni di gas serra

È ormai condiviso che i cambiamenti climatici rendano preoccupante lo stato dell'ambiente e la qualità della vita per come la conosciamo. Le cause principali di tali cambiamenti a cui si può fare riferimento sono sia naturali che dovute all'esercizio delle attività umane al di fuori dei parametri di resilienza del contesto ambientale.

Relativamente alle cause naturali, è noto che, nel corso della storia della Terra, si siano registrate diverse variazioni del clima che hanno condotto il pianeta attraverso l'alternanza di ere glaciali ed interglaciali. Queste variazioni sono riconducibili principalmente a mutamenti periodici dell'assetto orbitale del nostro pianeta con perturbazioni dovute all'andamento periodico dell'attività solare e alle eruzioni vulcaniche, a cui corrispondono maggiori emissioni di CO_2 ; e di polveri in atmosfera.

Le principali cause naturali dell'inquinamento atmosferico sono da attribuire nello specifico: alle eruzioni vulcaniche che emettono nell'atmosfera, oltre al vapor d'acqua, diversi gas tra i quali CO_2 , HCl, H_2S ; agli incendi boschivi che oltre a CO_2 e H_2O riversano nell'atmosfera fumo; agli effetti provocati dall'erosione del vento sulle rocce con formazione di polveri (piogge di sabbia nei deserti); alla decomposizione batterica di vari materiali organici che possono generare sostanze maleodoranti come ammine alifatiche e mercaptani e alle scariche elettriche che avvengono durante i temporali, che possono dare origine a ossidi di azoto e di ozono.

A partire dal XX secolo il cambiamento climatico, ed in particolare l'innalzamento delle temperature, viene ricondotto a cause prevalentemente antropiche, ovvero agli effetti prodotti dalle attività umane sul quadro delle immissioni globali. Con il termine di *riscaldamento globale* s'intende, infatti, proprio il fenomeno di incremento delle temperature medie della superficie terrestre, riconducibile a cause prettamente antropiche.

Le cause provocate dalle attività dell'uomo che hanno cambiato nel corso degli anni le capacità termiche dell'atmosfera introducendo fattori che sono stati capaci di spostare l'equilibrio naturale esistente e le naturali fluttuazioni di questo equilibrio, generando, di fatto, un "effetto serra" aggiuntivo a quello naturale.

Se è pur vero, quindi, che nel passato il clima è cambiato naturalmente, i repentini cambiamenti climatici che si sono verificati negli ultimi anni sembrano essere causati in modo sempre più evidente dall'inquinamento atmosferico, ovvero dall'alterazione della composizione naturale dell'aria per il crescente aumento di sostanze inquinanti, in parte di origine naturale, ma prevalentemente di origine antropica, immesse nell'atmosfera, che mettono a serio rischio non solo la salute umana, ma anche tutte le specie viventi e gli ecosistemi negli assetti così come li conosciamo e, a lungo termine, la stessa conservazione del pianeta.

Recenti dati riportano che l'aumento della temperatura che si è già verificato, comincia a essere di notevole rilevanza, paragonabile a quello delle più grandi variazioni climatiche della storia della Terra e si sta manifestando con una velocità assolutamente straordinaria.

L'aumento delle temperature comporta effetti, già parzialmente in atto, come la diminuzione delle precipitazioni annue, gli incendi più estesi, la siccità, il collasso dei ghiacciai, l'aumento del livello del mare, la desertificazione, la diffusione di malattie, il collasso di ecosistemi e le migrazioni di massa. A livello meteorologico, è già in atto il processo di rarefazione delle precipitazioni annue. Ad un aumento di temperatura corrisponde un aumento dell'evaporazione ed una maggiore difficoltà nella trasformazione del vapore acqueo in gocce di pioggia. Questa tendenza è soprattutto comune a tutta la fascia del globo compresa tra l'equatore e i 45 gradi di latitudine circa. Nonostante le precipitazioni annue siano diminuite, paradossalmente, quando piove, piove in modo più intenso. Questo processo determina forti e violente precipitazioni che provocano alluvioni, frane, inondazioni e altri dissesti idrogeologici.

Nell'ultimo secolo, infatti, il livello del mare è aumentato sia a causa dell'espansione termica che dello scioglimento dei ghiacciai continentali e montani. Il continuo aumento del livello dell'acqua comporterà maggiori rischi per i centri abitati in vicinanza delle zone costiere europee del Mediterraneo, mentre nelle zone dell'Atlantico porterà a un aumento dell'intensità degli uragani e si

potrebbe verificare una contaminazione delle falde acquifere potabili. Diverse specie animali e vegetali saranno compromesse a causa delle scarse capacità di adattamento al clima e solo una minoranza ne trarrà vantaggi, cioè quelle molto adattabili che non sono a rischio di estinzione. Questo provocherà perdita delle biodiversità esistenti e l'insediamento di nuove, con la formazione di nuovi ecosistemi.

Stante tali considerazioni, risulta evidente come l'aria e il clima influenzino lo stato di salute di tutti gli esseri viventi. Tra i rischi maggiori previsti si sottolinea la diffusione di malattie infettive, poiché eventuali siccità o inondazioni potrebbero creare le condizioni ideali per il proliferare di parassiti, batteri e virus. Un'aria più pulita ridurrebbe l'incidenza di malattie delle vie respiratorie, del sistema immunitario, cardiocircolatorio e il rischio di tumori.

Per tali ragioni è sempre più necessario affrontare in maniera efficace il problema in modo da rimediare e/o evitare i gravi effetti causati dai cambiamenti climatici.

Rispetto alla tematica in esame, i lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC insistono nell'affermare che, a fronte delle molteplici azioni oggi intraprese per gestire gli effetti connessi alla variabilità climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, tali effetti siano comunque inevitabili. Gli studi condotti dall'IPCC evidenziano, inoltre, come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature, le emissioni di CO₂ e il livello dei mari continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su specifiche aree del Pianeta.

La maggior parte degli esperti riconducono il riscaldamento globale, prevalentemente, all'aumento delle concentrazioni di gas a effetto serra, ed in particolare alla CO₂, nell'atmosfera dovuto alle emissioni antropogeniche.

In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs).

Come affermato dalla Comunità Europea, la CO₂ in particolare è un gas serra prodotto soprattutto dall'attività umana ed è responsabile del 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo. La sua concentrazione nell'atmosfera supera attualmente del 40% il livello registrato agli inizi dell'era industriale. L'attività dell'uomo negli ultimi secoli ha, infatti, incrementato l'ammontare di gas serra nell'atmosfera modificando l'equilibrio radiativo e la partizione energetica superficiale.

I principali responsabili di un incremento globale dell'anidride carbonica sono i combustibili fossili che vengono bruciati dall'uomo per produrre energia, utilizzata per soddisfare i consumi di elettricità e riscaldamento e per il settore dei trasporti.

Anche la deforestazione contribuisce all'aumento di CO₂ nell'atmosfera: le foreste, infatti, specialmente quelle tropicali, hanno la funzione di assorbire e trattenere l'anidride carbonica; perciò la loro distruzione, oltre ad impedire il regolare assorbimento, libera nell'aria ulteriore anidride carbonica contenuta nel legno.

Sulla base di quanto fin qui esposto risulta evidente come gli esperti sulla tematica siano d'accordo nell'affermare che la causa principale del cambiamento climatico sia dovuta all'incremento di emissioni di CO₂ e altri gas serra generati dalle attività antropiche.

I dati ISPRA

L'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è responsabile della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. L'inventario viene correntemente utilizzato per verificare il rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Attraverso i dati forniti dall'ISPRA sulle emissioni, è possibile ricavare lo specifico set di dati relativi ai gas ad effetto serra, ed in particolare di CO₂, generate da tutte le sorgenti ferroviarie presenti sul territorio nazionale, al fine di valutare l'apporto emissivo del settore trasportistico.

Dall'Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera è stato possibile individuare i valori medi annui delle emissioni di CO₂ generate dal settore "Railway", nonché un trend rappresentativo di tali emissioni negli anni monitorati (dal 1990 al 2017). Il grafico seguente riporta i valori di emissione di CO₂ medi, generati dalle sorgenti ferroviarie, per ogni anno di riferimento.

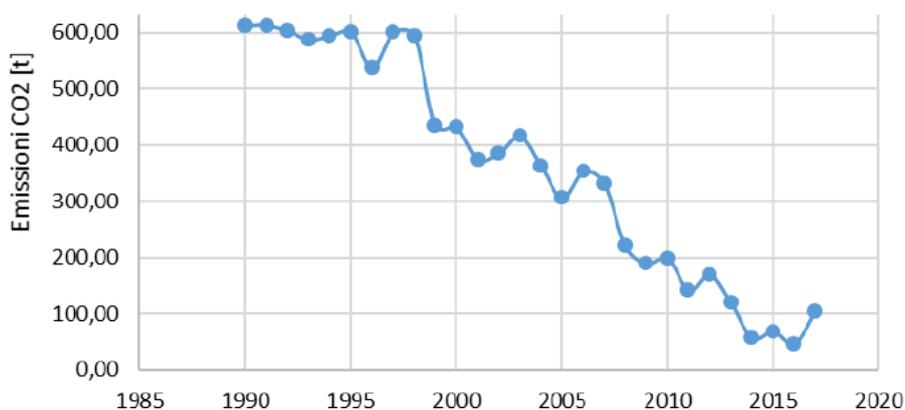


Figura 6-24 Valori di emissione di CO₂ medi annui

(Fonte: elaborazione dati ISPRA - Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera) – Sorgente ferroviaria

Dal grafico sopra riportato è possibile individuare un trend decrescente e ben definito delle emissioni di CO₂ durante il periodo di riferimento.

Si può notare, che dal 1990 al 1998 le emissioni rimangono pressoché costanti intorno alle 600 t, con un minimo nel 1996 in cui le emissioni scendono sotto le 550 t, per poi decrescere ulteriormente fino all'anno 2016 arrivando ad un valore emissivo di CO₂ pari a 48 t. Nel 2017, invece, si registra una leggera crescita, che porta il valore delle emissioni a 100 t. Tale andamento decrescente negli ultimi anni potrebbe essere spiegato dal fatto che in campo ferroviario le nuove tecnologie garantiscono sempre più la riduzione di emissioni di CO₂ nonostante queste siano sempre state irrisorie in questo campo.

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

Tabella 6-33 Peso percentuale delle emissioni del settore "Railway" rispetto alle emissioni del settore "Transport" dati ISPRA - Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera

Anno	Transport	Domestic aviation	Road transportation	Railways	Domestic navigation	Other transportation
1990	100313,26	1,49	92,04	0,61	5,45	0,41
1991	102827,95	1,42	91,70	0,60	5,71	0,57
1992	107814,42	1,43	92,16	0,56	5,26	0,59
1993	109409,23	1,40	92,61	0,54	4,96	0,50
1994	109104,00	1,44	92,74	0,54	4,83	0,44
1995	111502,54	1,42	92,83	0,54	4,63	0,57
1996	112922,18	1,64	92,21	0,48	5,14	0,53
1997	114666,59	1,79	92,07	0,52	5,24	0,37
1998	118854,50	1,88	92,00	0,50	5,20	0,42
1999	120086,48	2,10	92,03	0,36	4,92	0,58
2000	121400,69	2,24	91,84	0,36	4,86	0,70
2001	123215,33	2,09	92,42	0,30	4,69	0,49
2002	125675,72	2,34	92,43	0,31	4,40	0,52
2003	125869,22	2,41	92,45	0,33	4,38	0,44
2004	127652,38	2,27	92,61	0,28	4,27	0,56
2005	126554,86	2,24	92,50	0,24	4,31	0,70
2006	127829,19	2,28	92,51	0,28	4,11	0,82

2007	127964,00	2,42	92,80	0,26	3,92	0,60
2008	121032,99	2,49	92,47	0,18	4,10	0,76
2009	115479,94	2,51	92,42	0,16	4,17	0,73
2010	113952,78	2,59	91,67	0,17	4,61	0,96
2011	112930,52	2,49	92,44	0,13	4,33	0,61
2012	105313,86	2,43	92,63	0,16	4,10	0,68
2013	102655,19	2,23	93,01	0,12	4,00	0,64
2014	107465,17	2,13	93,55	0,05	3,80	0,47
2015	104854,87	2,06	93,62	0,07	3,73	0,53
2016	102002,18	2,11	93,37	0,05	3,81	0,66
2017	98391,43	2,26	92,89	0,11	3,98	0,77

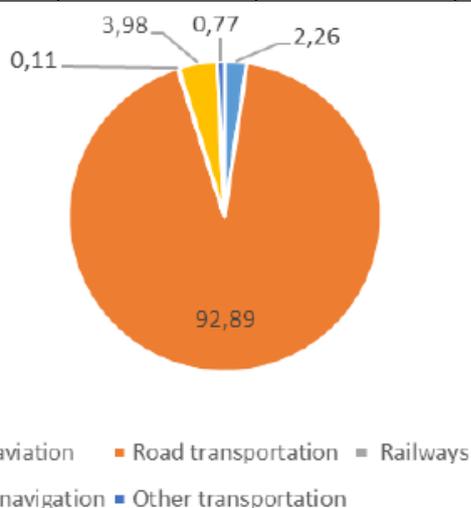


Figura 6-25 Peso percentuale di emissione di CO2 rispetto alle emissioni totali- Anno 2017 annui

Come si vede nelle tabelle che seguono, negli effetti la riduzione del consumo di combustibile diesel e la progressiva copertura della trazione elettrica sulle linee ferroviarie ha dato luogo ad una significativa riduzione del quadro delle immissioni in atmosfera da parte del comparto railways.

Tabella 6-34 Consumo di combustibile Diesel nel settore ferroviario, dal 1990 al 2018

Rapporto ISPRA 2020 Italian Emission Inventory 1990-2018

Consumptions and Emissions for NFR Subsector 1.A.3.c	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Diesel Consumption (TJ)	8,370.25	8,199.43	5,850.63	4,142.42	2,690.44	939.52	640.58	1,409.28	1,879.04

Tabella 6-35 Quadro delle emissioni nel settore ferroviario, dal 1990 al 2018

Rapporto ISPRA 2020 Italian Emission Inventory 1990-2018

Consumptions and Emissions for NFR Subsector 1.A.3.c	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Emissions from diesel trains (Gg)									
NO _x	10.27	10.06	7.18	5.08	3.24	1.00	0.67	1.43	1.85
NMVOG	0.91	0.89	0.64	0.45	0.29	0.09	0.06	0.13	0.18
SO _x	1.18	0.77	0.08	0.01	0.001	0.0003	0.0002	0.001	0.001
NH ₃	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0004	0.0002	0.0001	0.0002	0.0003
PM2.5	0.28	0.28	0.20	0.14	0.08	0.03	0.02	0.04	0.05
PM10	0.28	0.28	0.20	0.14	0.09	0.03	0.02	0.04	0.05
TSP	0.29	0.28	0.20	0.14	0.09	0.03	0.02	0.04	0.05
BC	0.18	0.18	0.13	0.09	0.06	0.02	0.01	0.03	0.03
CO	2.10	2.05	1.47	1.04	0.67	0.24	0.16	0.35	0.47

Come si è evidenziato il trasporto ferroviario può fornire un importante contributo in merito alla riduzione dei gas clima alteranti.

Sotto il profilo energetico e delle emissioni, il trasporto su ferro elettrificato, oltre a essere molto più efficiente del trasporto su gomma, può anche beneficiare di un mix elettrico nazionale che impiega sempre più fonti rinnovabili (oltre il 30% in Italia).

Il Gruppo FS Italiane considerando la qualità ambientale un asset primario si è impegnata affinché le emissioni specifiche in atmosfera, a livello globale, derivanti dall'attività ferroviaria siano ridotte del 50% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990, e parallelamente siano incrementati i volumi di traffico su rotaia. Il percorso strategico di sostenibilità di lungo periodo, per il 2050 mira all'obiettivo di rendere il settore *carbon neutral*, in riferimento sia all'energia acquistata sia a quella autoprodotta dalle società del Gruppo (inclusa l'energia da trazione su ferro e su gomma) e usata per gli impianti fissi (officine, stazioni, uffici, gallerie, strade). Contestualmente sono stati stabiliti target per stimolare la mobilità e incrementare lo shift modale

- a favore del trasporto collettivo, del 15% entro il 2050, disincentivando l'uso dei mezzi privati,
- per le merci, arrivare a trasportare il 50% dei volumi totali su ferrovia entro il 2050.

Negli ultimi dieci anni, le persone che hanno scelto il treno anziché l'auto per i propri spostamenti per motivi di studio, lavoro, svago e turismo hanno contribuito a ridurre l'emissione di CO₂ nell'atmosfera, con circa 20 milioni di tonnellate di anidride carbonica in meno.



Figura 6-26 Confronto tra il rateo di CO₂ equivalente per passeggero generato dalle differenti modalità di spostamento

Il quadro regionale

La regione Marche nell'ambito delle attività istituzionali concernenti la gestione dell'aria ambiente, attraverso ARPAMarche implementa l'*Inventario regionale delle emissioni di inquinanti in atmosfera*.

A livello complessivo è documentata, dati 2016, una dispersione in atmosfera di gas serra per 5.847.306,5 ton/anno

	Gas a effetto serra	Sostanze acidificanti	PM10	Monossido di carbonio	Microinquinanti metalli	Precursori ozono
Totale Regione	5.847.306,5	30.406,4	4.348,5	32.333,1	4,7	35.322,2
Ancona	2.343.893	14,97	1.456	11.105,3	1,77	15.885,4
Ascoli Piceno	691.957	2,6	579	4.342,2	0,38	3.763,3
Fermo	587.751	2,06	460	3.253,4	0,93	2.679
Macerata	853.684	4,9	917	6.550,9	0,88	5.583,4
Pesaro Urbino	1.370.021	5,88	937	7.081,2	0,72	7.411

Figura 6-27 Distribuzione delle quantità di gas clima alteranti immesse in atmosfera per tipologia e provincia – ARPAMarche dati 2016

Nel documento *Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche anno di riferimento 2016 agg. 2019*¹³ vengono forniti, tra gli altri, i dati di inventario relativi al

¹³ UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE, Dipartimento Di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche - Gruppo di Ricerca Analisi Ambientali in Aria: *Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche anno di riferimento 2016 aggiornamento al giugno 2019*

Macrosettore 8 - Altre sorgenti mobile e macchinari, il macrosettore rappresenta tutte le emissioni dovute alle sorgenti mobili non stradali ovvero il trasporto ferroviario, la navigazione interna, il traffico marittimo, quello aereo, i mezzi agricoli, forestali, quelli legati alle attività di giardinaggio e i mezzi industriali o di cantiere.

A livello provinciale aggregato le quantità emesse sono di seguito riportate:

Tabella 6-36 Emissioni provinciali in Mg/anno dal Macrosettore 8 nella provincia di Ancona
 [Mg/anno]

Provincia	CH ₄	CO	N ₂ O	CO ₂	NH ₃	covnm	NO _x	SO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	Metalli
Ancona	1,29	404,8	2,90	-	3,34	139,83	3.216,63	355,99	85,15	74,9	0,12

Per il settore ferroviario sono stimati i seguenti fattori:

Tabella 6-37 Fattori emissivi per il solo settore ferroviario kg/mg - codice SNAP 80200

Provincia	CH ₄	CO	N ₂ O	CO ₂	NH ₃	covnm	NO _x	SO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	Metalli
Ancona	-	10,7	-	-	0,007	4,65	52,4	-	*	-	-

*Treno Regionale 0,24

*Treno suburbano 0,48

*Treno merci 2,9

Tabella 6-38 Emissioni dal settore Ferrovie dovute alle locomotive diesel, polveri da attrito e da risollevaramento nella Provincia di Ancona [Mg/anno]

CO	NH ₃	NO _x	PM ₁₀	metalli
1,41	3,24	15,88	5,24	0,00086

A livello comunale, in relazione ai territorio di interesse per il lotto in esame, il dato è disaggregato come riportato nella tabella che segue.

Tabella 6-39 Emissioni in Mg/anno per tutti gli inquinanti per singolo comune prodotti nel macrosettore 8
 [Mg/anno]

Comune	CH ₄	CO	N ₂ O	CO ₂	NH ₃	covnm	NO _x	SO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Fabriano	0,066	9,68	0,103	9,68	2,296	2,68	37,28	-	0,95	0,93
Genga	0,011	1,40	0,017	1,40	0,001	0,43	4,21	-	1,80	1,77
S.S. Quirico	0,019	2,48	0,029	2,48	0,002	0,77	7,45	-	0,11	0,11

In grigio sono evidenziati gli analiti per i quali la circolazione ferroviaria non stima effetti

Per quanto riguarda la quantità di inquinanti immessa in atmosfera, per gli analiti con attinenza nel settore ferroviario SNAP 80200 il contributo dei territori comunali rispetto al contesto provinciale, è nell'ordine compreso tra lo 0,1% e 2,4% con un unico importante contributo dal Comune di Fabriano dove il NH₃ risulta essere circa il 70% del contributo provinciale.

Considerando semplificativamente il contributo del settore ferroviario una percentuale del valore complessivo dell'immissione sul territorio provinciale, per singolo analita, e il rateo uguale per tutto il territorio della provincia è possibile grossolanamente stilare una stima del contributo delle *emissioni dal settore Ferrovie dovute alle locomotive diesel, polveri da attrito e da risollevarimento* nei territori comunali. I dati elaborati sono riportati nella tabella che segue:

Tabella 6-40 Emissioni dal settore Ferrovie dovute alle locomotive diesel, polveri da attrito e da risollevarimento nei territori dei comuni interessati dalla linea in progetto [Mg/anno]

Comune	CO	NH ₃	NO _x	PM ₁₀
Fabriano	0,034	2,227	0,184	0,058
Genga	0,005	0,001	0,021	0,111
S.S. Quirico	0,009	0,002	0,037	0,007

6.4.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Al fine di caratterizzare correttamente il dominio spaziale e temporale per configurare le simulazioni per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria durante le lavorazioni, si è proceduto allo studio delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri in programma;
- Cronoprogramma delle fasi e lavorazioni;
- Elaborati tecnici di progetto.

Le valutazioni effettuate, che si approssimano a favore di sicurezza, hanno permesso di individuare sull'intero arco temporale del P. L. dell'opera oggetto di studio, quello che è da considerarsi *l'anno tipo*, che identifica il periodo di potenziale massimo impatto sulle matrici ambientali ed in particolare sulla qualità dell'aria per le emissioni di polveri e gas.

Nei seguenti paragrafi si dettagliano le caratteristiche dei cantieri e la stima delle emissioni di polveri e gas necessarie alle simulazioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

6.4.2.1 Descrizione degli impatti potenziali

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- polveri: PM₁₀ (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare NO_x).

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- dalle attività di movimento terra (scavi delle gallerie e realizzazione rilevati);
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulle piste di cantiere.

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato verso l'esterno.

6.4.2.2 Inquinanti considerati nell'analisi modellistica

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali, ed il transito di mezzi meccanici ed automezzi utilizzati per tali attività, possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti.

In particolare nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- **polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM₁₀, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);**
- **ossidi di azoto (NO_x).**

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente. In particolare, con riferimento agli ossidi di azoto (NO_x) è necessario fare delle precisazioni, per le quali si rimanda al paragrafo successivo.

Tuttavia, come precedentemente indicato, l'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

Meccanismi di formazione del biossido di azoto

Gli ossidi di azoto NO_x sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO₂, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NO_x e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N₂ e O₂) comunemente presenti in atmosfera.

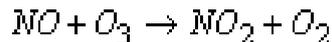
L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NO_x) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

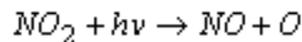
Il meccanismo di formazione secondaria di NO₂ dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO₂ (produzione di origine

secondaria) in presenza di ozono (O₃). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

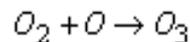
- l'O₃ reagisce con l'NO emesso per formare NO₂ e O₂



- le molecole di NO₂ presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni hv di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO₂ producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.



- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O₂ presenti in aria per generare ozono (O₃) che quindi è un inquinante secondario:



Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria.

Tuttavia in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO₂, con conseguente accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera.

I fattori di emissione per gli ossidi di azoto forniti dagli inventari delle emissioni sono espressi in termini di NO_x e non NO₂. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO₂ e non come NO_x.

L'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_x. E' difficile prevedere la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O₃) e di luce. Inoltre i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Al fine di potersi rapportare ai limiti normativi vigenti e quindi di individuare la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x si è fatto riferimento a quanto riportato dall' Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) delle seguenti Regioni:

- ARPA Toscana¹⁴;
- ARPA Emilia-Romagna¹⁵;
- ARPA Valle d'Aosta¹⁶;
- ARPA Lazio¹⁷.

Secondo tali studi, si può ritenere che la produzione di NO₂ sia pari al 10% dell'ossido di azoto complessivamente generato. Nel caso specifico, in via del tutto cautelativa, il rapporto NO₂/NO_x è stato assunto pari 1.

Identificazione delle aree di cantiere e dello scenario di riferimento per le simulazioni

Si riporta di seguito una breve sintesi delle principali informazioni relative alla cantierizzazione che hanno rappresentato i presupposti per l'identificazione delle aree di cantiere a priori potenzialmente interessate da interazioni con la componente atmosfera e per la scelta dello scenario di impatto implementato all'interno del modello numerico.

Assumendo che l'impatto più significativo esercitato dai cantieri sulla componente atmosfera sia generato dal sollevamento di polveri si ritiene che le aree di lavoro più impattanti siano quelle in corrispondenza delle quali avvengono le principali operazioni di scavo e movimentazione dei materiali terrigeni potenzialmente polverulenti e che presentino al loro interno aree per lo stoccaggio in cumulo dei materiali di risulta dalle lavorazioni.

Contestualmente risulta fondamentale l'individuazione degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area interessata dalle operazioni di realizzazione dell'opera e per le quali l'impatto atmosferico risulta maggiormente critico. La significatività dell'esposizione alle polveri prodotte dalle attività di cantiere dipende dalla tipologia e dall'entità di dette attività, per quanto riguarda i parametri

¹⁴ "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria" redatto dall' Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/modellistica-per-la-qualita-dellaria/linee-guida/apat-micrometeorologia.pdf>

¹⁵ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/aria/ossidi_azoto.pdf

¹⁶ <http://www.arpa.vda.it/it/aria/l-inquinamento-atmosferico/2531-l-ozono>

¹⁷ <http://www.arpalazio.net/main/aria/doc/inquinanti/NOX.php>

progettuali, e dalla tipologia e dalla localizzazione dei ricettori, ossia dall'entità di ricettori residenziali/sensibili e dalla distanza che intercorre tra questi e le aree di cantiere in cui avvengono le attività di scotico e di scavo, di movimentazione delle terre e degli inerti, di stoccaggio e di trasporto di detti materiali.

Per quanto riguarda le tipologie di attività/aree di cantiere, sono state prese in considerazione le aree di cantiere di servizio e quelle interessate dalle operazioni di scavo, movimentazione e stoccaggio terre, accumulo e stoccaggio degli inerti provenienti dall'esterno, pertanto:

AREA 1: Cantieri Operativi CO.02 e CO.03, Aree Tecniche AT.01, AT.02 e AT.03 e Area Stoccaggio AS.02

AREA 2: Aree Stoccaggio AS.09 e AS.10, Area Tecnica AT.10

Le suddette aree possono essere considerate rappresentative in termini di emissioni di NO_x e PM₁₀. I risultati ottenuti saranno quindi riportati per tutti gli altri cantieri fissi, considerando omogeneità di macchine, di orari di lavori e di condizioni meteorologiche per la diffusione degli inquinanti.

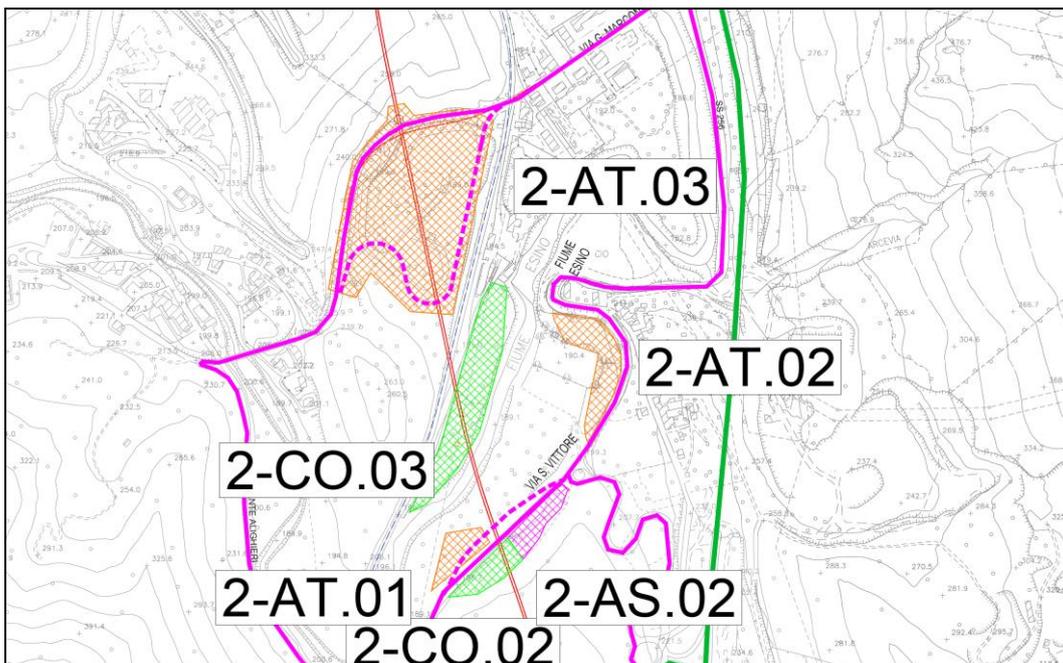


Figura 6-28 Area di valutazione nr. 1, presso la stazione di Genga

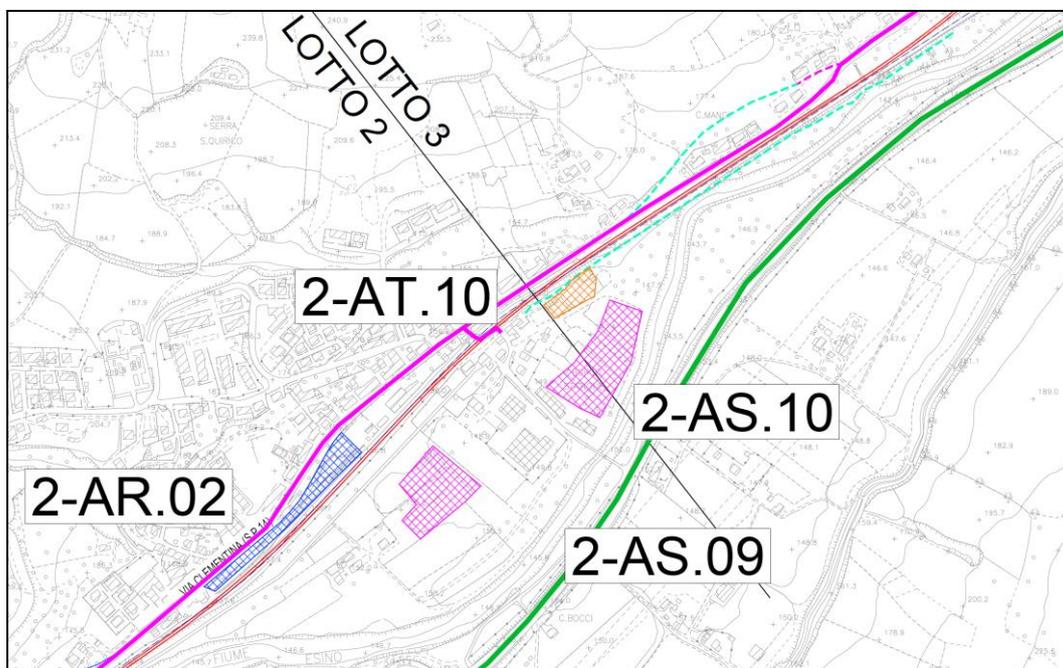


Figura 6-29 Area di valutazione nr. 1, presso la stazione di Serra San Quirico

Analogamente, i risultati sono applicabili alle aree di lavoro dei fronti di avanzamento per la realizzazione delle opere e al cantiere mobile.

Una volta definita l'area di lavoro da valutare, relativamente alla localizzazione in prossimità dei ricettori individuati ed in funzione della tipologia di attività svolta, si è provveduto all'analisi di dettaglio dei due fattori sinergici che contribuiscono alla definizione del cosiddetto scenario di massimo impatto: il cronoprogramma dei lavori e il bilancio dei materiali.

Il cronoprogramma dei lavori consente, infatti, di verificare la durata della singola lavorazione o opera e di valutarne le eventuali sovrapposizioni temporali (e, conseguentemente, le possibili sovrapposizioni degli effetti laddove le aree di lavorazione siano fra loro relativamente vicine e poste all'interno della cosiddetta area di potenziale influenza, soggetta agli impatti cumulativi).

Il bilancio dei materiali consente, di verificare le quantità di materiale movimentato, opportunamente suddivise in materiali di scavo, di demolizione e materiali movimentati.

In tal modo si è dapprima associato il relativo quantitativo di materiale movimentato (espresso nella forma standardizzata sotto forma di mc/g) e successivamente si è provveduto, sulla base del cronoprogramma a verificare, il periodo di durata annuale corrispondente alla sequenza di mesi consecutivi caratterizzati dal maggior quantitativo di materiale movimentato al giorno.

Da ultimo, si è introdotto il criterio finale della localizzazione dell'area di cantiere e della relativa definizione dei domini di calcolo da introdurre all'interno delle simulazioni, aventi caratteristiche omogenee e requisiti dimensionali tali da comprendere, al loro interno, gli interi areali di impatti, definiti come la porzione di territorio compresa all'interno della curva di isoconcentrazione relativa all'incremento di impatto minimamente significativo.

Analizzando in dettaglio il processo valutativo volto alla definizione degli scenari di impatto da verificare mediante l'applicazione modellistica, il primo passo è stato, pertanto, quello di definire, per ciascuna area di cantiere/di lavoro, le volumetrie di materiale movimentato, scavato o approvvigionato nonché la durata delle attività, così da poter definire il volume giornaliero movimentato (indicatore idoneo a rendere fra loro confrontabili le varie aree di cantiere).

Scenario simulazioni modellistiche

Tabella 6-41 Elenco delle aree di cantiere (area di valutazione nr.1)

ID	Descrizione	Superficie Cantiere [mq]
CO.02	Cantiere Operativo	4.000
CO.03	Cantiere Operativo	16.200
AT.01	Area Tecnica	3.900
AT.02	Area Tecnica	8.200
AT.03	Area Tecnica	58.400
AS.02	Area Stoccaggio	3.700

Tabella 6-42 Elenco delle aree di cantiere (area di valutazione nr.2)

ID	Descrizione	Superficie Cantiere [mq]
AT.10	Area Tecnica	2.900
AS.09	Area Stoccaggio	9.600
AS.10	Area Stoccaggio	12.700

Le macchine significative in termini di emissioni sono di seguito riportate per ogni area di cantiere:

Tabella 6-43 Macchine per i Cantieri Operativi

Numero	Macchinari
1	Escavatore
1	Pala gommata
1	Gru leggera
2	Macchina per pali

Tabella 6-44 Macchine per le Aree Stoccaggio e per le Aree Tecniche

Numero	Macchinari
2	Escavatore
2	Pala meccanica
1	Gruppo elettrogeno

Tabella 6-45 Sorgenti emissive areali

Sorgenti emissive areali
Unpaved Roads - Mezzi in transito su strade non pavimentate (EPA AP-13.2.2)
Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-13.2.4)
Wind Erosion - Erosione delle aree di stoccaggio (EPA AP-13.2.5)
Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera (S.C.A.Q.M.D. "Off road mobile Source Emission Factor")

Stima dei fattori di emissione

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agencia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione per le sorgenti di polvere:

- A1. Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
- A2. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
- A3. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5).

Sono state inoltre considerate:

B1. Scarichi dei mezzi di cantiere (intesi come sorgenti di emissione *puntuali* ubicate sull'area di cantiere);

B2. Scarichi dei mezzi di trasporto (intesi come sorgenti di emissione *linear*).

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E_i). Il fattore di emissione E_i 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:

$$Q(E)_i = A * E_i$$

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);

E_i: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività.

Come già accennato per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (n. di mezzi in circolazione).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di lavorazione previste;
- Aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- Attività di scavo e caricamento dei materiali sui camion;
- Transito mezzi su piste non asfaltate: ai fini della simulazione si considera che tutte le piste di cantiere percorse dai mezzi di interne al cantiere siano non pavimentate, non è prevista asfaltatura delle strade interne al cantiere.
- N. ro 8 ore lavorative / giorno.

A1. Unpaved Roads: Mezzi su strade non pavimentate (EPA, AP-42 13.2.2)

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, camion in carico e scarico dei materiali ecc.) in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Non avendo informazioni dettagliate sul numero di mezzi meccanici (escavatori, pale gommate, ecc.) in transito su tragitti interni alle aree di cantiere e sulle distanze esatte percorse da ognuno di essi su strade non asfaltate, è stato necessario ipotizzare dei dati verosimili per le opere in progetto.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM₁₀;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

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

Il fattore di emissione così calcolato viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

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):

$$E_{ext} = E[(365 - P)/365]$$

dove:

E_{ext} : 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 15 giorni piovosi in un anno).

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione E_{ext} per l'indicatore di attività A. Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

A2. Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-42 13.2.4)

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:

$$E = k(0.0016) \left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left(\frac{M}{2} \right)^{-1.4}$$

dove:

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

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

U = velocità media del vento (m/s);

M = umidità del terreno (%).

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

Tabella 6-46 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

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

Tabella 6-47 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

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

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

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

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.

A3. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5)

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 considerazione nell'attività di erosione del vento sui cumuli, il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di “movimentazioni” ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di “movimentazioni” a cui è sottoposto il cumulo e P_i è pari all’erosione potenziale corrispondente alla velocità massima. Il valore di k è anche in questo caso tabellato.

Tabella 6-48 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Il fattore N dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera, in considerazione delle diverse tempistiche con cui possono essere approvvigionati i diversi cumuli. In ultimo, l’erosione potenziale parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito.

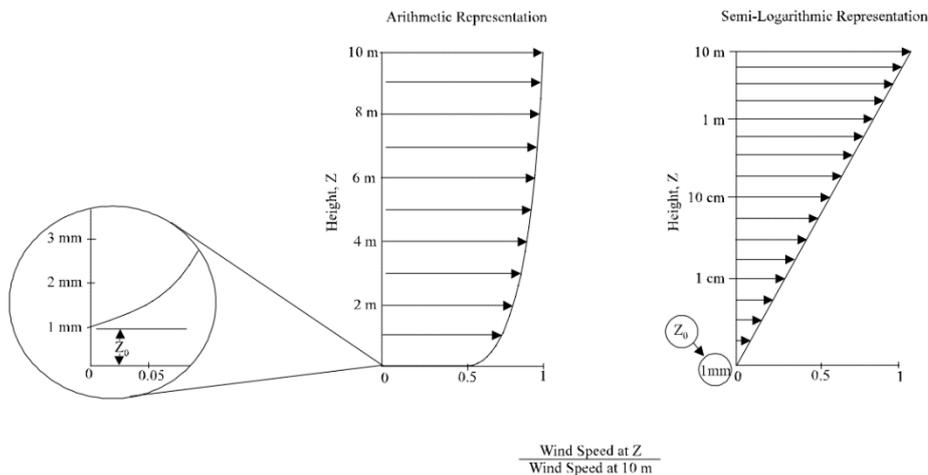


Figura 6-30 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità fonte: EPA AP42

L'erosione potenziale, pertanto, dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in tabella.

Tabella 6-49 Valore di velocità di attrito limite

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati. Una volta individuati i valori di u^* si determinano i casi in cui u^* supera u_{t}^* assunto pari a 1,33.

Il fattore di emissione per PM10 è stimato applicando la formula sottostante in cui k è stato assunto pari a 0,5.

$$EF_v(PM10) = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Nel caso in esame il valore di P è nullo poiché non si verifica alcun superamento del valore u_{t}^* e pertanto il fattore di emissione dovuto all'erosione dei cumuli risulta trascurabile.

B1. Scarichi dei 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 principale, oltre al parametro PM₁₀ si aggiungono anche gli NO_x, tipici inquinanti da traffico veicolare.

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada. Questi fattori di

emissione sono funzione della categoria dell'equipaggiamento (trattore, dozer, raschiatore, ecc.), del numero di veicoli in ciascuna categoria, della potenza e del fattore di carico.

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = n \times H \times EF$$

E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [lb/g];

n = numero di veicoli in ciascuna categoria;

H = ore al giorno di funzionamento dell'apparecchiatura [h];

EF= il fattore di emissione della fonte mobile "Off road mobile Source Emission Factor" [lb/h].

Di seguito vengono riassunti i fattori di emissione per i diversi mezzi di cantiere previsti, in funzione dell'inquinante (NO_x e PM₁₀):

Tabella 6-50 Fattori di emissione fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor"

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM ₁₀ [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM ₁₀ [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Pala gommata	175	0,0362	0,6571	0,0015	0,0276
Escavatore	175	0,0308	0,5783	0,0013	0,0243
Gruppo elettrogeno	120	0,0381	0,5629	0,0016	0,0236
Autocarro	250	0,0256	0,7625	0,0011	0,0320
Autogru	250	0,0235	0,6832	0,0010	0,0287
Autocisterna	120	0,0329	0,5013	0,0014	0,0211
Macchina per pali	120	0,0378	0,4749	0,0016	0,0199

B2. Scarichi dei mezzi di trasporto

Anche i gas di scarico degli automezzi che transitano sulle piste esterne al cantiere costituiscono una potenziale sorgente di emissione di NO_x e di PM₁₀. Con riferimento ai dati utili al calcolo del fattore di emissione si è ipotizzato una gamma di mezzi di cantiere suddivisa omogeneamente tra veicoli con omologazione Euro IV, Euro V ed Euro VI prendendo in considerazione la categoria veicolare dei mezzi pesanti tra le 14 e le 20 tonnellate.

I fattori di emissioni corrispondenti per NO_x e PM₁₀, aggiornati all'anno 2018, sono rispettivamente 3,13 g/km e 0,15 g/km per ogni veicolo (fonte: Copert). Il fattore di emissione espresso in [g/s] legato ad ogni tronco stradale considerato per ogni inquinante è dato dal prodotto tra il FE sopra

indicato [g/ veic km], la lunghezza del tronco stradale ed il numero di veicoli in transito giornalmente sullo stesso.

Per quanto riguarda le attività di velocizzazione, le stime dei flussi di traffico sono state eseguite sulla base delle produzioni riferite ai materiali maggiormente significativi in termini di volume, costituiti:

in USCITA dai cantieri:

- terre di risulta dagli scavi;
- materiali provenienti dalle demolizioni in uscita dal cantiere
(per le quali si è ipotizzato il trasporto mediante dumper da 15 mc).

in INGRESSO ai cantieri:

- terre/inerti per rilevati/rinterri;
- inerti per rifacimento della piattaforma;
- calcestruzzo;

(per gli inerti è stato ipotizzato il trasporto mediante dumper da 15 mc, mentre il calcestruzzo mediante autobetoniera da 9 mc).

I flussi di traffico di cantiere sono stati valutati come flussi medi giornalieri, riferiti alla fase di maggior contributo ed in particolare durante i 6 mesi ove sono attivi 9 fronti di scavo. Questi valori ricadono sulla rete viaria rappresentata nelle tavole grafiche di cantierizzazione, interessando maggiormente la viabilità verso sud verso i depositi temporanei DT1-2 e soprattutto DT3, prima quindi sulla SS76 e poi sulla SP256. Il flusso seguente quindi massimo è 150, che poi prosegue con il contributo 100 verso la SP256.

FASE 1	FLUSSO MEDIO GIORNALIERO DURANTE GLI SCAVI (viaggi/giorno)	
	SS76	SP256
	Dir. Sud.	Dir. Sud.
	150	100

Per quanto riguarda il flusso di cantiere sulle strade secondarie, ovvero i tratti che collegano le aree di lavoro con le viabilità indicate nella tabella precedente, potrà verificarsi un volume medio giornaliero di circa 15 viaggi/giorno nelle immediate vicinanze degli imbocchi interessati, aumentando progressivamente per la somma dei vari contributi scendendo verso sud.

Tabella 6-51 Fattore di emissione lineare PM10 e NOx

FLUSSO SU TUTTA L'AREA DI PROGETTO [veicoli/giorno]	LUNGHEZZA [km]	Fattore di emissione lineare	
		PM10 [g/s]	NOx [g/s]
150 (max viaggi)	1 (lunghezza di riferimento)	0,00024	0,0056

In riferimento alle altre emissioni dei medesimi inquinanti, le suddette relative al transito dei mezzi di trasporto per gli NO_x e per i PM₁₀ sono un ordine di grandezza inferiore, pertanto possono ragionevolmente ritenersi trascurabili.

Si deve inoltre tener conto che in presenza di condizioni di lavoro con materiali polverulenti sono stati previsti degli interventi di bagnatura delle piste con la finalità di ridurre l'entità delle emissioni di PM₁₀ dovuto al sollevamento delle polveri. 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.

Si assume di ottenere un'efficienza di abbattimento col sistema di bagnatura pari al 75%, effettuando il trattamento ogni 8 ore (ossia una volta al giorno) ed impiegando circa 1 l/m² per ogni trattamento.

Efficienza di abbattimento	Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)				
	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

Figura 6-31 Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un valore di traffico medio orario >

Il fattore di emissione da utilizzare per le simulazioni modellistiche è allora dato dal fattore di emissione precedentemente calcolato, moltiplicato per il prodotto dei fattori di riduzione cioè:

$$FE \text{ tot ridotto} = FE \text{ tot} * \% * I$$

In considerazione della mitigazione, si conferma che il contributo rispetto alle altre tipologie di sorgenti può ritenersi trascurabile.

6.4.2.3 Parametri di calcolo

Simulazione sorgenti puntuali

La simulazione è eseguita con il software MMS WinDimula, che utilizza un modello per il calcolo della diffusione e deposizione di inquinanti in atmosfera.

Parimenti al software AERMOD, MMS WinDimula è un modello gaussiano adatto per scala locale come quella riferita alle aree di cantiere (nello specifico per scala spaziale locale < ~15 km).

Al fine di dettagliare l'analisi, è utilizzato il preprocessore MMS LandUse per preparare per l'area di calcolo e le condizioni al contorno per la propagazione, con dati orografici.

Infine, il postprocessore MMS RunAnalyzer consente di aggregare in dati in uscita da WinDimula e di renderli disponibili per il confronto con i limiti normativi.

Parametri meteorologici

I parametri meteo climatici sono stati impostati per l'anno 2019, tenendo conto delle prevalenze di ventosità sul sito considerato.

Parametri orografici

L'orografia del sito è stata ricostruita tramite il software LandUse.

Parametri progettuali

Sono state considerate sia le sorgenti puntuali in azione sul sito per otto ore, sia la movimentazione del materiale sul sito specifico, il cui contributo influisce sulle concentrazioni delle polveri in uscita. Le macchine sono state ipotizzate come sorgenti puntuali, con emissioni all'altezza di 0,5 metri, secondo la distribuzione ipotizzata nello scenario di simulazione precedentemente introdotto.

Maglia di calcolo

Per il calcolo delle concentrazioni dovute alle macchine con il software WinDimula è stata ricostruita una maglia di calcolo centrata sul cantiere, comprendente i primi ricettori nell'intorno. La quota di calcolo delle concentrazioni è fissata a h=1 metro dal suolo.

Metodologia di modellazione per cumuli stoccati

La stima della *diffusione* delle polveri prodotte per la movimentazione del materiale e per erosione del vento è stata condotta utilizzando il codice di calcolo SCREEN "Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised" versione 3 della US-EPA.

SCREEN è un codice di calcolo utilizzato frequentemente per la valutazione degli effetti di dispersione atmosferica degli inquinanti. Esso è progettato per la valutazione delle massime concentrazioni al suolo ad una certa distanza dalla sorgente di emissione ed è basato su equazioni gaussiane stazionarie.

Il parametro simulato sono le polveri PM₁₀ che sono state quindi confrontate con il valore limite annuale di qualità dell'aria (ossia 40 µg/m³). Si deve tuttavia sottolineare che le stime della dispersione delle polveri sono state condotte a partire dai dati orari di emissione e al fine di permettere il confronto con i limiti di qualità dell'aria, sono stati utilizzati dei coefficienti suggeriti dall'US-EPA (Screening Procedure for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised – US-EPA 1992). Il coefficiente per ottenere la massima media annua risulta compreso tra 0,06 e 0,10.

Per le simulazioni condotte con SCREEN sono stati utilizzati i seguenti dati ed assunzioni:

- quantità di emissione specifica di ciascuna area di deposito;
- superficie di emissione pari all'area utile di ciascun cantiere (stima a favore di sicurezza);
- altezza di rilascio pari a 2 metri: l'altezza iniziale della particella può oscillare tra 1 e 10 metri in relazione alla modalità con la quale la particella viene rilasciata;
- codice applicato in ambiente suburbano;
- modalità "full meteorology (all stabilities & wind speed)": tale modalità di simulazione consente di stimare le massime concentrazioni al suolo considerando tutte le possibili condizioni meteorologiche (classi di stabilità atmosferica e velocità del vento), selezionando automaticamente la peggiore e fornendo i risultati corrispondenti alla condizione più sfavorevole.

Risultati

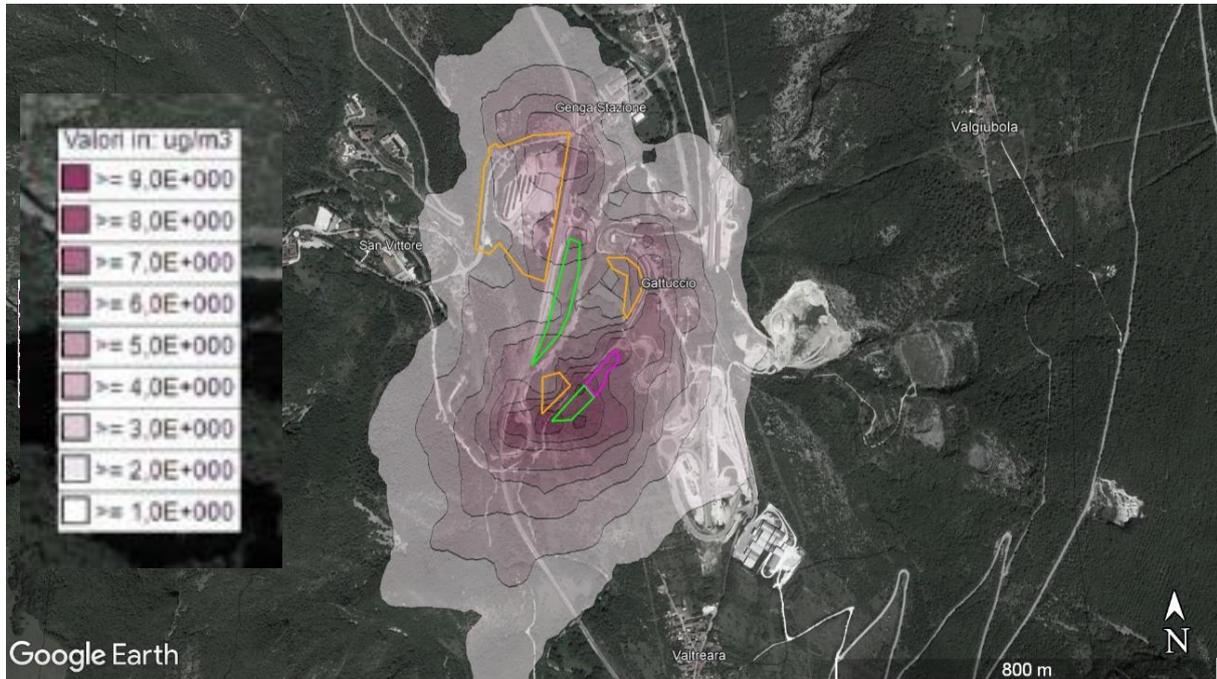


Figura 6-32 Concentrazioni di PM10 dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 1

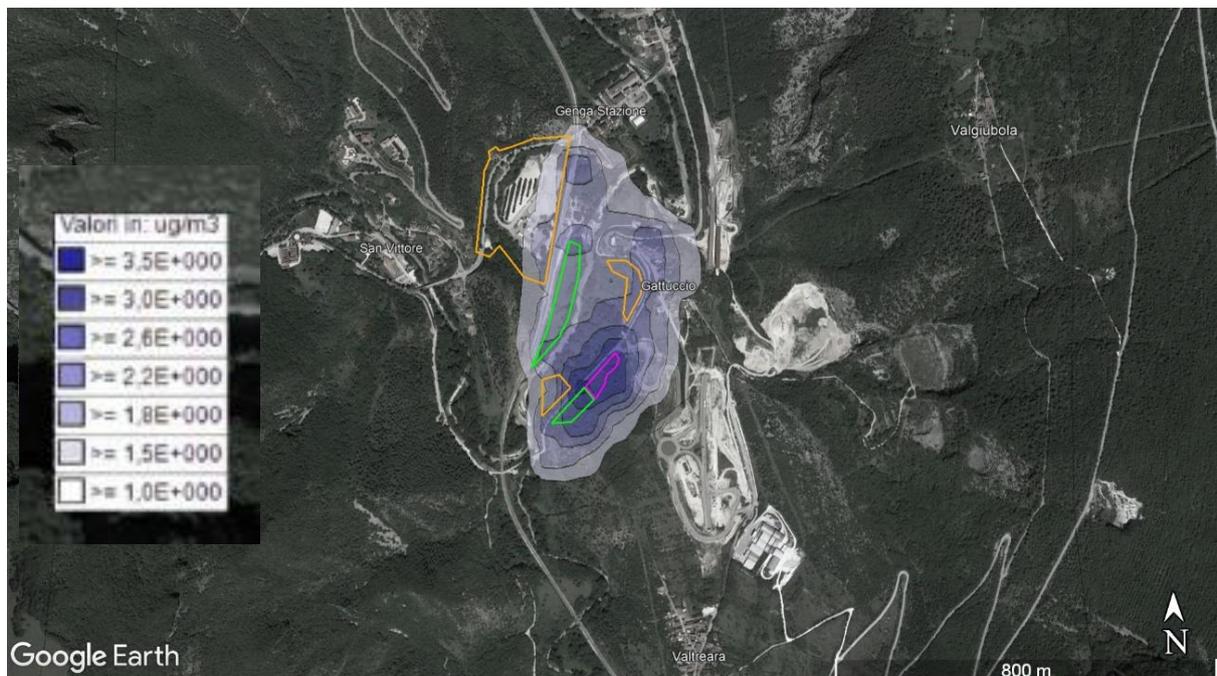


Figura 6-33 Concentrazioni di NOx dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 1



Figura 6-34 Concentrazioni di PM10 dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 2



Figura 6-35 Concentrazioni di NOx dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 2

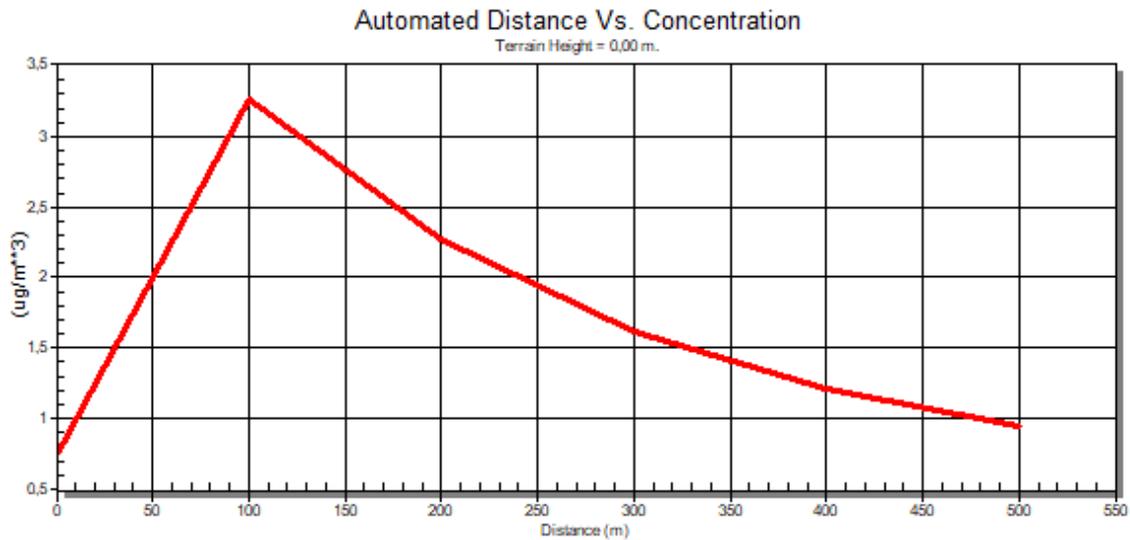


Figura 6-36 Concentrazioni attese in prossimità delle aree di stoccaggio per movimentazione del materiale, nella condizione di massimo carico

Confronto tra stima dell'impatto e situazione ante-operam

Tenendo in considerazione che i valori risultanti dalle simulazioni rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere e non tengono conto del livello di qualità dell'aria di fondo per un confronto efficace con le soglie normative, oltre al contributo dovuto alle lavorazioni, deve essere considerato anche il valore di fondo del contesto territoriale dove il progetto di cantierizzazione si inserisce.

A tale proposito è stato fatto riferimento alla stazione di Genga (fondo rurale), per la quale i valori di fondo sono rappresentati dai seguenti valori:

- NO₂: 7 µg/m³
- PM₁₀: 20 µg/m³

Di seguito si riporta la tabella di sintesi in cui vengono riportati i valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti mediante il software di simulazione comprensivi del contributo del fondo:

Tabella 6-52 Concentrazioni stimate in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere

	PM ₁₀	NO ₂
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
Area valutazione 1 (valore massimo riscontrabile)	26	10.5
Area valutazione 2 (valore massimo riscontrabile)	28	9.5
Limite annuo (D. Lgs. 155/2010)	40	40

Come deducibile dalle simulazioni previsionali, il contributo massimo dei cantieri sull'anno può essere compreso per il particolato tra 6 (area valutazione 2) e 8 µg/m³ (area valutazione 1) e per gli ossidi azoto tra 2.5 (area valutazione 2) e 3.5 µg/m³ (area valutazione 1).

PM₁₀:

- I livelli di concentrazione attesi, comprensivi di quello di fondo, rientrano nel limite normativo, pur tenendo presente di un incremento temporaneo massimo dell'attuale concentrazione media nell'area di progetto pari al 35%;

Il contributo del cantiere è determinato dalla movimentazione e dallo stoccaggio degli inerti e dalle attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio e di deposito terre.

NO₂:

- I livelli di concentrazione attesi, comprensivi del valore di fondo, fanno riscontrare un incremento massimo inferiore al 30%, dovuto alla movimentazione dei mezzi d'opera nel sedime di cantiere. In considerazione del fatto che lo studio è stato condotto nelle peggiori condizioni di carico e con rapporto unitario NO₂/NO_x, si può ragionevolmente ritenere che il contributo del cantiere alla concentrazione del biossido di azoto sia non significativo.

È necessario sottolineare che:

- i livelli di concentrazioni, essendo prodotti dalle attività di cantierizzazione, avranno una durata limitata nel tempo e nello spazio. Infatti, come si può notare dalle mappe previsionali, le concentrazioni decrescono rapidamente allontanandosi dalle aree di cantiere/di lavoro;

- all'interno del modello di calcolo utilizzato per la simulazione non è stato considerato l'effetto di mitigazione per la propagazione delle polveri sottili e del biossido d'azoto prodotto dalle barriere antirumore. Di conseguenza, i valori di output sono estremamente cautelativi.

6.4.2.4 Valutazione della Carbon Footprint in fase di realizzazione delle opere: riduzione della CO_{2eq} associata alla gestione delle terre e rocce da scavo

Al fine di valutare la *Carbon Footprint* relativa alla fase di realizzazione dell'opera in esame, sono state quantificate le emissioni in termini di CO_{2eq} associate alla gestione delle terre e rocce da scavo analizzando, in particolare, i benefici connessi al riutilizzo di tali materiali all'interno dello stesso progetto. In riferimento ai volumi dei materiali di scavo movimentati nel progetto, si evidenzia come le modalità di gestione delle terre possano contribuire sensibilmente alla riduzione degli impatti associati alle emissioni di CO_{2eq} per la fase di cantiere.

Come riportato dettagliatamente nel Piano di Utilizzo delle Terre (di seguito PUT) redatto ai sensi del D.P.R. 120/2017, rispetto alla produzione complessiva dei materiali di scavo, si prevedono i seguenti flussi di movimentazione interni ed esterni al progetto:

- materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno riutilizzati all'interno del cantiere (stessa wbs di produzione e/o wbs diversa da quella di produzione): tali materiali saranno gestiti in qualità di sottoprodotti nell'ambito del PUT redatto ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- materiali da scavo in esubero trasportati dai siti/wbs di produzione ai siti di destinazione esterni al cantiere per attività di rimodellamento morfologico/riambientalizzazione di cave dismesse. Tali materiali saranno gestiti in qualità di sottoprodotti nell'ambito del PUT redatto ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- materiali di risulta in esubero non riutilizzabili nell'ambito delle lavorazioni né gestibili come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017, che verranno pertanto gestiti in qualità di rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 s.m.i. e conferiti a idonei impianti esterni autorizzati al recupero/trattamento/smaltimento.

Nello specifico, secondo quanto riportato nel PUT del progetto in esame, la produzione complessiva di terre e rocce da scavo ammonta a 1.180.518 mc (in banco) di cui 1.138.604 mc (in banco) verranno gestiti come sottoprodotti, ai sensi del D.P.R. 120/2017. In particolare, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale e delle caratteristiche geotecniche dei materiali scavati, gli interventi

necessari alla realizzazione del Potenziamento Infrastrutturale della Orte – Falconara, relativamente al raddoppio della tratta PM228 – Castelplanio, Lotto 2, saranno caratterizzati dai flussi di materiale riportati nella tabella seguente:

Tabella 6-53: Bilancio terre PUT

Produzione complessiva (mc)	Utilizzo in qualità di sottoprodotti (mc)		Utilizzo esterno in regime di rifiuti (mc)	Fabbisogno del progetto (mc)	Approvvigionamento esterno (mc)
	Utilizzo interno in qualità di sottoprodotti (mc)	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti (mc)	Terre e rocce da scavo		
1.180.518	401.262	737.341	41.915	684.109	282.847

La modalità di gestione dei materiali di scavo prevista in fase di progettazione è orientata, conformemente ai principi di sostenibilità e corresponsabilità ambientale, alla massimizzazione del riutilizzo in qualità di sottoprodotto, piuttosto che allo smaltimento, in qualità di rifiuti.

Il massimo riutilizzo interno dei materiali di scavo, infatti, consente non solo la riduzione dei volumi trasportati off-site ma anche dei quantitativi da approvvigionare dall'esterno per soddisfare il fabbisogno dell'opera, a fronte di un contenimento complessivo dei flussi di traffico per il trasporto delle terre nonché della spesa pubblica per la realizzazione degli interventi in progetto.

Al fine di valutare i benefici attesi dal riutilizzo interno delle terre, è stata preliminarmente effettuata una quantificazione complessiva delle tonnellate di CO_{2eq} associate alla gestione delle terre nell'assetto progettuale previsto dal PUT, tenendo conto delle emissioni derivanti da ciascuna delle attività di movimentazione riportate nella tabella seguente e connesse al bilancio terre di progetto descritto sopra.

Tabella 6-54: – Quantificazione complessiva CO_{2eq} associata al bilancio terre previsto dal PUT

Attività di movimentazione terre	mc	Km*	CO _{2eq} (ton)
Approvvigionamento materiale da cava	282.847	84	13.555
Trasporto in siti di riambientalizzazione	737.341	50	10.851
Trasporto in impianto di recupero	4.192	76	94
Trasporto in discarica inerti	4.192	225	278
Trasporto in discarica non pericolosi	33.532	33	326
Riutilizzo interno	401.262	15	1.772
Bilancio Totale			26.874
*I km si riferiscono alla distanza media relativa agli impianti censiti in fase progettuale per cave, siti da riambientalizzare, impianti di recupero, discariche per inerti, discarica per rifiuti non pericolosi			

Si precisa che i fattori di emissione considerati per il calcolo della CO_{2eq} sono stati estrapolati dal Database Ecoinvent 3.8 (2021); il coefficiente relativo al trasporto è funzione di alcuni parametri basati sulle esperienze acquisite da progetti analoghi nonché da appalti in corso, come ad esempio la capacità di carico del mezzo, il consumo orario e la velocità del mezzo.

Per quantificare le emissioni di CO_{2eq} risparmiate in relazione alle scelte progettuali effettuate di massimizzare il riutilizzo nell'ambito dell'appalto, sono state calcolate le relative produzioni nello scenario ipotetico in cui il materiale da gestire in qualità di sottoprodotto non venga riutilizzato internamente al progetto, bensì conferito in siti di destinazione esterni. Nello specifico sono state quantificate:

1. le emissioni di CO_{2eq} associate al conferimento di 401.262 mc in cave esterne da riambientalizzare;
2. le emissioni di CO_{2eq} associate all'approvvigionamento da cava di 401.262 mc di materiale vergine per sopperire ai fabbisogni di progetto;

3. le emissioni di CO_{2eq} associate alla movimentazione interna di 401.262 mc dovuta al riutilizzo interno.

Dal calcolo delle aliquote sopra riportate è emerso che riutilizzando internamente 401.262 mc si ottiene un risparmio di 23.363,4 ton CO_{2eq}, come riportato nel dettaglio nella tabella seguente.

Tabella 6-55- Riduzione della CO_{2eq} associata al riutilizzo interno delle terre

Attività di movimentazione terre	mc	Km*	CO _{2eq} (ton)
1. Approvvigionamento materiale da cava	401.262	84	19.229,8
2. Trasporto in siti di riambientalizzazione	401.262	50	5.905,1
3. Riutilizzo interno	401.262	15	1.771,5
Totale risparmiato			23.363,4

Per approfondimenti sulle ulteriori emissioni dirette del cantiere legate in particolar modo all'impiego dei mezzi d'opera si rimanda alla Relazione di Sostenibilità del progetto in esame.

Dalle tabelle sopra riportate è evidente che, dal punto di vista ambientale, la gestione dei materiali da scavo proposta ha permesso di ottenere significativi effetti positivi in termini di riduzione dell'emissione di CO_{2eq}, grazie al riutilizzo interno al cantiere delle terre prodotte in corso di realizzazione, con un conseguente contenimento dei trasporti dovuto alla diminuzione del volume di materiale inerte da approvvigionare da cava di prestito e del volume di materiale in esubero da conferire in siti esterni. Tale riduzione, in termini percentuali, è pari al 47% quantificato come rapporto tra il risparmio di tonnellate di CO_{2eq} dovuto al riutilizzo interno e le tonnellate di CO_{2eq} totali associate alla gestione delle terre in cantiere in caso di mancato riutilizzo interno.

6.4.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere.

In virtù della presenza di diversi ricettori nei pressi delle aree di intervento, si prevede la necessità di introdurre adeguate misure di mitigazione.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere è stata basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido (sistematica bagnatura dei cumuli di materiale sciolto e delle aree di cantiere non impermeabilizzate) e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

6.4.3.1 Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi

Si tratta di impianti 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, per prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

L'appaltatore provvederà all'installazione di tali tipologie di impianti immediatamente all'uscita dalle aree di cantiere nelle quali le lavorazioni eseguite potrebbero comportare la diffusione di polveri, tramite le ruote degli automezzi, all'esterno delle aree stesse.

L'installazione di tali impianti è compresa e compensata negli oneri della cantierizzazione.

6.4.3.2 Bagnatura delle aree di cantiere

Saranno predisposti gli opportuni interventi di bagnatura delle superfici di cantiere e delle aree di stoccaggio terreni che consentiranno di contenere la produzione di polveri.

Tali interventi saranno effettuati tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente 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. Si prevede di impiegare circa 1 l/m² per ogni trattamento di bagnatura.

In maniera indicativa, è possibile prevedere un programma di bagnature articolato su base annuale che tenga conto del periodo stagionale e della tipologia di pavimentazione dell'area di cantiere, per esempio:

- Gennaio 2 giorni / settimana
- Febbraio 2 giorni / settimana
- Marzo 3 giorni / settimana
- Aprile 4 giorni / settimana

- Maggio 5 giorni / settimana
- Giugno 5 giorni / settimana
- Luglio 5 giorni / settimana
- Agosto 5 giorni / settimana
- Settembre 4 giorni / settimana
- Ottobre 3 giorni / settimana
- Novembre 2 giorni / settimana
- Dicembre 2 giorni / settimana

Per contenere le interferenze dei mezzi di cantieri sulla viabilità sarà necessario prevedere la copertura dei cassoni dei mezzi destinati alla movimentazione dei materiali con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta.

Le aree destinate allo stoccaggio dei materiali dovranno essere bagnate o in alternativa coperte al fine di evitare il sollevamento delle polveri.

6.4.3.3 Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere

Si prevede la periodica spazzolatura ad umido di un tratto della viabilità esterna in uscita dal cantiere per una estensione, calcolata dal punto di accesso del cantiere, di media 150 metri, per una sezione media di 7,5 m (per una superficie complessiva di intervento pari a 1125 mq) per tutto il periodo in cui tali viabilità saranno in uso da parte dei mezzi di cantiere.

Tale attività, finalizzata ad impedire il sollevamento di particelle di polvere di parte delle ruote dei mezzi finalizzate a rimuovere le particelle fini, sarà effettuata ogni 2 giorni lavorativi (mediamente, 11 volte al mese).

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi;

Per i mezzi di cantiere dovranno, inoltre, essere adottate le idonee misure per la vigilanza sul rispetto delle regole di trasporto degli inerti, affinché sia sempre garantita la copertura dei cassoni quando carichi ed il rispetto delle velocità all'interno dell'area di cantiere.

6.4.3.4 Procedure operative

Oltre agli interventi di mitigazione sopra descritti, durante la fase di realizzazione delle opere verranno applicate misure a carattere generale e procedure operative che consentono una riduzione della polverosità in fase di cantiere, oltre ad una “buona prassi di cantiere”. In particolare, verranno adottate misure che riguardano l’organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Organizzazione del cantiere

L’Appaltatore dovrà applicare tutte le misure possibili al fine di limitare la generazione di polveri durante le lavorazioni di cantiere e la diffusione di polveri all’esterno del cantiere.

A questo fine, in particolare:

- le aree interessate da lavorazioni che generano polveri dovranno essere periodicamente innaffiate: ciò vale in particolare per le aree dove si eseguono attività di movimento terra e di demolizione;
- i cumuli di terre di scavo verranno realizzati in aree lontane da possibili ricettori;
- i piazzali di cantiere verranno realizzati con uno strato superiore in misto cementato o misto stabilizzato al fine di ridurre la generazione di polveri;
- gli stessi piazzali e le piste interne ai cantieri verranno sistematicamente irrorati con acqua; lo stesso verrà fatto anche per la viabilità immediatamente esterna ai cantieri, sulla quale si procederà anche a spazzolatura.

Prescrizioni per i mezzi di cantiere

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell’efficienza anche attraverso misure dell’opacità dei fumi.

I mezzi di cantiere destinati al trasporto di materiali di risulta dalle demolizioni, terre da scavo e inerti in genere dovranno essere coperti con teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e resistenza allo strappo.

I mezzi di cantiere dovranno tenere velocità ridotta sulle piste di servizio; a questo fine l’Appaltatore dovrà installare cartelli segnaletici indicanti l’obbligo di procedere a passo d’uomo all’interno dei cantieri.

Gli autocarri e gli altri macchinari impiegati nelle aree di cantiere dovranno risultare conformi ai limiti di emissione previsti dalle norme vigenti.

Misure di ottimizzazione per l'inquinamento atmosferico a carico dell'Appaltatore

Di seguito vengono prescritti provvedimenti, sotto forma di una lista di controllo, generali e specifici in funzione del metodo di costruzione per la riduzione delle emissioni di sostanze nocive nell'aria sui cantieri.

Altri provvedimenti ed altre soluzioni non sono esclusi purché sia comprovato che comportano una riduzione delle emissioni almeno equivalente.

La maggior parte dei provvedimenti comprende requisiti base e corrisponde ad una "buona prassi di cantiere", altri consistono in misure preventive specifiche.

Processi di lavoro meccanici

Le polveri e gli aerosol in cantieri prodotti da sorgenti puntuali o diffuse (impiego di macchine ed attrezzature, trasporti su piste di cantiere, lavori di sterro, estrazione, trattamento e trasbordo di materiale, dispersione tramite il vento ecc.) sono da ridurre alla fonte mediante l'adozione di adeguate misure. In particolare, per le attività che producono polvere, come smerigliatura – fresatura – foratura – sabbiatura – sgrossatura – lavorazione alla punta e allo scalpello, spaccatura – frantumazione – macinatura – getto – deposizione – separazione -crivellatura – carico/scarico – presa con la benna – pulizia a scopa – trasporto, vanno adottati i seguenti provvedimenti:

MOVIMENTAZIONE DEL MATERIALE	M1	Agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante un'irrorazione controllata.
	M2	Impiego di sminuzzatrici che causano scarsa abrasione di materiale e che riducono il materiale di carico mediante pressione anziché urto.
	M3	Ridurre al minimo i lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo, risp. proteggere i punti di raduno dal vento.

DEPOSITI DEL MATERIALE	M4	I depositi di materiale sciolto e macerie come materiale non bituminoso di demolizione delle strade, calcestruzzo di demolizione, sabbia ghiaiosa riciclata con frequente
------------------------	----	---

		movimentazione del materiale vanno adeguatamente protetti dal vento per es. mediante una sufficiente umidificazione, pareti/valli di protezione o sospensione dei lavori in caso di condizioni climatiche avverse.
	M5	Proteggere adeguatamente i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura verde.

AREE CIRCOLAZIONE NEI CANTIERI	DI	M6	Sulle piste non consolidate legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna a pressione o impianto d'irrigazione.
		M7	Limitazione della velocità massima sulle piste di cantiere a per es. 30 km/h.
		M8	Munire le piste di trasporto molto frequentate con un adeguato consolidamento, per es. una pavimentazione o una copertura verde. Le piste vanno periodicamente pulite e le polveri legate per evitare depositi di materiali sfusi sulla pista.
		M9	Munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci vasche di pulizia, come per esempio impianti di lavaggio delle ruote.

DEMOLIZIONE SMANTELLAMENTO	E	M10	Gli oggetti da demolire o da smantellare vanno scomposti possibilmente in grandi pezzi con adeguata agglomerazione delle polveri (per es. umidificazione).
OPERE PAVIMENTAZIONE IMPERMEABILIZZAZIONE Mastice d'asfalto, materiale di tenuta a caldo, bitume a caldo	DI E	T3	Impiego di mastice d'asfalto e bitume a caldo con bassa tendenza di esalazione di fumo. Le temperature di lavorazione non devono superare i seguenti valori: - mastice d'asfalto, posa a macchina: 220°C - mastice d'asfalto, posa a mano: 240°C - bitume a caldo: 190°C

(riscaldatore mobile)	T4	Impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura.
-----------------------	----	---

Processi di lavoro termici e chimici

Durante i processi di lavoro termici nei cantieri (riscaldamento - pavimentazione – taglio – rivestimento a caldo – saldatura) si sprigionano gas e fumi. Sono prioritarie misure in relazione alla lavorazione a caldo di bitume (pavimentazione stradale, impermeabilizzazioni, termoadesione) nonché ai lavori di saldatura.

Nella lavorazione di prodotti contenenti solventi (attività: rivestire – incollare – decapare – schiumare – pitturare – spruzzare) o nei processi chimici (di indurimento) vengono sprigionate sostanze solventi. L'Appaltatore valuterà le azioni di seguito proposte evidenziando se esistono impedimenti tecnici alla loro attuazione. Qualora così non fosse, sarà sua cura darne attuazione.

OPERE DI PAVIMENTAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE Trattamento di materiali per la pavimentazione stradale	T1	Impiego di bitume con basso tasso di emissione d'inquinanti atmosferici (tendenza all'escalazione di fumo).
	T2	Riduzione della temperatura di lavorazione mediante scelta di leganti adatti.

Opere di impermeabilizzazione	T5	Impiego di stuoie di bitume con scarsa tendenza all'escalazione di fumo.
	T6	Procedimento di saldatura: evitare il surriscaldamento delle stuoie di bitume.

Saldatura (ad arco ed autogena) di metalli	T7	I posti di lavoro di saldatura vanno attrezzati in modo che il fumo di saldatura possa essere captato, aspirato ed evacuato (per es. con un'aspirazione puntuale).
--	----	--

Processi di lavoro chimici	T8	Utilizzare prodotti ecologici per il trattamento delle superfici (mani di fondo, prime mani, strati isolanti,
----------------------------	----	---

		stucchi, vernici, intonaci, ponti di aderenza, primer ecc.) come pure per incollare e impermeabilizzare i giunti.
--	--	--

Requisiti di macchine ed attrezzature	G1	Impiegare attrezzature di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico.
	G2	Equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e attrezzature con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante.
	G3	Per macchine e attrezzature con motori a combustione <18 kW la periodica manutenzione deve essere documentata, per es. con un adesivo di manutenzione.
	G4	Tutte le macchine e tutti le attrezzature con motori a combustione ≥ 18 kW devono: - essere identificabili; - venire controllati periodicamente ed essere muniti di un corrispondente documento di manutenzione del sistema antinquinamento; - essere muniti di un adeguato contrassegno dei gas di scarico.
	G5	Le attrezzature di lavoro con motori a benzina a 2 tempi e con motori a benzina a 4 tempi senza catalizzatore vanno alimentati con benzina giusta.
	G6	Per macchine e attrezzature con motore diesel vanno utilizzati carburanti a basso tenore di zolfo (tenore in zolfo < 50ppm).
	G7	Per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e attrezzature per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncatura, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).

6.5 RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA

6.5.1 Stima dei materiali prodotti

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa **1.180.518 mc** (in banco) di materiali di risulta le cui quantità nel dettaglio sono distinte come riportato nella tabella seguente.

Tabella 6-56 produzione complessiva di materiale di risulta

Produzione da	m ³
Scavo	1.102.778
Scavo con bentonite	35.825
Rimozione rilevato esistente/gradonatura	41.915

Inoltre, nell'ambito delle lavorazioni si prevede la produzione dei seguenti quantitativi:

- 3.500 mc di terre provenienti da IS;
- 10.654 mc di pietrisco ferroviario;
- 28.500 mc provenienti da demolizioni;

infine, si prevede la dismissione di n° 11.767 traverse/traversoni. Le traverse/traversoni in CAP verranno dismesse e smaltite, mentre quelle in legno verranno dismesse ed accatastate in apposita area indicata da RFI.

Al fine di fornire le indicazioni per la corretta gestione dei materiali di risulta, è stata redatta un apposito elaborato al quale si rimanda per ogni ulteriore dettaglio circa la gestione di essi nel regime dei rifiuti (cfr. "Piano di Gestione dei Materiali di Risulta – Relazione Generale IR0Q3AR69RGTA0000001B").

Come detto, i materiali terrigeni provenienti dalle lavorazioni del presente appalto, saranno gestiti in parte nel regime dei rifiuti ed in parte come sottoprodotti, prevedendone lo stoccaggio in apposite aree, il trasporto e l'utilizzo all'interno dell'appalto stesso (nell'ambito della stessa WBS di provenienza) o in siti esterni. Il tutto è descritto nell'elaborato "Piano di utilizzo dei materiali di scavo – Relazione Generale" (IR0F02R69RGTA0000002A) e documenti correlati ai quali si rimanda per ogni ulteriore dettaglio.

6.5.2 Siti di conferimento del materiale prodotto

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi eseguite in fase progettuale ed in linea con l'attuale livello di progettazione è stata eseguita un'analisi della disponibilità sul territorio di siti disponibili per il conferimento dei materiali di risulta per i quali si prevede una gestione in qualità di rifiuti.

In particolare, al fine di appurare la possibilità di soddisfare le esigenze del progetto nell'ambito di un'area non eccessivamente estesa, individuando all'interno di quest'ultima gli impianti in grado di soddisfare le esigenze richieste dal progetto più vicini e facilmente raggiungibili per il conferimento dei materiali prodotti in corso di realizzazione, sono stati presi contatti diretti con le imprese /gestori degli impianti, con specifico riferimento alle tipologie di rifiuti che si prevede di produrre nell'ambito delle lavorazioni, verificandone altresì la validità delle autorizzazioni.

Nelle tabelle riportate nei capitoli a seguire sono riepilogati i risultati dell'analisi della disponibilità sul territorio dei siti per il conferimento dei materiali di risulta dell'appalto in qualità di rifiuti (impianti di recupero/smaltimento), eseguita nella presente fase progettuale.

6.5.2.1 Siti disponibili per lo smaltimento dei materiali

Il quadro degli impianti di recupero e dei siti di discarica riportati ai seguenti paragrafi è stato ricostruito sulla base della consultazione dei siti istituzionali dei singoli comuni, delle provincie, della Regione Marche, Regione Umbria e Regione Lazio ma anche le amministrazioni delle singole società di smaltimento.

La successiva tabella riporta l'elenco degli impianti di recupero individuati in prossimità delle aree di intervento.

Tabella 6-57 Elenco impianti siti di recupero

ID	Nome Società	Comune	Località	Scadenza Autorizz.	Dist. (km)
R1	Eredi Raimondo Bufarini	Falconara Marittima (AN)	Via Saline 22	05/09/2024	41
R2	Marinelli A. Calce Inerti Srl	Loc. Monte Petroso – Comune di Corciano (PG)	Via Leonardo Da Vinci, 9	15/03/2026	93
R3	Volpi Srl	Bettona (PG)	Località Campagna	02/10/2030	70

ID	Nome Società	Comune	Località	Scadenza Autorizz.	Dist. (km)
R4	Ecologica Marche S.r.l.	Monsano (AN)	Via Marche, 28	15/10/2023	73
R5	Eco Eridanai S.p.A. (Ex SAMECO S.R.L.)	Montelabbate (PU)	Via Pantanelli, 41	10/07/2022	103

Tabella 6-58 Elenco discariche per rifiuti inerti e rifiuti non pericolosi

ID	Nome Società	Comune	Località	Scadenza autorizz.	CER	Capacità	Distanza (km)
DISCARICHE PER INERTI							
D1	Idea 4 S.r.l.	Magliano romano (RM)	Monti della Grandine	06/08/2023	170504 170508 170904	800.000 mc	199
D2	ADRASTEIA S.r.l.	Roma	Loc. Porta Medaglia	27/12/2029	170504 170506 170508 170802	465.582 mc	250
DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI							
D3	ASA (Azienda Servizi Ambientali) SRL	Corinaldo (AN)	Via San Vincenzo 18	03/06/2031	170504	614.000 mc	40
D4	SO.GE.NU.S. SPA	Maiolati Spontini (AN)	Via Cornacchia 12	26/06/2033	170302 170504 170506 170904	-	19
D5	Eredi Raimondo Bufarini	Falconara Marittima (AN)	Via Saline 22	05/09/2024	170504 170904	-	41

Sarà, in ogni caso, onere dell'Appaltatore, propedeuticamente all'avvio dei lavori, verificare l'effettiva presenza nel territorio anche di ulteriori siti rispetto a quelli indicati nel presente progetto al fine di garantire la relativa disponibilità, per i quantitativi necessari e per tutta la durata dei lavori,

dei siti di destinazione finale (impianti di recupero/smaltimento) ove intende conferire i materiali di risulta da gestire in qualità di rifiuti.

Per approfondimenti e dettagli circa gli impianti di recupero e smaltimento selezionate si rimanda all'elaborato specialistico e relativi elaborati cartografici "IR0F02R69RHCA0000001A_Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione Generale".

6.5.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Nel caso dei rifiuti la significatività dell'impatto è data dalla valutazione dei volumi di materiale prodotti, dalle possibilità effettive di reimpiegare tale volume in rapporto alla quantità che occorre inviare a smaltimento/recupero.

Nel caso in esame i quantitativi di terre di risulta prodotte sono riassunti nella seguente tabella:

Tabella 6-59 Riepilogo dei materiali prodotti e delle relative modalità di gestione (mc in banco)

Produzione complessiva	Utilizzo interno in qualità di sottoprodotti	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti	Materiali di risulta in esubero
1.180.518	401.262	737.341	41.915

Pertanto nel caso in esame, si prevede di riutilizzare internamente al progetto circa il 34% (401.262 mc) del totale del materiale di risulta prodotto di queste circa il 38% dei materiali sarà reimpiegato direttamente nell'ambito delle lavorazioni, all'interno della stessa WBS e il restante 62% circa verrà riutilizzato nell'ambito dello stesso appalto per altre WBS.

Inoltre saranno riutilizzati al di fuori dell'appalto, previo stoccaggio temporaneo in siti di deposito, 737.341 mc di sottoprodotti, ovvero circa il 62% del materiale prodotto.

Complessivamente, quindi sarà avviato al riutilizzo il 96% (1.138.603 mc) del materiale di risulta prodotto.

Andranno, invece, gestiti in qualità di rifiuti le terre non riutilizzabili, il ballast e il volume da demolizione delle opere d'arte per un volume stimato pari a 84.569 mc complessivi ovvero circa il 7% di tutto il materiale prodotto, come riassunto in Tabella 6-60 (4% se si considerano le sole terre a rifiuto indicate nell'excel di bilancio allegato al Piano di Utilizzo).

Tabella 6-60 Produzioni: volume gestito in qualità di rifiuto

Tipologia di materiali	Udm	Quantità	CER	
Materiali provenienti dagli scavi (esuberanti)	mc	45.415 (41.915 + 3.500 da IS)	17.05.04	Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03
Materiali provenienti dalle demolizioni	mc	28.500	17.09.04	Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903
Rimozione ballast	mc	10.654	17.05.08	Pietrisco per massicciate ferroviarie diverso da quello di cui alla voce 17.05.07
Totale	mc	84.569		

Tabella 6-61 Riduzione della produzione di rifiuti

	Produzioni (mc)	Esuberanti (mc)	Riduzione % della produzione rifiuti
Totale	1.180.518	84.569	93%

Poiché i lavori si svolgono su un arco temporale complessivo di circa 3 anni e mezzo, ed i quantitativi di materiale in gioco sono distribuiti su l'arco complessivo, la durata dell'attività di conferimento esterno/smaltimento/recupero non è un parametro da ritenersi particolarmente critico; come si è visto, nell'ambito della redazione del Progetto di fattibilità tecnico-economica è stata verificata la presenza sul territorio di impianti di recupero/discardie in cui potrebbero essere conferiti i rifiuti prodotti nel corso delle lavorazioni. Inoltre, nel Piano di Utilizzo (IR0F02R69RGTA0000002A) sono stati indicati i potenziali siti di destinazione finale delle terre e rocce da scavo da gestire in regime di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 che hanno manifestato il loro interesse a ricevere i materiali. Per questi ultimi, a maggior tutela, è stato previsto in progetto anche l'allestimento di aree di deposito temporaneo (DT) per assorbire qualsiasi problematica in ordine alla ricettività e al trasporto dei materiali da scavo verso i siti esterni.

Per quanto precede, in considerazione del fatto che le valutazioni e gli accertamenti condotti sui materiali e sui volumi di scavo consentono, con buon agio, di contenere significativamente la quantità di rifiuti e individuano adeguati siti di destinazione, si può considerare eventuali effetti trascurabili e poco significativi.

Considerando che la scelta progettuale del riutilizzo dei materiali di risulta può essere inteso come misura volta al contenimento e alla mitigazione dell'impatto sulla componente in esame, in conclusione, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata mitigata (cfr. capitolo 1.2.3 livello di significatività "C").

6.6 SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE

6.6.1 Inquadramento normativo

Riferimenti normativi nazionali

- Decreto n. 260/2010: Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D.Lgs. n. 219/2010: Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- D. Lgs n. 30/2009, di recepimento della direttiva "figlia" 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- D.M. 14 aprile 2009 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 124 del 30 maggio 2009 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".
- D.M. 16 giugno 2008 n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- D. Lgs. 03/04/2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" – Parte terza – Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.

- Decreto Ministero dell'Ambiente 6 novembre 2003 n. 367. Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. Il decreto recepisce una direttiva della Comunità Europea che prevede la riduzione e la graduale eliminazione dell'inquinamento delle acque provocato da certe sostanze pericolose e la fissazione di obiettivi di qualità tali da garantire la tutela della salute umana e dell'ecosistema acquatico. Le regioni redigono l'elenco delle sostanze pericolose da controllare in acque superficiali, marine, di laguna e nei sedimenti tra quelle fissate a livello comunitario.
- Decreto Ministero dell'Ambiente 29 Dicembre 2003, n. 391. Regolamento recante la modifica del criterio di classificazione dei laghi di cui all'allegato 1, tabella 11, punto 3.3.3, del decreto legislativo n. 152/99.
- D. Lgs. 11/05/99 n.152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. (Abrogato dal D. Lgs. 152/2006)

Riferimenti normativi regionali

Nell'ambito della legislazione regionale, L'Assemblea legislativa regionale delle Marche ha approvato il Piano di Tutela delle Acque (PTA) con delibera DACR n.145 del 26/01/2010.

6.6.2 Stima delle acque reflue e di processo prodotte

Per quanto riguarda la fase di cantiere è da considerare il tema in relazione alla gestione dei reflui prodotti, principalmente:

- dai servizi igienici ed assistenziali da apprestare nelle aree presidiate dalle maestranze;
- dal dilavamento delle superfici di cantiere;
- dai reflui di lavorazioni specifiche come ad esempio:
 - trivellazioni per opere di fondazione palificate;
 - altro assimilabile.

Per le attività previste all'interno delle diverse aree di lavorazione e di cantiere è possibile avere la necessità di utilizzare e stoccare sostanze pericolose quali sostanze chimiche, olii, vernici, solventi, carburanti.

6.6.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Le acque trattate potranno essere riciclate per gli usi interni al cantiere, limitando così i prelievi da acquedotto. Inoltre, lo scarico finale delle acque trattate verrà realizzato, in ottemperanza alle norme vigenti.

Per quanto riguarda i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, questi verranno stoccati in un'apposita area recintata, dotata di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

Inoltre, saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente al recapito finale.

Per quanto concerne le acque nere, gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti.

Per tali ragioni, vista la tipologia di opere da realizzare e l'assenza di depositi di grandi dimensioni per lo stoccaggio di sostanze pericolose, nonché la dotazione impiantistica prevista a corredo delle aree di cantiere, la probabilità di effetti legati alla dispersione al suolo e nelle acque superficiali e sotterranee di sostanze nocive è da considerarsi solo limitatamente ad eventuali sversamenti accidentali di tali sostanze. Detti effetti potranno essere efficacemente prevenuti e, nell'eventualità di loro determinarsi, mitigati, attraverso il ricorso alle misure gestionali ed operative riportate al successivo paragrafo 6.6.5.

Nel complesso la significatività dell'effetto può essere considerata trascurabile (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività B).

6.6.4 Modalità di gestione delle acque reflue e di processo

In relazione alle attività di cantiere, la produzione delle acque e reflui sono, in linea generale, derivanti dalle seguenti attività:

- servizi assistenziali di cantiere (servizi igienici e attività di cucina) che scaricano in allacci in fognatura pubblica autorizzati o in vasche tipo Imhoff, assimilabili ai reflui domestici;
- attività industriali di cantiere derivanti:

- dal dilavamento dei piazzali ed aree di lavoro in aree operative
- dalla gestione di vasche, canali e impianti presenti nelle aree di cantiere dove possono anche essere trattate miscele cementizie, fanghi, sostanze chimiche, idrocarburi, ecc.
- da aggotamento da scavi in falda per volumi non riutilizzabili;
- manutenzione dei depuratori;
- da acque di processo:
 - ad esempio acque di raffreddamento;
 - acque derivanti da lavorazioni per la realizzazione di pali, micropali, infilaggi, ecc.
 - acque di jetting.

È necessario pertanto che alle tipologie sopra richiamate siano fatte corrispondere adeguate procedure di gestione per evitare, o limitare fortemente, l'impiego della risorsa naturale, la dispersione nei corpi ricettori, suolo e corpi idrici, di inquinanti biologici e/o chimici veicolati con le gli scarichi.

Tali procedure devono assicurare:

1. per quanto possibile, il recupero e il riuso delle acque di processo;
2. garantire con adeguati processi di depurazione la qualità delle acque immesse nei corpi ricettori;
3. la gestione come rifiuto in impianto autorizzati;
4. la gestione di eventuali emergenze.

6.6.5 Misure di prevenzione e mitigazione

Oltre a rimandare a quanto già detto in precedenza riguardo alle misure da attuare a salvaguardia delle componenti suolo e acque, strettamente correlate alle presenti misure preventive, nel presente capitolo si specificano alcune delle principali fattispecie.

In linea generale si dovrà tenere conto delle seguenti procedure gestionali:

1. prima di essere destinate a riuso, le acque saranno trattate per la separazione delle sostanze sedimentabili e non sedimentabili e depurate considerando i parametri fisici, chimici e biologici accettabili per l'impiego successivo.

L'Appaltatore dovrà approntare e garantire, per tutta la durata del cantiere, l'attuazione delle procedure di gestione e manutenzione degli impianti di trattamento secondo gli

standard previsti dal fornitore dei sistemi adottati, conseguentemente dovrà pianificare i controlli di laboratorio ambientale di rispetto dei limiti tabellari a frequenza prestabilita.

2. Gli scarichi di acque reflue urbane e di acque reflue industriali devono essere autorizzati, indipendentemente del ricettore e dall'ente competente ai sensi degli Artt. 124 e 125 del D.l.gs. 152/06.

Qualora si preveda lo scarico in acque superficiali o fognatura, previa autorizzazione, deve essere previsto un collegamento stabile e continuo fra i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli eventuali impianti di trattamento ed il recapito finale.

In tal caso, si ricorda che la normativa vigente Art. 101 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. stabilisce che venga introdotto un punto di controllo allo scarico delle acque in modo da poter verificare il rispetto dei limiti di cui alla Tabella 3 dell'Allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

3. È possibile gestire le acque reflue come "rifiuto liquido" in assenza di scarichi autorizzati o in caso di manutenzione impianti; in tale caso occorrerà caricare le acque su autocisterne e trasportarle a recapito finale.

Tale procedura si può applicare alle acque accumulate in vasche o cisterne, provenienti dalla lavorazione di cantiere, prima e dopo il trattamento in impianto, una volta che per tali acque sia stato definito il codice CER.

7 RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO

7.1 PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

7.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

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

Nel caso in esame non risultano interferiti, lungo l'asse ferroviario, beni patrimoniali, edifici e/o complessi monumentali, sottoposti a dispositivi di tutela e vincolati ai sensi del *Codice dei beni culturali e del paesaggio*.

In questa fase di progetto non vi è evidenza di interferenze dirette e/o indirette con edifici e/o manufatti di valore storico documentario, testimoni della stratificazione storica del paesaggio, o a qualunque titolo reclutati come beni culturali ancorché non vincolati.

Nuclei e centri storici

Gli elementi afferenti questa categoria sono rintracciati nei centri urbani arroccati per lo più sui versanti collinari e basso montani, presenti sul territorio indagato.

Il tracciato di progetto, per quanto riguarda le opere di natura ferroviaria e stradali di completamento, interessano a vario titolo i seguenti nuclei centri storici come riportati nella tavola 15 del PPAR vigente.

Tabella 7-1 – Centri storici interessati dalla tratta ferroviaria

Nucleo /centro storico	Prossimità / Interferenza
Varapara	-
Valtreara	-
Gattuccio	-
San Vittore	-
Perosara	-

Camponoecchio	-
Mogiano	P
Falcioni	-
Palombare	P
Ponte Chiaradovo	-
Serra San Quirico	-

Edifici storici

La maggior parte degli edifici classificati di interesse culturale e/o semplicemente individuati di valore storico ancorché non dichiarati di interesse culturale, così come risultano mappati nel sito istituzionale del MIBAC *Vincoli in rete*, sono concentrati nell'ambito dei centri storici e non sono presenti lungo il corridoio di progetto, per la restante parte si tratta di complessi agricoli la cui punteggiatura è intimamente connessa all'insediamento rurale e alla costruzione storica del paesaggio agrario nell'ambito del fondo valle del Fiume Esino per la contaminazione degli insediamenti urbani periferici di recente formazione.

Gli edifici segnalati e riportati anche nel PPAR della Regione Marche sono riassunti nella tabella che segue:

Tabella 7-2 – quadro sinottico degli edifici/complessi di interesse culturale

Nucleo /centro storico	edificio / complesso	Prossimità / Interferenza
Varapara	Chiesa parrocchiale di Valtreara (San Michele)	-
Valtreara	-	-
Gattuccio	-	-
San Vittore	Chiesa di S.Vittore delle Chiuse	-
	Ponte sul Fiume Sentino	
	Torre	
	Casa sul fiume in Via S. Vittore, 19	
Pierosara	Chiesa di S. Sebastiano martirei	-
	Borgo medievale	
	Chiesa di S. Maria delle Grazie	
Camponoecchio	Chiesa Cecchi a Camponoecchio	-
	Chiesa di S. Maria Assunta	
Mogiano	-	P

Falcioni	Palazzo Falcioni	-
Palombare	-	P
Ponte Chiaradovo	Grotte facenti parte dell'Eremo di S. Silvestro	-
	Convento di S.Maria	
Serra San Quirico	Chiesa di Santa Maria di Loreto	P
	Santuario Del Cuore Immacolato di Maria	P

Edifici e manufatti soggetti a demolizione

Il progetto della nuova infrastruttura interferisce con alcuni fabbricati sorti ai margini del sedime attuale, per tali fabbricati, con le modifiche planimetriche introdotte si è reso necessario prevederne la demolizione. In questa fase di progetto non è prevista la demolizioni di edifici e manufatti significativamente rappresentativi del patrimonio culturale.

Piante monumentali

Con la LR n.6 del 20.05.2008 *Legge forestale regionale* viene identificata "formazione vegetale monumentale": *gli alberi di qualunque specie, i filari, i gruppi e qualsiasi altro elemento o formazione vegetale di particolare interesse storico-culturale o di particolare pregio naturalistico-paesaggistico, che per età o dimensioni possono essere considerati come rari esempi di maestosità e longevità o che recano un preciso riferimento ad eventi o memorie rilevanti dal punto di vista storico, culturale, o delle tradizioni locali;*

Dalla Cartografia della Regione Marche *Alberi monumentali Marche* non emergono individui censiti nella categoria in parola in prossimità del corridoio di progetto.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato "IR0F02R22RGSA0001001A_Studio di impatto ambientale – Relazione Generale".

7.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Per quanto concerne gli impatti sul patrimonio culturale, i possibili impatti indotti dalla realizzazione della nuova linea ferroviaria potrebbero essere:

- Danneggiamento o alterazione fisica del bene
- Alterazione della percezione del bene in rapporto alla realizzazione della nuova opera.

Nell'area di intervento interessata dalle opere in progetto si registrano alcuni elementi di pregio, ma nessuno di questi è direttamente interferito dall'intervento.

In ragione di quanto illustrato in merito al rapporto dell'opera in progetto con i beni del patrimonio culturale così come definito dal DLgs 42/2004 e smi, con i beni a valenza storico testimoniale, nonché con i beni materiali, la significatività degli effetti attesi può essere ritenuta trascurabile. Pertanto in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il livello di significatività è "B"

7.2 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

7.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Il patrimonio agroalimentare della Regione Marche è estremamente eterogeneo e contempla una quantità di prodotti, per molti dei quali il riconoscimento è regionale che spaziano dalle produzioni vitivinicole, olearie, della trasformazione dei cereali, prodotti caseari e dalla trasformazione della carne, prevalentemente suina ovo-caprina. A cui si aggiunge la produzione del miele e dei vegetali allo stato naturale o trasformati.

Nel dettaglio i prodotti certificati legati al territorio in esame sono riportati nella tabella che segue (cfr. Tabella 7-3).

Tabella 7-3 Elenco prodotti certificati territorio Abruzzese

Regime di qualità delle DOP e IGP dei prodotti agricoli e alimentari (reg. (UE) n. 1151/2012) – Prodotti agricoli registrati nello specifico registro dell'Unione (DOOR)	
DOP	Casciotta d'Urbino
	Olio extravergine di Cartoceto
	Oliva Ascolana del Piceno
	Prosciutto di Carpegna
	Salamini Italiani alla cacciatora (interregionale)
	Formaggio di Fossa di Sogliano
IGP	Vitellone bianco dell'Appennino centrale
	Mortadella Bologna
	Lenticchia di Castelluccio di Norcia
	Ciauscolo
	Agnello del Centro Italia

	Maccheroncini di Campofilone
	Patata Rossa di Colfiorito
	Olio Marche
Regime di qualità delle STG dei prodotti agricoli e alimentari (reg. (UE) n. 1151/2012) – Prodotti agricoli registrati nello specifico registro dell’Unione (DOOR):	
SGT	Vincisgrassi alla maceratese
Regime di qualità delle DOP/DOC-DOCG e IGP/IGT nel settore vitivinicolo (Reg. (UE) n. 1308/2013) – Vini registrati nello specifico registro dell’Unione (E-Bacchus)	
DOCG	Castelli di Jesi Verdicchio Riserva
	Verdicchio di Matelica Riserva
	Conero Riserva
	Offida
	Vernaccia di Serrapetrona
DOC	Bianchello del Metauro
	Colli Pesaresi
	Pergola
	Lacrima di Morro o Lacrima di Morro d'Alba
	Esino
	Verdicchio dei Castelli di Jesi
	Rosso Conero
	Colli Maceratesi
	San Ginesio
	I Terreni di Sanseverino
	Verdicchio di Matelica
	Serrapetrona
	Falerio
	Rosso Piceno o Piceno
Terre di Offida	
IGT	Marche

Ai prodotti a marchio di derivazione comunitaria si unisce un nutrito elenco di prodotti agroalimentari tradizionali e a marchio QM, per l'elenco esaustivo si può fare riferimento al sito della Regione Marche¹⁸ dove possono essere visualizzati i contenuti del

DDPF 70/DMC del 15.11.2019 - D.Lgs. n. 173/1998, art. 8, comma 1 e DM (Politiche Agricole e Forestali) n. 350/99 – Aggiornamento elenco regionale prodotti tradizionali per l'anno 2019

Allegato A - Elenco regionale dei prodotti tradizionali

Allegato B - Scheda prodotti tradizionali.

Come si è visto, nel territorio in esame, lungo il corridoio di progetto, non sono di particolare rilievo le sistemazioni agrarie e non compaiono significative le coperture ad ulivo e vite che rappresentano unitamente la parte delle colture legnose agrarie per un'aliquota introno allo 1% nei territori di Fabriano e Genga, mentre raggiungono circa il 7% nel territorio di Serra San Quirico.

Dai dati ISTAT relativi al censimento dell'Agricoltura 2010 e inerenti *Superficie dell'unità agricola per caratteristica dell'azienda unilocalizzata, presenza centro aziendale e utilizzazione dei terreni dell'unità agricola - livello comunale*, riportati nella tabella che segue si evidenzia come sia sostanzialmente esigua la quantità di uliveti, sistemazioni a vite e pascoli nel territorio di Genga, a Fabriano aumentano in modo significativo i prati permanenti e i pascoli, a mentre nel territorio di Serra San Quirico prende consistenza la vite e l'ulivo pur rimanendo su numeri trascurabili rispetto al dato provinciale.

Tabella 7-4: Utilizzazione del terreno per ubicazione delle unità agricole ISTAT – censimento dell'Agricoltura 2010 in ettari

Comune	Vite		olivo per la produzione di olive da tavola e da olio		prati permanenti e pascoli	
	Superficie (ha)	Percentuale (%)	Superficie (ha)	Percentuale (%)	Superficie (ha)	Percentuale (%)
Fabriano	43,05	1,57%	22,97	0,84%	1721,23	55,52%
Genga	11,84	11,84%	3,15	3,15%	18,93	18,93%
Serra San Quirico	78,22	0,43%	50,07	0,12%	50,83	0,61%
Ancona	2.738,78		2.598,56		3.100,29	

¹⁸<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Agricoltura-Sviluppo-Rurale-e-Pesca/Prodotti-di-qualit%C3%A0-e-certificazione#Prodotti-Tradizionali>

Come si è visto, nel corridoio in esame, gli ettari classificati come *Prati stabili* interferiti coprono circa 33,05 ha, e le Colture permanenti circa 2,88 ha, queste sistemazioni sembrano potersi riferire alle superfici utili per la produzioni agroalimentari di eccellenza.

7.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Con riferimento agli aspetti legati al territorio ed al patrimonio agroalimentare, gli effetti potenziali connessi alla fase di cantierizzazione possono essere individuati nella modifica degli usi in atto conseguente all'aprontamento ed alla presenza delle aree di cantiere.

L'uso del suolo è un concetto collegato, ma distinto da quello di copertura del suolo. Secondo quanto riportato da ISPRA nell'edizione 2018 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", per copertura del suolo si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, così come definita dalla Direttiva 2007/2/CE¹⁹, mentre per uso del suolo si intende, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce, quindi, una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro. A questo riguardo, la modifica degli usi in atto viene intesa come il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo, che – generalmente - determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale, sino ad un uso artificiale.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, con riferimento alla dimensione Costruttiva, nel caso in specie, la modifica degli usi in atto è determinata dall'aprontamento delle aree di cantiere fisso e, pertanto, legata all'occupazione di suolo da parte di dette aree di cantiere. Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle aree di cantiere fisso e dal tipo di uso del suolo interessato. Le tipologie di uso del suolo interessate dalle aree di cantiere sono state desunte da:

¹⁹ La Direttiva 2007/2/CE istituisce un'Infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire) per gli scopi delle politiche ambientali e delle politiche o delle attività che possono avere ripercussioni sull'ambiente. L'Italia ha recepito detta direttiva con l'emanazione del DLgs 32/2010.

- Regione Marche, Geoportale Marche, Carta Uso del Suolo Regione Marche 2007
- Verifica attraverso la consultazione dei rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, delle immagini disponibili su Googlemaps aggiornate al 2020.

Per quanto concerne le tipologie di uso in atto, come già evidenziato in precedenza, l'opera in progetto è collocata in un territorio in cui le aree agricole rivestono un ruolo marginale.

A fronte di tali considerazioni si ritiene lecito affermare che la durata temporanea della modifica degli usi in atto, unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario gli usi delle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della fase costruttiva, fa sì che il presente effetto possa essere stimato trascurabile (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività B).

7.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Al termine dei lavori le aree di cantiere saranno oggetto di interventi di ripristino della situazione ante – operam.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri si rimanda alle misure di mitigazione descritte nel rispettivo paragrafo.

7.3 PAESAGGIO

7.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Contesto paesaggistico di riferimento

La Regione Marche, recepitata la disciplina nazionale e i trattati convenzionali di portata europea, tutela disciplina la materia del paesaggio attraverso l'articolazione normativa così individuata:

- LR n.34 del 05.08.1992 *Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio* successivamente aggiornata con ulteriori dispositivi
- LR n.34 del 27.11.2008 *Disciplina delle Commissioni Locali per il Paesaggio di cui all'art.148 del Dlgs 22 gennaio 2004, n.42*

Il PPAR regionale del 1989, attualmente vigente nelle more della formulazione del nuovo Piano Paesistico Regionale, è articolato, reca una visione del paesaggio in ordine alla tutela, sulla scorta della ex L. 431/1985 e dispositivi del 1939, a cui coniuga le *diverse definizioni di paesaggio immagine, paesaggio geografico, paesaggio ecologico in una nozione unitaria di paesaggio-ambiente che renda complementari e interdipendenti tali diverse definizioni.*

A partire da tale paradigma il piano elabora una descrizione dell'intero territorio regionale articolandolo per:

- sottosistemi territoriali, distinti in relazione al *valore paesistico ambientale* riconosciuti
- sottosistemi tematici e categorie costruttive.

Nel corso del processo di adeguamento del piano PPAR al codice dei beni culturali e del paesaggio, con la redazione dei documenti preliminari per la formulazione del PPR, il territorio regionale è stato suddiviso in 7 macroambiti che fanno da cornice a 20 ambiti descrittivi del territorio regionale in logica complementare e sovraordinato alla lettura per sistemi consolidata nel PPAR.

Il progetto rientra nell'ambito del

- C2 Le dorsali interne; Fabriano e l'Alto Esino
rientra in questo ambito gran parte del tratto in esame

D2 Le Marche centrali dell'anconetano; Jesi e la Vallesina

rientra in questo ambito, un breve tratto di progetto che superata la Gola della Rossa, si affaccia nel contesto delle basse colline tra i rilievi del massiccio calcareo e la piana costiera.

Struttura del paesaggio

L'area di studio rappresenta il dominio spaziale all'interno del quale le componenti paesaggistiche/ambientali e le interazioni tra queste, configurano un assetto chiaramente riconoscibile che consente di identificare le unità di paesaggio, all'interno di una più ampia categoria definita ambito di paesaggio.

Le unità di paesaggio si possono interpretare come il risultato delle relazioni ed interazioni tra componenti elementari. La variabilità degli assetti aggregativi e relazionali stabiliti tra le componenti elementari posti in relazione reciproca e interagenti tra loro, consentono l'identificazione/classificazione del paesaggio, così come lo percepiamo, all'interno di uno spazio unico continuo e continuamente diverso.

In generale nel territorio attraversato risulta particolarmente caratterizzante la struttura morfologica e le coperture a bosco che interessano gran parte del corridoio studiato relegando il paesaggio agrario e ad un'aliquota secondaria in termini di estensione.

Gli elementi strutturanti il paesaggio che lo restituiscono così come lo percepiamo oggi, possono essere scomposti considerando i seguenti elementi sistemici:

- *sistema della struttura fisica e delle acque superficiali:*

definito dall'unità morfologica dello stretto fondovalle alluvionale prodotto dall'incisione morfologica dell'Esino, terrazzata, delimitata in destra e sinistra idrografica da versanti montano/collinari, con escursioni altimetriche tra fondovalle e crinale anche severe fino a sub verticali.

Il Fiume Esino, è il principale elemento strutturante l'ambito a cui si associano le coperture a bosco disposte lungo i versanti che confinano il fondovalle.

- *sistema della struttura naturale:*

per quanto obliterato dalle attività umane, l'area del fondovalle si connota, dal punto di vista delle strutture biotiche, principalmente per la persistenza delle formazioni ripariali a pioppo e salice persistenti a corredo del Fiume Esino, analoghe formazioni sono presenti lungo le aste dei corsi d'acqua secondari e minori tributari dell'Esino.

Altre formazioni, a diversi stadi evolutivi e diverso livello di degrado, sono rinvenibili lungo i versanti montano/collinari dove alle formazioni a pioppo nero, attestato sul primo terrazzamento di fondovalle, a contatto con le formazioni a salice, si accostano le formazioni a roverella collocate sulle prime pendici, intercalate all'ostrieto e alla lecceta in posizioni più alte. Alle coperture naturali si intercalano i rimboschimenti a pino nero, le praterie secondarie e gli arbusteti a prevalenza di ginestra.



Figura 7-1: Valle del Fiume Esino dalla SS256 in direzione di Varapara



Figura 7-2: Attraversamento del Fiume Esino, via di San Vittore. tra San Vittore e Gattuccio



Figura 7-3: Area del parcheggio di scambio prossimo alla Stazione dei Genga

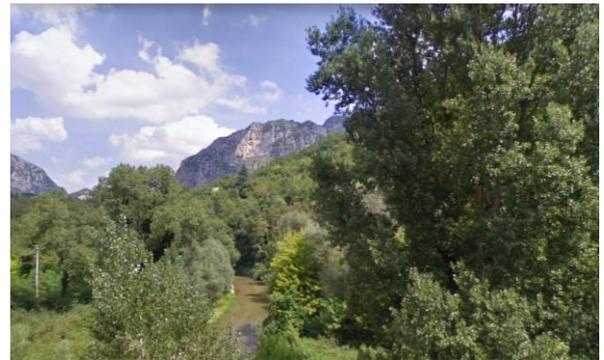


Figura 7-4: Attraversamento del Fiume Esino lungo la SS76 tratto tra Camponoccechio e Falcioni

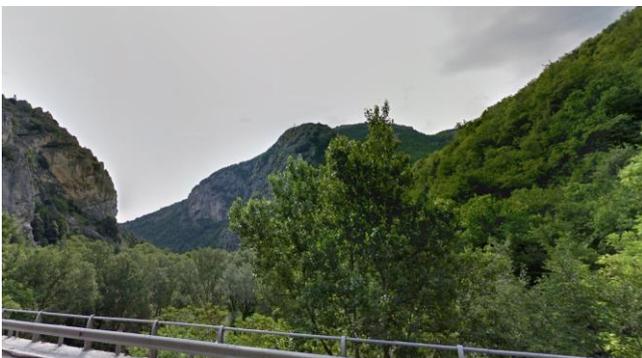


Figura 7-5: Attraversamento del Fiume Esino Gola della Rossa, lungo la SS76 tratto tra Ponte della Rossa e via CelmentinaPalombare

▪ *sistema dell'insediamento antropico:*

il sistema insediativo, così come si rileva oggi lungo il corridoio di progetto, vede la stratificazione nello spazio rurale più francamente naturale, dell'insediamento di nuclei e centri minori disposti lungo i versanti e collegati dalla viabilità locale di matrice storica. Si tratta per lo più di modesti agglomerati di case rurali aggregati in filamenti disposti lungo la viabilità locale a carattere eminentemente residenziale.

A tali tessuti si associano e intercalano gli insediamenti produttivi e il sistema delle cave, alcune delle quali dismesse. I primi si insediano nel fondovalle in prossimità degli snodi della viabilità principale, in genere in piccoli nuclei intercalati agli abitanti e nell'area periferica di Serra San Quirico con caratteristiche maggiormente estensive.

- *componenti del paesaggio rurale*

lo spazio rurale eminentemente dedicato agli usi agricoli, per la parte che resiste insediata lungo i modesti spazi aperti e pianeggianti del fondovalle, si connota per i seminativi in rotazione, in ambiti non irrigui, intercalati a modeste parcelle sistemate ad ulivo o ad orto con caratteristiche proprie dell'agricoltura di sussistenza che destinata ai mercati.

Maggiore rilievo acquista la facies della struttura con valenza aziendale lungo i versanti presso Serra San Quirico dove la morfologia collinare si addolcisce e rende vantaggiosa la messa a coltura estensiva. Con il mosaico delle sistemazioni colturali, in tale ambito torna anche la punteggiatura delle case sparse che lungo il corridoio dell'Esino nel tratto interessato dal progetto è estremamente ridotto



Figura 7-6: Frazione Palombare, comune di Genga aree agricole nell'area pianeggiante alluvionale di un'ansa del Fiume Esino



Figura 7-7: Sistemazioni agricole Palombare nell'area alluvionale pianeggiante

- *componenti del paesaggio urbano*

Il tessuto urbano vero e proprio è sostanzialmente assente lungo il corridoio di progetto, al netto dei nuclei storici modesti in estensione e struttura urbana. Si ritrova concentrato nell'area della Stazione di Serra San Quirico dove la presenza dello scalo ferroviario e una diversa economia hanno favorito, l'aggregazione urbana.

Risultano pressoché assenti le sistemazioni di superficie degli spazi liberi e di relazione. La strutturazione più articolata della sezione stradale con l'inserimento di marciapiedi, aree di parcheggio, ecc. nell'area di Serra San Quirico è appannaggio della viabilità principale e risulta in genere qualitativamente pauca quando non del tutto assente lungo la viabilità secondaria.

L'edificato è costituito da case sul lotto del tipo ad uno o due piani, occasionalmente più alte con giardino e/o spazi di pertinenza correlati; i caratteri architettonici compositivi degli edifici e delle pertinenze sono prettamente rurali, tradizionali nei nuclei storici talvolta contaminati dal vocabolario formale dell'edilizia più recente, qualitativamente modesta. Tale aspetto è particolarmente patente nella periferia recente di Serra San Quirico.

- *componenti delle infrastrutture lineari*

Come accennato, la valle dell'Esino, costituendosi come corridoio naturale est-ovest ha favorito, fino dall'antichità, lo sviluppo delle infrastrutture di trasporto che, a partire dalla via Flaminia, nei suoi vari tracciati, e successivamente dalla linea

ferroviaria e delle attuali 76 e 256 sono stati catalizzatori degli insediamenti recenti, e garantiscono l'accessibilità al sistema di connessione nazionale e l'ingresso delle industrie e dei servizi correlati, li dove le condizioni morfologiche lo hanno reso possibile a vantaggio dei sistemi economici attestati intorno a Fabriano Matelica, Camerino, e in generale dei centri interni .

I filamenti che si dispongono sub paralleli allo sviluppo della valle sono da considerare, di fatto, come strutture generative del paesaggio così come lo percepiamo oggi. Allo stesso tempo, nella gerarchizzazione e tipologia proprie, sono portatrici di segni e forme connotative, spesso detrattive della qualità dello spazio rurale ed urbano attraversato con il quale non hanno stabilito, o stabilito debolmente, relazioni formali complesse con i contesti attraversati portando con loro la semantica tipica delle infrastrutture lineari di trasporto, imponendo queste su tutto.



Figura 7-8: Tratto d'ingresso della frazione di Camponocechchio lungo la SS256



Figura 7-9: Tratto lungo il centro di Valtreara, Comune di Genga, lungo la SS256



Figura 7-10: Area produttiva presso lo svincolo lungo la SS256



Figura 7-11: area urbana dello scalo ferroviario di Serra san Quirico

SS256 a nord di Valtreara



Figura 7-12: Area industriale presso Serra San Quirico



Figura 7-13: area urbana dello scalo ferroviario di Serra san Quirico Via Silvio Pellico



Figura 7-14: tratto urbano della SP14 in attraversamento di Serra S. Quirico scalo



Figura 7-15: Area dello svincolo di Gattuccio lungo la SS 256 e SS76



Figura 7-16: tratto in affiancamento della linea ferroviaria storica alla SS76 presso la Frazione di Mogliano

Quanto sopra descritto rappresenta un continuum indistinto lungo tutto l'asse di progetto dove si alternano gli elementi e le componenti strutturanti il paesaggio descritte e così come lo percepiamo oggi lungo l'asse di progetto.

L'intervento di carattere prettamente ferroviario, come noto, si esaurisce per lo più in galleria e diviene patente in corrispondenza dei tratti di attraversamento del Fiume Esino, mentre le opere stradali complementari, quando non ricalcano i tracciati originari si inoltrano nel mosaico del paesaggio, così come si rileva oggi, prevalentemente di facies naturale.

Caratteri percettivi del paesaggio

Il progetto in esame si inserisce in un territorio con caratteristiche strutturali omogenee, al netto del tratto in cui viene affrontato l'approccio alla stazione di Genga ed in uscita da questa, ambito più aperto, di transizione dove dal sistema montano/collinare esterno si passa alla morfologia più francamente collinare dove i segni dell'insediamento antropico recuperano il passo e si sostituisce agli aspetti naturali e/o naturaliformi, il mosaico delle sistemazioni agrarie e dell'insediamento correlato.

In accordo a quanto previsto dal DPCM 12.12.2005, la analisi degli aspetti percettivi è condotto da *luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici*. Ne consegue quindi che la prima operazione da condursi risulta essere quella della individuazione di tali ambiti.

È da dire, inoltre, che la densità dell'insediamento residenziale e rurale presente lungo il tracciato è estremamente rarefatto e, nei nuclei, è connotato a bassa densità; sul piano collinare si incrementa in modo relativamente considerevole. La complessa orografia e la presenza di ampie aree forestate, favorisce per lo più visuali frammentate e discontinue anche lungo la viabilità.

In corrispondenza dei nuclei attestati lungo i versanti, i fronti principali delle aggregazioni lineari sono rivolte verso la strada principale e sono pressoché privi di piazze e spazi di aggregazione affacciati sul fondovalle da cui è possibile cogliere visuali panoramiche.

Nell'area della periferia di Serra San Quirico il tracciato si sovrappone sostanzialmente all'esistente senza modificare significativamente il carattere percettivo del paesaggio e il paesaggio percepito nel suo insieme si introducono nuove strade di raccordo della viabilità locale. La viabilità locale si attesta lungo il tracciato ferroviario, per tratti patente e per tratti con l'interposizione di fronti costruiti che precludono/frammentano la percezione dagli spazi urbani dell'area ferrovia

È altresì da evidenziare che le strade locali, così come quelle di connessione territoriale, sono per lo più prive di spazi di relazione pedonali e che quando presenti questi espongono per brevi tratti e puntualmente, quando patente, la linea ferroviaria che, per altro, presenta ai margini, lungo tratti

anche cospicui, la presenza di masse vegetali che non consentono di percepire la linea ferroviaria e contribuiscono a diluirne il peso percepito, ciò in particolare lungo i tratti al di fuori dei principali nuclei urbani.

Per quanto riguarda i punti panoramici, si è fatto cenno alla morfologia per lo più stretta della Valle dell'Esino e della consistente distanza dei centri e nuclei attestati sui versanti collinari presso i quali possono essere colte solo occasionalmente viste di insieme sull'unità di paesaggio quando si rarefanno superfici boscate e la morfologia lo consente. Infatti le distanze e l'entità del rilievo non sembrano tali da consentire di cogliere con evidente chiarezza l'infrastruttura attuale, come anche quella di progetto, nell'insieme percepito per cui si può ritenere ragionevole sostenere, in fase analitica e di sviluppo del progetto, assenti punti panoramici criticamente esposti alla nuova infrastruttura che comunque sarà percepita diluita nell'eterogeneità di strutture forme e segni che costituiscono il paesaggio così come lo possiamo percepire oggi e descritto in sintesi nel capitolo precedente.



Figura 7-17: Vista panoramica ripresa dal margine del centro storico di Serra San Quirico verso il fondovalle

Per quanto riguarda gli ambiti rurali attraversati dalla viabilità di connessione locale, così come dalle grandi infrastrutture di connessione territoriale, sono assenti gli spazi di relazione e le visuali sono sempre percepite nell'insieme in movimento continuo, in direzione sub parallela o

trasversale, alla linea ferroviaria, e che la stessa, così come la viabilità a corollario, solo occasionalmente sembra potersi esporre per tratti quando si diradano le masse arboree al margine dell'infrastruttura e gli elementi interposti spazialmente siano essi masse di vegetazione o edificato.

Come per i punti panoramici anche la viabilità stabilita lungo i versanti collinari in destra e sinistra idrografica sembra offrire solo occasionalmente viste aperte sul fondovalle nei brevi tratti dove, in assenza di copertura vegetale sarà possibile percepire il tratto di progetto o la viabilità a corollario.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato "IR0F02R22RGSA0001001A Studio di impatto ambientale – Relazione Generale".

7.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

In fase di realizzazione dell'opera, i potenziali effetti sul Paesaggio possono essere ricondotti a modifica della struttura del paesaggio ed alla modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo.

Modifica della struttura del paesaggio

L'effetto in esame fa riferimento alla distinzione, di ordine teorico, tra le due diverse accezioni a fronte delle quali è possibile considerare il concetto di paesaggio e segnatamente a quella intercorrente tra "strutturale" e "cognitiva".

In breve, muovendo dalla definizione di paesaggio come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni»²⁰ e dal conseguente superamento di quella sola dimensione estetica che aveva trovato espressione nell'emanazione delle leggi di tutela dei beni culturali e paesaggistici volute dal Ministero Giuseppe Bottai nel 1939, l'accezione strutturale centra la propria attenzione sugli aspetti fisici, formali e funzionali, mentre quella cognitiva è rivolta a quelli estetici, percettivi ed interpretativi²¹.

²⁰ "Convenzione europea del paesaggio" art. 1 "Definizioni", ratificata dall'Italia il 09 Gennaio 2006

²¹ Per approfondimenti: Giancarlo Poli "Verso una nuova gestione del paesaggio", in "Relazione paesaggistica: finalità e contenuti" Gangemi Editore 2006

Stante la predetta articolazione, con il concetto di modifica della struttura del paesaggio ci si è intesi riferire ad un articolato insieme di trasformazioni relative alle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio. Tale insieme, nel seguito descritto con riferimento ad alcune delle principali azioni che possono esserne all'origine, è composto dalle modifiche dell'assetto morfologico (a seguito di sbancamenti e movimenti di terra significativi), vegetazionale (a seguito dell'eliminazione di formazioni arboreo-arbustive, ripariali, etc), colturale (a seguito della cancellazione della struttura particellare, di assetti colturali tradizionali), insediativo (a seguito di variazione delle regole insediative conseguente all'introduzione di nuovi elementi da queste difformi per forma, funzioni e giaciture, o dell'eliminazione di elementi storici, quali manufatti e tracciati viari).

Sulla scorta di tale inquadramento concettuale, per quanto specificatamente attiene alla dimensione Costruttiva, i principali parametri che concorrono alla significatività dell'effetto in esame possono essere identificati, sotto il profilo progettuale, nella localizzazione delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, nonché nell'entità delle lavorazioni previste (ad esempio, entità delle operazioni di scavo e della potenziale modifica morfologica).

Per quanto concerne il contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella valenza rivestita dagli elementi interessati dalle attività di cantierizzazione, quali fattori di sua strutturazione e caratterizzazione; a tale riguardo si specifica che il riconoscimento di detta valenza, ovvero che capacità di ciascuna componente del paesaggio di configurarsi come elemento strutturante o caratterizzante, non deriva dal regime normativo al quale detto elemento è soggetto, quanto invece dalla capacità generativa di forme, segni epifania dei legami e dei rapporti materiali ed immateriali tra le diverse componenti: biotiche, abiotiche e culturali.

Per quanto precede, in relazione al caso in specie, è possibile affermare che il campo di osservazione sia limitato ad alcune situazioni paradigmatiche; e segnatamente:

- *l'allestimento e l'esercizio delle aree di cantiere fisso e gli impianti ivi contenuti*
le quali si articolano lungo la linea andando temporaneamente a sostituire gli usi del suolo occupando aree libere e/o sottoutilizzate, superfici agricole;
- *la realizzazione delle strade di nuova introduzione*
correlate alla soppressione dei PL, ovvero all'implementazione del livello di sicurezza della circolazione ferroviaria, nonché alla ricucitura delle connessioni trasversali e il ripristino della continuità funzionale del territorio;

- *le varianti planimetriche di tracciato*
che come è stato evidenziato si configurano a ridosso o in stretta prossimità alla linea attuale e operando la sostituzione degli usi del suolo, urbani e rurali, relativamente contenuta;
- *le opere puntuali a corollario delle opere ferroviarie*
funzionali a queste e previste a bordo della linea ferroviaria, quando non proprio nelle aree ferroviarie attualmente in uso.

In linea generale, le aree di cantiere sono state previste disposte, di conseguenza, lungo lo stretto corridoio infrastrutturale utilizzando aree libere e/o sottoutilizzate, anche agricole, presenti a ridosso della linea, ed in ultima istanza sacrificando superfici a copertura naturale/naturaliforme ampiamente rappresentate lungo il corridoio di progetto.

La massima parte delle aree di cantiere è costituita dalle aree tecniche e cantieri operativi la cui presenza sul territorio è legate alla durata dei tempi di realizzazione delle opere a cui le stesse presiedono, analogamente per le altre aree, soprarodinate in termini gerarchici, per le quali si prevede una vita utile legata a periodi più ampi. Il sistema della cantierizzazione, in ogni caso si inserisce in un tessuto urbano recente, intercalato a residue aree agricole e in prossimità ad ambiti di naturalità, la cui compresenza struttura la facies del paesaggio così come lo percepiamo, complessivamente privo di connotazioni qualitativamente significative.

È altresì da notare che il sistema della cantierizzazione previsto in questa fase di progetto non interessa significativamente il patrimonio culturale, documento della strutturazione storica del paesaggio, mentre interferisce con il sistema dei beni paesaggistici tutelati da vincolo dichiarativo ex Art.136 del Dlgs 42/2004 e ricognitivo, ex Art. 142 del D.Lgs 42/2004 segnatamente le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, le coperture di boschi e foreste, aree naturali tutelate.

I nodi di maggiore significato si individuano in corrispondenza dei tratti della linea ferroviaria patenti e segnatamente in corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Esino, ed in corrispondenza delle nuove strade lì dove i tracciati interessano aree ed ambiti non già sede di viabilità stradale a cui si assommano le aree di cantiere fisso che presiedono alla realizzazione delle opere nel complesso.

Per quanto precede, non sembra che le modificazioni introdotte dal progetto nella fase costruttiva possano incidere sulla struttura del paesaggio o sui processi generativi del paesaggio a cui gli elementi strutturali presiedono (prevalentemente le strutture insediative ed economiche che

presiedono la trasformazione dello spazio naturale). Diversamente, ciò può essere osservato nella dimensione fisica dove la presenza di nuovi tratti di viabilità e la sostituzione definitiva degli usi del suolo può senz'altro concorrere ad obliterare e frammentare gli usi del suolo e disarticolare gli assetti tra componenti che, localmente, incidendo sulle strutture economiche che connotano gli aspetti del paesaggio agrario negli ambiti più francamente rurali.

A vantaggio del sistema della cantierizzazione, gioca quindi la temporaneità delle azioni e pressioni esercitate sugli usi del suolo e la restituzione, a fine vita cantiere, delle superfici agricole agli usi previgenti garantendo così la continuità dei complessi processi che presiedono la continuità della strutturazione del paesaggio o la sua trasformazione.

Per quanto sia intensa la presenza dei cantieri nel corridoio di progetto e diffusamente organizzata lungo linea questa è costituita da aree di dimensione ridotta, proporzionale all'impegno tecnico delle opere a cui sono asservite, e sembra anche possibile sostenere che le stesse non generino modifiche dell'uso del suolo a carattere estensivo e tale, in ogni caso, da confutare od obliterare l'assetto generale del paesaggio così come si struttura oggi, si ritiene altresì che possano essere assorbite nel campo di resilienza delle matrici ambientali e antropiche che strutturano il paesaggio così come o percepiamo oggi.

In altre parole, la previsione di ripristinare nello stato ante opera le superfici occupate dai cantieri, per le parti non sostituite dall'opera nella sua dimensione fisica, in considerazione della forza attiva, anche di natura economica, che oggi restituisce il paesaggio agrario così come lo percepiamo, sembra essere strumento sufficiente per evitare criticità sul piano della modifica della struttura del paesaggio stesso, ovvero non sembra che la diffusione lungo linea delle aree di cantiere possa, di per se, innescare processi di destrutturazione del paesaggio; quanto, piuttosto, una riduzione temporanea della qualità percepita..

Per quanto precede si può considerare il paesaggio, nel suo insieme, resiliente alle azioni proprie dalla fase costruttiva. A fronte di tali considerazioni la significatività dell'effetto in esame può essere considerata trascurabile, tuttavia, considerata la vicinanza di aree vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 nella zona di fine intervento, si ritiene utile, nella presente fase progettuale, per maggior cautelatività inserire dei punti di monitoraggio, pertanto nel complesso l'aspetto in esame sarà considerato "oggetto di monitoraggio" (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività D).

7.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Al termine dei lavori si prevede il recupero delle aree di cantiere con previsione della loro restituzione all'uso pregresso.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA IROF	LOTTO 02	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG CA 00 00 001	REV. B

8 DNSH

DNSH – Azioni previste per ottemperare alle prescrizioni impartite dal Regolamento UE 2021/241

Il presente documento è stato strutturato prevedendo la valutazione DNSH in conformità a quanto indicato nel documento “Orientamenti tecnici sull’applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» ai sensi del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)”. Di seguito si riporta una lista di riscontro in cui vengono indicati gli obiettivi ambientali per cui è stata eseguita una valutazione DNSH in riferimento alla fase di costruzione dell’opera oggetto del presente PFTE. Si precisa che sono stati analizzati, nel presente documento e nella tabella sotto riportata, solamente i potenziali impatti ritenuti significativi per la tipologia di opera in progetto.

Obiettivi DNSH (Reg. UE 2021/241)						
Indicare per quali, tra i seguenti obiettivi ambientali, è stata eseguita una valutazione DNSH in riferimento alla fase di costruzione dell’opera in progetto	Sì	No (*)	Componente ambientale	Azioni e/o scelte progettuali previste	Rif. paragrafi	
Mitigazione dei cambiamenti climatici			Atmosfera/cambiamenti climatici	È stata effettuata una quantificazione delle emissioni relative al cantiere in ton CO2eq al fine di quantificare i benefici relativi al riutilizzo delle terre in qualità di sottoprodotto, riducendo quindi i potenziali impatti legati alle emissioni di gas climalteranti.		
Adattamento ai cambiamenti climatici			Tutte le componenti	Il Progetto è stato analizzato rispetto alla “Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici”, documento strategico di carattere settoriale redatto dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATM ora MITE), in cui sono individuati set di azioni ed indirizzi specifici da attuare ed è presente il riferimento alla “Strategia Provinciale di Mitigazione e Adattamento ai Cambiamenti Climatici”.		
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine			Acque sotterranee e corpi idrici superficiali	Il progetto prevede che nei principali cantieri siano presenti dei kit di pronto intervento, contenenti panni assorbenti e altro materiale idoneo a contenere, fermare e riassorbire almeno parzialmente lo sversamento. Per evitare sversamenti accidentali durante il rifornimento delle macchine e durante le operazioni di manutenzione, l’eventuale contaminazione dovuta all’infiltrazione in falda di sostanze inquinanti prodotte dalle lavorazioni sarà oggetto di monitoraggio, pertanto in corrispondenza delle aree di cantiere che ricadono in porzioni del territorio caratterizzate da permeabilità significativa e in corrispondenza delle quali il rischio di infiltrazione è effettivamente un potenziale impatto, saranno previsti dei punti di monitoraggio per le acque sotterranee. Sono previste procedure volte al risparmio idrico che consentono, laddove possibile, il trattamento e il recupero delle acque di processo. Inoltre, nei criteri migliorativi per aggiudicazione delle gare è incentivata l’installazione di cantieri sostenibili che prevedano l’utilizzo di criteri ambientali minimi finalizzati al risparmio idrico mediante la gestione delle acque piovane e reflue del cantiere (sono apprezzate soluzioni tecnico/organizzative che massimizzino l’uso delle acque piovane e il riutilizzo di quelle di lavorazione, prevedendo opportune reti di drenaggio e raccolta delle acque).		
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti			Rifiuti	In ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (Infrastrutture per il trasporto ferroviario) dell’Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l’Obiettivo Mitigazione, l’attività non arreca un danno significativo all’obiettivo Transizione verso una economia circolare in quanto, già in fase progettuale, è stato applicato il criterio di seguito indicato: <i>Almeno il 70 % (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell’elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere è preparato per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di riempimento che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, conformemente alla gerarchia dei rifiuti e al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da</i>		

			<p>costruzione e demolizione. I gestori limitano la produzione di rifiuti nei processi di costruzione e demolizione, conformemente al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili e utilizzando la demolizione selettiva onde consentire la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose, e facilitano il riutilizzo e il riciclaggio di alta qualità tramite la rimozione selettiva dei materiali, avvalendosi dei sistemi di cernita dei rifiuti da costruzione e demolizione disponibili.</p> <p>Infatti, il progetto prevede che il 70% dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (CER del gruppo 17 ad eccezione delle terre e rocce da scavo) che verranno prodotti in corso d'opera sia inviato ad impianto esterno di recupero rifiuti.</p> <p>Relativamente alle terre e rocce da scavo che verranno prodotte in fase di costruzione, nell'ottica dei principi di tutela ambientale, il progetto prevede in via prioritaria il riutilizzo delle terre, in esclusione dal regime di rifiuti all'interno del cantiere o in qualità di sottoprodotto all'interno del progetto e/o all'esterno in cave da riambientalizzare, con una conseguente riduzione del volume di terre da scavo in esubero da gestire in regime di rifiuti nonché dei volumi di materiale da approvvigionare dall'esterno. Nel dettaglio rispetto alla produzione totale di terre e rocce da scavo si prevede che il 93% sia gestito in esclusione dal regime dei rifiuti, il 93% in qualità di sottoprodotto e solo il 7% nel regime dei rifiuti.</p>	
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo		Suolo/Acque sotterranee e corpi idrici superficiali	<p>Il progetto prevede una riduzione del rischio di impatti significativi sul suolo e sull'ambiente idrico in fase di costruzione dell'opera ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti, dei rifiuti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli e idrocarburi.</p> <p>Inoltre, ai fini della redazione del Piano di Utilizzo sono state effettuate delle valutazioni ecotossicologiche sugli additivi per scavo meccanizzato delle gallerie o sui prodotti condizionanti utilizzati a sostegno delle opere di fondazione al fine di verificarne la compatibilità ambientale ed escludere effetti significativi sulla salute dell'uomo e dell'ambiente.</p>	
		Atmosfera/Rumore	<p>Per i principali inquinanti generati dalle attività di cantiere è stata eseguita una caratterizzazione del territorio allo stato ante operam e successivamente si è valutato l'impatto della fase di costruzione sulle componenti rumore e atmosfera (Polveri e NOx) mediante modelli matematici mirati a stimare i livelli di concentrazione prodotti e valutare quindi in ultimo la necessità di prevedere degli interventi di mitigazione progettati ad hoc di tipo attivo e passivo.</p>	
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi		Atmosfera	<p>Al fine di contenere gli impatti relativi al sollevamento delle polveri il progetto prevede misure mitigative di tipo attivo e passivo.</p>	
		Rumore e vibrazioni	<p>Al fine di contenere gli impatti relativi rumore e vibrazioni il progetto prevede misure mitigative di tipo attivo e passivo.</p>	
		Ecosistemi	<p>Al termine dei lavori nelle aree di cantiere che non saranno sede di opere civili oppure oggetto di sistemazioni a verde a corollario e completamento dell'opera, saranno ripristinate le condizioni ante – operam anche attraverso il monitoraggio del terreno vegetale di scotico rimosso durante le fasi iniziali.</p>	
(*) L'obiettivo non è stato valutato in quanto si escludono danni significativi connessi alla fase di realizzazione delle specifiche tipologie di opere in progetto.				

9 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Si riportano nella tabella che segue, a scopo di riepilogativo, i risultati della fase di valutazione di significatività degli aspetti ambientali.

Ai fini di una corretta interpretazione della seguente tabella si precisa che le valutazioni in essa riportate fanno riferimento al livello di significatività dell'effetto ritenuto più rilevanti tra quelli presi in considerazione nell'ambito di ciascuno dei fattori ambientali indagati.

In altri termini, in tutti i casi in cui le analisi condotte hanno portato ad una stima della significatività diversificata per i diversi effetti potenziali considerati nell'ambito di un medesimo fattore ambientale, le valutazioni riportate nella tabella successiva hanno fatto sempre riferimento al maggiore dei livelli tra quelli stimati.

Tabella 9-1 Livelli significatività effetti

LIVELLI SIGNIFICATIVITÀ EFFETTI	Pianificazione e tutela ambientale		Risorse naturali				Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio		
	1	2	Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A														
B	•	•							•		•	•	•	
C			•			•				•				
D				•	•		•	•						•
E														
Legenda														
A	Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi													
B	Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione													
C	Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile													
D	Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio													
E	Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa													

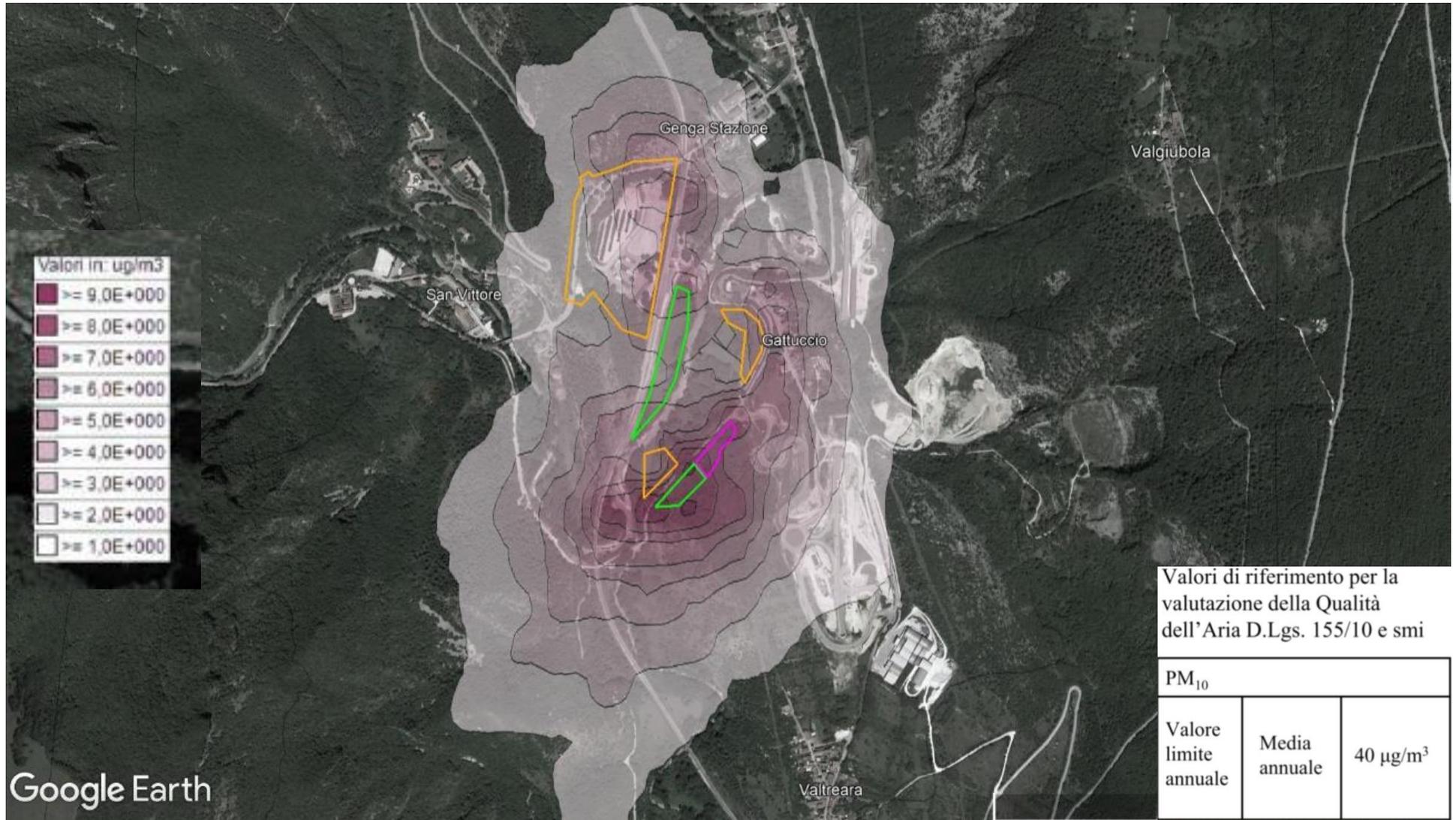


POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

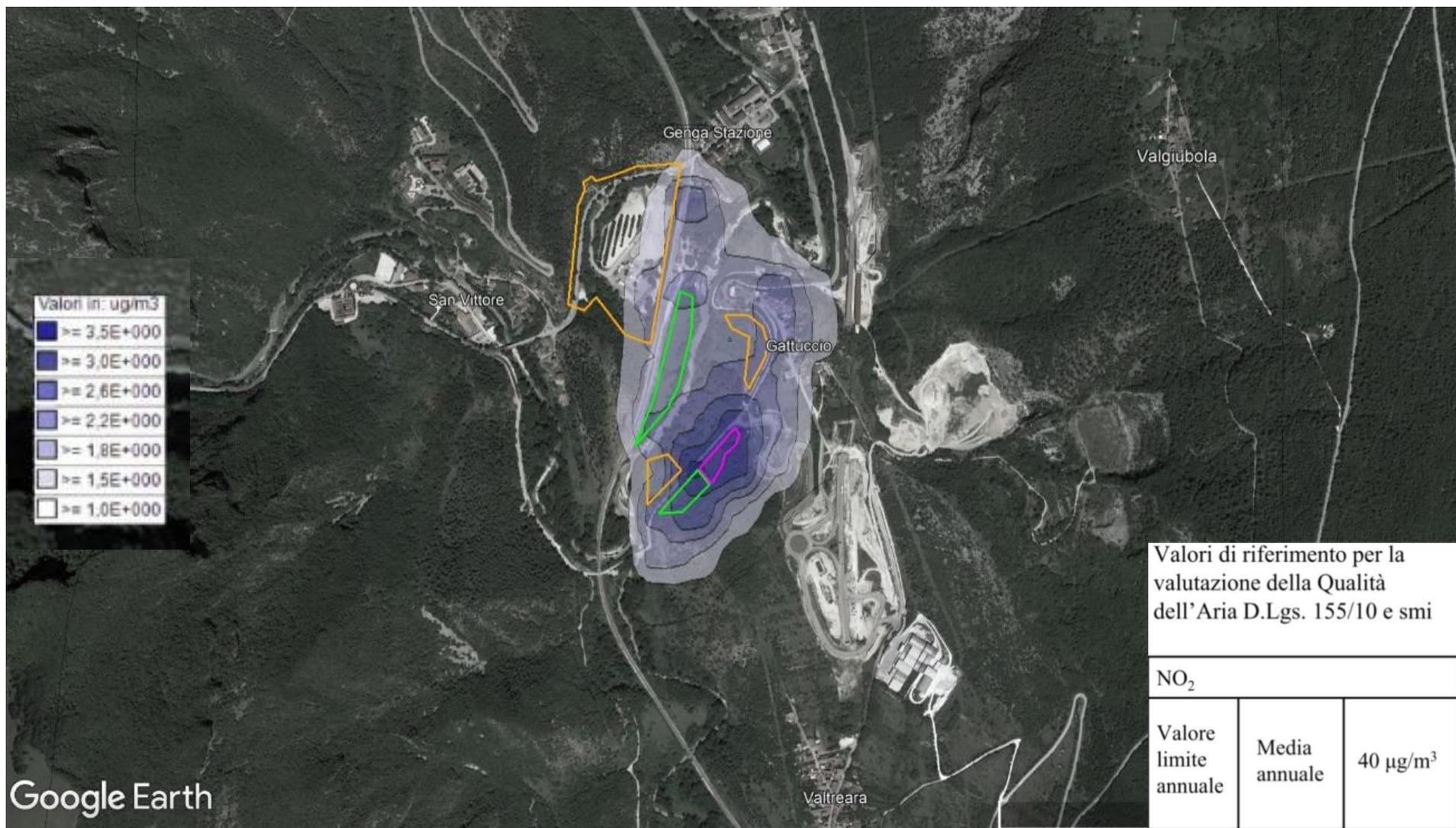
Progetto Ambientale della Cantierizzazione
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG CA 00 00 001	B	283/285

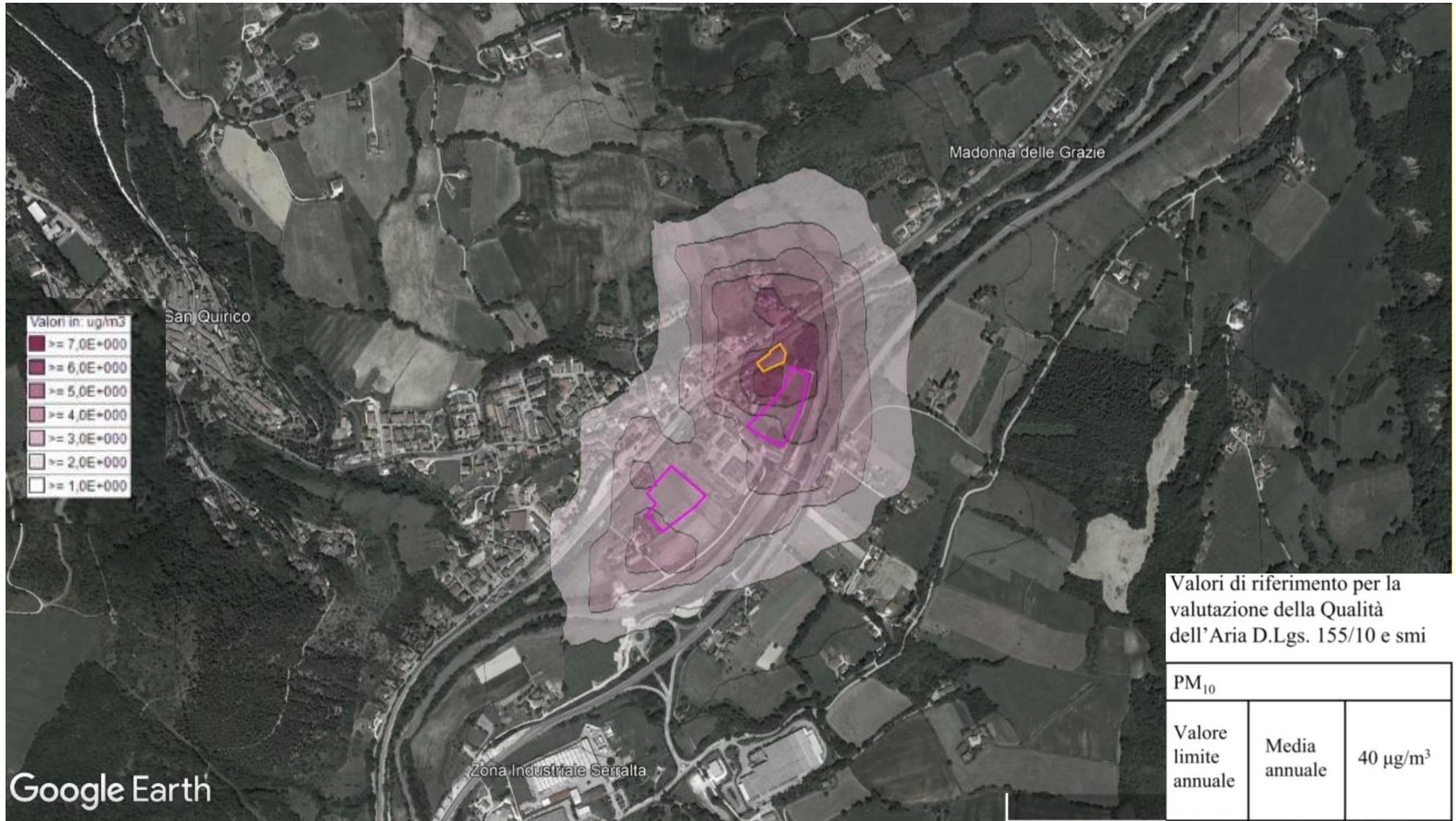
ALLEGATO 1 - MAPPE DIFFUSIONALI



Concentrazioni di PM₁₀ dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 1



Concentrazioni di NOX dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 1



Concentrazioni di PM10 dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 2



Concentrazioni di NOX dovute alle emissioni dei mezzi d'opera per l'area di valutazione 2



POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Progetto Ambientale della Cantierizzazione
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG CA 00 00 001	B	284/285

ALLEGATO 2 - CALCOLO PRODUZIONE POLVERI

Unpaved Roads: Mezzi su strade non pavimentate (EPA, AP-42 13.2.2)

Equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

Dove:

- E: fattore di emissione per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT) convertito nell'unità di misura g/VKT con fattore pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT);
- k, a, b: costanti empiriche, assunte pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM₁₀;
- sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;
- W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 18 tonnellate (media tra il peso a pieno carico e una tara di 12 ton).
- E: 0,019808 lb/VMT, ovvero 5,583998184 g/VKT

Effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni

Equazione:

$$E_{ext} = E \left[\frac{365 - P}{365} \right]$$

Dove:

- E_{ext}: 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 15 giorni piovosi/anno.

Da cui:

$$E_{ext} = 5,354518806 \text{ g/VKT}$$

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione E_{ext} per l'indicatore di attività A. Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

Pertanto considerando un ipotesi di flusso medio di mezzi lungo una pista di cantiere non asfaltata

$$E_{ext} = 0,0000007 \text{ g/s}$$

Tale valore è di entità trascurabile rispetto al fattore di emissione totale.

Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-42 13.2.4)

Equazione:

$$E = k(0,001) \left(\frac{U}{2,2} \right)^{1,3} \left(\frac{M}{2} \right)^{-1,4}$$

Dove:

- E: fattore di emissione di particolato (kg/Mg);
- k: parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato), per il PM₁₀ assunto pari a 0,35;
- U: velocità media del vento (m/s) assunta pari a 1,44 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M: umidità del terreno (%) assunta pari a 2,5%.

Da cui:

$$E = 0,000236176 \text{ kg/Mg}$$

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 nella singola area di cantiere.

Considerando il valore medio giornaliero di camion in uscita da ciascun cantiere, pari a circa 44, e assumendo che il 75% di essi esca a pieno carico con 6 m³ di materiale di scavo con peso specifico di 1,66 t/m³, si ottiene una produzione giornaliera di PM₁₀ stimabile in circa 328 g, equivalente a 0,0009 g/s, come di seguito calcolata

$$E = 0,236 \times 44 \times 0,75 \times 6 \times 1,66 = \frac{77,4 \text{ g}}{86400 \text{ s}} = 0,000896 \frac{\text{g}}{\text{s}} \approx 0,0009 \text{ g/s}$$

Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5)

Equazione:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Dove:

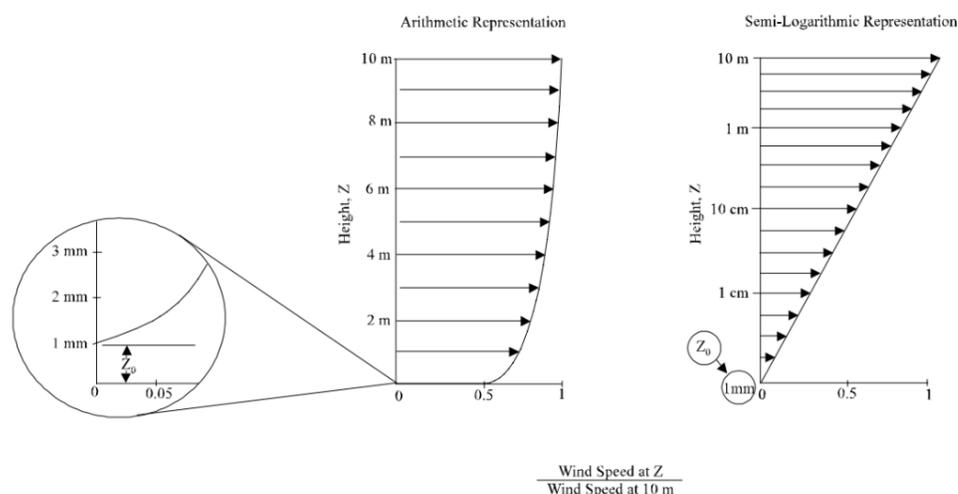
- E: fattore di emissione di particolato (kg/Mg)
- k: costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, per il PM₁₀ assunto pari a 0,5
- N: numero di movimentazioni a cui è sottoposto il cumulo nell'anno, nel caso in esame è stato assunto cautelativamente che i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera
- P_i: erosione potenziale ricavata dalla seguente equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Dove:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito fatta pari a $0,053u_{10}^+$ dove u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata.



Dall'espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in tabella.

TABELLA 1
VALORE DI VELOCITÀ DI ATTRITO LIMITE

MATERIAL	THRESHOLD FRICTION VELOCITY (M/S)	ROUGHNESS HEIGHT (CM)	THRESHOLD WIND VELOCITY AT 10 M (M/S)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Nel calcolo in esame è stato assunto u_t^* pari a 1,33.

Nel caso in esame il valore di P è nullo poiché non si verifica alcun superamento del valore u^*t e pertanto il fattore di emissione dovuto all'erosione dei cumuli risulta trascurabile.

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

Sorgenti areali

È stato fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada.

TABELLA 2
FATTORI DI EMISSIONE

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM ₁₀ [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM ₁₀ [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Pala gommata	186	0,0218	0,6366	0,0028	0,0802
Escavatore	186	0,0176	0,5187	0,0022	0,0654
Gruppo elettrogeno	131	0,0299	0,6719	0,0223	0,5010
Autocarro	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Autogru	373	0,0286	0,7861	0,0036	0,0991
Autobotte	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Rullo compattatore	131	0,0320	0,5929	0,0040	0,0747
Frantoio	186	0,0319	0,9900	0,0040	0,1247
Betoniera	19	0,0061	0,1381	0,0008	0,0174
Carro ponte TBM	559	0,0490	1,3678	0,0062	0,1723
Perforazione	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Trivella	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Impianto di betonaggio	210*	0,0305	0,5431	0,0038	0,0684

* Valore calcolato come somma di "Cement and Mortar Mixers (Max HP 25)" e di "Excavators (Max HP 120)"

Sorgenti lineari

È stata ipotizzata una gamma di mezzi di cantiere suddivisa omogeneamente tra veicoli con omologazione Euro IV, Euro V ed Euro VI prendendo in considerazione la categoria veicolare dei mezzi pesanti tra le 14 e le 20 tonnellate.

I fattori di emissioni corrispondenti per NO_x e PM₁₀ sono rispettivamente 3,59 g/km e 0,03 g/km.

Il fattore di emissione espresso in [g/s] legato ad ogni tronco stradale considerato per ogni inquinante è dato dal prodotto tra il FE sopra indicato [g//veic/km], la lunghezza del tronco stradale ed il numero di veicoli in transito giornalmente sullo stesso.



**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

Progetto Ambientale della Cantierizzazione
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG CA 00 00 001	B	285/285

ALLEGATO 3 - RISULTATI GRID

CONCENTRAZIONI PM10 – AREA VALUTAZIONE 1 (CANTIERI AS.02/AT.01/AT.02/ AT.03/CO.02/CO.03)

MICROGRAMMI/MC SULL'AREA DI CALCOLO

	335034	335134	335234	335334	335434	335534	335634	335734	335834	335934	336034	336134	336234	336334	336434	336534	336634	336734	336834	336934	337034	337134	337234	337334	337434
4808382	6,26E-01	8,08E-01	1,06E+00	1,11E+00	9,28E-01	8,58E-01	7,22E-01	8,01E-01	8,50E-01	1,05E+00	1,14E+00	1,27E+00	1,00E+00	1,10E+00	1,43E+00	1,04E+00	9,11E-01	1,04E+00	7,76E-01	7,42E-01	7,23E-01	6,21E-01	5,21E-01	4,65E-01	4,85E-01
4808282	5,06E-01	6,86E-01	9,38E-01	1,25E+00	1,21E+00	1,09E+00	8,67E-01	8,46E-01	9,96E-01	1,08E+00	1,35E+00	1,52E+00	1,23E+00	1,29E+00	1,56E+00	1,19E+00	1,12E+00	8,87E-01	8,34E-01	8,30E-01	7,08E-01	6,14E-01	4,97E-01	5,63E-01	5,51E-01
4808182	5,43E-01	5,85E-01	7,16E-01	9,49E-01	1,36E+00	1,29E+00	1,26E+00	1,12E+00	1,22E+00	1,33E+00	1,56E+00	1,92E+00	1,55E+00	1,57E+00	1,32E+00	1,12E+00	1,10E+00	1,02E+00	8,75E-01	8,21E-01	6,90E-01	5,87E-01	6,63E-01	6,19E-01	5,70E-01
4808082	4,60E-01	5,81E-01	6,85E-01	8,49E-01	1,09E+00	1,32E+00	1,56E+00	1,38E+00	1,34E+00	1,48E+00	1,95E+00	2,12E+00	1,92E+00	1,96E+00	1,53E+00	1,23E+00	1,27E+00	1,08E+00	9,27E-01	8,44E-01	7,10E-01	7,01E-01	6,42E-01	6,45E-01	5,94E-01
4807982	4,20E-01	4,95E-01	6,85E-01	8,17E-01	8,97E-01	1,28E+00	1,47E+00	2,09E+00	1,87E+00	1,60E+00	2,05E+00	2,70E+00	2,63E+00	1,65E+00	1,69E+00	1,33E+00	1,51E+00	1,13E+00	1,06E+00	8,83E-01	7,15E-01	7,37E-01	6,76E-01	6,10E-01	7,20E-01
4807882	4,61E-01	4,75E-01	5,03E-01	8,24E-01	9,97E-01	1,11E+00	1,37E+00	1,25E+00	1,98E+00	2,80E+00	2,87E+00	3,83E+00	3,82E+00	2,59E+00	1,47E+00	1,70E+00	1,47E+00	1,40E+00	1,06E+00	8,68E-01	9,15E-01	8,08E-01	7,33E-01	7,18E-01	6,45E-01
4807782	4,79E-01	4,92E-01	5,55E-01	6,02E-01	9,26E-01	1,14E+00	1,41E+00	1,43E+00	1,62E+00	1,94E+00	4,51E+00	5,55E+00	5,02E+00	2,17E+00	1,73E+00	2,00E+00	1,73E+00	1,44E+00	1,09E+00	1,18E+00	1,04E+00	9,01E-01	8,68E-01	7,66E-01	6,82E-01
4807682	6,30E-01	6,27E-01	5,05E-01	5,10E-01	7,01E-01	1,00E+00	1,47E+00	1,79E+00	1,12E+00	1,91E+00	3,39E+00	6,46E+00	7,27E+00	3,55E+00	1,82E+00	2,57E+00	1,99E+00	1,52E+00	1,38E+00	1,25E+00	1,21E+00	1,03E+00	8,21E-01	7,20E-01	5,63E-01
4807582	5,87E-01	7,19E-01	7,74E-01	6,14E-01	7,04E-01	8,72E-01	1,09E+00	1,97E+00	2,08E+00	2,32E+00	3,43E+00	4,55E+00	4,96E+00	2,65E+00	2,98E+00	3,05E+00	2,22E+00	2,01E+00	1,63E+00	1,46E+00	1,05E+00	8,91E-01	7,37E-01	6,29E-01	5,44E-01
4807482	5,01E-01	5,71E-01	6,57E-01	8,06E-01	7,29E-01	7,28E-01	1,07E+00	1,38E+00	2,52E+00	1,92E+00	2,65E+00	6,05E+00	6,67E+00	4,13E+00	6,44E+00	3,32E+00	2,47E+00	1,88E+00	1,48E+00	1,08E+00	8,03E-01	7,68E-01	7,57E-01	7,85E-01	6,84E-01
4807382	5,32E-01	5,89E-01	6,42E-01	7,55E-01	9,00E-01	1,02E+00	9,10E-01	1,27E+00	2,09E+00	3,09E+00	2,68E+00	4,83E+00	4,37E+00	3,66E+00	7,42E+00	3,33E+00	2,21E+00	1,66E+00	1,32E+00	9,76E-01	9,66E-01	8,83E-01	9,48E-01	1,02E+00	8,81E-01
4807282	7,08E-01	7,89E-01	7,80E-01	7,33E-01	8,85E-01	1,09E+00	1,38E+00	1,55E+00	1,62E+00	3,52E+00	3,18E+00	3,36E+00	3,97E+00	3,19E+00	6,39E+00	4,65E+00	2,80E+00	1,70E+00	1,31E+00	1,24E+00	1,20E+00	9,92E-01	9,06E-01	8,00E-01	6,92E-01
4807182	6,78E-01	7,53E-01	7,42E-01	8,13E-01	9,92E-01	1,16E+00	1,16E+00	1,70E+00	2,48E+00	3,21E+00	5,21E+00	6,01E+00	4,96E+00	7,81E+00	7,22E+00	3,31E+00	2,72E+00	2,07E+00	1,58E+00	1,22E+00	1,05E+00	8,71E-01	7,36E-01	7,05E-01	6,69E-01
4807082	9,68E-01	9,88E-01	1,03E+00	1,15E+00	1,20E+00	1,18E+00	1,55E+00	2,12E+00	3,12E+00	3,55E+00	6,23E+00	4,61E+00	9,51E+00	6,45E+00	4,85E+00	4,08E+00	2,45E+00	1,80E+00	1,45E+00	1,24E+00	9,99E-01	8,24E-01	6,95E-01	6,18E-01	6,56E-01
4806982	8,48E-01	9,31E-01	1,09E+00	1,14E+00	1,29E+00	1,45E+00	1,89E+00	2,60E+00	3,79E+00	4,93E+00	8,91E+00	1,03E+01	9,31E+00	7,91E+00	4,07E+00	3,00E+00	2,26E+00	1,61E+00	1,32E+00	1,06E+00	9,02E-01	7,69E-01	7,57E-01	7,44E-01	6,76E-01
4806882	7,56E-01	8,58E-01	8,92E-01	1,05E+00	1,12E+00	1,39E+00	1,79E+00	2,00E+00	3,07E+00	4,47E+00	6,64E+00	6,42E+00	6,13E+00	5,14E+00	3,65E+00	2,73E+00	2,48E+00	1,69E+00	1,32E+00	1,07E+00	8,84E-01	7,62E-01	6,66E-01	5,86E-01	5,21E-01
4806782	6,60E-01	7,47E-01	7,81E-01	8,84E-01	1,02E+00	1,27E+00	1,49E+00	2,07E+00	2,56E+00	4,75E+00	3,94E+00	4,99E+00	3,94E+00	3,34E+00	2,43E+00	2,05E+00	2,01E+00	1,98E+00	1,66E+00	1,29E+00	8,40E-01	8,18E-01	8,81E-01	6,48E-01	5,62E-01
4806682	5,83E-01	6,47E-01	7,90E-01	9,10E-01	9,68E-01	1,37E+00	1,45E+00	2,02E+00	3,25E+00	3,57E+00	3,63E+00	3,75E+00	3,45E+00	2,49E+00	1,99E+00	1,89E+00	1,52E+00	1,38E+00	1,23E+00	1,23E+00	1,04E+00	9,67E-01	9,81E-01	8,33E-01	7,08E-01
4806582	6,25E-01	6,55E-01	7,40E-01	9,27E-01	1,06E+00	1,13E+00	1,46E+00	2,35E+00	2,35E+00	2,43E+00	3,33E+00	2,51E+00	2,61E+00	1,85E+00	1,93E+00	1,64E+00	1,30E+00	1,13E+00	9,61E-01	8,62E-01	9,10E-01	8,33E-01	7,90E-01	8,11E-01	8,97E-01
4806482	5,53E-01	7,80E-01	7,57E-01	8,51E-01	1,06E+00	1,18E+00	1,75E+00	1,90E+00	1,92E+00	1,87E+00	2,76E+00	2,31E+00	2,03E+00	1,61E+00	1,54E+00	1,32E+00	1,28E+00	1,01E+00	8,45E-01	7,35E-01	7,22E-01	7,30E-01	6,82E-01	7,58E-01	6,52E-01
4806382	6,63E-01	6,34E-01	7,01E-01	9,08E-01	1,32E+00	1,51E+00	1,53E+00	1,44E+00	1,43E+00	2,24E+00	2,40E+00	1,95E+00	1,67E+00	1,43E+00	1,25E+00	1,12E+00	1,03E+00	1,05E+00	9,93E-01	7,44E-01	6,21E-01	6,48E-01	6,21E-01	5,72E-01	6,45E-01
4806282	5,57E-01	5,89E-01	7,58E-01	1,14E+00	1,25E+00	1,22E+00	1,27E+00	1,23E+00	1,39E+00	2,07E+00	2,13E+00	1,67E+00	1,58E+00	1,25E+00	1,03E+00	1,03E+00	9,40E-01	9,03E-01	8,94E-01	8,56E-01	6,72E-01	5,51E-01	5,83E-01	5,27E-01	5,04E-01
4806182	5,95E-01	6,45E-01	9,65E-01	1,05E+00	1,11E+00	1,08E+00	9,85E-01	1,02E+00	1,77E+00	1,88E+00	1,92E+00	1,40E+00	1,33E+00	1,12E+00	9,53E-01	9,67E-01	8,86E-01	6,97E-01	7,65E-01	8,31E-01	7,11E-01	5,47E-01	5,13E-01	4,85E-01	4,52E-01
4806082	5,57E-01	8,27E-01	8,89E-01	9,56E-01	9,03E-01	9,23E-01	8,70E-01	1,14E+00	1,68E+00	1,72E+00	1,76E+00	1,19E+00	1,20E+00	9,91E-01	8,97E-01	8,37E-01	7,71E-01	7,34E-01	6,82E-01	7,23E-01	6,98E-01	6,02E-01	4,66E-01	4,46E-01	4,24E-01
4805982	7,19E-01	7,68E-01	8,21E-01	8,57E-01	8,19E-01	7,27E-01	7,56E-01	1,46E+00	1,55E+00	1,59E+00	1,61E+00	1,04E+00	1,04E+00	8,60E-01	7,77E-01	7,33E-01	7,06E-01	6,52E-01	6,11E-01	5,77E-01	6,36E-01	5,97E-01	5,18E-01	4,23E-01	4,05E-01

CONCENTRAZIONI NOX – AREA VALUTAZIONE 1 (CANTIERI AS.02/AT.01/AT.02/ AT.03/CO.02/CO.03)

MICROGRAMMI/MC SULL'AREA DI CALCOLO

	335034	335134	335234	335334	335434	335534	335634	335734	335834	335934	336034	336134	336234	336334	336434	336534	336634	336734	336834	336934	337034	337134	337234	337334	337434
4808382	7,53E-02	8,58E-02	9,86E-02	1,11E-01	1,24E-01	1,39E-01	1,52E-01	1,64E-01	1,73E-01	1,84E-01	1,98E-01	2,03E-01	2,11E-01	2,21E-01	2,36E-01	2,31E-01	2,19E-01	2,06E-01	1,85E-01	1,71E-01	1,57E-01	1,42E-01	1,27E-01	1,13E-01	1,04E-01
4808282	7,51E-02	8,66E-02	1,00E-01	1,15E-01	1,33E-01	1,49E-01	1,71E-01	1,87E-01	2,03E-01	2,16E-01	2,34E-01	2,45E-01	2,56E-01	2,65E-01	2,78E-01	2,75E-01	2,57E-01	2,33E-01	2,09E-01	1,92E-01	1,72E-01	1,53E-01	1,34E-01	1,23E-01	1,09E-01
4808182	7,46E-02	8,65E-02	1,01E-01	1,18E-01	1,38E-01	1,63E-01	1,86E-01	2,16E-01	2,39E-01	2,62E-01	2,81E-01	3,08E-01	3,22E-01	3,27E-01	3,33E-01	3,31E-01	3,00E-01	2,68E-01	2,40E-01	2,13E-01	1,87E-01	1,63E-01	1,47E-01	1,28E-01	1,15E-01
4808082	7,28E-02	8,54E-02	1,02E-01	1,19E-01	1,42E-01	1,70E-01	2,02E-01	2,41E-01	2,84E-01	3,18E-01	3,51E-01	3,90E-01	4,24E-01	4,20E-01	4,17E-01	4,00E-01	3,56E-01	3,10E-01	2,72E-01	2,35E-01	2,03E-01	1,77E-01	1,54E-01	1,38E-01	1,22E-01
4807982	7,09E-02	8,29E-02	9,90E-02	1,20E-01	1,45E-01	1,75E-01	2,15E-01	2,64E-01	3,27E-01	3,99E-01	4,58E-01	5,26E-01	5,94E-01	5,64E-01	5,26E-01	4,93E-01	4,27E-01	3,61E-01	3,10E-01	2,60E-01	2,23E-01	1,91E-01	1,69E-01	1,45E-01	1,28E-01
4807882	6,55E-02	8,08E-02	9,64E-02	1,16E-01	1,44E-01	1,78E-01	2,23E-01	2,79E-01	3,68E-01	4,84E-01	6,26E-01	7,47E-01	8,95E-01	8,08E-01	6,75E-01	6,09E-01	5,07E-01	4,26E-01	3,50E-01	2,91E-01	2,44E-01	2,10E-01	1,80E-01	1,55E-01	1,35E-01
4807782	6,24E-02	7,36E-02	9,05E-02	1,13E-01	1,40E-01	1,78E-01	2,26E-01	2,92E-01	3,85E-01	5,47E-01	8,45E-01	1,15E+00	1,55E+00	1,18E+00	8,72E-01	7,66E-01	6,35E-01	5,07E-01	4,02E-01	3,24E-01	2,70E-01	2,25E-01	1,89E-01	1,62E-01	1,42E-01
4807682	6,16E-02	7,24E-02	8,74E-02	1,06E-01	1,36E-01	1,71E-01	2,27E-01	2,94E-01	3,94E-01	5,62E-01	9,05E-01	1,46E+00	2,71E+00	1,67E+00	1,21E+00	1,01E+00	7,86E-01	5,82E-01	4,45E-01	3,51E-01	2,87E-01	2,35E-01	1,99E-01	1,74E-01	1,51E-01
4807582	5,97E-02	7,02E-02	8,59E-02	1,06E-01	1,32E-01	1,74E-01	2,28E-01	3,15E-01	4,41E-01	6,33E-01	9,54E-01	1,51E+00	2,18E+00	1,75E+00	1,48E+00	1,24E+00	8,84E-01	6,28E-01	4,79E-01	3,73E-01	2,97E-01	2,49E-01	2,10E-01	1,78E-01	1,57E-01
4807482	5,84E-02	6,93E-02	8,38E-02	1,02E-01	1,29E-01	1,66E-01	2,25E-01	3,05E-01	4,39E-01	6,45E-01	1,05E+00	2,30E+00	2,39E+00	2,05E+00	2,59E+00	1,63E+00	1,02E+00	7,00E-01	5,02E-01	3,85E-01	3,05E-01	2,49E-01	2,12E-01	1,81E-01	1,57E-01
4807382	5,85E-02	6,90E-02	8,26E-02	1,00E-01	1,24E-01	1,56E-01	2,15E-01	3,08E-01	4,60E-01	7,28E-01	1,23E+00	1,87E+00	2,00E+00	1,76E+00	2,52E+00	1,81E+00	1,06E+00	6,78E-01	4,93E-01	3,76E-01	3,04E-01	2,50E-01	2,09E-01	1,78E-01	1,54E-01
4807282	5,71E-02	6,65E-02	7,79E-02	9,27E-02	1,16E-01	1,54E-01	2,09E-01	2,92E-01	4,49E-01	7,67E-01	1,33E+00	1,94E+00	2,08E+00	2,39E+00	2,21E+00	1,28E+00	8,07E-01	5,83E-01	4,42E-01	3,45E-01	2,80E-01	2,32E-01	1,96E-01	1,67E-01	1,44E-01
4807182	5,48E-02	6,38E-02	7,55E-02	9,14E-02	1,11E-01	1,39E-01	1,86E-01	2,60E-01	4,00E-01	7,07E-01	1,42E+00	2,35E+00	2,50E+00	3,37E+00	2,25E+00	1,32E+00	8,47E-01	5,84E-01	4,28E-01	3,28E-01	2,62E-01	2,12E-01	1,77E-01	1,50E-01	1,29E-01
4807082	6,04E-02	6,96E-02	8,01E-02	9,34E-02	1,11E-01	1,40E-01	1,78E-01	2,41E-01	3,63E-01	5,69E-01	1,07E+00	1,72E+00	3,79E+00	3,25E+00	1,91E+00	1,10E+00	7,16E-01	4,96E-01	3,70E-01	2,85E-01	2,28E-01	1,87E-01	1,57E-01	1,33E-01	1,16E-01
4806982	6,20E-02	7,06E-02	8,16E-02	9,62E-02	1,19E-01	1,51E-01	1,97E-01	2,75E-01	4,07E-01	5,96E-01	9,18E-01	2,40E+00	2,97E+00	1,75E+00	1,01E+00	6,32E-01	4,54E-01	3,43E-01	2,63E-01	2,13E-01	1,76E-01	1,48E-01	1,26E-01	1,10E-01	9,74E-02
4806882	6,07E-02	6,94E-02	8,21E-02	1,00E-01	1,21E-01	1,47E-01	1,81E-01	2,33E-01	3,54E-01	5,48E-01	9,99E-01	2,02E+00	1,81E+00	1,08E+00	6,80E-01	4,45E-01	3,33E-01	2,56E-01	2,04E-01	1,63E-01	1,36E-01	1,17E-01	1,02E-01	8,98E-02	7,85E-02
4806782	6,04E-02	6,92E-02	7,99E-02	8,85E-02	1,01E-01	1,27E-01	1,72E-01	2,35E-01	3,29E-01	5,26E-01	9,11E-01	1,25E+00	1,05E+00	7,12E-01	4,83E-01	3,59E-01	2,67E-01	2,07E-01	1,70E-01	1,42E-01	1,16E-01	1,01E-01	8,99E-02	7,95E-02	7,05E-02
4806682	5,43E-02	6,02E-02	6,84E-02	8,16E-02	1,03E-01	1,29E-01	1,61E-01	2,23E-01	3,17E-01	4,92E-01	7,50E-01	8,18E-01	6,96E-01	4,93E-01	3,68E-01	2,84E-01	2,18E-01	1,82E-01	1,48E-01	1,24E-01	1,05E-01	8,94E-02	7,79E-02	6,96E-02	6,34E-02
4806582	5,08E-02	5,88E-02	6,98E-02	8,36E-02	9,97E-02	1,20E-01	1,62E-01	2,13E-01	3,00E-01	4,44E-01	5,95E-01	5,77E-01	4,81E-01	3,67E-01	2,89E-01	2,27E-01	1,87E-01	1,54E-01	1,31E-01	1,11E-01	9,56E-02	8,23E-02	7,07E-02	6,24E-02	5,67E-02
4806482	5,12E-02	5,90E-02	6,83E-02	7,83E-02	9,56E-02	1,23E-01	1,56E-01	2,05E-01	2,87E-01	3,90E-01	4,56E-01	4,36E-01	3,59E-01	2,89E-01	2,32E-01	1,86E-01	1,60E-01	1,32E-01	1,15E-01	9,93E-02	8,75E-02	7,68E-02	6,74E-02	5,89E-02	5,19E-02
4806382	5,00E-02	5,68E-02	6,40E-02	7,77E-02	9,83E-02	1,19E-01	1,49E-01	2,00E-01	2,65E-01	3,31E-01	3,62E-01	3,38E-01	2,83E-01	2,35E-01	1,90E-01	1,57E-01	1,35E-01	1,19E-01	1,02E-01	8,87E-02	7,73E-02	6,98E-02	6,35E-02	5,64E-02	5,01E-02
4806282	4,78E-02	5,45E-02	6,53E-02	8,07E-02	9,41E-02	1,15E-01	1,48E-01	1,93E-01	2,43E-01	2,81E-01	2,90E-01	2,71E-01	2,32E-01	1,94E-01	1,58E-01	1,34E-01	1,18E-01	1,03E-01	9,14E-02	8,13E-02	7,17E-02	6,30E-02	5,72E-02	5,32E-02	4,76E-02
4806182	4,72E-02	5,57E-02	6,73E-02	7,64E-02	9,18E-02	1,14E-01	1,45E-01	1,80E-01	2,15E-01	2,39E-01	2,40E-01	2,22E-01	1,93E-01	1,63E-01	1,36E-01	1,17E-01	1,01E-01	9,09E-02	8,19E-02	7,39E-02	6,60E-02	5,90E-02	5,26E-02	4,78E-02	4,50E-02
4806082	4,84E-02	5,66E-02	6,37E-02	7,46E-02	9,12E-02	1,13E-01	1,40E-01	1,68E-01	1,92E-01	2,04E-01	2,01E-01	1,87E-01	1,64E-01	1,40E-01	1,20E-01	1,04E-01	8,98E-02	8,10E-02	7,27E-02	6,71E-02	6,14E-02	5,54E-02	4,94E-02	4,51E-02	4,06E-02
4805982	4,85E-02	5,45E-02	6,23E-02	7,49E-02	9,06E-02	1,11E-01	1,33E-01	1,54E-01	1,70E-01	1,76E-01	1,71E-01	1,59E-01	1,41E-01	1,21E-01	1,05E-01	9,27E-02	8,01E-02	7,23E-02	6,61E-02	6,05E-02	5,58E-02	5,17E-02	4,71E-02	4,21E-02	3,90E-02

CONCENTRAZIONI PM10 – AREA VALUTAZIONE 2 (CANTIERI AS.09/AS.10/AT.10)

MICROGRAMMI/MC SULL'AREA DI CALCOLO

	339361	339461	339561	339661	339761	339861	339961	340061	340161	340261	340361	340461	340561	340661	340761	340861	340961	341061	341161	341261	341361	341461	341561	341661	341761
4813176	2,23E-01	2,96E-01	4,03E-01	6,01E-01	4,89E-01	4,87E-01	5,33E-01	5,83E-01	3,95E-01	4,70E-01	5,92E-01	7,71E-01	6,50E-01	6,08E-01	8,88E-01	8,65E-01	6,82E-01	6,40E-01	5,98E-01	5,54E-01	4,40E-01	4,04E-01	3,71E-01	3,40E-01	3,01E-01
4813076	2,38E-01	2,59E-01	2,72E-01	3,75E-01	7,15E-01	5,90E-01	5,95E-01	6,60E-01	6,71E-01	4,46E-01	4,90E-01	8,00E-01	7,75E-01	7,41E-01	1,07E+00	9,41E-01	7,64E-01	7,47E-01	6,88E-01	5,41E-01	4,92E-01	4,47E-01	3,91E-01	3,55E-01	3,30E-01
4812976	2,41E-01	2,60E-01	2,86E-01	3,18E-01	4,49E-01	6,55E-01	6,65E-01	7,49E-01	8,43E-01	8,00E-01	6,44E-01	7,88E-01	9,00E-01	9,28E-01	1,31E+00	1,06E+00	9,62E-01	8,83E-01	7,32E-01	6,17E-01	5,52E-01	4,76E-01	4,27E-01	3,91E-01	3,89E-01
4812876	2,48E-01	2,65E-01	3,03E-01	3,20E-01	3,40E-01	5,51E-01	5,90E-01	8,52E-01	9,81E-01	1,04E+00	7,66E-01	8,71E-01	1,15E+00	1,20E+00	1,60E+00	1,27E+00	1,18E+00	1,02E+00	8,04E-01	7,07E-01	5,98E-01	5,27E-01	4,74E-01	4,65E-01	4,15E-01
4812776	2,41E-01	2,74E-01	2,88E-01	3,03E-01	3,27E-01	3,63E-01	3,95E-01	4,74E-01	1,14E+00	1,35E+00	1,37E+00	1,17E+00	1,38E+00	1,63E+00	1,98E+00	1,65E+00	1,48E+00	1,11E+00	9,48E-01	7,81E-01	6,71E-01	5,90E-01	5,68E-01	4,99E-01	4,41E-01
4812676	3,01E-01	2,78E-01	3,03E-01	3,46E-01	3,99E-01	4,33E-01	4,71E-01	5,45E-01	6,82E-01	1,47E+00	2,02E+00	1,39E+00	1,97E+00	2,37E+00	2,73E+00	2,29E+00	1,57E+00	1,36E+00	1,01E+00	9,33E-01	8,30E-01	7,13E-01	6,12E-01	5,31E-01	4,66E-01
4812576	3,94E-01	4,13E-01	3,68E-01	3,63E-01	4,23E-01	4,99E-01	6,00E-01	6,41E-01	6,69E-01	1,06E+00	1,72E+00	3,15E+00	3,21E+00	3,72E+00	4,07E+00	2,85E+00	2,00E+00	1,52E+00	1,39E+00	1,12E+00	9,24E-01	7,72E-01	4,99E-01	3,97E-01	3,65E-01
4812476	3,15E-01	3,41E-01	3,27E-01	3,68E-01	4,00E-01	5,26E-01	6,62E-01	8,00E-01	1,03E+00	1,16E+00	1,40E+00	2,59E+00	5,88E+00	6,31E+00	5,95E+00	3,23E+00	2,71E+00	1,81E+00	1,48E+00	8,79E-01	7,11E-01	5,82E-01	5,21E-01	5,17E-01	4,46E-01
4812376	2,95E-01	3,07E-01	3,27E-01	3,80E-01	4,48E-01	5,38E-01	5,44E-01	9,80E-01	1,22E+00	1,09E+00	1,46E+00	2,58E+00	5,06E+00	5,77E+00	6,91E+00	3,19E+00	2,41E+00	1,49E+00	1,18E+00	1,05E+00	9,34E-01	7,87E-01	6,78E-01	6,09E-01	5,76E-01
4812276	3,57E-01	4,09E-01	4,27E-01	3,83E-01	4,52E-01	5,44E-01	6,70E-01	8,51E-01	1,32E+00	1,33E+00	2,01E+00	2,94E+00	5,56E+00	8,03E+00	6,62E+00	3,85E+00	2,29E+00	1,46E+00	1,16E+00	9,66E-01	8,46E-01	9,07E-01	7,50E-01	6,33E-01	5,83E-01
4812176	4,06E-01	4,36E-01	4,48E-01	4,70E-01	5,54E-01	6,65E-01	8,18E-01	1,03E+00	1,35E+00	2,60E+00	3,28E+00	2,54E+00	3,49E+00	4,10E+00	5,33E+00	3,69E+00	2,59E+00	1,60E+00	1,07E+00	9,36E-01	7,88E-01	6,27E-01	5,47E-01	4,91E-01	4,22E-01
4812076	4,82E-01	5,23E-01	5,72E-01	6,31E-01	7,05E-01	7,00E-01	7,38E-01	8,21E-01	1,22E+00	2,32E+00	4,42E+00	3,52E+00	3,14E+00	4,73E+00	5,12E+00	3,41E+00	2,35E+00	1,83E+00	1,34E+00	9,79E-01	7,38E-01	5,54E-01	4,79E-01	5,27E-01	4,85E-01
4811976	5,64E-01	6,12E-01	6,98E-01	8,26E-01	7,40E-01	9,33E-01	1,15E+00	1,51E+00	2,07E+00	2,54E+00	4,07E+00	3,73E+00	3,65E+00	3,53E+00	2,69E+00	2,56E+00	1,60E+00	1,53E+00	1,44E+00	1,13E+00	7,33E-01	6,03E-01	5,30E-01	4,52E-01	3,92E-01
4811876	5,12E-01	5,00E-01	5,75E-01	6,73E-01	8,04E-01	8,69E-01	1,02E+00	1,20E+00	2,05E+00	3,20E+00	4,58E+00	4,77E+00	3,04E+00	2,30E+00	1,99E+00	1,72E+00	1,42E+00	1,11E+00	9,42E-01	9,12E-01	8,19E-01	6,85E-01	5,81E-01	4,05E-01	3,94E-01
4811776	4,29E-01	4,83E-01	5,52E-01	5,70E-01	6,39E-01	7,85E-01	1,00E+00	1,39E+00	1,80E+00	3,33E+00	2,63E+00	1,93E+00	1,69E+00	1,58E+00	1,49E+00	1,17E+00	1,09E+00	9,21E-01	7,63E-01	6,71E-01	6,08E-01	6,24E-01	5,37E-01	4,67E-01	4,10E-01
4811676	4,13E-01	4,06E-01	4,38E-01	5,31E-01	6,19E-01	8,06E-01	9,66E-01	1,20E+00	2,02E+00	1,91E+00	1,63E+00	1,56E+00	1,15E+00	1,16E+00	1,04E+00	8,43E-01	7,59E-01	7,45E-01	6,53E-01	5,30E-01	4,99E-01	4,94E-01	5,84E-01	4,34E-01	3,85E-01
4811576	3,41E-01	3,82E-01	4,32E-01	5,41E-01	6,22E-01	7,20E-01	8,59E-01	1,39E+00	1,62E+00	1,34E+00	1,33E+00	1,12E+00	9,67E-01	8,97E-01	7,72E-01	6,65E-01	6,00E-01	6,12E-01	5,50E-01	4,91E-01	3,91E-01	4,68E-01	4,31E-01	5,76E-01	4,54E-01
4811476	3,23E-01	3,96E-01	4,43E-01	4,98E-01	5,76E-01	7,71E-01	1,03E+00	1,17E+00	1,06E+00	1,01E+00	1,29E+00	9,64E-01	8,48E-01	7,17E-01	6,37E-01	5,36E-01	4,91E-01	4,61E-01	4,68E-01	4,26E-01	3,85E-01	3,37E-01	4,05E-01	3,68E-01	4,83E-01
4811376	3,36E-01	3,70E-01	4,10E-01	4,67E-01	6,81E-01	8,02E-01	8,95E-01	9,94E-01	7,88E-01	8,49E-01	1,16E+00	8,51E-01	7,49E-01	5,88E-01	5,87E-01	4,85E-01	4,10E-01	4,20E-01	4,55E-01	3,72E-01	3,41E-01	3,43E-01	2,95E-01	3,85E-01	3,30E-01
4811276	3,16E-01	3,45E-01	3,88E-01	5,89E-01	6,48E-01	7,13E-01	7,83E-01	7,00E-01	6,66E-01	9,47E-01	1,03E+00	7,79E-01	6,75E-01	4,93E-01	4,93E-01	4,16E-01	3,86E-01	3,61E-01	4,20E-01	3,68E-01	3,03E-01	3,29E-01	3,19E-01	2,84E-01	3,27E-01
4811176	3,03E-01	3,29E-01	4,94E-01	5,38E-01	5,85E-01	6,36E-01	6,89E-01	5,34E-01	6,55E-01	9,74E-01	9,26E-01	7,38E-01	6,24E-01	4,96E-01	4,20E-01	3,96E-01	4,08E-01	4,09E-01	3,83E-01	4,18E-01	3,26E-01	2,71E-01	2,77E-01	2,64E-01	2,43E-01
4811076	2,83E-01	4,22E-01	4,56E-01	4,92E-01	5,30E-01	5,70E-01	4,54E-01	4,68E-01	7,61E-01	8,91E-01	7,76E-01	6,29E-01	5,63E-01	4,54E-01	3,69E-01	4,44E-01	3,84E-01	3,08E-01	3,65E-01	3,88E-01	3,51E-01	2,68E-01	2,44E-01	2,37E-01	2,27E-01
4810976	3,66E-01	3,93E-01	4,21E-01	4,51E-01	4,82E-01	4,73E-01	3,92E-01	5,36E-01	8,01E-01	8,20E-01	6,49E-01	5,44E-01	5,20E-01	3,93E-01	3,53E-01	3,63E-01	3,23E-01	3,47E-01	3,26E-01	3,08E-01	3,40E-01	2,99E-01	2,28E-01	2,21E-01	2,12E-01
4810876	3,43E-01	3,65E-01	3,89E-01	4,14E-01	4,39E-01	3,50E-01	3,58E-01	6,36E-01	7,44E-01	7,60E-01	6,02E-01	4,79E-01	4,84E-01	4,03E-01	3,63E-01	3,20E-01	3,33E-01	3,10E-01	2,72E-01	2,79E-01	3,09E-01	2,92E-01	2,59E-01	2,08E-01	2,01E-01
4810776	3,21E-01	3,40E-01	3,60E-01	3,81E-01	3,71E-01	3,18E-01	4,55E-01	6,80E-01	6,95E-01	7,08E-01	5,02E-01	4,48E-01	4,03E-01	3,57E-01	3,22E-01	2,85E-01	2,97E-01	2,78E-01	2,68E-01	2,53E-01	2,73E-01	2,69E-01	2,55E-01	2,26E-01	1,90E-01

CONCENTRAZIONI NOX – AREA VALUTAZIONE 2 (CANTIERI AS.09/AS.10/AT.10)

MICROGRAMMI/MC SULL'AREA DI CALCOLO

	339361	339461	339561	339661	339761	339861	339961	340061	340161	340261	340361	340461	340561	340661	340761	340861	340961	341061	341161	341261	341361	341461	341561	341661	341761
4813176	3,59E-02	4,20E-02	4,76E-02	5,52E-02	6,33E-02	7,06E-02	8,11E-02	8,93E-02	9,76E-02	1,05E-01	1,12E-01	1,19E-01	1,28E-01	1,36E-01	1,44E-01	1,45E-01	1,40E-01	1,30E-01	1,20E-01	1,11E-01	9,82E-02	8,87E-02	7,82E-02	6,94E-02	6,33E-02
4813076	3,58E-02	4,13E-02	4,87E-02	5,58E-02	6,57E-02	7,62E-02	8,69E-02	1,01E-01	1,11E-01	1,23E-01	1,32E-01	1,42E-01	1,54E-01	1,65E-01	1,76E-01	1,76E-01	1,67E-01	1,54E-01	1,41E-01	1,25E-01	1,11E-01	9,61E-02	8,41E-02	7,53E-02	6,52E-02
4812976	3,57E-02	4,07E-02	4,83E-02	5,67E-02	6,69E-02	7,91E-02	9,34E-02	1,09E-01	1,28E-01	1,45E-01	1,59E-01	1,75E-01	1,88E-01	2,04E-01	2,19E-01	2,18E-01	2,05E-01	1,84E-01	1,66E-01	1,43E-01	1,21E-01	1,05E-01	9,11E-02	7,80E-02	6,68E-02
4812876	3,40E-02	4,10E-02	4,75E-02	5,67E-02	6,87E-02	8,16E-02	9,68E-02	1,20E-01	1,42E-01	1,72E-01	1,96E-01	2,18E-01	2,38E-01	2,63E-01	2,85E-01	2,80E-01	2,54E-01	2,25E-01	1,90E-01	1,60E-01	1,35E-01	1,13E-01	9,46E-02	8,13E-02	6,99E-02
4812776	3,17E-02	3,82E-02	4,69E-02	5,66E-02	6,94E-02	8,29E-02	1,02E-01	1,23E-01	1,57E-01	1,96E-01	2,42E-01	2,82E-01	3,14E-01	3,52E-01	3,87E-01	3,75E-01	3,29E-01	2,71E-01	2,22E-01	1,80E-01	1,45E-01	1,20E-01	9,94E-02	8,46E-02	7,57E-02
4812676	3,09E-02	3,57E-02	4,34E-02	5,46E-02	6,71E-02	8,53E-02	1,07E-01	1,32E-01	1,68E-01	2,18E-01	2,92E-01	3,76E-01	4,35E-01	5,04E-01	5,67E-01	5,24E-01	4,28E-01	3,35E-01	2,53E-01	1,96E-01	1,56E-01	1,27E-01	1,10E-01	9,41E-02	8,23E-02
4812576	2,84E-02	3,35E-02	4,11E-02	5,10E-02	6,54E-02	8,29E-02	1,08E-01	1,38E-01	1,76E-01	2,31E-01	3,26E-01	4,91E-01	6,44E-01	7,86E-01	9,31E-01	7,84E-01	5,65E-01	3,88E-01	2,86E-01	2,16E-01	1,74E-01	1,44E-01	1,21E-01	1,05E-01	9,10E-02
4812476	2,66E-02	3,15E-02	3,82E-02	4,70E-02	5,97E-02	7,87E-02	1,07E-01	1,44E-01	1,91E-01	2,45E-01	3,53E-01	5,60E-01	9,55E-01	1,34E+00	1,74E+00	1,17E+00	6,99E-01	4,73E-01	3,29E-01	2,52E-01	1,99E-01	1,61E-01	1,34E-01	1,13E-01	9,65E-02
4812376	2,63E-02	3,10E-02	3,76E-02	4,65E-02	5,85E-02	7,70E-02	1,05E-01	1,49E-01	2,09E-01	2,76E-01	3,82E-01	5,90E-01	1,00E+00	1,54E+00	2,97E+00	1,76E+00	9,09E-01	5,50E-01	3,76E-01	2,77E-01	2,14E-01	1,71E-01	1,39E-01	1,15E-01	9,73E-02
4812276	2,79E-02	3,27E-02	3,86E-02	4,65E-02	5,90E-02	7,66E-02	1,05E-01	1,53E-01	2,42E-01	3,73E-01	5,13E-01	7,71E-01	1,11E+00	2,23E+00	2,45E+00	1,39E+00	7,77E-01	4,85E-01	3,38E-01	2,50E-01	1,95E-01	1,55E-01	1,27E-01	1,07E-01	9,07E-02
4812176	2,83E-02	3,31E-02	3,96E-02	4,72E-02	5,84E-02	7,62E-02	1,03E-01	1,48E-01	2,39E-01	4,41E-01	7,46E-01	1,18E+00	1,40E+00	1,93E+00	1,73E+00	9,86E-01	5,66E-01	3,64E-01	2,63E-01	2,01E-01	1,57E-01	1,27E-01	1,04E-01	8,82E-02	7,58E-02
4812076	3,03E-02	3,49E-02	4,02E-02	4,75E-02	5,79E-02	7,01E-02	8,92E-02	1,22E-01	1,93E-01	3,79E-01	7,98E-01	1,83E+00	1,90E+00	2,02E+00	1,16E+00	6,57E-01	4,04E-01	2,77E-01	2,04E-01	1,51E-01	1,23E-01	1,02E-01	8,51E-02	7,35E-02	6,39E-02
4811976	3,25E-02	3,72E-02	4,24E-02	4,89E-02	5,93E-02	7,43E-02	9,71E-02	1,34E-01	2,00E-01	3,22E-01	6,81E-01	1,12E+00	1,35E+00	1,18E+00	6,98E-01	4,35E-01	3,01E-01	2,13E-01	1,60E-01	1,28E-01	1,02E-01	8,42E-02	7,16E-02	6,27E-02	5,45E-02
4811876	3,08E-02	3,54E-02	4,08E-02	4,88E-02	5,82E-02	7,21E-02	9,07E-02	1,23E-01	1,80E-01	3,29E-01	9,16E-01	1,01E+00	7,84E-01	6,46E-01	4,22E-01	2,79E-01	2,12E-01	1,63E-01	1,24E-01	9,86E-02	8,21E-02	6,92E-02	5,83E-02	5,05E-02	4,47E-02
4811776	2,96E-02	3,35E-02	3,88E-02	4,43E-02	5,23E-02	6,23E-02	8,21E-02	1,16E-01	1,68E-01	3,27E-01	6,67E-01	6,44E-01	5,41E-01	4,29E-01	3,02E-01	2,10E-01	1,61E-01	1,30E-01	1,05E-01	8,46E-02	7,02E-02	5,95E-02	5,16E-02	4,47E-02	3,84E-02
4811676	2,71E-02	3,07E-02	3,43E-02	4,14E-02	5,00E-02	6,23E-02	8,09E-02	1,09E-01	1,68E-01	3,04E-01	4,43E-01	4,24E-01	3,60E-01	3,05E-01	2,25E-01	1,68E-01	1,30E-01	1,08E-01	8,73E-02	7,34E-02	6,02E-02	5,22E-02	4,61E-02	4,08E-02	3,64E-02
4811576	2,58E-02	2,95E-02	3,39E-02	4,07E-02	4,74E-02	5,90E-02	7,87E-02	1,06E-01	1,64E-01	2,58E-01	3,20E-01	3,08E-01	2,67E-01	2,25E-01	1,77E-01	1,36E-01	1,04E-01	9,05E-02	7,79E-02	6,47E-02	5,48E-02	4,57E-02	4,01E-02	3,67E-02	3,35E-02
4811476	2,56E-02	2,87E-02	3,28E-02	3,82E-02	4,73E-02	6,03E-02	7,55E-02	1,05E-01	1,56E-01	2,13E-01	2,42E-01	2,34E-01	2,08E-01	1,72E-01	1,40E-01	1,14E-01	8,90E-02	7,45E-02	6,67E-02	5,78E-02	5,11E-02	4,36E-02	3,68E-02	3,22E-02	2,94E-02
4811376	2,46E-02	2,71E-02	3,15E-02	3,89E-02	4,77E-02	5,67E-02	7,42E-02	1,05E-01	1,45E-01	1,77E-01	1,93E-01	1,83E-01	1,65E-01	1,37E-01	1,14E-01	9,35E-02	7,89E-02	6,46E-02	5,74E-02	5,13E-02	4,54E-02	4,06E-02	3,54E-02	3,08E-02	2,66E-02
4811276	2,31E-02	2,73E-02	3,25E-02	3,90E-02	4,49E-02	5,59E-02	7,46E-02	1,00E-01	1,29E-01	1,50E-01	1,57E-01	1,47E-01	1,32E-01	1,13E-01	9,47E-02	8,01E-02	6,90E-02	5,73E-02	5,09E-02	4,53E-02	4,04E-02	3,65E-02	3,35E-02	2,97E-02	2,60E-02
4811176	2,37E-02	2,77E-02	3,24E-02	3,64E-02	4,42E-02	5,67E-02	7,39E-02	9,54E-02	1,14E-01	1,27E-01	1,29E-01	1,22E-01	1,08E-01	9,51E-02	7,96E-02	6,80E-02	6,11E-02	5,08E-02	4,56E-02	4,09E-02	3,69E-02	3,28E-02	3,00E-02	2,79E-02	2,50E-02
4811076	2,42E-02	2,75E-02	3,05E-02	3,60E-02	4,44E-02	5,64E-02	7,11E-02	8,79E-02	1,01E-01	1,10E-01	1,09E-01	1,02E-01	9,23E-02	8,13E-02	6,82E-02	5,95E-02	5,39E-02	4,60E-02	3,99E-02	3,71E-02	3,38E-02	3,05E-02	2,72E-02	2,54E-02	2,37E-02
4810976	2,37E-02	2,59E-02	3,00E-02	3,61E-02	4,49E-02	5,55E-02	6,84E-02	8,15E-02	9,05E-02	9,49E-02	9,30E-02	8,70E-02	7,93E-02	7,07E-02	6,01E-02	5,25E-02	4,68E-02	4,18E-02	3,61E-02	3,33E-02	3,09E-02	2,86E-02	2,55E-02	2,34E-02	2,18E-02
4810876	2,25E-02	2,56E-02	3,03E-02	3,68E-02	4,47E-02	5,43E-02	6,46E-02	7,37E-02	8,08E-02	8,24E-02	8,07E-02	7,56E-02	6,92E-02	6,18E-02	5,36E-02	4,70E-02	4,17E-02	3,80E-02	3,31E-02	2,98E-02	2,83E-02	2,63E-02	2,44E-02	2,19E-02	2,03E-02
4810776	2,20E-02	2,58E-02	3,06E-02	3,69E-02	4,40E-02	5,25E-02	6,10E-02	6,73E-02	7,23E-02	7,28E-02	7,09E-02	6,64E-02	6,08E-02	5,42E-02	4,77E-02	4,24E-02	3,72E-02	3,46E-02	3,09E-02	2,75E-02	2,59E-02	2,44E-02	2,29E-02	2,10E-02	1,90E-02