

**SGC Grosseto Fano (E78).
Tratto Nodo di Arezzo (S. Zeno) - Selci Lama (E45).
Adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville - Selci Lama (E45).
Lotto 7.**

PROGETTO DEFINITIVO

PG 364

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069	I PROGETTISTI SPECIALISTICI <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111	PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) GP INGENGERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i> (Mandante)  (Mandante) engeko (Mandante)  Studio di Architettura e Ingegneria Moderna
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270	INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA Sezione A N° 4657 Dott. Ingegnere MORENO PANFILI Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657	
L'ARCHEOLOGO <i>Dott.ssa Maria Grazia Liseno</i> Elenco MIBACT n. 1646	SETTORE CIVILE E AMBIENTALE SETTORE INDUSTRIALE SETTORE DELL'INFORMAZIONE Dott. Ingegnere Claudio Muller Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754	
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Michele Consumini</i>	<i>Ing. Giovanni Suraci</i> Ordine Ingegneri Provincia di RC n. A2895	
VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i>	<i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629	IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035 

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Piano di monitoraggio ambientale
Relazione**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
COMP.	PROGETTO	LIV.	ANNO	N.PROG.		
DP	LO702G	D2110				
CODICE ELAB.		T O O I A 1 0 A M B R E O 1			B	
D						
C						
B	Revisione per Istr. ANAS Prot. CDG.U.0439522 23-05-2024	Giugno '24	Angeloni	Panfili	Guiducci	
A	Emissione	Marzo '24	Angeloni	Panfili	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	7
2. <u>SINTESI DEL PROGETTO E DELLE ATTIVITA' DI CANTIERE</u>	7
2.1. OPERE D'ARTE.....	10
2.2. AREE DI CANTIERE E VIABILITÀ.....	10
2.2.1. <i>Compatibilità aree di cantiere con aree di rischio idrogeologico</i>	15
3. <u>CRITERI E METODOLOGIE PER LA REDAZIONE DEL PMA</u>	19
3.1. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	19
3.2. REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	19
3.3. APPROCCIO METODOLOGICO.....	20
3.4. ESTENSIONE TEMPORALE DEL PMA.....	20
3.5. ATTIVITÀ DI SUPPORTO.....	21
3.6. INDIVIDUAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	21
4. <u>ATMOSFERA</u>	23
4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	23
4.1.1. <i>Legislazione comunitaria</i>	23
4.1.2. <i>Legislazione nazionale</i>	23
4.1.3. <i>Legislazione regionale</i>	24
4.1.4. <i>Linee guida e norme tecniche</i>	24
4.1.5. <i>Limiti di riferimento</i>	25
4.2. STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	26
4.2.1. <i>Pianificazione e programmazione della qualità dell'aria</i>	26
4.2.2. <i>Zonizzazione ai sensi del D.Lgs. 155/2010</i>	27
4.2.3. <i>Qualità dell'aria attuale</i>	28
4.3. AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE.....	31
4.4. SINTESI DELLA STIMA DEGLI IMPATTI.....	31
4.4.1. <i>Recettori considerati</i>	31
4.4.2. <i>Sintesi degli impatti</i>	31
4.5. IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....	31
4.6. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO.....	33
4.6.1. <i>Misure tipo ATM_POL – Rilievo del particolato fine (PM2,5 e PM10)</i>	33
4.6.2. <i>Indagini ATM-TR</i>	34
4.7. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	34

PROGETTAZIONE ATI:

4.7.1.	<i>Polveri</i>	34
4.7.2.	<i>Inquinanti da traffico veicolare</i>	35
4.7.3.	<i>Parametri meteorologici</i>	36
4.8.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	37
4.9.	TABELLA DI SINTESI	37
5.	<u>SUOLO</u>	39
5.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI	39
5.2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	39
5.2.1.	<i>Geomorfologia e uso del suolo</i>	43
5.3.	AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE	45
5.4.	SINTESI DEGLI IMPATTI.....	49
5.5.	STAZIONI DI MONITORAGGIO	50
5.6.	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO.....	51
5.6.1.	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento</i>	51
5.6.2.	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i>	52
5.7.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	54
5.8.	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	56
6.	<u>RUMORE</u>	57
6.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI	57
6.1.1.	<i>Legislazione comunitaria</i>	57
6.1.2.	<i>Legislazione Nazionale</i>	57
6.1.3.	<i>Legislazione regionale</i>	57
6.1.4.	<i>Normativa tecnica</i>	58
6.1.5.	<i>Limiti di legge</i>	58
6.1.6.	<i>Linee guida ISPRA per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere</i>	61
6.2.	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	62
6.2.1.	<i>Indicatori acustici</i>	62
6.2.2.	<i>Livello equivalente (Leq)</i>	62
6.2.3.	<i>Livelli percentili</i>	63
6.2.4.	<i>Altri parametri</i>	63
6.3.	AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE	69
6.3.1.	<i>Sintesi della stima degli impatti</i>	69
6.4.	MITIGAZIONI	70

PROGETTAZIONE ATI:

6.4.1.	<i>Barriere acustiche</i>	70
6.4.2.	<i>Ulteriori mitigazioni</i>	70
6.5.	SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	70
6.6.	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	72
6.6.1.	<i>Monitoraggio del rumore stradale</i>	72
6.6.2.	<i>Monitoraggio del rumore indotto da cantiere</i>	74
6.7.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	76
6.8.	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	78
7.	<u>ACQUE SUPERFICIALI</u>	79
7.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI	79
7.1.1.	<i>Normativa comunitaria</i>	79
7.1.2.	<i>Normativa nazionale</i>	79
7.1.3.	<i>Leggi regionali</i>	80
7.2.	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	80
7.3.	RETE IDROGRAFICA.....	81
7.3.1.	<i>Rete idrografica principale</i>	81
7.3.2.	<i>Indagine qualità delle acque nell'area di progetto</i>	85
7.3.3.	<i>Stazioni di rilevamento e campionamento</i>	86
7.4.	AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE.....	88
7.5.	SINTESI DEGLI IMPATTI.....	89
7.6.	STAZIONI DI MONITORAGGIO	90
7.7.	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DEL RILEVAMENTO	90
7.7.1.	<i>Parametri fisico-chimici e batteriologici</i>	90
7.7.2.	<i>Stato ecologico</i>	92
7.7.1.	<i>Metodologia d'analisi</i>	92
7.8.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	96
7.9.	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	97
8.	<u>ACQUE SOTTERRANEE</u>	98
8.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	98
8.1.1.	<i>Normativa Comunitaria</i>	98
8.1.2.	<i>Normativa Nazionale</i>	98
8.1.3.	<i>Normativa Regionale</i>	98
8.2.	STATO ATTUALE.....	98

PROGETTAZIONE ATI:

8.2.1.	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	98
8.2.2.	<i>Superficie piezometrica</i>	101
8.3.	AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE	106
8.4.	STAZIONI DI MONITORAGGIO	108
8.5.	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO.....	110
8.5.1.	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento</i>	110
8.5.2.	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i>	111
8.6.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	112
8.7.	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	114
9.	<u>VEGETAZIONE</u>	116
9.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI	116
9.1.1.	<i>Leggi comunitarie e convenzioni internazionali</i>	116
9.1.2.	<i>Leggi Nazionale</i>	116
9.1.3.	<i>Leggi regionali</i>	116
9.2.	STATO QUALITATIVO ATTUALE	117
9.3.	AZIONI DI PROGETTO CHE POSSONO INTERFERIRE CON LA COMPONENTE	123
9.4.	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO.....	124
9.4.1.	<i>Possibili impatti sulla componente</i>	124
9.4.2.	<i>Criteri e metodologia del monitoraggio sulla componente vegetazione</i>	124
9.5.	STAZIONI DI MONITORAGGIO	125
9.6.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	126
9.7.	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	128
10.	<u>FAUNA</u>	129
10.1.	NORMATIVA.....	129
10.1.1.	<i>Leggi comunitarie e convenzioni internazionali</i>	129
10.1.2.	<i>Leggi Nazionale</i>	129
10.1.3.	<i>Leggi regionali</i>	129
10.1.	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO	130
10.2.	STATO QUALITATIVO ATTUALE	130
10.3.	AZIONI DI PROGETTO E POSSIBILI IMPATTI SULLA COMPONENTE	132
10.3.1.	<i>Effetti indiretti prodotti dai fattori di disturbo</i>	132
10.3.2.	<i>Impatto sui sistemi di connessione</i>	133
10.4.	CRITERI E METODOLOGIA DEL MONITORAGGIO SULLA COMPONENTE FAUNA.....	134

PROGETTAZIONE ATI:

10.5.	STAZIONI DI MONITORAGGIO	136
10.5.1.	<i>Avifauna nidificante</i>	136
10.5.2.	<i>Mammiferi</i>	137
10.6.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	138
10.6.1.	<i>Avifauna</i>	138
10.6.2.	<i>Mammiferi</i>	140
10.7.	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	140
11.	<u>VIBRAZIONI</u>	142
11.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	143
11.1.1.	<i>Normativa Nazionale</i>	143
11.1.2.	<i>Normativa Tecnica</i>	143
11.2.	SINTESI DEGLI IMPATTI.....	144
11.3.	IDENTIFICAZIONE DELLE AREE INTERESSATE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	144
11.3.1.	<i>Criteri adottati</i>	144
11.3.2.	<i>Identificazione delle aree</i>	144
11.3.3.	<i>Modalità e parametri oggetti di rilevamento</i>	145
11.3.4.	<i>Definizione della strumentazione di misura</i>	146
11.3.5.	<i>Requisiti generali della strumentazione</i>	146
11.4.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI	147
11.4.1.	<i>Misure in corrispondenza di ricettori prospicienti al fronte di avanzamento lavori</i> ...	147
11.5.	SOGLIE DI RIFERIMENTO.....	148
11.6.	SINTESI DELLE MISURE	149
12.	<u>GESTIONE DELLE ANOMALIE</u>	150
12.1.	GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI ACQUE E SUOLO	150
12.2.	GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI RUMORE E ATMOSFERA	151
12.3.	GESTIONE DELLE ANOMALIE PER LA MATRICE VIBRAZIONI.....	151
13.	<u>MODALITA' DI ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI</u>	152
13.1.	ACQUISIZIONE DATI	152
13.2.	RESTITUZIONE DATI.....	152
13.2.1.	<i>Sistema Informativo territoriale (SIT)</i>	152
13.3.	LA REPORTISTICA.....	155
13.3.1.	<i>Frequenza di restituzione della reportistica</i>	157
13.4.	GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI	158

PROGETTAZIONE ATI:

14. SCHEDE DI RILEVAMENTO DATI.....	159
15. CRONOPROGRAMMA.....	160

PROGETTAZIONE ATI:

1. PREMESSA

Il presente documento, redatto nell'ambito della progettazione definitiva, definisce gli obiettivi, i criteri metodologici generali e le attività del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).

Il PMA indica l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, da attuarsi durante le fasi ante-corso-post operam, attraverso la rilevazione e la misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate, in modo significativo e negativo, dalla realizzazione e/o dall'esercizio dell'intervento in progetto.

Esso, opportunamente esteso alle varie componenti potenzialmente coinvolte, prevede le modalità per la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisce indicazioni sui trend evolutivi e consente la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti non previsti nella fase progettuale.

Nella redazione del PMA si è tenuto conto dei seguenti documenti:

- *“Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)” (MATTM, MiBAC, ISRPA, rev 2014 e successivi aggiornamenti);*
- *Elaborati di progetto;*
- *Studi e indagini specialistiche delle matrici ambientali;*
- *Studio di impatto ambientale.*

2. SINTESI DEL PROGETTO E DELLE ATTIVITA' DI CANTIERE

L'intervento in progetto si inserisce nella rete della mobilità nazionale come parte integrante dell'Itinerario Trasversale E78 Grosseto – Fano, che svolge la funzione strategica di colmare la carenza infrastrutturale nei collegamenti trasversali trans-appenninici della penisola, nel settore centro-settentrionale. La sua importanza in tal senso è sancita dal Piano Generale dei Trasporti e della Logistica e dalla Legge Obiettivo ed è confermata dagli strumenti di pianificazione settoriale (ANAS) e regionali. L'itinerario E78 costituisce uno dei più importanti collegamenti trasversali tra i corridoi longitudinali tirrenico ed adriatico (è detta infatti l'autostrada dei due Mari).

In particolare, l'intervento prevede la realizzazione di una strada cat. B – D.M. 05.11.2001 di sviluppo pari a circa 12,5 km nel tratto compreso tra Le Ville di Monterchi e Selci - Lama. Il tratto in esame ricade in maggior parte nella Regione Toscana, specificamente nella Provincia e nel Comune di Arezzo mentre nel tratto finale ricade nella Regione Umbria, nello specifico nella provincia di Perugia.

Il progetto si inserisce nel quadro di interventi di “completamento e adeguamento a quattro corsie della “S.G.C. Grosseto-Fano”, infrastruttura di collegamento trasversale tra le aree del versante tirrenico dell'Appennino e quelle del versante adriatico.

In tale quadro il progetto può essere considerato come parte funzionale di completamento dell'adeguamento della “Due mari” nell'intero tratto Le Fabbriche – Selci – Lama (E45) realizzando quindi un importante collegamento trasversale con la E45 mediante una strada a carreggiate separate in luogo della S.S.73 esistente la quale presenta in ampi tratti caratteristiche proprie di una strada urbana piuttosto che di un'infrastruttura di collegamento interregionale.

L'itinerario E78 precedentemente descritto fa parte della rete TEN-T.

PROGETTAZIONE ATI:

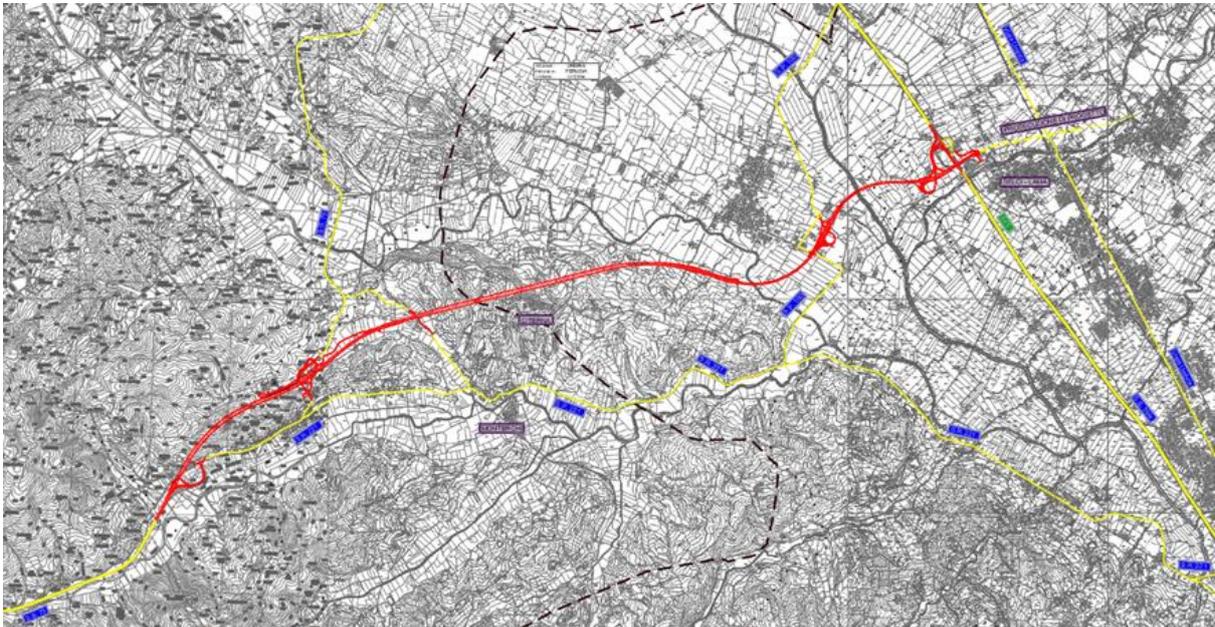


Figura 2–1 Individuazione intervento di progetto

L'andamento planimetrico delle due carreggiate che costituiscono l'asse principale è riportato negli elaborati del progetto stradale. Per quanto riguarda la sezione tipo, entrambe le carreggiate risultano separate da uno spartitraffico minimo di 2,50 m e presentano due corsie larghe 3,75 m, una banchina in destra da 1,75 m e una banchina in sinistra da 0,5 m in accordo con le indicazioni del D.M. 05.11.2001 per strade extraurbane principali "cat. B" L'intervallo di velocità¹ è 70-120km/h.

Il tracciato principale ha inizio nel Comune di Anghiari (Toscana) in prossimità della località Bagnaia situata circa 2 km a Sud Ovest di Le Ville.

La E78 esistente (caratterizzata da una sezione a doppia carreggiata) in questa zona subisce una restrizione di larghezza (ad una corsia per senso di marcia) per raccordarsi al tracciato storico della S.S.73 (E78) che attraversa il centro abitato di Le Ville e poi si dirama in direzione nord verso San Sepolcro.

Il nuovo tracciato, superato lo svincolo di progetto Le Ville (SV.1), prosegue in direzione Nord, sovrappassando la S.S.73 mediante il Viadotto "le Ville" ed attraversando il colle Poggiolo con la galleria naturale "Le Ville", di lunghezza pari a circa 1200 m, per svilupparsi così nella valle del Centena.

Nel tratto in galleria, dal km 1+600 circa il tracciato ricade nel Comune di Monterchi (Toscana) e con una curva destrorsa ($R(3) = 1750m$) si allinea in direzione Nord Est.

¹ Con il termine "intervallo di velocità di progetto" si intende il campo dei valori in base ai quali devono essere definite le caratteristiche dei vari elementi di tracciato della strada (rettifili, curve circolari, curve a raggio variabile).

Il limite superiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi meno vincolanti del tracciato, date le caratteristiche di sezione della strada. Essa è comunque almeno pari alla velocità massima di utenza consentita dal Codice per i diversi tipi di strada (limiti generali di velocità). Il limite inferiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti per una strada di assegnata sezione.

PROGETTAZIONE ATI:

Tra il km 2+700 e il km 3 si sviluppa il secondo svincolo di progetto denominato “Monterchi” (SV.2); tale svincolo, caratterizzato da uno schema a quadrifoglio parziale, connette la nuova infrastruttura con la SS73 esistente con due rotonde di diametro esterno pari a 40m.

Sino al km 4+800, ovvero sino all’imbocco Ovest della galleria “Citerna”, il tracciato si sviluppa pressoché in rilevato di modesta altezza, in modo da aderire il più possibile al terreno esistente limitando così l’impatto paesaggistico.

In prossimità dell’imbocco Ovest della galleria “Citerna” vi è il passaggio tra il tracciato ricadente nella Regione Toscana e quello nella Regione Umbria, in particolare nel Comune di Citerna.

Il tracciato in galleria (2800m fra galleria naturale e artificiale) si sviluppa per quasi tutto il tratto in rettilineo sino al km 6+800 circa, dove presenta una curva oraria di raggio 2300m al piede del monte Rotondo e del monte Bello al lato della piana del torrente Sovara.

Una volta attraversato il torrente Sovara, il tracciato curva in sinistra ($R(5) = 940m$), allineandosi in direzione Nord Ovest attraversando la piana del Tevere. Dalla progressiva 8+700 si prevede di realizzare l’infrastruttura in viadotto (“Fontepaglia”) per 1200m circa.

Al km 10+000 circa, a metà del flesso planimetrico fra $R(5)$ e $R(6)=835m$, è previsto l’inserimento del terzo svincolo (SV.3) denominato “Pistrino”; tale svincolo collega la nuova infrastruttura alla S.P. 100 esistente attraverso uno schema a “trombetta”. Da questo tratto in poi il tracciato si sviluppa nei territori dei Comuni di Città di Castello e di San Giustino.

Dal km 10+500 al km 11+600 circa il tracciato si sviluppa in viadotto per attraversare il fiume “Tevere”. La scelta di prevedere il lungo viadotto è dovuta alla necessità di garantire la maggiore permeabilità idraulica possibile al territorio, nelle aree ricadenti nella fascia B di esondazione del fiume Tevere.

Il tracciato prosegue con l’ultima curva oraria $R(7)=800m$ e termina con un rettilineo di lunghezza 315m circa.

Al km 12+200 circa l’asse di progetto interseca le E45 esistente sottopassandola sfruttando il viadotto esistente lungo la E45; per l’intersezione con questa importante infrastruttura è previsto l’adeguamento dello svincolo esistente di “Selci/Lama”.

Subito dopo il nuovo svincolo con la E45 è previsto un breve tratto in rilevato a valle del quale verrà realizzata una nuova intersezione rotatoria in luogo dell’intersezione a raso con isole divisionali esistente. Tale rotatoria rappresenta il limite finale dell’intervento in oggetto e l’inizio dell’intervento “PG365 - Salita di Parnacciano” il quale permette di raggiungere l’imbocco sud già esistente della galleria della Guinza mediante una nuova infrastruttura con piattaforma stradale C1 - D.M.5.11.2001.

L’inserimento di una nuova infrastruttura a doppia carreggiata in un contesto appenninico come quello in cui è inserita l’opera fino al km 8, il soddisfacimento della normativa stradale e i numerosi vincoli presenti (idraulici, ambientali e urbanistici) ha richiesto la realizzazione di opere maggiori di notevole sviluppo.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato è composto da livellette e raccordi verticali convessi e concavi, i cui valori risultano compatibili con i valori normativi minimi.

Il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 1.4% mentre i raggi minimi verticali sono pari a 50’000 m per i raccordi concavi e 10’000 m per i raccordi convessi.

Il progetto dell’asse principale, con tutte le viabilità locali coinvolte, tende a ridurre gli impatti sulla viabilità locale ed a soddisfare la richiesta di un equilibrio tra scavi e riporti del solido stradale riducendo al massimo gli impatti sul territorio circostante. Le scelte progettuali sono state

PROGETTAZIONE ATI:

influenzate, oltre che da quanto già previsto e progettato con il lotto precedente (GP365), dalla presenza della dei vincoli imposti e da un reticolo idraulico molto diffuso.

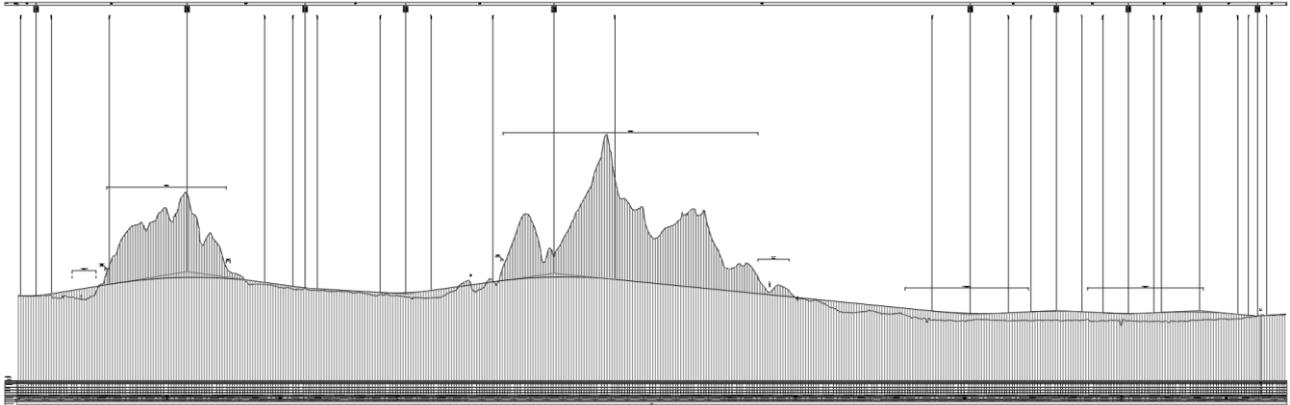


Figura 2-2 Profilo altimetrico carreggiata direzione Fano

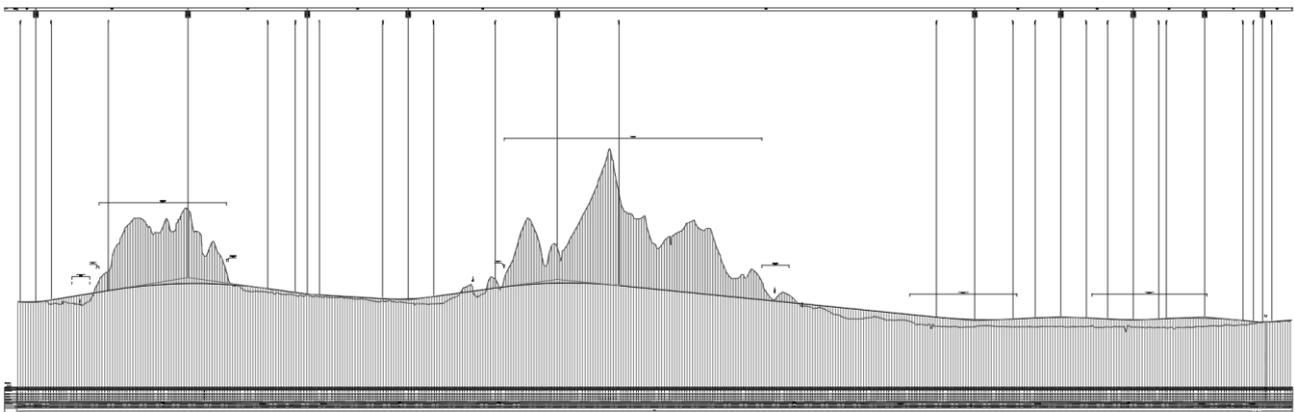


Figura 2-3 Profilo altimetrico carreggiata direzione Grosseto

2.1. OPERE D'ARTE

L'intervento infine, è caratterizzato, da opere maggiori quali: galleria naturale "Le Ville" con imbocco e sbocco artificiale e galleria naturale "Citerna" con bocco e sbocco artificiale ed caratterizzata da un ritombamento sulla parte artificiale. Il Tracciato, inoltre, si compone della presenza di diversi viadotti che prendono il nome delle località che attraversano ("Le Ville" dir. Fano e dir. Grosseto, "Sovara" dir. Fano e dir. Grosseto, "Tevere" dir. Fano e dir. Grosseto), dai tre cavalcavia per il riarrangiamento della viabilità locale e dal prolungamento di un ponte esistente e di un sottovia, inoltre, da un susseguirsi di opere d'arte minori (opere di sostegno - paratie, muri e terre armate; opere idrauliche - tombini scatolari, tombini circolari, fossi di guardia, presidi idraulici, bacini di disperdenti).

2.2. AREE DI CANTIERE E VIABILITÀ

Per l'esecuzione dei lavori sono stati definiti due Campi Base, ubicati in prossimità dei due svincoli, lato Grosseto e lato Fano, che contrassegnano l'inizio e la fine degli interventi sulla viabilità

PROGETTAZIONE ATI:

principale di progetto. Inoltre, sono stati individuati tre Campi Operativi con funzionamento asincrono durante le 4 FASI prefissate per lo svolgimento delle lavorazioni e inoltre, sono stati previste aree tecniche/cantieri operativi in prossimità della galleria "Citerna" e "Le Ville".



Figura 2-4 Area Campo Base CB.01 in prossimità dello svincolo "Le Ville" di progetto.

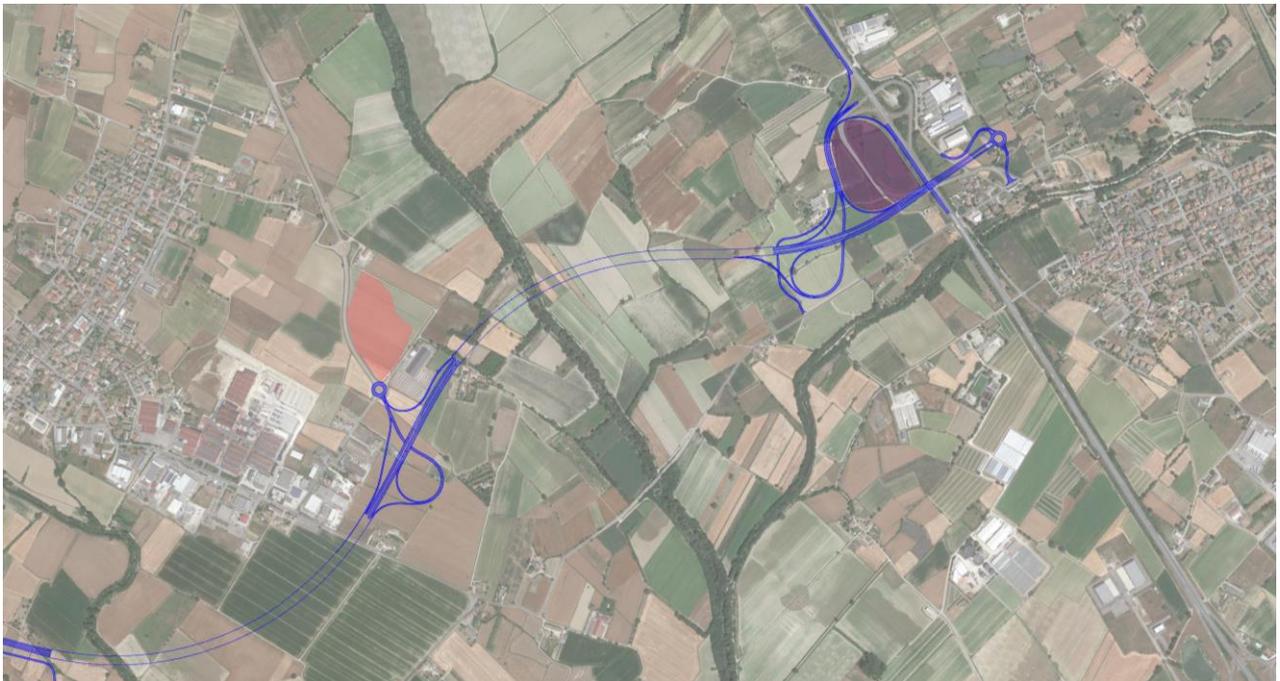


Figura 2-5 - Area Campo Base CB.02 ubicata alla fine del tratto di intervento.

PROGETTAZIONE ATI:

I Campi Base ed i Campi Operativi sono stati posizionati in modo strategico lungo il tracciato di progetto evitando le interferenze con le aree potenzialmente esondabili individuate dal PGRA redatto dal Distretto Appenninico Settentrionale per tempi di ritorno TR=30 anni (classe di pericolosità 3), come riportato al Capitolo 5 della presente relazione.

Sia per i Campi Base che per quelli Operativi è stato previsto un layout con tutti gli apprestamenti funzionali al cantiere stesso, individuando le zone da dedicare ai servizi, ai dormitori ed alle aree di lavorazione e stoccaggio materiale.

Tutti i cantieri saranno perimetralmente recintati e dovrà essere previsto per ciascuno di questi un servizio di guardiania per controllare gli ingressi e le uscite. Le aree adibite allo stoccaggio/deposito saranno delimitate e protette con recinzioni antipolvere di altezza almeno 1 m superiore rispetto a quella del cumulo di materiale stoccato più alto.

Per il cantiere più prossimo ai ricettori sensibili (CB.01), nella fattispecie costituita da una zona residenziale di ville, è prevista una barriera di mitigazione costituita da una fascia di 10 m attrezzata con alberature di medio e alto fusto ed essenze arbustive.

Per evitare lo sversamento o la filtrazione accidentale delle acque di dilavamento o prima pioggia, in quei cantieri in cui è presente una viabilità di distribuzione interna saranno installate delle vasche di trattamento in continuo costituite da pozzetto scolmatore, dissabbiatore e deoliatore con filtro a coalescenza per gli idrocarburi.

Di seguito vengono indicate le superfici dei singoli Campi Base e Campi Operativi, nonché le loro dotazioni in termini di macchinari e mezzi utilizzati.

NOME CAMPO	SUP.TOTALE (mq)	DOTAZIONI	
		CAMPO BASE	CAMPO OPERATIVO
CB.01	41.537	n.10 escavatori	n.2 escavatori
CB.02	51.580	n.10 dumpers	n.1 dumpers
CO.01a	1.792	n.10 bulldozer	n.1 bulldozer
CO.01b	1.521	n.4 rulli compattatori	n.1 rullo compattatore
CO.01c	30.652	n.2 piastre vibranti	n.1 finitrice
CO.01b.2	1.320	n.2 finitrici	n.1 macchina perforatrice
CO.02a	12.480	n.4 macchine perforatrici	n.1 camion betoniera
CO.02b	10.816	n.8 camion betoniera	
CO.02c	85.756		
CO.02d	133.872		
CO.03a	43.393		
CO.AT01	6.895		
CO.AT00	50.900		

Figura 2-6 - Superfici Campi Base e Campi Operativi con dotazioni.

Per meglio chiarire le scelte progettuali in merito all'ubicazione dei vari Cantieri Operativi risulta necessario disarticolare la fasizzazione dei lavori. A questo proposito nelle successive figure sono riportate le corografie distinte per le 5 FASI di lavoro previste, a cui corrispondono fasi operative definite anche in relazione al sistema di viabilità progettato al fine di garantire, in ogni fase delle lavorazioni, sia il deflusso del traffico ordinario, ma anche l'accesso a tutti i fondi e a tutte le aree di cantiere.

PROGETTAZIONE ATI:

Le viabilità provvisorie e/o alternative sono tali da garantire il deflusso del traffico ordinario; in riguardo a ciò si prevede di minimizzare quanto più possibile le lavorazioni svolte in soggezione al traffico stesso. Le viabilità di cantiere sono invece utilizzate per il collegamento tra i Campi Base, i Campi Operativi in esercizio nella specifica microfase e le aree di lavorazione; mentre le piste di cantiere sono indispensabili per la realizzazione delle opere d'arte maggiori (i.e. viadotti e gallerie) e minori (i.e. paratie e tombini).

Al termine dei lavori, sulle viabilità esistenti impegnate dal transito dei mezzi d'opera durante le lavorazioni non si prevede alcun tipo di intervento di adeguamento, mentre le nuove viabilità a carattere provvisorio esterne alla piattaforma di progetto saranno dismesse ed eventualmente rinaturalizzate.

Le viabilità intercettate dal flusso di cantiere, in prossimità delle aree di lavorazioni e degli accessi ai campi base e operativi, saranno soggette ad una limitazione di velocità amministrativa pari a 40 km/h, finalizzata a ridurre il rischio dovuto all'ingresso e uscita degli automezzi di cantiere.

Oltre ai campi base e a quelli operativi sono state individuate delle aree tecniche e di varo necessarie alla realizzazione delle opere d'arte maggiori e minori, che vengono dettagliate negli elaborati dedicati alla fasizzazione dei lavori e che si concretizzano negli spazi adibiti a piste di cantiere a partire dalle strade esistenti.

Prima di procedere all'approntamento dei campi base, verrà svolta l'attività di bonifica degli ordigni bellici, mentre la risoluzione di eventuali interferenze con il progetto sarà demandata all'inizio delle singole microfasi operative.

Dal momento in cui, in base all'articolazione delle fasi di lavoro, taluni campi operativi dovessero risultare non più utilizzati, essi saranno dismessi e ripristinati alle condizioni ante-operam. Per ripristino s'intende lo smobilizzo del cantiere, il riallineamento delle quote con quelle dello stato di fatto e le eventuali operazioni di rinaturalizzazione. Tale processo si applica anche alle aree tecniche delle opere d'arte ed ai campi base.

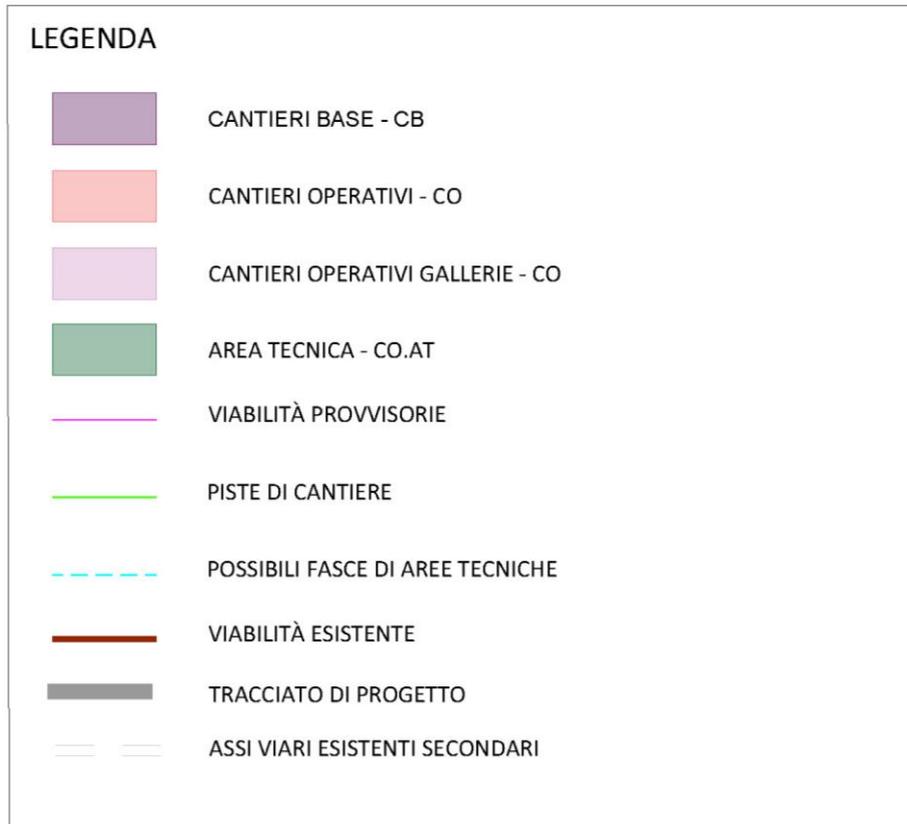


Figura 2-7 Legenda delle indicazioni riportate nelle corografie generali.

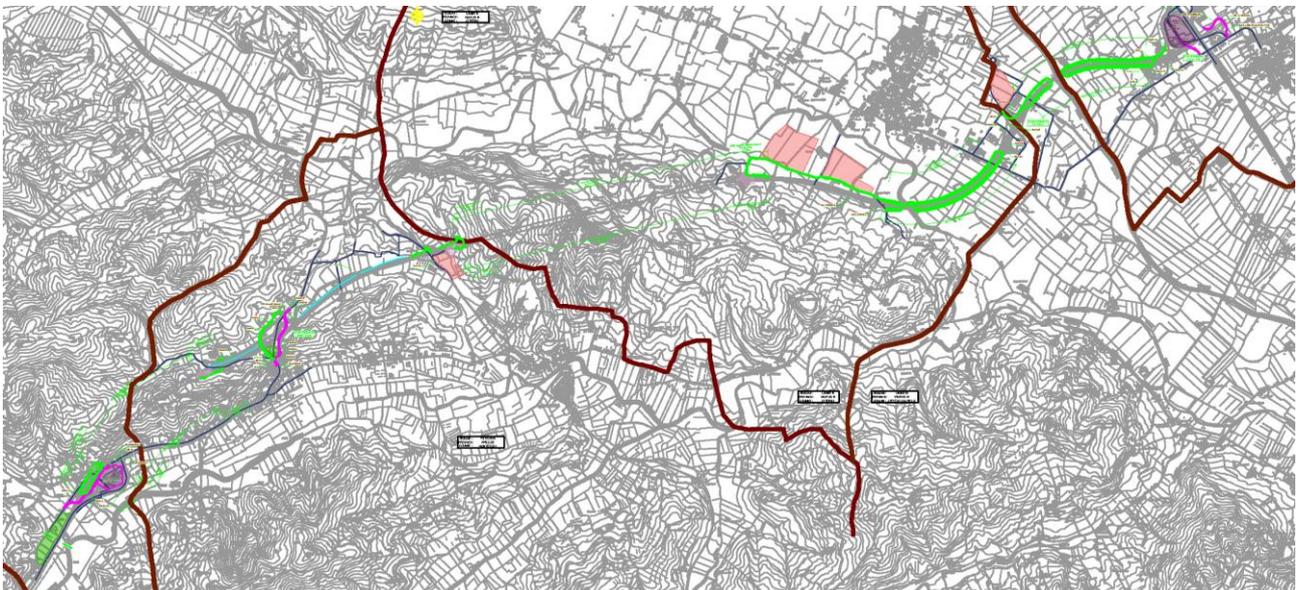


Figura 2-8 Corografia generale con individuazione dei Campi Base e Campi Operativi, viabilità provvisorie e piste di cantiere di FASE 1-2-3.

PROGETTAZIONE ATI:

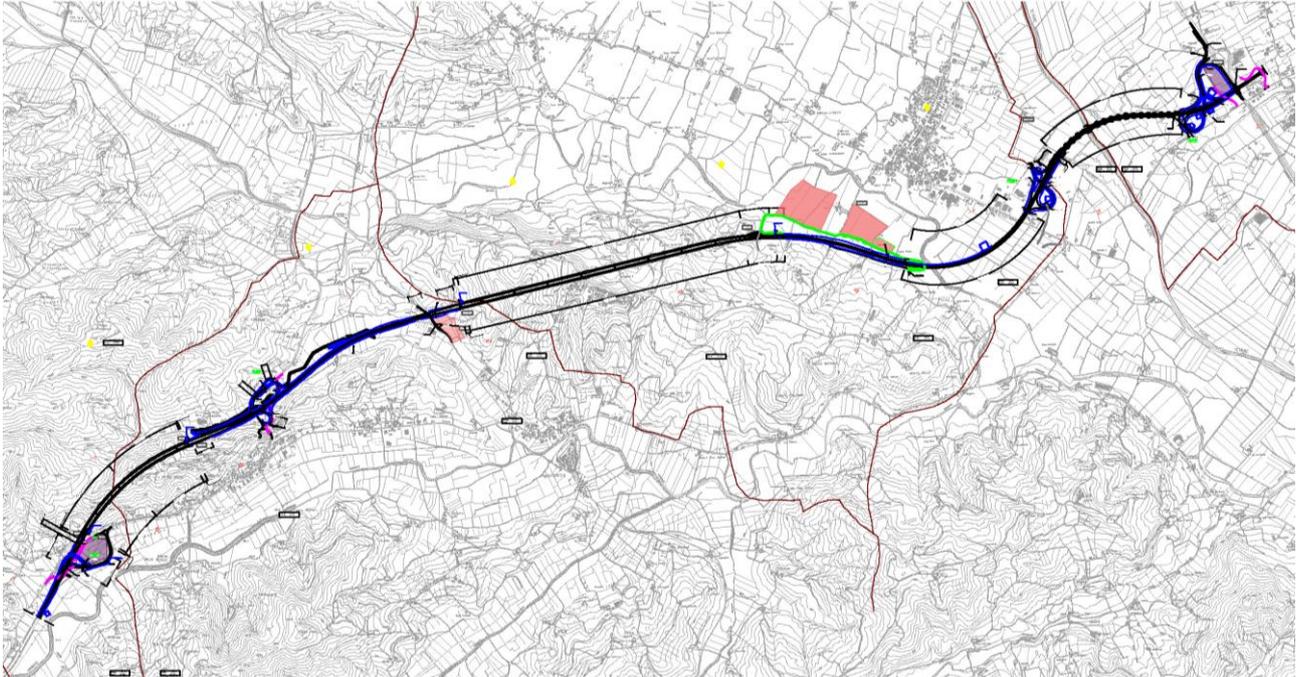


Figura 2-9 - Corografia generale con individuazione dei Campi Base e Campi Operativi, viabilità provvisorie e piste di cantiere di FASE 4.

La durata stimata dell'attività di costruzione è pari a 78 mesi.

2.2.1. COMPATIBILITÀ AREE DI CANTIERE CON AREE DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

Si è proceduto a verificare la compatibilità delle aree di cantiere con quelle cartografate dal Piano di Assetto Idrogeologico, come espressamente previsto da Capitolato ANAS. Il PAI di riferimento è quello adottato sul territorio del distretto dell'Appennino Settentrionale, la cui competenza è passata proprio della medesima Autorità Idraulica a valle della pubblicazione del D.M. n.294 del 26 ottobre 2016. Nello specifico il PAI vigente per l'area di interesse è quello riferito al bacino del Fiume Tevere, per cui esso si applica integralmente nella parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica, mentre è sostituito dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) per quanto attiene alla pericolosità idraulica.

Dalle risultanze di questi stralci si evince come le aree interessate dalla cantierizzazione non interferiscano mai con le aree esondabili con Tr 30 anni (in blu), e pertanto possono definirsi compatibili dal punto di vista idraulico.

PROGETTAZIONE ATI:

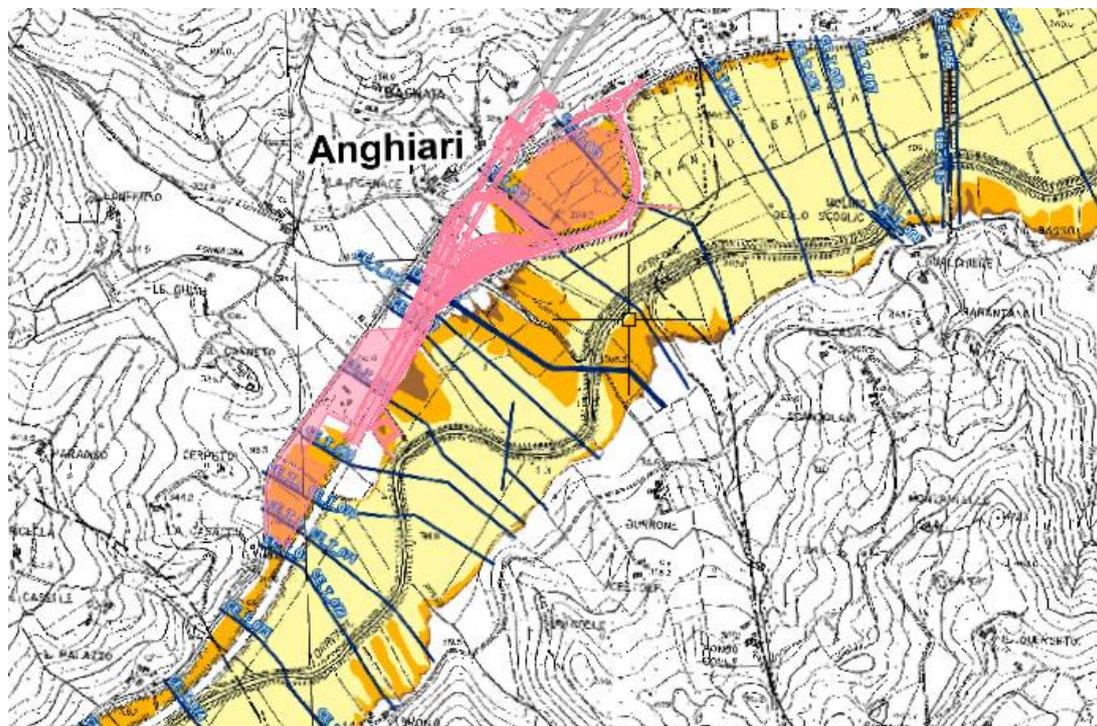


Figura 2.10 - Area di cantiere CB.01 sulle aree a pericolosità idraulica del PGRA.

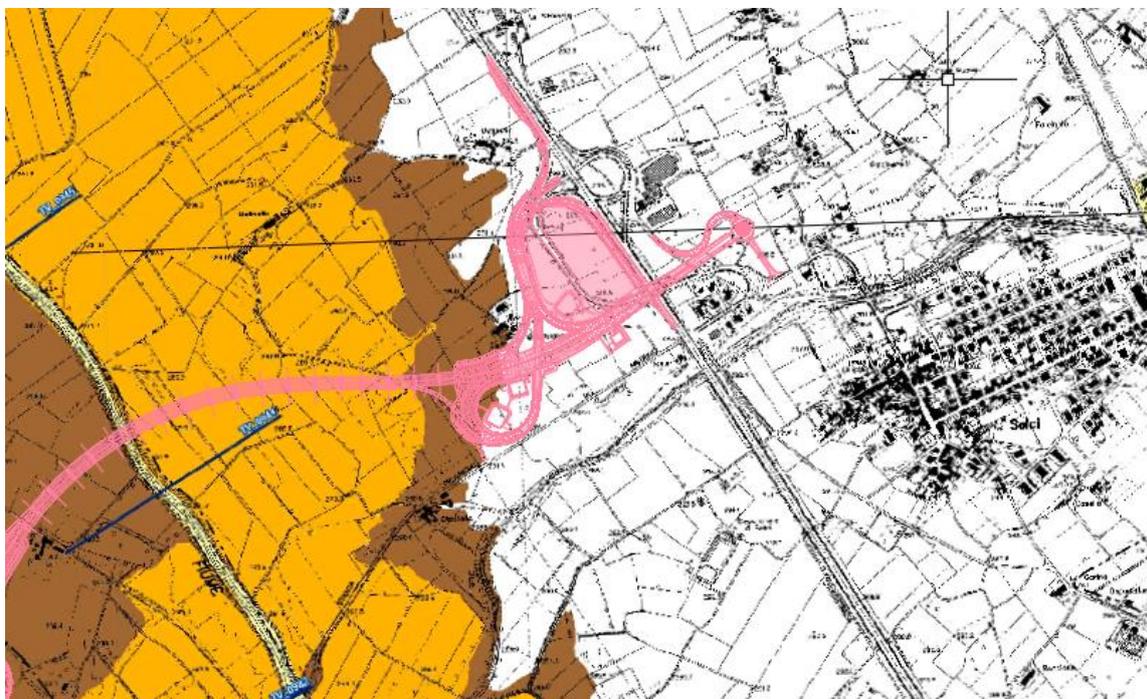


Figura 2.11 - Area di cantiere CB.02 sulle aree a pericolosità idraulica del PGRA.

PROGETTAZIONE ATI:

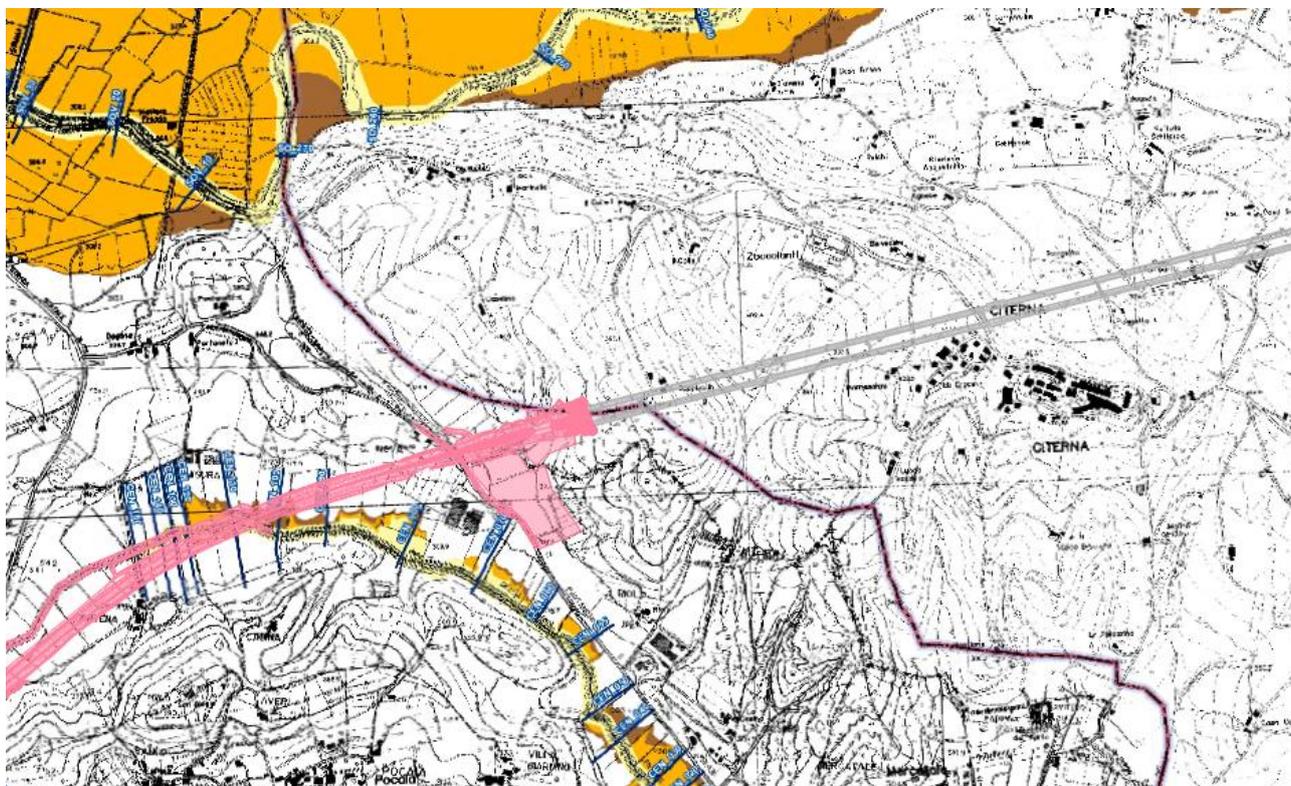


Figura 2.12 - Area di cantiere CO.01c e CO.02a sulle aree a pericolosità idraulica del PGRA

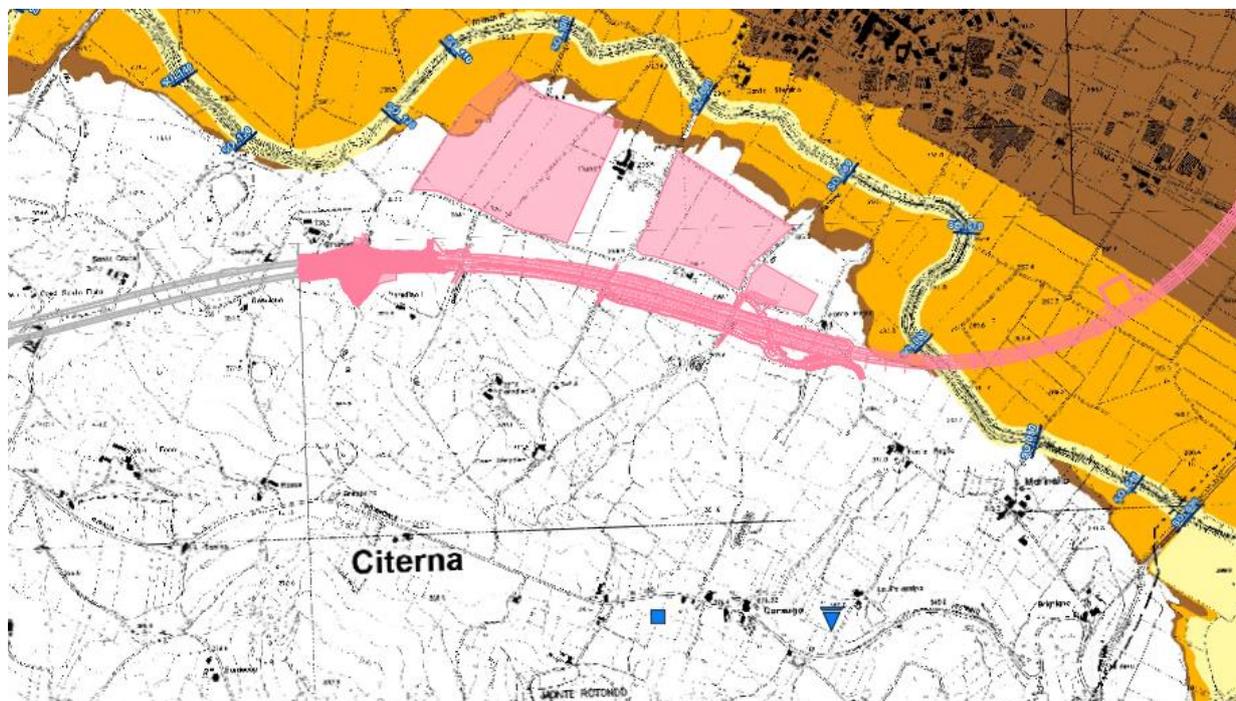


Figura 2.13 - Area di cantiere CO.02(b,c,d) sulle aree a pericolosità idraulica del PGRA.

PROGETTAZIONE ATI:

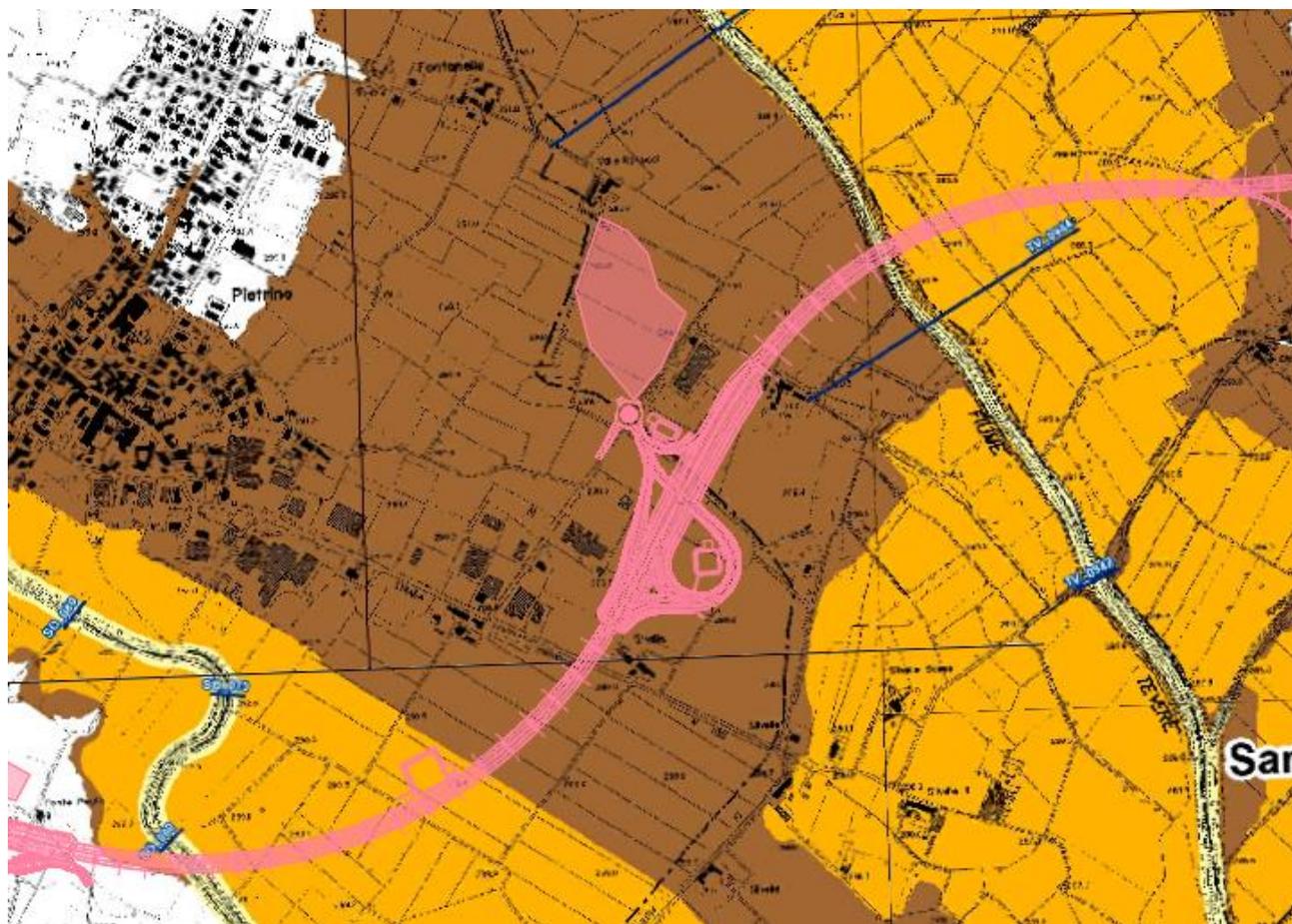


Figura 2.14 - Area di cantiere CO.03 sulle aree a pericolosità idraulica del PGRA.

PROGETTAZIONE ATI:

3. CRITERI E METODOLOGIE PER LA REDAZIONE DEL PMA

3.1. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

In conformità alle indicazioni tecniche di cui alle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)* (MATTM, MiBAC, ISRPA, rev 2014 e successivi aggiornamenti), lo scopo del Monitoraggio Ambientale (MA) proposto, è quello di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto e l'efficacia delle mitigazioni;
- correlare gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

3.2. REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire con il Monitoraggio Ambientale, il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- Prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- Definire il numero, le tipologie e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura e motivarne la scelta alla luce delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;
- Prevedere la restituzione periodica programmata delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti in fase di progetto;
- Pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto di tutte le attività previste, sull'ambiente;
- Definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA.

3.3. APPROCCIO METODOLOGICO

I criteri che hanno condotto alla stesura del PMA dell'infrastruttura in progetto hanno seguito i seguenti passi procedurali:

- *Analisi dei documenti di riferimento* e pianificazione delle attività di progettazione sulla base delle Linee Guida della CSVIA;
- *Fase ricognitiva dei dati*: l'analisi dei dati preesistenti e degli studi specialistici effettuati durante la fase di progettazione per ciascuna componente ambientale analizzata ha permesso di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dal progetto di monitoraggio.
- *Definizione dei riferimenti normativi e bibliografici*: sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio, sia per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali.
- *Scelta delle componenti ambientali*: le componenti ambientali interessate sono quelle che in base alle caratteristiche territoriali ed ambientali rilevate ed alle azioni di progetto previste possono risultare impattate.
- *Scelta delle aree punti e ricettori da monitorare*: dedotte a seguito di un attento esame della sensibilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente. Le aree, i punti ed i ricettori saranno differenziati in funzione dei criteri di indagine e delle potenziali interferenze con ciascuna delle componenti ambientali in esame. I criteri che sono stati considerati nella loro determinazione sono:
 - presenza della sorgente di interferenza;
 - presenza di elementi significativi rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.
- *Programmazione delle attività: definizione della programmazione, in relazione alle diverse fasi dei lavori. Qualora si riscontrassero anomalie, occorrerà effettuare una serie di accertamenti straordinari atti ad approfondire e verificare l'entità del problema, determinarne la causa e indicare le possibili soluzioni.*

3.4. ESTENSIONE TEMPORALE DEL PMA

Le finalità delle diverse fasi di monitoraggio sono così distinte:

Monitoraggio AO:

- definire le caratteristiche dell'ambiente relative a ciascuna componente naturale ed antropica, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale delle attività previste nel progetto, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione delle demolizioni;
- predisporre (evidenziando specifiche esigenze ambientali) il monitoraggio in modo da consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in CO e PO.

Monitoraggio CO:

- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalle attività di cantiere, direttamente o indirettamente;
- controllare situazioni specifiche al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti in fase di cantiere. La verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione di cantiere avverrà nel corso della fase di monitoraggio CO. Laddove dovessero rilevarsi situazioni di non conformità normativa dei

PROGETTAZIONE ATI:

livelli di impatto ambientale rilevati, si provvederà a darne pronta comunicazione alla Direzione Lavori e alla Committenza in modo da poter provvedere all'eventuale integrazione delle opere di mitigazione;

- identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio e l'eventuale adozione di azioni correttive e mitigative.

Monitoraggio PO:

- confrontare gli indicatori definiti nello stato AO con quelli rilevati al termine dei lavori.

Il PMA svilupperà in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di realizzazione e messa in esercizio dell'opera.

3.5. ATTIVITÀ DI SUPPORTO

A supporto dell'operatività, l'esecutore del Piano dovrà prevedere di:

- attivare un'organizzazione che ponga in stretta relazione le strutture incaricate del monitoraggio con quelle di cantiere, in modo tale da configurare una "gestione ambientale" degli stessi;
- attivare una comunicazione rapida ed efficace fra i principali attori dell'iniziativa (strutture incaricate dei lavori, organi di controllo) ad evidente beneficio di una corretta comunicazione con il pubblico;
- dotarsi degli strumenti tecnologici più evoluti in grado di garantire trasparenza e velocità di informazione (connettività, software, tecnologie web, ecc.).

3.6. INDIVIDUAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Un aspetto importante nella predisposizione di un Piano di Monitoraggio Ambientale consiste nell'identificazione delle componenti ambientali e dei relativi indicatori ambientali ritenuti idonei per descrivere compiutamente ed efficacemente le ricadute sul territorio della fase di cantiere.

Tale analisi deve fare riferimento a due aspetti principali:

- le tipologie delle opere e delle attività di costruzione delle stesse;
- la situazione territoriale ed ambientale presente nell'area di intervento;
- le criticità emerse dall'indagine e le mitigazioni previste dal progetto.

In questo quadro è stata operata una scelta che ha portato a concentrare l'attenzione delle attività di monitoraggio su quelle componenti e su quegli indicatori ambientali che, tra tutti quelli possibili, effettivamente possono fornire utili indicazioni per la verifica delle previsioni formulate con lo Studio di Impatto Ambientale e nella corretta gestione del cantiere.

I principali ricettori sensibili nell'area interessata dall'intervento in progetto sono:

- edifici residenziali presenti nell'intorno delle aree di lavorazione;
- l'ambito fluviale, inteso come qualità chimico-fisica e biologica delle acque e qualità dell'ecosistema nel suo complesso, rappresentato dalla vegetazione ripariale e dalla fauna che gravita intorno al corridoio ecologico;
- le aree naturali in quanto serbatoio di biodiversità;
- la capacità d'uso dei suoli agricolo;
- le falde acquifere;
- le caratteristiche strutturali del paesaggio.

Le fasi in cui ciascuna componente verrà monitorata dipendono dalla durata degli impatti previsti e dalle caratteristiche proprie di ogni matrice.

PROGETTAZIONE ATI:

Tenendo presente tali scelte, sono state definite le metodiche, e l'individuazione dei punti/recettori da monitorare.

La scelta dei ricettori è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto nei confronti della tutela della salute della popolazione, dell'ambiente e del paesaggio.

Per quanto riguarda le attività di misura, campionamento, analisi ed elaborazione dati, al fine di garantire la confrontabilità dei dati, saranno utilizzate le stesse metodiche su tutti i ricettori monitorati.

Si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Suolo;
- Rumore;
- Vibrazioni
- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Vegetazione;
- Fauna.

A seguire si riporta una descrizione dettagliata delle indagini che saranno effettuate, suddivise per componente ambientale, con particolare riferimento alla tipologia di campionamento e misura, alla strumentazione, alle metodiche di analisi, alle frequenze di rilevamento, ecc

4. ATMOSFERA

4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia di qualità dell'aria, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

4.1.1. LEGISLAZIONE COMUNITARIA

- Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2001/81/Ce: Limiti nazionali di emissione in atmosfera di biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca - Testo consolidato;
La direttiva vuole limitare l'emissione di sostanze acidificanti ed eutrofizzanti e precursori dell'ozono onde tutelare la salute umana ed ambientale dai rischi derivanti dall'acidificazione eutrofizzazione e concentrazione di ozono al suolo. Questa stabilisce dei valori critici, e definisce dei limiti di riferimento per il 2010 ed il 2020;
- Dir 2002/03/CE - Concernente i valori limite per l'ozono (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Direttiva 2004/107/CE: Concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente. Obiettivi della presente direttiva sono:
 - fissare un valore obiettivo per la concentrazione di arsenico, cadmio, nickel e benzo(a)pirene nell'aria ambiente per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di arsenico, cadmio, nickel e degli idrocarburi policiclici aromatici sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso;
 - garantire il mantenimento della buona qualità dell'aria ambiente e il suo miglioramento, negli altri casi, con riferimento all'arsenico, al cadmio, al nickel e agli idrocarburi policiclici aromatici;
 - definire metodi e criteri comuni per la valutazione delle concentrazioni di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, nonché della deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2008/50/CE: La direttiva stabilisce obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Questa stabilisce alcune linee guida per uniformare le determinazioni ambientali comunitarie e gli obiettivi di mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria;
- Direttiva 2015/1480/CE: modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente;

4.1.2. LEGISLAZIONE NAZIONALE

- Decreto legislativo 3.04.2006, n. 152: Testo unico ambientale: Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera. La legge nella sua parte quinta e suoi relativi allegati definisce prescrizioni e limiti delle emissioni, in relazione ad inquinanti specifici ed effluenti di alcune tipologie di impianto. Negli allegati vengono definiti i limiti per le classi di sostanze inquinanti in relazione al rischio mutageno cancerogeno e tossico di sostanze organiche inorganiche polveri gas e liquidi;
- D.L.gs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;

PROGETTAZIONE ATI:

- DM Ambiente 29 novembre 2012 - Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155;
- D.L.gs. 24/12/2012 n.250, Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. (13G00027) (GU n.23 del 28-1-2013).
- DM 5 maggio 2015 - Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155;
- D.M. 26/01/2017 - Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. (17A00999) (GU Serie Generale n.33 del 09-02-2017);
- Decreto 30 marzo 2017 - Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura;
- Decreto 26 novembre 2018 - Siti e criteri per l'esecuzione del monitoraggio degli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

4.1.3. LEGISLAZIONE REGIONALE

La normativa della Regione Toscana si articola in:

- Normativa Regionale Delibera di Giunta n.1182 del 09/12/2015 - Nuova identificazione delle aree di superamento, dei Comuni soggetti all'elaborazione ed approvazione dei PAC e delle situazioni a rischio di superamento, ai sensi della L.R. 9/2010. Revoca DGR 1025/2010, DGR 22/2011.
- Normativa Regionale Legge Regionale n. 9 del 11/02/2010 Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente.
- Normativa Regionale Deliberazione n. 22 del 17/01/2011 - L.R. 9/2010 art.2, comma 2, lettera g - Definizione delle situazioni a rischio di inquinamento atmosferico: criteri per l'attivazione dei provvedimenti e modalità di gestione.
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 528 del 01/07/2013 - Requisiti tecnici delle postazioni in altezza per il prelievo e la misura delle emissioni in atmosfera.
- Normativa Regionale Deliberazione Giunta Regionale n. 964 del 12/10/2015 – Nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale, nuova struttura della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria e adozione del programma di valutazione ai sensi della L.R.9/2010 e del D. Lgs. 155/2010.

La Regione Umbria ha promulgato le seguenti norme:

- Legge Regionale 7 aprile 2000, n. 43 “Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria”;
- Legge Regionale 26 aprile 2000, n. 44 “Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali”.

4.1.4. LINEE GUIDA E NORME TECNICHE

- Linee Guida ISPRA per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs.152/2006 e s.m.i., D. Lgs.163/2006 e s.m.i) - Indirizzi metodologici generali (Rev.1, 16/06/2014).

Oltre alle suddette linee guida, sono state analizzate ed applicate anche le linee guida “tematiche”

PROGETTAZIONE ATI:

disponibili in merito alla componente atmosfera:

- Linee Guida ISPRA per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs.152/2006 e s.m.i., D. Lgs.163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Capitolo 6.1) (Rev.1, 16/06/2014).

Tutti i sistemi di misura e controllo saranno conformi alle seguenti norme tecniche:

- IEC 17025 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura
- UNI EN 14211:2012 - Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza.
- UNI EN 12341:2014 - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2.5.
- UNI EN 16450:2017 - Sistemi di misura automatici per la misurazione della concentrazione del particolato (PM10; PM2.5)
- WMO - Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation.
- ISPRA "Linee guida per le attività di assicurazione/controllo qualità (QA/QC) per le reti di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente, ai sensi del D.Lgs. 155/2010 come modificato dal D.Lgs. 250/2012 (Manuale 108/2014)".

4.1.5. LIMITI DI RIFERIMENTO

I valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti sono stabiliti dal D.Lgs. 155/2010. Nella Tabella 2 1 seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, agli allegati XI e XIII.

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	N° superamenti consentiti
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-
Biossido di Azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	18
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-
Ossidi di Azoto NO _x	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-
Particolato fine PM2.5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³	-

PROGETTAZIONE ATI:

Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-
Monossido di Carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-

Tabella 4-1 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono (Fonte: Allegati XI e XIII D. Lgs. 155/2010)

4.2. STATO QUALITATIVO ATTUALE

4.2.1. PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La Giunta Regionale della Toscana ha dato avvio il 13 marzo 2023 all'iter per la formazione del nuovo Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA).

Il Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA) è l'atto di governo del territorio attraverso cui la Regione Toscana persegue in attuazione del Programma regionale di sviluppo 2021-2025 e in coerenza con il Piano ambientale ed energetico regionale (PAER) il progressivo e costante miglioramento della qualità dell'aria ambiente. Gli obiettivi del PRQA sono in sintesi:

Obiettivo generale 1)

Portare a zero portare a zero la percentuale di popolazione esposta a superamenti oltre i valori limite di biossido di azoto NO₂ e materiale particolato fine PM10.

Le sostanze inquinanti sulle quali agire in via prioritaria sono il particolato fine primario PM10 e PM2,5 e i suoi precursori e gli ossidi di azoto.

Obiettivo generale 2)

Ridurre la percentuale di popolazione esposta a livelli di inquinamento superiori al valore obiettivo per l'ozono.

Obiettivo generale 3)

mantenere una buona qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati in cui i livelli degli inquinamenti siano stabilmente al di sotto dei valori limite.

Obiettivo generale 4)

aggiornare e migliorare il quadro conoscitivo e diffusione delle informazioni.

Le linee di intervento previste sono:

- 1- Coordinamento, monitoraggio e supporto all'attuazione dei Piani di Azione Comunale PAC.
- 2- Azioni di mitigazione emissioni derivanti dalle grandi infrastrutture e dal settore industriale. Per quanto riguarda le grandi infrastrutture, si dovrà continuare a porre particolare attenzione a favorire, tra le altre azioni: il contenimento dei limiti di velocità in prossimità dei centri urbani critici per la qualità dell'aria;
- 3- Azioni rivolte al mantenimento della buona qualità dell'aria.
- 4- Miglioramento quadro conoscitivo.
- 5- Educazione ambientale.

Il Consiglio Regionale della Regione Umbria ha approvato in data 9 febbraio 2005 con Delibera n.466 il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell’Aria (PRMQA). L’ultimo aggiornamento del piano è stato approvato nel dicembre 2013 tramite deliberazione dell’Assemblea Legislativa del 17 dicembre 2013, n.296 e pubblicato nel B.U.R. della Regione Umbria del 5 febbraio 2014. Il Piano prefigge come priorità riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) nell’area urbana di Perugia e Terni, di polveri fini (PM10) nell’area urbana di Perugia, Terni e Foligno, dei livelli di benzo[a]pirene a Terni, attuando diverse tipologie di azione. Le misure tecniche di base, definite "pacchetto minimo", rappresentano la condizione base per il raggiungimento dell’obiettivo del non superamento dei limiti di concentrazione di polveri fini e biossido di azoto stabiliti dalla normativa e si possono così riepilogare:

- **Traffico.** Il Piano si pone l’obiettivo di ridurre ogni cinque anni del 6% dei veicoli che circolano in città nelle aree urbane di Perugia, Corciano, Terni e Foligno. Una ulteriore misura, che riguarda i comuni di Perugia, Assisi, Bastia Umbra, Foligno, Bettona, Spello, Cannara, Bevagna, Spoleto e Trevi, prevede la riduzione del 15% del traffico nella valle umbra tramite il potenziamento del trasporto di passeggeri su ferrovia nella linea Perugia, Foligno, Spoleto aumentando, fino al 2020, del 20% la quota di spostamento passeggeri.
- **Traffico pesante.** Nelle aree urbane di Perugia, Corciano, Foligno e Terni è prevista la chiusura al traffico pesante (maggiore a 35 quintali) con una riduzione del 70% al 2015 e del 100% al 2020 e le emissioni spostate sull’extraurbano diminuite per via del cambio di velocità media.
- **Pulizia strade.** Nei Comuni in cui si è registrato il maggior numero di superamenti di concentrazione in atmosfera di polveri fini (Perugia, Foligno e Terni) che sulla base di studi specifici risultano dovute al risollevarimento delle polveri da traffico, sono previste misure riguardanti la pulizia delle strade.
- **Riscaldamento.** Il Piano prevede misure che sostengono la progressiva sostituzione di caminetti e stufe tradizionali con sistemi ad alta efficienza.

4.2.2. ZONIZZAZIONE AI SENSI DEL D.Lgs. 155/2010

Il decreto Legislativo n. 155/2010 prevede che le regioni classifichino il territorio sulla base dei criteri indicati nell’Appendice I al decreto stesso.

Con Delibera 1025/2010, la Giunta Regionale Toscana ha suddiviso il territorio regionale in zone omogenee, associando la nuova rete di rilevamento della qualità dell’aria. Analogamente con Delibera di Giunta Regionale Umbra n. 488 del 16 maggio 2011 la regione ha suddiviso il territorio in aree omogenee.

Le aree di intervento appartenenti alle due regioni ricadono entrambe nella “Zona collinare montana” caratterizzata da bassa densità abitativa e da bassa pressione emissiva, generalmente con concentrazioni degli inquinanti inferiori a quelle delle altre zone urbanizzate, e comunque concentrata in centri abitati di piccola e media grandezza ed in alcune limitate aree industriali.

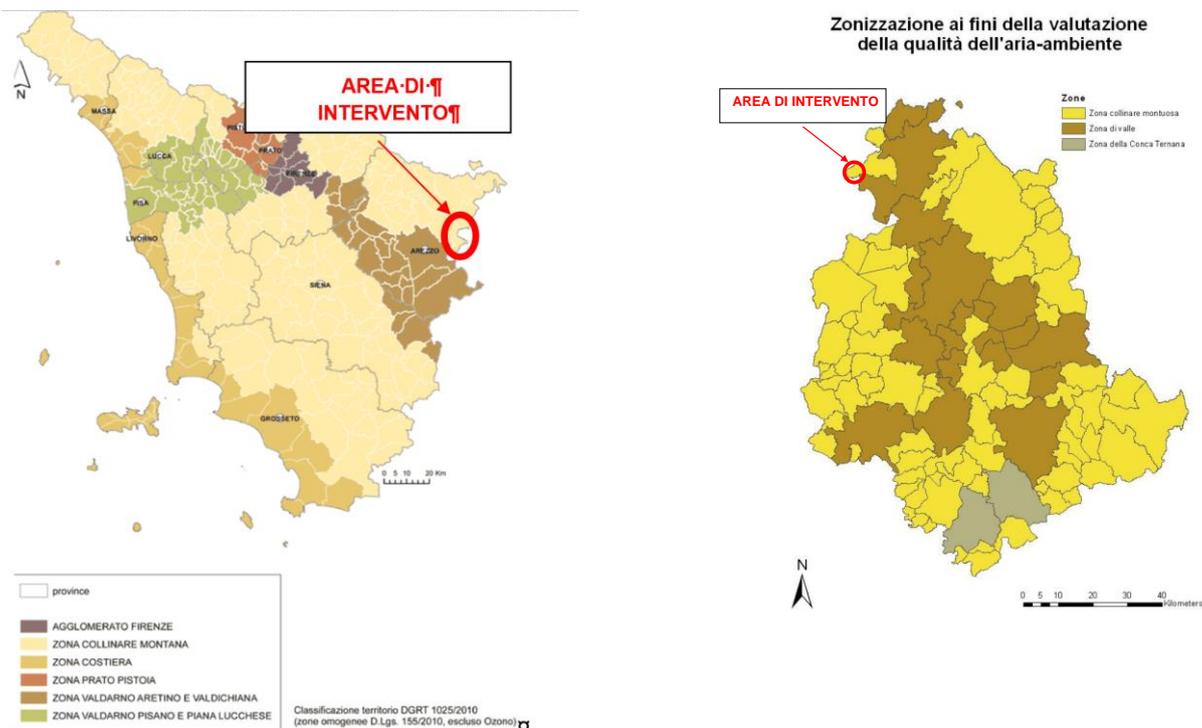


Figura 4–1 Zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria

4.2.3. QUALITÀ DELL'ARIA ATTUALE

Le stazioni più rappresentative per analizzare quantitativamente lo stato della qualità dell'aria appartenenti alle rispettive Reti regionali di rilevamento della qualità dell'aria sono:

- la stazione "AR-Acropoli" nella città di Arezzo; tipo di stazione: Fondo Urbano, inquinanti monitorati PM₁₀, PM_{2,5} NO₂ e Benzene
- la stazione "AR-Casa Stabbi" nel comune di Chitignano; tipo di stazione: Fondo Rurale regionale, attiva per PM₁₀ ed NO₂
- la stazione "Città di Castello" ubicata nella medesima città; tipo di stazione: Fondo Urbano in cui vengono rilevati PM₁₀, PM_{2,5} NO₂ e Benzo(a)pirene.

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati dei monitoraggi ambientali per gli inquinanti sopracitati

PROGETTAZIONE ATI:

4.2.3.1. PM₁₀

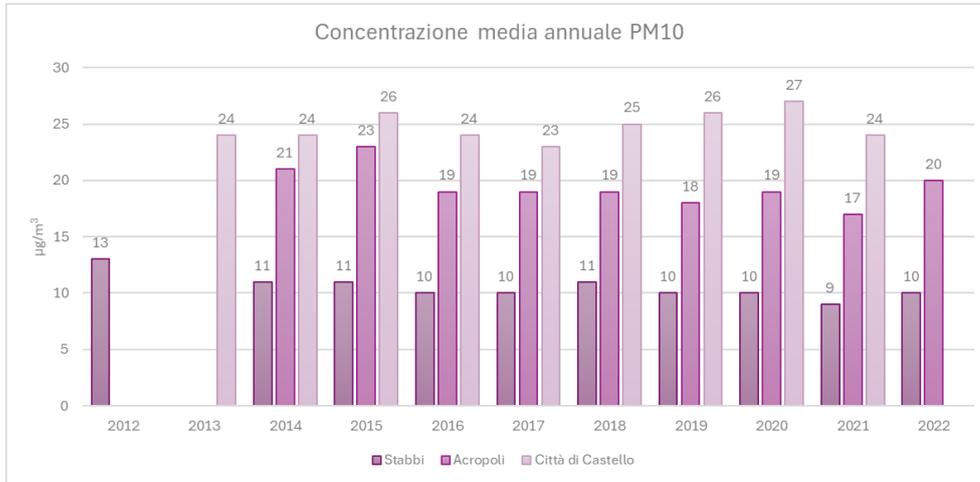


Figura 4–2 Concentrazioni medie annuali PM10 rilevate presso le centraline ARPA - (Elaborazioni dati Arpa Toscana e Arpa Umbria)

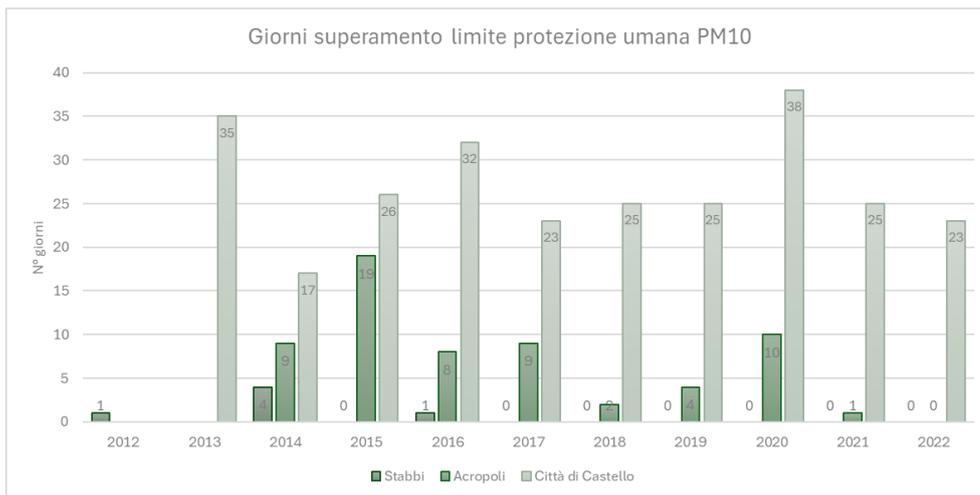


Figura 4–3 N° superamenti giornalieri soglia 50 µg/m³ - (Elaborazioni dati Arpa Toscana e Arpa Umbria)

Le medie annuali di PM₁₀ registrate nell’ultimo decennio dalle stazioni di Rete della Regione Toscana e della Regione Umbria, sono state inferiori al limite del D.lgs 155/2010. Da quanto emerge dai grafici, negli ultimi anni la centralina di fondo rurale della Provincia di Arezzo è un fattore costante, stabile intorno ai 10µg/m³. Per quanto riguarda il numero dei superamenti registrati dalle stazioni di Rete Regionali nei due siti Acropoli e Città di Castello si osservano differenze significative. Nella stazione di Acropoli il numero di superamenti è diminuito nettamente, attestandosi negli ultimi due anni a zero. La stazione di Città di Castello, seppur negli ultimi anni si osservi una rilevante riduzione dei giorni di superamento, registra ancora superamenti giornalieri ma rispetta comunque il limite annuale dei 35 superamenti.

PROGETTAZIONE ATI:

4.2.3.2. PM_{2,5}

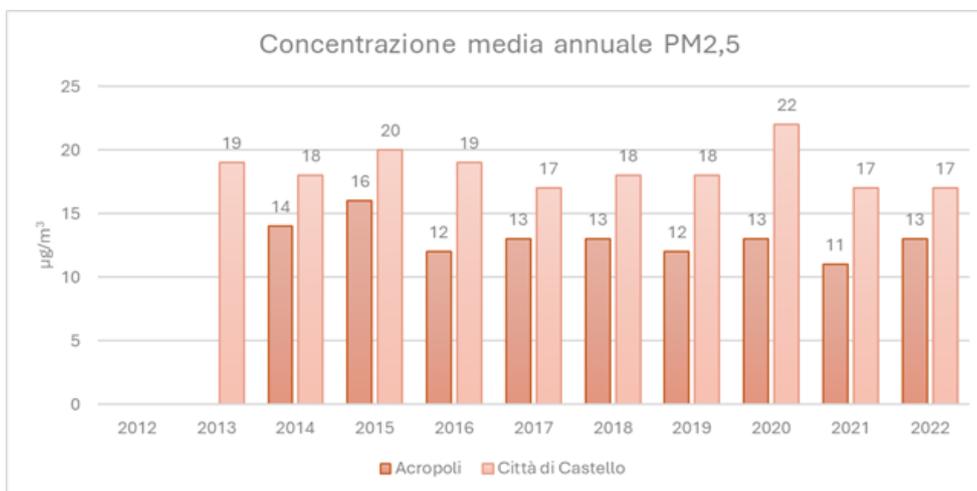


Figura 4–4 Concentrazioni medie annuali PM_{2,5} rilevate presso le centraline ARPA - (Elaborazioni dati Arpa Toscana e Arpa Umbria)

Le medie annuali di PM_{2,5} registrate nell'ultimo decennio dalle stazioni di Rete della Regione Toscana e della Regione Umbria, sono state inferiori al limite del D.lgs 155/2010. Per entrambe si osserva una leggera tendenza di diminuzione.

4.2.3.3. NO₂

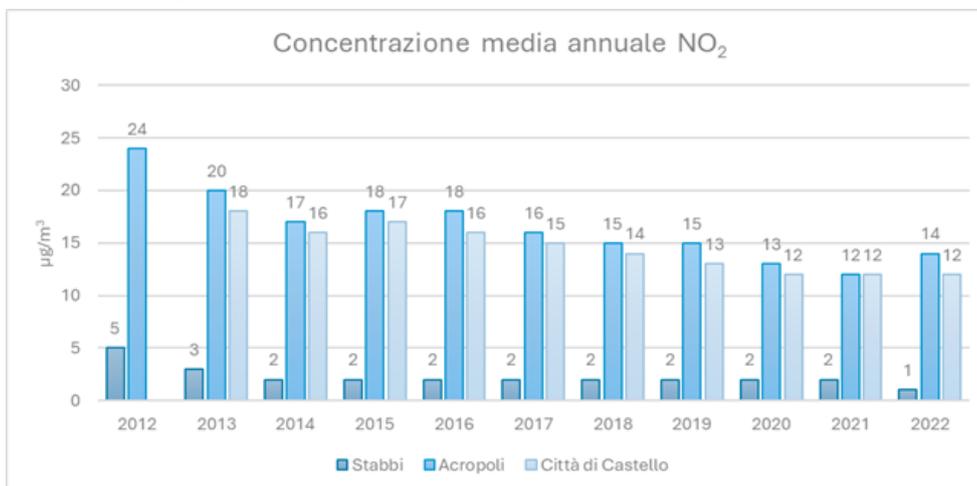


Figura 4–5 Concentrazioni medie annuali NO₂ rilevate presso le centraline ARPA - (Elaborazioni dati Arpa Toscana e Arpa Umbria)

Il grafico mostra come il limite annuale di 40 µg/m³, indicato dall'allegato XI D.Lgs.155/2010 e s.m.i, è stato rispettato in tutto il territorio in cui ricade l'infrastruttura di progetto.

Per questo inquinante, come atteso, i valori medi registrati presso i siti di fondo urbano sono stati nettamente maggiori del valore del fondo rurale, con media complessiva per le stazioni di fondo urbano di quasi sei volte della media calcolata sulla stazione di fondo rurale.

Si osserva un trend decrescente per tutte le stazioni prese a riferimento.

PROGETTAZIONE ATI:

4.3. AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE

Le principali azioni di progetto che interferiscono sulla qualità dell'aria sono:

- fase di cantiere: le attività relative agli scavi, al movimento terra, alle perforazioni, al carico ed alla movimentazione degli inerti, alle emissioni delle macchine operatrici. Tutte le sorgenti sono state caratterizzate nell'ambito dello studio specialistico e del capitolo 5 dello Studio di impatto ambientale.
- fase di esercizio: traffico attratto dalla nuova infrastruttura. La sorgente è stata caratterizzata nell'ambito dello studio specialistico e del cap. 6 dello studio di impatto ambientale.

4.4. SINTESI DELLA STIMA DEGLI IMPATTI

4.4.1. RECETTORI CONSIDERATI

Per lo studio di impatto delle fasi di cantiere e esercizio sono stati considerati i ricettori residenziali presenti nell'area della nuova infrastruttura, come criterio generali sono stati considerati quelli prossimi all'asse stradale ed alle aree di cantiere codificati e censiti nell'elaborato "T00IA08AMBRE03A – Ricettori".

4.4.2. SINTESI DEGLI IMPATTI

Per la stima degli impatti delle fasi di cantiere e di esercizio si è proceduto ad effettuare le modellizzazioni, per ognuno degli inquinanti studiati.

4.4.2.1. Conclusioni in merito alla fase di esercizio

Lo studio condotto in merito all'analisi delle concentrazioni degli inquinanti nell'atmosfera, generati dall'esercizio del progetto in esame ed in particolare dal traffico veicolare previsto circolante sulla nuova infrastruttura non ha rilevato criticità ambientali dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico.

Dall'analisi delle concentrazioni effettuata in prossimità dei ricettori presi come riferimento per l'analisi, si osserva come tutti i valori si mantengono al di sotto dei limiti normativi di riferimento per la protezione della salute umana.

Pertanto, è possibile concludere che il progetto in esame, nella sua fase di esercizio, non comporta criticità in termini di inquinamento atmosferico sui ricettori prossimi alla nuova infrastruttura, in quanto i valori di concentrazione registrati in prossimità di questi rispettano sempre i valori soglia limite definiti in normativa.

4.4.2.2. Conclusioni in merito alla fase di cantiere

Dalle analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dalle attività di cantiere (PM10, PM2,5, e NO₂) non sono emerse criticità in quanto i valori stimati risultano bassi e sempre coerenti con il limite imposto dalle normative per tutti gli inquinanti considerati.

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori.

Inoltre, con la finalità di minimizzare la diffusione degli inquinanti, si sottolinea l'impiego di Best Practice da adottare in fase di cantiere (cfr. paragrafo 9 Studio atmosferico).

4.5. IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le sorgenti d'inquinamento atmosferico dovute alla cantierizzazione ed all'esercizio dell'opera sono riconducibili, in via prioritaria, alle seguenti tipologie:

PROGETTAZIONE ATI:

- cantieri fissi (ospitanti impianti o lavorazioni che comportino emissioni significative);
- fronte di avanzamento lavori;
- piste e viabilità di cantiere;
- esercizio dell'infrastruttura.

È stato inoltre considerato che per la fase ante operam lo studio di impatto atmosferico presenta un quadro completo e dettagliato per ciò che riguarda la valutazione della qualità dell'aria.

In fase di costruzione particolare attenzione sarà rivolta al monitoraggio delle zone critiche, individuate in base al "piano di cantierizzazione" e al fronte di avanzamento lavori, al fine di individuare con tempestività eventuali situazioni anomale.

La fase post operam sarà invece finalizzata a confermare, come da risultanze dello Studio di Impatto Ambientale, che l'impatto dell'opera non determini carichi inquinanti tali da determinare sostanziali violazioni dei limiti previsti dalla normativa cogente. Anche per la fase PO verrà considerato come riferimento lo studio di impatto atmosferico.

I punti di monitoraggio sono stati posizionati in corrispondenza dei ricettori civili ubicati in prossimità delle aree operative (cantieri fissi e fronte di avanzamento lavori), lungo le strade interessate dai transiti dei mezzi di cantiere, nonché presso i ricettori in adiacenza all'opera in costruzione, cioè dei ricettori che saranno interessati dall'esercizio.

La selezione dei ricettori da monitorare è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- distanza del ricettore dalle fonti di inquinamento (di realizzazione e di esercizio dell'opera);
- persistenza temporale delle fonti di inquinamento durante la fase di corso d'opera;
- presenza di ricettori sensibili (ospedali, scuole, ecc.).

Nel complesso sono stati individuati n° 5 punti di monitoraggio presso i quali si analizzeranno gli inquinanti presi in considerazione nella fase di indagine. Essi sono state posizionate soprattutto in corrispondenza di ricettori prossimi al Cantiere Base e a quelli Operativi. Tutti i punti sono idonei anche per la fase post opera.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

Nella tabella che segue si riportano le coordinate dei cantieri in prossimità della quali saranno eseguiti i monitoraggi.

Stazione	pk	Posizione	E	N
ATM_01	0+725	Presso ricettore 1E024_2 in corrispondenza dell'imbocco est della galleria "Le Ville" rappresentativo dell'inquinamento indotto in fase di esercizio	262091.00	4818238.00
ATM_02	0+825	Presso ricettore 1E029_3 in corrispondenza del cantiere Base CB01	262257.00	4818271.00
ATM_03	3+530	Presso ricettore 2E024_2 in corrispondenza del rilevato fra le due gallerie naturali. Rappresentativo dell'inquinamento indotto	264450.00	4819754.00

PROGETTAZIONE ATI:

		dalle lavorazioni per la realizzazione del rilevato e dell'inquinamento indotto dall'esercizio dell'opera		
ATM_04	11+850	Presso ricettore 3E050_2 in corrispondenza del cantiere Base CB02	271982.00	4821753.00
ATM_05	12+325	Presso ricettore 3E063_2 rappresentativo dell'inquinamento indotto in fase di esercizio	272473.00	4821845.00

Tabella 4-2 Posizione punti di monitoraggio

L'esatta ubicazione delle stazioni sarà definita e comunicata prima dell'inizio dell'attività. In linea generale, nella Tavola riportante i punti di monitoraggio delle diverse matrici essi sono stati ubicati in prossimità del nucleo residenziale o produttivo più vicino.

4.6. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio ambientale della componente "atmosfera" ha l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nelle aree interessate dalla realizzazione dell'opera, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle sostanze inquinanti aerodisperse derivanti dalle attività di cantiere.

In base alla sintesi della stima degli impatti riportata nel cap. 4.4, gli impatti sulla componente atmosfera sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- 1) diffusione e sollevamento di polveri legate alla attività di scavo, perforazione, demolizione;
- 2) diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici;
- 3) diffusione di inquinanti aeriformi e particolati emessi dai mezzi pesanti in ingresso/uscita a/dai cantieri (soprattutto per la movimentazione del materiale proveniente dagli scavi).

Le tipologie di impatto di cui ai punti 1) e 2) vengono solitamente definite col termine "impatti diretti", in quanto direttamente originate dalle lavorazioni previste dalla cantierizzazione; le tipologie di impatto di cui al punto 3) vengono, invece, definiti col termine "impatti indiretti" in quanto conseguenza indiretta della presenza stessa dei cantieri.

Gli impatti diretti risultano strettamente connessi alle lavorazioni, hanno entità variabile nel corso della "vita" dei cantieri (strettamente correlata al cronoprogramma dei lavori) e sono caratterizzati da un areale di impatto piuttosto prossimo al perimetro dei cantieri (interessando per lo più e in maniera predominante la cosiddetta "prima schiera" dei recettori prospicienti l'area di lavorazione).

Gli impatti indiretti risultano determinati non tanto dalle lavorazioni che si attuano all'interno dei cantieri, quanto dalla loro stessa presenza: essi sono, infatti, correlati al traffico indotto dai cantieri (nel caso specifico per l'allontanamento dei materiali).

4.6.1. MISURE TIPO ATM_POL – RILIEVO DEL PARTICOLATO FINE (PM2,5 E PM10)

Il monitoraggio ha come finalità la determinazione del particolato fine, prodotto dalle attività nelle aree di cantiere e dal sollevamento polveri connesso ad esse.

Le misurazioni saranno effettuate mediante delle postazioni di misura mobili nelle fasi AO e CO presso i ricettori individuati. I monitoraggi saranno in continuo per tutta la durata delle fasi di cantiere a cui si riferiscono, e avranno durata di due settimane.

Le misurazioni delle polveri avverranno mediante campionatore sequenziale, come previsto dalla normativa tecnica di settore, ed i valori di concentrazione rilevati saranno confrontati con il limite

PROGETTAZIONE ATI:

stabilito dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., tenendo presente, nell'interpretazione degli stessi, le diverse finalità del monitoraggio.

Infatti, nel caso in esame le misurazioni hanno lo scopo di controllare e monitorare le emissioni di una sorgente temporanea (cantiere) che, comunque, può generare dei picchi di concentrazione rispetto ai valori medi registrati abitualmente (sulle 24 ore o annualmente) nel territorio in esame.

4.6.2. INDAGINI ATM-TR

Queste indagini prevedono il rilevamento dei livelli di concentrazione di sostanze inquinanti in corrispondenza di un ricettore esposto ad una sorgente di traffico veicolare, in un intervallo compreso tra 1 e 3 metri d'altezza dal piano di campagna. Gli inquinanti da analizzare dovranno essere i seguenti:

- Ossidi di Azoto (NO)_x
- Polveri Sottili (PM₁₀ e PM_{2,5});

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria saranno rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati in tabella:

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	hPa
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m ²
Precipitazioni	mm

Tabella 4-3 Parametri meteorologici di monitoraggio

4.7. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

4.7.1. POLVERI

PM₁₀

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM₁₀ o PM_{2,5}".

Principio di misura: gravimetria.

Modalità di funzionamento: il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM₁₀ si basa sulla raccolta della "frazione PM₁₀" su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura (20° C ± 1) e di umidità (50 ± 5%). Oltre al metodo di riferimento, ci sono i metodi equivalenti per la misura del PM₁₀ (ad esempio strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione β da parte della polvere campionata). La determinazione del particolato fine in atmosfera (PM₁₀) viene eseguito mediante diversi tipi di strumenti, di seguito descritti:

Campionatori di PM₁₀

PROGETTAZIONE ATI:

Questi strumenti sono costituiti da una pompa che aspira l'aria ambiente attraverso una testa di prelievo, la cui geometria è stata normata a livello internazionale ed è in grado di selezionare le polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm. con una efficienza del 50%.

La componente del particolato selezionata dalla testa viene quindi fatta passare attraverso una membrana filtrante di opportuna porosità e costituita da diversi materiali (quarzo, fibra di vetro, teflon, esteri di cellulosa, ecc.) dipendentemente dal tipo di analisi richiesta sul filtro.

La membrana viene poi pesata in laboratorio e per differenza con la tara (filtro bianco) si ha la massa del particolato.

Il campionatore contiene anche un contatore volumetrico in grado di registrare il volume di aria aspirata, corretto in modo continuo mediante vari sensori di temperatura e pressione interni ed esterni, per ricondurlo alle condizioni ambientali.

Dalla conoscenza quindi del volume di aria campionata e della massa del particolato si calcola la concentrazione di PM10 in µg/m³.

PM 2,5

Norma tecnica di riferimento: Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione è descritto nella norma UNI EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

Principio di misura: gravimetria.

Modalità di funzionamento: il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM_{2,5} si basa sulla raccolta della "frazione PM_{2,5}" su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura (20° C ± 1) e di umidità (50 ± 5%). Oltre al metodo di riferimento, ci sono i metodi equivalenti per la misura del PM_{2,5} (ad esempio strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione β da parte della polvere campionata). La determinazione del particolato fine in atmosfera (PM2.5) viene eseguito mediante campionatori gravimetrici.

4.7.2. INQUINANTI DA TRAFFICO VEICOLARE

La tecnica di misura degli ossidi di azoto (NOx) si basa sulla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica di intensità linearmente proporzionale alla concentrazione di NO. L'analizzatore a chemiluminescenza utilizza una singola camera di reazione ed un singolo fotomoltiplicatore che consentono l'esecuzione di una misura ciclica dell'NO e dell'NOx.

I campionamenti degli inquinanti da traffico veicolari sopra indicati, dovranno essere eseguiti secondo quanto indicato nel D.lgs. 155/2010. In particolare:

- Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".
- Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del benzene è descritto nella norma UNI EN 14662:2005, parti 1, 2 e 3, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene".
- Il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è descritto nella norma UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

4.7.3. PARAMETRI METEOROLOGICI

Ciascuna postazione di indagine sarà dotata di stazione meteorologica, in modo tale da consentire un'immediata correlazione fra le concentrazioni di inquinanti rilevate e le condizioni al contorno. Va inoltre curata con molta attenzione la taratura degli strumenti; sotto si riporta una tabella con indicati i tempi di controllo della taratura degli strumenti (OMM, 1983).

STRUMENTO	TEMPO
Termometri	6 mesi
Igrometri	1 mese
Barometri	1 mese
Pluviometri	6 mesi
Anemometri	1 anno

Tabella 4-4 Tempi di controllo della taratura degli strumenti.

Dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

Pluviometro: eventuali ostacoli (alberi, edifici o altro) non dovrebbero circondare la bocca del pluviometro ad una distanza almeno di 2-4 volte la loro altezza sopra la bocca del pluviometro stesso. La vicinanza di alberi, oltre a costituire ostacolo può causare, con la caduta accidentale di foglie e rametti, l'ostruzione parziale della bocca tarata dando errori nella registrazione della pioggia. A ciò si può ovviare eventualmente ponendo al di sopra della bocca tarata del pluviometro una rete metallica a maglia fine che dovrà essere ben ancorata allo strumento;

Aree in pendenza o su falde di tetti dovrebbero essere evitate. Gli effetti dell'inclinazione di un versante sul rilievo pluviometrico sono rilevanti;
È consigliata un'altezza da terra di almeno 30 cm.

Anemometro: a causa degli effetti dell'attrito, la velocità del vento può variare considerevolmente fra i primi 10 metri sopra il terreno e le quote superiori. L'altezza standard per l'esposizione degli anemometri sulla terraferma con terreno libero è di circa 10 metri dal suolo (OMM, 1983). Per terreno libero si intende un'area dove la distanza tra l'anemometro e qualsiasi ostacolo sia come minimo 8 - 10 volte l'altezza dell'ostacolo stesso.

Direzione del vento: per quanto riguarda la determinazione della direzione del vento si raccomanda di trovare con esattezza, mediante bussola, i punti cardinali del luogo dove si trova l'anemoscopio o la banderuola.

Pressione atmosferica: WMO consiglia l'uso di barometri a mercurio ad alta precisione.

Igrometro: WMO consiglia l'uso degli psicrometri a ventilazione forzata (OMM, 1983); è consigliata un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m.

Termometro: WMO consiglia l'uso di termometri esposti all'aria libera (a resistenza o termocoppia) dotati di elementi sensibili con reazione all'irraggiamento molto ridotta (OMM, 1983); è consigliata un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m da terra.

I dati saranno restituiti nelle seguenti unità di misura e con cadenza temporale pari a 5 minuti. La tabella riporta anche le indicazioni fornite dal WMO relativamente al range di operatività degli strumenti, alla risoluzione e all'accuratezza.

PARAMETRO	UNITA' di MISURA	RANGE	RISOLUZIONE	ACCURATEZZA
Direzione del vento	Gradi sessagesimali	0 - 360	10	±5%

PROGETTAZIONE ATI:

Intensità del vento	m/s	0 - 50	0.5	±0.5 m/s per v<5 m/s ±10 m/s per v>5 m/s
Temperatura	°C	-60 - +60	0.1 k	±0.1 k
Pressione atmosferica	hPa	920 – 1080	0.1	±0.1 hPa
Umidità relativa	%	5 – 100	1	±3%
Precipitazioni	Mm	0 - >400	0.1	±0.1 mm per <5mm ±2 mm per v>5mm

Tabella 4-5 Esempio di Range di operatività degli strumenti

4.8. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Durata e periodicità delle misure sono state stabili in modo differente a seconda sia della fase di monitoraggio le misura da effettuare nelle 5 stazioni individuate.

In particolare:

In fase di AO: saranno effettuate:

- due campagne di monitoraggio degli inquinanti con cadenza trimestrale della durata di 14 giorni di tipo ATM-TR

In fase di CO: saranno effettuate campagne di monitoraggio di tipo ATM_POL:

- Quattro campagne di monitoraggio l'anno della durata di 14 giorni ciascuna, a cadenza trimestrale;

In fase di PO: saranno effettuate campagne di monitoraggio con cadenza trimestrale di tipo ATM-TR per la durata di un anno.

Nella tabella che segue si riporta il periodo di monitoraggio

Stazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Durata fase	Frequenza numero	Durata	n. campagne
ATM01+ATM02+ATM03+ ATM04+ATM05	AO	Prima dell'inizio dei lavori	6 mesi	trimestrale	14 giorni	2
ATM02+ATM03+ATM04	CO	Durante l'attività del cantiere	78 mesi	trimestrale	14 giorni	4/anno
ATM01+ ATM03+ ATM05	PO	Dopo la fine dei lavori	12 mesi	trimestrale	14 giorni	4

4.9. TABELLA DI SINTESI

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi.

Stazione	AO	CO*	PO	TOT.
ATM_01	2	-	4	6
ATM_02	2	26	-	28
ATM_03	2	26	4	32
ATM_04	2	26	-	28

Stazione	AO	CO*	PO	TOT.
ATM_05	2	-	4	6
			TOT	100

PROGETTAZIONE ATI:

5. SUOLO

Il suolo è un'entità vivente molto complessa, in grado di respirare, di assimilare elementi utili quali il carbonio e l'azoto, di degradare e mineralizzare i composti organici, di accumulare sostanze di riserva sotto forma di humus. Queste funzioni sono dovute all'innumerabile quantità di organismi micro e macroscopici che popolano il terreno e che intervengono attivamente con il loro metabolismo sulla composizione dello stesso, trasformandolo e rigenerandolo.

Le principali funzioni del suolo, nei suoi diversi orizzonti, sono:

- produttiva, intesa come capacità dei suoli di implementare la trasformazione di energia radiante in energia biochimica; la sua conoscenza consente di individuare le aree più fertili, dove alte rese produttive possono ottenersi con un basso impatto ambientale (agricoltura ecosostenibile).
- protettiva, intesa come capacità dei suoli di essere filtro e tampone per gli agenti inquinanti, elemento di regolazione e distribuzione dei flussi idrici, fattore di mitigazione del rischio idrogeologico e dell'effetto serra in quanto in grado di catturare e stoccare il carbonio emesso con le attività antropiche.
- naturalistica, intesa come capacità di ospitare riserve biotiche, pedoflora, pedofauna. In una manciata di suolo sono presenti miliardi di organismi viventi.

Il monitoraggio ha pertanto lo scopi di:

- Verificare la corretta esecuzione del ripristino dello strato di interesse per lo sviluppo degli apparati radicali, verificando soprattutto il ripristino delle originarie condizioni di fertilità, indice della ripresa della componente biologica;
- Verificare lo stato di qualità nei confronti dei potenziali inquinanti legati all'attività di cantiere.

5.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento seguita per la redazione del presente piano è quella relativa alle analisi di laboratorio, a valenza nazionale. In particolare, si considerano le seguenti norme:

- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - "Norme in materia ambientale"
- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002).

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme cui riferirsi; pertanto, sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali. In particolare, sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description.

5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I terreni che costituiscono le colline ed i rilievi montuosi più estesi del territorio alto tiberino si sono formati durante il Miocene medio-superiore da sedimenti marini depositi in un intervallo di tempo di circa 10 Ma. Le successioni sedimentarie legate a questo periodo, presenti nell'area, sono il Macigno e la Marnosa-Arenacea; in particolare, il primo occupa la parte occidentale, mentre la Marnosa-Arenacea si sviluppa in quella orientale.

PROGETTAZIONE ATI:

Dal Pliocene ad oggi è stato, inoltre, attivo un campo di sforzi distensivo legato all'apertura del Tirreno. Quest'ultimo campo di sforzi, coassiale al precedente, ha dato luogo alla formazione di graben e bacini intramontani. Anche questo campo deformativo è migrato nel tempo da ovest verso est.

Nel Pleistocene inferiore la conca intramontana, dove si dirama il corridoio di progetto, è stata colmata da sedimenti di provenienza continentale ed origine fluvio-lacustri. I principali elementi di trasposto sono rappresentati dal Tevere e dai suoi affluenti minori.

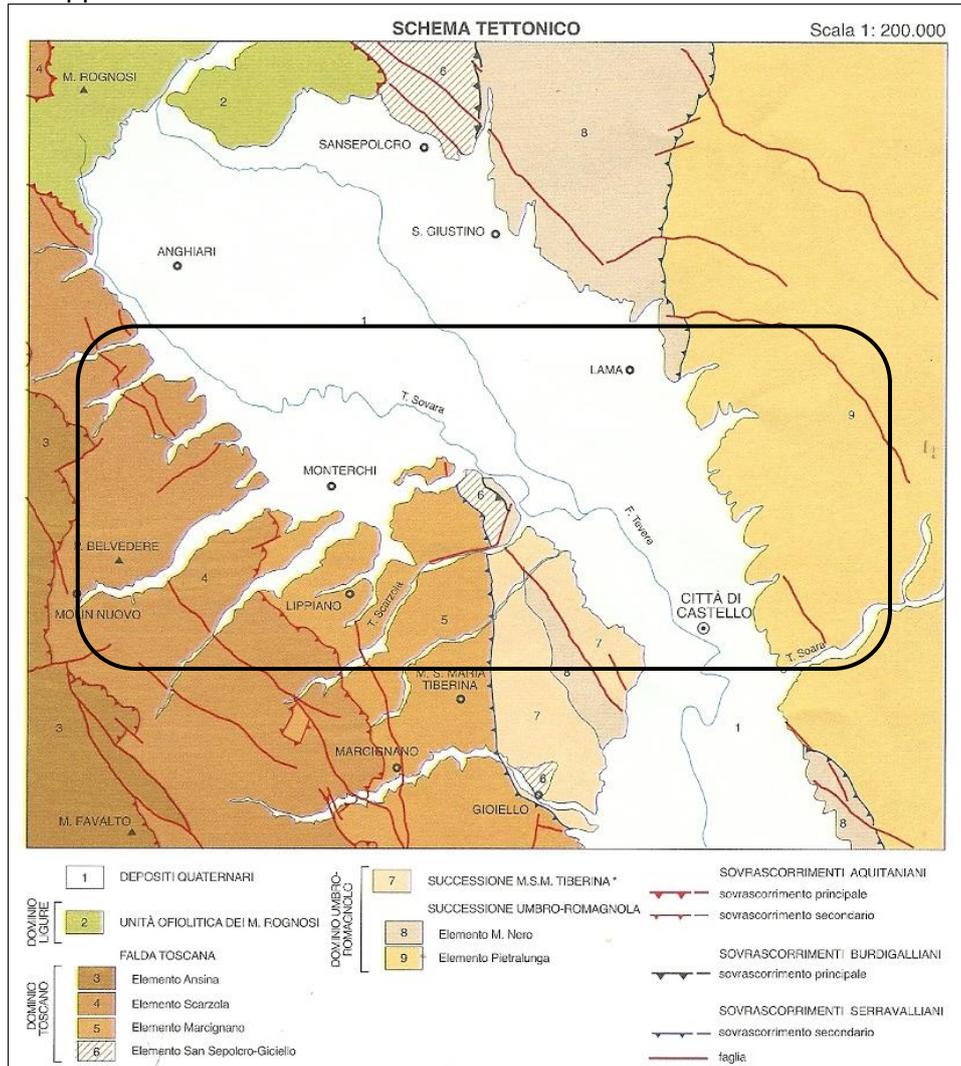


Figura 5–1 Schema tettonico scala 1:200.000 (tratto da Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 289 Città di Castello – ISPRA 2009)

Le unità geologiche sono state discriminate attraverso le conoscenze acquisite durante le varie fasi di studio sia come attività di rilevamento sia dai risultati delle campagne delle indagini geognostiche.

Di seguito si riportano, in modo sintetico, le formazioni interessate dal tracciato di progetto a partire da quelle più recenti a quelle più antiche. Per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione geologica T00GE02GEORE01.

PROGETTAZIONE ATI:

Depositi eluvio-colluviali e detriti recenti di falda (sigla in carta: b₂)

I depositi eluviali e colluviali, in generale, sono costituiti da terreni che hanno subito modifiche alla loro struttura originaria; quest'ultima legata alle caratteristiche della roccia madre. In affioramento essi sono legati ad aree destinate a nuclei abitativi e/o a campi coltivati, mentre in sondaggio sono ascrivibili per lo più a limi sabbiosi, di colore da nocciola scuro a nocciola chiaro, a consistenza variabile e con inclusi elementi legati alla vicinanza o meno di affioramenti di roccia o di attività antropiche, quali clasti arenacei

Depositi alluvionali attuali e recenti di fondovalle (sigla in carta: b)

Si tratta di una potente sequenza di terreni alluvionali che colmano la Valle Tiberina e le valli dei principali affluenti del Tevere. I depositi sono costituiti in superficie principalmente da sabbie (ben classate lungo il T. Cerfone) limoso-argillose, in genere di color bruno. Al di sotto di questi sedimenti superficiali fini si trovano ghiaie poligeniche, con ciottoli anche decimetrici, immersi in matrice generalmente sabbiosa, talora interdigitate con corpi a granulometria minore.

Sintema di Selci-Lama (sigla in carta: SLA)

I depositi di questa unità presentano clasti a volte a spigoli vivi, di diametro compreso fra 1 e 50 cm che costituiscono vere e proprie megabrecce. I clasti sono di natura arenacea e calcareo-marnosa e sono inglobati in scarsa matrice sabbiosa di colore giallastro. La geometria lentiforme di questo corpo (con spessori che aumentano da monte a valle) unitamente alla morfologia ed al grado di classazione dei clasti, lasciano ipotizzare una deposizione in un ambiente di tipo torrentizio, con ripetute variazioni della entità e delle modalità del trasporto.

Sintema di Monterchi - Subsintema di Mercatale (sigla in carta: MCT₁)

Il deposito è costituito generalmente da conglomerati con ciottoli e massi (localmente pluridecimetrici) quasi prevalentemente arenacei, inclusi in una matrice sabbiosa solo localmente cementata, alternati a lenti e livelli sabbioso-limosi. Questi litotipi affiorano nella parte occidentale del tracciato, a SW di Citerna; appoggiano in disconformità sul Sintema di Citerna, oltre che su varie unità del substrato flyschoidale. L'ambiente deposizionale è probabilmente fluviale. (eta: Plesitocene)

Sintema di Citerna

Il Sintema di Citerna, caratterizzato essenzialmente da ruditi poligeniche affiora in tutta la dorsale di Citerna. I massimi spessori del Sintema sembrano ridursi procedendo da Nord verso Sud e più sensibilmente spostandosi lateralmente verso gli appoggi. Le strutture sedimentarie rinvenute (forme dei canali, embriciature, sovrapposizione di vari sistemi di canali) sono simili a quelle che caratterizzano le conoidi subacquee in relazione a correnti impetuose, in un momento di alta e crescente energia. Questo Sintema è suddiviso in due subsintemi. Quello inferiore (Subsintema di Molin dell'Olio - CTA1) è prevalentemente sabbioso; quello superiore (Subsintema di Monte Rotondo - CTA2) è clastico-grossolano.



Figura 3.3 – Affioramento del Subsystema di M. Rotondo (CTA2)

Sintema di Fighille (sigla in carta FHL)

È costituito essenzialmente da argille limose normalmente di colore grigio; ai livelli di argille, potenti alcuni metri, si intercalano numerosi strati sabbiosi o sabbioso-limosi (spessi da pochi decimetri a 2 m) che si presentano in certi casi laminate e con livelli e/o lenti a frustoli carboniosi particolarmente abbondanti. Verso l'alto del Sintema sembrano più frequenti livelli e/o lenti di ghiaie e di conglomerati poligenici. I terreni di questo sintema caratterizzano tutto il fianco nord-orientale della dorsale di Citerna.

MACIGNO - Membro di Lippiano (sigla in carta: MAC₃)

Il Membro di Lippiano è composto da torbiditi silicoclastiche caratterizzate da un rapporto A/P sempre < 1 e in genere variabile fra 1/4 e 1/8. Gli spessori degli strati pelitico-arenacei risultano in genere inferiori a 40 cm; gli strati con potenza maggiore sono relativamente rari. Tutti gli strati sono caratterizzati da grana fine anche negli intervalli basali. Sono presenti livelli di argilliti nere e torbiditi calcarenitico-marnose con spessori da pochi cm ad alcuni metri. In base ai dati bibliografici lo spessore del membro è di 260m rilevati nella Valle del T. Scarzola.

MACIGNO - Membro di Molin Nuovo (sigla in carta: MAC₁)

Il membro del Molin Nuovo è caratterizzato da potenti bancate arenacee, a composizione quarzoso-feldspatica, spesso amalgamate e lateralmente abbastanza discontinue che si susseguono in modo relativamente monotono. Le intercalazioni argillitico-marnose sono del tutto subordinate e quasi assenti, come pure gli strati calcarenitico-marnosi. Lo spessore degli strati varia normalmente da

PROGETTAZIONE ATI:

uno ad alcuni metri: a luoghi si riscontrano intervalli spessi anche alcuni metri che presentano aspetto massivo, grana mediamente molto grossolana e clasti eterometrici fino ad alcuni mm di diametro; in altri affioramenti sono state osservate areniti a grana grossolana, relativamente più classate e interessate da una stratificazione incrociata. Da bibliografia lo spessore massimo di questo membro è stato valutato in circa 500-600 m. Il passaggio al membro sovrastante avviene per alternanze ma piuttosto rapidamente.



Figura 3.4 – Affioramento del Macigno - Membro di Molin Nuovo (MAC1)

5.2.1. GEOMORFOLOGIA E USO DEL SUOLO

Il tracciato interessa, a partire da Ovest verso Est, cordoni collinari e valli secondarie che terminano sulla vasta area alluvionale del Fiume Tevere.

L'assetto geomorfologico generale dell'area è il risultato dell'azione combinata tra agenti morfodinamici, azioni antropiche e assetto litostrutturale.

Il reticolo idrografico principale è rappresentato, oltre che dal Fiume Tevere, da importanti affluenti in destra e in sinistra. Gli affluenti in sinistra confluiscono nel Tevere quasi ortogonalmente al suo asse, mentre quelli in destra, si immettono nel T. Sovara, il quale dopo essere entrato nella valle principale, all'altezza di Citerna, scorre per un lungo tratto parallelo al F. Tevere per poi confluire all'altezza della cittadina di Lerchi.

Le valli del Torrente Cerfone e del Fosso della Centena presentano una morfologia praticamente piatta o sub-orizzontale con quote s.l.m. comprese tra 300 e 330 m. Quella del Sovara e del Tevere hanno quote s.l.m. comprese tra 280 e 290 m. L'uso del suolo si caratterizza per la

PROGETTAZIONE ATI:

presenza di seminativi a carattere estensivo avvicendati e specie foraggere. I terreni del fondovalle sono caratterizzati da una buona fertilità e possibilità irrigue.

Le alture intervallive sono rappresentate da cordoni collinari allineati secondo un andamento OSO-ENE con quote massime di circa 500 m s.l.m..

Per il settore collinare, compreso Monterchi-Citerna, il tracciato prevede la realizzazione di opere in sotterraneo e opere di superficie. La prima altura è costituita da arenaria oligocenica del Macigno; i versanti sono boschivi e pendenza media del 20-25%, interessati da movimenti gravitativi superficiali che interessano le coltri di alterazione e le coperture eluvio-colluviali a granulometria per lo più sabbiosa.

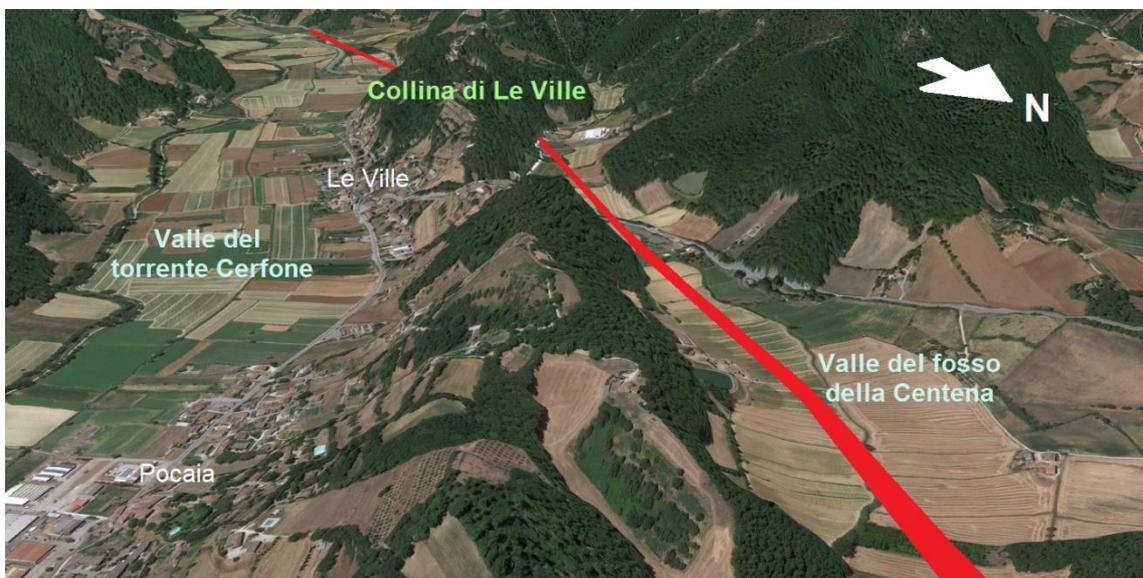


Figura 5–2 Immagine 3D dell’area interessata dal progetto, con amplificazione del rilievo pari a 3. linea rossa: tratto occidentale del tracciato. (da Google Earth, modificata).

Muovendosi verso est il tracciato attraversa in galleria il colle di Citerna, parte integrante di una dorsale collinare che si estende secondo un andamento ONO-ESE e raggiunge quote pari a 480 m s.l.m.. Essa separa le valli dei torrenti Sovara e Cerfone.

L’assetto morfologico dei rilievi collinari riflette le caratteristiche tecniche delle rocce componenti per quel che riguarda la loro resistenza all’erodibilità e la naturale evoluzione dei versanti. Le litologie presenti, come anticipato, sono ascrivibili a conglomerati sabbie e argille; l’erodibilità selettiva contribuisce alla formazione di versanti acclivi e con incisioni marcate nel primo caso e a morfologie dolci, con pendii meno acclivi e forme mammellonari nel secondo caso.

Le litologie di natura argillosa sono spesso sede di movimenti di versante. Sui versanti conglomeratici i fenomeni gravitativi sono più rari e localizzati solo sui versanti molto acclivi. In genere mobilizzano masse meno importanti e meglio definite ed i movimenti avvengono lungo una singola superficie di distacco.

L’uso del suolo si caratterizza per la diffusione delle superfici boscate. Dove le pendenze rendono possibile la coltivazione sono diffuse le specie arboree.

PROGETTAZIONE ATI:

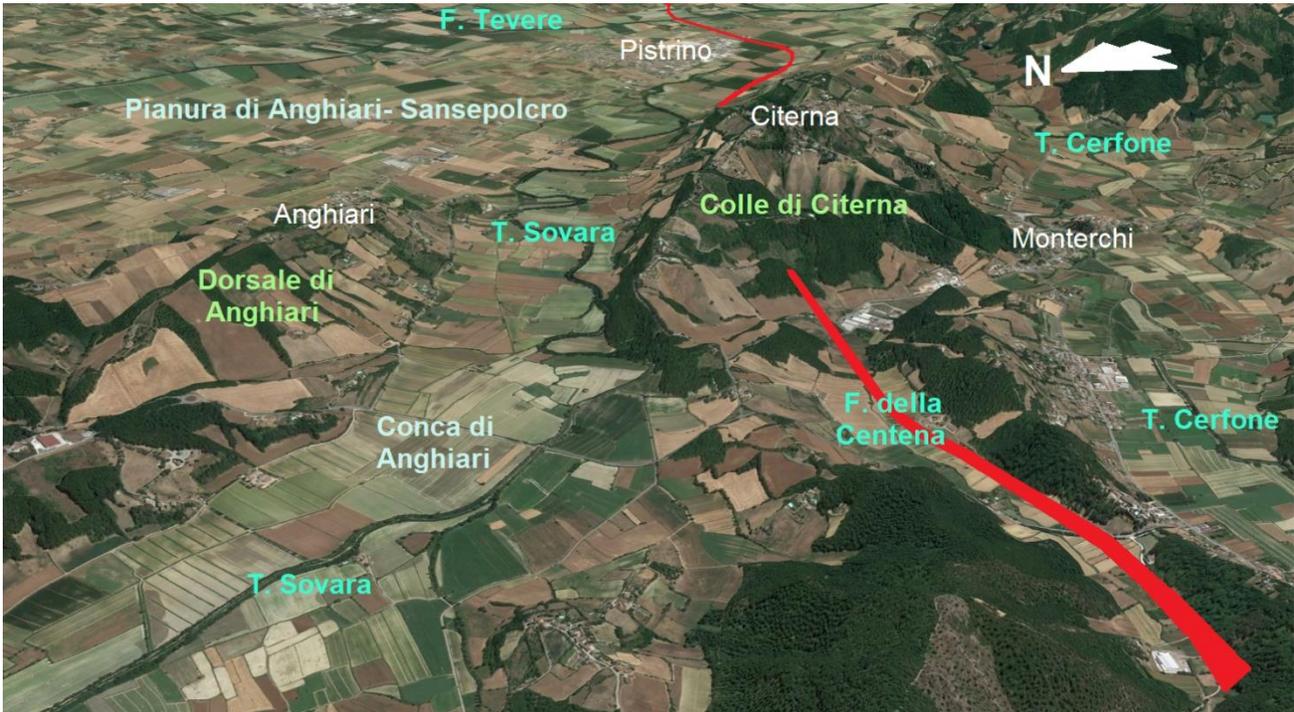


Figura 5-3 Immagine 3D dell'area interessata dal progetto, con amplificazione del rilievo pari a 3. Inea rossa: tratti centrale e orientale del tracciato. (da Google Earth, modificata).

A est del colle, dopo l'uscita della galleria, il tracciato corre in rilevato sul bordo della valle del Torrente Sovara, per proseguire fino attraversando la valle in senso trasversale fino alla intersezione con la E45 grazie alla progettazione di Viadotti e tratti in rilevato.

Si entra nella pianura del Tevere nella quale il tracciato stradale si sviluppa fino al termine del lotto. Essa è caratterizzata da terreni profondi, fertili, con possibilità irrigue e capacità d'uso senza limitazioni. Sono diffuse colture intensive a elevato reddito.

5.3. AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE

Gli impatti sul suolo sono legati prevalentemente all'attività di cantiere. Come descritto nel capitolo 2, l'attività di costruzione ha una durata di 78 mesi e prevede la realizzazione di due Cantieri base, e diversi cantieri operativi.

Nella tabella che segue si riporta una check list che riassume le azioni di progetto, i fattori di perturbazione e le azioni di mitigazione.

Azione di progetto	Fattori di perturbazione	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto
<u>Cantiere</u>		

PROGETTAZIONE ATI:

Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le opere))	Scavi e movimento terra	Terre e rocce da scavo	Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Ripristino delle aree di cantiere rispettando l'ordine di scavo.
	Rifiuti di cantiere	Tipologia e quantità rifiuti	Adozione di protocolli di gestione differenziata in relazione ai codici CER.
	Occupazione di suolo	Modifica temporanea delle condizioni di permeabilità	Attività temporanea alla quale segue il ripristino dei luoghi al termine dei lavori.
	Terreno vegetale	Gestione terreno vegetale	Gestione del terreno vegetale per mantenere la fertilità.
Realizzazione rilevati, tratti in trincea e gallerie	Scavi e movimenti terra	Terre e rocce da scavo	Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Realizzazione dei rilevati e delle trincee utilizzando i terreni degli strati superficiali derivanti dagli scavi per la realizzazione di suoli idonei per attività di rinverdimento.
	Alterazioni morfologiche	Quota di progetto rispetto allo stato attuale	Raccordi morfologici per garantire la stabilità delle scarpate.
Realizzazione viadotti	Scavi e movimenti terra	Terre e rocce da scavo	Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Ripristino delle aree di cantiere non interessate dalle opere rispettando l'ordine di scavo.

Nella Di seguito vengono indicate le superfici dei singoli Campi Base e Campi Operativi, nonché le loro dotazioni in termini di macchinari e mezzi utilizzati.

PROGETTAZIONE ATI:

NOME CAMPO	SUP.TOTALE (mq)
CB.01	41.537
CB.02	51.580
CO.01a	1.792
CO.01b	1.521
CO.01c	30.652
CO.01b.2	1.320
CO.02a	12.480
CO.02b	10.816
CO.02c	85.756
CO.02d	133.872
CO.03a	43.393
CO.AT01	6.895
CO.AT00	50.900

DOTAZIONI	
CAMPO BASE	CAMPO OPERATIVO
n.10 escavatori	n.2 escavatori
n.10 dumpers	n.1 dumpers
n.10 bulldozer	n.1 bulldozer
n.4 rulli compattatori	n.1 rullo compattatore
n.2 piastre vibranti	n.1 finitrice
n.2 finitrici	n.1 macchina perforatrice
n.4 macchine perforatrici	n.1 camion betoniera
n.8 camion betoniera	

Figura 2–6 sono indicate le tipologie di cantiere e le dimensioni. Nelle figura che segue si riportano i layout dei cantieri basse 1 (41.537 mq) e 2 (51.580 mq) dove si può osservare la suddivisione delle aree e la delimitazione di diverse superfici di deposito delle terre di scavo. e dei cantieri operativi di maggiori dimensioni CO.01c (43.790 mq) e CO.02c (36.330mq) CO.03a (43.393 mq), i quali hanno ampie superfici per il deposito delle terre.

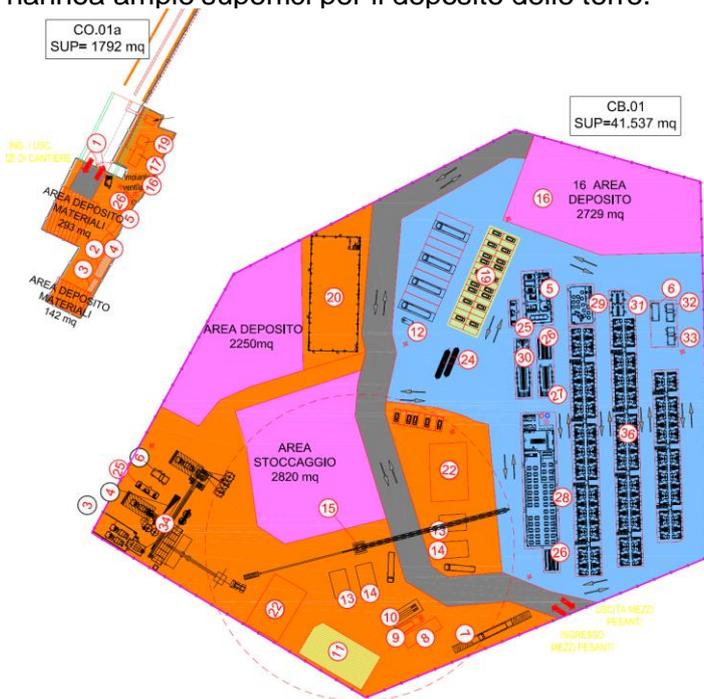


Figura 5–4 Cantiere CB01 situato nella Fraz. Le Ville, nel comune di Monterchi (AR). Ci sono tre zone di delle terre. Vicino si trova la rappresentazione di un cantiere operativo.

PROGETTAZIONE ATI:

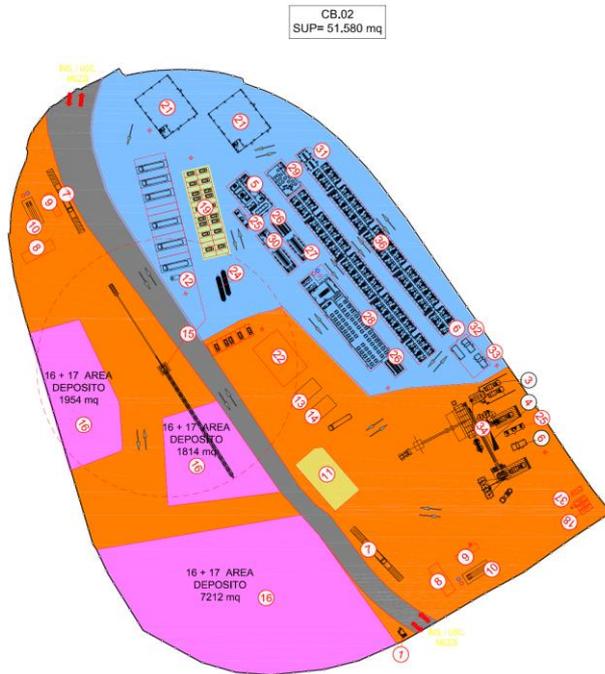


Figura 5-5 Cantiere CB-02 in corrispondenza dello svincolo Selci Lama – E45. Anche in questo caso ci sono tre zone di deposito delle terre



Figura 5-6 Cantiere CO.01c. E' specifico per la galleria Citerna

PROGETTAZIONE ATI:

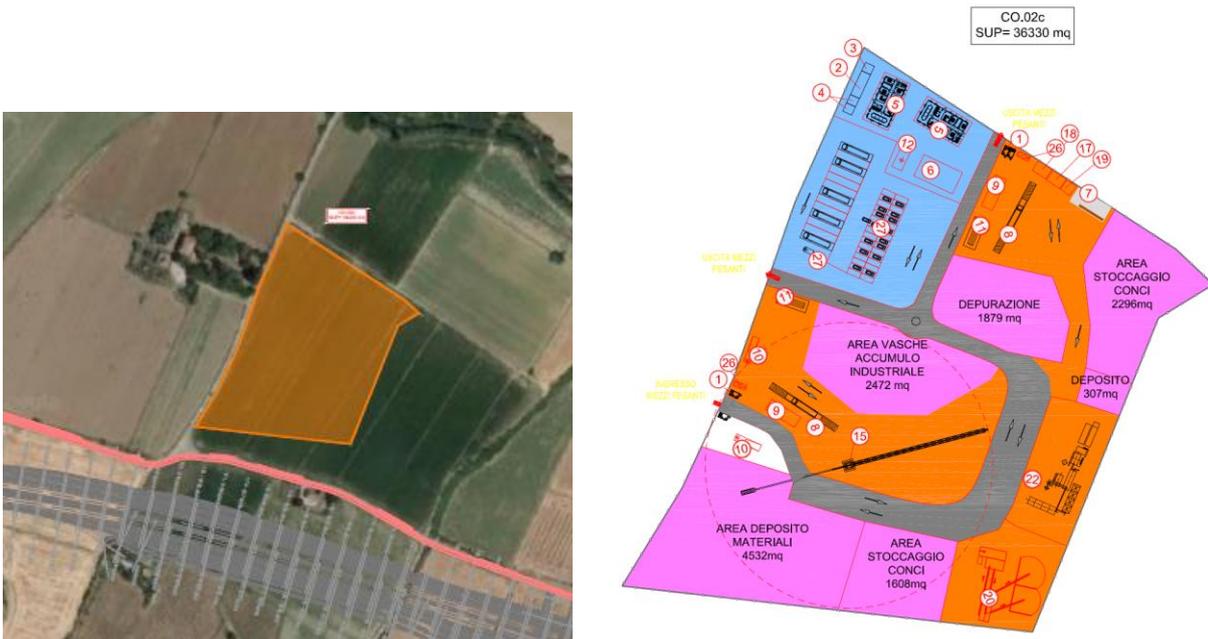


Figura 5–7 Cantiere CO.02c

5.4. SINTESI DEGLI IMPATTI

Da quanto riportato nel capitolo precedente, gli impatti sono riconducibili principalmente alle seguenti azioni:

- Scavi, movimentazione terra e compattamento per il passaggio dei mezzi con alterazione degli strati di interesse agrario;
- Potenziale inquinamento dei terreni più superficiali nel caso di dispersione accidentale di prodotti chimici, materiali o combustibili.

Le principali mitigazioni riguardano:

- esecuzione dello scotico e accantonamento dello strato superficiale separandolo dal resto del terreno movimentandolo, salvaguardandone la fertilità attraverso l'inerbimento del cumulo;
- raccordo morfologico;
- ripristino delle aree di cantiere una volta conclusa l'opera rispettando l'ordine di scavo e accantonamento del terreno. In pratica lo scotico deve essere utilizzato per il ripristino dello strato superficiale di interesse agrario e per lo sviluppo degli apparati radicali delle aree da rinaturalizzare;
- corretta gestione del cantiere, in particolare delle aree di cantiere, pavimentando le aree dove saranno ricoverati mezzi, gestendo correttamente le acque meteoriche e attuando

PROGETTAZIONE ATI:

quanto previsto dalla procedura di gestione ambientale per il contenimento e il recupero di eventuali sversamenti accidentali.

Le mitigazioni sono importanti per garantire il ripristino delle potenzialità agricole delle aree occupate temporaneamente e il ripristino vegetazionale delle aree di esproprio, di interesse per garantire le connessioni ecologiche e l'inserimento paesaggistico dell'opera.

5.5. STAZIONI DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente suolo prevede il controllo, in corrispondenza delle principali aree di cantiere e di stoccaggio terre, di n° 17 punti di campionamento (punti di controllo e campionamento con codifica SUO_nn). Esse sono riportate nella tabella che segue:

Area campionamento	Cantiere/Area stoccaggio terre	Comune	Descrizione	Coordinate	
				N	E
SUO_01a	CB.01	Monterchi – Frazione Le Ville	Cantiere Base 1 I	43°28'44"	12°03'36"
SUO_01b	CB.01	Monterchi – Frazione Le Ville	Cantiere Base 1 I	43°28'41"	12°03'37"
SUO_01c	CB.01	Monterchi – Frazione Le Ville	Cantiere Base 1 I	43°28'43"	12°03'43"
SUO_02	CO.01a	Monterchi – Frazione Le Ville	Campo operativo inizio Galleria Le Ville	43°28'44"	12°03'32"
SUO_03	CO.01b.2	Monterchi – Frazione Le Ville	Cantiere Operativo fine Galleria Le Ville	43°29'13"	12°04'17.
SUO_04	CO.02a	Citerna	Inizio Galleria Citerna	43°29'52"	12°05'56"
SUO_05a	CO.01c	Citerna	Logistica Inizio Galleria Citerna	43°29'47"	12°05'52"
SUO_05b	CO.01c	Citerna	Logistica Inizio Galleria Citerna	43°29'39"	12°06'1.19"
SUO_06	CO.02b	Citerna	Fine Galleria Citerna	43°30'12"	12°07'58"
SUO_07a	CO.02c	S. Giustino	Campo Logistica Viadotto Tevere	43°30'13"	12°08'30"
SUO_07b	CO.02c	S. Giustino	Campo Logistica Viadotto Tevere	43°30'16"	12°08'36"
SUO_08	Cantiere realizzazione plinti e impalcato Viadotto	S. Giustino	Sponda dx F. Tevere	43°30'03	12°08'59"
SUO_09	Cantiere realizzazione plinti e	S. Giustino	Sponda sx F. Tevere	43°30'02"	12°09'03"

PROGETTAZIONE ATI:

	impalcato Viadotto				
SUO_10a	CO.03a	S. Giustino	Area stoccaggio e deposito materiali	43°30'33.30"	12° 9'40.73"
SUO_10b	CO.03a	S. Giustino	Area stoccaggio e deposito materiali	43°30'43.29"	12° 9'37.97"
SUO_11a	CB.02	S. Giustino	Area stoccaggio terre Cantiere CB.02	43°30'51"	12°10'50"
SUO_11b	CB.02	S. Giustino	Area stoccaggio terre Cantiere CB.02	43°30'55"	12°10'51"

L'ubicazione dei punti di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio". La previsione di più campionamenti nello stesso cantiere è legata alla previsione di più superfici di deposito terre.

5.6. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

5.6.1. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio della componente Suolo ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera sulle caratteristiche pedologiche e qualitative dei terreni relativi alle aree interessate dalle attività di cantiere o di stoccaggio terre che saranno restituite agli attuali usi al termine delle demolizioni.

Esso non comprende quanto previsto per la gestione terre e rocce da scavo, per la quale si rimanda al "Piano di utilizzo delle terre" (T00GE03GEORE01_A).

Il monitoraggio ambientale della componente "Suolo" sarà effettuato nelle due distinte fasi di ante operam e post operam, ciascuna delle quali con le finalità che vengono di seguito riportate:

- Monitoraggio ante operam, finalizzato alla caratterizzazione dello stato del suolo prima dell'inizio dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi, con particolare riferimento alla fertilità, alla presenza di inquinanti ed alle caratteristiche fisiche. Lo svolgimento di tale attività consentirà di determinare il quadro di riferimento iniziale delle caratteristiche dei terreni, al quale confrontare i risultati ottenuti nella successiva fase del monitoraggio e poter quindi verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità indotte dalla presenza del cantiere;
- Monitoraggio post operam, finalizzato a verificare le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno in corrispondenza delle aree di cantiere, in modo da poter prevedere gli eventuali opportuni interventi di bonifica superficiale dei terreni superficiali prima della loro risistemazione definitiva. Nel dettaglio, il monitoraggio post operam avrà inizio dopo che saranno concluse le attività di sgombero del cantiere e/o di ripristino del sito.

Le analisi delle caratteristiche chimiche e fisiche dei suoli saranno effettuate secondo le metodologie definite dal D.M. n. 185 del 13/09/1999 e dal D.M. del 1/08/1997 e ss.mm.ii. Tali misure sono finalizzate alla caratterizzazione dei fattori che sono strettamente legati ai rischi di degradazione della risorsa suolo.

PROGETTAZIONE ATI:

Vengono di seguito elencate e successivamente brevemente descritte le diverse tipologie di parametri che saranno condotte nel corso delle campagne di monitoraggio:

- parametri pedologici/agronomici (un punto di indagine per ogni area di cantiere);
- parametri chimico-fisici dei terreni.

La presente metodica ha come finalità quella di fornire in Ante Operam informazioni stratigrafiche dei suoli interessati dalle attività di cantiere, utili a garantire, in fase di Post Operam, la corretta esecuzione del ripristino, a valle della dismissione del cantiere stesso.

Vengono di seguito descritte le varie fasi secondo le quali sarà sviluppata la ricostruzione del profilo pedologico di ciascuna stazione di misura.

A seguito della valutazione delle proprietà litomorfolologiche e di uso del suolo dell'area sottoposta a monitoraggio, si procederà all'individuazione del punto più idoneo all'esecuzione del profilo, in modo che sia rappresentativo dell'intera area. Si procederà alla caratterizzazione della stazione pedologica provvedendo alla apertura di una trincea esplorativa sino al raggiungimento del substrato litologico non pedogenizzato alla profondità di circa 1 m.

Si procederà alla analisi, sulla parete meglio esposta alla luce solare, della sequenza stratigrafica degli orizzonti pedologici, prevedendo una descrizione degli stessi secondo le metodiche di rilievo pedologico. Successivamente si eseguirà il prelievo di n° 1 campione di terreno:

- Campione 1: tra 0,00 e 0,40 m da p.c. (analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici).

Relativamente ai parametri fisico-chimici si precisa che:

- in fase ante-operam, nel caso in cui si dovesse evidenziare contaminazione nei primi 40 cm campionati, si procederà con ulteriori indagini negli strati sottostanti;
- in fase post-operam, nel caso in cui si dovesse evidenziare contaminazione nei primi 40 cm campionati in punti in cui in fase ante-operam tale contaminazione non fosse emersa, si procederà con ulteriori indagini negli strati sottostanti.

5.6.2. PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO

I parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici analizzati saranno quelli riportati nella tabella a seguire.

SUOLO			
parametri	u.m.	limite di riferimento	limite di rivelabilità
PEDOLOGICI (su nr. 1 campione per area di cantiere)			
orizzonte			
classe di drenaggio			
esposizione			
fenditure superficiali			
microrilievo			
pendenza			
permeabilità			
pietrosità superficiale			
presenza falda			

PROGETTAZIONE ATI:

SUOLO			
parametri	u.m.	limite di riferimento	limite di rivelabilità
rocciosità affiorante			
substrato pedogenetico			
uso del suolo			
vegetazione			
AGRONOMICI (su nr. 1 campione per area di cantiere)			
Basi scambiabili			
Calcare attivo			
Calcare totale			
Capacità di scambio cationico (C.S.C.)			
Contenuto in carbonio organico e S.O.			
N tot			
P assimilabile			
pH			
Potenziale REDOX			
Tessitura			
FISICO-CHIMICI (su un numero di campioni in funzione della superficie dell'area di cantiere)			
D.Lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii - PARTE IV - Titolo V - Allegato 5 Tabella 1 'Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare'			
Composti inorganici		A Siti ad uso Verde pubblico, Privato e Residenziale	B Siti ad uso Commerciale e Industriale
Arsenico	mg/kg (ss)	20	50
Antimonio	mg/kg (ss)	10	30
Berillio	mg/kg (ss)	2	10
Cadmio	mg/kg (ss)	2	15
Cobalto	mg/kg (ss)	20	250
Cromo totale	mg/kg (ss)	150	800
Cromo VI	mg/kg (ss)	2	15
Mercurio	mg/kg (ss)	1	5
Nichel	mg/kg (ss)	120	500
Piombo	mg/kg (ss)	100	1000
Rame	mg/kg (ss)	120	600
Vanadio	mg/kg (ss)	90	250
Zinco	mg/kg (ss)	150	1500
Floruri	mg/kg (ss)	100	2000
Idrocarburi			
Idrocarburi leggeri C<= 12	mg/kg (ss)	10	250

PROGETTAZIONE ATI:

SUOLO			
parametri	u.m.	limite di riferimento	limite di rivelabilità
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg (ss)	50	750
Aromatici			
Benzene	mg/kg (ss)	0.1	2
Etilbenzene	mg/kg (ss)	0.5	50
Stirene	mg/kg (ss)	0.5	50
Toluene	mg/kg (ss)	0.5	50
Xilene	mg/kg (ss)	0.5	50
Sommatoria organici aromatici	mg/kg (ss)	1	100
Aromatici policiclici			
Benzo(a)antracene	mg/kg (ss)	0.5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Benzo(b)fluorantene	mg/kg (ss)	0.5	10
Benzo(k,)fluorantene	mg/kg (ss)	0.5	10
Benzo(g,h,i,)terilene	mg/kg (ss)	0.1	10
Crisene	mg/kg (ss)	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,h)pirene.	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg (ss)	0.1	10
Indenopirene	mg/kg (ss)	0.1	5
Pirene	mg/kg (ss)	5	50
Sommatoria policiclici aromatici	mg/kg (ss)	10	100

5.7. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Per i siti in cui saranno realizzate le aree di cantiere, saranno svolte indagini ambientali al fine di rappresentare in modo adeguato le caratteristiche del terreno.

In fase ante-operam le misure ed i campionamenti saranno svolti una volta prima dell'inizio dei lavori.

Al termine dei lavori le attività di monitoraggio saranno finalizzate alla verifica dello stato dei luoghi ripristinati dopo lo smantellamento del cantiere e si procederà con il campionamento una volta dopo il termine dei lavori di ripristino delle aree di cantiere.

Quindi per la caratterizzazione dell'ante operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di 1 misure per ogni punto nell'AO, prima dell'inizio dei lavori, mentre per il monitoraggio post-operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di 1 volta per ogni punto, dopo lo smantellamento ed il ripristino delle aree di cantiere.

Ante Operam

Codice punto	Campione	Frequenza	Tipo misura	Numero
SUO_01a	0,00÷0,40	1 volta prima	Campionamento e analisi parametri agronomici,	1

PROGETTAZIONE ATI:

		dell'inizio dell'allestimento dei cantieri	pedologici e fisico-chimici	
SUO_ 01b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 01c	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 02	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 03	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 04	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 05a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 05b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 06	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_07a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_07b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_08	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_09	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_ 10a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_ 10b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1

Post Operam

Codice punto	Campione	Frequenza	Tipo misura	Numero
SUO_ 01a	0,00÷0,40	1 volta dopo lo smantellamento dei cantieri ed il ripristino dello stato quo ante	Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 01b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 01c	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 02	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 03	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 04	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 05a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 05b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_ 06	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1

PROGETTAZIONE ATI:

SUO_07a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_07b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_08	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_09	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_10a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_10b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1

5.8. SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei monitoraggi per la componente suolo e sottosuolo.

Stazione	AO	CO	PO	tot
SUO_01°	1	-	1	2
SUO_01b	1	-	1	2
SUO_01c	1	-	1	2
SUO_02	1	-	1	2
SUO_03	1	-	1	2
SUO_04	1	-	1	2
SUO_05a	1	-	1	2
SUO_05b	1	-	1	2
SUO_06	1	-	1	2
SUO_07a	1	-	1	2
SUO_07b	1	-	1	2
SUO_08	1	-	1	2
SUO_09	1	-	1	2
SUO_10a	1	-	1	2
SUO_10b	1	-	1	2

PROGETTAZIONE ATI:

6. RUMORE

6.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Ai fini del presente studio sarà considerato il quadro normativo vigente, di cui si fornisce una panoramica.

6.1.1. LEGISLAZIONE COMUNITARIA

- Raccomandazione EU 2003/613/CE “linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.”

6.1.2. LEGISLAZIONE NAZIONALE

- Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"
- DL 19 agosto 2005, n 194 (attuazione direttiva 2002/49/CE) limitatamente agli articoli applicabili in attesa dell'emanazione dei decreti di cui al comma 2, Art.5;
- D.P.R. 30.03.2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".
- D.M. 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- L. 26 ottobre 1995, n.447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 1° marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”;

6.1.3. LEGISLAZIONE REGIONALE

6.1.3.1. Regione Toscana

Il quadro normativo della Regione Toscana è composto principalmente da:

- Legge Regionale 1° dicembre 1998, n° 89 “Norme in materia di inquinamento acustico”;
- Legge Regionale 5 Agosto 2011, n° 39 “Modifiche alla Legge Regionale 1/12/1998 n° 89”;
- Delibera della G.R. 21 ottobre 2013, n. 857 “Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98”;
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R “Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1° dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)”;
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 7 luglio 2014, n. 38/R “Modifiche al regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1° dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R”;

6.1.3.2. Regione Umbria

Il quadro normativo della Regione Umbria in relazione alla rumorosità di nuove opere, impianti e infrastrutture è composto principalmente da:

- Legge Regionale 21 gennaio 2015, n. 1 “Testo unico Governo del territorio e materie correlate”;
- Regolamento Regionale 18 febbraio 2015, n. 2 “Norme regolamentari attuative della legge regionale n. 1 del 21 gennaio 2015 (Testo unico Governo del territorio e materie correlate)”.

6.1.4. NORMATIVA TECNICA

- UNI EN 9884 “Caratterizzazione acustica del territorio mediante descrizione del rumore ambientale”;
- UNI EN 11143-1/5/6 “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti”.
- UNI 11728 “Acustica - Pianificazione e gestione del rumore di cantiere - Linee guida per il committente comprensive di istruzioni per l’appaltatore.

6.1.5. LIMITI DI LEGGE

Per quanto attiene i limiti normativi, il quadro normativo di riferimento è costituito da:

- DPR 142/2004 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della L.447/95”;
- PCCA dei Comuni territorialmente competenti.

Il DPR 142/2004 ed il PCCA dei comuni interessati dal progetto individuano gli elementi prescrittivi relativi all’individuazione dei valori limite in $L_{eq}(A)$ nel periodo diurno e notturno per il territorio con termine l’infrastruttura stradale in progetto nella fase di Ante Operam, Corso d’Opera e Post Operam.

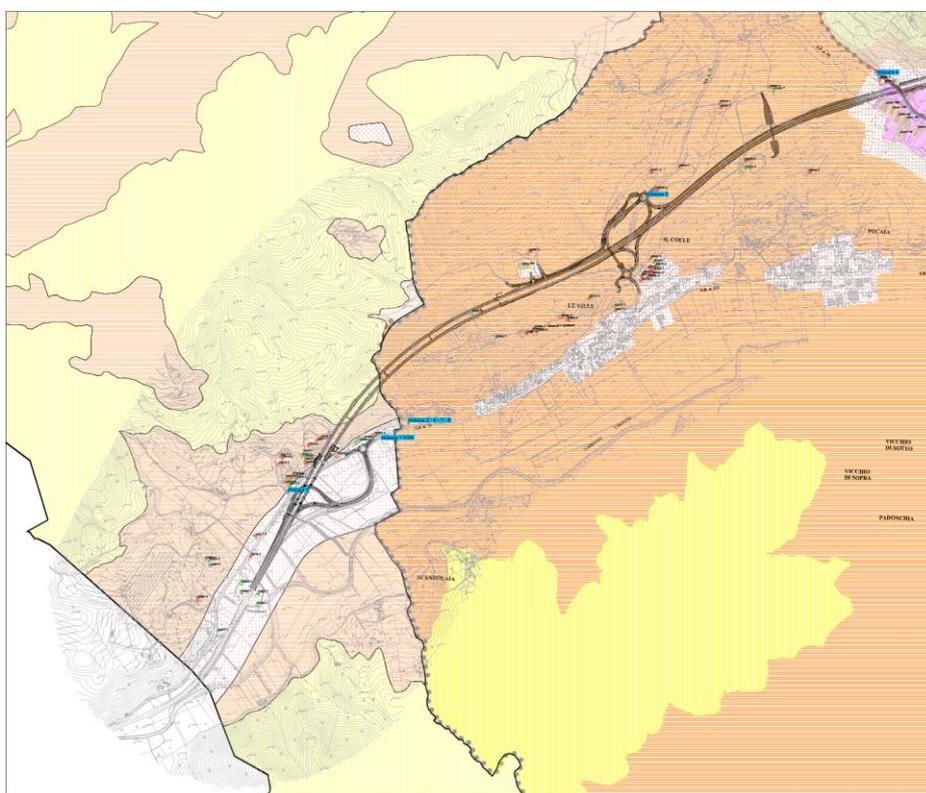
Nella seguente tabella si riportano i limiti acustici individuati dal quadro normativo di riferimento.

Strade di nuova realizzazione						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm 5/11/2001 – “Norma funz. o geom. Per la costruzione di strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
B – extraurbane		250	50	40	65	55

Tabella 6-1 Limiti acustici per infrastrutture di nuova realizzazione

Al di fuori di fuori delle fasce di pertinenza valgono i limiti stabiliti dalle zonizzazioni comunali. In ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, i Comuni di Monterchi, Anghiari, Citerna, e Città di Castello sono tutti provvisti di Piano di Classificazione Acustica approvato con delibera di Consiglio Comunale, mentre il Comune di San Giustino ha un piano di Classificazione Acustica adottato, ma non approvato, per cui per questo comune si farà riferimento al PRG.

LEGENDA Classi acustiche		
CODIFICA	LIMITI	SIMBOLO
Classe I	40 – 50	
Classe II	45 – 55	
Classe III	50 – 60	
Classe IV	55 – 65	
Classe V	60 – 70	
Classe VI	70 – 70	



PROGETTAZIONE ATI:

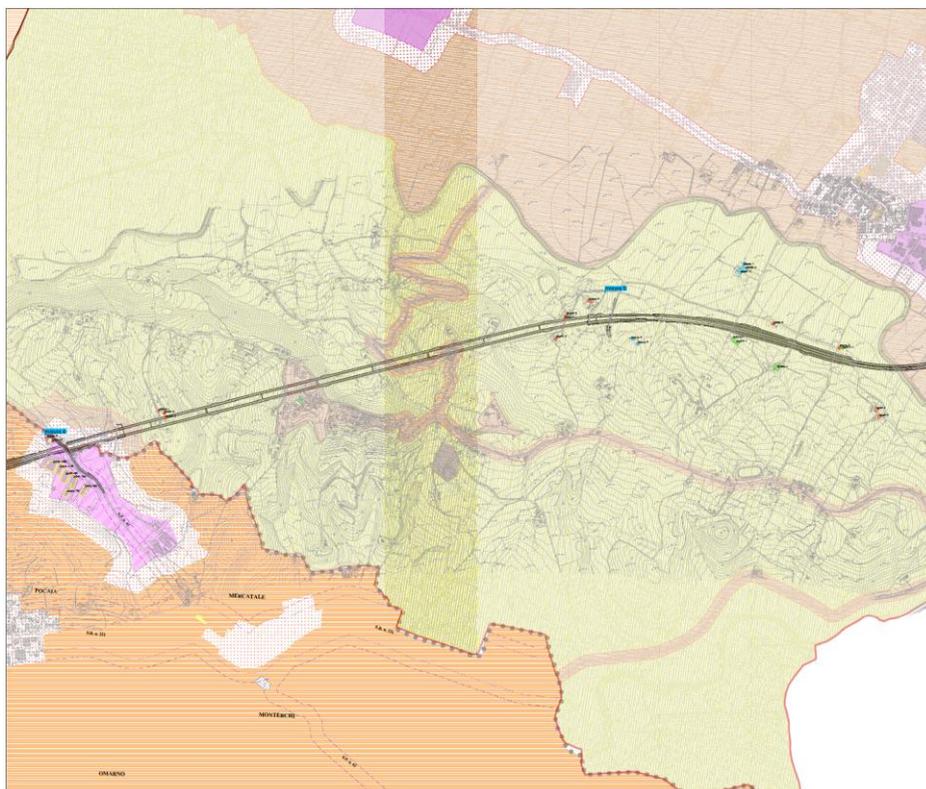


Figura 6-1 Stralci delle zonizzazioni acustiche comunali

PROGETTAZIONE ATI:

6.1.6. LINEE GUIDA ISPRA PER IL MONITORAGGIO DEL RUMORE DERIVANTE DAI CANTIERI DI GRANDI OPERE

Nella individuazione delle metodiche di monitoraggio per il rumore stradale si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione di ISPRA:

- Linee guida per il monitoraggio del rumore di origine stradale;
- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere.

La progettazione del PMA per la componente rumore si ispira nei principi e negli indirizzi programmatici a quanto previsto dalle Linee Guida ISPRA per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere, con particolare riferimento agli aspetti tecnici e metodologici in esse indicati relativi ad obiettivi, tipo/frequenze misure, strumentazione.

Finalità e obiettivi del PMA

Lo scopo generale del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è di assicurare la corrispondenza a quanto previsto in fase di progettazione e di individuare misure correttive in caso di impatti negativi imprevisti.

Il PMA deve pertanto presentare le seguenti caratteristiche:

- a) **flessibilità ed interattività:** frequenza e localizzazione dei campionamenti dovranno essere stabiliti sulla base della effettiva evoluzione dei lavori all'interno del cantiere, piuttosto che su periodicità e punti fissi;
- b) **responsività:** il PMA dovrà recepire e gestire correttamente, dando adeguata risposta, le segnalazioni provenienti da istituzioni, associazioni, cittadini;
- c) **efficacia:** il PMA deve essere orientato a fornire rapide ed efficaci indicazioni al gestore dell'attività e alle istituzioni competenti, al fine di correggere gli eventuali problemi che si dovessero manifestare.

Dal momento che la finalità del monitoraggio è quella di rilevare tempestivamente gli eventuali superamenti e gestirli mediante azioni correttive rapide ed efficaci, il piano contiene pertanto una descrizione delle procedure attraverso le quali si attivano i meccanismi di correzione delle irregolarità.

Requisiti tecnici

Le misure di monitoraggio acustico devono essere effettuate con fonometro mediatore integratore e analizzatore di spettro conforme alla Classe 1 di precisione, calibrato con calibratore di Classe 1, in accordo con le specifiche imposte dal D.M. 16 marzo 1998. Il microfono deve essere munito di cuffia antivento, protezione antipioggia e protezione antivolatili.

Contemporaneamente all'acquisizione dei dati fonometrici devono essere monitorati per mezzo di un'apposita centralina meteorologica i parametri di velocità del vento e precipitazione di pioggia, che dovranno essere memorizzati per la successiva individuazione dei periodi di validità delle misure acustiche, secondo i criteri stabiliti dal D.M. 16 marzo 1998.

Nel caso di misure non presidiate le strumentazioni dovranno essere racchiuse in un apposito contenitore di protezione dagli agenti atmosferici e alimentate a batterie, o altra forma di alimentazione, in modo tale da garantire la continuità dell'intera misura.

Le misure acustiche devono essere effettuate e sottoscritte, ai sensi dell'art. 2, comma 6 della L. n. 447/95, da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale.

Restituzione dati

Le schede di restituzione dati sono state concepite per consentire un'agevole compilazione e garantirne la presentazione agli organi competenti entro tempo congruo dalla fine sessione di misura. Queste devono essere compilate per ogni giorno di monitoraggio, per ogni punto di misura e all'inizio di ogni nuova fase di lavorazione.

L'obiettivo è quello di verificare in primo luogo il rispetto dei limiti imposti dalla classificazione acustica ovvero il limite imposto dall'eventuale autorizzazione in deroga e il riconoscimento delle fasi di lavorazione che necessitino di interventi di mitigazione.

6.2. STATO QUALITATIVO ATTUALE

Il monitoraggio acustico ante operam, effettuato nell'ambito del presente Studio di Impatto Ambientale del nuovo tratto della E78 è stato effettuato su di un'area vasta quanto quella interessata dal presente progetto.

Il monitoraggio acustico è stato articolato su sei postazioni, cinque per otto rilievi di tipo spot da 900 o 1200 secondi e una per un rilievo di 24 ore. La campagna è stata effettuata nei giorni 01 giugno 2023 e 19 febbraio 2024.

I punti di misura sono stati scelti in modo tale da coprire il tracciato, tenendo conto delle zone di inizio e fine tratta, delle zone di svincolo, delle sovrapposizioni fra l'attuale tracciato e quello di progetto, della topografia intorno ai ricettori scelti.

La scelta del ricettore presso cui effettuare la misura di 24 ore ha tenuto infine conto delle caratteristiche del tracciato attuale e delle condizioni di traffico.

Le misure effettuate sono finalizzate alla caratterizzazione dello stato attuale e alla caratterizzazione del rumore ambientale prima dell'inizio delle lavorazioni.

6.2.1. INDICATORI ACUSTICI

I rilievi sono stati eseguiti a con microfono su treppiede a 4,0 m di altezza dal suolo, nei pressi della sede stradale a distanze dipendenti dal contesto locale, variabili tra 0 e 15 metri dalla strada attuale.

Una volta scelta la postazione di misura il microfono è stato posizionato un treppiede ad una altezza dal terreno di 4,0 metri, collegato al fonometro analizzatore attraverso un cavo di prolunga, prima di effettuare le misure è stata controllata la calibrazione della catena di misura. Il tempo di misura dei rilievi a spot del clima acustico è stato di 900 o 1200 secondi (15 – 20 minuti).

Nel corso di queste misure sono stati rilevati, il livello sonoro equivalente globale (LEQ), con scala di ponderazione A (LAEQ), ed i livelli di pressione sonora parziali rilevati nelle bande di 1/3 di ottava.

Nei grafici è stato riportato l'andamento dei livelli di pressione sonora in funzione del tempo, allo scopo di evidenziare i transiti automobilistici che costituiscono l'unica fonte di rumore presente in zona.

I rilievi fonometrici sono stati integrati con il rilevamento, nel medesimo intervallo temporale, del flusso veicolare distinto per tipologia (veicoli leggeri, furgoni, veicoli pesanti, moto).

6.2.2. LIVELLO EQUIVALENTE (LEQ)

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" definito dalla relazione analitica:

$$L_{AEQ} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \left[\int_0^T \frac{P_A(t)^2 dt}{P_0^2} \right]$$

dove:

PA(t): valore istantaneo della pressione sonora ponderato A (norma I.E.C. n. 651)

P0: valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micropascal in condizioni standard

T: intervallo di tempo di integrazione.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 1/3/1991 e dalle successive normative per la definizione dei limiti di accettabilità. La scelta di tale indicatore di rumore, è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore vigente in Italia, ed ha comunque ampi riscontri negli studi di socio-acustica svolti a livello internazionale. Il livello equivalente LAEQ di rumore utilizzato come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori del LAEQ forniti dal rilevamento devono essere interpretati con altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore. Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli minimo e massimo, il decorso storico in dB(A) fast, la distribuzione dei valori del decorso storico, lo spettro di frequenza.

6.2.3. LIVELLI PERCENTILI

I livelli percentili (L₁, L₅, L₁₀, 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;

6.2.4. ALTRI PARAMETRI

- il livello massimo (L_{Amax}), connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico;
- il livello minimo (L_{Amin}), consente di valutare l'entità del rumore di fondo ambientale;
- il SEL rappresenta il livello sonoro di esposizione ad un singolo evento sonoro.

6.2.4.1. Strumentazione di misura

I dati fonometrici utili per la caratterizzazione dello stato di fatto sono desunti da una campagna di misure a spot di breve durata (15 - 20') per la mappatura acustica del territorio effettuata il giorno 01 giugno 2023 nel tempo di riferimento diurno, con inizio del sopralluogo alle ore 11.30 e fine alle ore 18.00 e con una misura di 24 ore con inizio alle 13 del 19 febbraio 2024 e fine il giorno successivo alle 15.

Le misure sono state eseguite dall'Ing. Micheladolfo Bianchi T.C. in Acustica Ambientale iscritto in ENTECA al n° 7173.

Per le misure di 24 ore e per quelle di breve durata (15') è stato utilizzato un fonometro integratore ed analizzatore digitale Real - Time LARSON DAVIS LD 831 per misure, analisi e monitoraggio rumore e vibrazioni conformi alle normative: IEC/EN 60651 (1979) tipo 1, IEC/EN 60804 (2000) tipo 1, IEC/EN 61672 (2002-1) classe, IEC/EN 61260 (1995) filtri 1/1 e 1/3 d'ottava, dotato di

PROGETTAZIONE ATI:

preamplificatore LARSON DAVIS mod.PRM831, microfono di precisione a condensatore LARSON DAVIS mod. 2541 e schermo antivento BRÜEL & KJAER UA 0237.

Il cielo nel corso dei rilievi il 01/06/23 era sereno al mattino poco nuvoloso al pomeriggio, mentre il 19-20/02/24 è stato sereno per entrambi i giorni dei rilievi.

Postazione Rumore 01					
Coordinate GPS		Latitudine	43°28'40.08"N		
		Longitudine	12° 3'25.74"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Anghiari
Sorgente principale	SS 73		Altre sorgenti		---
Localizzazione su ortofoto			Documentazione fotografica		
					

Postazione Rumore 02					
Coordinate GPS		Latitudine	43°28'52.04"N		
		Longitudine	12° 3'53.85"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Monterchi
Sorgente principale	SS 73		Altre sorgenti		---
Localizzazione su ortofoto			Documentazione fotografica		

PROGETTAZIONE ATI:



Postazione Rumore 03

Coordinate GPS		Latitudine	43°29'30.39"N		
		Longitudine	12° 4'49.69"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Monterchi

Sorgente principale		Altre sorgenti			
----------------------------	--	-----------------------	--	--	--

Localizzazione su ortofoto	Documentazione fotografica				
-----------------------------------	-----------------------------------	--	--	--	--



Postazione Rumore 04

Coordinate GPS		Latitudine	43°29'51.77"N		
		Longitudine	12° 5'42.84"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Monterchi

Sorgente principale	SP 42	Altre sorgenti	---		
----------------------------	-------	-----------------------	-----	--	--

Localizzazione su ortofoto	Documentazione fotografica				
-----------------------------------	-----------------------------------	--	--	--	--

PROGETTAZIONE ATI:



Postazione Rumore 05

Coordinate GPS		Latitudine	43°30'15.97"N		
		Longitudine	12° 7'54.02"E		
Regione	Umbria	Provincia	Perugia	Comune	Citerna
Sorgente principale		Attività agricole		Altre sorgenti	---
Localizzazione su ortofoto			Documentazione fotografica		



Postazione Rumore 06

Coordinate GPS		Latitudine	43°28'52.04"N		
		Longitudine	12° 3'53.85"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Monterchi
Sorgente principale		Attività agricole		Altre sorgenti	
Localizzazione su ortofoto			Documentazione fotografica		

PROGETTAZIONE ATI:



Postazione Rumore 07

Coordinate GPS		Latitudine	43°28'52.04"N		
		Longitudine	12° 3'53.85"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Monterchi

Sorgente principale		Altre sorgenti	
----------------------------	--	-----------------------	--

Localizzazione su ortofoto	Documentazione fotografica
-----------------------------------	-----------------------------------



Postazione Rumore 08

Coordinate GPS		Latitudine	43°28'52.04"N		
		Longitudine	12° 3'53.85"E		
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Monterchi

Sorgente principale		Altre sorgenti	
----------------------------	--	-----------------------	--

Localizzazione su ortofoto	Documentazione fotografica
-----------------------------------	-----------------------------------

PROGETTAZIONE ATI:



Postazione Rumore 24 ore - 01

Coordinate GPS	Latitudine	43°28'50.02"N			
	Longitudine	12° 3'46.45"E			
Regione	Toscana	Provincia	Arezzo	Comune	Anghiari
Sorgente principale	E 78 – SS 73		Altre sorgenti	---	
Localizzazione su ortofoto			Documentazione fotografica		
					

In Tabella 6-2 Sintesi dei risultati delle misure si riporta una sintesi dei valori del Leq(A) divisi in funzione del periodo diurno e notturno:

Punto di misura	Data	Leq(A) diurno
Rum_01	01/06/2023	53,3
Rum_02	01/06/2023	62,8
Rum_03	01/06/2023	67,1
Rum_04	01/06/2023	60,0
Rum_05	01/06/2023	48,1

PROGETTAZIONE ATI:

Rum_06	01/06/2023	65,2
Rum_07	01/06/2023	65,8
Rum_08	01/06/2023	64,7

Tabella 6-2 Sintesi dei risultati delle misure

Punto di misura	Data	Leq(A) diurno	Leq(A) notturno
Rum_24 ore_01	19/02/2024	68,7	60,1

Tabella 6-3 Sintesi dei risultati delle misure

6.3. AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE

Le principali azioni di progetto che interferiscono sulla qualità del clima acustico, sono legate a:

Fase di cantiere

- Rumore prodotto dai cantieri fissi e dalle aree operative (tempo di riferimento diurno).
- Rumore prodotto dal transito dei mezzi pesanti lungo la viabilità di cantiere (diurno).

Fase di esercizio

- il traffico che percorrerà la nuova infrastruttura.

La caratterizzazione acustica nelle due fasi è stata effettuata mediante il software di simulazione SoundPlan 8.2.

Per la verifica del rumore indotto dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'asse stradale di progetto è stata sviluppata un'analisi qualitativa e quantitativa dei potenziali impatti acustici indotti dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste dal progetto. L'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", ovvero individuando uno scenario operativo rappresentativo delle condizioni peggiori determinato al variare dell'operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione della tipologia di lavorazioni da eseguire.

Per la caratterizzazione acustica della fase di esercizio dell'infrastruttura stradale secondo lo stato di progetto all'anno 2048 (scenario Post Operam).

La metodologia di lavoro utilizzata in questa fase è finalizzata al calcolo dei livelli acustici in termini di mappatura del suolo e dei valori in facciata degli edifici residenziali allo stato di progetto (mediante il software di simulazione SoundPlan 8.2), e alla valutazione dei valori stimati, in termini di mappatura del suolo e dei valori in facciata, allo stato di progetto in presenza delle eventuali opere di mitigazione acustica.

6.3.1. SINTESI DELLA STIMA DEGLI IMPATTI

6.3.1.1. Fase di cantiere

L'analisi del worst case scenario che permette di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotto dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio, ha evidenziato situazioni di impatto che hanno reso necessario l'inserimento di barriere mobili di altezza pari a tre metri.

PROGETTAZIONE ATI:

6.3.1.2. Fase di esercizio

Nel complesso i risultati del modello di simulazione hanno messo in evidenza una condizione di esposizione al rumore di origine stradale in entrambi gli scenari temporali di riferimento (diurno e notturno), ben al disotto dei limiti normativi ad eccezione di 10 ricettori per i quali si ha un superamento dei limiti, così distribuito:

- 3 nel Comune di Anghiari;
- 2 nel Comune di Monterchi;
- 2 nel Comune di Citerna;
- 3 nel Comune di San Giustino.

Stante quanto detto si è reso necessario ricorrere a sistemi di mitigazione acustica di tipo diretto, in particolare, sono state previste tre barriere antirumore.

6.4. MITIGAZIONI

6.4.1. BARRIERE ACUSTICHE

Il metodo adottato per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale è quello di frapporre tra la fonte del rumore (in questo caso il corpo della infrastruttura) ed i ricettori (edifici residenziali) un ostacolo efficace alla propagazione del suono, Tale ostacolo è costituito da una barriera con idonee caratteristiche di isolamento acustico, e dimensioni tali da produrre l'abbattimento di rumore necessario all'area da proteggere.

	Dettaglio barriere			
	Da km	A km	L [m]	H [m ²]
Barriera 1	0+705	0+747	42	126
Barriera 2	3+510	3+580	70	210
Barriera 3	12+270	12+330	60	180

6.4.2. ULTERIORI MITIGAZIONI

Per migliorare l'efficacia degli interventi di mitigazione sono stati valutati i risultati con l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti che possono ridurre di 2,5 dB il rumore (valore cautelativo).

Dai risultati ottenuti si ritiene che l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti in supporto alle barriere acustiche proposte possa far rientrare le criticità emerse dallo sviluppo dello scenario futuro post operam proiettato al 2048.

6.5. SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le sorgenti d'inquinamento acustico dovute alla cantierizzazione ed all'esercizio dell'opera sono riconducibili, in via prioritaria, alle seguenti tipologie:

- cantieri fissi (ospitanti impianti o lavorazioni che comportino emissioni significative);
- fronte di avanzamento lavori;
- piste e viabilità di cantiere;
- esercizio dell'infrastruttura.

PROGETTAZIONE ATI:

È stato inoltre considerato che per la fase ante operam lo studio di impatto acustico presenta un quadro completo e dettagliato per ciò che riguarda la valutazione della rumorosità. In fase di costruzione particolare attenzione sarà rivolta al monitoraggio delle zone critiche, individuate in base al “piano di cantierizzazione” e al fronte di avanzamento lavori, al fine di individuare con tempestività eventuali situazioni anomale. La fase post operam sarà invece finalizzata a confermare, come da risultanze dello Studio di Impatto Ambientale, che l’impatto dell’opera non determini carichi inquinanti tali da determinare sostanziali violazioni dei limiti previsti dalla normativa cogente. Anche per la fase PO verrà considerato come riferimento lo studio di impatto acustico.

I punti di monitoraggio sono stati posizionati in corrispondenza dei ricettori civili ubicati in prossimità delle aree operative (cantieri fissi e fronte di avanzamento lavori), lungo le strade interessate dai transiti dei mezzi di cantiere, nonché presso i ricettori in adiacenza all’opera in costruzione, cioè dei ricettori che saranno interessati dall’esercizio.

La selezione dei ricettori da monitorare è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- distanza del ricettore dalle fonti di inquinamento (di realizzazione e di esercizio dell’opera);
- persistenza temporale delle fonti di inquinamento durante la fase di corso d’opera;
- presenza di ricettori sensibili (ospedali, scuole, ecc.).

Nel complesso sono stati individuati n° 6 punti di monitoraggio presso i quali si analizzeranno gli inquinanti presi in considerazione nella fase di indagine. Essi sono state posizionate soprattutto in corrispondenza di ricettori prossimi al Cantiere Base e a quelli Operativi. Tutti i punti sono idonei anche per la fase post opera.

L’ubicazione dei punti di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, è riportata nell’elaborato grafico “Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio”.

Nella tabella che segue si riportano le coordinate dei cantieri in prossimità della quali saranno eseguiti i monitoraggi.

Stazione	pk	Posizione	E	N
RUM_01	0+725	Presso ricettore 1E024_2 in corrispondenza dell’imbocco est della galleria “Le Ville” rappresentativo dell’inquinamento indotto in fase di esercizio	262091.00	4818238.00
RUM_02	0+825	Presso ricettore 1E029_3 in corrispondenza del cantiere Base CB01	262257.00	4818271.00
RUM_03	3+530	Presso ricettore 2E024_2 in corrispondenza del rilevato fra le due gallerie naturali. Rappresentativo dell’inquinamento indotto dalle lavorazioni per la realizzazione del rilevato e dell’inquinamento indotto dall’esercizio dell’opera	264450.00	4819754.00
RUM_04	7+300	Presso ricettore 3E004-4 in	268048.00	4820779.00

PROGETTAZIONE ATI:

		corrispondenza dell'imbocco ovest della galleria "Citerna" rappresentativo dell'inquinamento indotto in fase di esercizio e in corrispondenza del cantiere operativo CO2b		
RUM_05	11+850	Presso ricevitore 3E050_2 in corrispondenza del cantiere Base CB02	271982.00	4821753.00
RUM_06	12+325	Presso ricevitore 3E063_2 rappresentativo dell'inquinamento indotto in fase di esercizio	272473.00	4821845.00

Tabella 6-4 Posizione punti di monitoraggio

L'esatta ubicazione delle stazioni sarà definita e comunicata prima dell'inizio dell'attività. In linea generale, nella Tavola riportante i punti di monitoraggio delle diverse matrici essi sono stati ubicati in prossimità del nucleo residenziale o produttivo più vicino.

6.6. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

6.6.1. MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE

Il monitoraggio acustico finalizzato alla verifica dei livelli di rumore indotti dal traffico veicolare consiste in una serie di rilevamenti fonometrici in specifici punti individuati sulla base delle risultanze della modellazione acustica.

In corrispondenza dei ricevitori per i quali si prevede il monitoraggio, la campagna fonometrica consiste in un rilievo settimanale in ambiente esterno.

Per quanto concerne la strumentazione, questa deve essere conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16.03.1998, ovvero di classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri ed i microfoni utilizzati devono essere conformi alle specifiche indicate dalle norme CEI EN 61260 e 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

6.6.1.1. Parametri da monitorare

Per quanto concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

- Time history del Leq(A) con frequenza di campionamento pari a 1 minuto;
- Leq(A) orari;
- Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo notturno (22:00-6:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo diurno e notturno medio settimanale;
- Livelli acustici percentili (L99, L95, L90, L50, L10, L1) su base settimanale;
- Parametri meteorologici (temperatura, precipitazioni atmosferiche, velocità e direzione del vento).

6.6.1.2. Metodiche di monitoraggio

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito "box" ovvero postazioni mobili tipo

“automezzi attrezzati”. Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4.

Preliminarmente all'attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 -Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB.

Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio più esposto ai livelli di rumore più elevati e ad una quota rispetto al piano campagna di 4 metri. Qualora l'edificio sia caratterizzato da più livelli, compatibilmente con le caratteristiche fisiche dell'edificio e la disponibilità di accesso, il microfono dovrà essere preferibilmente posizionato al piano superiore.

In accordo a quanto previsto dal DM 16.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

La misura è tipo in continuo per una durata di misurazione di una settimana (7 giorni).

Rilievi parametri meteo

Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- l'umidità relativa,
- la pressione atmosferica,
- le precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Vento:
 - Velocità con precisione $\pm 3\%$;
 - Direzione con precisione $\pm 3\%$;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione $\pm 5\%$;
- Temperatura: con precisione $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a 20°C ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a 60°C ;
- Umidità relativa: con precisione $\pm 3\%$ per umidità relativa fino a 90% e $\pm 5\%$ con umidità relativa da 90% a 100%.

L'installazione dei sensori di rilevamento è in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio acustico. Questa deve essere posizionata ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni. L'altezza dal piano campagna deve essere superiore a 3 m.

PROGETTAZIONE ATI:

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico e ortofoto con localizzazione del punto di misura rispetto l'asse stradale;
- Caratteristiche di posizionamento del microfono;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione fonometrica utilizzata
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli acustici secondo il quadro normativo;
- Data inizio e fine misura;
- Esito della calibrazione della strumentazione;
- Parametri acustici monitorati;
- Parametri meteo rilevati;
- Certificati di taratura della strumentazione
- Firma del Tecnico Competente.

6.6.2. MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DA CANTIERE

L'obiettivo del monitoraggio di cantiere è quello di verificare i livelli acustici durante la fase di Corso d'Opera indotti dalle attività di cantiere in prossimità dei ricettori più esposti. L'attività consiste pertanto in una serie di misure fonometriche programmate durante l'intero periodo di cantiere in modo da:

- rendere alta la probabilità che il monitoraggio individui le situazioni maggiormente impattante dal punto di vista acustico;
- consentire di valutare l'emissione sonora del solo cantiere, separandola da quella delle altre sorgenti presenti nella zona.

Ne consegue come le misure fonometriche sono finalizzate al rilevamento dei livelli acustici indotti dalle attività di cantiere rumorose generate dai mezzi di cantiere presenti.

6.6.2.1. Parametri da monitorare

Per quanto concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

- Time history del $L_{eq}(A)$;
- $L_{eq}(A)$, L_{max} , L_{min} e livelli acustici percentili (L_{99} , L_{95} , L_{90} , L_{50} , L_{10} , L_1);
- $L_{eq}(A)$ nel periodo diurno (6:00-22:00);
- $L_{eq}(A)$ nel periodo notturno (22:00-6:00);
- Analisi spettrale in terzi di ottava;
- Parametri meteorologici.

6.6.2.2. Metodiche di monitoraggio

Per quanto concerne le metodiche di monitoraggio queste risultano le stesse considerate per il monitoraggio del rumore stradale.

PROGETTAZIONE ATI:

Rilievo acustico

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito “box” ovvero postazioni mobili tipo “automezzi attrezzati”. Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4. Il tempo di osservazione è pari a 24 ore in continuo.

Preliminarmente all’attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d’uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali). Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 -Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB. Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una altezza di 4 metri rispetto al piano campagna e, se in corrispondenza di edifici, ad 1 metro dalla facciata. In accordo a quanto previsto dal DM 18.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

Rilievi parametri meteo

Durante l’intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l’archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell’aria,
- l’umidità relativa,
- la pressione atmosferica,
- le precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Vento:
 - Velocità con precisione $\pm 3\%$;
 - Direzione con precisione $\pm 3\%$;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione $\pm 5\%$;
- Temperatura: con precisione $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a 20°C ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a 60°C ;

Umidità relativa: con precisione $\pm 3\%$ per umidità relativa fino a 90% e $\pm 5\%$ con umidità relativa da 90% a 100%.

L’installazione dei sensori di rilevamento è in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio acustico. Questa deve essere posizionata ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbo-lenze e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni. L’altezza dal piano campagna deve essere superiore a 3 m.

PROGETTAZIONE ATI:

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico e ortofoto con localizzazione del punto di misura rispetto l'asse stradale;
- Caratteristiche di posizionamento del microfono;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione fonometrica utilizzata
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli acustici secondo il quadro normativo;
- Data inizio e fine misura;
- Esito della calibrazione della strumentazione;
- Parametri acustici monitorati;
- Parametri meteo rilevati;
- Certificati di taratura della strumentazione
- Firma del Tecnico Competente.

6.7. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Per la scelta dei punti di misura sono state individuate alcune postazioni localizzate nei pressi delle aree di cantiere e altri in corrispondenza delle aree più critiche durante la fase di esercizio, in particolare in corrispondenza dell'ingresso uscita galleria (area di sbocco delle gallerie con maggior emissione acustica) dove ci sono aree oppure densamente popolate o in prossimità di ricettori a destinazione turistica. In linea generale il monitoraggio è settimanale per la verifica delle barriere acustiche o in continuo 24h per monitorare la fase di cantiere.

Di seguito si dettagliano le fasi in corrispondenza della quali è previsto il monitoraggio, le tecniche di misura e le fasi:

- **Ante operam (AO):**
 - **Misurazioni in continuo per 7 giorni:** Il monitoraggio sarà condotto attraverso centraline in continua posizionate in nr. 6 postazioni rappresentative del rumore da traffico. È prevista 1 misura settimanale.
- **In corso d'opera (CO):**
 - **Misurazioni in continuo per 24 h:** Il monitoraggio sarà condotto attraverso centraline in continua posizionate per 24 h in nr. 4 postazioni rappresentative di ricettori residenziali esposti.
Il monitoraggio sarà effettuato 4 volte all'anno per l'intera durata dei cantieri e verrà effettuata in corrispondenza d/ei recettori esposti ai cantieri attivi al momento dei rilievi.
- **Post operam (PO):**
 - **Misurazioni in continuo per 7 giorni:** saranno ripetuti rilevamenti in nr. 4 postazioni individuate, con le stesse modalità dell'ante-operam (centralina ubicata per 7 giorni, una ripetizione nel primo anno successivo alla fine delle lavorazioni al fine di verificare l'efficacia delle barriere acustiche).

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione Rilievo 24h	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Frequenza numero	Durata	n. campagne
RUM_01	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	1 giorno	4/anno
RUM_02	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	1 giorno	4/anno
RUM_04	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	1 giorno	4/anno
RUM_05	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	1 giorno	4/anno

Stazione misura settimanale	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Frequenza numero	Durata	n. campagne
RUM_01	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_02	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_03	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_04	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_05	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_06	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

6.8. SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei monitoraggi per la componente rumore.

Stazione	AO	CO (durata cantiere 78 mesi)	PO
	Misure in continuo 7 gg	Misure in continuo 24 ore (1 giorno)	Misure in continuo 7 gg
RUM_01	1	26	1
RUM_02	1	26	
RUM_03	1		1
RUM_04	1	26	
RUM_05	1	26	1
RUM_06	1		1
TOT	6	104	4

PROGETTAZIONE ATI:

7. ACQUE SUPERFICIALI

7.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del contesto normativo vigente in materia di qualità dell'acqua, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

7.1.1. NORMATIVA COMUNITARIA

- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE).
- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20/11/2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331);
- EC-European Commission 2012. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 28. Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances. ISBN 978-92-79-23823-9.
- EC-European Commission 2015. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Technical Report – 086 CIS guidance document n. 31. (ISBN 978-92-79-45758-6).
- EC Direttiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 agosto 2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

7.1.2. NORMATIVA NAZIONALE

- Decreto Legislativo 172 2015. Attuazione della Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le Sostanze
- ISPRA 2014. Elementi per l'aggiornamento delle norme tecniche in materia di valutazione ambientale. Manuali e Linee guida 109/2014. Roma 24/3/2014. (ISBN 978-88-448-0649-1).
- ISPRA, 2015. Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA. (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.). Indirizzi metodologici specifici: Ambiente idrico, (Capitolo 6.2). REV. 1 DEL 17/06/2015.
- D.Lgs n. 152 del 11.05.1999 – “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE”.
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - “Norme in materia ambientale”
- Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20, Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R, Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento).
- Regione Toscana, 2009. Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana - Attuazione delle disposizioni di cui all'art.2 del DM 131/08 (acque superficiali) e degli art. 1,3 e all. 1 del D.Lgs. 30/09 (acque sotterranee). Delibera n. 939 del 26-10-2009. Allegato 1 Procedure, criteri e metodi di identificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei della Toscana e di determinazione della classe di rischio.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. 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». (09G0065), S.O. n.83). G.U., 2009.
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, 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 medesimo decreto legislativo. Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale n. 30 del 7 febbraio 2011 - Serie generale.
 - D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219. 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. (10G0244).
 - D.M. 27/11/2013, n. 156. Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, 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 medesimo decreto legislativo. (14G00002) (GU Serie Generale n.10 del 14-01-2014).

7.1.3. LEGGI REGIONALI

- Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento". e s.m.i – Regione Toscana
- Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R "Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento". e s.m.i – Regione Toscana
- Piano di Tutela delle Acque della Toscana del 2005
- Piano tutela delle acque Regione Umbria (DGR 1646/2016) – aggiornamento 2016-2021.

7.2. STATO QUALITATIVO ATTUALE

L'intervento in progetto si sviluppa nell'ambito del Bacino del Tevere, che si estende, con forma allungata, in direzione meridiana. Ha una superficie di oltre 17.000 km², di cui quasi il 90% suddiviso fra Lazio e Umbria, la restante superficie in Toscana, Abruzzo, Marche e, in minima parte, in Emilia Romagna (cfr. Figura 1). Il Tevere nasce sull'Appennino tosco-emiliano e sfocia nel Mar Tirreno dopo un percorso di circa 400 km.

Il bacino è limitato ad Est dalla dorsale dell'Appennino umbro-marchigiano, con cime che raggiungono i 2200 m s.m., mentre ad Ovest, sui rilievi tosco-laziali, lo spartiacque non supera i 1000 m s.l.m.. Il percorso del fiume, circa meridiano fino alla confluenza con l'Aniene, viene bruscamente deviato verso Sud-Ovest dall'apparato vulcanico dei Colli Albani nei pressi di Roma.

I principali affluenti del Tevere sono: il Chiani-Paglia e il Treia sulla riva destra, il Chiascio-Topino, il sistema Salto-Turano-Velino-Nera e l'Aniene sulla sinistra, da cui provengono i maggiori apporti in termini di portata. L'area oggetto di intervento si sviluppa nell'alto bacino del F. Tevere.



Figura 7–1 Bacino del F. Tevere. In rosso è segnalata l’area interessata dalla realizzazione dell’opera in progetto; in rosa è riportato il sottobacino “Alto bacino del F. Tevere”, chiuso a monte della confluenza con il F. Chiascio.

7.3. RETE IDROGRAFICA

7.3.1. RETE IDROGRAFICA PRINCIPALE

Caratteristiche. Sulla base delle caratteristiche descritte dall’Autorità di bacino del F. Tevere, l’area oggetto di intervento ricade nel sottobacino chiuso a monte della confluenza con il F. Chiascio. In quel punto la superficie del sottobacino sotteso è pari a circa 2184 km². Le ulteriori caratteristiche del sottobacino sono riportate Tabella 7-1.

Sup. totale	2.184 km ²
Sup. Permeabile	293 km ²
Altitudine massima	1408 m.s.m.
Altitudine minima	512 m.s.m.
Portata media	30 m ³ /s

PROGETTAZIONE ATI:

Porta minima sorgentizia	0,5 m ³ /s
Portata massima	644 m ³ /6
Lunghezza	135 km

Tabella 7-1 Tevere a monte del F. Chiascio. Dati caratteristici del bacino. Fonte: Autorità di Bacino del F. Tevere.

Nell'ambito del sottobacino il Fiume riceve i contributi di affluenti laterali di un certo rilievo, soprattutto in relazione gli apporti in regime di piena, tra i quali il citato T. Cerfone (324 km²), il T. Nestore (215 km²), il T. Carpina (132 km²), il T. Niccone (153 km²) ed il T. Assino (177 km²).

Idrologia. L'idrologia del tratto di F. Tevere qui considerato è fortemente dipendente dalla gestione dell'invaso artificiale di Montedoglio (AR) realizzato, in territorio toscano, mediante sbarramento sul tratto iniziale del fiume.

Per quel che concerne il regime idrologico ordinario i dati di portata media giornaliera disponibili, relativi alla stazione di S.Lucia (a sud di Città di Castello, a valle del territorio oggetto di realizzazione dell'intervento in progetto) sono i seguenti:

Stazione idrometrica	Quota [m s.m.]	Superficie [km ²]	Periodo di osservazione	Q med [km ²]
Tevere a S.Lucia	261	934	40-43; 49-62; 64-68; 70-71	13.5

Tabella 7-2 Porta media del F. Tevere. (Fonte: P.T.A. Regione Umbria).

Per quel che concerne il regime delle **portate di piena**, il F. Tevere presenta, nel nodo idraulico corrispondente alla confluenza del T. Cerfone i valori riportati nella seguente Tabella 7-3

Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Specie ittica di riferimento	D.M.V. [m ³ /s]				
			A	B	C	D	
						Qott	Q60
Tevere	S.Lucia	Barbo	0.295	0.233	0.594	1.729	1.038

Tabella 7-3 Portate di D.M.V. del F. Tevere

Gli affluenti del F. Tevere nel territorio interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto sono principalmente i seguenti:

- T. Cerfone;
- T. Sovara;

Dal punto di vista idrografico il T. Sovara confluisce nel T. Cerfone, per poi immettersi nel F. Tevere come affluente in destra idrografica.

Anche se non interferiti dal progetto in esame si cita anche il T. Selci Lama, affluente di destra del F. Tevere, analizzato dallo studio Idrologico di progetto (T00ID00IDRRE01A) e il T. Regnano.

Dal punto di vista idrografico il T. Sovara confluisce nel T. Cerfone, per poi immettersi nel F. Tevere come affluente in destra idrografica, mentre il T. Selci-Lama, incrementato nella portata dalla confluenza con il T. di Pitigliano poco più a monte, si congiunge al Tevere come tributario di sinistra. Per finire, anche il T. di Regnano, posto più a sud dell'abitato di Piosina, confluisce nel F. Tevere come affluente di sinistra, nel territorio comunale di Città di Castello.

T. Cerfone. Il T. Cerfone nasce dal Monte Castello (1414 m s.l.m.); il suo corso si snoda per i primi 31 km in territorio toscano, confluendo nel Tevere presso Lerchi (PG) (Figura 3). Lungo il suo percorso riceve le acque di numerosi rii ed affluenti il maggiore dei quali è il Padonchia, che si sviluppa per circa 13 km di lunghezza.



Tabella 7-4 Bacino del T. Cerfone. In rosso il tracciato dell'opera in progetto. In verde i sottobacino del T. Cerfone e del suo affluente, il T.Sovara.

Il regime del T. Cerfone è tipicamente appenninico, alternando periodi di magra a periodi di piena durante l'autunno e la primavera. Nel suo alto corso, a monte di Palazzo del Pero (AR), il T. Cerfone ha carattere torrentizio montano, con costante apporto di acqua durante tutto l'anno. Nella piana di Palazzo del Pero, il prelievo idrico e la natura del substrato determinano un totale inaridimento del torrente. Le acque durevoli riprendono poi a località Intoppo, dove la falda riaffiora. L'alveo, di ampiezza variabile tra i 5 e i 10 m di larghezza, è circondato da vegetazione arbustiva, mentre il letto è costituito da rocce e pietrisco, con tracce di detrito e frammenti fibrosi sul fondo (Foto 7-1).

PROGETTAZIONE ATI:



Foto 7-1 Cerfone sulla destra della SP221, poco a valle di Monterchi (AR).

Il T. Sovara. Il T. Sovara nasce presso Campo Maggio (690 m s.l.m.) e, dopo un percorso di circa 30 km, confluisce nel T. Cerfone in località Vintone (AR), già in territorio umbro (cfr. Figura 3). Il centro abitato di maggior importanza posto all'interno del bacino del Sovara è Anghiari (AR).

Il corso del fiume si snoda prevalentemente in area pedemontana mentre il bacino montano è relativamente poco sviluppato. Il corso d'acqua ha caratteristiche tipiche di un torrente appenninico, con un regime idraulico soggetto a periodi di magra alternati a periodi, di piena, anche repentina, in relazione all'andamento meteorologico stagionale.

Nel suo alto corso, a monte della località Bagnolo, il T. Sovara scorre incassato in una stretta valle tra abbondante vegetazione, con carattere torrentizio montano e costante apporto di acqua durante tutto l'anno. Nella piana posizionata nei pressi di Tavarnelle, il prelievo idrico e la natura del substrato, determinano un totale inaridimento del T. nei mesi estivi. Le acque durevoli riprendono poi nel tratto terminale dove la falda riaffiora

T. Selci-Lama e T. Regnano. I corsi d'acqua del T. Selci-Lama e del T. Regnano nel loro complesso sono considerati come corsi d'acqua di minore importanza rispetto agli affluenti descritti in precedenza a motivo dei limitati apporti in termini di portata - decisamente inferiori ai Torrenti Cerfone e Sovara – e dal fatto che tali corsi d'acqua risultano entrambi intercettati da piccoli invasi a monte della confluenza con il Tevere, con un contributo alla generazione della pericolosità idraulica pressoché nullo.

Gli sbarramenti a scopo irriguo, presenti nel bacino, sono stati realizzati dalla Regione Umbria a fini irrigui e vengono oggi gestiti dalla Comunità Montana Alto Tevere Umbro mentre, per quanto riguarda la gestione e il controllo dell'irrigazione derivante dall'uso dei quantitativi idrici

PROGETTAZIONE ATI:

immagazzinati dalla diga di Sovara, la competenza sulla gestione ricade sull'E.I.U.T. - Ente Irriguo Umbro-Toscano.

Entrambi i corsi d'acqua, tributari del F. Tevere e con sorgenti situate a circa mille metri s.l.m., evidenziano le tipiche caratteristiche dei torrenti appenninici, con un esiguo ma costante apporto idrico durante tutto l'anno.

Corsi d'acqua minori

Nella tabella che segue si riportano i corsi d'acqua minori attraversati dal tacciato stradale e il relativo bacino idrologico.

Attraversamento	Area [km ²]
Rio Rosciano	0.18
Rio dell'Erbosa	0.30
Fosso della Centena	3.26
Torrente km. 4+450	0.58
Rio del Paradiso	0.34
Rio km. 8+050	0.06

Tabella 7-5 Corsi d'acqua minori

7.3.2. INDAGINE QUALITÀ DELLE ACQUE NELL'AREA DI PROGETTO

Per la caratterizzazione della qualità delle acque superficiali è stato eseguito il monitoraggio chimico-biologico-ecologico dei corpi idrici superficiali localizzati nel tratto Le Ville (Monterchi, AR) – Selci Lama (San Giustino, PG). Sono stati presi in considerazione e quindi monitorati gli ambienti fluviali più significativi che potrebbero subire interferenze, sia in fase di realizzazione sia in fase di esercizio, da parte della progettata rete viaria a quattro corsie che è da realizzare per l'adeguamento della SGC (E78) Grosseto – Fano.

Le analisi eseguite sono state finalizzate alla specifica caratterizzazione ambientale ed alla definizione dello Stato Ecologico dei singoli corsi d'acqua monitorati.

Nelle sezioni o tratti monitorati sono state condotte le seguenti specifiche indagini:

Codice stazione	Corso d'acqua	Chimica delle acque	Macroinvertebrati	Diatomee bentoniche	Macrofite acquatiche	Indici Biologici-Ecologici per valutare la qualità dell'Ecotono ripario			
		Indice LIM _{eco}	Indice STAR_ICMi	Indice ICMi	Indice IBMR	I.F.F.	W.S.I.	B.S.I.	Q.H.E.I.
Tev1	F. Tevere a monte	X	X	X	X	-	-	-	-
Tev2	F. Tevere a valle	X	X	X	X	-	-	-	-
Sov1	T. Sovara a monte	X	X	X	X	-	-	-	-
Sov2	T. Sovara a valle	X	X	X	X	-	-	-	-
Tev	F. Tevere (intersezione)	-	-	-	-	X	X	X	X
Sov	T. Sovara (intersezione)	-	-	-	-	X	X	X	X
Par.	Rio Paradiso	-	-	-	-	X	X	X	X
Erb.	Rio dell'Erboso	-	-	-	-	X	X	X	X

PROGETTAZIONE ATI:

Ras.	Rio Rasciano	-	-	-	-	X	X	X	X
Alv.	Fosso degli Alveri	-	-	-	-	X	X	X	X
Cent.	Fosso della Centena	-	-	-	-	X	X	X	X

Tabella 7-6 Sintetica indicazione delle indagini di ecologia delle acque interne eseguite nelle specifiche sezioni

7.3.3. STAZIONI DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Gli ambienti fluviali monitorati sono stati georeferenziati con coordinate Gauss-Boaga mediante navigatore portatile eTrex della GARMIN Corp. ed identificati con il seguente specifico ed univoco codice.

Il monitoraggio degli Elementi Biologici di qualità (Macroinvertebrati bentonici, Diatomee bentoniche e Macrofite acquatiche) e della qualità delle acque (Indice LIM_{eco}) è stato eseguito nelle seguenti quattro sezioni (Tabella 7-7) localizzate in modo tale da analizzare e confrontare la condizione di valle rispetto a quella di monte.

Codice stazione di monitoraggio	Corso d'acqua	Localizzazione rispetto all'intervento	Comune	WGS84 UTM 33T (m)	
				Est	Nord
Tev1	Fiume Tevere	Monte	San Giustino (PG)	270975,86	4821654,12
Tev2	Fiume Tevere	Valle	San Giustino (PG)	271059,83	4821475,61
Sov1	Torrente Sovara	Monte	Citerna (PG)	269553,74	4820812,8
Sov2	Torrente Sovara	Valle	Citerna (PG)	269867,72	4820166,89

Tabella 7-7 Localizzazione delle sezioni in cui si è eseguito il monitoraggio degli Elementi Biologici di qualità

I campionamenti degli Elementi Biologici di qualità e delle acque sono stati condotti nelle sezioni indicate nella successiva mappa riportata nella Figura 7-2.



Figura 7-2 Mappa con indicazione delle sezioni di monte e di valle monitorate sul F. Tevere e T. Sovara

L'analisi degli Indici Biologici-Ecologici costituiti dall'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.), Indice della Capacità Tampone (B.S.I.), Indice per la Valenza Naturalistica (W.S.I.) ed Indice di Valutazione della Qualità dell'Habitat (Q.H.E.I.) è stata condotta nei seguenti sette tratti localizzati in modo tale da descrivere la condizione dell'ambiente ripario che sarà interferito dall'opera viaria.

Codice tratto di monitoraggio	Corso d'acqua	Localizzazione rispetto all'intervento	Comune
Tev.	Fiume Tevere	Intersecato	San Giustino (PG)
Sov.	Torrente Sovara	Intersecato	Citerna (PG)
Par.	Rio Paradiso	Intersecato	Citerna (PG)
Erb.	Rio dell'Erboso	Intersecato	Citerna (PG)
Ras.	Rio Rasciano	Intersecato	Citerna (PG)
Alv.	Fosso degli Alveri	Adiacente e intersecato	Citerna (PG)
Cent.	Fosso della Centena	Adiacente	Monterchi (AR)

Tabella 7-8 Ambienti in cui è eseguito il monitoraggio delle rive

I rilievi per l'applicazione degli indici Biologici-Ecologici sono stati condotti in sinistra e destra idrografica dei tratti indicati nella successiva mappa (Figura 7-3 Mappa con indicazione dei tratti in cui si sono applicati gli indici di qualità delle rive).

PROGETTAZIONE ATI:

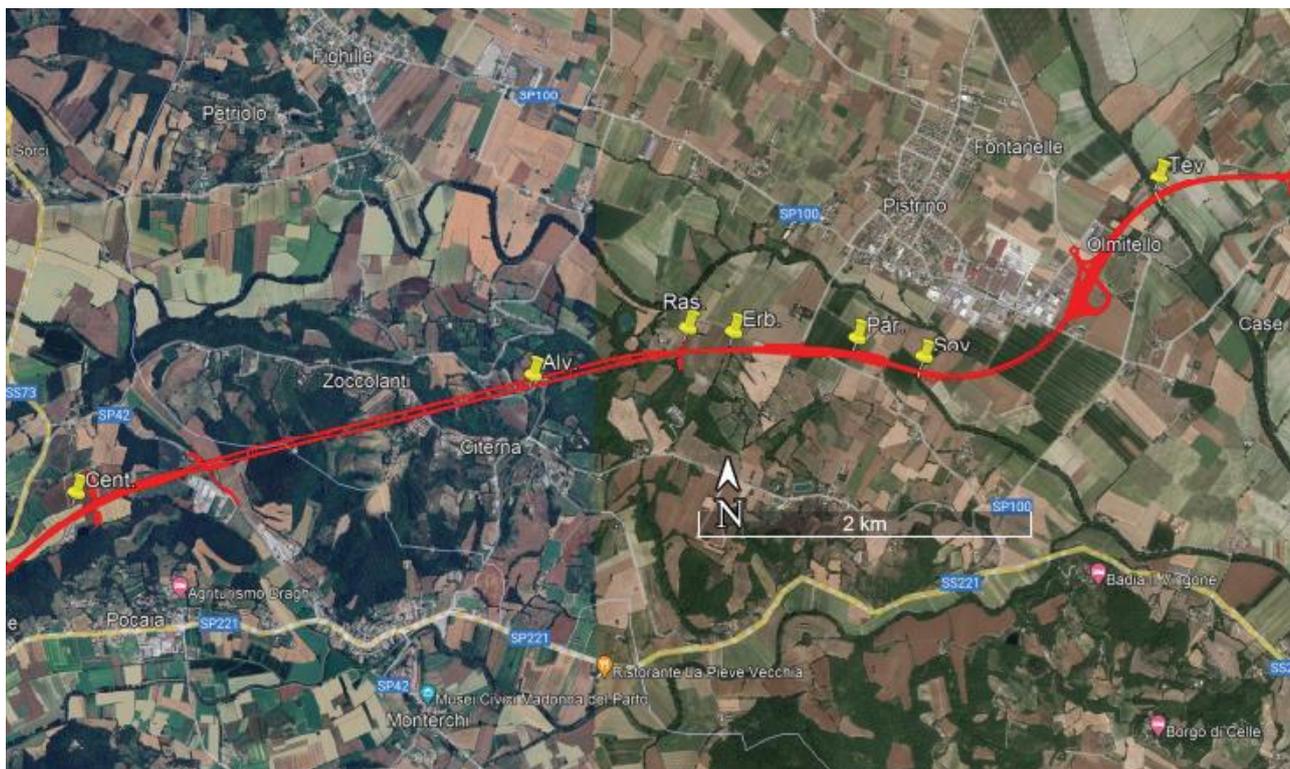


Figura 7-3 Mappa con indicazione dei tratti in cui si sono applicati gli indici di qualità delle rive

La geolocalizzazione delle fasce riparie monitorate con gli Indici Biologici-Ecologici è riportata nella successiva.

Corso d'acqua	Codice tratto di monitoraggio	WGS84 UTM 33T (m)			
		Monte		Valle	
		Est	Nord	Est	Nord
Fiume Tevere	Tev.	271015,44	4821571,47	271054,33	4821484,43
Torrente Sovara	Sov.	269573,25	4820556,52	269559,67	4820490,81
Rio Paradiso	Par.	269173,05	4820663,17	269142,64	4820618,86
Rio dell'Erboso	Erb.	268432,19	4820725,35	268412,59	4820680,52
Rio Rasciano	Ras.	268158,03	4820757,58	268140,5	4820676,37
Fosso degli Alveri	Alv.	267262,01	4820544,73	267223,94	4820501,97
Fosso della Centena	Cent.	264452,46	4819890,95	264365,27	4819854,49

Tabella 7-9 Coordinate degli estremi dei tratti fluviali monitorati

7.4. AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE

In Fase di cantiere le azioni di progetto, i fattori di perturbazione e le mitigazioni adottate in fase di cantiere sulla matrice in esame sono riassunti nella tabella che segue, con i relativi fattori di perturbazione:

PROGETTAZIONE ATI:

Azione di progetto	Fattore di impatto	Indicatore	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto
<i>Cantiere</i>			
Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le opere)	Acque reflue e meteoriche	Qualità delle acque dei ricettori	<p>La gestione delle acque avviene in forma separata per le seguenti tipologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere; - lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo; - scarichi civili. <p>Le acque reflue e meteoriche saranno gestite in modo da non determinare problematiche ambientali.</p>

In Fase di esercizio le azioni di progetto, i fattori di impatto e le mitigazioni sono:

Azione di progetto	Fattori di impatto	Aspetti della matrice ambientale	Mitigazioni
Presenza nuovo corpo stradale	Opere di attraversamento stradale	Regime idrico	Realizzazione opere di attraversamento per le quali è stata elaborata la verifica idraulica
Piattaforma stradale	Acque di piattaforma	Qualità delle acque dei ricettori	Gestione acque di prima pioggia attraverso la realizzazione della rete di raccolta che confluisce nelle vasche di prima pioggia per il trattamento.
Piattaforma stradale	Impermeabilizzazione del suolo	Invarianza idraulica	Verifica dell'invarianza idraulica e gestione attraverso canalizzazione e realizzazione della vasca di laminazione in prossimità della rotatoria per Fano

7.5. SINTESI DEGLI IMPATTI

Gli impatti sono essenzialmente legati alla potenziale alterazione della qualità delle acque, in particolare durante la fase di cantiere.

Nei confronti degli attraversamenti dei corsi d'acqua minori per i quali è prevista la realizzazione di tombini, si registra, nel breve tratto di attraversamento, il peggioramento dello stato ecologico.

PROGETTAZIONE ATI:

I corsi d'acqua attraversati, a parte il torrente S. Antonio e il torrente Romiti, sono caratterizzati da regime torrentizio con flussi idrici non continuo nel periodo estivo.

Le mitigazioni degli impatti sono finalizzate alla corretta gestione delle acque meteoriche e, limitatamente alle aree cantiere, di quelle reflue.

7.6. STAZIONI DI MONITORAGGIO

Date le caratteristiche idrografiche e la diversa valenza naturalistica dei punti di monitoraggio è stato considerato il torrente Savuto e il fiume Tevere.

Il resto dei corsi d'acqua minori è a regime torrentizio con periodo senza flusso idrico.

In base ai criteri indicati sono stati individuati i seguenti punti di monitoraggio:

Stazione di monitoraggio	Localizzazione	Coordinate	
		N	E
ASU 01	Fiume Tevere – lato monte	43°30'46	12°09'58"
ASU 02	Fiume Tevere – lato valle	43°30'38"	12°10'06"
ASU 03	Torrente Sovara - Lato Monte	43°30'18"	12°08'50"
ASU 04	Torrente Sovara – Lato Valle	43°29'56"	12°09'12"

7.7. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DEL RILEVAMENTO

Con l'entrata in vigore il D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii., recante "Norme in materia ambientale" che recepisce la Direttiva 2000/60/CE, sono state introdotte sostanziali innovazioni in tema di indagine e classificazione delle acque superficiali.

Il decreto ha ripreso sostanzialmente le indicazioni e le strategie individuate dal precedente (D.Lgs. 152/99, attualmente abrogato), riscrivendo però la sezione relativa alla classificazione dei corpi idrici e gli obiettivi di qualità ambientale.

Nel decreto del 2006 e nelle successive modifiche ed integrazioni vengono elencati, per le varie tipologie di acque superficiali, gli "elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico" e sono date delle "definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico elevato, buono e sufficiente" per ogni elemento di qualità, privilegiando gli elementi biologici.

Relativamente al progetto in esame l'impostazione prevede:

- Parametri chimici e biologici;
- Rilievo dello stato ecologico attraverso gli indici degli elementi biologici di qualità.

7.7.1. PARAMETRI FISICO-CHIMICI E BATTERIOLOGICI

Per quanto riguarda lo stato chimico il D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. definisce gli standard di qualità ambientali per varie matrici, in particolare nella tabella 1/A dell'allegato I alla parte III del D. Lgs. 152/2006, sono elencate le sostanze prioritarie da ricercare nelle acque superficiali e le concentrazioni che identificano il buono stato chimico di un corpo idrico.

Nella tabella a seguire si riporta i parametri che saranno rilevati:

PROGETTAZIONE ATI:

parametri	u.m.	valore di riferimento	
FISICO-CHIMICI			
D.M. 260/2010			
BOD5	mg/L	5	
COD	mg/L		
Carbonio Organico Totale (TOC)	mg/L		
Conduttività elettrica (a 20°C)	µs/cm		
Durezza totale	mgCaCO3/L		
Fosforo totale	µg P/ L		
Nitriti	mg/L		
N-NH4	mg/L		
N-NO3	mg/L		
Ossigeno disciolto	%		
Ossigeno disciolto	mg/L		
pH			
Potenziale Redox	mV		
Temperatura dell'acqua	°C		
Cloruri	mg/l		
Azoto totale	mg/l		
Solfati	mg/L		
Solidi sospesi totali	mg/L		
CHIMICI			
D.Lgs. n. 172/2015 - Tabella 1/A		SQA-MA	SQA-CMA
Piombo	µg/L	1.2	
Cadmio	µg/L	0,08-0,25	
Mercurio	µg/L		0.07
Nichel	µg/L	4	
Triclorometano	µg/L	2.5	
1,2-Dicloroetano	µg/L	10	
Tricloroetilene	µg/L	10	
Tetracloroetilene	µg/L	10	
Esaclorobutadiene	µg/L	0.05	
Benzene	µg/L	10	
Benzo(a)-pirene	µg/L	10	
D.Lgs. n. 172/2015 - Tabella 1/B		SQA-MA	
Arsenico	µg/L	10	
Cromo totale	µg/L	7	
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	10	
Toluene	µg/L	5	

PROGETTAZIONE ATI:

parametri	u.m.	valore di riferimento
m-Xilene	µg/L	5
p-Xilene	µg/L	5
o-Xilene	µg/L	5
D.Lgs. n. 152/06 - Tabella 2 allegato 5 parte IV		
Alluminio	µg/L	200
Ferro	µg/L	200
Manganese	µg/L	50
Selenio	µg/L	10
Cromo Esavalente	µg/L	5
Altro		
Idrocarburi totali	µg/L	
Tensioattivi anionici	µg/L	
Tensioattivi non ionici	µg/L	
BATTERIOLOGICI		
D.M. 260/2010		SQA-MA SQA-CMA
Escherichia coli	UFC/100 mL	

7.7.2. STATO ECOLOGICO

Indici relativi agli elementi biologici di qualità

- **LIM_{eco}** (Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori per lo Stato Ecologico) è stato calcolato mediante la procedura indicata nel DM 260/2010 per elaborare le concentrazioni di quattro macrodescrittori (percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico e Fosforo totale);
- **Indice metrico comune di intercalibrazione STAR_ICMi**, il metodo, che ha sostituito l'Indice Biotico Esteso (IBE) (utilizzo in Italia fino all'abrogazione del D.Lgs. 152/1999), è stato introdotto in Italia con il D.Lgs. n. 152/2006 e, specificatamente, con il decreto attuativo n. 260/2010 e soddisfa la Direttiva 2000/60/CE. Il metodo prevede un campionamento di tipo multi-habitat proporzionale, con prelievo quantitativo di macroinvertebrati effettuato su una superficie nota in maniera proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato e il calcolo di un indice composto da 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la Direttiva 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità) (Buffagni A., Erba S., 2007-2008). Il protocollo di campionamento dell'indice suddetto dovrà essere conforme a quanto specificato nel Manuale e Linee Guida 111/2014 "Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc. n. 38/13CF".

7.7.1. METODOLOGIA D'ANALISI

A seguire si riportano le specifiche dei metodi per l'analisi degli indici indicati.

PROGETTAZIONE ATI:

Analisi chimiche per il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIMEco)

Le indagini analitiche sono state eseguite con i metodi riportati nella seguente tabella.

Parametro	Metodo/Strumento
Temperatura (°C)	Sonda Multiparametrica Hanna mod. HI 98494
pH	
Potenziale Redox (mV)	
Conducibilità totale a 20° (µS/cm)	
Ossigeno disciolto (mg/l)	
Ossigeno disciolto (% saturazione)	
Azoto ammoniacale (come N)	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Azoto nitrico (come N)	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Fosforo totale (come P)	APAT CNR IRSA 3010 A Man 29 2003 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003

Il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori per lo Stato Ecologico (LIMEco) è stato calcolato mediante la procedura indicata nel D.M. 260/2010 per elaborare le concentrazioni di quattro macrodescrittori (percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico e Fosforo totale).

La procedura di calcolo prevede di assegnare un punteggio sulla base della concentrazione misurata e le soglie di concentrazione per il calcolo del LIMEco sono indicate nella seguente tabella.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (%sat.)	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
NH ₄ (mg/l)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
NO ₃ (mg/l)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (P mg/l)	< 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	> 0,4
Punteggio da attribuire	1	0,5	0,25	0,125	0

Questo metodo di calcolo integrato, che si basa su cinque livelli e specifiche soglie per i singoli macrodescrittori, ha il pregio di identificare, fra i macrodescrittori considerati, quelli che abbassano il giudizio complessivo trovandosi ad un livello di inquinamento superiore rispetto agli altri parametri. Per questa ragione il LIMEco rappresenta sia un sistema di allerta sia una delle strade percorribili per proporre coerenti e mirati interventi di recupero.

Dalla media dei punteggi attribuiti ai singoli macrodescrittori si ottiene un unico valore che è usato per la classificazione di qualità in ragione dei valori limite sotto riportati.

> 0,66	I	ELEVATO
0,66-0,50	II	BUONO
0,50-0,33	III	SUFFICIENTE
0,33-0,17	IV	SCARSO
< 0,17	V	CATTIVO

Seguendo il D.M. 260/2010 il ruolo della classe di qualità che scaturisce dal LIMEco è subordinato a quello che deriva dagli elementi di qualità biologica (Macroinvertebrati, Diatomee, Macrofite, Pesci) e lo stato ecologico del corpo idrico non viene declassato oltre la classe "sufficiente" (III classe) qualora il LIMEco sia di IV o V classe.

PROGETTAZIONE ATI:

Indice STAR_ICMi relativo alla Fauna macrobentonica

I macroinvertebrati bentonici sono ottimi indicatori della qualità degli ambienti acquatici superficiali e, in Italia, sono da innumerevoli anni usati per definire la qualità biotica mediante l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) nella procedura applicativa proposta da Ghetti (1997) e APAT & IRSA (2003). Procedura che tutt'ora viene consigliata ed applicata in numerosi Piani di Tutela delle Acque, redatti dalle singole regioni. Si tratta di organismi ubiquitari con modesta capacità di movimento per cui rispondono alle perturbazioni ambientali in differenti tipologie fluviali e, all'interno di esse, in diversi microhabitat.

Altro punto di forza per il loro impiego è l'elevato numero di organismi e la cospicua varietà tassonomica, associata ad una specifica e ben conosciuta esigenza di condizioni qualitative minimali necessarie per singoli generi o famiglie. Per questo motivo le comunità di invertebrati bentonici, nella loro composizione tassonomica e struttura trofico-funzionale, sono in grado di fornire informazioni relative ad un ampio spettro di risposte a stress ambientali.

Infine i macroinvertebrati bentonici hanno cicli di vita relativamente lunghi, tali da permettere analisi a lungo termine degli effetti delle perturbazioni continue, intermittenti o occasionali che si verificano nel tempo e nello spazio. Ciò permette di valutare le alterazioni indotte sull'intera comunità in quanto i taxa meno sensibili sostituiscono quelli più esigenti, fornendo un quadro dettagliato sul grado di alterazione subito dall'ambiente acquatico e la relativa perdita di biodiversità.

Il metodo STAR_ICMi si basa sulla procedura di campionamento multihabitat proporzionale e quantitativo che è riportata nel Quaderno IRSA-CNR (Buffagni, 2004 e Buffagni et al., 2010) e nel Notiziario IRSA-CNR (2007 e 2008).

I microhabitat minerali e biotici sono stati visivamente riconosciuti in base alle dimensioni del substrato ed alla tipologia dei materiali organici e quantificati in percentuale di superficie, seguendo le definizioni e le sigle riportate nel Notiziario IRSA-CNR (2007).

Microhabitat minerali (%)	Codice	Microhabitat biotici (%)	Codice	Tipi di flusso (presenza)	Codice
Limo/Argilla	ARG	Alghe	AL	Non percettibile	NP
Sabbia	SAB	Macrofite sommerse	SO	Laminare	SM
Ghiaia	GHI	Macrofite emergenti	EM	In ebollizione	UP
Microlithal	MIC	Piante terrestri	TP	Increspato	RP
Mesolithal	MES	Xylal (legno)	XY	Veloce con onde non rotte	UW
Macrolithal	MAC	CPOM	CP	Veloce con onde rotte	BW
Megalithal	MGL	FPOM	FP	Aderente al substrato	CH
Artificiale	ART	Film batterici, funghi	BA	Veloce e caotico	CF
Igropetrico	IGR				

Il campionamento quantitativo è stato eseguito mediante retino immanicato modello Surber armato con rete di 375 µm e superficie campionabile di 500 cm². Si sono eseguite 20 repliche di campionamento in modo tale da campionare complessivamente 0,5 m² di superficie, come prevede lo specifico protocollo delle Linee Guida (ISPRA, 2014) per i corsi d'acqua dell'Appennino Centrale (HER 13).

Le repliche di campionamento sono state eseguite tutte nel mesohabitat di riffl e si sono proporzionalmente condotte nei microhabitat minerali presenti nella sezione di monitoraggio.

L'identificazione degli invertebrati campionati è stata eseguita sino al livello di genere, come era già in uso per il metodo IBE (Ghetti, 1997; APAT & IRSA, 2003) e la classificazione degli organismi è stata compiuta avvalendosi delle chiavi tassonomiche di Tachet et al. (2010), di Campaioli et al. (1994 e 1999) e delle Guide del CNR (1980-81-82-83).

PROGETTAZIONE ATI:

L'Indice Multimetrico STAR_ICMi è stato calcolato in base alle seguenti metriche di calcolo:

Tipo d'informazione	Tipo metrica	Nome metrica	Taxa considerati nella metrica	Riferimento bibliografico
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	Armitage et al 1983
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD}+1)$	Log_{10} (somma di Heptagenidae, Ephemeridae, Leptophlebidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al 2004; Buffagni & Erba, 2004
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD	1-(Abbondanza relativa di Gastropoda Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al. 2004
	Numero taxa	Numero totale di famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	Ofenböck et al 2004
	Numero taxa	Numero di famiglie EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera Plecoptera e Trichoptera	Böhmer et al 2004
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum(n_i/A) \cdot \ln(n_i/A)$	Hering et al 2004; Böhmer et al. 2004

Il calcolo delle metriche, dell'indice STAR_ICMi e dello stato ecologico è stato eseguito con il programma MacrOper (versione 1.0.5) di Buffagni e Belfiore (2013).

Lo Stato Ecologico espresso dai macroinvertebrati derivata dal valore dell'Indice STAR_ICMi rapportato al valore di riferimento proprio della specifica localizzazione e tipologia dell'ambiente fluviale. Si sono usati, a seconda degli ambienti monitorati, i seguenti riferimenti:

- Idroecoregione (HER) 13: **Appennino centrale**
- Area Regionale **Marche**
- **Tipo 13SS2** (piccolo 5-25 km)
- parametro **Riffle** per tutte le stazioni monitorate.

Le singole metriche e l'Indice STAR_ICMi hanno i seguenti riferimenti:

Pesi delle metriche:		Ambiente di riferimento 13 SS2 R	
ASPT	0,334	ASPT	6,815
n Famiglie	0,167	n Famiglie	27,5
n. Famiglie EPT	0,083	n. Famiglie EPT	14,0
1-GOLD	0,067	1-GOLD	0,754
H'	0,083	H'	2,268
$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD}+1)$	0,266	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD}+1)$	2,279
STAR_ICMi di riferimento			1,000

L'assegnazione della classe del Rapporto di Qualità Ecologica (EQR/STAR_ICMi) e del relativo giudizio è stato eseguito, sempre dal modello di elaborazione MacrOper, secondo i limiti indicati originariamente nel D.M. 260/2010 ed i valori risultanti dall'esercizio di intercalibrazione (Decisione UE 2018/229 del 12/2/2018). Le soglie delle classi usate sono le seguenti:

	ELEVATO/BUONO	BUONO/SUFFICIENTE	SUFFICIENTE/SCARSO	SCARSO/CATTIVO
13 SS2 R	0,97	0,72	0,48	0,24

PROGETTAZIONE ATI:

7.8. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Per la caratterizzazione dell'ante operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di:

- 2 misure per ogni punto nell'AO, nei 6 mesi precedenti l'inizio dei lavori;

Per la caratterizzazione del corso d'opera saranno eseguite campagne di campionamento trimestrali, in tutti i punti di misura, per un totale di:

- 4 misure all'anno per ogni punto nel CO.

Per il monitoraggio post-operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di:

- 4 misure nell'anno successivo il termine dei lavori.

Stazione	Postazione indicativa	Fase monitoraggio	Durata fase	Frequenza	Numero	Tipologia
ASU_01_Tev 1	Fiume Tevere – lato monte	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 78 mesi	Trimestrale	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		PO	12 mesi dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
ASU_02_Tev.2	Fiume Tevere - Lato valle	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 78 mesi	Trimestrale	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		PO	12 mesi dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
ASU_03_Sov1	Torrente Sovara - Lato Monte	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 78 mesi	Trimestrale	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		PO	12 mesi dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
ASU_04_Sov2	Torrente Sovara – lato valle	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 78 mesi	Trimestrale	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico
		PO	12 mesi dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e stato ecologico

PROGETTAZIONE ATI:

7.9. SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per le acque superficiali.

Stazione	Parametri idrologici			Parametri fisico chimici e chimico-batteriologici			Indici elementi biologici di qualità, LIM _{eco} , STAR, ICMi		
	AO	CO	PO	AO	CO	PO	AO	CO	PO
ASU_01	2	26	4	2	26	4	2	26	4
ASU_02	2	26	4	2	26	4	2	26	4
ASU_03	2	26	4	2	26	4	2	26	4
ASU_04	2	26	4	2	26	4	2	26	4

PROGETTAZIONE ATI:

8. ACQUE SOTTERRANEE

Per quanto riguarda la componente ambiente idrico sotterraneo, il PMA è finalizzato a definire lo stato qualitativo e quantitativo dei corpi idrici potenzialmente interferiti dalle azioni di progetto, nelle condizioni *ante-operam*, corso d'opera e *post-operam*.

8.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

8.1.1. NORMATIVA COMUNITARIA

- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE);
- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio DEL 20/11/2001; Istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331).
- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva parlamento europeo e consiglio UE 2008/105/CE, Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque.

8.1.2. NORMATIVA NAZIONALE

- D.Lgs n. 30 del 16 marzo 2009, Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (09G0038) (GU n.79 del 4-4-2009);
- DM Ambiente 8 Novembre 2010, N. 260 (Decreto Classificazione): Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali;
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - "Norme in materia ambientale".

8.1.3. NORMATIVA REGIONALE

- Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento". e s.m.i – Regione Toscana
- Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R "Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento". e s.m.i – Regione Toscana
- Piano di Tutela delle Acque della Toscana del 2005
- Piano tutela delle acque Regione Umbria (DGR 1646/2016) – aggiornamento 2016-2021.

8.2. STATO ATTUALE

8.2.1. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, nell'area interessata dal tracciato si distinguono, per importanza, almeno tre acquiferi potenzialmente interferenti con il progetto:

- Acquifero alluvionale dell'Alta Valle del Tevere;
- Acquifero del flysch della Falda Toscana;
- Acquifero dei depositi pleistocenici.

I diversi litotipi affioranti incontrati dal tracciato di progetto sono stati raggruppati secondo gli intervalli definiti dalla classificazione AFTES che utilizza il coefficiente di Darcy (k), di seguito riportata:

Tabella 8-1 Classi di permeabilità AFTES.

CLASSE DI PERMEABILITÀ	PERMEABILITÀ
Molto alta - Alta	$K > 10^{-4}$ m/s
Alta - Media	10^{-4} m/s $> K > 10^{-6}$ m/s
Media - Bassa	10^{-6} m/s $> K > 10^{-8}$ m/s
Bassa - Molto bassa	$K < 10^{-8}$ m/s

Applicando tale classificazione alle litologie di progetto, risultano 4 intervalli di permeabilità non mutuamente esclusivi:

- Permeabilità medio-alta (MA): 10^{-4} m/s $> K > 10^{-6}$ m/s;
- Permeabilità media (M): 10^{-5} m/s $> K > 10^{-7}$ m/s
- Permeabilità medio-bassa (MB): 10^{-6} m/s $> K > 10^{-8}$ m/s
- Permeabilità bassa (B): $K < 10^{-8}$ m/s

Per l'attribuzione dell'intervallo di permeabilità alle varie litologie si è fatto riferimento alla classificazione utilizzata da Boscherini et al. per la *Carta Idrogeologica della Regione Umbria*, quando in accordo con i risultati delle prove di permeabilità eseguite in foro, dati da indagini pregresse o disponibili da letteratura.

L'intervallo di permeabilità è stato incrociato con la tipologia di permeabilità, così definita:

- Permeabilità per porosità primaria (P);
- Permeabilità per fratturazione (F);
- Permeabilità per porosità e fratturazione (PF).

I litotipi sono quindi stati suddivisi in base alle 6 classi di permeabilità riportate nella carta idrogeologica realizzata per il presente progetto, come descritti di seguito:

Litotipi a permeabilità medio-alta per porosità primaria (MAP)

Depositi alluvionali attuali e recenti di fondovalle e depositi di conoide, costituiti da un'alternanza di ciottoli, ghiaie, sabbie, limi ed argille, in proporzioni variabili, organizzati in depositi a geometria lenticolare, con frequenti eteropie laterali e verticali di facies. Questa sequenza poggia sulle argille grigie del Sintema di Fighille, che costituiscono un substrato impermeabile. Le alluvioni ospitano il principale acquifero dell'area, sfruttato sia a fini irrigui che idropotabili, assimilabile ad un monostato freatico con una trasmissività mediamente compresa tra 100 e 1000 cm²/s ed una porosità efficace media del 10%; solo localmente, dove presenti con significativi spessori e sufficiente continuità areale, le coperture argillose permettono la formazione di falde in pressione. A questo gruppo sono state accorpate le coperture eluvio-colluviali ed i corpi di frana provenienti dal disfacimento di litotipi arenacei o dei depositi del Supersintema Tiberino a prevalenza conglomeratica o sabbiosa. Questi depositi sono localizzabili lungo il bordo delle dorsali nelle zone di raccordo con le piane alluvionali e, con spessori leggermente superiori, lungo il bordo orientale del bacino. Nonostante il complesso mostri una permeabilità da medio-alta per porosità, correlata alle caratteristiche granulometriche locali, non costituisce un corpo idrogeologico di rilevante interesse in funzione dei ridotti spessori che lo contraddistinguono.

10^{-4} m/s $> k > 1 \times 10^{-6}$ m/s

PROGETTAZIONE ATI:

Litotipi a permeabilità media per porosità primaria e fratturazione (MPF)

Depositi del Supersistema Tiberino a prevalenza conglomeratica: Subsistema di Mercatale del Sistema di Monterchi e Subsistema di Monterotondo del Sistema di Citerna.

Si tratta di corpi a prevalenza conglomeratico-ghiaiosa, localizzabili in prevalenza lungo la fascia orientale e sud-orientale della dorsale di Citerna. Questi depositi, in relazione alla prevalenza di conglomerati localmente cementati (Subsistema di Monterotondo) o di ghiaie ad elementi arenacei in matrice sabbioso-limosa (Subsistema di Mercatale) mostrano valori di permeabilità media, per porosità primaria o legata al quadro fessurativo locale. In condizioni geologiche localizzate, ovvero in presenza di faglie che pongono questi depositi in contatto laterale con litotipi a più bassa permeabilità o quando sovrapposti stratigraficamente alle argille grigie del Sistema di Fighille, possono essere sede di falde di modesta entità, testimoniate da pozzi di ridotta produttività o di rare sorgenti con portate minime (0,05/0,07 l/s) e per lo più a carattere stagionale.

$$10^{-5} \text{ m/s} > k > 10^{-7} \text{ m/s}$$

Litotipi a permeabilità medio-bassa per porosità primaria (MBP)

Depositi del Supersistema Tiberino a prevalenza sabbiosa: Subsistema di Molin dell'Olio, localizzabile nella parte centro orientale della dorsale di Citerna. La successione a prevalenza sabbiosa con presenza di ghiaie e localmente di livelli limoso-argillosi, determina una permeabilità medio-bassa per porosità. Per i ridotti spessori e soprattutto per la discontinuità laterale anche legata al quadro strutturale, il complesso non contiene falde di significativo interesse al proprio interno.

$$10^{-6} \text{ m/s} > k > 10^{-8} \text{ m/s}$$

Litotipi a permeabilità bassa per porosità primaria (BP)

Depositi del Supersistema Tiberino a prevalenza argillosa (Sistema di Fighille), localizzabili in affioramento lungo il versante orientale e centro-settentrionale della dorsale di Citerna: questi depositi, posti alla base della sequenza sedimentaria pleistocenica, sono caratterizzati da una sequenza di limi, argille-limose, sabbie-limose ed argille, con permeabilità da bassa a molto bassa, in corrispondenza dei livelli argillosi. Il complesso costituisce, in profondità, il substrato impermeabile dell'acquifero alluvionale della Piana del Tevere ed in alcune zone (versante sud-orientale della dorsale di Citerna) sostiene falde sospese contenute nei depositi pleistocenici più permeabili sovrastanti, dando luogo ad emergenze sorgentizie di importanza secondaria. A questo gruppo sono stati aggiunti le coperture eluvio-colluviali ed i corpi di frana provenienti dal disfacimento della formazione.

$$k < 10^{-8} \text{ m/s}$$

Litotipi a permeabilità medio-bassa per porosità primaria e fratturazione (MBPF)

Formazioni arenacee della Falda Toscana: Membro di Molin Nuovo della Formazione del Macigno. Questi depositi, costituiti in prevalenza da arenarie massive, mostrano una permeabilità medio-bassa per porosità ma che, in relazione al quadro strutturale e fessurativo, possono determinare una discreta circolazione profonda legata ad una permeabilità secondaria relativamente elevata e con una buona capacità di immagazzinamento. In condizioni strutturali particolari, quali le zone di sovrapposizione tettonica del Membro di Molin nuovo sul Membro di Lippiano, meno permeabile, si possono determinare emergenze sorgentizie di rilevante interesse locale: ne sono un esempio le sorgenti ubicate a SW e a W di Monterchi (al di fuori dell'area rappresentata) utilizzate per l'approvvigionamento idrico (Comuni di Lippiano, Monterchi e rispettive frazioni).

$$10^{-6} \text{ m/s} > k > 10^{-8} \text{ m/s}$$

Litotipi a permeabilità bassa per fratturazione (BF)

Formazioni pelitico-arenacee della Falda Toscana: Membro di Lippiano della Formazione del Macigno. Questi depositi, in relazione alla successione sedimentaria caratterizzata da una notevole presenza della facies pelitica, talvolta largamente prevalente, sono caratterizzati da una permeabilità da medio-bassa a bassa per porosità ma che, in relazione al quadro strutturale e fessurativo, può favorire, in alcune zone, una limitata circolazione profonda. In condizioni strutturali quali quelle di soggiacenza tettonica rispetto a complessi relativamente più permeabili, il complesso svolge la funzione di tamponamento per locali emergenze sorgentizie. All'interno delle coltri alterate e delle coperture, che in questo complesso assumono anche spessori significativi, si può instaurare una limitata circolazione corticale.

$k < 10^{-7}$ m/s

8.2.2. SUPERFICIE PIEZOMETRICA

8.2.2.1. Strumentazione di monitoraggio piezometrico installata

La geometria della superficie piezometrica è stata ricostruita interpolando i dati puntuali provenienti da due *dataset*:

- campagna di monitoraggio piezometrico, eseguita nell'ambito del presente progetto, nel periodo gennaio-giugno 2022;
- campagna di raccolta di dati piezometrici, eseguita nell'ambito del progetto preliminare, su piezometri realizzati per lo stesso progetto nel 2011 e nel 2004 e su pozzi privati.

Il risultato della modellazione è riportato nella Carta idrogeologica, dove sono riportati l'ubicazione dei pozzi e dei piezometri e la quota assoluta dei livelli misurati.

Le tabelle di seguito riportate sintetizzano i dati piezometrici afferenti all'ultima campagna indagini ed il condizionamento dei piezometri.

La campagna è consistita in diverse misure prese a partire da gennaio 2022 su n.16 piezometri, dei quali n.13 a tubo aperto e n.3 multilivello con celle di Casagrande.

Tabella 8-2 Livelli piezometrici in m da p.c. misurati per il Progetto Definitivo (Tab. 1/2).

Monitoraggio piezometrico gennaio-giugno 2022									
Sigla sondaggio	BH02	BH04	BH08	BH10	BH13	BH15 (cella 1)	BH15 (cella 2)	BH16 (cella 1)	BH16 (cella 2)
Tipo	Tubo aperto ø2"	Casagrande	Casagrande	Casagrande	Casagrande				
Tratto finestrato-profondità cella (m da p.c.)	3.00-35.00		6.00-25.00	3.00-25.00	3.00-20.00	73,00	110,00	47,00	80,00
Profondità (m)	35,00		25,00	25,00	20,00	73,00	110,00	47,00	80,00
28/01/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
09/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
12/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
17/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
19/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
22/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
23/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
24/02/2022	-		-	-	6,80	-	-	-	-
28/02/2022	-		-	-	-	-	-	-	-
05/03/2022	-		1,35	-	-	-	-	-	-
16/03/2022	18,20		-	-	-	-	-	-	-
27/03/2022	-		-	2,50	-	-	-	-	-
05/05/2022	-		-	-	-	-	-	9,75	-
06/05/2022	17,90		1,50	3,00	7,10	-	-	-	-
17/05/2022	-		-	-	-	ASSENTE	ASSENTE	-	-
05/06/2022	-		-	-	-	-	-	-	10,15
13/06/2022	-		-	-	-	ASSENTE	ASSENTE	10,12	10,80

Tabella 8-3 Livelli piezometrici in m da p.c. misurati per il Progetto Definitivo (Tab. 2/2).

Monitoraggio piezometrico gennaio-giugno 2022										
Sigla sondaggio	BH17bis (cella 1)	BH17bis (cella 2)	BH20	BH21	BH23	BH24	BH26	BH28	BH29	BH31
Tipo	Casagrande	Casagrande	Tubo aperto ø2"							
Tratto finestrato-profondità cella (m da p.c.)	10,00	30,00	3.00-15.00	3.00-30.00	3.00-20.00	3.00-20.00	3.00-40.00	3.00-45.00	3.00-45.00	3.00-40.00
Profondità (m)	10,00	30,00	15,00	30,00	20,00	20,00	40,00	45,00	45,00	40,00
28/01/2022	-	-	-	-	-	-	-	3,80	-	-
09/02/2022	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	-
12/02/2022	-	-	-	-	-	3,20	-	-	-	-
17/02/2022	-	-	6,30	6,60	-	-	-	-	-	-
19/02/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	3,50	-
22/02/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,80
23/02/2022	-	-	-	-	-	-	3,50	-	-	-
24/02/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/2022	-	10,40	-	-	-	-	-	-	-	-

PROGETTAZIONE ATI:

Monitoraggio piezometrico gennaio-giugno 2022										
Sigla sondaggio	BH17bis (cella 1)	BH17bis (cella 2)	BH20	BH21	BH23	BH24	BH26	BH28	BH29	BH31
Tipo	Casagrande	Casagrande	Tubo aperto ø2"							
Tratto finestrato-profondità cella (m da p.c.)	10,00	30,00	3.00-15.00	3.00-30.00	3.00-20.00	3.00-20.00	3.00-40.00	3.00-45.00	3.00-45.00	3.00-40.00
Profondità (m)	10,00	30,00	15,00	30,00	20,00	20,00	40,00	45,00	45,00	40,00
05/03/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/03/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/05/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/05/2022	-	-	6,50	6,90	3,20	3,30	3,75	4,20	3,80	5,20
17/05/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/06/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 8-4 Livelli piezometrici in m da p.c. misurati per il progetto definitivo.

In aggiunta ai dati sopra riportati, quando non presente un eccessivo disaccordo altimetrico rispetto alle misure più recenti, si è fatto riferimento alle campagne di monitoraggio eseguite nel 2011 per il progetto preliminare, eseguite sui piezometri realizzati nel 2011 (7 piezometri, 2 letture) e nel 2004 (2 piezometri, 1 lettura).

Tabella 8-5 Letture dei piezometri campagna indagini 2010/2011.

Piezometro	Quota boccaforo (m s.l.m.)	Letture del 15.02.2011 (m dal p.c.)	Quota piezometrica (m s.l.m.)	Letture del 07.04.2011 (m dal p.c.)	Quota piezometrica (m s.l.m.)
S1	314.17	-3.89	310.28	-3.62	310.55
S4	319.01	-2.28	316.73	-1.98	317.03
S5	333.81	-13.64	320.17	-13.18	320.63
S6	389.57	-	-	-49.96	339.61
S7	288.72	-2.55	286.17	-2.40	286.32
S8	286.15	-1.65	284.50	-1.63	284.52
S10	292.67	-3.05	289.62	-2.33	290.34

Tabella 8-6 Letture dei piezometri campagna indagini 2004.

Piezometro	Quota boccaforo (m s.l.m.)	Letture del 07.04.2011 (m dal p.c.)	Quota piezometrica (m s.l.m.)
S2	~383.00	-8.20	374.80
S3	~344.00	-4.40	339.60

8.2.2.2. Ricostruzione del livello piezometrico

Il piezometro BH02 è ubicato nella piana del Torrente Cerfone, in cui si osserva la presenza di uno strato superficiale spesso da 5 a 10 m di alluvioni limo-sabbiose relativamente permeabili, seguito da uno spessore di circa 10 m di argille alternate a sabbie e limi argillosi, al di sopra di uno spessore di limi sabbiosi con sparso detrito arenaceo. Quest'ultimo spessore, con permeabilità relativa maggiore rispetto a quello soprastante, poggia con una geometria a cuneo sul substrato arenaceo e marnoso-arenaceo.

Lo strato alluvionale intermedio può rappresentare un parziale tampone tra la falda presente nel substrato fratturato e circolante all'interno dello strato basale più grossolano della piana e le alluvioni limo sabbiose in superficie.

Le misure eseguite tra marzo e maggio 2022 indicano per quest'area una profondità della falda di 18 m da p.c., presente solo all'interno del substrato arenaceo fratturato in corrispondenza del piezometro BH02.

Tale profondità indica un generale abbassamento del livello della falda della piana nell'ultimo decennio, se confrontato con quello misurato nel luglio 2011 nel piezometro S01_P (campagna indagini 2010-2011), che indica un livello di circa 14 m superiore. Il piezometro indica infatti la presenza della falda libera nello spessore delle alluvioni limo-sabbiose superficiali, sospesa al di sopra delle alternanze alluvionali più argillose.

Dati gli attuali livelli, non risulta alcuna interferenza tra le acque sotterranee e gli scavi per le fondazioni delle pile del viadotto Le Ville (VI01 e VI02).

Il piezometro BH04 è posto in prossimità dell'imbocco Lato Grosseto della Galleria Le Ville, e misura la piezometrica all'interno della dorsale arenacea di Le Ville. Quest'ultima rappresenta un acquifero fratturato e poroso, in continuità idraulica col substrato rinvenuto in corrispondenza del sondaggio BH02_Piez.

Le misure della piezometrica in corrispondenza di questo piezometro non sono al momento disponibili.

L'andamento della piezometrica all'interno della dorsale, e quindi lungo gli assi della Galleria Le Ville, è stato ipotizzato considerando i livelli piezometrici nella piana del Torrente Cerfone e nella valle del Fosso della Centena (rispettivamente misure nei piezometri BH02 e BH08), e ipotizzando un aumento dei livelli muovendosi verso l'asse della dorsale, con gradienti idraulici coerenti con quelli attesi in un mezzo poroso fratturato.

Data la conformazione della dorsale di Le Ville, ci si aspetta un'alimentazione dalle acque sotterranee proveniente dai rilievi posti più a ovest, ed una circolazione divergente rispetto all'asse della dorsale verso nord e verso sud, ad alimentare le falde più profonde e semi-confiniate delle valli, rispettivamente, del Fosse della Centena e del Torrente Cerfone.

L'interferenza attesa degli scavi della Galleria Le Ville con la falda nella dorsale è limitata al settore centrale della stessa con battenti d'acqua sempre inferiori ai 10 m.

I Piezometri BH08 e BH10 misurano la profondità della falda libera all'interno dei depositi alluvionali limo-sabbiosi superficiali della valle del Fosso della Centena.

Questi depositi rappresentano un acquifero superficiale, spesso 5-10 m, separato da quello inferiore semi-confinato del substrato oligo-miocenico (in collegamento idraulico con la falda nei circostanti rilievi) da uno spessore di 10-15 m di argille e limi fluvio-lacustri.

La falda è presente nella valle a profondità media comprese tra 1 e 2 m, con un massimo di 6 m di profondità da p.c.

L'interferenza degli scavi con la falda in questo settore del tracciato è relativa solo agli spessori delle eventuali bonifiche al di sotto dei rilevati stradali (pk 2+720 – 4+150 per l'asse dir. Fano e pk 2+750 – 4+160 per l'asse dir. Grosseto).

I piezometri BH13 misura la falda all'interno delle ghiaie e conglomerati del Sintema di Citerna, al piede del versante occidentale del rilievo di Citerna. L'acquifero qui presente può essere considerato in continuità idraulica con i conglomerati di Monterchi (MCT₁), che affiorano più a est lungo il versante. Il corpo dei conglomerati (CTA₂+MCT₁) poggia lungo una superficie erosiva, immergente a basso angolo verso OSO, sull'*aquiclude* delle argille grigie del Sintema di Fighille.

L'acquifero conglomeratico può essere considerato come una falda sospesa, permeabile prevalentemente per porosità, che drena le acque sotterranee del settore occidentale del rilievo verso la valle del Fosso della Centena, in continuità idraulica con le alluvioni limo-sabbiose superficiali. Inferiormente l'acquifero è confinato dai termini oligocenici marnosi del Macigno (MAC₃).

L'andamento della piezometrica lungo il versante è stato ricostruito anche tramite l'ausilio delle misure nei piezometri S05_P e S06_P (campagna indagini 2010-2011). L'interferenza tra lo scavo della Galleria Citerna, in questo settore del rilievo, e la falda è da aspettarsi tra le pk 4+870 e 5+640, per la canna dir. Fano, e tra le pk 4+900 e 5+590 per la canna dir. Grosseto, con un battente d'acqua crescente muovendosi verso Fano fino a un massimo di circa 20 m al di sopra della calotta.

Il modello non tiene conto del generale abbassamento dei livelli di falda rispetto alle misure del periodo 2010-2011, riscontrato anche per altri settori dell'area di studio.

I piezometri BH15, BH16 e BH17bis sono attrezzati con celle Casagrande multilivello, al fine di misurare le pressioni interstiziali all'interno degli spessori delle argille grigie del Sintema di Fighille (FHL), lungo l'asse della Galleria Citerna.

Il piezometro BH15 misura le pressioni interstiziali alle profondità di 73 e 110 m da p.c. ed indica totale assenza di falda in questi spessori, ad indicare un alto grado di isolamento rispetto alle falde superficiali sospese presenti nelle soprastanti ghiaie di Citerna (CTA₂), almeno per quanto riguarda la cella posta a 110 m di profondità. Dalla ricostruzione della falda libera all'interno delle ghiaie, risulta comunque che queste siano sopra falda per tutto il loro spessore, lungo il tratto a distruzione del sondaggio.

Lo scavo procede nelle argille grigie di Fighille fino a circa alla progressiva 6+080, per entrambe le canne. In corrispondenza di questa progressiva è previsto un brusco ritorno ai conglomerati del Sintema DI Citerna (CTA₁) come da ricostruzione eseguita tramite rilievo geologico di superficie ed interpretazione delle indagini sismiche ibride.

Il conglomerato, presente fino a circa 6+300 per entrambe le canne, presenta in questo settore un elevato grado di disturbo tettonico con conseguente aumento della porosità secondaria; il battente d'acqua in calotta stimato è di 30-35 m.

Il livello piezometrico misurato nel piezometro BH16 si attesta, per entrambe le celle, posizionate alle profondità di 47 e 80 m da p.c., intorno ai 10 m di profondità da p.c., indicando un battente massimo d'acqua al di sopra della calotta della galleria di circa 47 m.

Le pressioni misurate indicano in questo settore della galleria un minor grado di isolamento dello spessore delle argille rispetto alle suddette falde superficiali sospese, che in base ai risultati delle indagini condotte può essere imputato ad un maggior grado di disturbo tettonico ed alla presenza di lenti più grossolane all'interno del corpo delle argille. Data la natura di questi depositi, le misure vanno intese come indicative della sola pressione interstiziale e non della presenza di una falda;

PROGETTAZIONE ATI:

venute minori sono comunque da aspettarsi in corrispondenza delle superfici di faglia e delle lenti a maggior granulometria.

I livelli piezometrici diminuiscono con alti gradienti muovendosi verso l'imbocco Lato Fano della Galleria Citerna, e quindi verso la valle del Fiume Tevere.

Il piezometro BH17bis misura un livello piezometrico misurato a 30 m di profondità, all'interno delle argille del Sintema di Fighille, che si attesta intorno ai 10 m di profondità, all'altezza dei depositi di frana e degli spessori eluvio-colluviali presenti con spessori di circa 12 m in corrispondenza dell'imbocco.

La piezometrica misurata nel vicino piezometro S3 (2004-2007) nel mese di aprile 2011 risulta circa 8 m al di sopra del livello misurato.

Il piezometro BH20 misura le pressioni nel settore di raccordo tra il rilievo e la Piana. La falda si rinviene a oltre 6 m di profondità da p.c. all'interno del corpo dei depositi alluvionali, spesso circa 8 m, poggiante sulle argille di Fighille.

I restanti piezometri (BH21, BH23, BH24, BH26, BH28, BH29 e BH31) sono ubicati all'interno della piana alluvionale del Tevere. Le misure indicano una profondità della falda tra 2 e 6 m da p.c., che si attesta nello spessore delle alluvioni recenti superficiali limo-sabbiose.

Il progetto interferisce con la falda in corrispondenza degli scavi delle fondazioni delle pile dei viadotti Sovara (VI03 e VI04) e Tevere (VI05 e VI06).

8.3. AZIONI DI PROGETTO CHE INTERFERISCONO SULLA COMPONENTE

Come meglio precisato in seguito, l'interferenza potenziale con la circolazione idrica sotterranea e con gli acquiferi è legata alle attività di realizzazione dell'opera (esecuzione delle fondazioni dei viadotti, scavo delle gallerie, attività di cantiere ed in particolare l'approntamento e la gestione del Campo Base e dei Cantieri operativi). In condizioni post-operam, l'interferenza con la componente acque sotterranee è legata agli effetti della presenza dell'opera sul regime idrico esistente, in termini quantitativi.

Nella tabella che segue si evidenziano le azioni di progetto, i fattori di perturbazione e le mitigazioni adottate in corso d'opera.

Tabella 7 Azioni di progetto per la mitigazione in corso d'opera.

Azione di progetto		Fattori di perturbazione	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto
Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le	Gestione dei rifiuti di cantiere	Impatto sulla matrice acque sotterranee per stoccaggio temporaneo	Adozione di protocolli di gestione differenziata in relazione ai codici CER

opere)	Occupazione di suolo e acque dilavanti	Modifica temporanea delle condizioni di permeabilità e di deflusso delle acque meteoriche	Attività temporanea alla quale segue il ripristino dei luoghi al termine dei lavori
	Acque di lavorazione	Percolazione nel terreno	Trattamento in idoneo impianto trattamento di tipo fisico/chimico e accorgimenti per evitare la dispersione
	Produzione acque reflue	Percolazione nel terreno	Trattamento delle acque reflue di diversa provenienza
Realizzazione corpo stradale (tratti all'aperto in rilevato e in trincea)	Scavi e movimenti terra	Rischio idrogeologico	I fenomeni di dissesto individuati sono ascrivibili a fenomeno di soliflusso e reptazione che interessano l'orizzonte più superficiale. Non si riscontrano quindi interferenze con il regime idrico sotterraneo
	Alterazioni morfologiche	Quota di progetto rispetto allo stato attuale	Il tracciato si sviluppa per la parte all'aperto prevalentemente in rilevato, in fase esecutiva non si riscontrano interferenza con la falda
Realizzazione delle gallerie naturali	Scavi in presenza di falda	Effetto drenante	Le gallerie naturali GN03 (dir.Fano) e GN04 (dir. Grosseto) sono realizzate con l'impiego di TBM a contropressione di terra (EPB), sistema di scavo che consente di operare sottofalda limitando il drenaggio operato dallo scavo di avanzamento.
Realizzazione viadotti	Fondazioni	Interferenza con la falda	Il sostegno del foro nel corso della realizzazione dei pali è realizzato mediante l'impiego di tubo-forma.

In fase di esercizio l'impatto potenziale è legato alle acque di piattaforma, relativamente alle acque di prima pioggia o derivanti da possibili sversamenti con potenziali impatti sui suoli e sulle acque sotterranee. Per mitigare tali aspetti, come evidenziato per l'analisi della matrice Ambiente idrico, il progetto prevede il sistema di raccolta delle acque di prima pioggia con il posizionamento di

PROGETTAZIONE ATI:

vasche per la loro gestione e relativa azione depurativa. Altro presidio è legato alla gestione dell'invarianza idraulica attraverso la realizzazione di Bacini di dispersione.

Per quanto riguarda l'interferenza dell'opera con il regime idrico sotterraneo, per i tratti in galleria, si ha un impatto trascurabile vista l'impermeabilizzazione delle stesse.

8.4. STAZIONI DI MONITORAGGIO

Lo scopo è quello di definire un sistema di controllo quali-quantitativo dei corpi idrici sotterranei, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dall'opera in fase di realizzazione e di esercizio.

In linea generale è stata posta attenzione alle aree dove è previsto il posizionamento del cantiere Base e dei Cantieri operativi.

Il Monitoraggio Ambientale avrà quindi i seguenti obiettivi:

- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evoluzione delle condizioni ambientali;
- garantire, durante la fase di costruzione, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste sulla componente e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive.

È previsto il monitoraggio, sia qualitativo che quantitativo, della falda attraverso prelievi e campionamenti da effettuarsi lungo l'asse principale dei piezometri posizionati nel corso dell'indagine propedeutica alla progettazione dell'opera, funzionali alla ricostruzione dei livelli piezometrici. Prima dell'inizio dell'attività si valuterà la necessità di spostamento dei piezometri installati in quanto potenzialmente impattati dal cantiere.

A questi si aggiungono nuovi piezometri da posizionare nelle aree dei cantieri operativi, del cantiere base e delle aree di stoccaggio delle terre.

A seguire si indicano i piezometri oggetto di monitoraggio indicando il codice PMA e la corrispondenza con il codice dei piezometri realizzati per lo studio idrogeologico.

Cod. stazione di monitoraggio	Codice piezometro oggetto di controllo piezometrico per il progetto	Opera di riferimento	Posizione rispetto all'opera	Note su eventuale danneggiamento a seguito della realizzazione dell'opera
AST_01	BH02	VI.01 - VI.02 Viadotto Le Ville	N	verificare se necessario ripristino
AST_02	---	Area di cantiere base CB1	E	nuova installazione
AST_03	---	GA.01 dir. Fano	E	nuova installazione (BH04 esistente interferente con le aree di lavoro)
AST_04	---	GA.03 - GA.04	S	nuova installazione
AST_05	BH08	CV.01 Cavalcavia VS02	S	---
AST_06	---	Area di cantiere CO.01c	S	potenziale alimentazione di sorgenti nel settore di valle
AST_07	---	Area di cantiere CO.02a	S	potenziale alimentazione di sorgenti nel settore di valle
AST_08	---	GN.03 - GN.04	asse	potenziale alimentazione di sorgenti nel settore di valle
AST_09	---	GN.03 - GN.04	asse	potenziale alimentazione di sorgenti nel settore di valle
AST_10	---	GA.07 - GA.08 Area di cantiere	S	nuova installazione (BH17bis piezometro Casagrande)
AST_11	---	GA.07 - GA.08	N	nuova installazione
AST_12	---	Area di cantiere CO.03a	N	nuova installazione
AST_13	---	VI.03 - VI.04 Viadotto Sovara	N	nuova installazione (BH21 esistente interferente con le aree di lavoro)
AST_14	---	VI.03 - VI.04 Viadotto Sovara	N	nuova installazione
AST_15	---	VI.03 - VI.04 Viadotto Sovara	S	nuova installazione
AST_16	BH23	VI.03 - VI.04 Viadotto Sovara	S	---
AST_17	---	VI.05 - VI.06 Viadotto Tevere	N	nuova installazione
AST_18	---	VI.05 - VI.06 Viadotto Tevere	S	nuova installazione
AST_19	BH28	VI.05 - VI.06 Viadotto Tevere	N	---
AST_20	---	VI.05 - VI.06 Viadotto Tevere	S	nuova installazione
AST_21	---	Area di cantiere base CB2	N	nuova installazione

A seguire si riportano le informazioni relative ai piezometri oggetto di monitoraggio.

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Profondità piez. (m)	Diametro piez.	Quota indicativa bocca foro (m s.l.m.)	Posizione rispetto andamento della falda	Profondità intercettaz. falda (m da p.c.)	Quota indicativa intercettaz. falda (m s.l.m.)
AST_01	35	2"	315,6	monte	17,5	298,1
AST_02	25	3"	309,0	valle	17,5	291,5
AST_03	25	3"	309,5	valle	17,5	292,0
AST_04	15	3"	345,0	valle	5,0	340,0
AST_05	35	2"	320,2	valle	1,5	318,7
AST_06	25	3"	315,0	valle	10,0	305,0
AST_07	25	3"	322,0	monte/valle	10,0	312,0
AST_08	25	3"	345,0	monte	10,0	335,0
AST_09	15	3"	370,0	valle	1,0	369,0
AST_10	15	3"	342,0	monte	10,0	332,0
AST_11	15	3"	316,0	valle	10,0	306,0
AST_12	15	3"	295,0	monte	5,0	290,0
AST_13	15	3"	295,0	monte	6,0	289,0
AST_14	15	3"	289,0	valle / monte	2,0	287,0
AST_15	15	3"	289,0	valle	2,0	287,0
AST_16	20	2"	289,4	valle	3,5	285,9
AST_17	10	3"	289,0	monte	3,0	286,0
AST_18	10	3"	288,0	valle	3,0	285,0
AST_19	40	2"	288,5	monte	2,0	286,5
AST_20	10	3"	289,0	valle	3,0	286,0
AST_21	10	3"	292,0	valle	4,0	288,0

(* valore ricavato dalle isopieze; per alcuni piezometri è riportato il valore indicativo atteso del livello di falda da profilo geologico)

8.5. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

8.5.1. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio della componente acque sotterranee prevede l'esecuzione delle seguenti attività di campo e di laboratorio:

- operazione di spurgo del piezometro;

PROGETTAZIONE ATI:

- misura del livello piezometrico;
- misura dei parametri chimico-fisici in situ;
- prelievo di campioni di acque sotterranee mediante tecnica low flow (utilizzo di basse portate (< 0,5 l/min) durante il campionamento in modo da produrre il minimo abbassamento nel livello del pozzo e la ridurre la turbolenza);
- analisi chimiche di laboratorio sui campioni prelevati.

Le misure di livello piezometrico statico all'interno dei piezometri di monitoraggio saranno eseguite mediante freatimetro dotato di segnalatore acustico al raggiungimento del livello.

Il prelievo di campioni di acque sotterranee nei fori piezometrici avverrà con modalità dinamica mediante spurgo con elettropompa per un periodo sufficiente ad estrarre 3-5 volumi specifici, verificando la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici rilevabili in sito. Scopo dello spurgo è quello di consentire la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici dell'acqua di falda presente all'interno dei piezometri. Tale stabilizzazione sarà verificata mediante l'utilizzo di sonda multiparametrica. I parametri indicatori (pH, potenziale redox, conducibilità elettrica e ossigeno disciolto) saranno costantemente monitorati durante lo spurgo e saranno successivamente riportati sul modulo di prelievo.

I campioni d'acqua, identificati con la sigla del piezometro, saranno raccolti in appositi contenitori su cui sarà applicata un'etichetta contenente la denominazione del campione, il punto di prelievo e la data.

La metodologia di analisi da adottare dovrà seguire le linee guida previste nel manuale "Metodi Analitici per le Acque" APAT CNR-IRSA, 2003.

8.5.2. PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri oggetto di analisi.

parametri	u.m.	limite di legge
IDROLOGICI / IDROMORFOLOGICI		
Livello idrico	m slm	-
FISICO-CHIMICI (IN SITU)		
Conduttività elettrica a 20°C	µs/cm	
Ossigeno disciolto	mg/L	
pH		
Potenziale Redox	mV	
Soggiacenza statica	m	
Temperatura dell'acqua	°C	
Temperatura dell'aria	°C	
CHIMICI (LABORATORIO)		
METALLI		
Arsenico	µg/L	10
Cadmio	µg/L	5
Cromo totale	µg/L	50

PROGETTAZIONE ATI:

parametri	u.m.	limite di legge
Cromo VI	µg/L	5
Ferro	µg/L	200
Manganese	µg/L	50
Nichel	µg/L	20
Piombo	µg/L	10
Rame	µg/L	1000
Zinco	µg/L	3000
INQUINANTI INORGANICI		
Solfati	mg/L	250
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	µg/L	1
Etilbenzene	µg/L	50
Toluene	µg/L	15
p-Xilene	µg/L	10
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI		
1,1-Dicloroetilene	µg/L	0.05
1,2-Dicloroetano	µg/L	3
Clorometano	µg/L	1.5
Cloruro di vinile	µg/L	0.5
Esaclorobutadiene	µg/L	0.15
Tetracloroetilene	µg/L	1.1
Tricloroetilene	µg/L	1.5
Triclorometano	µg/L	0.15
Sommatoria organoalogenati	µg/L	10
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI		
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	0.05
1,1,2-Tricloroetano	µg/L	0.2
1,1-Dicloroetano	µg/L	810
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	0.001
1,2-Dicloroetilene	µg/L	60
1,2-Dicloropropano	µg/L	0.15
ALTRE SOSTANZE		
Idrocarburi totali	µg/L	350
MTBE	µg/L	40

8.6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

La fase di monitoraggio in ante operam sarà essenzialmente finalizzata alla caratterizzazione dello stato attuale della componente ed avrà quindi la funzione di identificare il contesto qualitativo delle acque sotterranee, così da rendere disponibile gli elementi su cui confrontare, durante il periodo delle lavorazioni, i risultati dei monitoraggi effettuati.

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo principale di verificare che nella fase di realizzazione dell'opera non vengano indotte modifiche ai caratteri qualitativi e quantitativi del sistema delle

PROGETTAZIONE ATI:

acque sotterranee. Nel dettaglio, si procederà al confronto tra i valori dei parametri rilevati nell'ante operam con quelli che saranno misurati in questa fase, in modo da poter subito segnalare eventuali criticità.

Il monitoraggio post-operam si rende necessario per l'eventuale verifica di restituzione alla falda della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'infrastruttura e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse e monitorare l'assenza di interferenza tra falda sotterranea e opera d'arte.

Programma delle attività di monitoraggio

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno:

- **Ante Operam:** Il Monitoraggio Ante Operam delle acque sotterranee ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche della falda, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche della falda tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente delle acque sotterranee. Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi dei parametri fisico-chimici e del livello piezometrico. Le misurazioni delle caratteristiche idrologiche e dei parametri fisico-chimici dovranno essere effettuate nei sei mesi precedenti l'inizio dei lavori con una frequenza trimestrale, prevedendo quindi 2 misurazioni in un semestre. Le analisi in questa fase saranno utilizzate come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali per le analisi nelle fasi successive.
- **Corso d'Opera:** La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque sotterranee avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori. Le misure delle caratteristiche idrologiche (piezometria) e dei parametri fisico-chimici dovranno essere effettuate con frequenza trimestrale, per un totale di 4 misurazioni ogni anno. Un opportuno confronto dei parametri rilevati in questa fase con quelli monitorati in AO permetterà una valutazione critica delle interferenze indotte dalle lavorazioni.
- **Post Operam:** il monitoraggio si rende necessario per l'eventuale verifica di restituzione alla falda della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'infrastruttura e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse. I parametri previsti da monitorare sono gli stessi del monitoraggio AO e CO, definiti nei paragrafi precedenti. Le misurazioni dovranno essere effettuate nell'anno successivo al termine dei lavori con una frequenza trimestrale, sia per le caratteristiche idrologiche che per i parametri fisico-chimici, prevedendo quindi 4 misurazioni in un anno.

L'ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegate al progetto.

Codice punto	Frequenza		
	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
AST_01	Trimestrale nei sei mesi prima dell'inizio lavori (2 misure)	Trimestrale nel periodo di realizzazione (4 misure/anno)	Trimestrale nei dodici mesi dopo il termine dei lavori (4 misure)
AST_02			
AST_03			
AST_04			
AST_05			
AST_06			
AST_07			
AST_08			

PROGETTAZIONE ATI:

AST_09			
AST_10			
AST_11			
AST_12			
AST_13			
AST_14			
AST_15			
AST_16			
AST_17			
AST_18			
AST_19			
AST_20			
AST_21			

8.7. SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per le acque sotterranee nel periodo dei 30 mesi di cantiere.

Codice punto	Parametri idrologici e fisico chimici		
	AO	CO	PO
AST_01	2	2	4
AST_02	2	4	4
AST_03	2	2	4
AST_04	2	2	4
AST_05	2	5	4
AST_06	2	3	4
AST_07	2	1	4
AST_08	2	17	4
AST_09	2	17	4
AST_10	2	7	4
AST_11	2	7	4
AST_12	2	1	4
AST_13	2	3	4
AST_14	2	3	4
AST_15	2	3	4
AST_16	2	3	4

PROGETTAZIONE ATI:

AST_17	2	3	4
AST_18	2	3	4
AST_19	2	3	4
AST_20	2	3	4
AST_21	2	2	4

Il diverso numero di campagne di misura per le varie stazioni di monitoraggio nella fase in corso d'opera è dovuto al fatto che le misurazioni verranno effettuate nei vari punti di misura solo quando il punto è interessato dai lavori di realizzazione del tracciato di progetto nelle vicinanze.

Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole di cantierizzazione allegate al progetto.

9. VEGETAZIONE

9.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

9.1.1. LEGGI COMUNITARIE E CONVENZIONI INTERNAZIONALI

Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, (Direttiva Habitat). GU-CE n. 206 del 22 luglio 1992.

Convenzioni internazionali

- Convenzione sulla diversità biologica, Rio de Janeiro 1992;
- Convenzione sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa, Berna 1979;
- Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 1971;
- Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, Barcellona 1995.

9.1.2. LEGGI NAZIONALE

DPR 357/1997 Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. S.O. alla G.U. n.248 del 23 ottobre 1997;

DPR 120/2003 Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n. 124 del 30 maggio 2003;

D.L.gs 34/2018 Testo unico in materia di foreste e filiere forestali.

9.1.3. LEGGI REGIONALI

Regione Toscana

- D L.gs 34/2018 - Testo unico in materia di foreste e filiere forestali;
- Legge forestale della Toscana, 21 marzo 2000, n. 39;
- DM n.4470 del 2020 - Criteri minimi per l'iscrizione agli elenchi o albi regionali delle imprese che eseguono lavori o forniscono servizi forestali;
- DM n.4472 del 2020- Criteri minimi per la formazione professionale degli operatori forestali;
- DM n. 9219119 del 2020- Linee guida relative alla definizione dei criteri minimi per l'esonero dagli interventi compensativi conseguenti alla trasformazione del bosco;
- Reti Ecologiche Toscana - RET

Regione Umbria

- Testo unico regionale per le foreste (l.r 28/2001)
- Regolamento attuativo l.r. 28/2001 (r.r. 7/2002)
- DGR n. 2003 del 30/11/2005: Approvazione del progetto di rete ecologica della Regione Umbria (reru), recepita nel p.u.t. con l.r.22.02.2005,n.11-modifiche della l.r.24.03.2000,n.27.

PROGETTAZIONE ATI:

9.2. STATO QUALITATIVO ATTUALE

Lo studio botanico vegetazionale ha riguardato l'ambito di area vasta e di dettaglio ricadente nell'alta Valle del fiume Tevere interessato dal progetto stradale di 12,5 km relativo al completamento della "Strada di Grande Comunicazione E78 Grosseto-Fano Due Mari, tratto Le Ville di Monterchi e Selci – Lama.

L'indagine è stata finalizzata alla caratterizzazione generale del territorio di area vasta, e alla identificazione puntuale degli elementi vegetazionali interferiti (indagine di dettaglio), con l'opera in progetto viene illustrata la localizzazione del tracciato in progetto, che interessa per la maggior parte la Regione Toscana, specificamente nella Provincia e nel Comune di Arezzo, nelle località Bagnaia (Comune di Anghiari), Le Ville, Il Colle, Pocaia (Comune di Montevarchi), mentre nel tratto finale ricade nella Regione Umbria, nello specifico nella provincia di Perugia, interessando i territori delle località di Citerna, Pistrino (Comune di Citerna), Olmitello (Comune di Città di Castello) e Selci Lama, nel Comune di San Giustino, con l'arrivo del tracciato che si raccorda con lo svincolo esistente di Selci Lama della E45 di. Nel suo percorso, il tracciato scorre in parte nel territorio dell'Alta Valle del Tevere, con l'attraversamento del Fiume Tevere in Località Olmitello.

L'Area Vasta ha una superficie complessiva di 191670224,8 m² (191,67 km²).

La ripartizione spaziale delle coperture di questo ambito territoriale (Area Vasta) nei diversi tipi di vegetazione e fruizioni antropiche è indicata nella successiva tabella.

Descrizione della tipologia	Superficie (m ²)	Valenza
Boschi a dominanza di Quercus ilex con Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia (All. Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975)	356293,22	10b
Boschi misti acidofili di rovere (Quercus petraea) con Quercus cerris, Carpinus betulus (Ass.Hieracio racemosi - Quercetum petraeae Pedrotti, Ballelli Biondi 1982)	2038374,546	10a
Cerrete termofile a Quercus cerris, Quercus pubescens, Quercus petraea, Erica arborea, Cytisus scoparius (Ass.Erico arboreae-Quercetum cerridis Arrigoni 1990)	22246697,79	10a
Boschi ripariali a Populus alba, Fraxinus angustifolia, Ulmus minor, Salix alba, Alnus glutinosa (All. Populion albae Br.-Bl. 1931 ex Tchou 1948)	3563908,832	10a
Boschi mesofili misti a dominanza di Quercus cerris con Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Acer opalus subsp. obtusatum (Ass.Cephalanthero longifoliae-Quercetum cerridis Scoppola et Filesi 1997, Aceri obtusati-Quercetum cerris Ubaldi e Speranza (1982)	13422747,29	9
Castagneto termofilo subacidofilo con Castanea sativa, Quercus cerris, Quercus pubescens, Erica arborea (Ass. Digitalo australi-Castanetum sativae Gamisans)	3339106,979	9
Bosco a salice bianco (Salix alba) All. Salicion Albae Soó 1930	96102	9
Boschi termofili di Quercus pubescens, con Quercus cerris, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Quercus petraea (Ass.Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis Biondi 1986)	11610346,8	9
Boscaglie di Ostrya carpinifolia (Ord. Quercetalia pubescenti-petraeae Klika 1933)	101540,572	9
Rimboschimenti di conifere	2786908,029	8
Aggruppamento di neoformazione a pioppi (Populus nigra, Populus alba)	28398,111	7
Boschi a dominanza di Robinia pseudoacacia con specie arbustive dell'Ordine Prunetalia)	116282,375	7
Brughiere secondarie a dominanza di Erica arborea, Erica scoparia, Cytisus scoparius (All. Sarothamnion scoparii Tüxen ex Oberdorfer 1957)	13890,188	7
Arbusteti a sanguinella (Cornus sanguinea), rovi (Rubus sp. pl.), prugnolo (Prunus spinosa) (ALL. Pruno spinosae - Rubion ulmifolii O. BOLÒS 1954)	848364,553	6
Ginestreti a Spartium junceum (All. Cytision sessilifolii Biondi et al.1988)	340592,947	6
Formazioni erbacee secondarie e perenni mesofile (Cl.Festuco-Brometea Br.-Bl.	817942,316	5

PROGETTAZIONE ATI:

& Tüxen ex Br.-Bl. 1949)		
Praterie secondarie postcolturali (Cl. Stellarietea mediae Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951, Ord. Agropyretalia repentis Oberdorfer 1967)	784885,357	5
Acque dolci (laghi, stagni)	259511,837	5
Piantagioni di latifoglie	666173,379	4
Piantagione di latifoglie (noci)	7327,713	4
Vegetazione ornamentale di Parchi, giardini e aree verdi	697093,48	3
Frutteti	401376,834	3
Oliveti	2146451,228	3
Vigneti	671999,368	2
Orti e sistemi agricoli complessi	939270,36	1
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	112851526,3	1
Aree con vegetazione scarsa o nulla (Centri abitati, infrastrutture, attività produttive)	10517112,35	0

La condizione complessiva dell'Area Vasta è alquanto negativa, prevalentemente costituita da vegetazione con bassa o nulla valenza di naturalità. Il grado di naturalità complessiva dell'Area Vasta è il seguente.

	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
%	67,3	1,7	16,4	14,7

L'indice IVN dell'Area Vasta che equivale alla superficie sottesa di un buffer largo 3 km dalle opere viarie progettate, nella condizione odierna, prima di qualunque intervento, è di 0,307 valore da considerarsi "Basso" con Vegetazione dominata da tipi antropogeni.

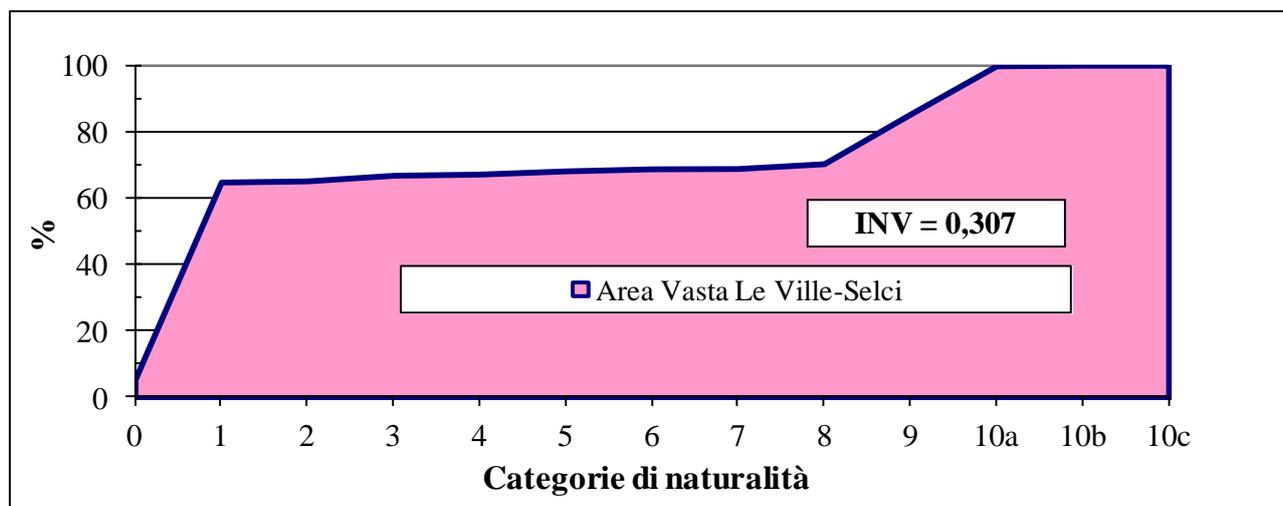


Figura 9-1

L' Area di Dettaglio è contenuta in buffer largo circa 500 m dalle opere viarie

La superficie dell'Area di Dettaglio ammonta a 15754061,05 m² (15,7 km²) e costituisce l'8,2% della dimensione dell'Area Vasta.

La ripartizione spaziale delle coperture di questo ambito territoriale (Area di Dettaglio) nei diversi tipi di vegetazione e fruizioni antropiche è indicata nella successiva tabella.

Descrizione della tipologia	Superficie (m ²)	Valenza
Boschi a dominanza di Quercus ilex con Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia (All. Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-	94772,07	10b

PROGETTAZIONE ATI:

Descrizione della tipologia	Superficie (m ²)	Valenza
Martinez 1975)		
Cerrete termofile a Quercus cerris, Quercus pubescens, Quercus petraea, Erica arborea, Cytisus scoparius (Ass. Erica arborea-Quercetum cerridis Arrigoni 1990)	1612756	10a
Boschi mesofili misti a dominanza di Quercus cerris con Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Acer opalus subsp. obtusatum (Ass Cephalanthero longifoliae-Quercetum cerridis Scoppola et Filesi 1997, Aceri obtusati-Quercetum cerris Ubaldi e Speranza (1982)	582567,6	10a
Boschi ripariali a Populus alba, Fraxinus angustifolia, Ulmus minor, Salix alba, Alnus glutinosa (All. Populion albae Br.-Bl. 1931 ex Tchou 1948)	300215	10a
Bosco a salice bianco (Salix alba) All. Salicion Albae Soó 1930	17338	9
Boschi termofili di Quercus pubescens, con Quercus cerris, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Quercus petraea (Ass. Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis Biondi 1986)	1212967	9
Rimboschimenti di conifere	52081,46	8
Aggruppamento di neoformazione a pioppi (Populus nigra, Populus alba)	28397,02	7
Boschi a dominanza di Robinia pseudoacacia con specie arbustive dell'Ordine Prunetalia)	9658	7
Arbusteti a sanguinella (Cornus sanguinea), rovi (Rubus sp. pl.), prugnolo (Prunus spinosa) (ALL. Pruno spinosae - Rubion ulmifolii O. BOLÒS 1954)	147383	6
Ginestreti a Spartium junceum (All. Cytision sessilifolii Biondi et al. 1988)	3694,923	6
Praterie secondarie postcolturali (Cl. Stellarietea mediae Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951, Ord. Agropyretalia repentis Oberdorfer 1967)	46493,39	5
Acque dolci (laghi, stagni)	21347	5
Piantazione di latifoglie	46565,91	4
Vegetazione ornamentale di Parchi, giardini e aree verdi	37567,05	3
Frutteti	6652,333	3
Oliveti	286813,5	3
Vigneti	8337,661	2
Orti e sistemi agricoli complessi	1326,637	1
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	10283453	1
Aree con vegetazione scarsa o nulla (Centri abitati, infrastrutture, attività produttive)	953674,5	0

La condizione complessiva dell'Area di Dettaglio è alquanto negativa, analoga ma leggermente peggiore di quella attribuita all'Area Vasta.

	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
%	73,8	1,6	8,1	16,4

L'indice IVN dell'Area di Dettaglio che equivale alla superficie sottesa di un buffer largo 500 m dalle opere viarie progettate, nella condizione odierna, prima di qualunque intervento, è di 0,267 valore da considerarsi "Basso" con Vegetazione dominata da tipi antropogeni, inferiore a quello precedentemente calcolato per l'Area Vasta.

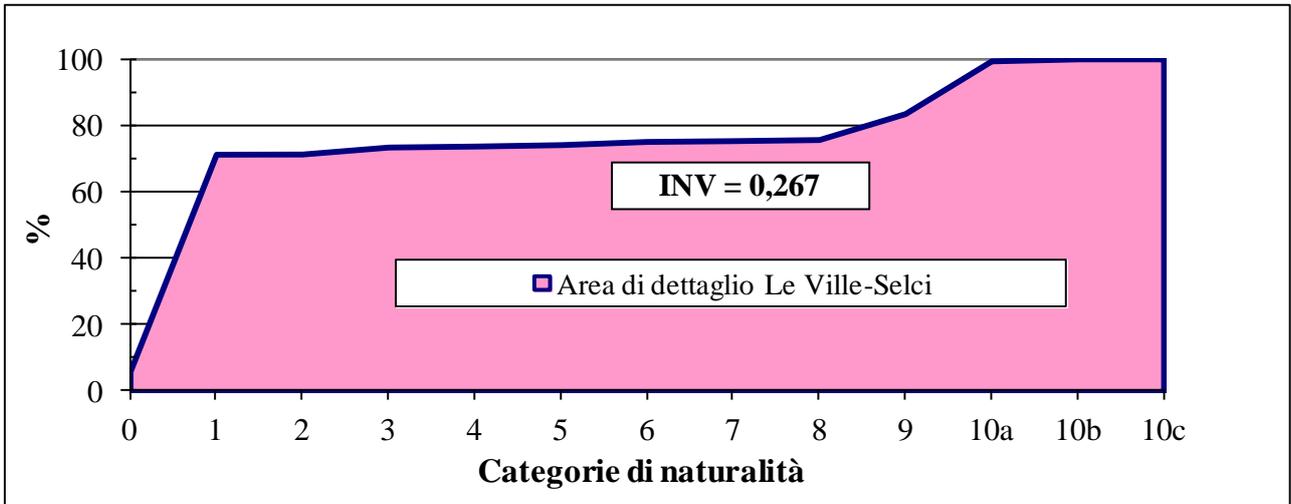
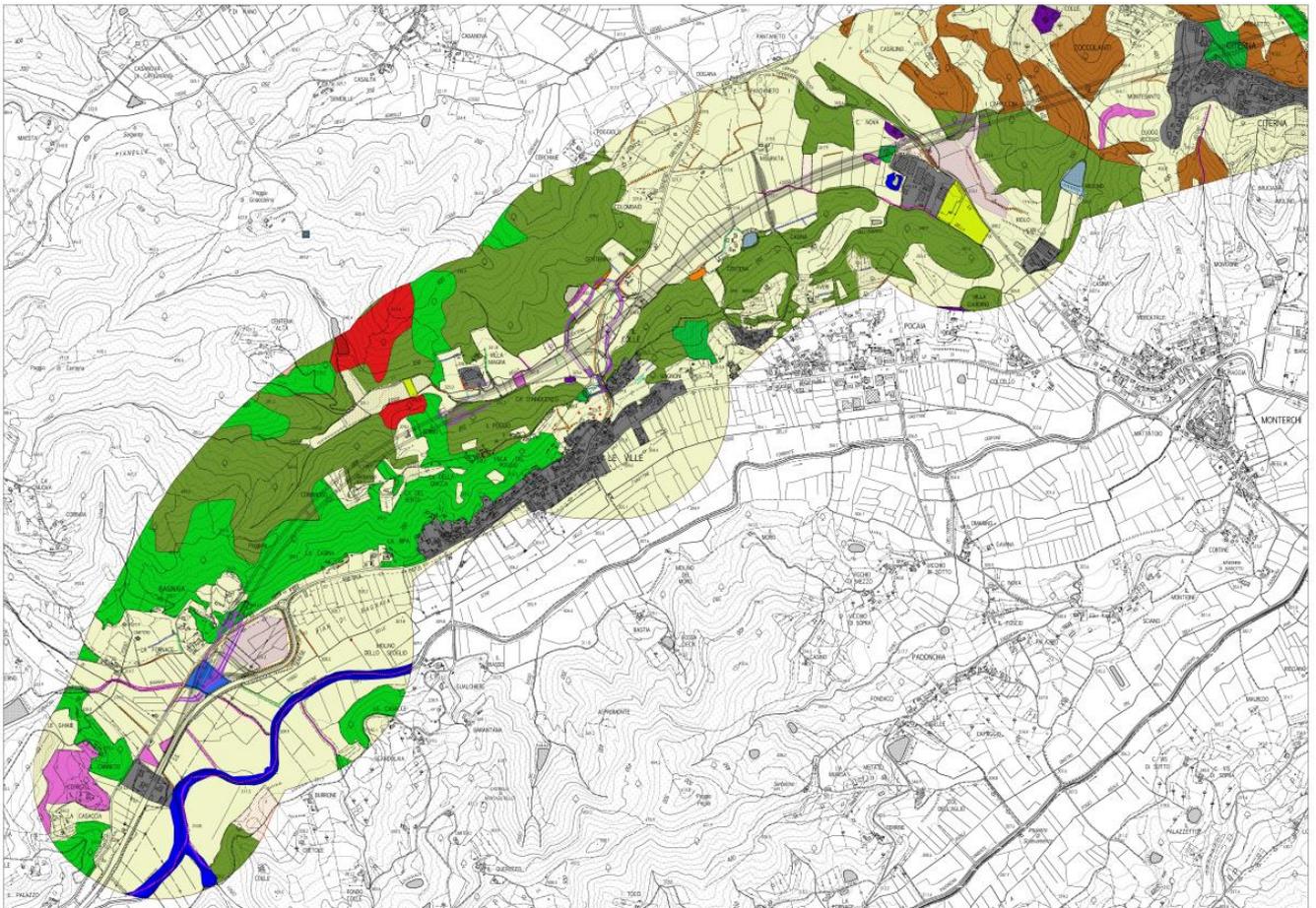


Figura 9-2

La figura che segue riporta lo stralcio della vegetazione di dettaglio.



PROGETTAZIONE ATI:

Figura 9–3 Stralcio Carta della vegetazione di dettaglio

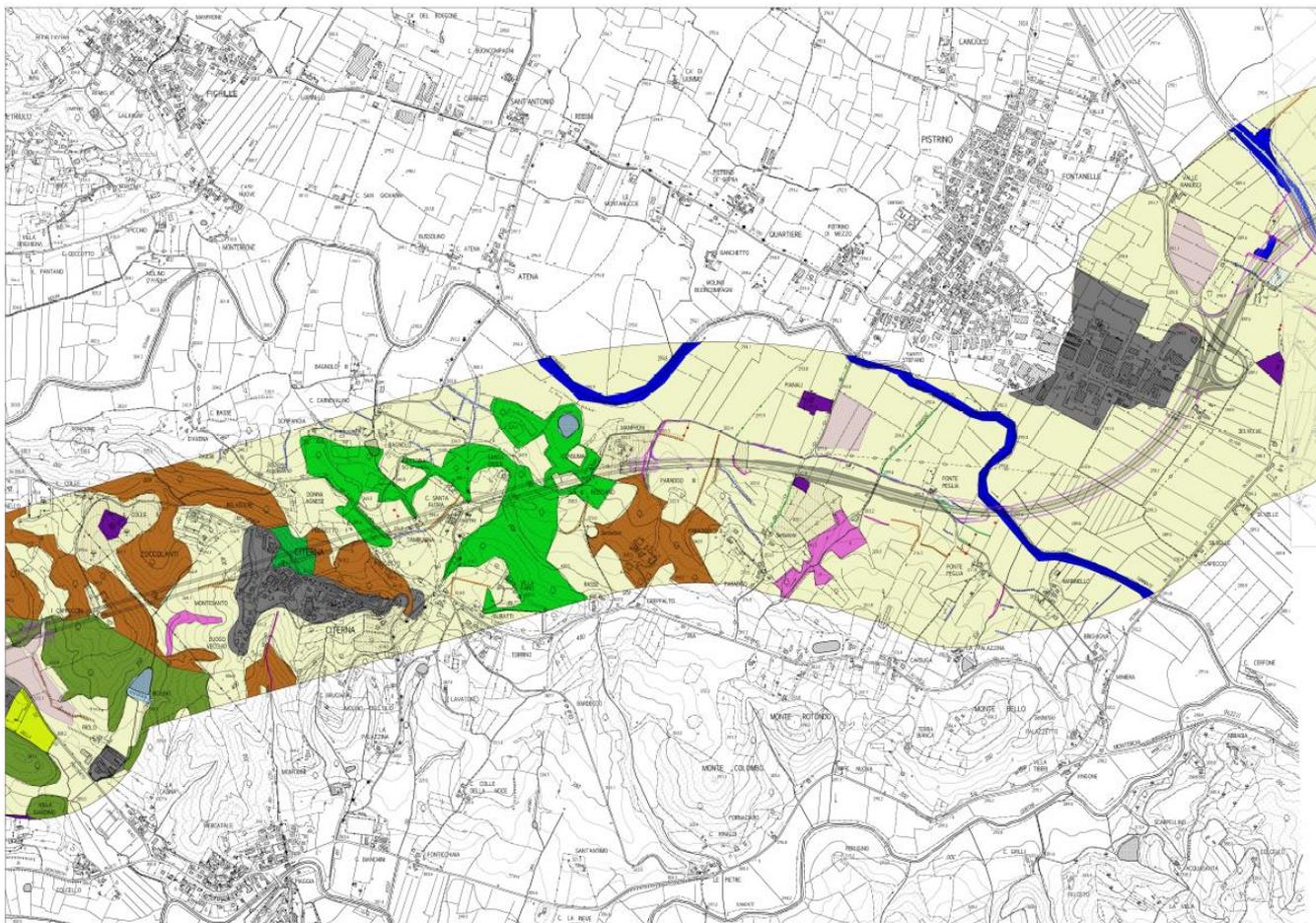


Figura 9–4 Stralcio Carta della vegetazione di dettaglio

PROGETTAZIONE ATI:

-  Ginestreti a *Spartium junceum* (All. *Cytision sessilifolii* Biondi et al.1988)
 -  Oliveti
 -  Orti e sistemi agricoli complessi
 -  Piantagione di latifoglie (noci)
 -  Piantagioni di latifoglie
 -  Praterie secondarie postcolturali (Cl. *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951, Ord. *Agropyretalia repentis* Oberdorfer 1967)
 -  Rimboschimenti di conifere
 -  Vegetazione ornamentale di Parchi, giardini e aree verdi
 -  Vigneti
 - 
- Formazioni vegetali lineari**
-  Filare a dominanza di querce (*Q. pubescens*, *Q. cerris*, *Q. petraea*)
 -  Filare di *Acer campestre*
 -  Filare di cipressi (*Cupressus* sp. pl.)
 -  Filare di latifoglie miste (*Quercus pubescens*, *Acer campestre*, *Ulmus minor*, *Cornus sanguinea*)
 -  Filare di noci (*Juglans regia*)
 -  Filare di pioppi (*Populus* sp. pl.)
 -  Filare di robinia (*Robinia pseudoacacia*)
 -  Filare ornamentale a dominanza di conifere (*Pinus* sp. pl.)
 -  Siepe mista di latifoglie (*Ulmus minor*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Acer campestre*)
- Alberi isolati**
-  *Acer campestre*
 -  *Populus nigra*
 -  *Populus nigra* ssp *italica*
 -  *Quercus pubescens*
 -  *Tilia* sp.
 -  *Juglans regia*
 -  buffer500m
 -  Perimetro ZSC
 -  TRACCIATO DI PROGETTO
 -  AREE DI CANTIERE
 -  PISTE DI CANTIERE

Figura 9–6 Legenda Carta della vegetazione di dettaglio

9.3. AZIONI DI PROGETTO CHE POSSONO INTERFERIRE CON LA COMPONENTE

Nella fase di cantiere si ha il massimo impatto sulla componente a seguito dell'occupazione del suolo con rimozione del soprassuolo vegetale. Nel capitolo relativo agli espropri è stata individuata una superficie di esproprio permanente, legato all'occupazione dell'opera viaria e di una fasci di rispetto, e una superficie di esproprio temporanea, legata alle sole attività di cantiere che al termine dei lavori saranno restituite all'originaria destinazione d'uso.

PROGETTAZIONE ATI:

9.4. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

9.4.1. POSSIBILI IMPATTI SULLA COMPONENTE

La realizzazione dell'opera comporta come principale effetto sulla vegetazione la sottrazione di superficie naturaliformi con la conseguente scomparsa delle condizioni necessarie alla permanenza delle specie originarie.

L'impatto sulla vegetazione avviene principalmente in fase di cantiere con la perdita delle specie. Durante tale fase l'impatto è dovuto alla perdita di condizioni idonee al ricostituirsi di habitat complessi e al conseguente aumento di specie alloctone e di specie comuni e sinantropiche.

9.4.2. CRITERI E METODOLOGIA DEL MONITORAGGIO SULLA COMPONENTE VEGETAZIONE

Il monitoraggio della componente vegetazione è finalizzato ai seguenti principali obiettivi:

- caratterizzare la vegetazione delle aree interessate dai lavori durante la fase ante operam
- caratterizzare e monitorare le aree e le specie di particolare interesse naturalistico, ecologico ed ambientale;
- monitorare l'evoluzione degli interventi di piantumazione per la riqualificazione e l'inserimento ambientale e paesaggistico delle superfici di pertinenza della strada, comprese quelle individuate come compensazione e mitigazione;
- Verificare la rinaturalizzazione delle aree cantiere dove attualmente è presente vegetazione naturale;
- mettere in atto misure di mitigazione e salvaguardia della vegetazione e dell'ambiente qualora si verificassero danni imputabili ai lavori;
- rilevare l'introduzione di specie sinantropiche a carattere invasivo.

Il Piano di Monitoraggio ambientale relativo agli ambiti vegetazionali deve pertanto verificare l'insorgere degli impatti, consentendo, laddove possibile, interventi correttivi in corso d'opera al fine di minimizzarne l'entità.

Le indagini saranno svolte in aree di estensione limitata ma comunque rappresentative e adeguate agli scopi specifici dell'indagine, delineate mediante apposito sopralluogo.

Il seguente "Campo d'indagine" è stato individuato considerando le caratteristiche della componente vegetazionale dell'area d'indagine, al fine di monitorare l'impatto delle opere in modo efficace.

- **Analisi floristica per fasce campione**

Per questo tipo di indagine sarà necessario definire itinerari lineari lungo i quali realizzare i censimenti della flora. Le fasce saranno opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi o gli elementi floristici più rappresentativi dell'area d'indagine. Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. I censimenti della flora devono essere realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati delle opere, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine. Nell'area in esame gli itinerari saranno finalizzati per lo più alla caratterizzazione in senso sinantropico dei transetti floristici. In tale situazione si può infatti stimare meglio che in altri casi la variazione floristica quali-quantitativa dovuta ad interferenze esterne.

PROGETTAZIONE ATI:

2. Il censimento delle specie vegetali deve comunque essere realizzato, percorrendo due itinerari paralleli, l'uno posto in prossimità delle opere di progetto e l'altro a maggiore distanza per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I censimenti si considereranno conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.

3. Il riconoscimento delle specie può avvenire in campagna quando il campione è certo al livello di specie; viceversa, i campioni per i quali sussistono dubbi debbono essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti, di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP". Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr. Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame. Si devono segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

- **Rilievi fitosociologici**

Consistono nella valutazione quantitativa del grado di ricoprimento dei rappresentanti delle varie entità floristiche secondo il metodo abbondanza- dominanza di Braun-Blanquet. Essi riguardano le aree adiacenti i cantieri al fine di monitorare la vegetazione durante la realizzazione dell'opera e nella fase di esercizio.

9.5. STAZIONI DI MONITORAGGIO

L'individuazione dei punti di monitoraggio è stata finalizzata a rappresentare le diverse strategie di intervento al fine di evidenziare

Complessivamente sono state individuate 12 aree in corrispondenza delle quali saranno effettuati i rilievi previsti per il monitoraggio della vegetazione. Esse riguarderanno gli interventi di messa a dimora di specie vegetali per l'inserimento paesaggistico dell'infrastruttura stradale eseguiti sulle scarpate, sugli imbocchi delle gallerie, sugli attraversamenti fluviali. Inoltre, saranno eseguiti su alcune aree di compensazione e mitigazione realizzate su superfici intercluse o per mitigare l'impatto visivo da punti sensibili e in alcune aree naturali adiacenti i cantieri.

Il monitoraggio sarà ante opera, semestrale, sei mesi prima dell'inizio dell'opera; ove previsto in fase di cantiere, semestrale; semestrale in post opera fino a 1 anno dall'intervento.

Le stazioni di campionamento sono riportate nella tabella che segue

Stazione	Postazione indicativa	Note	N	E
VEG_01	Svincolo Le Ville	Presenza lembo boscato coinvolto dal tracciato e interventi di ricucitura con sesto naturaliforme torrente Cerfone	43°28'37"	12°03'31"
VEG_02	Inizio galleria Le Ville	Siepe arbustiva lineare sopra rilevato e ricostruzione area boscata sopra galleria artificiale	43°28'47"	12°03'35"

PROGETTAZIONE ATI:

VEG_03	Km 2+150 – 2+200	Ap-06 – Fosso Centena	43°29'16	12°04'20"
VEG_04	Svincolo Monterchi	AP.05 – Fosso Centena – Fascia arboreo arbustiva ripariale igrofila	43°29'24"	12°04'42"
VEG_05	Svincolo Monterchi	AP.05 – Fosso Centena – Fascia arboreo arbustiva ripariale igrofila	43°29'27"	12°04'47"
VEG_06	In corrispondenza a CV.02 – Borgo storico – circa km 3+450	Fascia areale mista	43°29'36"	12°05'09"
VEG_07	AP-05, in corrispondenza del Tombino 07, circa km 4+250	Riqualificazione passaggio faunistico	43°29'43"	12°05'25"
VEG_08	Fosso Erbognone, circa km 7+700	Fasce arbustive per rinforzare fasce igrofile presenti	43°30'12"	12°08'07"
VEG_09	Svicolo Pistrino	Ap.10 Filari arborei in corrispondenza di area industriale	43°30'20"	12°09'37"
VEG_10	Viadotto Tevere/ZSC	Aree interessate dal cantiere e superficie di riqualificazione/compensazione ecologica	43°30'41"	12°10'04".
VEG_11	Svincolo Selci-E45	Ramo 4B Via Gonzaga. Filari di alberi e fascia arbustiva in vicinanza a centro abitato	43°30'56	12°11'03
VEG_12	Altezza km 8+400 - fosso	AP.08 Fasce arbustive per rinforzare fasce igrofile esistenti	43°30'08"	12°08'38"

Le aree all'interno delle quali saranno condotti i rilievi di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, sono riportate nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio". Le aree naturali circostanti il tracciato saranno oggetto di monitoraggio anche nella fase di cantiere.

9.6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione. Si escludono rilievi durante la fase di cantiere in quanto il monitoraggio è finalizzato alla verifica dello stato di attecchimento e affermazione della vegetazione messa a dimora.

Stazione	Fase monitoraggio	Fase	Durata fase	Frequenza	Numero misure
VEG_01	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_02	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13

PROGETTAZIONE ATI:

	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_03	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_04	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_05	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_06	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_07	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_08	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_09	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_10	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2

PROGETTAZIONE ATI:

VEG_11	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2
VEG_12	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Semestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori nelle aree adiacenti	78 mesi	Semestrale	13
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	1 anno	Semestrale	2

9.7. SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione.

Stazione	AO	CO	PO	Tot.
VEG_01	2	13	2	17
VEG_02	2	13	2	17
VEG_03	2	13	2	17
VEG_04	2	13	2	17
VEG_05	2	13	2	17
VEG_06	2	13	2	17
VEG_07	2	13	2	17
VEG_08	2	13	2	17
VEG_09	2	13	2	17
VEG_10	2	13	2	17
VEG_11	2	13	2	17
VEG_12	2	13	2	17

10. FAUNA

10.1. NORMATIVA

10.1.1. LEGGI COMUNITARIE E CONVENZIONI INTERNAZIONALI

Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, (Direttiva Habitat). GU-CE n. 206 del 22 luglio 1992.

Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Convenzioni internazionali

- Convenzione sulla diversità biologica, Rio de Janeiro 1992;
- Convenzione sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa, Berna 1979;
- Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 1971;
- Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, Barcellona 1995.

10.1.2. LEGGI NAZIONALE

DPR 357/1997 Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. S.O. alla G.U. n.248 del 23 ottobre 1997;

DPR 120/2003 Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n. 124 del 30 maggio 2003;

D.L.gs 34/2018 Testo unico in materia di foreste e filiere forestali.

10.1.3. LEGGI REGIONALI

Regione Toscana

- Reti Ecologiche Toscana – RET
- Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio. Legge 11 febbraio 1992 n. 157 e successive modifiche;
- Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio Testo coordinato della legge regionale 12 gennaio 1994, n. 3 - Recepimento della legge 11 febbraio 1992, n. 157;
- Regolamento di attuazione della legge regionale 12 gennaio 1994, n. 3 D.P.G.R. 36/R/2022 - Testo unico regionale dei regolamenti in materia faunistico-venatoria;
- Calendario venatorio e modifiche alla legge regionale 12 gennaio 1994, n. 3 (Recepimento della Legge 11 febbraio 1992, n. 157 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio"). Legge regionale 10 giugno 2002, n. 20.
- DGR n. 2003 del 30/11/2005: Approvazione del progetto di rete ecologica della Regione Umbria (RERU), recepita nel p.u.t. con l.r.22.02.2005,n.11-modifiche della l.r.24.03.2000,n.27;

PROGETTAZIONE ATI:

- Piano faunistico venatorio: DGR 881 del 15/7/2019 e BUR n. 43 del 21/8/2019 - Supplemento ordinario n. 1
- Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio. (GU 3a Serie Speciale - Regioni n.31 del 06-08-1994).

10.1. . QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO

L'impatto sulla fauna è di tipo diretto per la sottrazione della vegetazione e di tipo indiretto, legato a modifiche dell'uso del suolo, emissioni in atmosfera e rumore, alterazione della qualità delle acque. Tali impatti sono stati analizzati nell'ambito della Relazione di verifica di coerenza con la REM e ritenuti, relazionati al contesto di area vasta ricco di ambiti naturali, poco significativi.

Interferenze a tratti alte sono legate all'interruzione delle connessioni ecologiche per le quali è prevista la mitigazione adeguando i tombini e gli scatolari aventi funzione idraulica per il passaggio della fauna.

10.2. STATO QUALITATIVO ATTUALE

Dall'analisi dell'area di studio emerge una struttura del paesaggio che è rappresentata nella Figura 10-1, in cui sono evidenziati i differenti habitat faunistici presenti, i quali sono stati oggetto di approfondimento.

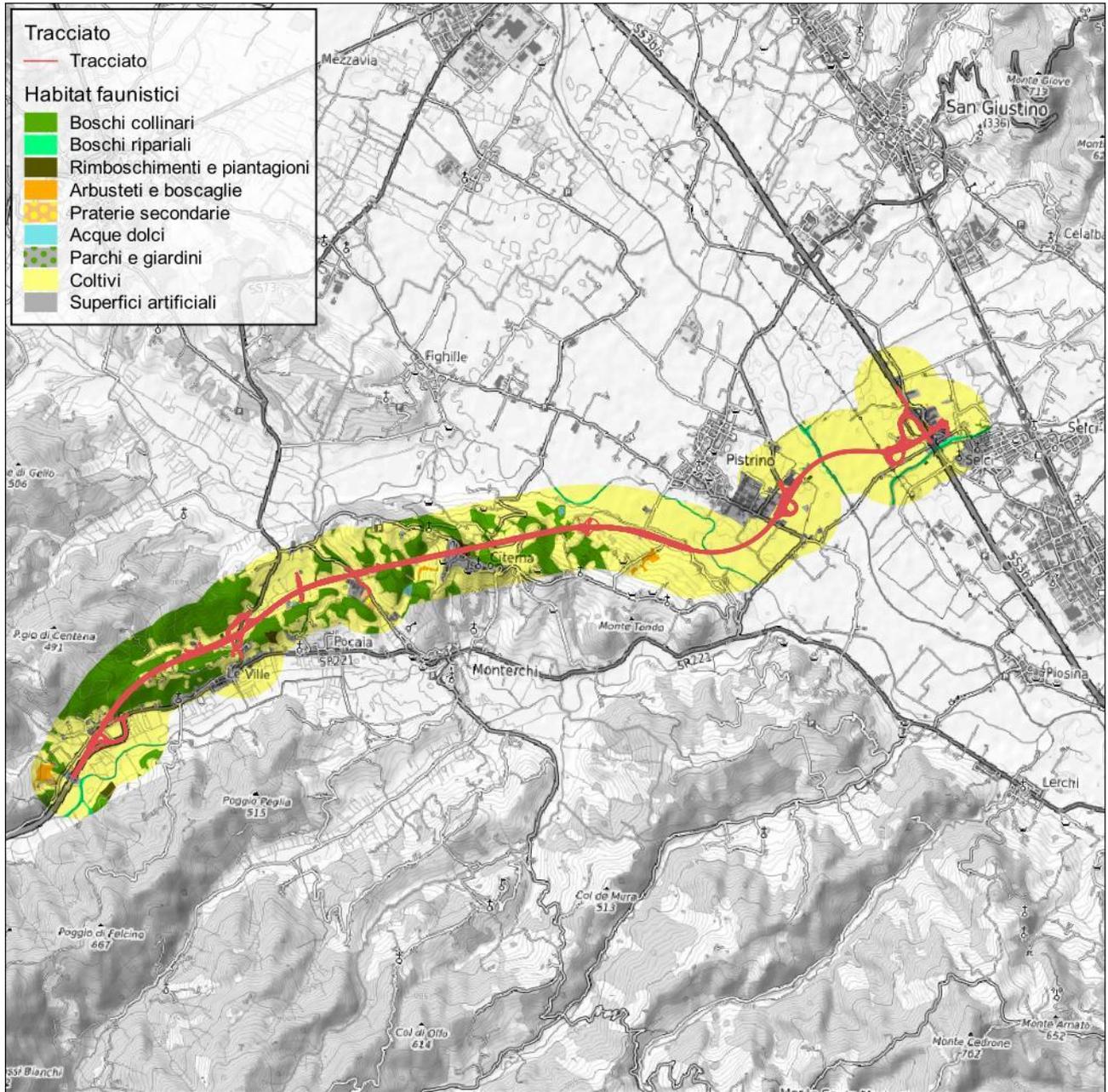


Figura 10-1 Habitat faunistici presenti nell'area di studio

Dalla lettura della carta della vegetazione sono stati individuati i seguenti habitat faunistici che sono brevemente descritti.

PROGETTAZIONE ATI:

Habitat faunistico	Descrizione
Boschi collinari	Comprendono le formazioni forestali che si sviluppano nelle aree collinari e sono in gran parte formate da boschi di roverella e di cerro
Boschi ripariali	Comprendono le formazioni che si sviluppano lungo i due corsi d'acqua attraversati dal tracciato (F. Tevere e T. Sovara), in gran parte boschi con salice bianco, pioppi, ontano nero ed in alcuni tratti robinia
Rimboschimenti e piantagioni	In questo habitat sono stati raggruppati i rimboschimenti di conifere e le piantagioni di latifoglie
Arbusteti e boscaglie	Comprendono piccole aree in abbandono ed in fase di ricolonizzazione da parte della vegetazione legnosa che, in relazione alle caratteristiche ecologiche locali, possono essere aggruppamenti a pioppo, arbusteti decidui e ginestreti.
Praterie secondarie	Come il precedente comprende aree agricole abbandonate in cui si sono sviluppate praterie secondarie postcolturali. La loro distribuzione è estremamente limitata
Acque dolci	Comprende alcuni piccoli bacini a scopo irriguo e i corsi d'acqua a flusso permanente
Coltivi	Comprende tutte le aree coltivate, sia a seminativo che a colture arboree
Parchi e giardini	Vegetazione ornamentale di parchi, giardini e aree verdi
Superfici artificiali	Aree con vegetazione scarsa o nulla (Centri abitati, infrastrutture, attività produttive)

10.3. AZIONI DI PROGETTO E POSSIBILI IMPATTI SULLA COMPONENTE

10.3.1. EFFETTI INDIRETTI PRODOTTI DAI FATTORI DI DISTURBO

Con fattori di disturbo qui intendiamo *“Tutti quegli elementi che, pur non portando ad un’alterazione diretta della struttura dell’habitat, determinano una trasformazione delle condizioni ecologiche tali da poter incidere sull’idoneità per le comunità faunistiche”*. Quelli che potrebbero essere prodotti da una nuova infrastruttura come quella in progetto sono: Inquinamento acustico, Inquinamento luminoso e Incremento della fruizione.

- Inquinamento acustico: la variazione del clima acustico generalmente si riduce drasticamente nella fascia di 250 m dalle sorgenti. Considerato che non risultano presenti specie di particolare interesse conservazionistico e che la superficie interessata è modesta rispetto a quella complessiva dell’habitat, nel sito si ritiene che l’impatto non sia significativo.
- Inquinamento luminoso: Ad eccezione degli svincoli e delle gallerie, il progetto non prevede impianti di illuminazione lungo i tratti lineari. Si può affermare che il progetto non produce questa tipologia di pressione.
- Incremento alla fruizione: La strada non prevede accessi alle aree attraversate, che comunque si trovano in un contesto fortemente antropizzato per cui il progetto non produce questa tipologia di pressione

10.3.2. IMPATTO SUI SISTEMI DI CONNESSIONE

L'analisi faunistica e la verifica della coerenza con la rete ecologica è stata articolata individuando e descrivendo, sulla base del disegno delle due reti ecologiche regionali, integrato dall'analisi del paesaggio ecologico a scala locale, gli elementi di connessione con i quali il tracciato interferisce. In base al progetto delle opere stradali è stata valutata se specifiche interferenze con le connessioni ecologiche possono provocare effettivamente un'interruzione/indebolimento dei collegamenti ecologici e, in caso affermativo, individuare gli opportuni interventi di mitigazione.

I dati bibliografici disponibili mostrano come i passaggi possono mitigare l'effetto barriera delle infrastrutture (Soanes et al., 2024) e anche da un punto di vista economico il costo è decisamente minore rispetto ai vantaggi procurati dal mantenimento del valore ambientale delle aree circostanti (Sijtsma et al., 2020). L'opzione più economica è quella di utilizzarle, adattandoli quando necessario, gli elementi di permeabilità già previsti come ponti, viadotti e opere idrauliche trasversali anche se per questi ultimi è necessario valutare se le caratteristiche costruttive come dimensioni, fondo o eventuali rampe d'accesso siano tali da permettere il loro utilizzo in sicurezza da parte della fauna. A questo scopo si è fatto riferimento alla vasta disponibilità di pubblicazioni, linee guida e documenti ed in particolare a: Casale et al., 2015; Ciabò et al., 2015; Clevenger and Huijser, 2011; Fabietti et al., 2011; Fila-Mauro et al., 2005; Guccione et al., 2008; Keller, 2023

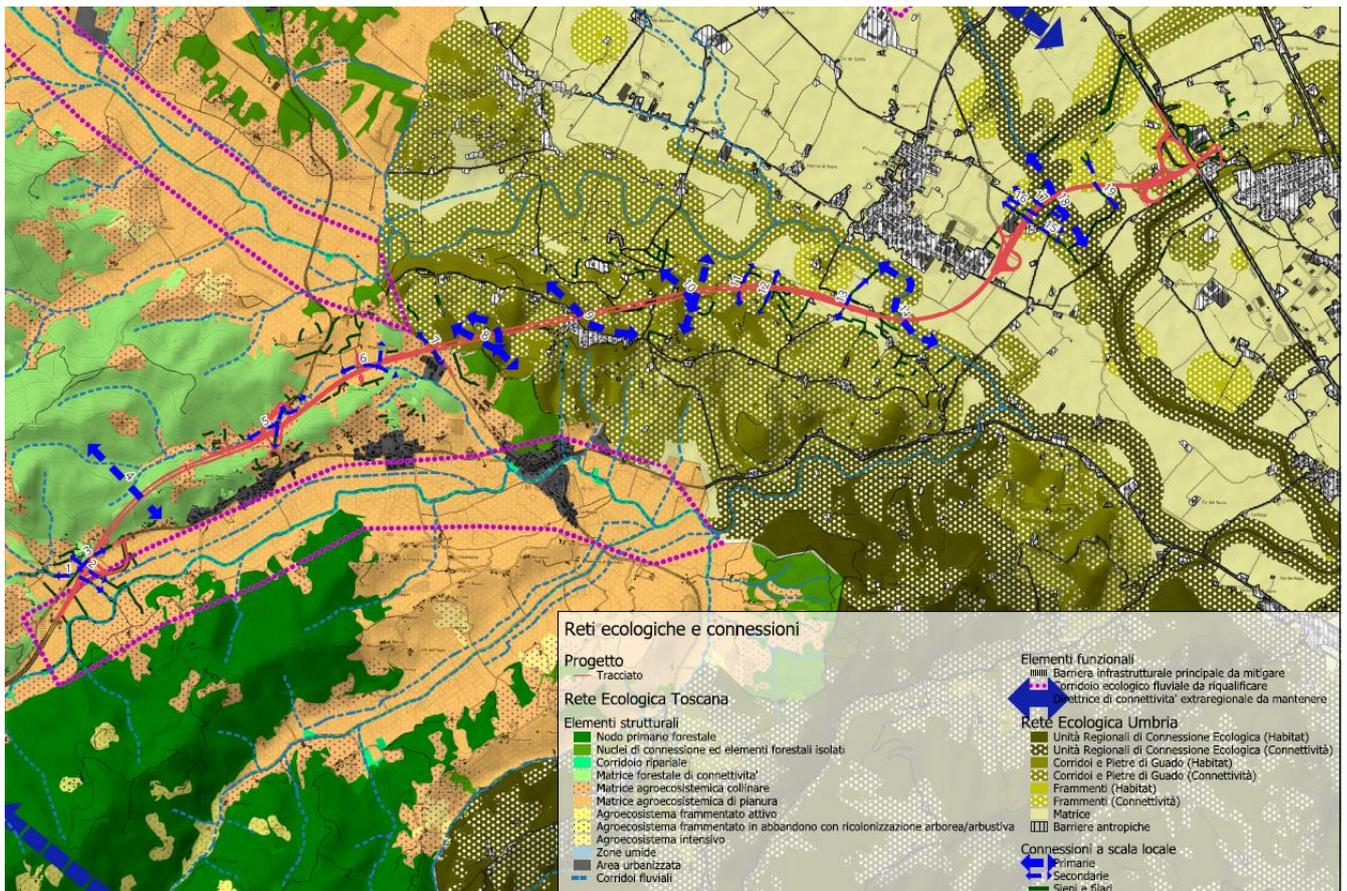




Figura 10-2 Stralcio Reti ecologiche e connessioni

Nel complesso l'opera garantisce una certa permeabilità in quanto ci sono ampi tratti in galleria e viadotti in corrispondenza dei corsi d'acqua principali.

Per le interferenze con i corsi d'acqua minori si prevede la valorizzazione ecologica di alcune delle opere idrauliche previste dal progetto attraverso la piantumazione di specie vegetali al fine di naturalizzare gli accessi. Per il dettaglio di tali interventi si rimanda al progetto di inserimento paesaggistico e ambientale (Sez. 09 dell'elenco elaborati).

Dalla Verifica dell'impatto del progetto sulla rete ecologica non emerge la necessità di realizzare nuovi passaggi faunistici.

10.4. CRITERI E METODOLOGIA DEL MONITORAGGIO SULLA COMPONENTE FAUNA

Avifauna nidificante

L'indagine è indirizzata al campionamento della comunità nidificante poiché solo in questo periodo il legame territoriale degli individui è tale da fornire informazioni idonee a valutare gli effetti delle trasformazioni ambientali sulla componente.

Il metodo adottato è quello del conteggio puntuale, ampiamente standardizzato e usato diffusamente in questo tipo di indagine. Esso è basato sul conteggio di tutti gli individui contattati da un punto prestabilito entro una distanza predefinita.

Il monitoraggio dovrà essere condotto secondo il protocollo previsto Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali per il progetto Farmland Bird Index finalizzato al monitoraggio dei PSR (Fornasari et al., 2010). Che nel dettaglio, tarandolo sulle caratteristiche ecologiche locali, prevede:

- Periodo di campionamento: 20 maggio – 20 giugno
- Orario di campionamento: dall'alba alle 11.00 am
- Durata del campionamento 10'
- Dati da raccogliere: conteggio di tutti gli individui contattati registrando anche l'attività (es. canto, semplice presenza, trasporto materiale per il nido, ecc) e ove possibile sesso ed età.
- Area di campionamento: dovranno essere registrati separatamente gli individui contattati entro 100m dalla stazione e quelli a distanza superiore.

PROGETTAZIONE ATI:

Nella scheda dovranno inoltre essere riportati: data, ora, rilevatore e codice stazione.

I risultati dello studio comprenderanno la redazione di un report contenente:

- La check list delle specie rilevate con l'indicazione del loro status di conservazione
- Elenco delle specie contattate in ogni stazione, distinte tra entro 100 m e oltre, con indicazione per le prime dell'abbondanza espressa in numero di coppie calcolato secondo il metodo in Fornasari et al., 2010.

Mammiferi

Secondo quanto riportato nel documento di riferimento "Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali" (Stoch F. e Genovesi P., 2016), il fototrappolaggio è una tra le tecniche di rilevamento diretto (ovvero di rilevamento visivo degli animali) di grande efficacia per lo studio dei mammiferi all'interno di aree vaste. Essa consente infatti di compiere campionamenti continui per lunghi periodi di tempo ampliando la possibilità di "avvistamento" delle specie indagate, soprattutto se criptiche ed elusive. Inoltre, senza la presenza costante di operatori sul campo, permette di rilevare reperti oggettivi (foto e video) con un ridotto disturbo.

In corrispondenza di ognuna delle 3 UC individuate dovrà essere posizionata una fototrappola.

Le trappole fotografiche dovranno essere posizionate ad una altezza da terra adeguata, con modalità tali da riprendere un animale ad una distanza non troppo elevata.

Per ogni sito il tempo di permanenza della trappola fotografica dovrà essere 24 mesi.

Durante tale periodo ogni dispositivo dovrà essere controllato (scaricamento delle registrazioni / sostituzione della scheda di memoria) con cadenza regolare, evitando interruzioni di funzionamento.

Per ogni sessione di controllo (scaricamento delle registrazioni / sostituzione della scheda di memoria da un dispositivo), i dati raccolti dovranno essere archiviati all'interno di un database in formato foglio di calcolo, il quale dovrà contenere le seguenti informazioni:

- *Dati generali*
- *Data;*
- *Rilevatore;*
- *Codice UC;*
- *Dati di rilievo*
- *Codice ripresa*
- *Ora di inizio evento di cattura;*
- *Specie (target o specie d'interesse comunitario e/o conservazionistico), numero di individui, classe di età;*
- *Note.*

Il dato di base della tecnica di indagine è rappresentato dal tasso di cattura fotografica per ciascuna specie, definito dal rapporto fra il numero totale di eventi di cattura registrati per la specie e lo sforzo di campionamento, rappresentato dal numero totale di giorni di effettivo funzionamento delle fototrappole (giorni-fototrappola).

Il tasso di cattura di ogni specie dovrà essere calcolato in via preliminare per ogni UC e sul totale dell'UC utilizzate.

Nome	Area riferimento	Descrizione	Metodo di calcolo
Tasso di cattura fotografica specifico puntuale	Singola UC	Tasso di cattura fotografica di una specie in ogni sito (UC)	Totale del numero di eventi di cattura di una specie sul totale dei giorni di effettivo funzionamento della fototrappola in un singolo sito
Tasso di cattura fotografica specifico totale	Intera area di studio	Tasso di cattura fotografica di una specie in una sessione annuale di rilevamento	Totale del numero di eventi di cattura di una specie sul totale dei giorni di effettivo funzionamento di tutte le fototrappole nell'intera sessione di rilevamento

10.5. STAZIONI DI MONITORAGGIO

Di seguito si forniscono le stazioni di monitoraggio per l'avifauna e la teriofauna. Le aree all'interno delle quali saranno condotti i rilievi di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, sono riportate nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

I criteri di scelta sono la prossimità delle azioni di progetto maggiormente impattanti in fase di cantiere e di esercizio e l'individuazione di aree naturali non impattate, aventi caratteristiche e funzioni analoghe a quelle coinvolte dal progetto, le quali fungono da bianchi di riferimento.

In fase di esercizio i monitoraggi serviranno a verificare i risultati delle mitigazioni previste dal progetto, in particolare per quanto riguarda il mantenimento dei corridoi faunistici in corrispondenza dei principali attraversamenti idraulici.

10.5.1. AVIFAUNA NIDIFICANTE

Vista la valenza generale delle indicazioni fornite da questo taxa si ritiene che l'area d'indagine debba essere considerata corrispondente a tutto il tratto interessato dal progetto.

Il monitoraggio intende fornire un'indicazione complessiva dei possibili impatti prodotti dal progetto sull'avifauna nidificante e non può essere inteso come strumento per valutare effetti puntuali per altro non identificabili vista la mobilità delle specie e conseguentemente l'ampio home-range dei singoli individui.

Viste le tipologie di intervento e l'intensità dei possibili impatti si ritiene siano sufficienti 10 stazioni di monitoraggio; **di queste 4 individuate all'interno dell'ambito di interferenza potenziale dell'opera, 4 di controllo in contesti analoghi al di fuori del medesimo ambito.**

Le stazioni di campionamento con le coordinate (WGS84 UTM33) sono riportate nella tabella che segue:

Stazione	Coord N	Coord E	Descrizione
FAU_AVI_01	43°28'46"	12°03'22"	Punto di monitoraggio presso lo svincolo di Le Ville a circa 190 m dal tracciato al margine di un'area boscata
FAU_AVI_02	43°29'15"	12°04'32"	Punto di monitoraggio nel tratto iniziale della valle del F. della Centena a circa 50 m dal tracciato al margine di un'area boscata
FAU_AVI_03	43°29'33"	12°04'47"	Punto di monitoraggio nei pressi dell'innesto dello svincolo di Monterchi sulla SS 73 a circa 60 m dalla rotatoria in un'area con boschi, arbusteti e coltivi
FAU_AVI_04	43°29'37"	12°05'17"	Punto di monitoraggio nei pressi del nucleo di Centena a circa 100 m dal tracciato in un'area con boschi, coltivi e un piccolo lago

PROGETTAZIONE ATI:

FAU_AVI_05	43°29'51"	12°05'44"	Punto di monitoraggio nei pressi del cavalcavia sulla SP 42 a circa 80 m dal tracciato in un'area con boschi, coltivi ed edificato
FAU_AVI_06	43°30'12"	12°08'07"	Punto di monitoraggio dell'uscita della seconda galleria a circa 20 m dal tracciato in un'area coltivata con siepi
FAU_AVI_08	43°30'05"	12°08'57"	Punto di monitoraggio nei pressi del viadotto sul T. Sovara a circa 70 m dal tracciato al margine tra fascia ripariale e coltivi
FAU_AVI_09	43°30'09"	12°09'34"	Punto di monitoraggio nei pressi dello svincolo di Pistrino a circa 80 m dal tracciato all'interno dei coltivi
FAU_AVI_10	43°30'42"	12°10'01"	Punto di monitoraggio nei pressi del viadotto sul Tevere a circa 50 m dal tracciato al margine tra fascia ripariale e coltivi
FAU_AVI_11	43°30'44"	12°10'20"	Punto di monitoraggio nel fondovalle del Tevere a circa 20 m dal tracciato all'interno dei coltivi con siepi
FAU_AVI_12	43°30'47"	12°10'40"	Punto di monitoraggio nei pressi dello svincolo di Selci-Lama a circa 30 m dal tracciato in un'area con coltivi ed edificato

10.5.2. MAMMIFERI

Vista la valenza generale delle indicazioni fornite da questo taxa si ritiene che l'area d'indagine debba essere considerata corrispondente a tutto il tratto interessato dal progetto.

Il monitoraggio intende fornire un'indicazione complessiva dei possibili impatti prodotti dal progetto sulla teriofauna e non può essere inteso come strumento per valutare effetti puntuali per altro non identificabili vista la mobilità delle specie e conseguentemente l'ampio home-range dei singoli individui.

Viste le tipologie di intervento e l'intensità dei possibili impatti si ritiene siano sufficienti 4 stazioni di monitoraggio individuate all'interno dell'ambito di interferenza potenziale dell'opera, in corrispondenza dei principali tratti di attraversamento. In questa fase è individuata una collocazione di massima dei punti di rilevamento in quanto, visto le caratteristiche del metodo che ritiene di adottare, l'ubicazione esatta può essere definita solo al momento dell'effettuazione dei primi rilievi a seguito di sopralluoghi sul campo.

Le stazioni di campionamento con le coordinate sono riportate nella tabella che segue:

id	Stazione	N	E
0	FAU_TERI_04	43°29'43"	12°05'23"
0	FAU_TERI_02	43°30'12"	12°08'07"
0	FAU_TERI_03	43°30'02"	12°09'01"
0	FAU_TERI_01	43°30'42'	12°10'02"

Teriofauna	Coordinate		Descrizione
Stazione	N	E	
FAU_TERI_01	43°29'43"	12°05'23"	Punto di monitoraggio nei pressi del tombino per l'attraversamento del F. della Centena, <u>Corridoio fluviale</u> per il PIT Toscana e connessione secondaria a livello locale Individuazione delle specie faunistiche e verifica dell'attraversamento da parte degli animali.

FAU_TERI_02	43°30'12"	12°08'07"	Punto di monitoraggio in corrispondenza di un tombino nei pressi dell'uscita della seconda galleria dove è individuata una connessione secondaria Individuazione delle specie faunistiche e verifica dell'attraversamento da parte degli animali.
FAU_TERI_03	43°30'02"	12°09'01"	Punto di monitoraggio localizzato presso il viadotto sul T. Sovara in corrispondenza di una connessione primaria. Individuazione delle specie faunistiche e verifica dell'attraversamento da parte degli animali.
FAU_TERI_04	43°30'42"	12°10'02"	Punto di monitoraggio localizzato presso il viadotto sul F. Tevere in corrispondenza di una connessione primaria. Individuazione delle specie faunistiche e verifica dell'attraversamento da parte degli animali.

10.6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

10.6.1. AVIFAUNA

Fase ante-operam

- Prima dell'esecuzione dei lavori dovrà essere condotto un rilievo in periodo riproduttivo in ogni stazione.

Fase di cantiere

- Un rilievo all'anno in ogni stazione.

Fase post-operam

- Dovrà essere effettuata una campagna di rilievo nella prima stagione riproduttiva utile dopo il termine dei lavori.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione. Si escludono rilievi durante la fase di cantiere in quanto il monitoraggio è finalizzato alla verifica dello stato di attecchimento e affermazione della vegetazione messa a dimora.

Stazione	Fase monitoraggio	Fase	Durata fase	Frequenza	Numero misure
FAU_AVI_01	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_02	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine	1 anno	annuale	1

PROGETTAZIONE ATI:

		dei lavori			
FAU_AVI_03	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_04	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_05	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_06	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_08	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_09	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_10	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_11	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	semestrale	1
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1
FAU_AVI_12	AO	Prima dell'inizio	sei mesi	semestrale	1

PROGETTAZIONE ATI:

		dei lavori			
	CO	Durante la fase di cantiere	78 mesi	annuale	7
	PO	Per 1 anno dopo il termine dei lavori	1 anno	annuale	1

10.6.2. MAMMIFERI

Viste le caratteristiche della tecnica di monitoraggio selezionata volta a misurare l'efficacia delle misure di mitigazione il campionamento sarà svolto esclusivamente durante la fase post-operam.

Fase post-operam

- Dovrà essere effettuata una campagna di rilievo nei primi 12 mesi consecutivi utili dopo il termine dei lavori.

Stazione	Fase monitoraggio	Durata fase	Frequenza	Numero misure
FAU_TERI_01	AO			
	CO			
	PO	1 anno	semestrale	2
FAU_TERI_02	AO			
	CO			
	PO	1 anno	semestrale	2
FAU_TERI_03	AO			
	CO			
	PO	1 anno	semestrale	2
FAU_TERI_04	AO			
	CO			
	PO	1 anno	semestrale	2

10.7. SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione.

Avifauna

Stazione	AO	CO	PO	Tot.
FAU_AVI_01	1	7	1	9
FAU_AVI_02	1	7	1	9
FAU_AVI_03	1	7	1	9
FAU_AVI_04	1	7	1	9
FAU_AVI_05	1	7	1	9

PROGETTAZIONE ATI:

FAU_AVI_06	1	7	1	9
FAU_AVI_08	1	7	1	9
FAU_AVI_09	1	7	1	9
FAU_AVI_10	1	7	1	9
FAU_AVI_11	1	7	1	9
FAU_AVI_12	1	7	1	9

Mammiferi

Stazione	AO	CO	PO	Tot.
FAU_TERI_01			2	2
FAU_TERI_02			2	2
FAU_TERI_03			2	2
FAU_TERI_04			2	2

PROGETTAZIONE ATI:

11. VIBRAZIONI

Le finalità del monitoraggio relativamente alla componente vibrazioni sono differenziate in relazione alla fase specifica in cui si svolgono i rilievi.

Monitoraggio ante-operam

I rilievi hanno scopo di definire un adeguato scenario di indicatori vibrometrici atti a rappresentare lo "stato di bianco", cui riferire l'esito dei successivi monitoraggi.

Monitoraggio in corso d'opera

I rilievi sono finalizzati a:

- controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni vibrometrici sia coerente rispetto alle previsioni del SIA;
- controllo dei fenomeni vibratorii indotti dalle lavorazioni al fine di evitare il manifestarsi di emergenze

specifiche e, eventualmente, adottare eventuali misure integrative di mitigazione degli impatti.

Monitoraggio post-operam

Le attività di monitoraggio devono garantire:

- la verifica degli impatti vibrometrici determinati dall'esercizio dell'opera.

Si ritiene opportuno sottolineare che è esclusivo compito delle imprese adottare tutti gli accorgimenti operativi finalizzati a garantire la compatibilità delle vibrazioni nei confronti dei possibili danni materiali alle strutture (fessurazioni, lesioni, cedimenti, etc.).

Il monitoraggio si pone come obiettivo la verifica esclusiva dei seguenti aspetti:

- effetti sulla popolazione: il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e dalla frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta.

L'"annoyance" deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non hanno un organo bersaglio ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive;

- interferenza con attività produttive e ospedaliere: alcuni settori dell'industria, della ricerca e della diagnostica in campo medico utilizzano apparecchiature di precisione, microscopi ottici ed elettronici, ecc. potenzialmente disturbabili da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, anche dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni;
- effetti su edifici e beni storico-monumentali: le vibrazioni possono in alcune situazioni, o in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni a edifici e beni storico-monumentali.

Nel caso oggetto di studio, in prossimità dell'opera e delle aree di cantiere, non sono stati individuate né attività produttive né edifici storico-monumentali caratterizzati da un elevato livello di sensibilità al fenomeno vibratorio.

11.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

11.1.1. NORMATIVA NAZIONALE

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

11.1.2. NORMATIVA TECNICA

In assenza di specifiche norme nazionali o regionali i riferimenti per l'analisi della problematica delle vibrazioni sono costituiti dalla normativa tecnica ed in particolare da:

- NORMA UNI 9614: 2017 «Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»;
- NORMA UNI 9916: 2014 «Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici».
- NORMA ENV 28041: «Risposta degli individui alle vibrazioni. Apparecchiatura di misura».
- NORMA UNI 11048: «Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo».
- NORMA UNI ISO 2631: «Evaluation of human exposure to whole-body vibration»;
- NORMA UNI ISO 2631-1: 2014 «Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni trasmesse a tutto il corpo – Parte I: requisiti generali».
- NORMA UNI ISO 2631-2: 2018 «Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 2: Vibrazioni negli edifici (da 1 Hz a 80 Hz)».
- NORMA UNI ISO 2631-5: 2019 «Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 5: Metodo per la valutazione delle vibrazioni a carattere impulsivo».
- NORMA 4866: «Mechanical vibration and shock - Vibration of buildings - Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings».
- NORMA 5347: «Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. Basic concepts».
- NORMA 5348: «Mechanical vibration and shock - Mechanical mounting of accelerometers».
- NORMA DIN 4150:
- DIN 4150-1 «Vibration in buildings. Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations».
- DIN 4150-2 «Vibration in buildings. Influence on persons in buildings».
- DIN 4150-3 «Structural vibration in buildings. Effects on structures».
- NORMA 6472: «Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 Hz - 80 Hz) ».

In particolare, per la valutazione del disturbo alle attività umane si fa riferimento alla norma UNI 9614, mentre per la valutazione degli effetti sugli edifici si fa riferimento alla norma UNI 9916.

La norma UNI 9614 concorda nei contenuti con la ISO 2631-2. Essa considera 3 tipi di vibrazioni:

- livello costante: quando il livello di accelerazione ponderato in frequenza rilevato con costante di tempo "slow" varia in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- livello non costante: quando il livello di accelerazione ponderato in frequenza rilevato con costante di tempo "slow" varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;

PROGETTAZIONE ATI:

- 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.

11.2. SINTESI DEGLI IMPATTI

In base alle conclusioni del modello previsionale delle vibrazioni sviluppato per la fase di cantiere si riscontrano alcuni ricettori per i quali si potrebbe determinare il superamento del limite previsto dalla UNI 9614:2017. In particolare, si individuano tre nuclei di ricettori a destinazione residenziale in concomitanza delle lavorazioni per la realizzazione delle paratie OS.01 e OS.06 e lo scavo in tradizionale della galleria “Le Ville”.

11.3. IDENTIFICAZIONE DELLE AREE INTERESSATE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

11.3.1. CRITERI ADOTTATI

Nella scelta dei punti di monitoraggio si è tenuto conto, oltre che dei documenti progettuali di riferimento precedentemente indicati, anche del:

- Progetto Esecutivo dell’infrastruttura;
- Piano di cantierizzazione.

In linea generale sono state previste campagne di monitoraggio nelle tipologie di ricettori che risultano più sensibili alle vibrazioni indotte dalle lavorazioni:

- edifici residenziali;
- attività sensibili quali ospedali, industrie di precisione, etc;
- emergenze storico-culturali.

Le sorgenti vibrazionali legate alla cantierizzazione dell’opera sono riconducibili, in via prioritaria, alle seguenti tipologie:

- cantieri fissi (ospitanti impianti o lavorazioni che comportino emissioni significative);
- fronte di avanzamento lavori;
- piste e viabilità di cantiere.

I punti di monitoraggio sono pertanto stati posizionati in corrispondenza dei ricettori civili ubicati in prossimità delle aree operative (cantieri operativi e fronte di avanzamento lavori).

11.3.2. IDENTIFICAZIONE DELLE AREE

Le indagini, in particolare durante la fase di Corso d’Opera, saranno effettuate in corrispondenza del ricettore più prossimo alle aree di cantiere in funzione del fronte avanzamento lavori nonché in tutti quei punti di monitoraggio considerati significativi e descritti in modo più approfondito nel relativo paragrafo.

11.3.2.1. Ubicazione punti di misura

Stazione	Km	Ricettore	Criteri scelta punto
VIB_01	0+725	1E024_2	Paratia OS.01
VIB_02	0+875	1E028_2	Galleria naturale “Le Ville”
VIB_03	4+400	2E_31_2	Paratia OS.06

PROGETTAZIONE ATI:

11.3.3. MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTI DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio ambientale della componente Vibrazioni consiste in una campagna di misure atte a rilevare la presenza di moti vibratorii all'interno di edifici e a verificarne gli effetti sulla popolazione e sugli edifici stessi.

In particolare, per quanto concerne gli effetti sulla popolazione, le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di "annoyance", ovvero gli effetti di fastidio indotti dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani. Tali effetti dipendono in misura variabile dall'intensità, dal campo di frequenza delle vibrazioni, dalla numerosità degli eventi e dal contesto abitativo nel quale gli stessi eventi si manifestano (ambiente residenziale, fabbrica, etc.). Tale disturbo, infatti, non ha un organo bersaglio, ma è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile. È bene evidenziare che tale fastidio non comporta aspetti di natura sanitaria e/o tecnopatie correlate alle vibrazioni e, ancora di più, aspetti di natura medico-legale correlati a patologie ma si tratta dell'insorgenza di una generica sensazione percettiva che può arrecare fastidio, qualora il soggetto svolga una qualsiasi attività, anche non lavorativa.

Il rilevamento deve essere eseguito restituendo la time history del livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza (secondo il filtro per assi combinati indicato dalla norma UNI 9614:2017) con intervalli di un secondo.

Poiché i recettori da indagare sono di tipo residenziale e poiché in questi si eseguirà un rilievo mirato alla valutazione al disturbo, le frequenze di interesse sono quelle comprese tra 1 e 80 Hz.

Il metodo di calcolo illustrato nel seguito è da considerarsi valido per tutti i tipi di sorgente e adeguato a coprire sia i fenomeni di media e breve durata sia fenomeni impulsivi caratterizzati da un fattore di cresta molto elevato

L'elaborazione del segnale corrispondente ad ogni singolo evento comporta una serie di passaggi da eseguirsi nella sequenza indicata.

11.3.3.1. Filtraggio con filtro passa banda e filtro di ponderazione

L'accelerazione misurata sui tre assi $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$ deve essere filtrata con un filtro passa banda (band-limiting) con le caratteristiche riportate nella ISO 2631-2[3] e UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 5.6.2) e successivamente con il filtro di ponderazione W_m . Si ottiene per l' j -esimo asse, l'accelerazione ponderata $a_{w,j}(t)$.

Per l'intera storia temporale del segnale ponderato viene calcolato l'andamento nel tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata, per ogni singolo asse cartesiano $[a_{w,rms,j}(t)]$.

11.3.3.2. Calcolo dell'accelerazione ponderata efficace

Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace $a_w(t)$ deve essere eseguito per la combinazione, istante per istante, a partire dalle tre accelerazioni assiali ponderate calcolate mediante l'equazione:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

La combinazione delle tre componenti assiali del valore efficace dell'accelerazione ponderata è effettuata secondo quanto richiesto dalla norma UNI ISO 2631-1:1997 punto 6.5 con $k_x=k_y=k_z=1$

11.3.3.3. Calcolo della massima accelerazione ponderata

La massima accelerazione ponderata è calcolata come il massimo di tali valori, all'interno del singolo j -esimo evento

$$a_{w,max,j} = \max (a_w(t))$$

PROGETTAZIONE ATI:

11.3.3.4. Calcolo della massima accelerazione statistica

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \times \sigma$$

dove:

$\overline{a_{w,max}}$ è il valore medio della massima accelerazione ponderata calcolato mediante la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative agli N eventi considerati

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

σ è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate.

11.3.3.5. Calcolo dell'accelerazione associata alla sorgente

Le vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo devono essere quantificate mediante l'accelerazione ponderata massima statistica della sorgente V_{sor} che deve essere calcolata a partire dall' accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse V_{imm} e dalla accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue V_{res} con la seguente equazione:

$$V_{sor} = \sqrt{(V_{imm}^2 - V_{res}^2)}$$

11.3.4. DEFINIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE DI MISURA

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre all'acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati.

In alternativa è possibile far ricorso a sistemi acquisizione dati che memorizzano la storia temporale dell'accelerazione in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea. Di tale software, degli algoritmi, delle librerie utilizzate e della loro versione deve essere riportata indicazione dei rapporti di misurazione, ferma rimanendo la rispondenza alle caratteristiche di analisi richieste dalla UNI EN ISO 8041-1.

11.3.5. REQUISITI GENERALI DELLA STRUMENTAZIONE

Le caratteristiche metrologiche la catena di misura (sensore più sistema di acquisizione e di condizionamento del segnale) quali: Curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, muore di fondo della Catena ecc. Devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1. Devono essere implementati i filtri "band limiting" e di ponderazione W_m le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1.

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale minore 10 mV/(m/s²)
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza $\pm 5\%$ d 0.5 Hz a 250 Hz,
- acquisizione in forma digitale frequenza di campionamento non minore di 1500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso dei fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti è dalle vibrazioni immesse, né da quelle residue, almeno 5 volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

PROGETTAZIONE ATI:

11.3.5.1. Taratura e calibrazione della strumentazione

La taratura della strumentazione deve essere verificata presso un centro di taratura certificato da Accredia, con una periodicità non superiore a tre anni. Il controllo deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per la strumentazione o per la riparazione della stessa.

La taratura è ottenibile tramite il confronto delle funzioni di risposta in frequenza prodotte dall'accelerometro da calibrarsi e da un accelerometro di riferimento sottoposti alla medesima funzione di sollecitazione su tavola vibrante. Se la funzione di trasferimento non risulta conforme con il margine di errore dichiarato dal produttore, la strumentazione è inviata ad un centro di taratura accreditato Accredia per le necessarie verifiche.

Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati nuovi da meno di tre anni se corredati da certificato di conformità alle norme UNI EN ISO 8041-1.

La calibrazione dell'accelerometro avviene tramite la verifica della funzione di eccitazione prodotta da un eccitatore di calibrazione in conformità alla norma ISO 5347.

Essa deve essere effettuata all'inizio ed al termine di ciascun ciclo di misure.

11.3.5.2. Montaggio degli accelerometri

Il montaggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all'accelerometro deve essere realizzato facendo riferimento alla UNI ISO 5348 e alle indicazioni fornite dal produttore della scheda tecnica del sensore. Il metodo di installazione deve essere indicato nel rapporto di misura e deve essere scelto in relazione alle condizioni dei piani di posa.

È previsto l'impiego di:

- a) inserti/ tasselli (meccanici chimici) inseriti nel piano di posa
- b) collegamenti rigidi (con mastici, resine, cera d'api ecc.)
- c) magneti
- d) collegamenti bullonati
- e) masse appoggiate sulla superficie alle quali viene vincolato l'accelerometro.

L'uso di tali masse è vietato su superfici morbide (per esempio tappeti e moquette ecc.) o non piane o irregolari. Le masse devono garantire un appoggio isostatico.

11.4. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

11.4.1. MISURE IN CORRISPONDENZA DI RICETTORI PROSPICIENTI AL FRONTE DI AVANZAMENTO LAVORI

La misura è mirata alla valutazione dell'Annoyance indotta dalle attività di costruzione (corso d'opera). Tale misura deve essere dunque eseguita nella finestra temporale in cui, nelle vicinanze del ricettore monitorato, vengono eseguite le attività critiche in relazione all'emissione di vibrazioni nel terreno. La misura avrà la durata di due ore durante le quali verranno misurate in continuo le vibrazioni indotte dalle lavorazioni. Al fine di determinare relazioni di causa-effetto tra operazione di cantiere e annoyance rilevata occorre che la postazione di misura sia presidiata: l'operatore annoterà ogni evento determinante fenomeni vibranti sensibili. Inoltre, l'operatore dovrà annotare anche eventi sensibili non ascrivibili ad attività di cantiere che saranno riconosciuti in fase di post-elaborazione della misura.

Gli eventi vibratorii registrati saranno suddivisi, in base alla sorgente che li ha generati, nelle seguenti categorie:

- Eventi generati da infrastrutture di trasporto;
- Eventi generati da attività interne all'edificio;
- Eventi generati dall'attività di cantiere;
- Eventi generati dalla movimentazione dei mezzi di cantiere.

PROGETTAZIONE ATI:

Una volta suddivisi gli eventi, per ogni tipologia di sorgente, verrà restituito lo spettro medio della vibrazione. Per ogni evento registrato e per ogni trasduttore accelerometrico installato sarà restituito il valore RMS dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza secondo filtro per assi combinati UNI 9614, oltre alla time-history anzidetta.

Le indagini saranno concentrate, in accordo con la D.L., nei periodi in cui si effettuano le lavorazioni più onerose (trincee, fondazioni, pali, diaframmi, ecc.).

Per le rilevazioni in corso d'opera si terrà conto del fatto che le sorgenti di vibrazione sono numerose e possono realizzare sinergie d'emissione, oltre che generare l'esaltazione del fenomeno se si considerano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

In parallelo alla registrazione delle vibrazioni, deve essere svolta anche la caratterizzazione delle sorgenti di emissione che interessano il rilevamento.

Nel caso di vibrazioni dovute alle lavorazioni di cantiere si dovranno annotare l'insieme delle lavorazioni eseguite e, in particolare, quelle che hanno generato superamenti del valore di soglia.

La frequenza di tale misura sarà trimestrale, in concomitanza delle lavorazioni impattanti.

Per una visione d'insieme si riassume nelle Tabella sottostante.

Ricettore	CO
	Misure in continuo 2 ore
VIB_01	1 volta all'anno in concomitanza delle lavorazioni impattanti
VIB_02	1 volta all'anno in concomitanza delle lavorazioni impattanti
VIB_03	1 volta all'anno in concomitanza delle lavorazioni impattanti

11.5. SOGLIE DI RIFERIMENTO

La valutazione del disturbo è effettuata confrontando il parametro descrittore della vibrazione della sorgente V_{sor} con i limiti di riferimento riportati ai punti 9.1 e 9.2 della norma.

Di seguito vengono riportati per i diversi tipi di ambiente e per i diversi periodi della giornata i valori limite di disturbo

Ricettore	Valore limite V_{sor}
	[mm/s ²]
Ambiente ad uso abitativo:	
periodo diurno	7,2
periodo notturno	3,6
periodo diurno giornate festive	5,4
Luoghi lavorativi	1,4
Ospedali, case di cura e affini	2

Ricettore	Valore limite V_{sor}
	[mm/s ²]
Asili e case di riposo	3,6
Scuole	5,4

11.6. SINTESI DELLE MISURE

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi della componente vibrazioni.

Stazione	CO	TOT.
VIB_01	1	1
VIB_02	5	5
VIB_03	1	1
TOT		7

12. GESTIONE DELLE ANOMALIE

Per le componenti acque, suolo, atmosfera, rumore, in fase di CO e PO, sarà considerata una 'anomalia' e attivata la procedura di seguito descritta, il superamento dei valori soglia, così come opportunamente ricavati dal monitoraggio ante opera; tali valori soglia VS rappresentano il termine di riferimento sito specifico rispetto a cui confrontare i risultati del monitoraggio CO e PO, ai fini dell'adozione delle eventuali azioni correttive.

Infatti, il superamento dei suddetti valori soglia VS è indice della presenza di una anomalia (non necessariamente legata all'opera) che deve comunque essere valutata facendo scattare le necessarie procedure di controllo di seguito riportate.

In AO, CO e PO, al verificarsi di una anomalia, in una o più delle stazioni oggetto di monitoraggio, dovrà quindi essere attivata la procedura di seguito codificata, finalizzata ad attivare le azioni correttive per ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

In caso di superamento di valori normati, definiti dalla normativa di settore, il soggetto incaricato dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione alla Committenza/DL, ai fini dell'attivazione delle procedure previste dalla normativa di settore e comunicazione agli Enti di controllo.

Con riferimento alla fase CO, andranno attuate dall'Impresa le misure di salvaguardia e di corretta gestione del cantiere, a prescindere dal superamento dei valori soglia. Tali misure rappresentano comunque il primo riferimento nel caso sia registrato un superamento di valori soglia ed andranno incrementate ove possibile, in termini di frequenza di controlli, quali ulteriori misure correttive.

12.1. GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI ACQUE E SUOLO

In fase AO (superamento valori normati) si attiverà la procedura solo relativa al punto 1.

In fase CO e PO (superamento VS) si attiverà la procedura completa, dal punto 1 al punto 4.

Procedura che il soggetto incaricato dell'attività di monitoraggio dovrà attivare per la gestione delle anomalie:

1. se si riscontra un superamento, entro 24 ore dalla registrazione si invia al Committente/DL, tramite il SIT o via email, una nota circostanziata (scheda anomalie) con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento stesso; tale comunicazione dovrà contenere, per il CO, l'indicazione della tipologia del cantiere interessato e di eventuali scarichi da esso provenienti, la descrizione delle lavorazioni in essere al momento della misura e l'eventuale tipologia di interferenza con il suolo / le acque / la falda; nel caso la comunicazione sia fatta in AO, dovranno essere seguite le indicazioni dell'art. 245 D.Lgs. 152/06;
2. nella campagna successiva (e comunque nell'arco massimo di un mese), si dovrà valutare se il superamento è ancora in corso mediante ulteriore campione (verifica n.1);
3. nel caso il superamento sia confermato:
 - a) si ripete il campione (verifica n.2) per ultima verifica, nel caso il superamento del VS sia relativo ad un parametro contestualizzato nel territorio e nel bacino idrogeologico (es. contaminanti naturali in media e bassa pianura, conoscenza di plume di contaminazioni esistenti, etc),

- b) si ripete il campione (verifica n.3) per ultima verifica, nel caso il superamento del VS non sia relativo ad un parametro contestualizzato nel territorio e nel bacino idrogeologico;

12.2. GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI RUMORE E ATMOSFERA

Procedura che il soggetto incaricato dell'attività di monitoraggio dovrà attivare per la gestione delle anomalie:

1. verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione;
2. confronto con le ultime misure (se disponibili) effettuate nella stessa postazione;
3. se confermata l'anomalia, entro 3 giorni dal suo rilevamento per le misure discrete ed entro 1 giorno per le misure in continuo:
 - a) si comunica al Committente/DL lo 'stato di anomalia', tramite il SIT o via e-mail,
 - b) contestualmente al punto a., si esegue una misura di breve periodo;
4. se è confermata l'anomalia, entro 5 gg dalla misura di cui al punto 3.b:
 - a) in CO, si provvede all'acquisizione della eventuale deroga secondo normativa vigente, se non già acquisita;
 - b) in CO, contestualmente a quanto sopra, ed in PO, si informa il Committente/DL, tramite il SIT o via e-mail, inviando una nota circostanziata (scheda anomalie) con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento, nonché il ricettore o gruppo di ricettori presso i quali il superamento è stato rilevato; si adotteranno quindi le necessarie azioni correttive.

12.3. GESTIONE DELLE ANOMALIE PER LA MATRICE VIBRAZIONI

Si definisce "condizione anomala" ogni situazione in cui si ha il superamento del limite di legge.

Si ritiene opportuno che ogni parametro anomalo registrato venga segnalato tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui è avvenuto il superamento, al parametro in oggetto e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata al Responsabile del M.A.:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di impatto o descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive e eventuale foto;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Successivamente si procederà tenendo sotto controllo il parametro anomalo, eventualmente aumentando il numero delle campagne e controllando che il parametro rientri.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo, avendo accertato che la causa sia legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la Committente e con l'Organo di controllo quale azione correttiva intraprendere. Le azioni correttive più opportune per tamponare la causa di eventuale compromissione individuata saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione ambientale che sarà redatto. Tra le attività da intraprendere che permettono una riduzione dell'impatto vi sono:

- dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni;
- impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente disturbanti;

PROGETTAZIONE ATI:

- rispettare la manutenzione ed il corretto funzionamento di ogni attrezzatura;
- nella progettazione dell'utilizzo delle varie aree del cantiere, privilegiare il deposito temporaneo degli inerti in cumuli da interporre fra le aree dove avvengono lavorazioni rumorose ed i ricettori;
- per una maggiore accettabilità, da parte dei cittadini, di valori di pressione sonora elevati, programmare le operazioni più disturbanti nei momenti in cui sono più tollerabili evitando, per esempio, le ore di maggiore quiete o destinate al riposo; per le operazioni più impattanti prevedere, per una maggiore accettabilità del disturbo da parte dei cittadini, anche una comunicazione preventiva sulle modalità e sulle tempistiche di lavoro;
- effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate, sfruttando anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio di tali materiali diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.

13. MODALITA' DI ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

13.1. ACQUISIZIONE DATI

L'acquisizione dei dati, in funzione della componente e del tipo di monitoraggio, avverrà o in automatico, attraverso strumentazione dedicata, o "manualmente" mediante operatore.

Tutti i dati, per ciascuna componente monitorata, sono memorizzati su apposite "schede di rilievo".

Le schede sono da compilare per ciascun singolo rilievo, riportando le informazioni relative al punto di rilevamento, alla fase e alla campagna di misura, al metodo di misura e ai parametri rilevati.

Per completare le informazioni, a titolo indicativo, sono da riportare i cosiddetti 'parametri di inquadramento territoriale', ovvero toponimo; comune con relativo codice ISTAT; ubicazione dei ricettori sensibili; presenza e caratterizzazione di sorgenti inquinanti/di disturbo; descrizione delle principali caratteristiche del territorio quali copertura vegetale e tipologia dell'edificato.

Per le specifiche componenti si possono poi prevedere ulteriori informazioni utili a completare il quadro informativo.

La scheda si completa con l'eventuale documentazione fotografica e cartografica.

13.2. RESTITUZIONE DATI

I dati rilevati sono resi disponibili sia mediante documentazione cartacea (report), da trasmettere agli enti interessati, sia mediante **archivi informatici (SIT)** che saranno messi a disposizione degli stessi. Attraverso questi ultimi è possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici.

Con la restituzione dei report e dei dati di monitoraggio verranno esplicitati i metodi di campionamento e di analisi adottati secondo i criteri descritti nei metodi ufficiali APAT/IRSA.

13.2.1. SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (SIT)

La complessità e la quantità delle informazioni che occorre gestire richiedono un'attenta programmazione delle modalità atte a definire e valutare lo stato ambientale ante operam, in corso d'opera e post operam.

La scelta del formato e delle modalità di restituzione dei risultati è basata sui criteri di completezza, congruenza e chiarezza, anche in previsione di dover fornire tali informazioni a soggetti non direttamente coinvolti nelle attività di monitoraggio.

Al fine di garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione, la gestione, la rappresentazione, la consultazione, l'elaborazione e la trasmissione dei dati e delle informazioni acquisite con le attività di monitoraggio previste dal presente PMA, è necessario l'utilizzo di un sistema informativo dedicato, ovvero di un Sistema Informativo Territoriale (SIT).

PROGETTAZIONE ATI:

Un SIT è l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo, attraverso il quale effettuare il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati e dei documenti relativi, nel caso in oggetto, alle attività di monitoraggio ambientale descritto nel presente piano.

13.2.1.1. Obiettivi generali del SIT

Il SIT si configura come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del PMA e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato. Con tale ottica deve essere concettualizzato il Sistema e quindi definita prima l'architettura generale e successivamente le piattaforme hardware e software e le politiche di gestione idonee al raggiungimento dello scopo.

Tra le funzionalità da implementare per conseguire gli obiettivi da perseguire, si annoverano:

- "recovery" dei dati in corso di monitoraggio;
- supporto al processo di validazione del dato;
- "recovery" definitivo dei dati validati al termine di ogni campagna di monitoraggio;
- supporto alla comunicazione del dato per la CTVA del Ministero dell'Ambiente;
- accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella vigilanza ambientale (ARPA, Regione, etc);
- garanzia dell'accessibilità del dato "real time" ai soggetti titolari/autorizzati;
- supporto alla interpretazione e rielaborazione del dato misurato;
- supporto alla gestione delle azioni correttive sul monitoraggio in corso d'opera;
- supporto alla pubblicazione dell'informativa ambientale al territorio (comunicazione "non tecnica")

La soluzione che si intende adottare è un sistema integrato di raccolta, analisi e sintesi di parametri ambientali, che si basa su 2 principale interfacce:

- un Sistema Informativo Territoriale per l'implementazione di tutti i dati alfanumerici del monitoraggio ambientale, organizzati ed opportunamente predisposti all'interno di una banca dati geografica, per essere immediatamente consultati dall'utente finale;
- un Sito Web per la divulgazione delle informazioni al pubblico relative al progetto di monitoraggio stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione dei documenti.

13.2.1.2. Requisiti del SIT

Il Sistema Informativo Territoriale deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;
- compatibilità con i principali pacchetti software in uso presso MATIM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici, alfanumerici e documentali;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati;
- accessibilità, mediante credenziali, personalizzata per diversi utenti;
- facilità di estrazione dei dati
- sicurezza delle informazioni.

Con l'entrata in funzione del SIT, dovrà essere prodotto e progressivamente aggiornato il "Manuale utente" contenente la spiegazione tecnico-operativa delle modalità di acquisizione, validazione, gestione, interrogazione ed estrazione dei dati e delle informazioni dal SIT.

Il SIT dovrà supportare pienamente tutte le fasi attuative del PMA, in fase ante opera, in corso d'opera e post opera, gestendo tutti i dati derivanti dalle attività di monitoraggio previste da I presente PMA.

Nel corso del PMA si dovrà garantire l'integrità dell'intera banca dati, alfanumerica, cartografica e documentale, affinché nessun dato e informazione venga perduto.

Nel processo di modellazione dei dati, particolare cura dovrà essere posta nella definizione del modello logico dei dati al fine di consentire la massima modularità di sviluppo e la piena interoperabilità con altri sistemi.

13.2.1.3. Architettura generale del SIT

L'architettura generale del SIT, allo scopo di conseguire gli obiettivi sopra elencati, prevede da un lato il ricorso ad una infrastruttura basata su tecnologia GIS e, dall'altro, l'integrazione del Sistema sulla rete WEB intranet.

Nel dettaglio, il SIT è strutturato in moduli tra loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna delle attività necessaria al monitoraggio ambientale.

La struttura della banca dati, che è a tal fine realizzata e di volta in volta implementata a seguito dell'avanzamento delle attività previste nel PMA, risponde alle seguenti necessità:

- facilità di archiviazione delle informazioni;
- possibilità di consultazione dei dati e delle informazioni;
- disponibilità e fruibilità in tempo reale delle informazioni, durante tutto le fasi di monitoraggio;
- possibilità di differenziare i dati e le informazioni sulla base della fase di monitoraggio (AO, CO, PO) e della campagna di monitoraggio cui si riferiscono;
- possibilità di estrazione dei dati, parziale o totale, per ogni componente ambientale;
- possibilità di reporting, ovvero di visualizzazione di report di sintesi, grafici e descrittivi, con l'andamento dei parametri monitorati nello spazio e nel tempo;
- possibilità di trasmissione dei dati.

I dati di partenza del sistema informativo sono costituiti dai valori registrati dalle apparecchiature di misura o acquisiti in campo nelle diverse fasi del monitoraggio. Tali dati, elaborati ed opportunamente interpretati, possono essere resi sia mediante elaborati cartografici sia mediante report in cui sono descritti e sintetizzati i risultati del monitoraggio.

Le informazioni sono strutturate e archiviate in base a:

- punti di monitoraggio,
- fase di monitoraggio (ante, corso d'opera),
- componente di monitoraggio.

Tra le interfacce utente del SIT è prevista la consultazione ed interrogazione dei dati mediante strumenti GIS. I punti di monitoraggio sono così visualizzabili su mappa rispetto al tracciato stradale e alle aree di cantiere e sono sempre relazionabili alla banca dati alfanumerica relativa ai dati delle fasi di monitoraggio ante in e post. Attraverso un geocodice è quindi possibile interrogare la banca dati stessa ed estrarre i dati sotto forma di schede, report di misura, documentazione varia (foto, relazioni, carte, etc). Tutti i dati sono georiferiti nel medesimo sistema di riferimento, ovvero in WGS84 (World Geodetic System 1984) UTM (Universal Transverse Mercator). Il SIT consente altresì l'esportazione dei dati anche nel sistema di riferimento nazionale Gauss Boaga Roma 40.

Le modalità di gestione e utilizzo del SIT sono consultabili mediante apposita documentazione, resa disponibili all'utente in un unico ambiente di accesso, attraverso apposita interfaccia.

13.3. LA REPORTISTICA

In ciascuna fase di monitoraggio, AO, CO e PO e con riferimento a ciascuna componente monitorata verrà redatta la seguente documentazione:

- **planimetria delle stazioni di monitoraggio** – aggiornamento della planimetria allegata al presente PMA, con esatta ubicazione delle stazioni, mediante rilievo delle coordinate GPS in campo.

In fase AO, prima dell'avvio delle attività, verrà verificata l'accessibilità, da parte di uomini e (se necessario) mezzi/attrezzature, alle stazioni indicate nel PMA. Al contempo, verrà verificata la rappresentatività delle stazioni rispetto al protocollo di monitoraggio da eseguire, in funzione del reale stato dei luoghi al momento dell'esecuzione del monitoraggio.

Nelle fasi CO e PO la planimetria dovrà essere aggiornata, ogni qual volta necessario, al fine di tenere conto della necessità di modificare/integrare il piano delle stazioni.

La planimetria eventualmente aggiornata sostituirà la planimetria allegata al presente PMA e riporterà, oltre alle stazioni, l'intervento in progetto (tracciato o cantierizzazione).

- **schede monografiche dalle stazioni di monitoraggio** - schede da redigere per ciascuna stazione di monitoraggio, così come individuate nella "planimetria delle stazioni". Le schede rappresentano l'anagrafica delle stazioni, riportando le informazioni necessarie all'individuazione e caratterizzazione univoca della stazione stessa, ovvero: coordinate x,y,z del punto, codifica del punto, toponimo, codice ISTAT comune, provincia, regione, stralcio planimetrico in scala 1:5.000 o 1.000, indicazioni sullo stato dei (uso del suolo, edificato, etc).

Le schede verranno redatte una sola volta in fase AO ovvero ogni qual volta sia necessario aggiornare il piano delle stazioni. Le schede, una volta redatte, saranno di riferimento per tutte le fasi di monitoraggio successive. In qualunque fase di monitoraggio, ad una modifica/integrazione del piano delle stazioni corrisponderà un aggiornamento delle schede monografiche.

Le schede verranno codificate e strutturate come tabelle (file .EXCEL) utilizzando il seguente format, riportandovi le informazioni minime di seguito indicate:

SCHEDA STAZIONE	
codice stazione	
componente monitorata	
coord X	
coord Y	
coord Z	
provincia (nome e codice ISTAT)	
comune (nome e codice ISTAT)	
toponimo	
tipo stazione (puntuale, areale, transetto)	
tipo rilievo/misura	
descrizione stazione	
STRALCIO ORTOFOTO AL 5:000 /	STRALCIO

PROGETTAZIONE ATI:

FOTO RAPPRESENTATIVA DELLA STAZIONE

- **schede di rilievo/campionamento** - schede redatte per ciascun rilievo/campionamento eseguito, per ciascuna fase di monitoraggio. Le schede riportano i dati e le informazioni per la corretta lettura ed interpretazione del dato, sia rilevato in campo sia analizzato in laboratorio.

Le schede verranno codificate e strutturate come tabelle (file .EXCEL) utilizzando il format riportato in Appendice 1.

- **rapporti di campagna** - rapporti di monitoraggio periodici, redatti al termine di ogni campagna e con riferimento ad una singola componente. Il rapporto conterrà e descriverà tutti i dati rilevati nella specifica campagna, con riferimento ad ogni stazione monitorata per la componente. Ogni rapporto di campagna dovrà essere esaustivo ed indipendente, senza richiedere la consultazione di altri rapporti. Il rapporto verrà strutturato a partire dal seguente indice:

INDICE RAPPORTO DI CAMPAGNA

1. **Premessa** (componente, fase di monitoraggio, campagna di monitoraggio)
 2. Riferimenti normativi e standard di qualità
 3. Protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività previste)
 4. Attività eseguite (risultati, analisi ed interpretazione dati, confronto con attività già eseguite)
 5. Attività da eseguire (*quadro di sintesi*)
 6. Sintesi e conclusioni (considerazioni e valutazioni sullo stato della componente)
 7. Previsione interazioni componente - progetto (considerazioni, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
 8. Indirizzo per il monitoraggio ambientale (fasi ante opera, corso d'opera, post opera)
 9. Aggiornamento SIT (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIT)
 10. Bibliografia
- Appendice 1 - Cronoprogramma avanzamento attività
Appendice 2 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilievi
Appendice 3 - Documentazione fotografica

- **rapporto annuale AO/CO/PO** - rapporto di monitoraggio restituito con frequenza annuale, per ciascuna fase di monitoraggio AO, CO e PO. Il rapporto sarà riferito a tutte le attività eseguite nel corso dell'anno di monitoraggio e riporterà le informazioni relative a tutte le componenti oggetto del monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei "Rapporti di campagna", avrà carattere conclusivo per l'anno di monitoraggio, consentendo di caratterizzare in modo completo ed esaustivo lo stato di ciascuna componente.

Nel caso in cui la fase di monitoraggio abbia durata annuale o corrisponda all'ultimo anno di monitoraggio, il rapporto annuale coinciderà con il "Rapporto di fine fase" avendo quindi carattere conclusivo per l'intera fase di monitoraggio.

Il rapporto verrà strutturato a partire dal seguente indice

INDICE RAPPORTO ANNUALE / RAPPORTO DI FINE FASE

1. Introduzione (componente, fase di monitoraggio, finalità)
2. Area di studio (*descrizione*)
3. Riferimenti normativi / standard di qualità
4. Protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività)

PROGETTAZIONE ATI:

<p>eseguite)</p> <p>5. Risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive)</p> <p>6. Analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie normate / standard di qualità)</p> <p>7. Quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato della componente)</p> <p>8. Previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)</p> <p>9. Indirizzo per le fasi di monitoraggio successive (<i>fasi corso d'opera e post opera</i>)</p> <p>10. Bibliografia</p> <p>Appendice 1 - Grafici / tabelle</p> <p>Appendice 2 - Documentazione fotografica</p>
--

- **rapporto di fine fase AO/CO/PO** - rapporto di monitoraggio restituito al termine di ciascuna fase di monitoraggio AO, CO e PO. Il rapporto sarà riferito a tutte le attività eseguite nel corso della fase di monitoraggio e riporterà le informazioni relative a tutte le componenti oggetto del monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei "Rapporti di campagna" e nei "Rapporti annuali", anche delle eventuali fasi precedenti, avrà carattere conclusivo per la fase di monitoraggio, consentendo di caratterizzare in modo completo ed esaustivo lo stato di ciascuna componente.

Nel caso in cui la fase di monitoraggio abbia durata annuale o il rapporto sia riferito all'ultimo periodo di monitoraggio, il "Rapporto di fine fase" sostituirà il "Rapporto annuale" restituendo tutti i dati e le analisi relativi alle attività di fase.

Il rapporto verrà strutturato a partire dall'indice di cui al precedente "Rapporto annuale".

- **certificati di taratura della strumentazione**: La strumentazione utilizzata per i rilievi deve essere sottoposta a verifica di taratura in appositi centri specializzati almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato.

Da restituire assieme ai rapporti di campagna.

- **Certificati di laboratorio**.

Da restituire assieme ai rapporti di campagna.

13.3.1. FREQUENZA DI RESTITUZIONE DELLA REPORTISTICA

Di seguito si riporta una tabella di sintesi, con le frequenze di restituzione della reportistica sopra elencata:

reportistica	AO	CO	PO
SCHEDE MONOGRAFICHE STAZIONI (individuazione stazioni di monitoraggio)	1 per ciascuna stazione	solo se variate	solo se variate
SCHEDE RILIEVO (restituzione e memorizzazione dati)	1 per ciascuna campagna	1 per ciascuna campagna	1 per ciascuna campagna
RAPPORTI DI CAMPAGNA	1 per ciascuna campagna	4/anno (trimestrali)	1 per ciascuna campagna

PROGETTAZIONE ATI:

RAPPORTI ANNUALI / DI FINE FASE	1	1/anno	1
--	---	--------	---

13.4. GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI

Il Piano di monitoraggio è stato implementato prevedendo la possibilità, attivando un sito dedicato su una piattaforma da concordare con ARPA, da parte dei cittadini di fare segnalazioni per eventuali criticità durante le fasi di cantiere e di esercizio

L'attuazione del Piano prevede l'organizzazione di un gruppo di lavoro con un referente per la raccolta e la trasmissione dei dati agli enti di controllo, lo stesso analizzerà le richieste e implementerà le attività di monitoraggio per le componenti ambientali impattate e per le quali si è ricevuto la segnalazione.

A seguito dei controlli si attueranno le misure di mitigazione necessarie (esempio barriere fonoassorbenti mobili se il problema è legato alla rumorosità in fase di cantiere). Tutta la procedura legata alle segnalazioni e alle azioni conseguenti sarà tracciata attraverso la comunicazione tempestiva ad ARPA.

14. SCHEDE DI RILEVAMENTO DATI

Si riporta a seguire il format da utilizzare per la restituzione dei dati in campo e di laboratorio, ovvero delle *schede rilievo*:

id.	Codice Rilievo	Codice stazione	Profondità Rilievo/Misura (min)	Profondità Rilievo/Misura (max)	Unità misura profondità rilievo/misura	fase di monitoraggio	componente monitorata	tipo rilievo/misura	strumentazione	nome analita/parametro	valore analita/parametro	unità di misura analita/parametro	soglia/limite di legge (dell'analita/parametro)	unità di misura soglia/limite di legge	campagna di monitoraggio	data misura	ora (legale) inizio rilievo	ora (legale) fine rilievo	soggetto incaricato	note
1	XXX0n_0m	XXX0n																		
2	XXX0n_0m	XXX0n																		
XXX0n = codice stazione																				
0m = numero progressivo rilievo																				

id.	Codice Campione	Codice rapporto di prova	Codice stazione	Profondità Rilievo/Misura (min)	Profondità Rilievo/Misura (max)	Unità misura profondità rilievo/misura	fase di monitoraggio	componente monitorata	tipo rilievo/misura	strumentazione	metodo /procedura campionamento	metodo preparazione campione (laboratorio)	metodo analisi campione	matrice ambientale	nome analita/parametro	valore analita/parametro	unità di misura analita/parametro	soglia/limite di legge (dell'analita/parametro)	unità di misura soglia/limite di legge	campagna di monitoraggio	data misura	ora (legale) prelievo campione	laboratorio	soggetto incaricato	note
1	AST0n_0m		AST0n																						
2	AST0n_0m		AST0n																						
XXX0n = codice stazione																									
0m = numero progressivo campione																									

