

**E45 - SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA  
Tratto Madonna del Piano - Collestrada**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PG 372**

**ANAS - DIREZIONE TECNICA**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i> Ordine Geologi Regione Lazio n. 1541</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Giovanni Alfredo Dalenz</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14069</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria)</p> <p><b>GP INGENGNERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGENGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Giovanni Alfredo Dalenz</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14069</p>	<p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>AIM</b> <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Alessandro Micheli</i></p>	<p>(Mandante)</p>	<p>(Mandante)</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p>(Mandante)</p>	<p>(Mandante)</p>

**CANTIERIZZAZIONE**

Elaborati generali  
Relazione cantierizzazione

<p><b>CODICE PROGETTO</b></p> <p>PROGETTO      LIV.PROG.      ANNO</p>	<p><b>NOME FILE</b></p> <p>T00CA00CANRE01_B</p>	<p><b>REVISIONE</b></p>	<p><b>SCALA</b></p>
<p><b>DTPG372</b>      <b>D</b>      <b>22</b></p>	<p><b>CODICE ELAB.</b>      T O O C A O O C A N R E O 1</p>	<p><b>B</b></p>	<p>-</p>
<p><b>D</b></p>			
<p><b>C</b></p>			
<p><b>B</b></p>	<p>Rev. a seguito istruttorie Prot. U.0834569 e U.0862037</p>	<p>Gennaio '23</p>	<p>Morelli      Panfilì      Guiducci</p>
<p><b>A</b></p>	<p>Emissione</p>	<p>Ottobre '22</p>	<p>Morelli      Panfilì      Guiducci</p>
<p><b>REV.</b></p>	<p><b>DESCRIZIONE</b></p>	<p><b>DATA</b></p>	<p><b>REDATTO</b></p>
<p><b>VERIFICATO</b></p>	<p><b>APPROVATO</b></p>		

## INDICE

<b>1. <u>PREMESSA.....</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b>2. <u>LOCALIZZAZIONE AREE DI CANTIERE.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
2.1. PRINCIPALI DOTAZIONI IMPIANTISTICHE DEI CANTIERI.....	7
2.1.1. <i>Impianti di betonaggio</i> .....	7
2.1.2. <i>Trattamento acque reflue</i> .....	7
2.1.3. <i>Impianti elettrici, di messa a terra e di produzione in emergenza</i> .....	7
2.1.4. <i>Impianti di illuminazione</i> .....	7
<b>3. <u>MATERIALI E RISORSE NECESSARIE PER LA COSTRUZIONE.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b>4. <u>MATERIALI PER LA REALIZZAZIONE DELL’OPERA – FORNITURE E SMALTIMENTI.....</u></b>	<b><u>9</u></b>
4.1. ANALISI DEI FABBISOGNI DI MATERIALE .....	9
4.2. INDIVIDUAZIONI CAVE E SITI DI DEPOSITO .....	10
4.3. ASPETTI QUALITATIVI DEI MATERIALI DI SCAVO .....	13
4.3.1. <i>Metodologie di scavo</i> .....	13
4.3.2. <i>Percentuali di riutilizzo</i> .....	13
4.4. MATERIALI PROVENIENTI DALLE DEMOLIZIONI .....	15
4.5. SITI DI UTILIZZO .....	16
4.5.1. <i>Siti di destinazioni interni</i> .....	16
4.5.2. <i>Siti di deposito finale</i> .....	16
4.5.3. <i>Percorsi dei trasporti ai siti autorizzati al recupero e rifiuto</i> .....	17
4.5.4. <i>Siti di riutilizzo esterni</i> .....	18
<b>5. <u>CANTIERIZZAZIONE .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
5.1.1. <i>Tempi e fasi di esecuzione</i> .....	26
<b>6. <u>IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE.....</u></b>	<b><u>33</u></b>
6.1. INTERVENTI MITIGATIVI PER ATMOSFERA E CLIMA IN FASE DI CANTIERE.....	33
6.2. MACCHINARI FUNZIONALI ALLE LAVORAZIONI.....	34
6.3. DISTURBO INDOTTO DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE .....	34
6.3.1. <i>Cantiere fisso</i> .....	34
6.3.2. <i>Cantiere mobile</i> .....	35
6.4. INTERVENTI DI MITIGAZIONE .....	35
6.5. NORME PROCEDURALI PER L’ABBATTIMENTO DEI LIVELLI SONORI .....	35
6.6. VIBRAZIONI.....	36
6.7. INTERVENTI MITIGATIVI PER SUOLO E SOTTOSUOLO .....	36
6.8. INTERVENTI MITIGATIVI PER LA VEGETAZIONE E PER IL REINSERIMENTO PAE-SAGGISTICO .....	37

## **PREMESSA**

La presente relazione tratta il processo di cantierizzazione relativamente al progetto definitivo degli interventi di “E45-SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA – Tratto Madonna del Piano - Collestrada” insistenti nei territori comunali di Perugia e Torgiano in provincia di Perugia. Lo scopo di tale progettazione vede in primo luogo l’aumento dei Livelli Operativi di Servizio (LOS) mediante la realizzazione di nuovo tratto stradale di bypass delle zone industriali di Ponte San Giovanni e Collestrada e degli svincoli dell’intersezione tra l’autostrada E45, S.S75 e S.S.3 BIS. Tali interventi prevedono la realizzazione di:

- Realizzazione del nodo in loc. Madonna del Piano tramite rampe in ingresso e in uscita circa al pK 066+000 dell’E45;
- Realizzazione di nuovo rilevato stradale con sviluppo circa SO-NE;
- Realizzazione del Viadotto di scavalco del Tevere di lunghezza 660 m;
- Realizzazione di nuovo rilevato con sviluppo circa SO-NE dal viadotto al piede della S.P.401, Via Ferriera;
- Realizzazione della galleria artificiale di imbocco alla galleria naturale tramite tecnica Cut and Cover (Milano);
- Realizzazione di rotatoria compatta DN 32 all’incrocio tra Via della Valtiera e Via Ferriera
- Realizzazione delle gallerie naturali di lunghezza 1.630 m;
- Realizzazione delle gallerie artificiali in uscita, lunghezza 600 m;
- Realizzazione del tratto di raccordo tra l’uscita della galleria ed E45 esistente;
- Realizzazione degli svincoli di raccordo tra E45, S.S.75 e S.S.3 Bis del Nodo di Collestrada.

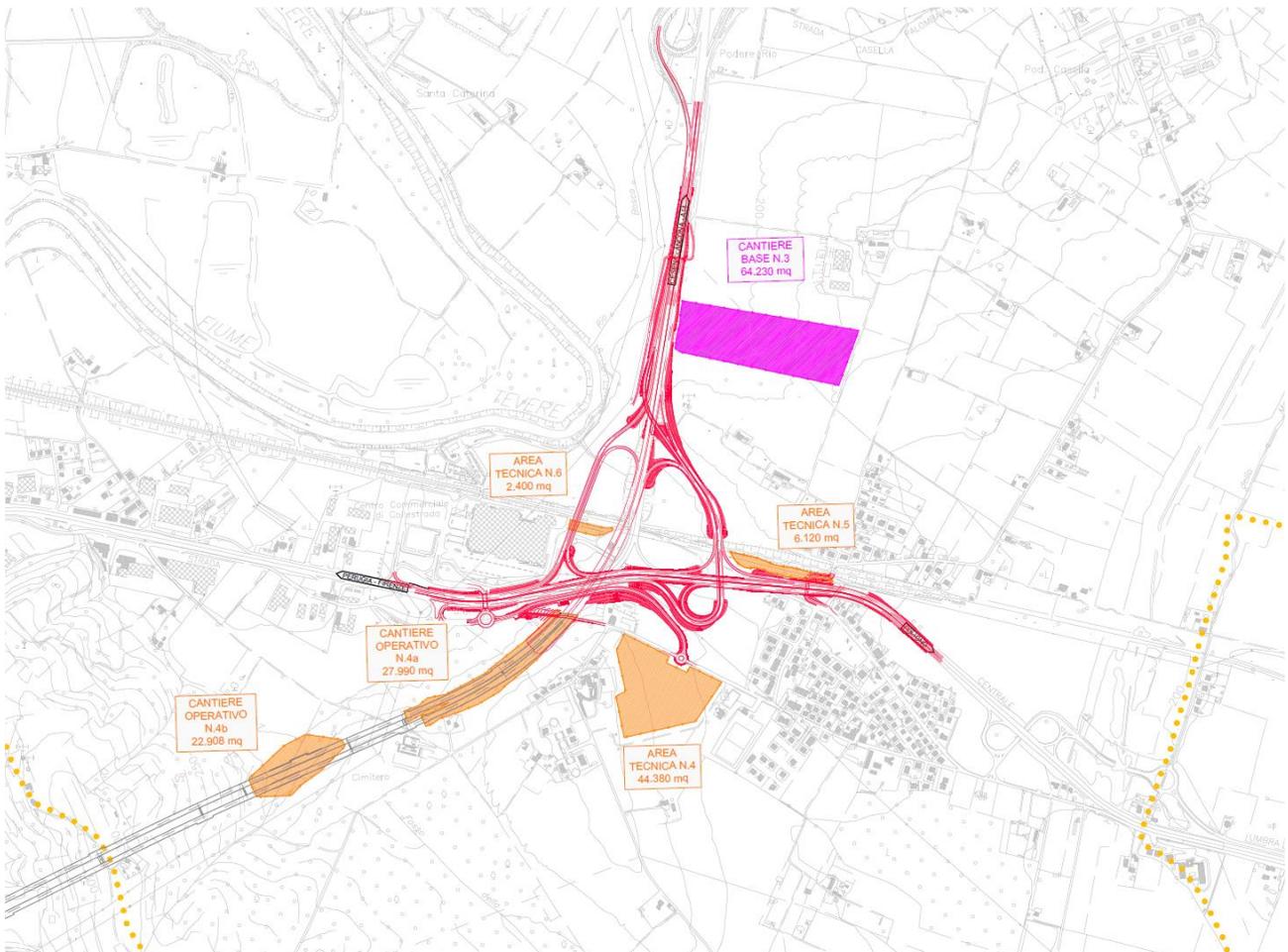
Il tratto interessato dalle lavorazioni in progetto rappresenta un punto nevralgico per l’economia dell’intera regione visto la coincidenza delle viabilità che collegano Foligno, Cesena e Roma. Questa soluzione progettuale garantisce sicuramente un incremento dei benefici in termini di qualità della vita, di salvaguardia dell’incolumità e facilitazione della fruizione dei servizi che la regione offre alla pubblica utenza e all’attività turistica oltre che alla diminuzione dei tempi di percorrenza soprattutto negli orari di punta dove le viabilità risultano congestionate dall’eccessivo traffico. Al fine di ridurre al minimo i disagi connessi con il processo produttivo dell’opera ed individuare contestualmente le misure mitigative e compensative necessarie per garantire la salvaguardia paesaggistico-ambientale dell’ambito territoriale interessato dai lavori, sono stati analizzati gli aspetti legati alla realizzazione dell’opera rivolgendo particolare attenzione alla risoluzione preventiva delle interferenze tra la viabilità esistente e la realizzazione delle opere. Dette interferenze sono sia di tipo diretto, in quanto i lavori determineranno inevitabili disagi all’utenza ordinaria che subirà necessariamente delle interruzioni e delle deviazioni, sia di tipo indiretto per effetto dei maggiori volumi di traffico che si registreranno sulla viabilità esistente interessata dai percorsi alternativi individuate per ogni fase e dai percorsi dei mezzi operativi di cantiere.

## 2. LOCALIZZAZIONE AREE DI CANTIERE

I criteri generali adottati per l'individuazione delle aree di cantiere sono stati definiti in relazione alle seguenti priorità:

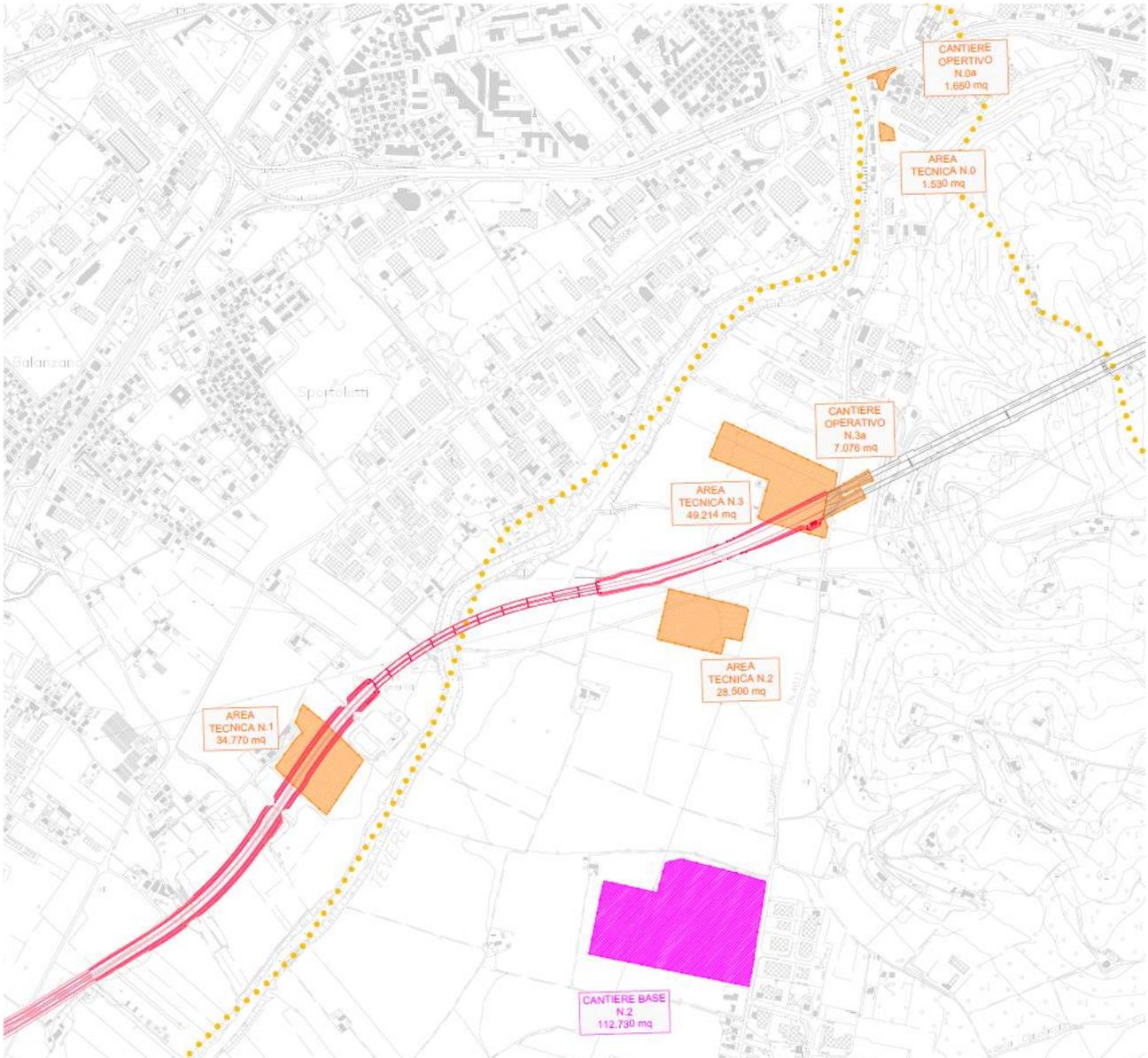
- ricercare localizzazioni in cui non ricadono coltivazioni di pregio (uliveti, frutteti e vigneti), al fine di evitare l'occupazione temporanea di suolo pregiato e successivi onerosi interventi di riqualificazione ambientale;
- ricercare aree in prossimità della strada in progetto o di strade locali ad essa facilmente connesse, al fine di individuare aree di stoccaggio facilmente raggiungibili dai mezzi di trasporto;
- individuare zone con caratteristiche morfologiche di adeguata estensione e modesta acclività, in modo da limitare le operazioni di sbancamento;
- evitare impatti su ricettori sensibili insediati in prossimità delle aree operative.

Di seguito si riportano degli stralci planimetrici illustrativi dell'ubicazione delle aree di cantiere suddivise in tratti di competenza (Tratto Nodo Mdp, tratto intermedio ad Ovest del Tevere, tratto intermedio a Est del Tevere e Tratto a Nord del tracciato corrispondente al Nodo di Collestrada).



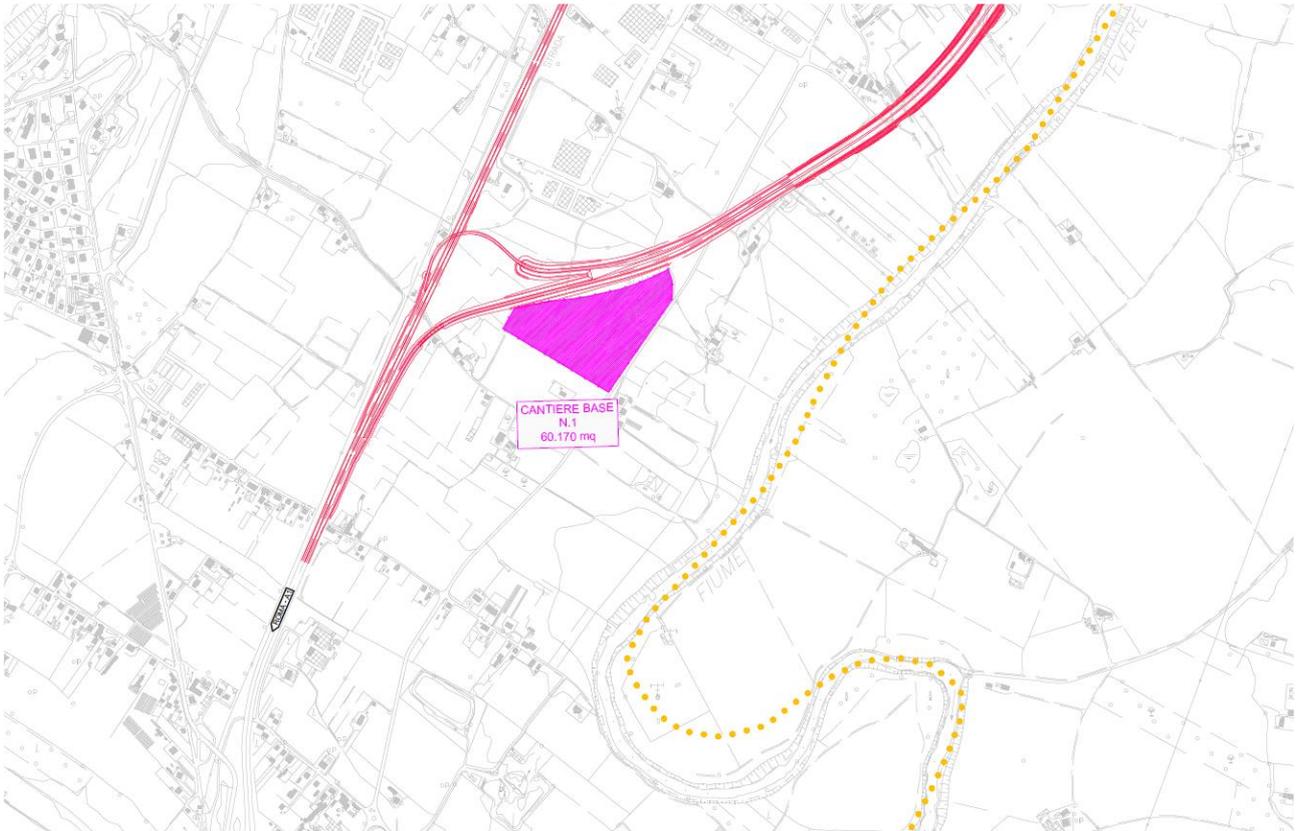
Stralcio planimetrico del tratto a Nord del tracciato, corrispondente al Nodo di Collestrada

PROGETTAZIONE ATI:



Stralcio planimetrico del tratto intermedio ad Est e ad Ovest del Tevere

PROGETTAZIONE ATI:



Stralcio planimetrico del tratto Nodo Mdp

Le aree di cantiere previste sono di quattro tipologie:

- Cantieri base, di maggiore estensione, sono localizzati nei punti strategici del tracciato, per facilitare l'approvvigionamento dei materiali da parte delle aree tecniche e dai cantieri operativi e mobili.  
Sono aree adibite al trattamento dei materiali, allo stoccaggio delle forniture più voluminose, Sono attrezzate con uffici, spogliatoi, servizi, mensa, dormitori, magazzini, officine, etc;
- Aree tecniche temporanee, di maggiore estensione, localizzate in corrispondenza delle opere principali, attivi fino a realizzazione ultimata.  
Sono attrezzate in funzione delle lavorazioni previste e in maniera più o meno completa con uffici, spogliatoi, servizi, mensa, magazzini, officine, etc;
- Cantieri operativi, delimitano le aree di progetto interessate dalle lavorazioni, esse comprendono l'ingombro delle aree di progetto più una fascia aggiuntiva esterna di circa 3 m, ove necessario, per consentire le lavorazioni al piede dei rilevati stradali.
- Cantieri mobili, di minore estensione, sono i cantieri che interessano le lavorazioni di adeguamento del tracciato esistente; essi prevedono la lavorazione di una carreggiata alla volta e quindi presuppongono tratti con restringimento di carreggiata e doppio senso di circolazione.

PROGETTAZIONE ATI:

Di seguito viene riportata una tabella di massima relativa alle Aree tecniche che ogni Cantiere base dovrà servire in ogni fase

<b>Nome Cantiere</b>	<b>A.T. servite in FASE 1</b>	<b>A.T. servite in FASE 2</b>	<b>A.T. servite in FASE 3</b>
Cantiere Base n.1	A.T. 1, A.T. 6	A.T. 1 ridotto, A.T. 6	
Cantiere Base n.2	A.T. 0, A.T. 2, A.T. 3, A.T. 4	A.T. 2 e A.T. 3, A.T. 4	A.T. 3 ridotta
Cantiere Base n.3	A.T. 4, A.T. 5		

L'approntamento dei campi base e delle aree tecniche, verrà preceduto dalla FASE 0 nella quale viene condotta l'attività di bonifica degli ordigni bellici (B.O.B.), mentre la risoluzione di eventuali interferenze con il progetto sarà demandata all'inizio delle singole fasi operative.

Dal momento in cui, in base all'articolazione delle fasi di lavoro, talune aree tecniche risultassero non più utilizzate, esse saranno dismesse e ripristinate 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 ai cantieri operativi.

Al fine di consentire una approfondita valutazione delle caratteristiche funzionali e dimensionali di ogni singola area di caratterizzazione, si è prodotta una specifica documentazione (vedi Tav. T00CA00CANSC01\_A, T00CA00CANPO01\_A, T00CA00CANPO02\_A, T00CA00CANPO03\_A, T00CA00CANPO04\_A, T00CA00CANPO05\_A, T00CA00CANPO06\_A) a cui si rimanda per eventuali verifiche ed approfondimenti.

Il posizionamento dei vari fabbricati all'interno delle aree di cantiere è stato progettato in modo tale da ottenere un disegno distributivo ordinato e per quanto possibile compatto; tutti i servizi sono accessibili mediante un'adeguata viabilità ed il numero dei parcheggi è stato calcolato in relazione alla domanda generata dal numero presunto di addetti.

Le aree di cantiere saranno delimitate con una recinzione fissa per tutta la durata dei lavori e lungo tutto il perimetro dell'area di cantiere. Tutti gli accessi al cantiere saranno realizzati con cancelli chiudibili nell'orario non lavorativo; in prossimità degli accessi sarà posta la segnaletica informativa da rispettare per accedere al cantiere.

Ai fini della sicurezza, nel cantiere sarà realizzata l'illuminazione artificiale del perimetro esterno e delle aree interne. Sarà inoltre prevista l'illuminazione di sicurezza nelle zone delle vie di esodo e dei locali dell'impianto per indicare le uscite di sicurezza.

Il piano viabile dei percorsi di servizio e dei piazzali interni alle aree di cantiere sarà realizzato in gran parte con inerti di varie pezzature, miscelati secondo una opportuna curva granulometrica e adeguatamente costipati. Nelle zone in cui risulta possibile lo sversamento di sostanze inquinanti, quali le aree occupate dall'officina, dalle cisterne, dal lavaggio dei mezzi operativi e dal deposito dei casseri e delle armature, sarà posta in opera una pavimentazione impermeabile, delimitata da cordoli che consentano la raccolta delle acque meteoriche ed il relativo smaltimento.

Per lo smaltimento dei reflui, sarà necessario ricorrere a impianti di depurazione e/o fosse Imhoff, mentre per l'approvvigionamento idrico si farà ricorso a idonee cisterne o comunque di si dovrà valutare la possibilità di convenzionare con privati l'approvvigionamento di acqua tramite opere di captazione esistenti già individuate negli elaborati grafici relativi al censimento delle interferenze (T00IN00INTPL01\_A, T00IN00INTPL02\_A, T00IN00INTSC01\_A).

PROGETTAZIONE ATI:

## **2.1. PRINCIPALI DOTAZIONI IMPIANTISTICHE DEI CANTIERI**

Si riporta nel seguito un'indicazione della tipologia di impianti di cui i cantieri saranno dotati.

### **2.1.1. IMPIANTI DI BETONAGGIO**

Saranno previsti impianti di betonaggio in grado di soddisfare il fabbisogno di calcestruzzo e la cui posizione, numero e caratteristiche saranno determinate prendendo in considerazione, oltre alle quantità, anche il massimo fabbisogno contemporaneo ed i tempi di percorrenza tra cave, impianto ed opere.

### **2.1.2. TRATTAMENTO ACQUE REFLUE**

Nei cantieri sono previsti impianti per il trattamento delle acque torbide da restituire ai ricettori finali con caratteristiche di torpidità, di acidità e di contenuti di sostanze nocive consentite dalle attuali normative vigenti in materia.

### **2.1.3. IMPIANTI ELETTRICI, DI MESSA A TERRA E DI PRODUZIONE IN EMERGENZA**

L'elettrificazione dei cantieri sarà fornita dall'ENEL, mediante linee aeree alla tensione di 20kV in apposite cabine di ricezione predisposte nei rispettivi punti di allacciamento nelle località e con le potenze di utilizzo necessarie. La cabina di consegna sarà realizzata in prefabbricato metallico di tipo container, con spazi e ingombri come prescritto nelle prescrizioni ENEL, affiancata vi sarà la cabina di distribuzione primaria equipaggiata con gli interruttori di protezione per le linee di distribuzione primaria. Dalla cabina di distribuzione primaria si dipartiranno le alimentazioni alle cabine container secondarie. Gli impianti elettrici di cantiere saranno conformi alla normativa Italiana e normative europee vigenti. Per quanto riguarda la protezione contro i contatti indiretti si opererà in generale per la protezione con interruzione automatica del circuito installando interruttori differenziali con taratura selettiva dall'utilizzatore ai quadri di distribuzione. L'impianto di messa a terra dovrà essere realizzato in modo da soddisfare le prescrizioni delle Norme CEI 11. Una volta realizzati gli impianti elettrici saranno effettuate le verifiche prescritte dalle Norme CEI 64-8 e la documentazione prevista ai sensi della legge 46/90.

### **2.1.4. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

L'illuminazione delle aree di cantiere fisse sarà realizzata con proiettori del tipo stradale installati su palo (h.f.t. 10m) a singolo o doppio sbraccio a seconda degli utilizzi, mentre l'illuminazione delle aree esterne sarà integrata dove opportuno con proiettori adatti per installazione a parete. Essi verranno alimentati dai rispettivi quadri elettrici di pertinenza, con appositi interruttori crepuscolari con circuito di commutazione manuale e relè orario. Invece, per quanto riguarda i cantieri operativi, l'illuminazione sarà garantita da riflettori mobili su gruppo elettrogeno alimentato a carburante.

### **3. MATERIALI E RISORSE NECESSARIE PER LA COSTRUZIONE**

Per potere valutare le materie prime necessarie al netto delle frazioni recuperabili dai materiali di risulta, si dovrà procedere alla valutazione complessiva dei materiali necessari e da smaltire e pertanto dovranno essere analizzati i fabbisogni complessivi di materiali, individuando le seguenti classi:

- conglomerati bituminosi per l'infrastruttura in progetto;
- conglomerati cementizi per le opere d'arte principali e minori;
- inerti per rilevati e fondazioni stradali;
- terreno agrario per il rivestimento delle scarpate;
- acqua per produzione cls, costipazione inerti, aree cantiere.

Allo stesso modo, dovranno essere valutati i materiali di risulta complessivi, individuando le seguenti classi:

- scavi;
- scarifica delle sedi stradali esistenti;
- materiali provenienti dalle demolizioni;
- terreno agrario proveniente dagli strati superficiali di scavo.

Per quanto riguarda il fabbisogno complessivo di acqua, si dovranno considerare i seguenti consumi:

- acqua per il confezionamento dei calcestruzzi;
- acqua per la costipazione degli inerti dei rilevati;
- acqua per il normale consumo dei lavoratori;
- acqua per il lavaggio degli automezzi, per la pulizia delle baracche, per la bagnatura delle aree di cantiere, etc.

La quantità d'acqua adoperata nell'impasto ha, com'è noto, un'importanza decisiva e preponderante sulla resistenza finale del calcestruzzo. Diminuendo l'acqua d'impasto, a parità d'altre condizioni, si migliora la qualità del calcestruzzo peggiorandone la lavorabilità, con un valore minimo al di sotto del quale l'acqua non è sufficiente ad innescare le reazioni chimiche con il cemento. Il rapporto A/C (acqua/cemento) deve essere pertanto attentamente valutato al fine di ottenere la resistenza a compressione richiesta del calcestruzzo e una buona lavorabilità. Il valore comunemente adottato di A/C è 0,5, con il quale si ottiene un impasto plastico, lavorabile e con una buona resistenza meccanica, corrispondente ad un fabbisogno di circa 150 litri per ogni m<sup>3</sup> di cls. La quantità d'acqua necessaria per la costipazione degli inerti dei rilevati è legata alla variazione d'umidità necessaria per ottenere la costipazione ottimale del materiale. Considerato che il materiale da utilizzare mediamente ha un peso specifico di circa 1.700 Kg/m<sup>3</sup> ed un contenuto d'acqua di circa il 6% in peso, e che per avere un'ottima costipazione del materiale il contenuto d'acqua deve passare al 9%, la quantità d'acqua da aggiungere per ogni m<sup>3</sup> di materiale è di circa  $1.700 \times (0,09 - 0,06) = 51$  Kg.

Pertanto, ai fini del calcolo, si dovrà assumere un consumo d'acqua di circa 50 litri per ogni m<sup>3</sup> di inerti da costipare.

La quantità di acqua necessaria per ogni lavoratore presente nell'area di cantiere si assume pari a circa 50 litri/giorno, tenendo conto che essa è sostanzialmente legata all'uso dei servizi igienici durante le ore di lavoro. Sulla base della presenza media di lavoratori determinata nell'analisi delle fasi di cantiere e della durata complessiva dei lavori, si potrà determinare il fabbisogno complessivo. La quantità di acqua necessaria per ogni area di cantiere, destinata al lavaggio degli automezzi, alla pulizia delle baracche, alla bagnatura dei piazzali durante i periodi asciutti, etc. verrà stimata pari a circa 0,5 litri per ogni m<sup>2</sup> e per ogni giorno. Sulla base delle superfici occupate da ogni area di

cantiere e della durata complessiva dei lavori, si potrà ricavare il fabbisogno complessivo di acqua per le aree di cantiere.

Gli inerti pregiati per il confezionamento dei calcestruzzi e dei conglomerati bituminosi dovranno presentare elevate caratteristiche di resistenza meccanica e resistenza all'usura, oltre ad elevati fusi granulometrici.

Gli inerti per la formazione dei rilevati e la fondazione stradale sono materiali non pregiati, la cui curva granulometrica dovrà comunque rispondere a precise normative.

I materiali provenienti dalla scarifica saranno destinati ai centri di recupero abilitati e, se possibile, riutilizzati in parte per la realizzazione dello strato di base e del binder di alcune viabilità secondarie utilizzate come viabilità di cantiere esterna che dovranno essere ripristinate.

Mentre il terreno vegetale proveniente dagli scavi (primi 20 cm dal p.c.) sarà sostanzialmente riutilizzato per la ricopertura delle scarpate.

#### **4. MATERIALI PER LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA – FORNITURE E SMALTIMENTI**

##### **4.1. ANALISI DEI FABBISOGNI DI MATERIALE**

In fase di progetto sono state individuate le risorse disponibili nell'ambito della realizzazione dell'opera. Nel progetto in esame si prevede il riutilizzo delle sole terre e rocce da scavo provenienti dagli scavi.

È stato eseguito uno studio finalizzato alla definizione delle quantità e delle caratteristiche dei materiali disponibili.

Lo studio si è costituito delle seguenti fasi:

- definizione dei volumi geometrici di scavo distinti per tipologia (preparazione del piano di posa dei rilevati (scotico, gradonatura e bonifica), scavi di sbancamento per la realizzazione del corpo stradale, scavi per la realizzazione delle opere d'arte, perforazioni);
- attribuzione dei volumi di scavo alla litologia;
- definizione dei criteri di riutilizzo dei materiali di scavo (analisi degli esiti della campagna geognostica e della caratterizzazione ambientale);
- definizione delle volumetrie disponibile, suddivise in funzione dell'idoneità al riutilizzo.

#### 4.2. INDIVIDUAZIONI CAVE E SITI DI DEPOSITO

Il sistema di approvvigionamento è stato definito tramite un'indagine, condotta nell'ambito territoriale di riferimento, volta all'individuazione delle aree estrattive ed alla loro caratterizzazione. Di seguito si riportano i siti di approvvigionamento per inerti, cemento e conglomerati bituminosi, localizzate nell'intorno della zona di progetto:

**Tabella 4.1 elenco dei siti di approvvigionamento per inerti, cemento e conglomerati bituminosi.**

ID	Località	Impresa	Distanza dal cantiere (km)	Tempi di percorrenza (min)	Viabilità interessata
<b>cave (inerti, materiali per rilevato)</b>					
<b>APP01</b>	Perugia, Fraz. Vocabolo Sant'Angelo	Cava SAN MARCO - PISELLI CAVE S.r.l.	15,2	21	Bettole-Perugia/ Raccordo Autostradale A1 Perugia
<b>cemento</b>					
<b>CEM01</b>	Bastia Umbra (PG) Loc. Santa Lucia - Fraz. Moro	Colabeton S.p.A.	8,3	9	SS75
<b>CEM02</b>	Perugia, Fraz. San Martino in Campo	In Caltiber S.R.L.	7,7	7	SS3bis
<b>CEM03</b>	Perugia, Fraz. Santa Sabina	In Caltiber S.R.L.	15,1	15	Raccordo Autostradale 6 Bettole-Perugia/ Raccordo Autostradale A1 Perugia
<b>BIT01</b>	Perugia, Loc. Balanzano	Perugia Conglomerati S.r.l.	5,3	6	SS3bis
<b>BIT02</b>	Perugia, Fraz. Collestrada	Valli Zabban Spa	1,0	13	Via della Valtiera, Perugia
<b>BIT03</b>	Perugia, Str. per Lidarno	Impianto produzione Conglomerato Bituminoso LIDARNO - Piselli Cave Srl	4,4	6	SS3bis

L'ubicazione dei siti è riportata nell'elaborato di progetto T00GE04GEOCD01 (Corografia cave e discariche).

## **MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI**

La normativa comunitaria europea (2008/98/CE) impone che le terre e le rocce di risulta degli scavi, costituiscano “rifiuto” e debbano quindi essere destinate a smaltimento in discarica o, preferibilmente, a recupero mediante trattamento in impianto specializzato, a meno che non rispondano a determinate condizioni, definite in ambito nazionale dal Testo Unico Ambientale (DLgs 152/2006 e s.m.i.), che ne consentano la sottrazione al regime di gestione dei rifiuti. In questi casi, verificata la compatibilità ambientale e la sussistenza dei requisiti specifici, è possibile applicare uno dei seguenti regimi di gestione dei materiali di risulta degli scavi:

- Regime di esclusione dalla qualifica di “rifiuto” (art.185 del DLgs 152/2006 e s.m.i.): esclusione dall’ambito di applicazione della parte IV del DLgs 152/2006.  
*Nell’ambito del progetto l’applicazione di tale regime è indicata per il riutilizzo dello scotico vegetale non contaminato, destinato al rivestimento delle scarpate dei rilevati, e per terreni non contaminati utilizzati tal quale, senza alcuna selezione granulometrica, per la realizzazione di rilevati o, qualora non idonei, impiegati allo stato naturale per riempimenti e rimodellamenti.*
- Regime di cessazione della qualifica di rifiuto (art.184-ter del DLgs 152/2006 e s.m.i.). L’art. 184-ter del DLgs 152/2006, introdotto dall’art.12 del DLgs 205/2010 definisce il regime di cessazione della qualifica di rifiuto; ai comma 1 e 2 esplicita quanto di seguito riportato:
  1. *Un rifiuto cessa di essere tale, quando è stato sottoposto a un’operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:*
    - a) *la sostanza o l’oggetto è comunemente utilizzato per scopi specifici;*
    - b) *esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;*
    - c) *la sostanza o l’oggetto soddisfanno i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;*
    - d) *l’utilizzo della sostanza o dell’oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull’ambiente o sulla salute umana.*
  2. *L’operazione di recupero può consistere semplicemente nel controllare i rifiuti per verificare se soddisfano i criteri elaborati conformemente alle predette condizioni.*
- Regime di gestione delle terre e rocce da scavo in qualità di “sottoprodotto” (art.184-bis del DLgs 152/2006 e s.m.i.).  
*In base al Codice dell’Ambiente, art. 184-bis e art.186 del DLgs 152/2006, le terre e rocce da scavo possono essere utilizzate quali “sottoprodotto” per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati o, in processi produttivi (e.g., confezionamento calcestruzzo o conglomerati bituminosi), in sostituzione di materiali di cava. La normativa del settore che regola la gestione delle terre e rocce da scavo è essenzialmente contenuta nella parte IV del DLgs 3 aprile 2006, n. 152 (relativa alla gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati, anche in attuazione delle direttive comunitarie, in particolare della direttiva 2008/98/CE)*

*Si intende come sottoprodotto, nel medesimo decreto legislativo, il materiale da scavo che risponde ai seguenti requisiti:*

- *il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un’opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;*
- *il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo (art. 5 del DM 161/2012):*
- *nel corso dell’esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o in un’opera diversa, per la realizzazione di rinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;*

PROGETTAZIONE ATI:

- *in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava (impianti per la produzione di sabbie, di ghiaie, fornaci, altri materiali edili);*
- *il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3 al DM 161/2012;*
- *il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4 al DM 161/2012;*
- *Nell'Allegato 3, il decreto chiarisce che costituiscono un trattamento di normale pratica industriale quelle operazioni, anche condotte non singolarmente, alle quali può essere sottoposto il materiale da scavo, finalizzate al miglioramento delle sue caratteristiche merceologiche per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace. Tali operazioni in ogni caso devono fare salvo il rispetto dei requisiti previsti per i sottoprodotti, dei requisiti di qualità ambientale e garantire l'utilizzo del materiale da scavo conformemente ai criteri tecnici stabiliti dal progetto. Nell'elenco sottostante si richiamano le operazioni più comunemente effettuate, che rientrano tra le operazioni di normale pratica industriale:*
  - *la selezione granulometrica del materiale da scavo;*
  - *la riduzione volumetrica mediante macinazione;*
  - *la stabilizzazione a calce, a cemento o altra forma idoneamente sperimentata per conferire ai materiali da scavo le caratteristiche geotecniche necessarie per il loro utilizzo, anche in termini di umidità, concordando preventivamente le modalità di utilizzo con l'ARPA o APPA competente in fase di redazione del Piano di Utilizzo;*
  - *la stesa al suolo per consentire l'asciugatura e la maturazione del materiale da scavo al fine di conferire allo stesso migliori caratteristiche di movimentazione, l'umidità ottimale e favorire l'eventuale biodegradazione naturale degli additivi utilizzati per consentire le operazioni di scavo;*
  - *la riduzione della presenza nel materiale da scavo degli elementi/materiali antropici (ivi inclusi, a titolo esemplificativo, frammenti di vetroresina, cementiti, bentoniti), eseguita sia a mano che con mezzi meccanici, qualora questi siano riferibili alle necessarie operazioni per esecuzione dell'escavo.*

*Il regime di gestione sopra descritto dovrà essere pertanto applicato a quei materiali di scavo per i quali il presente B.M.T. prevede un utilizzo come “sottoprodotto” in un sito differente da quello di scavo o per i quali è previsto un utilizzo per la realizzazione di rilevati, rinterri etc. nell’ambito dell’opera in esame, ma dopo essere stati sottoposti ad uno dei trattamenti sopraelencati, riconosciuti quali operazioni di normale pratica industriale (es. vagliatura, frantumazione, stabilizzazione a calce e/o cemento).*

### **4.3. ASPETTI QUALITATIVI DEI MATERIALI DI SCAVO**

#### **4.3.1. METODOLOGIE DI SCAVO**

Lo scavo sarà realizzato mediante l’utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche delle unità attraversate: escavatori in terreni sciolti e martelloni per le aree in cui le formazioni si presentano litoidi. In particolare, si prevede l’utilizzo di escavatori per tutte le litologie appartenenti ai depositi continentali plio-quadernari, sopra descritte; per quel che riguarda i banchi di arenarie della formazione Marnoso-Arenacea Umbra (MAU), l’utilizzo del martellone o dell’escavatore è funzione del grado di alterazione della roccia madre, mentre per le alternanze di strati di arenarie, marne e siltiti presenti all’interno della stessa formazione, dipende dalla percentuale e dallo spessore degli eventuali strati arenacei o calcarenitici.

#### **4.3.2. PERCENTUALI DI RIUTILIZZO**

Le percentuali di riutilizzo sono state calcolate, per ogni tratta, partendo dalla classificazione dei terreni analizzati, per quei campioni (geotecnici o ambientali) compresi all’interno delle profondità di scavo, secondo la classificazione delle terre UNI EN ISO 14688-2:2018, riportata nella figura seguente, basata sulle percentuali granulometriche ed i *limiti di Atterberg* del passante al setaccio 0,4 UNI 2332.

Classificazione generale	Terre ghiaia - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri	
	A 1		A 3	A 2			A 4	A 5	A 6	A 7			A 8
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Sottogruppo													
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	–	–	–	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	–	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	IP ≤ LL <sub>30</sub>	IP > LL <sub>30</sub>	IP > LL <sub>30</sub>
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa			Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve			Media			Molto elevata	Media	Elevata	Media			
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve			Lieve o medio	Elevato	Elevato	Moito elev.			
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa			Scarsa o nulla						
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.			Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.					Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.

Figura 4-1 Classificazione delle terre UNI EN ISO 14688-2:2018.

Per i principali litotipi terrosi (**bf**, **bn1**, **SLFc**, **AGI**), una volta definita la categoria di appartenenza del campione, si è stabilita la tipologia di riutilizzo del sottoprodotto come tal quale o come non idoneo (comprendendo in questa tipologia tutti quei materiali riutilizzabili con trattamento a calce o cemento o non idonei s.s.), stabilendo per la stessa litologia una percentuale di riutilizzo proporzionale alla frazione di campioni rappresentativi risultati idonei.

Per i depositi di conoide (**c**), non disponendo di prove granulometriche, si è scelto di utilizzare un valore leggermente maggiore di quello attribuito ai depositi alluvionali fini, arrotondato al 10 %, data la presenza di frazioni grossolane in questi depositi nota da letteratura.

Per quanto riguarda la formazione Marnoso-Arenacea Umbra (**MAU**), che interessa la galleria naturale e parte del tratto artificiale in località Collestrada, si è considerata come recuperabile solo la frazione di T&R proveniente da scavo in arenaria. Tale percentuale, derivante da considerazioni sulle litologie osservate nei carotaggi e da osservazioni effettuate su affioramenti rocciosi rilevati in fase di rilevamento geologico, è risultata pari al 50 %.

Un'uguale percentuale di riutilizzo è stata scelta per i depositi eluvio-colluviali (**b2**) derivanti dallo smantellamento di queste litologie.

I valori delle percentuali di volume di scavo riutilizzabile come tal quale, in riferimento alle litologie di appartenenza, sono riportati nella tabella seguente. A seguire, si riportano i fusi granulometrici utilizzati per le individuazioni delle percentuali di riutilizzo, raggruppati per litologia.

**Tabella 2 percentuali di riutilizzo per ogni litologia scavata.**

<b>Sigla</b>	<b>Litologia</b>	<b>Percentuale idoneo (%)</b>
<b>h</b>	Riporti	90
<b>a</b>	Depositi gravitativi	20
<b>bf</b>	Depositi alluvionali fini	0
<b>b2</b>	Coltri eluvio-colluviali	50
<b>c</b>	Depositi di conoide	10
<b>bn1</b>	Depositi alluvionali terrazzati	0
<b>SLFc</b>	Litofacies di Sant'Egidio	20
<b>AGI</b>	Argille grigie inferiori	0
<b>MAU</b>	Formazione Marnoso-Arenacea Umbra	50

#### **4.4. MATERIALI PROVENIENTI DALLE DEMOLIZIONI**

- Il DM 203/2003 impone alle Pubbliche Amministrazioni di soddisfare il proprio fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota non inferiore al 30% di prodotti ottenuti con materiale riciclato. I rifiuti inerti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione rappresentano generalmente la quota principale di tutti i rifiuti speciali (rifiuti non urbani). Da qui deriva l'importanza di favorire le soluzioni che prevedono il recupero dei prodotti di demolizione.

Verificata la non pericolosità (2000/532/CE), i materiali inerti derivanti dalla demolizione di manufatti in cemento o calcestruzzo (pavimentazioni, solette, fondazioni, ecc...) possono essere gestiti secondo le seguenti modalità:

- Riutilizzati come materia prima secondaria con documento di trasporto previo trattamento in cantiere mediante impianto mobile di recupero di rifiuti non pericolosi. Sul materiale in uscita dall'impianto è necessario effettuare test di cessione ai sensi del DM 05/02/1998, come modificato dal DM n. 186 del 05/04/2006.
- Gestiti direttamente come rifiuti inerti e quindi inviati ad impianto esterno autorizzato di recupero/smaltimento (previa esecuzione di test di cessione ai sensi del DM 05/02/1998, come modificato dal DM n.186 del 05/04/2006; per conferimento a discarica caratterizzazione ai sensi del DM 27/09/2010).

Le opzioni di recupero comprendono:

- La messa in riserva di rifiuti inerti [Codice R13] per la produzione di materie prime secondarie per l'edilizia, mediante fasi meccaniche e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione della frazione metallica e delle frazioni indesiderate per l'ottenimento di frazioni inerti di natura lapidea a granulometria idonea e selezionata, con eluato del test di cessione conforme a quanto previsto in allegato 3 al decreto 5/2/1998, come modificato dal decreto n. 186 del 05/04/2006;
- L'utilizzo per recuperi ambientali; il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al decreto 05/02/1998, come modificato dal DM n.186 del 05/04/2006;
- L'utilizzo per la realizzazione di rilevati e sottofondi stradali ecc.; il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al DM 05/02/1998, come modificato dal dal DM n.186 del 05/04/2006

Anche i materiali inerti derivanti dalla fresatura delle pavimentazioni in asfalto possono essere recuperati in cantiere presso impianto mobile autorizzato o destinati ad impianto esterno di trattamento/smaltimento autorizzato. In particolare le opzioni di recupero comprendono:

- La produzione conglomerato bituminoso "vergine" a caldo e a freddo [Codice R5];
- La realizzazione di rilevati e sottofondi stradali. In questo senso il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione ai sensi del DM 05/02/1998, come modificato dal DM n.186 del 05/04/2006;
- La produzione di materiale per costruzioni stradali e piazzali industriali mediante selezione preventiva (macinazione, vagliatura, separazione delle frazioni indesiderate, eventuale miscelazione con materia inerte vergine) con eluato conforme al test di cessione ai sensi del DM 05/02/1998, come modificato dal DM n.186 del 05/04/2006.

I centri di trattamento di materiali provenienti dalle demolizioni di c.a. e dalla scarifica di asfalto possono essere individuati dagli elenchi disponibili presso l'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali. Di seguito si riportano alcuni impianti attivi nell'area palermitana con le relative operazioni di recupero (d.lgs 152/06, allegato C) e le tipologie di rifiuto (DM 05/02/98).

## 4.5. SITI DI UTILIZZO

### 4.5.1. SITI DI DESTINAZIONI INTERNI

I materiali di scavo riutilizzati all'interno del cantiere verranno destinati alla realizzazione dei rilevati stradali e dei rinterri previsti negli elaborati di progetto.

Al fine di migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali di scavo conformemente ai criteri tecnici stabiliti dal progetto, verranno eseguite operazioni di normale pratica industriale,

### 4.5.2. SITI DI DEPOSITO FINALE

I siti di deposito finale sono distinti in:

- Siti di riutilizzo esterno (rinterri, riempimenti, rimodellamenti);
- Impianti di recupero, discariche.

Nella tabella in allegato si riporta un elenco dei siti individuati in prossimità del tracciato per il deposito finale dei materiali in esubero, con indicazione della viabilità interessata dal trasporto, della distanza e del tempo di percorrenza approssimativi dall'area di cantiere.

Si rimanda all'elaborato T00GE04GEOCD01 (Corografia cave e discariche).

**Tabella 4.3 Siti di deposito finale, per ripristino ambientale.**

ID	Località	Impresa	Volume disponibile T&R Tabella A (m <sup>3</sup> )	Volume disponibile T&R Tabella B (m <sup>3</sup> )	Distanza dal cantiere
RIP01	Perugia Loc. Olmo (Lacugnano)	Cava OLMO - PISELLI CAVE S.r.l.	40.000	-	13,2 km

ID	Località	Impresa	Volume disponibile T&R Tabella A (m <sup>3</sup> )	Volume disponibile T&R Tabella B (m <sup>3</sup> )	Distanza dal cantiere
RIP02	Perugia, Fraz. Vocabolo Sant'Angelo	Cava SAN MARCO - PISELLI CAVE S.r.l.	150.000	150.000	15,2 km
RIP03	Città di Castello (PG)	Cava SAN SECONDO - PISELLI CAVE S.r.l.	35.000	-	56,0 km

**Tabella 4.4 Siti di deposito finale, impianti di recupero e discariche.**

ID	Località	Impresa	Volume autorizzato (t/a)	Distanza dal cantiere
REC01	Perugia Loc. Olmo (Lacugnano)	Cava OLMO - PISELLI CAVE S.r.l.	150.000	13,2 km
REC02	Perugia, Fraz. Vocabolo Sant'Angelo	Cava SAN MARCO - PISELLI CAVE S.r.l.	65.000	21,0 km
REC03	Perugia	ECOCAVE SRL San Martino	R5 157.3395 R13 391.629	8,2 km

#### 4.5.3. PERCORSI DEI TRASPORTI AI SITI AUTORIZZATI AL RECUPERO E RIFIUTO

I percorsi previsti dall'area progettuale ai siti di conferimento sono riportati nell'elaborato di progetto T00GE04GEOCD01 (Corografia cave e discariche).

#### 4.5.4. SITI DI RIUTILIZZO ESTERNI

Nel progetto sono stati individuati alcuni siti di destinazione finale per l'utilizzo di terre e rocce da scavo in esubero nell'ambito della disciplina dei sottoprodotti.

**Tabella 4.5 Elenco dei siti di destinazione esterni.**

ID	Località	Impresa	Autorizzazione
RIP01	Perugia Loc. Olmo (Lacugnano)	Cava OLMO - PISELLI CAVE S.r.l.	Permesso di Costruire n.142 del 9/07/2015
RIP02	Perugia, Fraz. Vocabolo Sant'Angelo	Cava SAN MARCO - PISELLI CAVE S.r.l.	Determinazione dirigenziale N. 12901 DEL 13/12/2019 rilasciata dalla Regione Umbria
RIP03	Città di Castello (PG)	Cava SAN SECONDO - PISELLI CAVE S.r.l.	Autorizzazione di Cava. n.2 del 15/01/2016, rilasciata dal Comune di Città di Castello

Di seguito vengono espone per questi siti, di tipo "ripristino ambientale", l'ubicazione, l'inquadramento urbanistico, l'inquadramento geologico-geomorfologico e la descrizione delle attività svolte sul sito.

## **5. CANTIERIZZAZIONE**

Per l'esecuzione dei lavori sono stati definiti tre campi base, ubicati in maniera tale da creare dei tragitti uniformi in termini di tempi di percorrenza e distanze dalle rispettive aree tecniche. Due di questi, sono stati ubicati ai vertici dell'intervento per facilitare gli approvvigionamenti dei materiali dai centri autorizzati mentre l'altro, il n. 2 è stato ubicato nella parte intermedia, per facilitare gli spostamenti verso l'area tecnica al servizio delle lavorazioni della galleria. In linea generale l'ubicazione dei CB è stata effettuata anche in ragione del fatto che il tracciato risulta suddiviso, a causa della morfologia e della presenza del Tevere, in 3 sotto tratte:

- Tratta ad Est del Tevere
- Tratto intermedio compreso tra il Tevere e l'ingresso in galleria
- Tratto finale, ad Ovest del Tevere, corrispondente al Nodo di Collestrada

Oltre ai campi base sono state individuate n.7 aree tecniche, distribuite lungo tutto il tracciato in corrispondenza o nelle immediate vicinanze delle opere principali.

Nello specifico ogni opera avrà una o più aree tecniche al suo servizio, che saranno attive durante le fasi di lavorazioni fino alla fine della sua realizzazione (non si esclude che in fase esecutiva si manifesti la necessità di mantenere operativa un'area la cui opera è già stata terminata).

In generale tali aree, sono state collocate geograficamente tenendo conto della distanza tra le varie opere, quella tra le aree tecniche ed in maggior luogo la compatibilità plano-altimetrica e l'interferenza con aree d'esondazione.

Le considerazioni fatte sul dimensionamento delle aree riguardano in particolar modo il grande impatto e i disagi che i trasporti di materiale da parte dei mezzi pesanti, da e verso tali aree, creerebbero all'utenza ordinaria.

Per questa ragione le aree tecniche ospitano al loro interno ampie aree dedicate allo stoccaggio delle terre e rocce da scavo sia in provenienti da cave di prestito sia destinate a rifiuto e recupero, in modo tale da massimizzare gli stock ed evitare, per quanto possibile il transito di mezzi pesanti sulle viabilità esistenti già di per se congestionate negli orari di punta e nei giorni festivi.

Tali trasporti infatti, dovranno necessariamente essere eseguiti durante gli orari notturni.

Nelle tabelle di seguito riportate vengono indicate le superfici dei singoli Campi Base e delle Aree tecniche, e le loro coordinate geografiche in formato decimale, nel sistema di riferimento WGS84\_Grande estensione\_EPSG 3857.

<b>Nome Cantiere</b>	<b>Superficie Totale (mq)</b>	<b>Coordinate ellissoidiche_WGS 84_EPSG:3857 (Formato decimale)</b>
Cantiere Base n.1	60.170	lat: 43,063027°N long:12,418187°E
Cantiere Base n.2	112.730	lat: 43,067550°N long: 12,443909°E
Cantiere Base n.3	64.230	lat: 43,093469' N long: 12,477139°E
Area tecnica n.0	1.530	lat: 43,086765°N long: 12,449975°E
Area tecnica n.1	34.770	lat: 43,071219°N long: 12,431414°E
Area tecnica n.2	28.500	lat: 43,074917°N long: 12,443690°E
Area tecnica n.3	49.214	lat: 43,078148°N long: 12,447058°E
Area tecnica n.4	44.380	lat: 43,085100°N long: 12,475759°E
Area tecnica n.5	6.120	lat: 43,088186°N long: 12,477989°E
Area tecnica n.6	2.400	lat: 43,089000°N long: 12,472521°E
<b>Totale</b>	<b>404.044</b>	

Per i Campi Base n.1, n.2 e n.3 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, stoccaggio e lavaggio del materiale.

Le viabilità interne sia ai cantieri base che alle aree tecniche prevedono, laddove risultano a doppio senso di circolazione, delle larghezze di 12 m per quelle dedicate al passaggio di mezzi pesanti e di 6 m per quelle destinate al transito dei mezzi leggeri; laddove il senso è unico invece, rispettivamente di 6m e 3m come illustrato dagli stralci planimetrici sopra riportati e dall'elaborato "T00CA00CANS01\_A - Schede dei Cantieri - Cantieri Base ed Aree Tecniche".

Si allega di seguito uno schema tipologico di Cantiere Base e Area tecnica.



**Figura 5.6.2 –Schema tipologico Cantiere Base**

PROGETTAZIONE ATI:



Per meglio chiarire le scelte progettuali in merito all'ubicazione dei vari Cantieri risulta necessario disarticolare la fasizzazione dei lavori.

A questo proposito sono state individuate 3 fasi di lavoro principali, che scandiranno i tempi delle lavorazioni relative alle opere più importanti.

Per ogni fase vengono individuate sia le viabilità alternative che le ricuciture, tali da mantenere in esercizio la viabilità locale bypassando quelle interrotte dalle lavorazioni in progetto.

Inoltre, al fine di non intercludere alcun fondo durante le lavorazioni, e per garantire l'accesso alle abitazioni e/o ad attività commerciali, si realizzeranno dei nuovi accessi temporanei.

Laddove invece le lavorazioni presuppongono la demolizione di accessi privati, allo stesso modo verranno realizzati degli accessi permanenti.

L'indirizzo di progetto, per quanto riguarda la rete di viabilità alternative, è stato quello di utilizzare il più possibile sedimi stradali esistenti tanto per le viabilità alternative quanto per quelle provvisorie di cantiere.

Qualora le aree tecniche non risultino accessibili dalle strade esistenti, verranno realizzate apposite piste di cantiere.

Le nuove viabilità finora descritte saranno così realizzate:

- **piste di cantiere:** strato di misto granulare stabilizzato di 30 cm con trattamento di depolverizzazione superficiale, per una piattaforma larga 6 m;
- **viabilità provvisoria di ricucitura:** strato di misto granulare stabilizzato di 30 cm + 5 cm di binder semichiuso per una piattaforma di larghezza di 5 m;
- **viabilità interna ai cantieri:** strato di misto granulare stabilizzato di 30 cm con trattamento di depolverizzazione superficiale, per una piattaforma di larghezza di 12 m o 6 m a seconda dei casi, ove è previsto il passaggio dei mezzi pesanti (vedi elaborato T00CA00CANSC01\_A - Schede dei Cantieri - Cantieri Base ed Aree Tecniche) e larghezza di 6 m o 3 m, ove previsto il passaggio dei mezzi leggeri.

Le viabilità di accesso ai campi base e alle aree tecniche saranno soggette ad una limitazione di velocità amministrativa pari a 40 km/h, finalizzata a ridurre il rischio dovuto all'ingresso/uscita degli automezzi di cantiere.

## 5.1. IMPOSTAZIONE LOGISTICA TRA CANTIERI

Per meglio comprendere la gestione nel tempo dei vari cantieri, si riporta di seguito una descrizione dei lavori ed i cantieri operativi gestiti da ogni macro cantiere.

### Cantiere base n.1

E' il cantiere base ubicato più a Sud rispetto agli altri, questo per permettere un agevole recapito degli approvvigionamenti.

Esso è stato attrezzato e dimensionato per seguire le lavorazioni degli interventi che si susseguiranno nelle varie fasi nella zona ad Ovest del Tevere.

In particolare le Aree tecniche per le quali presterà servizio saranno l' AT1, AT6 e tutti i cantieri operativi posti a Ovest del fiume.

I cantieri operativi che dovrà gestire saranno quelli relativi ai lavori di:

- Realizzazione della Deviazione n. 1 – FASE 1;
- Svincolo di MdP, ingresso ed uscita – FASE 1;
- Tratto di rilevato del Nodo di MdP tra l'inizio dell'asse principale e le rampe in ingresso ed in uscita dall'E45 – FASE 2;
- Tratto di rilevato da Deviazione 1 a Deviazione 2 – FASE 2;
- Lavorazioni di adeguamento della sede esistente su svincolo di MdP (carreggiata in direzione Perugia Firenze) – FASE 2;

PROGETTAZIONE ATI:

- Lavorazioni di adeguamento della sede esistente su svincolo di MdP (carreggiata in direzione Firenze-Perugia) – FASE 3;
- Lavorazioni di adeguamento su Deviazione 1 (Via del Commercio) – FASE 3.

Esso resterà attivo in tutte le fasi, fino alla fine delle lavorazioni.

### **Cantiere base n.2**

E' il cantiere base ubicato nella zona intermedia del tracciato in progetto, nel lato Est del Tevere. La sua posizione è strategica per permettere un agevole trasporto dei materiali alle aree tecniche che dovranno sostenere le lavorazioni più complesse ed esose in termini di materie e tempo. Esso è stato attrezzato e dimensionato per seguire le lavorazioni degli interventi che si susseguiranno nelle varie fasi nella zona intermedia del tracciato. In particolare le Aree tecniche per le quali presterà servizio saranno l' AT2, AT3, AT0 e tutti i cantieri operativi posti tra la sponda Est del Tevere e la galleria naturale.

Esso resterà attivo nelle fasi 1 e 2, fino alla fine dei lavori della galleria.

### **Cantiere base n.3**

E' il cantiere base ubicato nella zona Nord del tracciato in progetto, nel lato Est del Tevere. La sua posizione facilita la ricezione dei materiali provenienti dagli impianti di approvvigionamento ed il trasporto a recupero negli impianti autorizzati individuati nel Piano di Gestione delle Materie dei materiali in esubero. Esso è stato attrezzato e dimensionato per seguire le lavorazioni degli interventi che si susseguiranno nelle varie fasi nella zona del Nodo di Collestrada. In particolare le Aree tecniche per le quali presterà servizio saranno l' AT4, AT5, AT6 e tutti i cantieri operativi posti tra la galleria e la fine dell'intervento a Nord. I cantieri operativi che dovrà gestire saranno quelli relativi ai lavori di:

- Realizzazione della rampa bidirezionale su Cappio Est del Nodo di Collestrada – FASE 1;
- Realizzazione dell'immissione Nord e dell'uscita Nord su Cappio Est del Nodo di Collestrada – FASE 1;
- Scatolare della Rampa dell' uscita Sud Est dello Sv. di Collestrada – FASE 1;
- Viadotto dell'uscita Sud-Ovest (Cappio Ovest del Nodo di Collestrada) – FASE 1;
- Tratto fuori sede esistente dell'uscita sud-Est (Cappio Ovest del Nodo di Collestrada) – FASE 1;
- Adeguamento della porzione di carreggiata dell'E45 in direzione Perugia-Foligno, 40 metri prima dell'uscita per loc. Collestrada – FASE 3;
- Adeguamento della porzione di carreggiata dell' E45 in dir. Cesena-Perugia, 40 m prima dell'uscita per Centro Commerciale Collestrada. Lo svincolo del Centro commerciale verrà mantenuto in esercizio. La carreggiata adiacente allo svincolo subirà un restringimento ad una corsia per una lunghezza di 60m – FASE 3.

Esso resterà attivo nelle fasi 1, 2 e 3, fino alla fine dei lavori.

### **Area Tecnica n.0**

E' l'Area tecnica che seguirà le lavorazioni di realizzazione della Rotatoria compatta DN32 nel comune di Torgiano, tra Via Ferriera e Via della Valtiera; sarà attiva all'inizio della fase 1.

### **Area Tecnica n.1**

E' l'area tecnica che seguirà le lavorazioni nella parte bassa del tracciato ad Ovest del fiume, fino all'inizio del Viadotto Tevere.

PROGETTAZIONE ATI:

I cantieri operativi che dovrà gestire sono quelli relativi a:

- Deviazione 2 e 3 – FASE 1;
- Viadotto Tevere lato SO – FASE 1;
- Tratto di rilevato da Deviazione 3 a Viadotto Tevere – FASE 2.

### **Area Tecnica n.2**

E' una delle due aree tecniche che seguiranno le lavorazioni nella parte intermedia del tracciato ad Est del fiume.

In particolare l'area tecnica in questione gestirà i cantieri operativi relativi a:

- Viadotto Tevere lato Nord-Est – FASE 1;
- Tratto di rilevato e tratto in trincea da fine Viadotto Tevere ad AT3 – FASE 2.

### **Area Tecnica n.3**

E' una delle due aree tecniche che seguiranno le lavorazioni nella parte intermedia del tracciato dalla sponda Est del fiume fino ai lavori in galleria.

In particolare l'area tecnica in questione gestirà i cantieri operativi relativi a:

- Galleria artificiale all'ingresso della galleria naturale – FASE 1;
- Ripristino del tratto di Via ferriera in corrispondenza dei lavori di scavo della G.A. – FASE 1;
- Escavo della e realizzazione della Galleria Naturale – FASE 2;
- Tratto dell'Asse principale in trincea, da pK 4+460 a pK 4+580 – FASE 3.

### **Area Tecnica n.4**

E' una delle aree tecniche che seguiranno le lavorazioni nella parte Nord del tracciato coincidente con il Nodo di Collestrada.

In particolare l'AT4 sarà designata alla gestione dei cantieri operativi relativi alle lavorazioni di seguito riportate:

- Parte di Rot. Di Collestrada – FASE 1;
- Cappio Est (fuori sede esistente) – FASE 1;
- Uscita SS 75 – FASE 1;
- Deviazione di Collestrada – FASE 1;
- Parte restante di Rot. Collestrada – FASE 2;
- Galleria Artificiale in uscita dalla GN (Cantiere operativo n. 4a) – FASE 2;
- Riqualificazione ambientale (Cantiere operativo n. 4b) – FASE 2.

### **Area Tecnica n.5**

E' una delle aree tecniche che seguiranno le lavorazioni nella parte Nord del tracciato coincidente con il Nodo di Collestrada.

In particolare l'AT5 sarà designata alla gestione dei cantieri operativi relativi alle lavorazioni di seguito riportate:

- Viadotto Rampa di ingresso e uscita SS75 su Sv. di Collestrada – FASE 1.

### **Area Tecnica n.6**

L'AT6 gestirà i cantieri operativi nella parte del Nodo di Collestrada relativi alle lavorazioni di seguito riportate:

- Viadotto uscita Sud-Ovest (Cappio Ovest del Nodo di Collestrada) – FASE 1;
- Viadotto ingresso (Cappio Ovest del Nodo di Collestrada) – FASE 2;
- Viadotto sx e dx di Collestrada – FASE 2.

Inoltre sono stati individuati nove cantieri mobili nei tratti in cui il progetto si sovrappone all'esistente. Esse saranno condotte una carreggiata alla volta per ogni senso di marcia, con conseguente parzializzazione della carreggiata opposta tramite doppio senso di marcia.

I cantieri mobili lavoreranno in maniera contestuale rispetto ai cantieri delle opere principali.

La fasizzazione di questi, che segue infatti quella delle aree tecniche, è stata studiata per mantenere dei tempi di esecuzione dei lavori accettabili ed evitare il congestionamento del traffico.

### **5.1.1. TEMPI E FASI DI ESECUZIONE**

Al fine di limitare quanto più possibile l'impatto della realizzazione delle opere e non generare eccessivi disservizi alla cittadinanza, il presente progetto ha valutato nel dettaglio soluzioni di carattere compensativo da attuare durante la cantierizzazione degli interventi.

In particolare: le opere d'arte con funzione veicolativa del traffico (punti di snodo, svincoli, rotonde, rampe d'accesso e di uscita, strade secondarie di accesso ad aree private o zone industriali, hanno priorità realizzativa rispetto ai tratti di adeguamento in sede e alle opere d'arte maggiori e minori.

Questo permette una distribuzione omogenea del transito di mezzi pesanti nella circolazione ordinaria e nei tratti a senso unico alternato.

Durante la cantierizzazione di tali opere saranno utilizzate le viabilità alternative indicate negli inquadramenti planimetrici relativi alla fasizzazione, che come si evince sono rappresentate da strade comunali locali per le quali sono stati previsti degli interventi di risanamento delle pavimentazioni, come ad esempio la rigenerazione dei tappeti di usura, laddove presenti e, nella maggior parte dei casi, essendo in terra battuta dovranno essere adeguate nelle geometrie planimetriche e altimetriche tramite esecuzione di ricariche/rappezi localizzati con misto stabilizzato (qualora sterrate) e allargamenti. Detti interventi saranno comunque da approfondirsi nella successiva fase progettuale.

Come già anticipato, sono state previste tre fasi principali.

Prima di queste è prevista una FASE 0 di inizializzazione.

#### **FASE 0**

La fase 0 comprende tutte le operazioni di accantieramento, con la predisposizione dei cantieri base e delle aree tecniche previste per la fase 1.

Successivamente si procederà all'adeguamento di tutte le viabilità alternative non asfaltate, le ricuciture previste per bypassare le aree in lavorazione e dare continuità alla viabilità esistente, la realizzazione di nuovi accessi sia temporanei che definitivi.

Prima dell'inizio dei lavori effettivi dovranno essere aperte le piste di cantiere all'interno dei Cantieri operativi.

Inoltre, dovranno essere adeguate tutte le viabilità di esterne al cantiere nelle geometrie e con adeguati trattamenti.

#### **FASE 1**

In fase 1 si procederà alla realizzazione di:

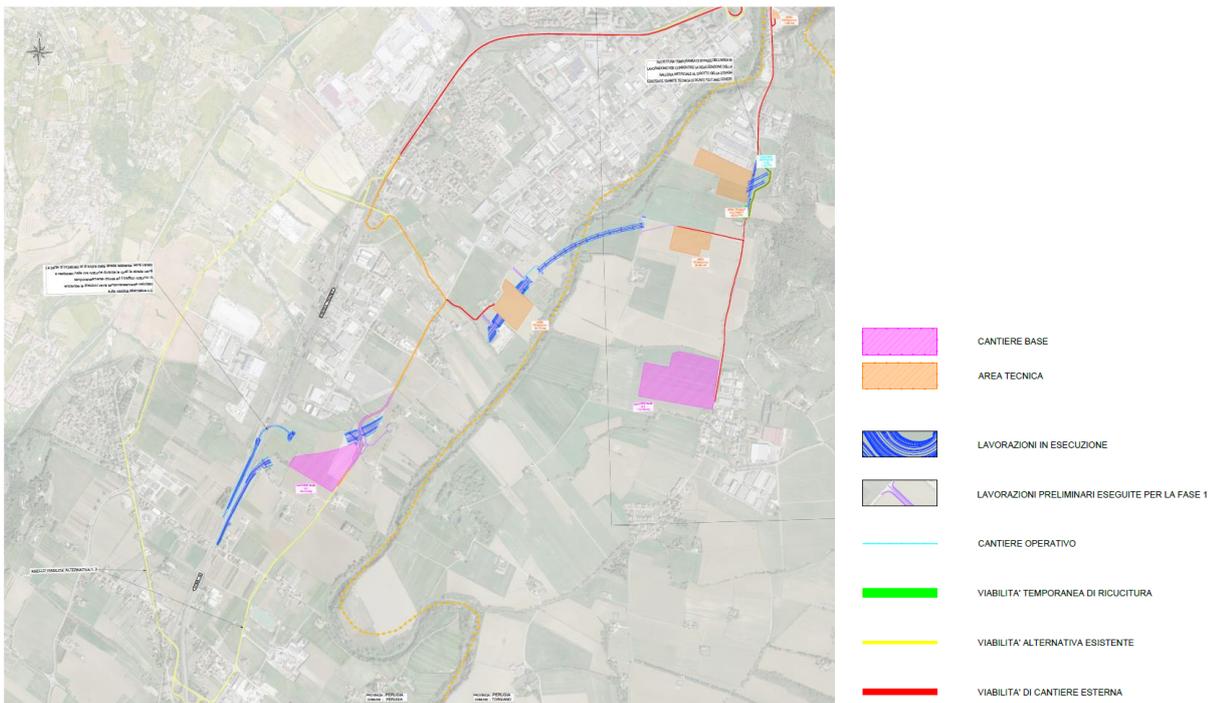
- Tutti i sottopassi scatolari (Devizioni 1, 2, 3 e sottopasso scatolare della Rampa di uscita a Sud-Est su Sv. di Collestrada) necessari a dare continuità alle strade secondarie di accesso ad abitazioni private e porzioni di rilevato di copertura degli stessi;
- Rot Compatta DN 32 a Torgiano, tra Via della Valtiera e Via Ferriera;
- Tratti fuori sede degli svincoli. in ingresso e in uscita del Nodo di Mdp.;
- La G.A. all'imbocco della G.N. necessaria al mantenimento in esercizio della strada sovrastante nelle fasi successive;
- Il viadotto "Tevere";

PROGETTAZIONE ATI:

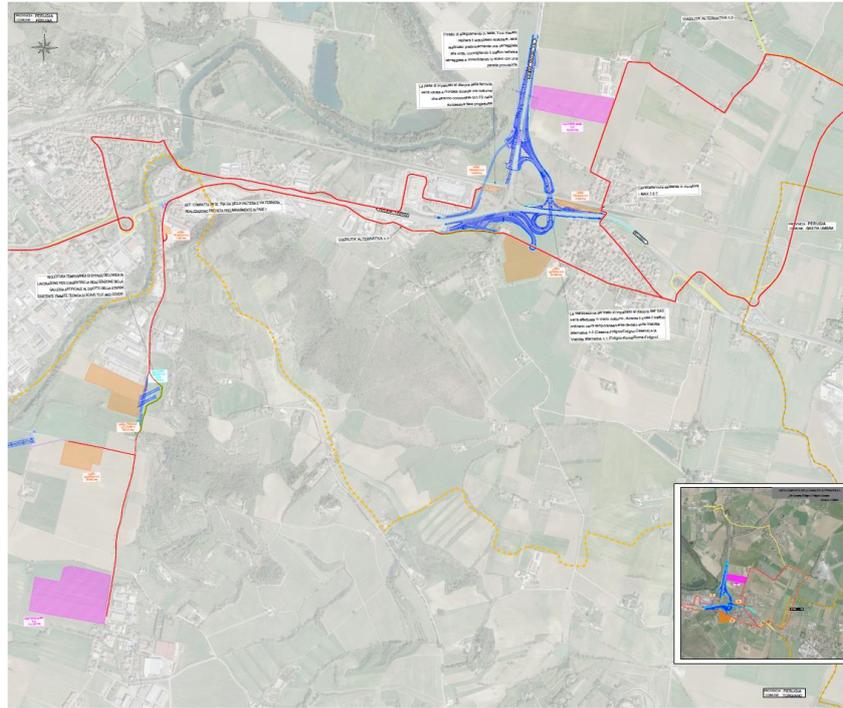
- Parte esterne ai sedimi esistenti di Rot. Di Collestrada;
- Uscita SS 75 del Nodo di Collestrada - Cappio Est del Nodo di Collestrada;
- Deviazione di Collestrada - Cappio Est del Nodo di Collestrada;
- Viadotto dello Svincolo di Collestrada;
- Viadotti-Rampa in ingresso e in uscita della SS75 su Sv. di Collestrada;
- Viadotto uscita Sud-Ovest – Cappio Ovest del Nodo di Collestrada;
- Realizzazione della rampa bidirezionale – Cappio Est del Nodo di Collestrada;
- Uscita Nord ed immissione Nord – Cappio Ovest del Nodo di Collestrada;
- Viadotto di uscita Sud-Ovest – Cappio Ovest del Nodo di Collestrada;
- Viadotto di uscita Sud-Est – Cappio Ovest del Nodo di Collestrada.

Per quanto riguarda le viabilità alternative dedicate ai mezzi ordinari, è stata individuata quella più adatta in termini di dimensioni e sviluppo (Viabilità alternativa n.2), la quale sarà utilizzata durante ore notturne per consentire il varo ed il montaggio della parte di impalcato che sormonta l' E45 nel tratto del Nodo di Madonna del Piano.

Si dovrà avere cura, alla fine della fase rappresentata, di realizzare preventivamente le ricuciture previste per la fase successiva, così come l'adeguamento delle viabilità alternative e le viabilità di cantiere per permettere il corretto svolgimento delle lavorazioni come pianificato nella successiva fase progettuale.



PROGETTAZIONE ATI:



## FASE 2

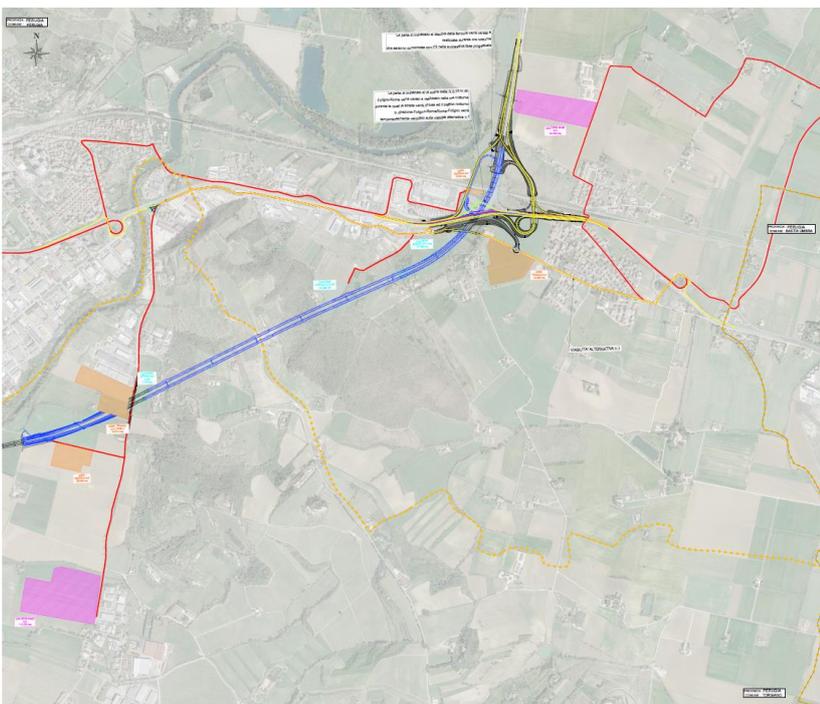
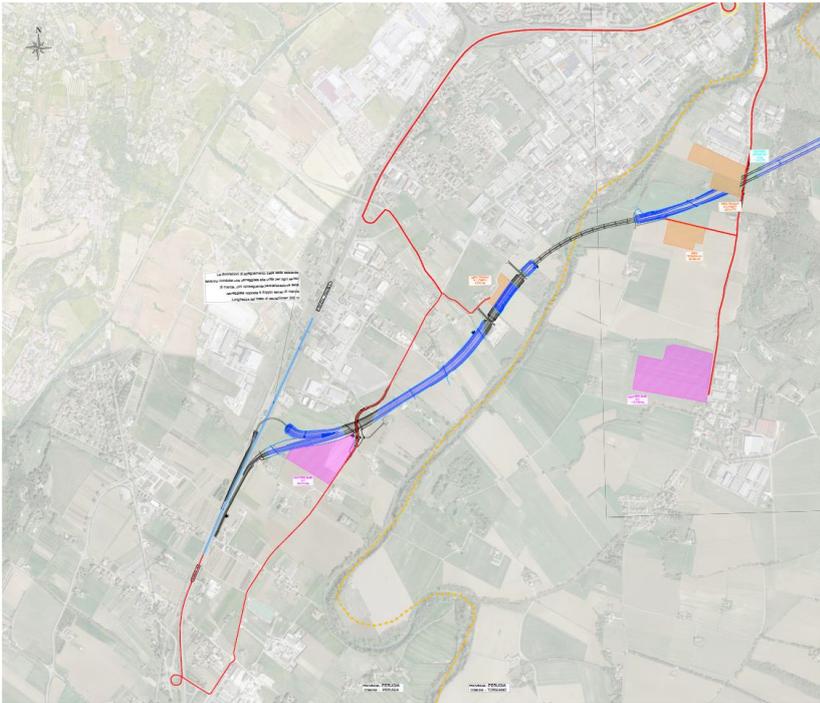
In fase 2 si procederà alla realizzazione di:

- Adeguamento della carreggiata in direzione Perugia - Firenze su Nodo di Mdp; la viabilità verrà mantenuta convogliando il traffico sulla carreggiata adiacente con un doppio senso di circolazione per circa 300m;
- Tratto di rilevato del Nodo di Mdp tra inizio dell'asse principale e rampe d'ingresso e uscita dall'E45;
- Tratto di rilevato dell'Asse principale da "Deviazione 1" a "Deviazione 2";
- Tratto di rilevato dell'asse principale, da "Deviazione 2" a "deviazione 3";
- Tratto di rilevato dell'Asse principale, da "Deviazione 3" a inizio Viadotto Tevere;
- Tratto di rilevato dell' Asse principale, da fine Viadotto Tevere ad A.T 3;
- Realizzazione escavo della galleria naturale tramite metodologia tradizionale; l'escavo della seconda fornice verrà iniziato circa 45 giorni dopo la prima;
- Realizzazione della restante parte della Rot. Di Collestrada;
- Realizzazione delle Gallerie Artificiali in uscita dalla G.N.;
- Realizzazione dei lavori di riqualificazione ambientale su A.T.4°;
- Realizzazione Viadotto di Collestrada dell'E45 (sx e dx): le parti di impalcato al disopra della ferrovia verranno montate durante ore notturne, in specifiche fasce orarie, le quali verranno concordate con FS nella successiva fase progettuale. Allo stesso modo, la parte di impalcato al di sopra della S.S.75 in dir Foligno-Roma verrà varata e realizzata anch'essa in ore notturne durante le quali la strada verrà chiusa ed il traffico notturno in direzione Foligno-Roma/Roma-Foligno verrà temporaneamente veicolato sulla viabilità alternativa n.1;
- Viadotto in ingresso del Cappio Ovest del Viadotto di Perugia;
- Realizzazione del Cappio Ovest di Collestrada: in questo caso è stata individuata una ricucitura interna al cappio esistente con raggio di curvatura di circa 50° che sarà utilizzata

PROGETTAZIONE ATI:

esclusivamente dagli utenti provenienti da Foligno e diretti a Roma. Essa sarà realizzata nella parte conclusiva della precedente fase costruttiva.

Si sottolinea che, anche in questa fase, nella parte conclusiva, si dovranno realizzare preventivamente le ricuciture previste per la fase successiva, così come l'adeguamento delle viabilità alternative e le viabilità di cantiere per permettere il corretto svolgimento delle lavorazioni come pianificato nella successiva fase progettuale.



-  CANTIERE BASE
-  AREA TECNICA
-  LAVORAZIONI IN ESECUZIONE
-  LAVORAZIONI COMPLETE
-  CANTIERE OPERATIVO
-  VIABILITA' TEMPORANEA DI RICUCITURA
-  VIABILITA' ALTERNATIVA ESISTENTE
-  VIABILITA' DI CANTIERE ESTERNA

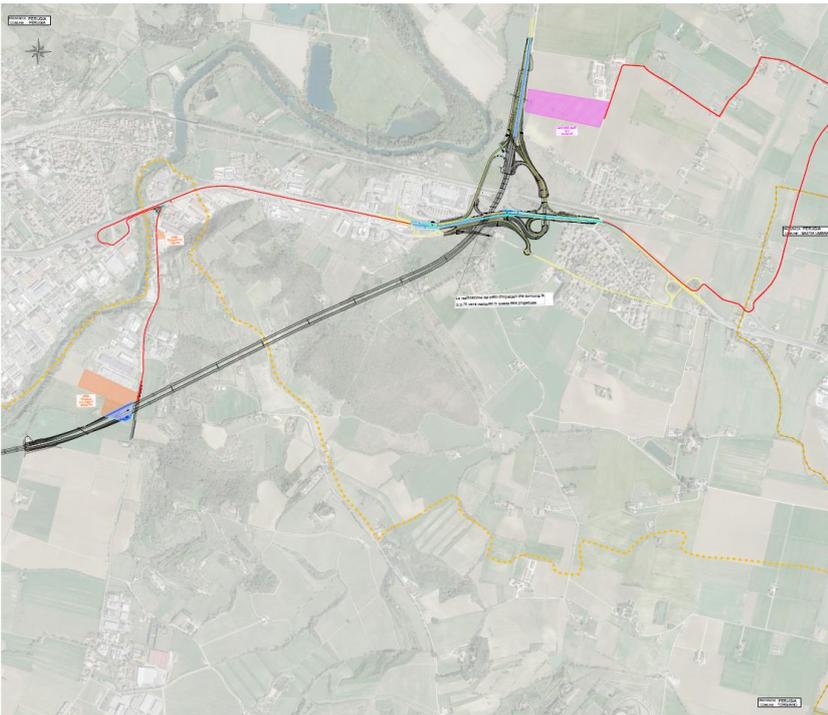
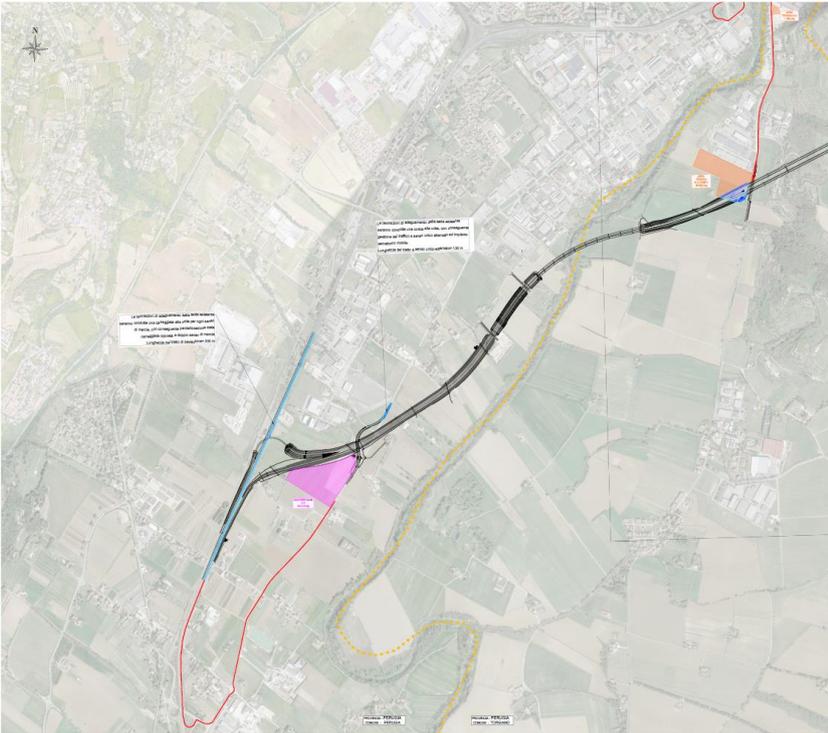
PROGETTAZIONE ATI:

### FASE 3

In fase 3 si procederà alla realizzazione di:

- Lavorazioni di adeguamento su Nodo di MdP della carreggiata in direzione Firenze - Perugia; la viabilità verrà mantenuta in esercizio con conseguente parzializzazione dei sensi di marcia sulla carreggiata adiacente per circa 300m;
- Lavorazioni di adeguamento su Via del Commercio per "Deviazione 1"; le operazioni saranno condotte una corsia alla volta, con conseguente gestione del traffico a senso unico alternato ed impianto semaforico mobile.  
Lunghezza del tratto a senso unico-alternato = 130 m;
- Realizzazione di rilevato nel tratto di Asse principale da pK 4+460 a pK 5+580;
- Adeguamento dell'esistente E45 su Nodo di Collestrada in direzione Perugia-Foligno e Perugia-Cesena, con obbligo di uscita in direzione del Centro urbano di Collestrada;
- Adeguamento del tratto di E45 su Nodo di Collestrada in direzione Cesena-Perugia e Cesena-Foligno, con obbligo di uscita su "Viadotto uscita Sud-Ovest" (Cappio Ovest del Nodo di Collestrada) o uscita su "Viadotto uscita Sud-Est" (Cappio Ovest del Nodo di Collestrada);
- Adeguamento della porzione di carreggiata dell'E45 in direzione Perugia-Foligno, 40 metri prima dell'uscita per loc. Collestrada;
- Adeguamento della porzione di carreggiata dell' E45 in dir. Cesena-Perugia, 40 m prima dell'uscita per Centro Commerciale Collestrada. Lo svincolo del Centro commerciale verrà mantenuto in esercizio. La carreggiata adiacente allo svincolo subirà un restringimento ad una corsia per una lunghezza di 60m.

La suddivisione delle fasi è stata effettuata tenendo in considerazione sia le tempistiche di realizzazione delle singole opere che l'eventuale contemporaneità tra lavorazioni della stessa tipologia: si è cercato infatti di ottimizzare i tempi senza creare sovrapposizioni di attività non gestibili dalle imprese, nonché consentendo l'utilizzo dei tratti già realizzati come viabilità provvisorie per bypassare quelle interdette durante le lavorazioni.

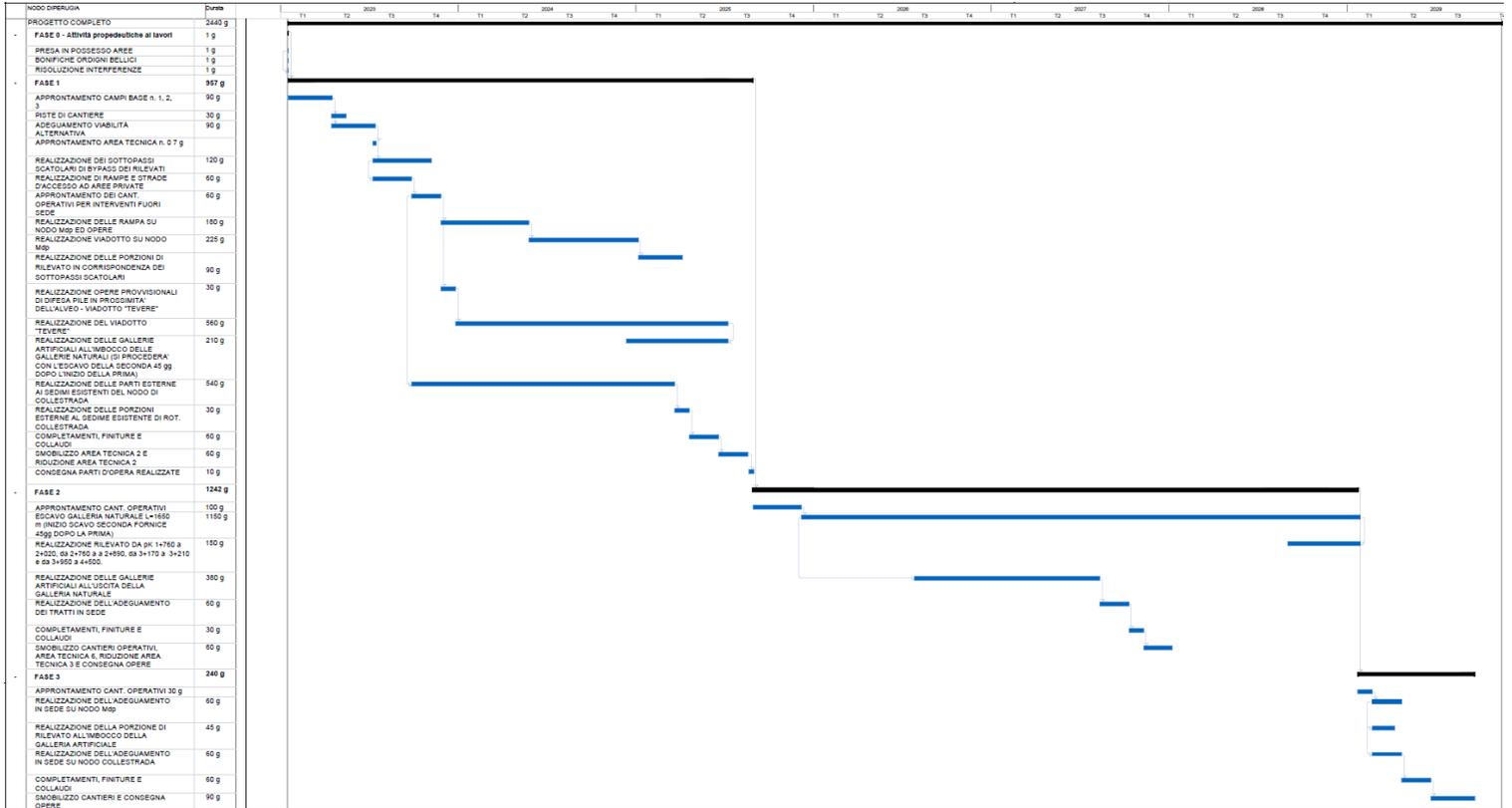


-  CANTIERE BASE
-  AREA TECNICA
-  LAVORAZIONI IN ESECUZIONE
-  LAVORAZIONI COMPLETATE
-  CANTIERE OPERATIVO
-  VIABILITA' TEMPORANEA DI RICUCITURA
-  VIABILITA' ALTERNATIVA ESISTENTE
-  VIABILITA' DI CANTIERE ESTERNA

PROGETTAZIONE ATI:

Per la realizzazione dell'intero progetto si prevede un periodo di tempo complessivo di 2440 giorni, come meglio descritto nel cronoprogramma parte del presente progetto, in cui sono specificati tutti i dettagli delle fasi operative.

Di seguito, si riporta il cronoprogramma sintetico di tutte le principali lavorazioni.



PROGETTAZIONE ATI:

## **6. IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE**

### **6.1. INTERVENTI MITIGATIVI PER ATMOSFERA E CLIMA IN FASE DI CANTIERE**

I problemi legati alla fase di cantierizzazione e riguardanti la qualità dell'aria, possono riassumersi nelle seguenti categorie:

- Emissioni derivanti dalla combustione dei carburanti nei motori dei macchinari di cantiere e degli automezzi deputati al trasporto dei materiali. Tali emissioni sono composte principalmente da CO (monossido di carbonio), NOx (monossido di azoto + diossido di azoto), PM10 (particolato sospeso con diametro uguale o inferiore ai 10 µm) e benzene;
- Sospensioni di polveri inalabili (PM10) dovute al trasporto dei materiali sciolti;
- Sospensioni di PM10 dovute al carico scarico o al rimaneggiamento dei materiali di cantiere;
- Sospensioni di PM10 dovute al sollevamento di polveri da siti di stoccaggio di materiali sciolti;
- Sospensioni di PM10 dovute al movimento di mezzi su aree non asfaltate o al passaggio degli stessi su viabilità asfaltate, ma senza che sia stato effettuato l'opportuno lavaggio dei pneumatici.

Le emissioni di sostanze inquinanti indotte dalla movimentazione dei mezzi e dalle lavorazioni potranno essere sensibilmente diminuite mediante l'adozione di alcuni accorgimenti.

In particolare si dovrà provvedere a periodica bagnatura delle superfici calpestabili e non pavimentate all'interno delle aree di cantiere al fine di contenere il problema legato al sollevamento delle polveri indotto dal passaggio dei mezzi di lavorazione. Tale intervento sarà effettuato tenendo conto del periodo stagionale con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva; nei periodi più secchi saranno effettuate almeno due bagnature quotidiane: l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato. Nel caso in cui, nonostante la bagnatura delle piste, si ravvisasse una eccessiva produzione di polveri, si potrà operare una stabilizzazione delle viabilità interne.

I mezzi di cantiere destinati al trasporto ed alla movimentazione dei materiali dovranno essere coperti con teli adeguati aventi caratteristiche di resistenza allo strappo e di impermeabilità. Al fine di ridurre il sollevamento delle polveri, i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente nell'apposita platea di lavaggio.

Al fine di evitare il sollevamento delle polveri dovuto al vento, le aree destinate allo stoccaggio dei materiali dovranno essere bagnate o in alternativa coperte. In particolare si dovrà provvedere alla bagnatura degli inerti di pezzatura più grossolana prima della fase di lavorazione e dei materiali risultanti dallo smantellamento di artefatti esistenti, prima della fase di movimentazione.

Nel caso in cui nell'area di cantiere sia prevista una stazione di betonaggio, occorrerà prevedere la realizzazione di un impianto di abbattimento delle polveri.

Nei punti in cui l'area di cantiere, mobile o fisso che sia, si trovi nelle immediate vicinanze di ricettori (distanze inferiori ai 50 m), si dovranno adottare delle protezioni di tipo puntuali quali barriere mobili (altezza minima 2,00 m) o teli di protezione.

Nei tratti di viabilità urbana ed extraurbana impegnati dai transiti dei mezzi di cantieri demandati al trasporto del materiale di approvvigionamento/smaltimento si effettueranno periodicamente la pulizia con acqua dei pneumatici dei veicoli in uscita dal cantiere tramite impianti di lavaggio siti in prossimità degli accessi e la copertura dei cassoni dei mezzi con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali.

Per il contenimento delle emissioni di ossidi di azoto, di particolato e polveri provenienti dai mezzi di cantiere questi ultimi dovranno rispondere ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti.

Andranno pertanto previste periodiche revisioni e manutenzioni dei mezzi, oltre all'istallazione di sistemi per l'abbattimento delle sostanze inquinanti (in particolar modo del particolato).

Infine, per le macchine di cantiere e gli impianti fissi si dovrà ipotizzare, in alternativa, l'uso di attrezzature con motori elettrici alimentati dalla rete esistente.

PROGETTAZIONE ATI:

## 6.2. MACCHINARI FUNZIONALI ALLE LAVORAZIONI

Le emissioni sonore associate all'attività di cantiere presentano un elevato grado di incertezza, essendo funzione della marca dei macchinari, del loro stato di usura, del tipo di lavorazione effettuata e dalle modalità operative in generale.

A livello indicativo, nella tabella seguente sono riportate le dimensioni e le emissioni di alcuni degli automezzi previsti in cantiere, allo scopo di dare un'informazione spaziale del possibile ingombro dei macchinari.

Macchina	Dimensioni			Emissioni sonore (dBA)	Modello di riferimento
	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Altezza (m)		
Autocarro	10,5	5,4	4,5	<b>78 – 82,1</b>	Caterpillar 777 F
Autobetoniera	6,4	2,4	4	<b>84 – 92,8</b>	Fiori DB 400 S
Pompa cls	7	2	3	<b>84 – 89</b>	Putzmeister BSA 1400 hp
Autogru	20	3	4	<b>81 – 86</b>	Vernazza LTM 1300
Bulldozer	5	2,5	2,5	<b>88 – 93,2</b>	Caterpillar D5
Escavatore	6,3	3,5	3,6	<b>83 – 92,2</b>	Caterpillar 385 C L
Pala	8	3	3,5	<b>88 – 94,6</b>	Caterpillar 994 F
Rullo compattatore	5,7	2,3	3	<b>85 – 90,5</b>	Hamm 3412 HT
Motorgrader	8,9	2,5	3,2	<b>85 – 90,5</b>	Volvo G930
Vibrofinitrice	6,7	2,5	3	<b>75 – 86,9</b>	Marini MF 491 C
Trivella	5	4,3	3	<b>90 – 95</b>	IMT AF 220

I valori di emissione sonora sono riportati con un intervallo di variabilità: tali valori rappresentano dati di letteratura riguardanti l'attività di cantiere.

## 6.3. DISTURBO INDOTTO DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Per la definizione del livello di disturbo indotto dalle attività di cantiere sono state considerate le seguenti situazioni:

- potenziale livello di disturbo indotto dal cantiere fisso
- potenziale livello di disturbo indotto dal cantiere mobile (per la realizzazione del tracciato viario)
- potenziale livello di disturbo indotto dal traffico dei mezzi di cantiere sulla viabilità esistente.

### 6.3.1. CANTIERE FISSO

Le attività presenti nei cantieri fissi non generano impatto acustico di grande rilevanza presso i ricettori. L'impostazione di tali aree deve essere adeguata a minimizzare gli effetti acustici comunque residui, sia da un punto di vista tecnico che procedurale.

Gli impianti con emissione direzionale (tipo i gruppi elettrogeni) devono essere posti in posizione di minima interferenza con le abitazioni (compatibilmente con la loro piena funzionalità). Le modalità operative devono sempre essere volte alla ricerca del minimo rumore possibile (per esempio, nel caso di movimentazione di carichi pesanti o nel transito dei mezzi d'opera da e verso il parcheggio di stazionamento). Gli avvisatori acustici di cantiere devono essere sostituiti, a parità di efficienza e sicurezza, con avvisatori luminosi.

Le aree devono essere perimetrate, in condizioni di persistente rumore residuo, con pannelli fonoassorbenti.

### **6.3.2. CANTIERE MOBILE**

Per lo studio di un cantiere mobile si può considerare la fase di scavo, essendo essa la più critica. È possibile ipotizzare una situazione tipologica valida per tutti i ricettori con una distribuzione omogenea e funzionale dei macchinari all'interno dell'area di cantiere.

Ponendo una barriera di 3 metri di altezza sui lati dell'area (lasciando il passaggio per la viabilità ordinaria e per la movimentazione dei macchinari) l'isofonica a 65 dBA si avvicina sensibilmente al confine dell'area stessa. Ne consegue un abbattimento presso i ricettori più prossimi al perimetro del cantiere mobile che può essere stimato in 5-10 dBA. In assenza di barriere acustiche i livelli generati dal cantiere si mantengono sempre intorno ai 65 – 70 dBA fino ad una distanza di 40 – 60 m dal perimetro dell'area di cantiere.

I limiti acustici della zona del tracciato non sono ancora stati regolarizzati secondo una zonizzazione acustica, come da legge quadro. Trattandosi di un ambito prettamente rurale, i limiti sono pertanto di 70 dBA per il giorno e 60 dBA per la notte.

Il superamento del limite diurno avviene pertanto presso i ricettori che distano meno di 50 metri dal confine del cantiere. In questa situazione è necessario predisporre una barriera mobile sui lati dell'area in direzione dei ricettori interessati.

### **6.4. INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Per ricettori con distanza dal cantiere inferiori a 50 metri si può procedere alla messa in opera di barriere fonoassorbenti provvisorie, montate su appositi basamenti in calcestruzzo tipo New Jersey.

Si può pensare a pannelli monolitici costituiti da una parte strutturale centrale in cemento con rivestimento in fibra di legno mineralizzata, aventi dimensioni standard (lunghezza di 4000 mm e larghezza di 600 mm) e con possibilità di sovrapposizione sino all'altezza desiderata.

Nonostante il limite normativo sia di 70 dBA, è consigliabile l'uso delle barriere anche per livelli indotti superiori ai 65 dBA, ossia per distanze dal cantiere inferiori ai 50 metri.

### **6.5. NORME PROCEDURALI PER L'ABBATTIMENTO DEI LIVELLI SONORI**

L'utilizzo di una barriera fonoassorbente presso i ricettori più impattati dall'attività di cantiere non deve rimanere l'unico intervento volto alla diminuzione dei livelli generati dalle lavorazioni.

Esistono delle norme procedurali e tecniche a complemento.

La scelta delle macchine operatrici assume un ruolo fondamentale. La selezione va effettuata in conformità alle direttive della Comunità Europea ed ai successivi recepimenti nazionali. In particolare si ricorda la direttiva 2000/14/CE (8 maggio 2000) riguardante "il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto", recepita dal nostro paese con il DL 4 settembre 2002 n° 262.

La direttiva si pone come obiettivo il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativamente alle norme sull'emissione acustica, le procedure di valutazione della conformità, la marcatura, la documentazione tecnica per quanto riguarda l'emissione acustica ambientale di macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. Emanata per la libera circolazione nel mercato di suddette macchine, essa vuole armonizzare le prescrizioni acustiche e contemporaneamente tutelare la salute dei cittadini e dell'ambiente. Al fine di ottenere questo risultato, tutte le macchine devono essere portate ai livelli acustici generati dalle macchine più silenziose presenti in commercio. Il fabbricante è tenuto a garantire la conformità e ad apporre su ciascuna macchina la marcatura CE e l'indicazione del livello sonoro garantito. Sono escluse tutte le macchine destinate al trasporto di merci o passeggeri o quelle costruite per fini militari o di polizia o per i servizi di emergenza.

Sono da preferirsi macchine per la movimentazione della terra su gomma, piuttosto che quelle cingolate. Se possibile si deve provvedere all'installazione di silenziatori sugli scarichi. La manutenzione delle parti di giuntura è di particolare importanza, in modo tale da evitare i fenomeni di attrito. I percorsi stradali all'interno dell'area di cantiere devono poi essere costantemente

PROGETTAZIONE ATI:

controllati, al fine di evitare la formazione di buche, particolarmente importanti da un punto di vista acustico nel passaggio dei mezzi pesanti. Nel punto di installazione di una macchina fissa si può pensare ad una schermatura con fabbricati insonorizzanti.

L'ubicazione dei ricettori è fondamentale per la disposizione e l'orientamento degli impianti; è preferibile, all'interno dell'area di cantiere, una collocazione delle macchine di minima interferenza con gli insediamenti abitativi.

Per le attività di cantiere, classificabili come temporanee, la normativa prevede infine la possibilità di chiedere autorizzazioni in deroga ai limiti di legge per lo svolgimento dell'attività alle pubbliche amministrazioni. Nel caso in cui tutte le disposizioni prese non abbassassero i livelli al di sotto di 70 dBA, si renderebbe allora necessario presentare una richiesta per tale autorizzazione, con una spiegazione dettagliata del cantiere e degli interventi comunque effettuati.

## **6.6. VIBRAZIONI**

Per quanto riguarda la produzione di vibrazioni, limitata alla fase di cantiere, le operazioni di scavo, che normalmente rappresentano un aspetto abbastanza critico da questo punto di vista, non sono da considerarsi rilevanti in quanto, vista la tipologia del terreno, saranno impiegati esclusivamente escavatori e pale.

Le lavorazioni di cantiere che possono generare vibrazioni sono limitate nel tempo e pertanto anche un eventuale disagio da parte dei residenti, si mantiene confinato in un arco ristretto di tempo.

Sono state comunque previste delle misure di mitigazione dell'impatto da vibrazioni che riguardano generalmente la sorgente e, più raramente i percorsi di propagazione o il ricettore. Gli interventi sulla sorgente mirano a ridurre l'entità delle vibrazioni emesse o ad aumentare l'attenuazione delle medesime nell'accoppiamento sorgente – substrato; gli interventi sul mezzo di propagazione o sul ricettore mirano ad aumentare l'attenuazione del livello vibratorio trasmesso.

Nel caso di una infrastruttura viaria tra i sistemi in grado di attenuare il disturbo provocato dalle vibrazioni assume sicuramente un ruolo rilevante il controllo della regolarità della pavimentazione. Negli edifici prossimi a strade ed autostrade con flussi di traffico pesante significativi possono, infatti, registrarsi livelli di accelerazione prossimi ai limiti UNI 9614, soprattutto in presenza di pavimentazioni in cattivo stato di manutenzione, giunti, condotte interrato passanti al di sotto della carreggiata.

Sono applicati alcuni metodi di mitigazione che consistono nell'introdurre modifiche strutturali alla pavimentazione o elementi schermanti adiacenti ad essa, quali:

- irrigidimento della pavimentazione tramite sostituzione dello strato di conglomerato bituminoso con uno strato di conglomerato cementizio;
- irrigidimento della pavimentazione tramite sostituzione dello strato in misto granulometrico con uno strato di materiale legato a cemento;
- inserimento di una trincea in conglomerato cementizio a fianco della pavimentazione.

Nel caso di sorgenti fisse (come ad esempio le attrezzature o gli impianti fissi di cantiere) il problema consiste nella corretta progettazione e realizzazione del supporto della macchina o impianto che genera le vibrazioni. Tale aspetto è generalmente curato direttamente dal costruttore della macchina o dell'impianto.

## **6.7. INTERVENTI MITIGATIVI PER SUOLO E SOTTOSUOLO**

Gli impatti per il suolo e sottosuolo derivanti dalla costruzione e dall'esercizio della nuova infrastruttura saranno sostanzialmente di tre tipi:

- perdita di suolo agrario;
- perdita di risorsa non rinnovabile (cave);
- alterazione del sistema morfologico.

È evidente che questi tre tipi di impatti risultano prevalentemente di tipo permanente; i soli impatti per suolo e sottosuolo legati alla fase realizzativa sono legati all'occupazione di suolo (perdita temporanea di suolo agrario) indotto dalla realizzazione dei cantieri, su aree esterne all'asse stradale in costruzione (cantieri di ricovero mezzi e deposito materiali, di confezionamento calcestruzzi, ricovero personale, ecc.).

Per ciò che concerne la perdita di risorsa non rinnovabile, la minimizzazione degli impatti non può che agire a livello di scelte progettuali, al fine di ridurre il più possibile il fabbisogno di inerti. A tal fine:

- la livelleta stradale è stata mantenuta bassa, compatibilmente con la necessità di garantire adeguati franchi sulla rete idrografica principale e tenendo conto delle specifiche per i raccordi verticali in relazione alle velocità di progetto. Questa impostazione comporta una minore altezza dei rilevati e conseguentemente una minore occupazione di suolo ed un minor fabbisogno di inerti;
- l'adozione di opere di sostegno contribuisce a ridurre il volume del solido stradale e l'ingombro dello stesso, limitando la perdita di suolo;
- le aree di cantiere, ove questo è stato possibile, sono state ridotte al minimo soprattutto in prossimità di zone sensibili, ovvero in aree ove sono assenti o scarsamente presenti vincoli di tipo ambientale, in aree comunque già compromesse o destinate alle pertinenze stradali e di cui si è previsto il ripristino di terreno vegetale a fine lavori. I criteri generali adottati per l'individuazione delle aree di cantiere a servizio dei tratti operativi individuati, sono stati definiti in relazione alle seguenti priorità:
  - ricercare localizzazioni per quanto possibile che non coincidessero con aree agricole e di colture poco pregiate, al fine di evitare disboscamenti o pulizie di aree densamente vegetate e successivi onerosi interventi di riqualificazione ambientale;
  - ricercare aree in prossimità di svincoli di interconnessione con la viabilità locale esistente, al fine di individuare aree di stoccaggio facilmente raggiungibili dai mezzi di trasporto;
  - individuare zone con caratteristiche morfologiche di adeguata estensione e modesta acclività, in modo da limitare le operazioni di sbancamento;
  - evitare impatti su ricettori sensibili insediati in prossimità delle aree operative.

In fase esecutiva andranno previsti alcuni accorgimenti durante le operazioni di scavo e di accumulo temporaneo dei materiali scavato:

- il materiale proveniente dagli strati superficiali (0.2 m) è costituito esclusivamente da suolo agrario che andrà interamente riutilizzato per la ricopertura delle scarpate del rilevato. Il materiale andrà accumulato ai lati dell'area di intervento in accumuli temporanei che non dovranno superare i 3 m di altezza, con pendenza in grado di garantire la loro stabilità; sui cumuli dovranno essere eseguite semine protettive e, se necessario, concimazioni curative e conservative;
- i materiali provenienti da scavi in terreni compatti (calcari) andrà accumulato in cantiere e riutilizzato nell'ambito della stessa zona operativa. Il materiale in eccesso andrà immediatamente caricato sui camion per il trasporto ai siti di conferimento individuati avendo cura di effettuare i trasporti durante le ore notturne.

Gli interventi di riqualificazione ambientale delle aree di cantiere prevede il ripristino delle condizioni ambientali preesistenti, spesso con il riporto di terreno vegetale e successivo inerbimento.

## **6.8. INTERVENTI MITIGATIVI PER LA VEGETAZIONE E PER IL REINSERIMENTO PAE-SAGGISTICO**

Negli interventi di mitigazione attraverso la sistemazione a verde delle aree di cantiere previste, saranno considerati di primaria importanza gli aspetti ecologici ed in particolare vegetazionali e

PROGETTAZIONE ATI:

faunistici, facendo in modo non solo di attutire gli impatti sul territorio, ma anche di sfruttare le occasioni di miglioramento ambientale offerte dalle aree che la realizzazione dell'opera rende di fatto non più coltivabili, ma valorizzabili in altri modi.

Per le aree di cantiere dismesse si prevede:

- una bonifica della pavimentazione e della relativa fondazione delle aree di cantiere dismesse;
- riporto di terreno vegetale ed inerbimento.

PROGETTAZIONE ATI: