

AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI -TARANTO
TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA
"PASSANTE DI BOLOGNA"
PROGETTO ESECUTIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PIANO DI GESTIONE TERRE
GENERALE

Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo
 ai sensi del D.M. 161/2012

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova n. 9810A Responsabile Studi Ambientali	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova n. 9810A T.A. - Ambiente
---	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
111465	0000	PE	DG	PGT	00000	00000	R	AMB	1000	-0	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:			SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068							n.	cata	
	REDATTO: Dott. Francesco Cipolli			VERIFICATO:				0	LUGLIO 2022	

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
--	---	---

Sommario

0	INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO E AGGIORNAMENTO DEL PIANO	5
1	PREMESSA.....	7
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO.....	7
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO	9
1.1	AGGIORNAMENTO NORMATIVO CON IL D.P.R. 120/2017	9
2	INQUADRAMENTO GENERALE	11
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	11
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	13
2.1.1	Asse autostradale e tangenziale.....	13
2.1.2	Svincoli ed interventi sulle connessioni funzionali al sistema tangenziale	15
2.1.2bis	Ottimizzazione di connessioni viabilistiche locali.....	17
2.1.3	Opere d'arte.....	17
2.1.3bis	Sistemazioni a Parco e Opere a verde.....	22
2.1.4	Cantierizzazione	23
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	28
2.2.1	Inquadramento geologico.....	29
2.2.2	Inquadramento geomorfologico	32
2.2.3	Inquadramento idrogeologico.....	32
2.3	LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	35
2.2.4	Tratta A, da pk 8+500 a pk 14+100	36
2.2.5	Tratta B, da pk 14+100 a pk 16+150.....	38
2.2.6	Tratta C, da pk 16+150 a pk 22+200.....	39
2.2.6bis	Lavorazioni specifiche di pertinenza di Lotto.....	41
2.2.7	Aree di cantiere.....	42
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO	44
3.1	CONOSCENZE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO	44
3.1.1	Uso del suolo.....	44
3.1.2	Anagrafe regionale dei siti contaminati.....	46
3.1.3	Cartografia geochimica regionale.....	48
3.2	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	49
3.2.1	Criteri di ubicazione dei punti d'indagine.....	49
3.2.2	Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale.....	50
3.2.3	Aggiornamento sulla caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva	55
3.2.4	Metodica di campionamento	58
3.2.5	Analisi chimiche di laboratorio.....	59
3.3	CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO.....	59
3.3.1	Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni.....	59
3.3.2	Conclusioni.....	66
3.4	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	67
3.5	INTERFERENZE CON LA PORZIONE SATURA DEL TERRENO	67
3.5.1	Caratterizzazione dell'acqua sotterranea	68
4	MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE	69
4.1	OPERE ALL'APERTO	69
4.1.1	Scavi da scotico	69
4.1.2	Scavi di sbancamento	69
4.1.3	Rinterri e ritombamenti	70
4.1.4	Formazione rilevati e rimodellamenti.....	70

4.1.5	Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione.....	71
4.1.6	Disposizioni per le interferenze con la porzione satura del terreno.....	71
4.2	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE.....	71
4.2.1	Vagliatura.....	72
4.2.2	Frantumazione.....	72
4.3	INCLUSIONI.....	72
4.3.1	Utilizzo di miscele di perforazione.....	72
4.4	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI.....	72
5	SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO.....	74
5.1	PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE.....	74
5.2	AREA DI DEPOSITO INTERMEDIO IN ATTESA DEL RIUTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO.....	75
5.1.1	Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito intermedio.....	76
5.3	PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE.....	77
5.4	BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO.....	77
6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA.....	79
6.1	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE.....	80
7	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE.....	81
7.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	81
7.2	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI.....	82
7.3	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO.....	82

Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 1-1 ELENCO ELABORATI DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI APPROFONDIMENTO E SUPPORTO	8
FIGURA 2-1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO, EVIDENZIATO IN BLU	12
FIGURA 2-2 SCHEMA GRAFICO DEL SISTEMA TANGENZIALE DI BOLOGNA NELL'ASSETTO ATTUALE	12
FIGURA 2-3 SEZIONE TIPO IN PROGETTO	14
FIGURA 2-4 SPESSORE E COMPOSIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE	15
FIGURA 2-5 NUOVO VIADOTTO RENO, PLANIMETRIA STRADALE	18
FIGURA 2-6 NUOVO VIADOTTO RENO, PROFILO LONGITUDINALE	18
FIGURA 2-7 SEZIONE LONGITUDINALE SUI CANALI BATTIFERRO E NAVILE	19
FIGURA 2-8 SEZIONE LONGITUDINALE DEL VIADOTTO SU VIA MASSIRENTI	19
FIGURA 2-9 SEZIONE LONGITUDINALE DELL'AMPLIAMENTO DEL PONTE SUL TORRENTE SAVENA	19
FIGURA 2-10 STRALCIO PLANIMETRICO DELLA GALLERIA FONICA SAN DONNINO	21
FIGURA 2-11 SEZIONE TIPO DEI MURI DI SOSTEGNO SU PALI DI FONDAZIONE	22
FIGURA 2-12 STRALCIO DA ELABORATO AUA1883 SU SEZIONI DI PROGETTO	23
FIGURA 2-13 PARTICOLARE DELLA DUNA PERIMETRALE	24
FIGURA 2-14 LAYOUT DELL'AREA DI CANTIERE CB01 (STRALCIO DA SIC0300)	25
FIGURA 2-15 LAYOUT DELL'AREA DI CANTIERE CO01 (STRALCIO DA SIC5300)	26
FIGURA 2-16 LAYOUT DELL'AREA DI CANTIERE CO02 (STRALCIO DA SIC5310)	26
FIGURA 2-17 LAYOUT DELL'AREA DI CANTIERE CO03 (STRALCIO DA SIC5320)	27
FIGURA 2-18 LAYOUT DELL'AREA DI CANTIERE CO04 (STRALCIO DA SIC5330)	28
FIGURA 2-19 STRALCIO PLANIMETRICO DELLA CARTA GEOLOGICA SUL TRATTO CENTRALE	30
TABELLA 2-1 LETTURE PIEZOMETRICHE RILEVATE DURANTE LE DIVERSE FASI DI INDAGINE GEOGNOSTICA	33
TABELLA 2-2 ELENCO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA A	36
TABELLA 2-3 ELENCO DEGLI INTERVENTI PRINCIPALI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA B	38
TABELLA 2-4 ELENCO DEGLI INTERVENTI PRINCIPALI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA C	39
TABELLA 2-4BIS ELENCO DEGLI INTERVENTI PRINCIPALI DA REALIZZARE IN LOTTO 2	41
TABELLA 2-5 ELENCO AREE DI CANTIERE CON SUPERFICI ADIBITE AL DEPOSITO DEI MATERIALI DI SCAVO	42
TABELLA 2-5BIS ELENCO DELLE AREE A PARCO CON SUPERFICI ADIBITE A DEPOSITO	43
FIGURA 3-1 USO DEL SUOLO (FONTE: – GEOPORTALE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA)	45
FIGURA 3-2 VISTA DEL SITO DI CONFERIMENTO HERA (PK 21+000 CIRCA)	46
FIGURA 3-3 SITI CONTAMINATI IN PROVINCIA DI BOLOGNA (DA ARPA EMILIA-ROMAGNA)	46
TABELLA 3-1 SITI CONTAMINATI LIMITROFI AGLI INTERVENTI IN PROGETTO (FONTE: ARPA ER -CATASTO SITI CONTAMINATI)	47
FIGURA 3-4 ESTRATTO DALLA MAPPA DEI SITI CONTAMINATI	47
FIGURA 3-5 CARTA DEL FONDO NATURALE ANTROPICO IN ARSENICO	48
FIGURA 3-6 CARTA DEL FONDO NATURALE ANTROPICO IN VANADIO	49
TABELLA 3-2 DISPOSIZIONI PER IL CAMPIONAMENTO DA ALL. 2 DEL D.M. 161/2012	50
TABELLA 3-3 PUNTI DI INDAGINE OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE IN FASE DI PROGETTO, TRATTA A	51
TABELLA 3-4 PUNTI DI INDAGINE OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE, TRATTA B	52
TABELLA 3-5 PUNTI DI INDAGINE OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE, TRATTA C	52
TABELLA 3-6 PUNTI DI INDAGINE OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE NELL'AREE DI CANTIERE	53
TABELLA 3-6BIS SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SULLE OPERE DI INTERVENTO ESTERNE	56
TABELLA 3-6TER SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SU BALLAST	57
TABELLA 3-7 RIEPILOGO DELLE CAMPAGNE DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DEL D.M. 161/2012	60
TABELLA 3-8 RIEPILOGO SINTETICO DEGLI ESITI ANALITICI DI LABORATORIO	61
TABELLA 3-9 SINTESI DEL QUADRO ANALITICO NELLE AREE DI CANTIERE AI SENSI DEL D.M. 161/2012	61
TABELLA 3-10 SINTESI DELLE ANALISI CHIMICHE PER LA CLASSIFICAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE	62
TABELLA 3-11 RIEPILOGO DELLE ANALISI CHIMICHE NELL'AREA DI CANTIERE CB01	63
TABELLA 3-13BIS RIEPILOGO DELLE ANALISI CHIMICHE NELLE AREE DI CANTIERE CO01 E CO02	63
TABELLA 3-13TER RIEPILOGO DELLE ANALISI CHIMICHE NELL'AREA DI CANTIERE CO03 E CO04	64
TABELLA 3-9BIS QUADRO DI SINTESI ESITI SU ELUATO	64
TABELLA 3-12 CRITERIO DI SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO SECONDO UNA CSC DI RIFERIMENTO	66
TABELLA 3-13 INTERFERENZE PRINCIPALI E SECONDARI	67
TABELLA 4-1 ELENCO DELLE OPERE INTERFERENTI CON LA FALDA	71
TABELLA 5-1 VOLUMI DI SCAVO AI SENSI DEL D.M. 161/2012 AGGIORNATI ALLA FASE DI PE	74

TABELLA 5-2 ELENCO AREE DI CANTIERE CON SUPERFICI ADIBITE AL DEPOSITO DEI MATERIALI DI SCAVO	75
TABELLA 5-3BIS ELENCO DELLE AREE A PARCO CON SUPERFICI ADIBITE A DEPOSITO	75
TABELLA 5-3 VOLUMI DI RIUTILIZZO AI SENSI DEL D.M. 161/2012 AGGIORNATI ALLA FASE DI PE	77
TABELLA 5-4 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO AI SENSI DEL D.M. 161/2012, AGGIORNATO ALLA FASE DI PE	78
FIGURA 7-1 SISTEMA DI INTERCONNESSIONE AREE CANTIERE CB01 CO01 CO02 (STRALCIO DA ELABORATO SIC5200)	81
FIGURA 7-2 VIABILITÀ INTERFERITE PER L'INTERVENTO DEL PONTE SUL FIUME RENO (STRALCIO DA ELABORATO SIC5200)	82

APPENDICE AL PIANO DI UTILIZZO:

1. PROCEDURA DI STABILIZZAZIONE A CALCE (agg 2022)

ALLEGATI:

AMB1001 – Tabelle di sintesi dei dati analitici e Certificati di laboratorio dei campioni prelevati nella fase progettuale ai sensi del D.M. 161/2012;

AMB1002 – Tavole planimetriche (agg alla fase di PE) con ubicazione delle indagini effettuate nella fase progettuale; dei siti di scavo, di deposito e di utilizzo; dei cantieri e delle viabilità;

AMB1003÷1006 – Profili geologici con ubicazione delle indagini ambientali sulla caratterizzazione;

AMB1007 – Nota sulla caratterizzazione e gestione dei materiali di riporto (2017);

AMB1008 – Schede monografiche dei pozzetti ambientali (2017).

0 INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO E AGGIORNAMENTO DEL PIANO

La gestione delle terre e rocce da scavo dell'intervento del tratto A14 di circa 13,5 km, sul potenziamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna, è inquadrata secondo quanto previsto nel DM 161/2012.

Si riportano di seguito gli atti di diretto interesse sul percorso valutativo e approvativo del “Piano di utilizzo delle terre” redatto secondo le indicazioni di cui all’Allegato 5 del suddetto DM 161/2012:

- atto DVA-DEC-409 del 06/12/2017, approvazione del Piano di Utilizzo, ai sensi del D.M. 161/2012, espresso sulla base del parere positivo con prescrizioni della CTVIA, n. 2561 del 24/11/2017;
- D.M. n. 133/2018, compatibilità ambientale (con prescrizioni) dell'intervento di ampliamento valutazione di impatto ambientale e presa d'atto del citato Provvedimento Direttoriale di approvazione del Piano di Utilizzo;
- D.M. n. 173/2021, provvedimento di esclusione dalla procedura di V.I.A., ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. 152/2006 sulla proposta di demolizione e ricostruzione del Viadotto Reno e del Ponte Savena, con modifica rispetto alla configurazione del progetto approvato;
- prima nota prot. MATTM-10552 del 14/02/2020 per approvazione proroga di inizio lavori (entro il 28/02/2022) e della validità del Piano di Utilizzo.
- seconda nota prot. MATTM-134431 del 01/12/2021 per approvazione ulteriore proroga di inizio lavori (entro il 31/12/2023) e della validità del Piano di Utilizzo.

Il Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo approvato nel corso della procedura VIA viene inoltre confermato anche a seguito del regime transitorio di cui all'art. 27, comma 1 del DPR 120/2017, secondo il quale i piani ed i progetti approvati prima dell'entrata in vigore del decreto stesso rimangono disciplinati dalla relativa normativa previgente, così come le loro modifiche e aggiornamenti.

Il documento ha lo scopo di fornire un quadro aggiornato sul Piano di Utilizzo delle terre da scavo (rif. elaborato di Progetto Definitivo AMB1000 ed allegati), alla luce dello sviluppo e degli approfondimenti effettuati nelle fasi di progettazione esecutiva con il perfezionamento delle soluzioni studiate nel Progetto Definitivo.

Si fa presente che le ottimizzazioni introdotte sono state finalizzate a garantire la massima affidabilità dell'esecuzione delle opere e conseguire il coordinamento necessario per contenere i tempi di permanenza sul territorio dei cantieri con i conseguenti vantaggi sia ambientali ed economici.

La progettazione dell'intervento successiva all'approvazione del Progetto Definitivo ha sviluppato e approfondito le precedenti previsioni progettuali, anche a seguito del recepimento delle prescrizioni emerse nel corso dei procedimenti approvativi

In tal senso si evidenzia come questi approfondimenti, su parti delle opere e della logistica della cantierizzazione, abbiano influito sugli elementi di interesse per la gestione delle terre e rocce da scavo, tra cui inoltre il bilancio delle terre e rocce da scavo, rivisto in seguito all'adozione delle ottimizzazioni progettuali richieste in sede di Conferenza dei Servizi.

Le variazioni intervenute infatti risultano essere superiori alla soglia che definisce una modifica sostanziale ai sensi dell'art 8 del DM161/2012 (comma 2, lett. a); sono cambiate inoltre le previsioni progettuali di cui ai criteri indicati alle lettere b), c) del comma 2 dell'art.8 del DM 161/2012, ovvero relative all'introduzione di nuovi siti di scavo e nuove aree di cantiere e deposito intermedio. In relazione all'art 8 sopra citato, sono invece confermate le modalità di scavo per la realizzazione di tutte le opere previste all'aperto, di cui alla lett. d) del comma 2.

Le modifiche sostanziali sono sostanzialmente riferite a quanto emerso in Conferenza dei Servizi con gli approfondimenti su parti delle opere e della logistica della cantierizzazione.

I maggiori scavi sono riconducibili soprattutto a:

- interventi delle connessioni e di svincolo al sistema tangenziale e delle viabilità locali ed interferite;
- realizzazione delle opere d'arte maggiore (ad es Viadotto Reno e Ponte sul Fiume Savena) e delle parti d'opera dei cavalcavia ferroviari e dei sottovia;
- adeguamento di alcune profondità per la realizzazione dei muri di sostegno;
- ottimizzazione del sistema di gestione idraulica con particolari soluzioni sulle vasche di laminazione, sulle disposizioni dei fossi e delle canalette;

Allo stesso tempo, nell'ambito delle opere di inserimento ambientale e territoriali sono stati riveduti e corretti le volumetrie a riutilizzo (ad es. Galleria San Donnino) ed inseriti nuovi siti, soprattutto per il riutilizzo utile alla preparazione e sistemazione a verde dei parchi.

In considerazione anche delle richieste degli enti, sono state introdotte nuove aree di cantiere lungo il tracciato e rivedute le perimetrazioni di quelle precedentemente inserite; in questo modo è stato ottimizzato il sistema della cantierizzazione, confermando sostanzialmente l'occupazione della superficie complessiva, seppur riproposta lungo l'intervento rispetto a quella indicata nella precedente fase (circa 265.000 mq su 2 aree di cantiere, ora suddivisi in 5 aree di cantiere).

In relazione a quanto indicato sono state pertanto introdotte variazioni che, ai sensi dell'art 8 del DM 161/2012, comportano la presentazione di istanza di richiesta di modifica sostanziale al Piano di Utilizzo già approvato.

In questo senso si evidenzia che il quadro del Piano di Utilizzo delle terre da scavo (rif. elaborato di Progetto Definitivo AMB1000 ed allegati) viene aggiornato, con la:

- riorganizzazione del sistema della cantierizzazione con la suddivisione in lotti di appalto;
- introduzione di nuove aree di cantiere o siti, rispetto a quelli già previsti nel Piano approvato, e la diversa perimetrazione del CB01;
- aggiornamento volumi di scavo e riutilizzi con aumento dei volumi di scavo > 20%;
- introduzione dei nuovi siti di deposito intermedio all'interno delle nuove aree di cantiere e nei siti di riutilizzo.

Oltre a ciò, il presente elaborato fornisce un aggiornamento sull'organizzazione dei lotti in funzione degli appalti e sulla durata temporale, in base al dettaglio di alcune lavorazioni.

Si fa infatti presente, come anticipato, che l'aggiornamento progettuale di fase esecutiva prevede che i lavori afferenti all'infrastruttura siano organizzati in 4 diversi lotti di lavori:

- **Lotto 0 Opere propedeutiche** che si occupa della predisposizione di aree e recinzioni, dei varchi autostradali, della risoluzione di alcune interferenze e della posa di impianti provvisori e di una serie di opere preparatorie all'intervento principale;
- **Lotto 1 Opere in linea** che realizza l'infrastruttura nella sua interezza, incluse le interferenze trasversali e le sistemazioni architettoniche e urbanistiche previste in progetto;
- **Lotto 2 Opere ambientali** che si occupa della realizzazione della maggior parte degli interventi relativi a parchi, piste ciclopedonali, sistemazione delle viabilità non connesse all'intervento, opere a verde e paesaggistiche.
- **Lotto 3 Impianti speciali** che si occupa della realizzazione di alcune componenti impiantistiche dell'intero Passante, tra cui PMV, telecontrollo e sorveglianza.

Su richiesta della CTVIA, il presente elaborato viene predisposto sulla base del documento originale con l'inserzione delle modifiche evidenziate in azzurro per garantire la tracciabilità delle variazioni in aggiornamento e la continuità con la versione originale del piano approvato. Il testo è stato così elaborato:

- è stata lasciata in carattere nero non evidenziato la parte di testo coincidente con la versione originale (2016) e che non necessita di alcun aggiornamento;
- è stata evidenziata in azzurro, la parte coincidente con le integrazioni introdotte con la presente modifica sostanziale.

Per completezza di informazioni vengono inoltre riportati, in allegato al presente aggiornamento del Piano, elaborati che sono stati presentati nella fase di V.I.A in risposta alle richieste di integrazione nel 2017 (rif. AMB1003÷1006, profili geologici e AMB1007÷AMB1008 sulla gestione dei riporti antropici). Questi elaborati integrativi sono stati oggetto di valutazione ed i relativi commenti sono infatti riportati nel parere approvativo della CTVIA.

Il presente elaborato, come di seguito redatto, costituisce la modifica sostanziale alla documentazione del Piano di Utilizzo terre approvato.

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo ai sensi del D.M. 161/2012, relativamente al progetto stradale di intervento per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto “Passante di mezzo”.

Il progetto di potenziamento consiste nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l’A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l’eliminazione. Lo sviluppo lineare complessivo dell’intervento è di circa 13,5 km, inseriti nel territorio comunale di Bologna, ad esclusione degli ultimi circa 1000 metri, che insistono nel comune di San Lazzaro di Savena.

Il presente documento è riferito all’art. 5 del Regolamento per la gestione dei materiali da scavo, adottato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dell’art. 184-bis, comma 2 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dell’art. 49 del decreto legge 24 gennaio 2012, n. 1 - con Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all’Allegato 5 del Regolamento, costituisce dunque parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell’intervento stradale.

Il documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell’ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell’opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall’art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell’art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Tale approccio risponde all’esigenza di migliorare l’uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all’approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell’art. 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti.

Il Proponente, ai sensi dell’art. 9, comma 1 del Regolamento, prima dell’inizio dei lavori di realizzazione dell’intervento, darà specifica comunicazione all’Autorità competente sulle generalità dell’Esecutore. A far data dalla suddetta comunicazione, l’esecutore sarà tenuto a far proprio e rispettare il presente Piano di Utilizzo e ne diverrà responsabile. L’esecutore sarà inoltre tenuto a redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale da scavo.

1.1 STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO

Oltre il corrente capitolo introduttivo, il documento è strutturato in altri 6 capitoli, in relazione ai punti essenziali nella gestione dei materiali da scavo (quantificazione, qualificazione, destinazione e tracciabilità) e a quanto stabilito dall’art. 5 e dall’allegato 5 del Regolamento di cui al DM 161/2012.

Nel capitolo 2 sono descritti gli inquadramenti territoriale, progettuale e geologico.

Nel capitolo 3 vengono descritte le campagne di indagine eseguite nel 2016 per la caratterizzazione dei terreni in sito, svolte nell’ambito della Progettazione Definitiva al fine di valutare la qualità del chimismo del suolo interessato dall’opera in oggetto. Il capitolo è stato completato dalla descrizione delle caratterizzazioni chimico-ambientale integrative svolte nella fase di integrazione alla Progettazione Definitiva (2017-2018) ed Esecutiva (2021).

Nel capitolo 4 vengono descritte le operazioni di scavo ed i trattamenti di normale pratica industriale previsti.

Nel capitolo 5 sono indicati i bilanci dei volumi di scavo, aggiornati e vengono descritti i siti di movimentazione dei materiali secondo le diverse tipologie di opere presso cui vengono prodotte le terre e rocce (siti di produzione), quelle presso cui i materiali scavati vengono depositati in via provvisoria (siti di deposito) e quelle utilizzate per la realizzazione dell’opera o parti di essa (siti di utilizzo).

Nel capitolo 6 si riportano le modalità con cui l'Impresa esecutrice dovrà effettuare le eventuali ulteriori caratterizzazioni in corso d'opera sui materiali da scavo.

Infine, nel capitolo 7, sono descritte le caratteristiche e le modalità di deposito e di trasporto e la documentazione per la tracciabilità.

In allegato sono riportati:

- Rapporti di Prova delle indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e D.M. 161/2012 aggiornati alla fase di PE;
- Elaborati grafici delle indagini ambientali eseguite, aggiornati alla fase di PE;
- Elaborati grafici con l'ubicazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo aggiornati alla fase di PE;
- Schede dei siti produzione e di utilizzo con l'identificazione, il riepilogo relativo alle caratterizzazioni e volumi;
- Elaborati grafici sui percorsi dei mezzi e delle aree di cantiere, aggiornati alla fase di PE.

In appendice è riportata la procedura di trattamento a calce, aggiornata secondo le indicazioni contenute nel parere di approvazione del Piano di Utilizzo, DVA-DEC-409 del 06/12/2017, a seguito delle integrazioni e condivisioni tecniche del 2017.

Al presente documento, si riporta un elenco degli elaborati di progetto, utili ad alcuni dettagli e approfondimenti perché, in parte, richiamati nel testo del Piano di Utilizzo. Alcuni di questi elaborati sono di carattere generale ed altri da considerarsi secondo i lotti di riferimento.

Tabella 1-1 Elenco elaborati di progettazione *esecutiva di approfondimento e supporto*

Codice dell'elaborato			Titolo dell'elaborato
			DOCUMENTAZIONE GENERALE
			GENERALE
SIC	5001	-0	Diagramma dei lavori
			SUDDIVISIONE IN WBS
GEN	0020	-0	Planimetria di suddivisione in WBS
GEN	0021	-0	Planimetria di suddivisione in WBS
GEN	0022	-0	Planimetria di suddivisione in WBS
GEN	0023	-0	Planimetria di suddivisione in WBS
			GEOLOGIA
			Parte generale
GEO	0001	-2	Relazione geologica-geomorfologica
			Geologia
GEO	0002	-2	Planimetria geologica con profilo
GEO	0003	-2	Planimetria geologica con profilo
GEO	0004	-2	Planimetria geologica con profilo
GEO	0005	-2	Planimetria geologica con profilo
			Geomorfologia
GEO	0006	-2	Planimetria geomorfologica
GEO	0007	-2	Planimetria geomorfologica
			IDROGEOLOGIA
			Planimetrie
GEO	0051	-2	Planimetria idrogeologica con profilo
GEO	0052	-2	Planimetria idrogeologica con profilo
GEO	0053	-2	Planimetria idrogeologica con profilo

Codice dell'elaborato			Titolo dell'elaborato
GEO	0054	-2	Planimetria idrogeologica con profilo
			CN - CANTIERIZZAZIONE
			CB001 / CO001 - Campo Base e Cantiere Operativo
SIC	5300	-0	Planimetria di progetto e particolari costruttivi
			CO002 - Cantiere Operativo
SIC	5310	-0	Planimetria di progetto e particolari costruttivi
			CO003 - Cantiere Operativo
SIC	5320	-0	Planimetria di progetto e particolari costruttivi
			CO004 - Cantiere Operativo
SIC	5330	-0	Planimetria di progetto e particolari costruttivi

1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma, è pari a 42 mesi.

La durata di validità del Piano di Utilizzo, pari alla durata dei lavori, è pertanto di 42 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori. Con riferimento a quanto indicato in art. 5, comma 6, si indica che i lavori avranno inizio entro due anni dalla data di emanazione del provvedimento di VIA e non dalla data di presentazione del Piano di Utilizzo.

Tale periodo è stato indicato in fase di VIA in conformità al cronoprogramma lavori del Progetto Definitivo.

L'aggiornamento alla fase di progettazione esecutiva ha rivisto i tempi di realizzazione, evidenziando un periodo di lavorazione superiore a quello fissato.

Ad oggi il diagramma lavori (rif SIC5001) prevede una **durata complessiva di 61 mesi**.

Il prolungamento dei tempi di lavorazione si riferisce ad alcune lavorazioni già previste nella fase di Progetto Definitivo, ma che con l'approfondimento della fase esecutiva hanno comportato una variazione della sequenza operativa, si riportano di seguito alcuni esempi rilevanti:

- è stata prevista una sequenza temporale degli interventi di sostituzione dei varchi, secondo determinate fasi lavorative nel Lotto 0 propedeutico, per limitare l'interferenza con il traffico presente;
- sono intervenuti nel Lotto 1 gli interventi di demolizione e ripristino dei sottovia, la variazione progettuale per la realizzazione del Viadotto sul Fiume Reno e del Ponte sul Savena; le ottimizzazioni relative alla gestione idraulica di piattaforma;
- sono state aggiornate nei Lotti 1 e 2 le fasi di intervento su parti d'opera esistenti in serie per limitare l'interferenza con il traffico
- la sistemazione definitiva di tutta la parte impiantistica prevista nel Lotto 3, sostanzialmente al termine delle lavorazioni dei precedenti lotti.

Per i motivi sopraesposti, con la presente modifica del piano di utilizzo, **viene anche aggiornata la durata di validità del Piano di Utilizzo in complessivi 61 mesi dall'inizio dei lavori.**

Come anticipato nell'introduzione, inoltre, il Ministero (nota prot. MATTM-134431 del 01/12/2021) ha concesso la deroga alla scadenza prevista per l'avvio dei lavori, entro il 31 dicembre 2023.

1.1 AGGIORNAMENTO NORMATIVO CON IL D.P.R. 120/2017

Nel periodo intercorso dall'approvazione del presente Piano, il quadro normativo è stato aggiornato con l'emanazione di un nuovo Regolamento, D.P.R 120/2017.

Lo scopo (rif. art 1 del citato D.P.R.) è stato quello di adottare *“disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente alla gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento”* alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006.

Come evidenziato nell'introduzione a questa revisione, Il Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, approvato con provvedimento DVA n°11238/2013, è confermato anche a seguito del regime transitorio di cui all'art. 27, comma 1 del D.P.R 120/2017, secondo il quale i piani ed i progetti approvati prima dell'entrata in vigore del decreto stesso rimangono disciplinati dalla relativa normativa previgente, così come le loro modifiche e aggiornamenti.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

La definizione del progetto di potenziamento in sede ha un approccio che vede nell'infrastruttura anche l'opportunità di riorganizzare, con particolare attenzione alla mitigazione ed all'inserimento ambientale, lo spazio ed il territorio adiacente già fortemente urbanizzato in un'ottica di minor occupazione del territorio, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale.

L'obiettivo principale è quello di risolvere una criticità trasportistica e di migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano con:

- la realizzazione del potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza dell'A14;
- la realizzazione del potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza sulle complanari, prevedendo dei tratti a quattro corsie per senso di marcia più emergenza;
- rigeometrizzazione degli svincoli delle complanari;
- l'individuazione delle opere finalizzate al miglioramento dell'adduzione al sistema autostradale/tangenziale;
- le soluzioni avanzate di mitigazione ambientale e di miglioramento dell'inserimento territoriale/paesaggistico.

Il progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna prevede pertanto la realizzazione delle seguenti opere:

- a) ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del "ramo verde" della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:
 - realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull'A14;
 - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8;
- b) Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana – metropolitana
 - **Potenziamento della Intermedia di Pianura;**
 - Lungo Savena: realizzazione del lotto 3 per circa 2,5 km;
 - **Collegamento Via del Triumvirato – Via del Chiù (in alternativa al Lotto 2 – Rastignano)**
 - Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross.

Gli Interventi di completamento non sono considerati nel presente Piano di Utilizzo, perchè ciascuno di questi progetti di realizzazione stradale ha una propria procedura autorizzativa e un bilancio dei materiali di scavo, da gestire a sottoprodotto, indipendente.

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Nodo stradale di Bologna rappresenta, per la sua posizione geografica, uno dei sistemi infrastrutturali più importanti della rete regionale e nazionale, in quanto costituisce uno dei principali punti di interconnessione tra le linee nazionali ed internazionali a lunga percorrenza e contemporaneamente il centro di convergenza della mobilità provinciale e regionale.

Il territorio bolognese si trova, infatti, all'incrocio delle due maggiori arterie autostradali italiane che collegano il nord ed il sud del paese, l'autostrada A1 (Autostrada del Sole), asse meridiano cardine della rete autostradale italiana, che collega Bologna nella direttrice nord-ovest con Milano, la Svizzera, la Francia ed in quella sud con Roma e Napoli (percorrendo la costa tirrenica) e l'autostrada A14, il secondo asse meridiano del sistema autostradale nazionale, che collega Bologna al sud dell'Italia percorrendo la costa Adriatica. Da Bologna si sviluppa, in direzione nord-est, l'autostrada A13, che si dirige verso Venezia e l'Europa dell'Est. Ad una quarantina di chilometri dalla città c'è l'accesso all'autostrada A22 (Autostrada del Brennero) che raggiunge l'Austria e la Germania.

I 4 tronchi autostradali che fanno direttamente capo a Bologna, la Bologna-Milano (A1), la Bologna-Firenze (A1), la Bologna-Padova (A13) e la Bologna-Ancona (A14), sono collegati al sistema tangenziale autostradale di Bologna.

Tale sistema consiste in due carreggiate autostradali a pedaggio (di seguito definite 'Autostrada') affiancate da due carreggiate libere da pedaggio (di seguito 'Complanare'); il tratto autostradale rappresenta l'inizio

dell'A14 Bologna-Taranto, compreso il raccordo di Casalecchio, ed è controllato attraverso 5 stazioni (Casalecchio; Borgo Panigale; Fiera; San Lazzaro; Arcoveggio, situtata sull'A13 Bologna – Padova)

Tali stazioni (eccetto Fiera) sono connesse direttamente alla complanare, sulla quale si trovano 15 svincoli, a loro volta collegati alla viabilità ordinaria della città.

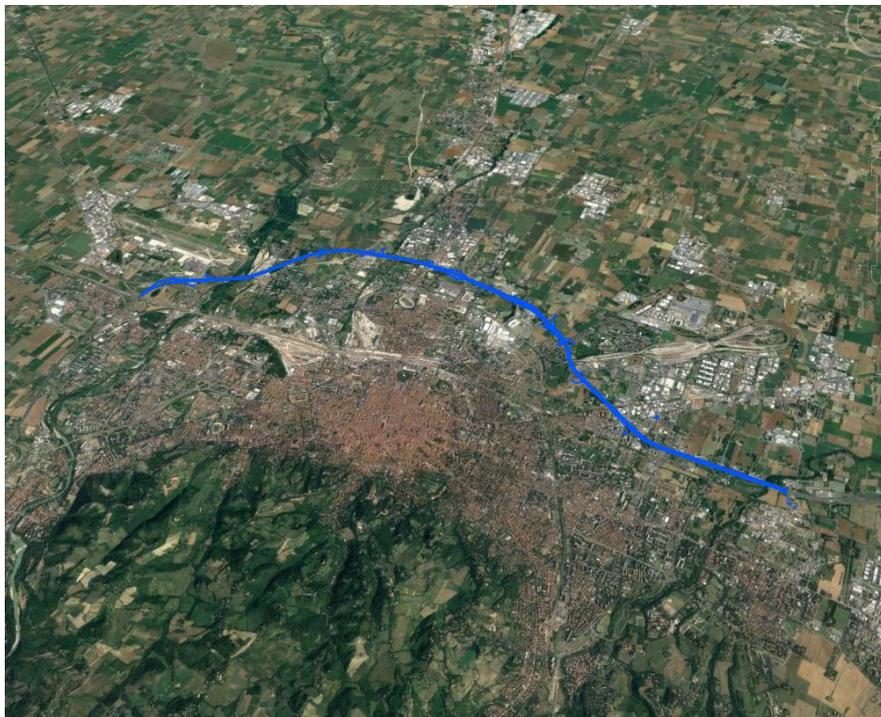


Figura 2-1 Inquadramento territoriale dell'intervento, evidenziato in blu

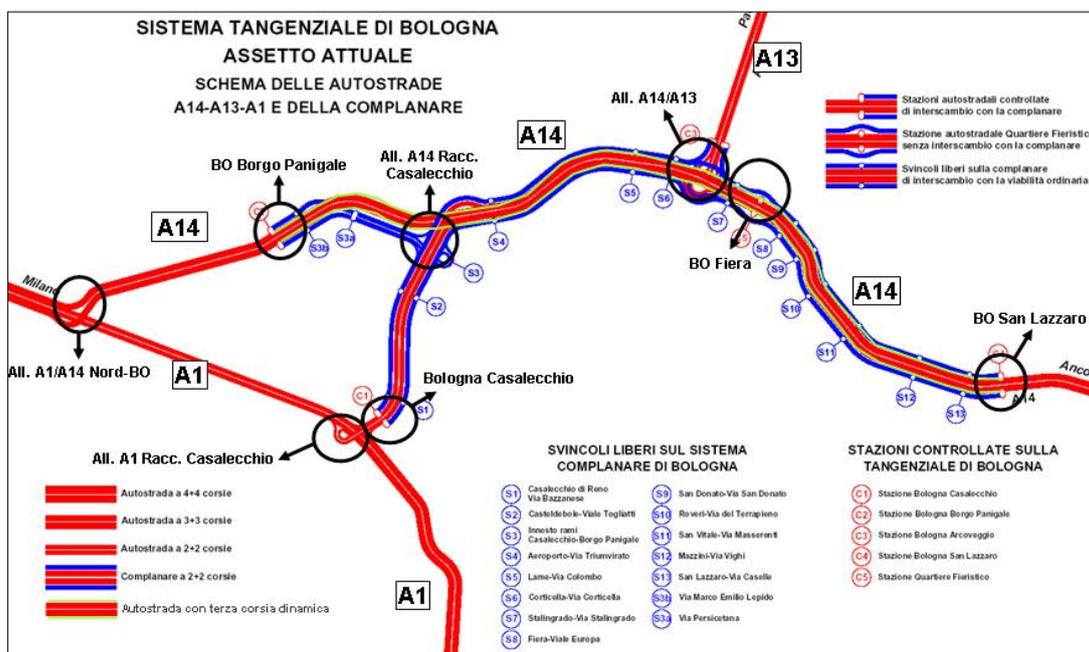


Figura 2-2 Schema grafico del sistema tangenziale di Bologna nell'assetto attuale

Il progetto del potenziamento del sistema tangenziale di Bologna interessa quasi esclusivamente il territorio comunale di Bologna e per un breve tratto (circa 300 m) il comune di San Lazzaro di Savena e ricade quindi totalmente all'interno della Provincia di Bologna.

2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il progetto di potenziamento in sede del sistema tangenziale interesserà il tratto dall'interconnessione del ramo di Casalecchio sull'A14 (km 9+000) allo svincolo di San Lazzaro (km 22+200), per uno sviluppo pari a circa 13,2 km.

È prevista la realizzazione della corsia di emergenza in A14 e il potenziamento delle complanari attraverso la realizzazione di carreggiate a tre corsie più emergenza tra il km 9+000 (svincolo 3) e il km 14+000 (svincolo 6) e tra il km 16+200 (svincolo 8) e il km 22+200 (svincolo 13), e a quattro corsie più emergenza tra il km 14+000 (svincolo 6) e il km 16+200 (svincolo 8). Il progetto prevede altresì il potenziamento delle rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione.

Per quanto riguarda l'intervento, in fase di progettazione definitiva, si era scelto di dividere in tre tratte, all'interno delle quali procedere all'esecuzione dell'ampliamento. Le tre tratte individuate nella precedente fase progettuale sono:

- tratta A da inizio intervento (progr.8+500) allo Svincolo di Castelmaggiore (progr.14+100 circa);
- tratta B dallo Svincolo di Castelmaggiore (progr.14+100 circa) allo Svincolo della Fiera (progr.16+150 circa);
- tratta C allo Svincolo della Fiera (progr.16+150 circa) a fine intervento (progr.22+200).

Con lo sviluppo della progettazione e l'ottimizzazione delle fasi di cantierizzazione, tale suddivisione è venuta ad essere subordinata alla logica dei lotti in appalto ed alla gestione lungo l'intero intervento. Come ricordato nell'introduzione per l'aggiornamento del Piano di Utilizzo, i lavori sono organizzati in 4 diversi lotti di lavori:

- **Lotto 0, Opere propedeutiche**
- **Lotto 1, Opere in linea**
- **Lotto 2, Opere ambientali ed esterne**
- **Lotto 3, Impianti speciali**

L'aggiornamento del Piano manterrà il riferimento alle tratte A, B e C, presentate in Progetto Definitivo, ma si aggiungerà l'indicazione del Lotto in appalto coinvolto.

Si precisa sin da subito che i lotti coinvolti maggiormente nella gestione dei materiali di scavo sono il Lotto 1, interessato in massima parte alla gestione dei movimenti terra come scavi e riutilizzi lungo linea, e dello scavo e di messa in deposito del materiale destinato al riutilizzo nelle opere a verde e nei parchi; il Lotto 2, per la sistemazione definitiva delle opere a verde e dei parchi, per la gestione degli scavi e riutilizzi delle opere esterne.

Il Lotto 0 è di interesse, relativamente alla disposizione delle aree di cantiere e di alcuni limitati movimenti terra riferiti alle lavorazioni di opere propedeutiche.

Il lotto 3 risulta essere di ruolo marginale, perché intervenendo al termine delle lavorazioni per la realizzazione degli impianti, avrà una gestione complessiva di scavi a rifiuto, per volumetrie estremamente ridotte.

Per la gestione tra lotti del materiale di scavo si rimanda al capitolo conclusivo sulla documentazione e tracciabilità (rif Cap. 7, in particolare par 7.3 Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo)

2.1.1 Asse autostradale e tangenziale

L'andamento altimetrico e le pendenze trasversali ricalcano sostanzialmente quelli della A14 esistente, prevedendo di minimizzare al massimo l'impatto sul territorio ed aumentando tuttavia la sicurezza stradale. La soluzione tipologica adottata è pertanto la seguente.

Le caratteristiche della sede esistente, in considerazione della classificazione funzionale e dei vincoli al contorno hanno indirizzato le scelte progettuali con riferimento ai seguenti aspetti:

- mantenimento della larghezza delle corsie di marcia dell'A14 e del margine interno esistenti;
- mantenimento delle pendenze trasversali esistenti in curva e in rettilineo.
- realizzazione dell'emergenza in A14 in contropendenza nelle sezioni in rettilineo.

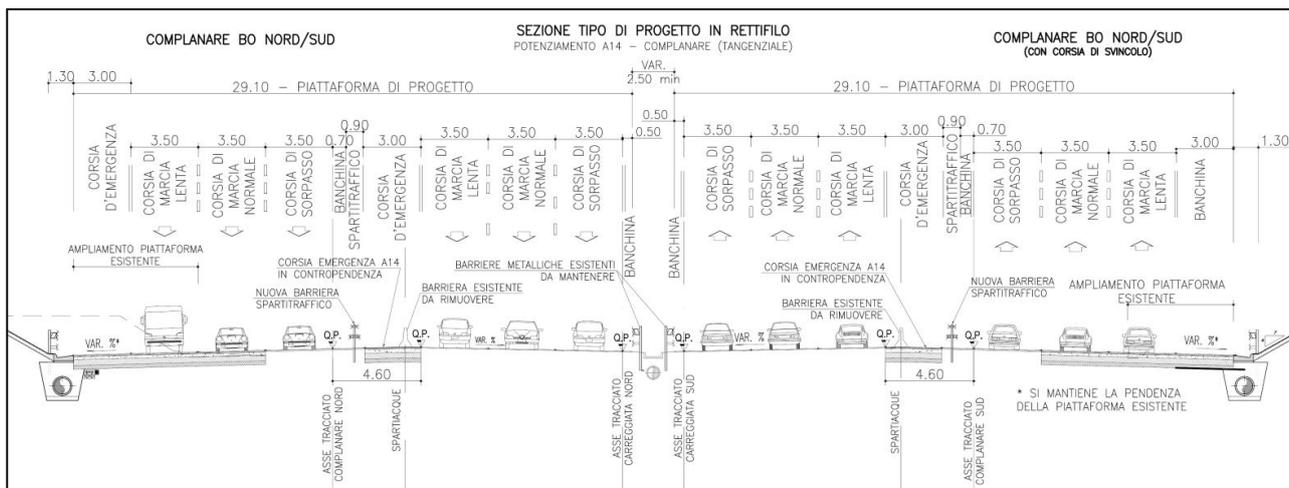


Figura 2-3 Sezione tipo in progetto

In tale configurazione, l'ampliamento del pavimentato sarà quindi pari a 6.50 m per lato, realizzando quindi una piattaforma di larghezza complessiva pari a 60.4 m, così organizzata:

- A14 (per senso di marcia): 3 corsie da 3.50 m + corsia di emergenza da 3.00 m
- Complanari (per senso di marcia): 3 corsie da 3.50 m + corsia di emergenza da 3.00 m per senso di marcia
- Margine interno: 3.50 m
- Spartitraffico + banchina Complanare: 1.60 m per senso di marcia.

Nel tratto a cavallo dell'interconnessione con l'A13, nello specifico tra il km 14+150 e il km 16+200, lo studio di traffico ha suggerito la necessità di prevedere l'ampliamento a quattro corsie più emergenza delle complanari. In tale configurazione, l'ampliamento del pavimentato sarà pari a 10.00 m per lato, realizzando una piattaforma di larghezza complessiva pari a 67.4 m.

In alcuni ambiti singolari del tracciato, al fine di minimizzare l'impatto sulle opere infrastrutturali interferenti con il sedime esistente nonché le interferenze con immobili e attività presenti lungo l'asse, sono state previste riduzioni puntuali della sezione di progetto, nello specifico:

- progr. Km 12+305 -12+523: variante corsia emergenza (varice planimetrica campata laterale Av) per interferenza con linea FS/Alta Velocità;
- progr. 16+750-17+865: assenza di emergenza in A14 e in Complanare per interferenza con sovrappasso scalo merci e mantenimento del Cavalcavia San Donato Esistente;
- progr. km 21+380-21+620: emergenza variabile da 3.00 m a 0.00 m in A14 (per fine intervento di potenziamento).

Si prevede infine la sostituzione della totalità delle barriere esistenti nello spartitraffico tra le carreggiate centrali, con nuovi dispositivi rispondenti alle vigenti normative. L'intervento prevede inoltre la "bonifica" dell'intero cassonetto e il rifacimento della regimazione idraulica prevista nel margine interno (collettori e pozzetti).

Nell'ambito delle ottimizzazioni progettuali si prevede la realizzazione di specifiche pavimentazioni a seconda delle parti d'opera e di interventi di risanamento, di riqualifica e di ripristino delle parti esistenti (si rimanda agli elaborati a codifica ATR per maggiori dettagli).

Il progetto della pavimentazione, ad esempio, per la parte stradale di ampliamento di autostrada e tangenziale e per i tratti in variante ha previsto l'impiego di una sovrastruttura di spessore complessivo pari a 84 cm e così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo drenante con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 25 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 30 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

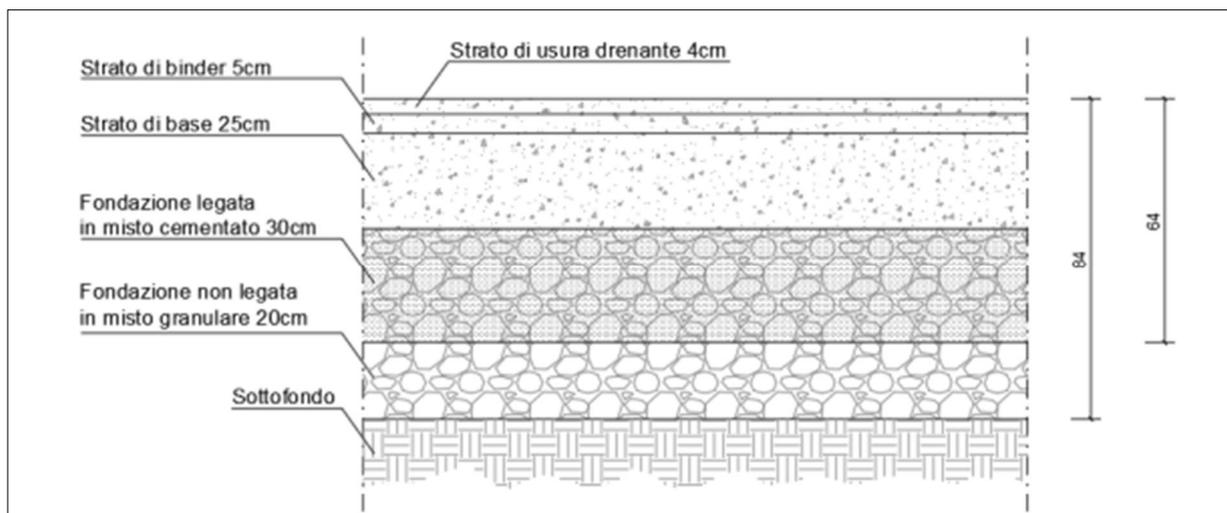


Figura 2-4 Spessore e composizione della pavimentazione

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura drenante con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm. In corrispondenza delle rampe di svincolo lo strato di usura dovrà essere realizzato in conglomerato bituminoso di tipo chiuso con bitumi modificati di tipo hard; lungo le corsie specializzate di immissione/diversione è previsto invece uno strato di usura di tipo drenante in analogia con quanto previsto sull'asse autostradale (al fine di garantire la continuità idraulica sull'intera piattaforma per lo smaltimento delle acque).

Per le porzioni di piattaforma esistente non oggetto di interventi di risanamento è previsto il rifacimento dello strato di usura drenante.

2.1.2 Svincoli ed interventi sulle connessioni funzionali al sistema tangenziale

Il progetto di ampliamento a tre e corsie della Tangenziale di Bologna e dell'Autostrada prevede, , prevede puntuali interventi di miglioramento delle adduzioni dalle viabilità ordinarie, quali la riconfigurazione degli svincoli, il potenziamento funzionale delle rampe e degli altri elementi dei nodi oltre alla rigeometrizzazione di alcune intersezioni sul tessuto urbano, interventi necessari in relazione all'impiego di standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza. Rispetto al Progetto Definitivo ed al Piano di Utilizzo approvato non è inserito l'intervento sul nuovo Svincolo di Lazzaretto, escluso dall'ambito progettuale. Allo stesso tempo sono stati inseriti, per maggior completezza

Le modifiche al testo di seguito apportate nel presente paragrafo non rappresentano una modifica o novità rispetto a quanto approvato. Dove questo è avvenuto, è stato specificato. Le variazioni testuali sono infatti inserite per avere una maggiore rispondenza dei titoli e dei riferimenti presenti in Progetto Esecutivo, e sono una più aderente descrizione degli interventi rispetto a quello inizialmente riportato dal Progetto Definitivo.

Svincolo n. 4 e 4 bis via Triumvirato/aeroporto

È prevista la dismissione di una delle due rampe di uscita del complanare nord e di una delle due rampe di ingresso della complanare sud, che attualmente creano conflitti in termini di manovre di cambio corsia e accodamenti per il ridotto sviluppo delle corsie specializzate.

Il funzionamento complessivo dello svincolo è assicurato da interventi di potenziamento che garantiscono la fluidificazione del traffico: il raddoppio della rampa di uscita sia in complanare nord che in complanare sud; le ottimizzazioni in termini di geometria degli innesti sulle rotatorie; il raddoppio delle corsie di ingresso alla rotatoria sud dal ramo proveniente da sud.

A seguito del rifacimento del Ponte Reno (demolizione e ricostruzione), è inoltre prevista la riconfigurazione delle rampe di immissione sud e diversione nord dello svincolo 4bis.

Svincolo n. 5 Lame/Colombo

Si prevede il raddoppio della rampa di uscita nord che collega la tangenziale alla rotatoria di ampio raggio presente sulla via Colombo. Contestualmente viene attuata una riconfigurazione geometrica dei tratti terminali

delle restanti rampe, necessario per raccordarsi all'ampliamento della sede autostradale, ed il potenziamento dell'intersezione con circolazione a rotatoria anche mediante l'inserimento di tre nuovi shunt.

Svincolo 6 Castelmaggiore

Si prevede l'ampliamento del raggio della rotatoria in uscita dallo svincolo in carreggiata nord prevedendo un diametro esterno pari a 50m con corona giratoria di larghezza 9m e banchine laterali da 1m; si prevede inoltre di deviare verso sud la rampa eliminando l'innesto in rotatoria. L'ampliamento della rotatoria esistente ha comportato l'adeguamento dei rami a nord della stessa che mantengono tuttavia l'attuale configurazione geometrica ed altimetrica. In uscita dallo svincolo in carreggiata sud è previsto l'adeguamento delle rampe, sia immissione che uscita; questo ha comportato conseguentemente l'adeguamento dell'innesto in rotatoria nonché degli shunt esistenti.

Svincolo n. 7 – Via Stalingrado e 7bis – Parco Nord

Il progetto prevede di mantenere l'attuale schema funzionale, di conseguenza l'intervento si limita a modificare la parte terminali delle rampe per ricollegarsi alle mutate dimensioni della complanare, lo spostamento planimetrico può essere quantificato in circa 10 metri.

Svincolo n.8 - Viale Europa, n.8bis - Granarolo CAAB, n. 9 San Donato

Il progetto degli Svincoli 8 e 8bis prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali: i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità. Le corsie specializzate verranno anche esse adeguate tramite il dimensionamento derivante dai nuovi dati di traffico.

Il progetto prevede la chiusura totale dello svincolo 9, realizzando contestualmente una nuova bretella di collegamento con lo svincolo 8-8bis per assorbire la conseguente redistribuzione di traffico. A seguito della chiusura dello svincolo 9 e della nuova bretella, si prevede la dismissione delle rampe nord dello svincolo 8bis. Tale modifica progettuale è stata esaminata positivamente dal Mite – provvedimento MATTM 95337 del 19-11-2020.

Svincolo 10 Roveri

Si prevede il ribaltamento delle rampe a singola corsia in carreggiata sud per migliorare la sicurezza della manovra di diversione in uscita dalla galleria San Donnino allontanando il tratto di manovra dalla galleria stessa e garantendo la lunghezza necessaria della corsia specializzata alle manovre di diversione. In carreggiata Nord invece si prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe, con la geometrizzazione della corsia di immissione, anticipando in punto di innesto in prossimità del cavalcavia per potere garantire la lunghezza imposta con criteri funzionali.

Svincolo 11 Masserenti e n.11bis - Via Lenin

Si prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e il raddoppio della rampa di uscita 11 bis in rotatoria mediante l'inserimento di un ulteriore corsia da 3,50m sulla destra con conseguente ampliamento della piattaforma esistente. Nello stesso ambito si prevede un intervento locale su via Mattei mediante prolungamento dello spartitraffico esistente e realizzazione di rotatoria di diametro esterno pari a 50 m sull'intersezione con via Martelli.

Svincolo n. 12 – Via Mazzini

Il progetto non prevede il potenziamento delle rampe esistente ma solo l'adeguamento delle stesse alle mutate geometrie autostradali, pertanto l'intervento è limitato ai soli tratti adiacenti alla complanare.

Svincolo 13 San Lazzaro

Il progetto prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e pertanto l'intervento è limitato a un centinaio di metri di sviluppo. Per quanto riguarda la rampa di diversione da Milano è previsto il potenziamento a 2 corsie di larghezza pari a 3.50 m fino all'innesto in rotatoria esistente.

Svincolo Fiera A14

Il progetto prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali, i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità per quanto riguarda le due rampe in carreggiata Nord. Per la carreggiata Sud la rampa diversione da Milano è

stata ritracciata; la nuova geometrizzazione ha consentito di spostare per spostare verso est il nuovo cavalcavia sulla tangenziale per problemi di livelletta e dislivelli.

La Rampa di immissione verso Taranto inoltre è stata spostata verso sud creando lo spazio per l'inserimento della 3 corsia in autostrada.

Interconnessione A13 Arcoveggio

Lo svincolo di questione svolge la funzione di interconnettere l'autostrada A13 con l'A14 e la tangenziale di Bologna. La progettazione, a causa della mutata larghezza del sistema A14 e tangenziale, riguarda essenzialmente tre zone di intervento:

- i tratti finali delle rampe, dove si ha un adeguamento di tipo planimetrico, dovuto all'ampliamento dei tracciati autostradali
- nuova rampa di uscita su via Corazza che si attesta sull'attuale ramo di svincolo interconnessione A13 – tangenziale in direzione Milano
- le zone di intersezione a livelli sfalsati tra le rampe e il sistema autostradale, dove l'ampliamento del sistema autostradale bolognese, impone alle rampe di svincolo una riprofilatura altimetrica al fine di garantire un franco altimetrico adeguato.

2.1.2bis Ottimizzazione di connessioni viabilistiche locali

Sono stati integrati in progetto, al fine di migliorare l'adduzione al sistema tangenziale e la mobilità sul territorio, i seguenti interventi sulle connessioni viabilistiche locali:

- Adeguamento rotatorie via Corticella Sud e Nord
- Adeguamento rotatoria via Zambeccari
- Adeguamento rotatoria via Malossi
- Adeguamento rotatoria nord svincolo Colombo
- Adeguamento via Colombo-Intersezione Ca' Rosa
- Nuova rotatoria via Terraioli
- Nuova rotatoria via Mattei-Martelli
- Nuova rotatoria via Corazza e riqualifica viabilità esistente
- Nuova rotatoria tra via Marco Polo e via Vasco de Gama
- Nuova rotatoria tra via Giuriolo e via dell'Arcoveggio;

Il progetto prevede, inoltre, in località "Case Nuove" una Variante alla SS64 Ferrarese per migliorare l'accessibilità al nucleo abitato mediante segregazione dall'asse principale della strada del traffico pedonale e degli accessi privati (portati su carreggiata sussidiaria).

2.1.3 Opere d'arte

Ponti e viadotti

Tra le opere d'arte vengono catalogate le opere d'arte maggiore, con luce superiore a 10.0 m, caratterizzate da impalcato di tipologia particolare e comunque non riconducibili a soluzioni di intervento standard. Tra queste si elencano 4 ponti/viadotti previsti in progetto:

1. Ponte sul fiume Reno, pk 9+300;
2. Ponte sui canali Battiferro e Navile, pk 12 + 998;
3. Viadotto Masserenti, pk 19 + 045;
4. Ponte sul fiume Savena, pk 21 + 352.

In linea generale sono tutti interventi di ampliamento che prevedono:

- rigeometrizzazione del tracciato;
- ampliamento della piattaforma, in generale variabile in funzione delle esigenze del nuovo tracciato;
- adeguamento delle pendenze trasversali;
- riqualificazione dell'opera alla luce dei nuovi criteri introdotti dalle norme tecniche sulle costruzioni di recente emanazione, con particolare riferimento ai carichi mobili ed al comportamento sismico

La carpenteria delle pile intermedie viene determinata con l'obiettivo di soddisfare, per quanto possibile il criterio di uniformità delle resistenze, replicando la carpenteria delle pile esistenti. L'unione con la struttura

esistente si esplica mediante la predisposizione di un adeguato numero di barre trasversali inghisate entro fori realizzati nell'elevazione esistente.

Le spalle relative alle strutture in ampliamento vengono realizzate a prolungamento delle spalle esistenti, mantenendo, per quanto possibile la medesima sagoma esterna. Verranno predisposti opportuni dettagli strutturali atti a garantire la realizzazione della continuità tra vecchia e nuova struttura, dopo la realizzazione del rinterro, in modo da evitare di sovraccaricare la struttura esistente con eventuali stati coattivi ingenerati dal cedimento/deformazione della nuova opera. Il dimensionamento delle spalle di nuova realizzazione viene calibrato in modo da ottenere una rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali il più possibile simile a quella dell'opera esistente.

A completamento dell'intervento si è prevista una idrodemolizione corticale del paramento e il suo consolidamento e ricostruzione senza alcun incremento di spessore visto l'impossibilità di operare con ringrossi lato interno ponte.

Le fondazioni previste delle strutture d'ampliamento saranno costruite su pali di medio diametro; le zattere di fondazione verranno solidarizzate a quelle esistenti utilizzando barre trasversali inghisate.

1. Ponte sul fiume Reno, pk 9+300

Il progetto prevede una variante plano-altimetrica dell'attuale tracciato con creazione di una "varice". E' prevista la realizzazione di due ponti nuovi di cui in prima fase si realizza la parte, che ospiterà le tangenziali, completamente esterna all'attuale sedime. In seconda fase è previsto il completamento dei ponti e la solidarizzazione di fondazioni, pulvini e impalcati. Si procederà quindi con l'apertura al traffico in configurazione definitiva e la successiva demolizione dei ponti dell'autostrada esistenti.



Figura 2-5 nuovo Viadotto Reno, planimetria stradale

Le pile sono state inclinate secondo il flusso della corrente e allineate fra loro nelle pile più centrali. Solo le due pile dell'asse sud verso la spalla est (da una parte e l'altra dell'argine) sono inclinate diversamente per diminuire l'inclinazione reciproca tra pila ed asse tracciato.

Si prevedono due nuovi impalcati in sezione mista acciaio-calcestruzzo, le luci delle campate intermedie variano da circa 63 m a 95 m, mentre le campate di riva hanno una luce pari a circa 55 m.

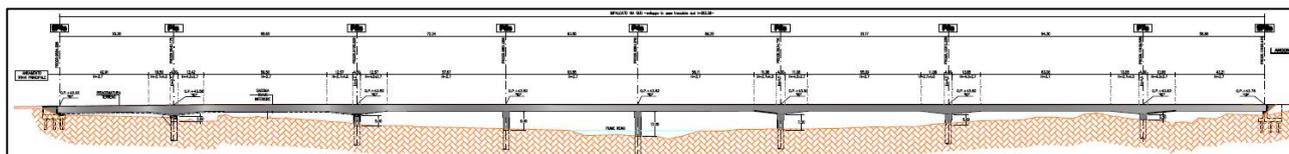


Figura 2-6 nuovo viadotto Reno, profilo longitudinale

2. Ponte sui canali Battiferro e Navile, pk 12 + 998

L'opera scavalca i canali Battiferro e Navile alla progr. 12 + 998,26 ed è costituita da 3 campate di 25 m per una lunghezza complessiva di 76,15 m.

Le pile vengono realizzate con due pile circolari di geometria identica alle esistenti su cui poggia il pulvino di larghezza 2,60 m e alto 1,00 m, anch'esso analogo all'esistente e solidarizzato a quest'ultimo a mezzo di barre in acciaio. I plinti di fondazione di dimensione 11,00 x 6,80 m sono ancorati su 12 pali f 1000 mm.

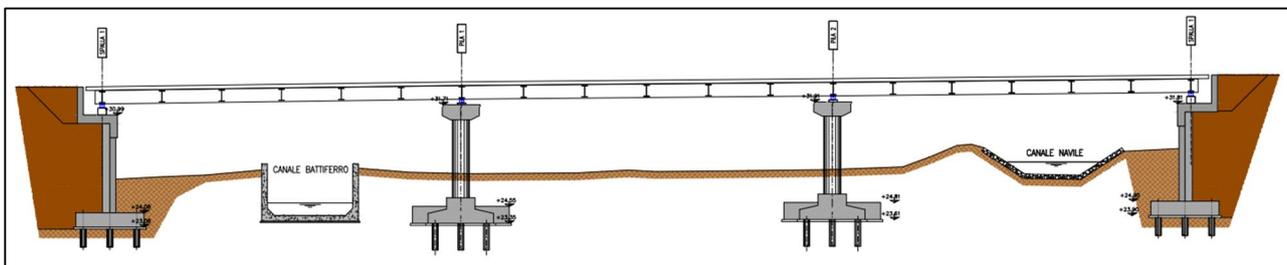


Figura 2-7 Sezione longitudinale sui canali Battiferro e Navile

3. Viadotto Masserenti, pk 19 + 045

L'opera scavalca la rotonda su via Masserenti alla progr. 19 + 045,00 ed è costituita da 3 campate di 30,00 m per una lunghezza complessiva di 93 m in retto.

Le pile sono caratterizzate da 20 colonne a sezione rettangolare 1,00 x 2,00 m su cui poggia una trave/pulvino di larghezza 2,00 m e spessore 0,60 m, già ampliate con l'intervento degli anni 2000. La fondazione è del tipo diretto a platea con larghezza 7,50 m. Le spalle, unite a sostegno di tutte e quattro le carreggiate, sono in c.a. con paramento a gradoni contro terra e verticale lato strada.

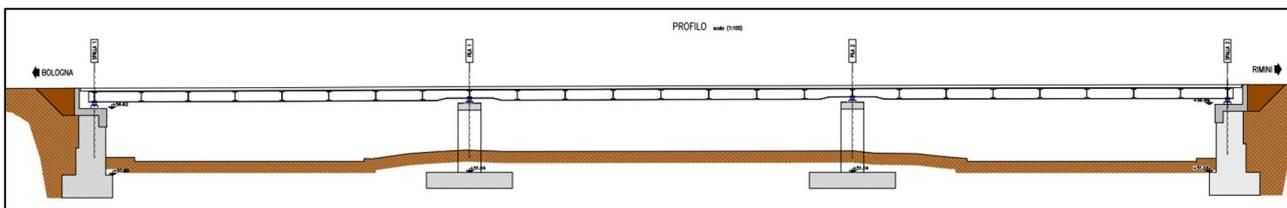


Figura 2-8 Sezione longitudinale del viadotto su Via Masserenti

4. Ponte sul torrente Savena, pk 21 + 352

L'opera scavalca il ponte sul torrente Savena alla progr. 21 + 352,87 ed è costituita da 1 campata di pari a 44m (contro i 32m dell'attuale) e sono sostenuti da 22 travi (12 carreggiate nord – 10 carreggiata sud) di altezza pari a 2,1m. Si realizzeranno due nuovi impalcati (a sezione mista acciaio-clc con soletta collaborante).

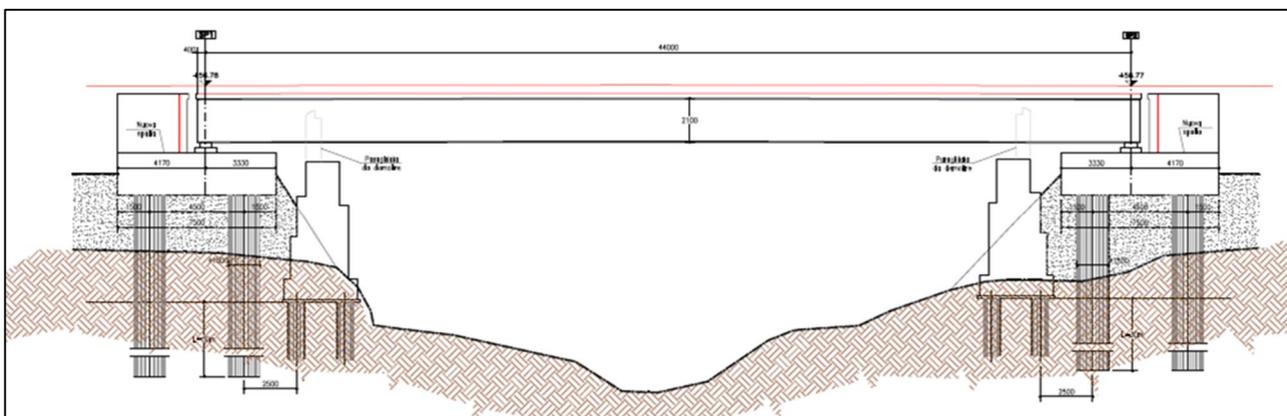


Figura 2-9 Sezione longitudinale dell'ampliamento del Ponte sul Torrente Savena

Sottovia

L'ampliamento in sede del sistema autostrada/tangenziale comporta il necessario ampliamento dei sottovia esistenti. Visto e considerato che i franchi attuali, nei sottopassi autostradali esistenti, risultano essere inferiori, nella maggioranza dei casi, ai 5m prescritti dalla normativa, visto che il pieno rispetto della norma porterebbe ad interventi assai impattanti e difficilmente applicabili in virtù dei forti vincoli presenti sul territorio, ed al fine di garantire condizioni di circolazione analoghe a quanto oggi presente, si è deciso di intervenire riprofilando la livelletta stradale esistente in modo tale che il franco di progetto libero minimo sia pari o superiore a quello dello stato di fatto.

Nell'aggiornamento del Progetto Definitivo, sono state effettuate delle valutazioni, relativamente ai sottovia, di carattere strutturale (rif STR5000, "Relazione illustrativa sostituzione impalcati di linea"). In tale ottica è stata riproposta una nuova soluzione di intervento. In funzione di adeguata sicurezza, di estensione della vita utile dell'opera, di garanzia per ispezionabilità e manutenibilità, si procederà quindi alla sostituzione degli impalcati di un'opera considerata obsoleta con un'opera di moderna concezione.

Il progetto dei sottovia prevede l'allargamento della sede stradale in entrambe le carreggiate lato esterno attraverso il rinforzo/ampliamento delle spalle esistenti, la sostituzione degli appoggi con nuovi in elastomero armato ad alto smorzamento e la sostituzione degli implacati in c.a.p con nuovi impalcati in acciaio-cls.

Per quanto riguarda le spalle esistenti, l'intervento di rinforzo consiste nella demolizione della parte sommitale e successivo rifacimento della stessa mediante realizzazione di un nuovo paraghiaia e nuova trave cuscino, la realizzazione del placcaggio del paramento verticale e l'inserimento di tiranti passivi realizzati con micropali.

Per tutti i dettagli relativi ai nuovi impalcati, ai giunti e agli appoggi, alle pile e alle spalle, sottofondazioni e opere provvisoriale si rimanda agli specifici elaborati allegati al progetto (a codifica APE e STR).

Di seguito si elencano i sottovia per cui si prevede per le quali è prevista la sostituzione dell'impalcato. Nella tabella seguente è riportato l'elenco dei sottovia.

pk	Denominazione	n° luci	Luci singole [m]			L,tot [m]	B,opera [m]
			[-]	1	2		
08+507	SOTTOVIA SALTO di MONTONE (6)	2	20,75	20,75	0,00	41,50	44,00
09+201	SOTTOVIA sulla Via TRIUMVIRATO	1	20,90	0,00	0,00	20,90	56,50
10+444	SOTT. su str.com. ASSE SUD-OVEST	2	15,70	15,70	0,00	31,40	49,00
10+814	SOTTOVIA sulla Via ZANARDI	1	14,00			14,00	53,00
12+998	PONTE sui canali BATTIFERRO e NAVILE	3	23,90	23,90	23,90	71,70	53,00
13+189	SOTTOVIA sulla Via ERBOSA	1	10,00			10,00	50,50
13+470	SOTTOVIA sulla Via ARCOVEGGIO	1	15,80			15,80	52,20
13+807	SOTTOVIA sulla Via CORTICELLA	1	19,90			19,90	53,40
14+232	SOTTOVIA Svinc. Ramo PADOVA-RIMINI	1	19,00			19,00	12,00
14+250	SOTTOVIA di Staz. Ramo PD-RIMINI	1	21,00			21,00	36,00
24+346	SOTTOVIA Svinc. PD-BO e RIMINI-PD	2	18,00	18,00		36,00	11,00
14+477	SOTTOVIA Staz. Ramo BOLOGNA-PADOVA	1	21,81			21,81	48,15
14+490	SOTTOVIA Svinc. Ramo BOLOGNA-PADOVA	1	19,00			19,00	13,56
14+701	SOTTOVIA sulla Via FERRARESE	1	18,95			18,95	52,70
15+004	SOTTOVIA sulla Via STALINGRADO	1	28,95			28,95	50,80
15+228	SOTTOVIA VIA ZAMBECCARI	1	6,00			6,00	55,40
18+653	SOTTOVIA sulla Via SCANDELLARA	2	15,25	15,25		30,50	59,55
19+019	VIADOTTO sulla rotonda R. PARADISI	3	31,60	33,50	31,60	96,70	56,40
19+312	SOTTOVIA sulla Via RIVANI	1	9,62			9,62	55,85
19+796	SOTTOVIA sulla Via DUE MADONNE	1	14,90			14,90	53,65
20+529	SOTTOVIA Str. C. ROTONDA ITALIA I	1	20,95			20,95	49,10
20+750	SOTTOVIA Str. C. ROTONDA ITALIA II	1	21,00			21,00	49,35
21+764	SOTTOVIA sulla Via CASELLE	1	15,00			15,00	56,50

Galleria fonica San Donnino

La nuova galleria fonica San Donnino va a sostituire e prolungare una copertura fonica attualmente esistente tra il cavalcavia stradale di via San Donato alla pk 17+440 e il cavalcavia ferroviario alla pk 17+515.

La nuova galleria si estenderà dalla sezione in adiacenza al cavalcavia stradale San Donato fino in adiacenza al cavalcavia ferroviario con un prolungamento ulteriore di 103 m oltre quest'ultimo cavalcavia.

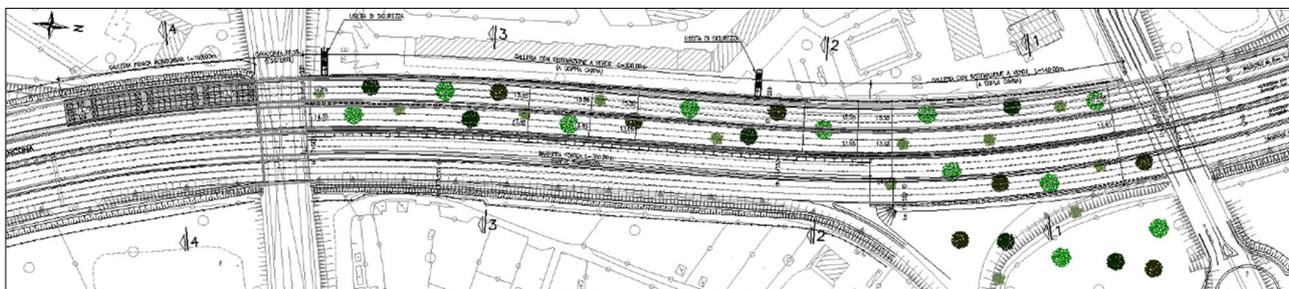


Figura 2-10 Stralcio planimetrico della galleria fonica San Donnino

Nella tratta compresa tra i due cavalcavia, sulla copertura fonica sarà realizzato un parco pubblico accessibile da vari punti del contorno dell'opera. La sezione trasversale della galleria, che ne determina la copertura, è estesa su tutte e 4 le vie di corsa dal cavalcavia San Donato per i primi 140 m, poi prosegue coprendo le carreggiate sud (A14 + tangenziale).

Semi-copertura fonica a Croce del Biacco

La semi-copertura fonica in oggetto sarà realizzata nel quartiere Croce de Biacco di Bologna sulla carreggiata Nord di tangenziale a A14 dalla pk 19+600 circa alla pk 20+036 circa per un'estensione totale pari a 436 m.

La struttura è realizzata con portali insistenti sulla tangenziale e autostrada A14 in direzione Nord.

La copertura fonica necessaria ed effettivamente prevista sulla galleria fonica in oggetto è disposta sulla parete verticale in esterno tangenziale e sui primi 16.50 m orizzontali laterali esterni.

Cavalcavia stradali

Il progetto prevede inoltre la demolizione e ricostruzione, con adeguamento a norma della sezione stradale (inserimento dei marciapiedi pedonali, la riqualifica delle barriere di sicurezza, percorsi ciclabili, ecc.) dei seguenti cavalcavia stradali:

1. Via Benazza (progr. km 11+603) – rifacimento in sede
2. Via Cristoforo Colombo (progr. km 12+507) – rifacimento in sede (traslazione)
3. Cavalcavia di svincolo Fiera (progr. km 15+770) – in affiancamento
4. Via del terrapieno – svincolo 10 (progr. km 17+850) – rifacimento in sede (traslazione)
5. Via San Donato svincolo 9 (progr. km 17+039), rifacimento in sede per fasi
6. svincolo Viale Europa (progr. km 16+417), rifacimento in sede per fasi

Cavalcavia ferroviari

Lungo il tracciato del sistema tangenziale sono individuabili due ambiti specifici in cui il potenziamento interferisce con attraversamenti ferroviari esistenti, di cui si prevede la demolizione e ricostruzione.

1. Ambito Linee di Cintura (BO - VR - MI e Bo - PD), interferita in 2 punti progr. km 11+857 e progr. km 11+901;
2. Ambito linea lenta Bo - PD e via C. Colombo (progr. km 12+468).

Opere d'arte minori, Muri di sostegno

Lungo il tracciato si sono resi necessari muri a sostegno del rilevato.

Per motivi di cantierabilità si è proceduto a prevedere principalmente muri realizzati come palificate con setti come mostrato in figura. In generale la palificata di fondazione (pali f1000/1500) verrà realizzata dall'attuale piano campagna e il rilevato verrà sostenuto da un setto in c.a. in cui verrà inserita la barriera fonoassorbente.

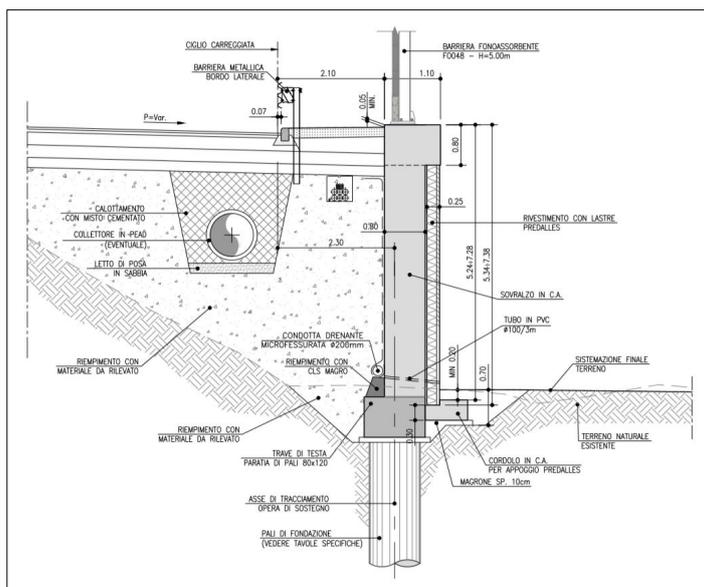


Figura 2-11 Sezione tipo dei muri di sostegno su pali di fondazione

2.1.3bis Sistemazioni a Parco e Opere a verde

Sono previsti interventi di riqualificazione di parchi esistenti, aree intercluse negli svincoli, realizzazione di nuovi filari e nuove fasce boscate quali elementi per implementare la continuità 'verde' del sistema infrastrutturale. Le aree di progetto, con un'estensione lineare lungo il tracciato di circa 13km, si inseriscono come chiave di lettura nel nuovo approccio a scala territoriale che vede l'allargamento in sede dell'infrastruttura come un'opportunità di potenziamento paesaggistico del territorio.

Complessivamente il progetto prevede interventi sulle 21 aree comunali:

- Giardino di Via della Birra
- Parco di Via Selva di Pescarola
- Parco Frisi Sostegnazzo
- Fascia Boscata di Via Arcoveggio
- Giardino Anna Morandi Manzolini
- Parco Sportivo Croce Coperta
- Area Parco Nord
- Area Parcheggio Ex-Michelino
- Area Ex Scarpari
- Fascia Boscata Saliceto-Ferrarese
- Parco Rabin
- Parco San Donnino
- Fascia Boscata Scandellara
- Campagna Via Larga
- Parco Vincenzo Tanara
- Area di Completamento di Via Canova
- Area Canova
- Fascia Boscata Rotatoria Italia
- Parco Savena
- Fascia Boscata Via Poggi

Rimodellamento morfologico a duna

È stata individuata in un'area pubblica, limitrofa al tracciato, la realizzazione di un rimodellamento morfologico a duna. Infatti, nell'ambito degli interventi previsti, come opere a verde, per un corretto inserimento dell'infrastruttura potenziata nel contesto ambientale urbano, si prevede l'esecuzione di una duna. Tale intervento è previsto all'interno del progetto sull'area aggiuntiva del Parco attrezzato di San Donnino, così

come richiesto dai residenti e dagli Enti: si prevede in posizione perimetrale lungo l'infrastruttura una duna di sezione trapezoidale su un'impronta di circa 100 mq (altezza di circa 5m da p.c., con lati 1/5 e 2/3, verso autostrada).

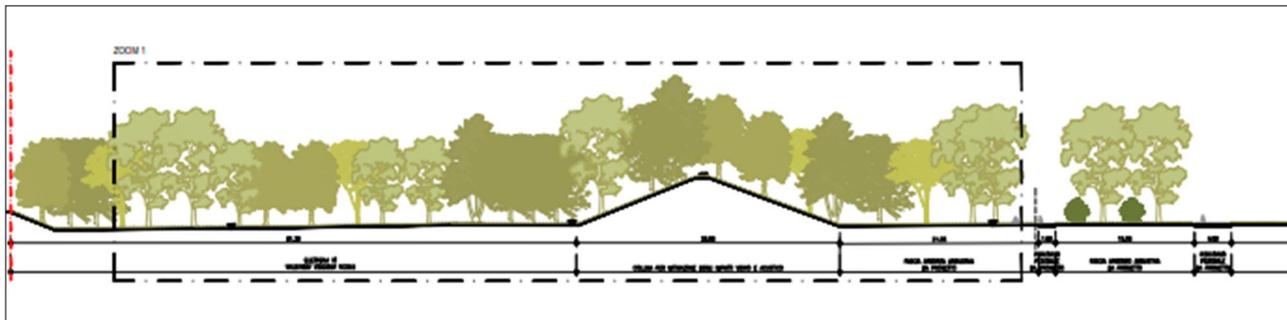


Figura 2-12 Stralcio da elaborato AUA1883 su sezioni di progetto.

2.1.4 Cantierizzazione

In funzione delle attività, della logistica e del personale medio presente in cantiere sono state individuate **le seguenti aree di cantiere**, di seguito descritte.

La prima area, CB01, è stata localizzata a sud dell'intervento alla progr.15+400 a cavallo della via Zambeccari e lo svincolo autostradale Bologna Fiera. L'area ha una superficie di circa 96.350 mq, è accessibile dalla viabilità ordinaria, dal piazzale dello svincolo autostradale e dalla tangenziale e ospiterà: il campo base, il cantiere operativo, il campo travi, l'area per la separazione e riduzione pezzatura galleria San Donnino e barriere fonoassorbenti non in calcestruzzo, l'area di deposito materiali e attrezzature e l'area di deposito temporaneo del terreno di coltivo.

L'area denominata CO01 è stata localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+000 tra le rampe di svicolo autostradale della Fiera e lo svincolo via S.Donato della tangenziale. L'area ha una superficie di circa 49.700 mq è accessibile sia dalla viabilità ordinaria che dalla tangenziale e ospiterà l'area di deposito del materiale proveniente dagli scavi (12.900 mq), l'area adibita alla realizzazione della stabilizzazione a calce (4.550 mq), un impianto per la produzione di misto/cementato (6.950 mq), un'area per la frantumazione del cemento armato (5.800 mq) e una duna per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (12.850 mq).

L'area denominata CO02 è stata localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+900 a ridosso dello svincolo via S.Donato della tangenziale. L'area ha una superficie di circa 43.100 mq è accessibile sia dalla viabilità ordinaria che dalla tangenziale e ospiterà il campo travi e il cantiere operativo (29.300 mq) da utilizzare per la realizzazione della galleria fonica, l'area di deposito temporaneo del coltivo (12.050 mq) e due aree di supporto (tot.1.750 mq).

L'area denominata CO03 è stata localizzata all'altezza del viadotto Reno alla progr.9+800. L'area ha una superficie totale di circa 53.900 mq è suddivisa in due, una sulla sponda sinistra del Reno lato carr.Sud e l'altra sulla sponda destra lato carr. Nord, le aree sono entrambe accessibili dalla viabilità ordinaria e ospiteranno il campo travi e il cantiere operativo (tot.36.150 mq), un'area di deposito temporaneo del coltivo (tot.6.050) e un'area di supporto (tot.11.700 mq).

L'area denominata CO04 è stata localizzata all'altezza del ponte Savena alla progr.21+300. L'area ha una superficie totale di circa 7.950 mq è suddivisa in due, una sulla sponda sinistra del Savena lato carr.Nord e l'altra sulla sponda destra lato carr.Sud, le aree sono entrambe accessibili dalla viabilità ordinaria e ospiteranno due cantieri operativi (tot.6.130 mq) e due aree di deposito temporaneo del coltivo (tot 1.820 mq).

Oltre alle quattro aree di cantiere sono state individuate delle aree di supporto per la realizzazione delle opere presenti lungo il tracciato, Come anticipato queste aree di supporto sono in adiacenza alle opere maggiori e sono utilizzate per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature necessarie alla realizzazione di quest'ultime. Queste aree sono rappresentate nelle tavole di progetto SIC5200 e SIC5201, riferimento di dettaglio e approfondimento, e indicate nelle tavole planimetriche allegate al Piano.

Il terreno proveniente dallo scotico delle aree di cantiere sarà posizionato nell'area di deposito temporaneo del coltivo, all'interno di ciascuna di queste. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo

stato originale. Nello specifico, in seguito alla dismissione dei cantieri, tutte le aree in questione saranno debitamente sistemate, prevedendo l'asportazione preliminare dei pacchetti di pavimentazione con ghiaia/asfalto. Una volta eseguita, si procederà con la verifica di non contaminazione con la caratterizzazione ambientale (rif cap. 7) e, successivamente agli esiti analitici, si provvederà all'operazione di livellamento e sistemazione in messa a dimora del terreno vegetale. Per ulteriori dettagli operativi, si rimanda agli elaborati a codifica SUA.

AREA CB01, Campo base

Nel cantiere CB01 sono previsti i seguenti apprestamenti.

- Campo Base: occupa una superficie di circa 20.500 mq ed in esso trovano collocazione le baracche ed i servizi di cantiere. L'area è stata suddivisa in due porzioni distinte, quella destinata ad ospitare gli alloggi e quella dedicata agli uffici di cantiere.
- Cantiere Operativo: su una superficie pari a 18.775 mq, avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature. L'area di cantiere e le varie zone interne destinate allo stoccaggio materiali, box e servizi di logistica al cantiere, saranno opportunamente delimitate;
- Campo travi: su superficie pari a 13.750 mq avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature;
- Area di deposito materiali e attrezzature: avrà una superficie pari a 7.200 mq e verrà utilizzata per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature a supporto del cantiere operativo.
- Area per la separazione e riduzione materiali: avrà una superficie pari a 7.700 mq e verrà utilizzata per la separazione e la riduzione in pezzature idonee al trasporto, dei vari materiali costituenti la copertura dell'attuale galleria fonica San Donnino e delle barriere fonoassorbenti non in calcestruzzo; sarà dotata di zona per accumulo materiale da separare e ridurre in idonea pezzatura, zona di separazione e riduzione in idonea pezzatura zone di accumulo dei vari materiali separati e ridotti in idonea pezzatura;
- Area di deposito temporaneo del terreno di coltivo: sono due aree di deposito del terreno di coltivo che avranno una superficie pari a 10.600 mq, e 4.575 mq. La prima area si trova a sud-est del CB01, mentre la seconda è situata perimetralmente l'area degli alloggi a formare una duna di protezione degli alloggi stessi.

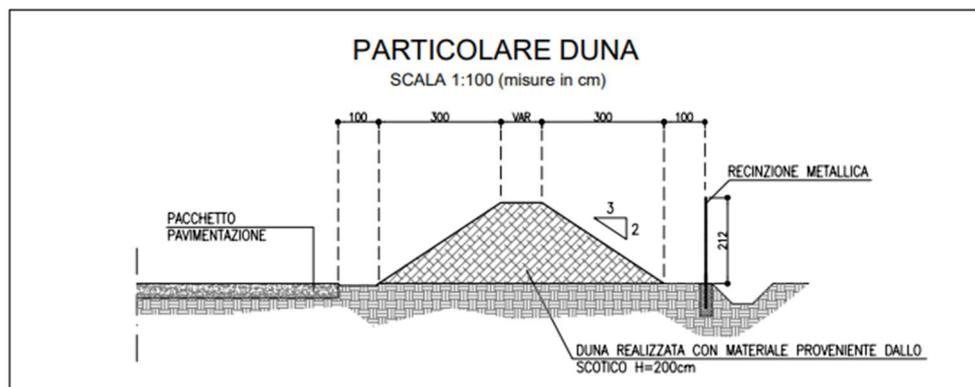


Figura 2-13 Particolare della duna perimetrale

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, officina, depositi, ecc. sarà opportunamente appoggiati su idonei basamenti.

Al termine dei lavori, il terreno di coltivo proveniente dallo scotico dell'area CB01 e depositato temporaneamente nelle aree di deposito e nelle dune, sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

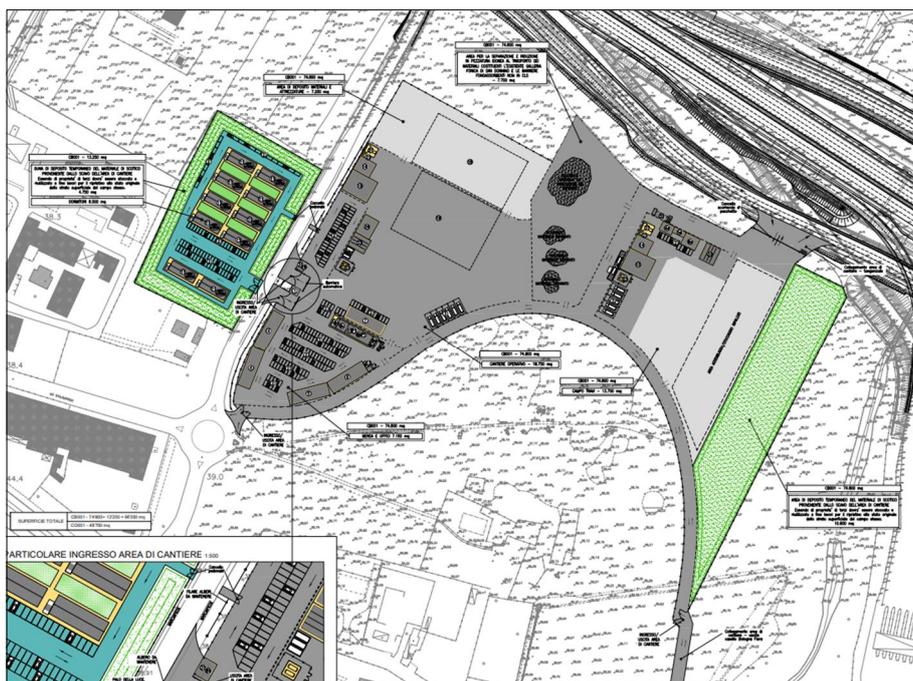


Figura 2-14 Layout dell'area di cantiere CB01 (stralcio da SIC0300)

Area CO01

Nel cantiere CO01 sono previsti questi apprestamenti principali:

- Area di produzione cementati: di superficie pari a 6.950 mq, sarà dotata di zona per la miscelazione dei materiali e zona per lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti;
- Area di frantumazione: di superficie pari a 5.800 mq, sarà dotata di zona per accumulo materiale da demolire, zona di demolizione, zona di accumulo materiale demolito, frantoio mobile, zona di accumulo materiale frantumato di varie pezzature;
- Area dedicata alla realizzazione della stabilizzazione a calce del materiale (4.550 mq)
- Area per il deposito intermedio del materiale proveniente dagli scavi in attesa del suo riutilizzo: avrà una superficie pari a 12.900 mq e verrà utilizzata per lo stoccaggio temporaneo dei materiale proveniente dagli scavi;
- una duna per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (12.850 mq).

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, officina, depositi, ecc. sarà opportunamente appoggiati su idonei basamenti. Al termine dei lavori, il terreno di coltivo proveniente dallo scotico dell'area CB01 e depositato temporaneamente nelle aree di deposito e nelle dune, sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

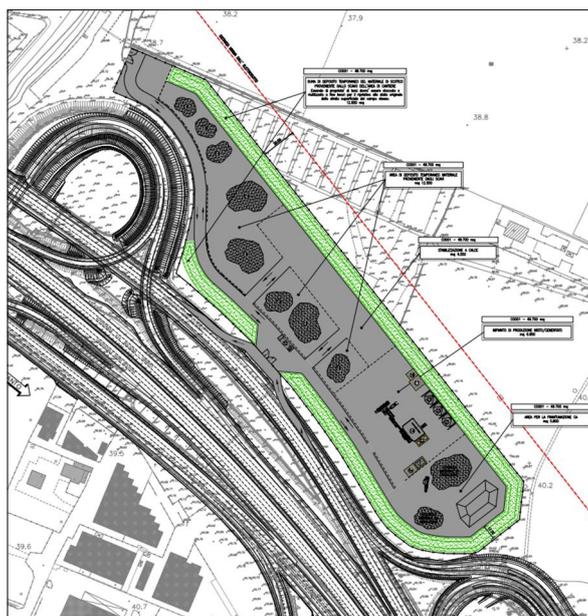


Figura 2-15 Layout dell'area di cantiere CO01 (stralcio da SIC5300)

Area CO02

La terza area, denominata CO02 (ex CO01) prevede quali apprestamenti principali:

- La zona campo travi ospiterà principalmente l'area stoccaggio travi da assemblare; l'area assemblaggio travi; l'area stoccaggio travi assemblate e l' area stoccaggio materiali e attrezzature;
- Il cantiere operativo ospiterà come apprestamenti principali le area stoccaggio materiali e attrezzature.

È presente inoltre una superficie complessiva di circa 12.050 mq per l'area di deposito temporaneo del terreno di coltivo

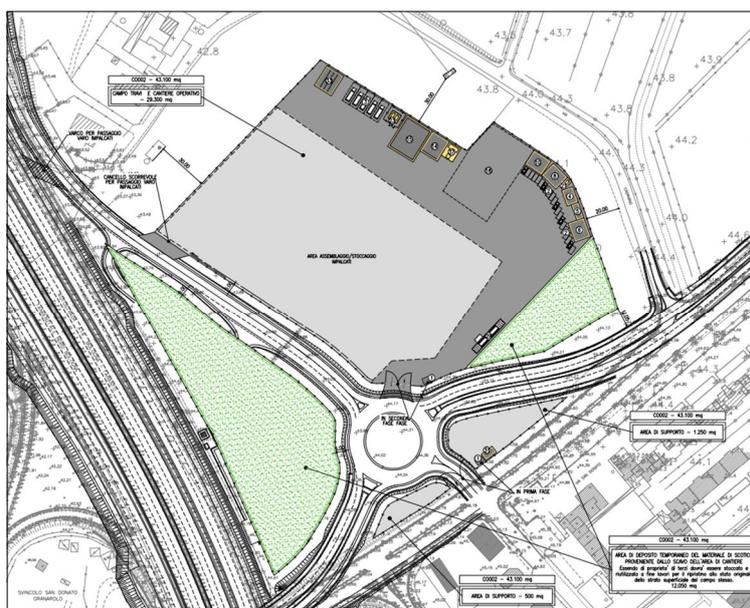


Figura 2-16 Layout dell'area di cantiere CO02 (stralcio da SIC5310)

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, officina, depositi, ecc. sarà opportunamente appoggiati su idonei basamenti.

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà utilizzato per la realizzazione delle dune poste a margine del cantiere. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

Area CO03

Nell'area di cantiere CO03, prossima alla realizzazione del Ponte sul Reno, sono previsti una zona campo travi con area stoccaggio travi da assemblare, area assemblaggio travi e stoccaggio travi assemblate. Una parte sarà occupata da magazzino ed officine in adiacenza ad aree di stoccaggio materiali e attrezzature.



Figura 2-17 Layout dell'area di cantiere CO03 (stralcio da SIC5320)

L'area di cantiere si compone in 2 zone a nord e a sud del tracciato autostradale ed ospiterà apprestamenti principali per uffici e magazzini e area stoccaggio materiali e attrezzature (tra cui cisterne acque, serbatoi carburanti, e depositi).

È prevista un'area di deposito temporaneo del terreno di coltivo a contorno della porzione meridionale, con una superficie complessiva pari a 6.050 mq.

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà posizionato nell'area di deposito temporaneo del coltivo. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

Area CO04

Nell'area denominata CO04, suddivisa in due, un lato carr.Nord e l'altra sul lato carr.Sud, sono previsti due cantieri operativi e due aree di deposito temporaneo del coltivo (per una superficie complessiva pari a circa 1.820 mq).

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà posizionato nell'area di deposito temporaneo del coltivo. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

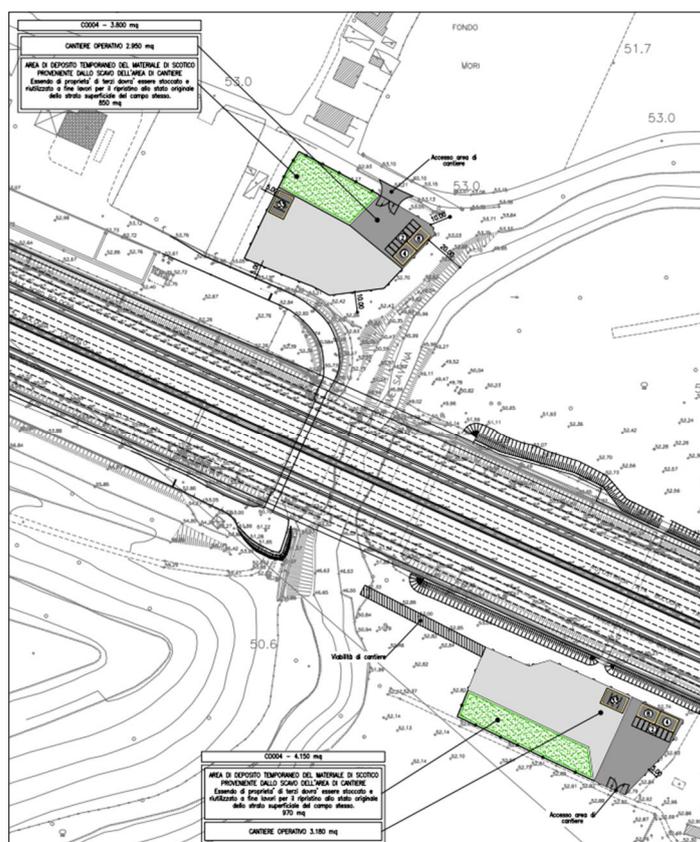


Figura 2-18 Layout dell'area di cantiere CO04 (stralcio da SIC5330)

2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La porzione di territorio che ricade nella piana alluvionale appenninica di Bologna. Vengono sinteticamente illustrati gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici generali utili ad individuare i principali aspetti progettuali riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni attraversati dal tracciato oggetto di studio.

Sono stati utilizzati i dati a oggi disponibili riguardano diverse campagne geognostiche eseguite in vari periodi relativamente all'ampliamento della tangenziale di Bologna (1984-1986-1999-2000), all'ampliamento alla terza corsia della A13 nel tratto Bologna - Ferrara (2009-2011), alla complanare di Bologna (1996), all'ampliamento alla terza corsia della A14 nel tratto Bologna San Lazzaro - Osteria Grande, alle opere compensative inerenti l'ampliamento alla quarta corsia della A14 nel tratto Bologna San Lazzaro - dir. Ravenna; all'insieme delle indagini pregresse appartengono anche le verticali fornite dal Servizio Geologico della Regione Emilia – Romagna (pozzi per acqua, sondaggi geognostici e sondaggi eseguiti per il progetto CARG).

Nell'ambito del progetto definitivo del Passante, tra il 2016 e il 2018, sono state condotte due campagne geognostiche, in sito e in laboratorio, nell'ambito delle quali sono stati realizzati n°26 sondaggi geognostici e n°18 pozzetti esplorativi superficiali che hanno integrato i dati esistenti secondo quanto richiesto dalle vigenti normative sulle costruzioni / normative sismiche. Nel 2020-2021 in previsione del Progetto Esecutivo è stata condotta una campagna geognostica, in sito e in laboratorio, costituita complessivamente da n°12 sondaggi geognostici verticali (sigla PE). L'ubicazione delle indagini eseguite lungo il tracciato è riportata in dettaglio negli elaborati grafici di progetto, a codifica GEO, unitamente all'interpretazione dei relativi risultati in termini stratigrafici (planimetrie e profili geotecnici).

2.2.1 Inquadramento geologico

La zona oggetto di studio è situata all'interno dell'ampio bacino sedimentario padano, al bordo settentrionale del Sistema Appenninico. L'area di pianura è una geosinclinale subsidente (bacino Perisuturale Padano) colmata da materiali alluvionali che hanno ricoperto le argille marine di ambiente costiero - che fungono da substrato - fino a raggiungere spessori complessivi anche di 300-400 m. In particolare, i depositi di colmamento più recenti sono stati prodotti principalmente dall'attività deposizionale del sistema fluvio - deltizio padano con alimentazione assiale vergente verso est, e dai sistemi fluviali appenninici ad alimentazione trasversale da sud;

Dal punto di vista deposizionale il sollevamento della catena appenninica ha portato ad una importante regressione marina con la conseguente migrazione della transizione scarpata sottomarina - piana bacinale (TSB), dall'asse dell'orogene in evoluzione verso la costa adriatica. La regressione è stata interrotta da periodi più o meno lunghi di quiescenza tettonica e conseguente riapprofondimento bacinale (trasgressione marina).

A questo particolare contesto geodinamico corrisponde un'evoluzione dell'ambiente deposizionale da marino a marino-costiero a continentale.

I depositi hanno complessivamente un carattere regressivo. Essi sono formati da sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio progradante alla base, e da depositi continentali al tetto.

Dal punto di vista gerarchico si distinguono 3 Sequenze Principali (Supersintemi) denominate come segue:

- Supersistema del Pliocene medio - superiore;
- Supersistema del Quaternario Marino (che in realtà comincia nel Pliocene superiore);
- Supersistema del Quaternario Continentale (emiliano - romagnolo).

La classificazione stratigrafica dei depositi quaternari di pianura si basa sulla litologia relativa a ciascun ambiente deposizionale e sulla presenza di discontinuità o interruzioni della sedimentazione (limiti inconformi) che separano i corpi geologici di età diverse.

Tutto ciò consente di caratterizzare i sedimenti di pianura sia sulla base della loro composizione granulometrica (ghiaie, sabbie, alternanza di sabbie e limi, ecc.), sia in funzione dell'ambiente in cui si sono deposte (alluvionale di canale, deltizio di area interdistributrice, ecc).

Si possono così distinguere fra loro litologie in prima approssimazione simili, ma con geometrie e relazioni laterali e verticali dei corpi geologici molto diverse, in base al contesto sedimentario in cui si sono originate.

I medesimi depositi sono anche oggetto della classificazione fondata sui limiti stratigrafici inconformi, che prevede la distinzione di unità stratigrafiche definite sintemi e subsintemi. Queste unità sono particolarmente efficaci per descrivere il territorio in base alla sua storia geologica, all'età dei suoi sedimenti e alla peculiare ciclicità degli eventi che l'hanno trasformato, tipici dell'epoca quaternaria.

Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) è suddiviso ulteriormente questo in otto sub sintemi o unità stratigrafiche, tra le quali quella di principale interesse risulta essere il subsintema di Ravenna (sigla AES8).

Infatti l'intero tracciato si sviluppa sui terreni afferenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), con particolare riferimento al Subsintema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8. I limiti formazionali non sono conformi.

Nella figura seguente è riportato il tratto centrale dell'intervento per evidenziare la sostanziale omogeneità litologica del materiale di scavo costituiti principalmente dalle sabbie, argille e limi delle unità stratigrafiche del subsintema AES8 e AES8a.



Figura 2-19 Stralcio planimetrico della carta geologica sul tratto centrale

La seguente successione stratigrafica (descritta dall'unità più giovane alla più vecchia) è quella che sarà interferita nell'ambito delle lavorazioni:

- Depositi alluvionali in evoluzione (b1)

Questi depositi quaternari sono costituiti da ghiaie, talora embriicate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; nella frazione grossolana i clasti risultano eterometrici ed eterogenei, da arrotondati a sub-arrotondati.

- Sistema emiliano-romagnolo superiore (AES)

Questo sistema è costituito da una alternanza ciclica, su spessori dell'ordine di 20-40m, di depositi fini (limi, argille e subordinate sabbie) e depositi prevalentemente granulari (ghiaie e sabbie). Il suo spessore massimo in pianura risulta di circa 300 m.

- a) Subsistema di Ravenna (AES8)

E' l'elemento sommitale di AES. E' costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di ambiente fluviale (argine e piana inondabile); i corpi ghiaiosi risultano rari. La parte inferiore di AES8 presenta un orizzonte dello spessore di c.c. 2-4m di argille organiche e torbe di ambiente palustre. Il Subsistema contiene una unità a limiti non conformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 20-25 metri circa.

- b) Unità di Modena (AES8a)

E' un unità pellicolare, di pochi metri di spessore, che raggiunge circa i 5-10 m solo localmente, in corrispondenza dei dossi fluviali. E' costituita da depositi fluviali distinguibili in:

- alternanze di sabbie e limi di argine, canale e rotta fluviale
- argille e limi di piana inondabile in corpi topograficamente depressi interposti ai depositi di argine e di geometria complessa.

- c) Subsistema di Villa Verucchio (aes7)

Depositi terrazzati di piana intravalliva affioranti lungo le valli e agli sbocchi vallivi dei Torrenti Savena, Idice e Zena (non affioranti nell'ambito dell'area di studio). Si tratta di prevalenti ghiaie e sabbie di terrazzo alluvionale e conoide alluvionale sormontate da limi ed argille di piana inondabile e/o eluvio-colluviali. Nei settori intravallivi sono costituiti da ghiaie passanti a sabbie e limi organizzati in alcuni ordini di terrazzi alluvionali. Limite superiore dato da un suolo non calcareo di colore bruno scuro. Negli sbocchi vallivi

prevalenti ghiaie caratterizzate da un suolo non calcareo di colore bruno scuro rossastro spesso sino a 2 m circa. Limite inferiore erosivo. Spessore massimo nel sottosuolo della pianura 100m.

d) Subsintema di Bazzano (aes6)

E' costituito da depositi di conoide alluvionale terrazzati che affiorano agli sbocchi vallivi dei Torrenti Savena, Idice e Zena (non affioranti nell'ambito dell'area di studio). Si tratta di prevalenti ghiaie e sabbie di canale fluviale nelle zone prossimali, caratterizzate da un aumento verso l'alto della matrice sabbiosa, e da argille e limi prevalenti alternati a sabbie nelle zone distali. Spessore massimo nel sottosuolo della pianura di c.a. 80m.

Descrizione sintetica della sequenza stratigrafica lungo il profilo di tracciato

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto a supporto del presente piano (tavole planimetriche GEO0002÷0005 e APE0010÷0018).

Nell'ambito del presente capitolo si descrivono, procedendo dall'inizio alla fine dell'intervento, gli elementi geologici riferiti alle diverse sezioni di tracciato.

I litotipi distinti nell'ambito del profilo geologico sono tre (suddivisi in funzione della composizione granulometrica prevalente):

- argille e/o limi prevalenti (terreni prettamente coesivi)
- sabbie, sabbie limose, sabbie limoso-argillose (terreni sabbiosi con contenuto di matrice fine variabile)
- ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose (terreni prettamente granulari)

Queste "macrocategorie" sono rappresentative dal punto di vista del modello del sottosuolo della pianura bolognese, poiché la composizione granulometrica dei terreni varia notevolmente anche per piccoli intervalli e non consente la definizione di categorie più specifiche che genererebbero una moltitudine di partizioni non significative.

Nonostante queste semplificazioni, a causa della natura fortemente eteropica dei depositi cartografati, la forma e l'estensione delle lenti di materiale riportate in profilo longitudinale deve essere assunta come verosimile ma non come l'unica possibile. L'intero tracciato si sviluppa sui terreni afferenti al subsintema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 con limiti non conformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico. Ad una profondità nell'ordine dei 10-15m dal piano campagna si passa a depositi riconducibili al Subsintema di Villa Verucchio (AES7), che a sua volta risultano sovrapposti al Subsintema di Bazzano (AES6).

- Da inizio intervento fino alla progr. Km 11+100 c.a.

I terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica prevalentemente coesiva, cioè a depositi costituiti principalmente da argille e limi; si tratta perciò di terreni compressibili all'interno dei quali è frequente il ritrovamento di materiale organico e di residui carboniosi.

A profondità maggiori i sondaggi geognostici ed i pozzi RER evidenziano la presenza di un orizzonte più grossolano (sabbie con ghiaia/ghiaiose e ghiaie prevalenti) dello spessore anche superiore ai 50m. Si tratta di depositi correlabili all'attività deposizionale del Fiume Reno.

- Dalla progr. Km 11+100 c.a. alla prog. Km 14+000 c.a.

Dal punto di vista granulometrico il tratto in oggetto registra un aumento dei livelli fini e compressibili di spessore variabile (granulometria limoso - argillosa prevalentemente), rinvenuti anche in profondità all'interno degli estesi corpi granulari. Dal km 13+200 c.a. alla fine del tratto risulta presente, superficialmente, un livello di sabbia limoso-argillosa dello spessore di 5-10m.

- Dalla progr. Km 14+000 c.a. alla prog. Km 16+000 c.a.

Dal punto di vista granulometrico il tratto in oggetto risulta prevalentemente caratterizzato, sia superficialmente che in profondità, da depositi compressibili (granulometria prevalentemente di natura limoso - argillosa), ai quali si interpongono lenti di sabbie/sabbie limose e di ghiaie.

- Dalla progr. Km 14+000 c.a. alla prog. Km 16+000 c.a.

In questa tratta non sono presenti sondaggi geotecnici specifici in ragione dell'assenza di opere d'arte significative; pertanto, si è formulata un'ipotesi cautelativa basata sulla stratigrafia di un pozzo RER (proiettato); quest'ultimo ha attraversato fino a 65m di terreni coesivi (registrata una sporadica lente di ghiaia e sabbia a c.a. 25m di profondità).

- Dalla progr. Km 16+000 c.a. alla progr. Km 19+000 c.a.

Dal punto di vista granulometrico il tratto in oggetto risulta caratterizzato, sia superficialmente che in profondità, da prevalenti depositi compressibili (granulometria prevalentemente di natura limoso - argillosa), ai quali si interpongono lenti di sabbie/sabbie limoso - argillose e lenti prevalentemente ghiaiose. Si osserva in profondità un aumento della componente granulare mano a mano che si procede verso la fine del tratto in oggetto.

- Dalla progr. Km 19+000 c.a. alla progr. Km 20+000 c.a.

In questa tratta il terreno attraversato è caratterizzato, al di sotto di 5-6m di terreno compressibile, da un cospicuo e continuo corpo di materiale granulare (spessore anche di 20m) costituito da prevalenti ghiaie sabbiose con ciottoli. Al di sotto di questo corpo granulare si rinvencono altri depositi prevalentemente argilloso-limosi.

- Dalla progr. Km 20+000 c.a. a fine intervento

Nell'ambito di quest'ultima porzione di tracciato il corpo granulare descritto nel precedente settore si assottiglia di spessore (6-10m c.a.), risultando comunque confinato da terreni in cui le argille sono prevalenti. Inoltre, sono state rinvenute alcune lenti di sabbia/sabbia limosa e sabbia argillosa a varie profondità.

A tergo della Tangenziale Sud, tra la progr. Km 20+900 e la prog. km 21+350 c.a. (fin quasi a ridosso del Torrente Savena), si rileva la presenza di una discarica di rifiuti solidi urbani a oggi ripristinata dal punto di vista paesaggistico. L'accumulo del materiale antropico posto in deposito urbano (attraversato dal sondaggio PB28 per c.a. 7m) si appoggia sopra c.a. 3m di argilla limosa.

Pertanto, dai dati a disposizione, lungo il profilo (realizzato 35m a sinistra dell'asse di tracciamento della Tangenziale Nord, quindi in carreggiata opposta rispetto alla discarica) si ipotizza la presenza di terreni prevalentemente coesivi passanti intorno i 10m a ghiaie in matrice sabbiosa e, dai 15m c.a., ad argille.

2.2.2 Inquadramento geomorfologico

L'area di studio si ubica nella zona di passaggio tra la regione montana appenninica e la Pianura.

La pianura alluvionale bolognese si è difatti originata dalla sovrapposizione di eventi alluvionali in direzione prevalente circa nord-sud; il territorio bolognese è caratterizzato da valori di altitudine (quote in m s.l.m.) che tendenzialmente diminuiscono verso nord e aumentano invece da ovest verso est. Più in dettaglio l'area di intervento è caratterizzata da un andamento piano - altimetrico compreso tra i 40 e i 55 m s.l.m. Si inserisce in un ambiente morfologico definito dall'incontro tra l'allineamento M.Castellano - M. Casella - M. Grana - M. Aperto a sud, e la pianura padana che si apre a nord.

La fascia di territorio interessato dal potenziamento appare ad assetto subpianeggiante e comprendente le conoidi dei principali corsi d'acqua che provengono dall'Appennino. Si tratta di superfici a pendenza decrescente verso Nord/Nordest, derivate dall'erosione delle litologie competenti (flysch calcareo-marnosi e ofioliti) affioranti nel settore appenninico Emiliano.

2.2.3 Inquadramento idrogeologico

Lo schema stratigrafico dei depositi quaternari del margine appenninico e della pianura emiliano - romagnola definisce tre unità stratigrafiche, esse sono riconoscibili sia in superficie sia nel sottosuolo. Tali unità sono suddivisibili a loro volta in unità di rango minore.

La principale partizione verticale consente l'identificazione di tre gruppi acquiferi (A,B,C); in particolare, il gruppo acquifero A è rappresentato dal Sintema emiliano - romagnolo Superiore (AES), costituito da complessi idrogeologici in cui si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano - romagnola e riconducibili a:

- conoidi alluvionali appenniniche;
- pianura alluvionale appenninica;
- pianura alluvionale padana.

I complessi idrogeologici di piana alluvionale vengono suddivisi (in riferimento alla litologia prevalente, alle condizioni di flusso e di contenuto idrochimico) in:

- Pianura alluvionale appenninica;
- Pianura alluvionale e deltizia padana.

La struttura geologica della pianura alluvionale appenninica è caratterizzata dall'assenza di ghiaie e dal dominio di depositi fini, che si interpongono ai depositi grossolani delle conoidi appenniniche sopra descritte.

Il gruppo acquifero A è il più superficiale ed è anche quello più esteso (sia in affioramento che nel sottosuolo) e più sfruttato, nonché quello interessato dalle opere del Passante Nord di Bologna.

Il gruppo acquifero A è strutturato in corpi acquiferi tabulari (depositi fluviali regressivi) separati da depositi trasgressivi a frazione fine prevalente. Gli acquiferi corrispondono alle porzioni regressive; le porzioni trasgressive formano le barriere di permeabilità principali. I corpi che costituiscono il gruppo acquifero raggiungono individualmente spessori massimi intorno ai 50 m.

il Gruppo Acquifero A, nel quale la circolazione idrica è legata alla disposizione dei corpi permeabili ghiaioso-sabbiosi, è ulteriormente suddivisibile in cinque Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettante sequenze deposizionali elementari, identificati dall'alto con le sigle da A0 ad A4 e corrispondenti ai subsistemi della stratigrafia delle unità quaternarie da AES4 ad AES8. Il Subsistema di Ravenna (AES8) corrisponde al complesso acquifero A0, dato da un sistema acquifero freatico.

Descrizione dell'area di interesse progettuale

Nell'area in esame le zone di ricarica principale degli acquiferi superficiali del gruppo A sono i conoidi del Fiume Reno e del Savena.

Gli acquiferi delle due conoidi Reno e Savena appartengono alla falda superficiale di Bologna che assieme a quella profonda costituisce il sistema idrogeologico dell'area di margine appenninico.

Tali conoidi sono costituiti da depositi ghiaiosi e suoli mediamente permeabili a seconda della granulometria. Le suddette zone di conoide costituiscono dunque aree di ricarica temporanea o stagionale, per infiltrazione di acque superficiali nei depositi profondi.

Le falde sono captate tramite i pozzi delle principali centrali acquedottistiche (Fossolo per il Savena, Borgo Panigale e Tiro a Segno per il Reno), per cui risentono notevolmente degli emungimenti come, del resto, in tutto il territorio a causa della presenza di numerosi pozzi idrici di diverso utilizzo (potabile, agricolo ed industriale).

Le aree a maggior depressione piezometrica risultano essere comunque in corrispondenza delle citate centrali di pompaggio; le zone di ricarica degli acquiferi coincidono con i settori di apice delle conoidi e con le dispersioni in alveo da parte dei corsi d'acqua

Si riconoscono due falde distinte che si sviluppano rispettivamente nei depositi della conoide del Reno e della conoide del Savena; nella zona centrale a bassa permeabilità globale si collocano, invece, filtrazioni idriche localizzate nei depositi più marcatamente granulari posti all'interno dell'ammasso prevalentemente limoso - argilloso. Inoltre, le profondità piezometriche risultano minime in corrispondenza delle incisioni fluviali del Reno, del Navile - Battiferro e del Savena, mantenendosi dell'ordine di 5 - 10 m dal p.c.; le profondità più accentuate, pari a c.a. 20 - 30 m dal p.c., si localizzano in corrispondenza dell'area di intersezione dell'autostrada con la linea ferroviaria Bologna – Mantova / Bologna - Padova e in località Croce del Biacco tra la linea ferroviaria Bologna - Portomaggiore e lo svincolo autostradale per San Lazzaro di Savena.

Per maggiore chiarezza di riportano le letture piezometriche, aggiornate alle campagne di misura più recenti, eseguite all'interno di alcuni fori di sondaggio:

Tabella 2-1 Letture piezometriche rilevate durante le diverse fasi di indagine geognostica

ID	pk	DATA	TIPOLOGIA	
			T.A.	Cella
			m da p.c.	m da p.c.
PB1	8+500	04/08/2016	21,9	
		22/09/2016	21,1	
		06/10/2016	21	
		29/06/2017	22,3	
		10/04/2018	23,17	
PB2	9+200	04/08/2016	21,2	
		22/09/2016	20,7	
		06/10/2016	20,5	

ID	pk	DATA	TIPOLOGIA	
			T.A.	Cella
			m da p.c.	m da p.c.
PB15		11/06/2019		14,47
				13,73
		10/04/2018		14,2
				13,55
		21/08/2020		15,09
			14	
PB16	13+800	04/08/2016	-	15,6
		22/09/2016	-	15,35

ID	pk	TIPOLOGIA		
		T.A.		Cella
		DATA	m da p.c.	
		09/03/2017	20,72	
		14/06/2017	21,19	
		29/06/2017	21,62	
		01/08/2017	21,83	
		05/10/2017	22,64	
		31/01/2018	22,99	
		11/06/2019	23,05	
		10/04/2018	22,22	
		21/08/2020	23,62	
		03/09/2020	23,76	
PB4		10/04/2018	14,39	14,42
		11/06/2019	15,3	9,1
PB5	9+800	04/08/2016	13,6	
		22/09/2016	13,8	
		06/10/2016	13,7	
		14/06/2017	13,64	
		29/06/2017	14	
		01/08/2017	14,32	
		10/04/2018	14,41	
21/08/2020	16,05			
PB7	10+800	04/08/2016	15,4	
		22/09/2016	14,5	
		06/10/2016	14,5	
		09/03/2017	12,26	
		14/06/2017	12,8	
		27/06/2017	15,35	
		01/08/2017	12,85	
		05/10/2017	13,91	
		31/01/2018	14,75	
		11/06/2019	16	
10/04/2018	12,14			
21/08/2020	13,08			
03/09/2020	13,78			
PB8	11+300	04/08/2016	6,1	15,4
		22/09/2016	6,3	15,5
		29/06/2017	4,85	15,37
		01/08/2017	5,14	15
		10/04/2018	3,4	16,04
		21/08/2020	5,2	17,25
PB9		20/07/2016	14,6	
PB11		11/06/2019		7,86
				7,86
		10/04/2018		14,51
				7,86
		21/08/2020		15,7
				7,87
PB11bis		11/06/2019	14,83	
		10/04/2018	14,09	

ID	pk	TIPOLOGIA				
		T.A.		Cella		
		DATA	m da p.c.		m da p.c.	
		29/06/2017	6,14	15,07		
		02/08/2017	-	15,2		
		11/04/2018	4,03	15,97		
		21/08/2020	6,37	15,65		
PB17bis	14+300	11/08/2016	4,9	14,4		
		15/09/2016	5	15		
		09/03/2017	4,74	14,82		
		15/06/2017	4,89	-		
		29/06/2017	5,03	-		
		02/08/2017	5,17	-		
		12/10/2017	5,29	-		
		26/10/2017	5,22	-		
		31/01/2018	5,02	-		
		11/06/2019	4,62	-		
				11/04/2018	4,3	16,01
				21/08/2020	5,13	
PB19	15+050	01/08/2016	4	9,6		
		15/09/2016	4	10,1		
		29/06/2017	3,95	-		
		02/08/2017	4,32	5,5		
		11/04/2018	2,65	2,99		
				21/08/2020	4,46	5,08
PB20		11/06/2019		3,78		
				2,97		
		11/04/2018		3		
				2,2		
				21/08/2020		4,83
						3,95
PB21bis	17+400	06/08/2016	17,5	18,1		
		15/09/2016	18,5	18,4		
		09/03/2017	17,04	10,5		
		15/06/2017	16,51	17,35		
		28/06/2017	16,92	17,1		
		02/08/2017	17,35	18,12		
		12/10/2017	17,08	18,35		
		31/01/2018	17,21	10,51		
		11/06/2019	17	-		
						11/04/2018
				21/08/2020	17,7	-
				03/09/2020	17,68	
PB22	17+800	11/08/2016	11,8	20		
		15/09/2016	11,5	20		
		28/06/2017	11,85	11,85		
		02/08/2017	12,12	11,98		
		11/04/2018	11,73	19,82		
		21/08/2020	12,2	15,4		
PB23		11/06/2019		16,45		
				10,71		

ID	pk	TIPOLOGIA		
		T.A.	Cella	
		DATA	m da p.c.	m da p.c.
PB11ter		11/06/2019	14,22	
		11/04/2018	13,48	
		21/08/2020	14,63	
PB12bis	12+500	04/08/2016	15,9	
		22/09/2016	19,1	
		29/06/2017	15,68	15,86
		01/08/2017	15,71	16,32
		11/04/2018	16,63	16,88
PB13		11/06/2019	8,8	
		10/04/2018	9,2	9,52
		21/08/2020	9,87	10,15
PB13bis		11/06/2019	14,06	
		03/09/2020	13,92	
PB13ter		11/06/2019	14,22	
		03/09/2020	14,76	
PB14	13+200	04/08/2016	9,6	
		22/09/2016	9,5	
		06/10/2016	9,6	
		09/03/2017	9,09	
		15/06/2017	9,2	
		29/06/2017	9,32	
		01/08/2017	9,47	
		12/10/2017	9,99	
		31/01/2018	10,42	
		11/06/2019	11,23	
		10/04/2018	10,73	
		21/08/2020	11,64	
		03/09/2020	11,71	

ID	pk	TIPOLOGIA				
		T.A.	Cella			
		DATA	m da p.c.	m da p.c.		
		11/04/2018		15		
				10,53		
		21/08/2020		17,1		
PB25	19+100	11/08/2016	19,5	23,5		
		15/09/2016	19,3	23,5		
		09/03/2017	-	22,33		
		15/06/2017	-	23,17		
		28/06/2017	-	23,13		
		02/08/2017	-	23,43		
		11/04/2018	-	23,21		
		21/08/2020	-	23,6		
		PB27	20+822	11/08/2016	15	19
				15/09/2016	15,2	19,3
02/08/2017	15,65			19,15		
11/04/2018	14,82			14,34		
21/08/2020	14,85			19,25		
PB28	21+000	11/08/2016	12,2			
		15/09/2016	12,5			
		09/03/2017	12,59			
PB29	21+350	15/09/2016	8,9	14		
		09/03/2017	8,89	12,3		
		15/06/2017	8,82	11,85		
		27/06/2017	8,8	11,7		
		02/08/2017	9,25	10,84		
		12/10/2017	8,94	11,12		
		31/01/2018	8,8	11,87		
		11/06/2019	8,1	10,78		
		11/04/2018	7,32	10,54		
		21/08/2020	8,7	11		
03/06/2020	8,61					

I corsi d'acqua naturali scorrono seguendo la topografia, blandamente digradante verso Nord; i corsi d'acqua artificiali, invece, hanno direzioni di deflusso imposte dalle necessità irrigue o idrauliche, comunque mediamente orientate dai quadranti meridionali verso quelli settentrionali (Canali Cannella, Navile e Battiferro).

I principali corsi d'acqua che interferiscono con il tracciato (procedendo da inizio intervento a fine intervento) sono il Fiume Reno ed il Torrente Savena.

2.3 LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.M. 161/2012

Si evidenzia che la gestione dei materiali è caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto, riferite a lavorazioni principali per la bonifica e preparazione del piano di posa e successiva sistemazione del rilevato stradale e suo ampliamento. Sono previsti alcuni scavi profondi per interferenze idrauliche e per le opere di scavalco di viabilità stradale e ferroviaria.

Le opere principali da realizzare ai sensi del Regolamento pertanto si individuano in:

- a) Rilevato autostradale e tangenziale;
- b) Opere maggiori di attraversamento interferenze idrauliche e di viabilità locale;
- c) Aree di cantiere.

d) Area a parco e sistemazione a verde.

Questa suddivisione è proposta sulla base delle descrizioni sintetiche riportate in questo capitolo, sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio e dello sviluppo progettuale che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

1. particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla continuità e dalla disposizione dei rilevati stradali;
2. contesto territoriale omogeneo e tipologia delle aree interferite:
 - a) caratteristiche morfologiche,
 - b) uso del suolo,
 - c) interferenze antropiche e insediamenti urbanizzati;
3. caratteristiche litologiche, con la presenza continua di depositi, costituiti principalmente da argille e sabbie limose, con spessori importanti.

Sulla base di tali considerazioni e delle fasi di lavorazione previste in progetto, la gestione delle terre e rocce da scavo seguirà un unico ambito di cantierizzazione. I movimenti delle terre da scavo avverranno lungo le viabilità, presso l'asse stradale esistente (si veda capitolo 7), con i depositi intermedi posti all'interno delle 5 aree di cantiere, a supporto di tutte le lavorazioni, e delle aree a Parco, lungo il tracciato di circa 13 km.

Come ricordato nell'introduzione per l'aggiornamento del Piano, con lo sviluppo della progettazione e l'ottimizzazione delle fasi di cantierizzazione, la suddivisione in tratte è venuta ad essere subordinata alla logica dei lotti in appalto ed alla gestione lungo l'intero intervento. Infatti, i lavori sono organizzati in 4 diversi lotti di lavori.

Tutti gli ambiti sono interessati da lavorazioni e dai movimenti delle terre e rocce da scavo; in particolare modo i seguenti lotti in appalto sono coinvolti nella gestione a sottoprodotti ai sensi del D.M. 161/2012:

- **Lotto 0**, Opere propedeutiche;
- **Lotto 1**, Opere in linea;
- **Lotto 2**, Opere ambientali ed esterne.

Il Lotto 3 relativo agli Impianti prevede invece la gestione dei materiali a rifiuto.

2.2.4 Tratta A, da pk 8+500 a pk 14+100

La **Tratta A** si sviluppa per 5600 metri lineari, lungo il tracciato da pk progr.8+500 allo Svincolo n° 6 di Castel Maggiore (progr.14+100~), insistente sul subsistema di Ravenna (costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale, ad eccezione delle porzioni di attraversamento del Fiume Reno caratterizzato da depositi alluvionali con ghiaie prevalenti e sabbie).

Nella tabella seguente si sintetizzano le opere principali da realizzare nell'ambito della Tratta A, con le codifiche aggiornate alla fase progettuale sviluppata a seguito della Conferenza dei Servizi:

Tabella 2-2 Elenco degli interventi da realizzare nell'ambito della Tratta A

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
V63	63T - VIADOTTO RENO	RS05D	RAMPA RS05D
C04	CORPO STRADALE da pk 10+154 a pk 10+426	RS05E	RAMPA RS05E
C05	CORPO STRADALE da pk 10+469 a pk 10+820	TC05A	TOMBINO CIRCOLARE DN600 Pk 12+809 (nord)
C06	CORPO STRADALE da pk 10+838 a pk 12+961	RS06A	RAMPA RS06A
C07	CORPO STRADALE da pk 13+040 a pk 13+192	RS06B	RAMPA RS06B
C08	CORPO STRADALE da pk 13+184 a pk 13+465	RS06C	RAMPA RS06C
C09	CORPO STRADALE da pk 13+494 a pk 13+804	RS06D	RAMPA RS06D
C10	CORPO STRADALE da pk 13+830 a pk 14+030	RS06E	RAMPA RS06E
C01	CORPO STRADALE da pk 8+101 a pk 8+623	RS06F	RAMPA RS06F
C02	CORPO STRADALE da pk 8+623 - a pk 9+176	TC06A	TOMBINO CIRCOLARE DN600 Pk 13+697 (nord)
C03	CORPO STRADALE da pk 9+202 a pk 9+655	TC06C	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 13+980 (sud)
C03	CORPO STRADALE da pk 9+202 a pk 9+655	TC06D	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 13+948 (nord)
C04	CORPO STRADALE DA PK 10+168 A PK 10+441	TC11D	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 19+260 (sud)
C05	CORPO STRADALE DA PK 10+472 A PK 10+819	MS035	RAMPA RS54B - MURO DI SOTTOSCARPA MS035
C06	CORPO STRADALE DA PK 10+834 A PK 12+970	MS037	RAMPA RS54B - MURO DI SOTTOSCARPA MS037
C07	CORPO STRADALE DA PK 13+046 A PK 13+194	PO003	RAMPA RS54B - VIADOTTO SCATOLARE IN CLS
C08	CORPO STRADALE DA PK 13+205 A PK 13+472	PO004	RAMPA RS54C - VIADOTTO SCATOLARE IN CLS
C09	CORPO STRADALE DA PK 13+488 A PK 13+807	RS54A	RAMPA RS54A
C10	CORPO STRADALE DA PK 13+828 A PK 14+030	RS54B	RAMPA RS54B
C02	CORPO STRADALE DA PK 8+750 A PK 9+190	RS54C	RAMPA RS54C
V82	82T - VIADOTTO NAVILE-BATTIFERRO AMPL. TANG. pk 13+003	RS54D	RAMPA RS54D

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
V82	82T - VIADOTTO NAVILE-BATTIFERRO AMPL. TANG. pk 13+003	TC54A	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 9+358 (nord)
L41	ADEGUAMENTO VIA COLOMBO SOTTOPASSI FERROVIARI	TC54C	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 9+318 (sud)
T01	LINEA FERROVIARIA Bologna - Verona pk 11+857	TC54D	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 9+451 (sud)
T05	LINEA FERROVIARIA BRETTELLA AV al Km 12+427	TC54E	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 9+481 (sud)
T02	LINEA FERROVIARIA FS Bologna-Padova pk 11+901	VA82N	AMPLIAMENTO NORD E SUD
T03	LINEA FERROVIARIA FS Bologna-Padova pk 12+467	MC001	PARATIA DI CONTRORIPA MC01A+MC01B+MC01C
O01	RAMPA RS102 INTERCONNESSIONE TANGENZIALE	MC002	PARATIA DI CONTRORIPA MC002
O03	RIQUALIFICA VIA AGUCCHI	MC044	MURO IN CARREGGIATA SUD Pk 12+500
I50	RIQUALIFICA VIA BENAZZA	MC046	MURO IN CARREGGIATA NORD Pk 12+520
I51	RIQUALIFICA VIA COLOMBO	MS006	MURO DI SOSTEGNO MS006
O02	RIQUALIFICA VIA DEL TRIUMVIRATO	MS007	MURO DI SOSTEGNO MS007
O06	RIQUALIFICA VIA DELL'ARCOVEGGIO	MS008	MURO DI SOSTEGNO MS008
I05	RIQUALIFICA VIA DELL'ARCOVEGGIO - 13+470	MS034	MURO DI SOSTEGNO MS034
O07	RIQUALIFICA VIA DI CORTICELLA	PO001	PONTICELLO SCATOLARE Pk 11+332
O05	RIQUALIFICA VIA ERBOSA	SZ06N	CS - TANG. NORD da pk 10+825 a pk 12+957
O04	RIQUALIFICA VIA ZANARDI	SZ06S	CS - TANG. SUD da pk 10+825 a pk 12+957
I02	RIQUALIFICA VIA ZANARDI - 10+814	TC007	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 pk 10+982 (Op.71T)
T04	SCALO FERROVIARIO SAN DONNINO	TC008	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 11+597
SM001	SM001 TG SUD - Portale a bandiera L19.10m - pk8+620	TS006	TOMBINO SCATOLARE 1X1.5 Pk 11+193 (Op.72T)
SM002	SM002 TG SUD - Portale a bandiera L19.10m - pk8+811	SZ06A	DEVIAZIONE CORSIA DI EMGENZA A NORD
SM003	SM003 A14 - PORTALE A CAVALLETTTO L80.36m - pk 9+339	SZ06B	DEVIAZIONE CORSIA DI EMGENZA A SUD
SM004	SM004 TG NORD - PORTALE A BANDIERA L19.10m - pk11+395	MS001	MURO DI SOSTEGNO MS001
SM005	SM005 TG SUD - PORTALE A BANDIERA L19.10m - pk 11+260	MS002	MURO DI SOSTEGNO MS002
SM006	SM006 A14 - PORTALE A CAVALLETTTO L75.12m - pk 13+513	SZ02N	CS - TANG. NORD da pk 8+488 a pk 9+195
SM007	SM007 TG NORD - PORTALE A BANDIERA L22.30m - pk 14+003	SZ02S	CS - TANG. SUD da pk 8+660 a pk 9+195
SS003	SS003 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk8+280	TS002	TOMBINO SCATOLARE 1.5x1.5 Pk 8+615 Nord
SS005	SS005 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk8+865	TS003	TOMBINO SCATOLARE 170X120 Pk 8+697 Sud
SS006	SS006 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk9+040	TS001	TOMBINO SCATOLARE 1.00X.080 Pk 8+820
SS014	SS014 - PORTALE A BANDIERA - TG. SUD - pk10+178	MS036	MURO DI SOTTOSCARPA MS036
SS015	SS015 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk10+834	MS038	MURO DI SOSTEGNO MS038
SS016	SS016 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk11+486	SZ03N	CS - TANG. NORD da pk 9+202 a pk 9+655
SS017	SS017 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk11+688	SZ03S	CS - TANG. SUD da da pk 9+202 a pk 9+655
SS018	SS018 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk11+962	TC060	Tombino circolare DN800 (spingitubo) pk 9+360
SS019	SS019 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk12+389	SZ04N	CS - TANG. NORD da pk 10+154 a pk 10+426
SS020	SS020 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk12+651	SZ04S	CS - TANG. SUD da pk 10+154 a pk 10+426
SS021	SS021 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk12+796	TC55A	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 10+736
SS023	SS023 - PORTALE A BANDIERA - TG. NORD - pk13+087	TC55C	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 10+736
SS024	SS024 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk13+171	SZ04A	PREDISPOSIZIONE RAMPE NUOVO SVINCOLO LAZZARETTO
SS028	SS028 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk13+696	SZ04D	PREDISPOSIZIONE RAMPE NUOVO SVINCOLO LAZZARETTO
SS115	SS115 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk11+150	SZ07N	CS - TANG. NORD da pk 13+037 a pk 13+184
SS240	SS240 - PORTALE A CAVALLETTTO L86.50m - pk9+250	SZ07S	CS - TANG. SUD da pk 13+037 a pk 13+184
SS241	SS241 - PORTALE A CAVALLETTTO L78.50m - pk10+425	TC009	TOMBINO CIRCOLARE DN500 Pk 13+183/13+218 Nord
SS242	SS242 - PORTALE A CAVALLETTTO L69.30m - pk13+312	TC010	TOMBINO CIRCOLARE DN500 Pk 13+183/13+214 Sud
SS243	SS243 - PORTALE A CAVALLETTTO L78.50m - pk13+935	SZ08N	CS - TANG. NORD da pk 13+184 a pk 13+465
SS062	SS062 - PORTALE A BANDIERA RAMPA SR303 TG. SUD - pk0+001,68	SZ08S	CS - TANG. SUD da pk 13+184 a pk 13+465
SS204	SS204 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk 9+450	MS009	MURO DI SOSTEGNO MS009
SS528	SS528 - PORTALE A BANDIERA RAMPA IN ENTRATA TG. NORD	MS049	MURO DI SOSTEGNO PIAZZOLA IN CARR. NORD ALLA Pk 13+500
SS556	SS556 - PORTALE A BANDIERA VIA DEL TRIUNVIRATO	SZ09N	CS - TANG. NORD da pk 13+465 a pk 13+799
SS004	SS004 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk8+723	SZ09S	CS - TANG. SUD da pk 13+465 a pk 13+799
II001	II001 - INTERFERENZA FIUME RENO	MS010	MURO DI SOSTEGNO MS010
II002	II002 - INTERFERENZA CANALE GHISGLIERA	MS011	MURO DI SOSTEGNO MS011
II003	II003 - INTERFERENZA CANALE NAVILE	SZ10N	CS - TANG. NORD da pk 13+799 a pk 14+249
OI001	OPERA IDRAULICA OI001 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk8+555	SZ10S	CS - TANG. SUD da pk 13+799 a pk 14+249
OI002	OPERA IDRAULICA OI002 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk8+725	TC012	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 14+060 (Op. 87T)
OI004	OPERA IDRAULICA OI004 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk10+739	SZ01N	CS - TANG. NORD da pk 8+011 a pk 8+488
OI010	OPERA IDRAULICA OI010 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk13+738	SZ01S	CS - TANG. SUD da pk 8+101 a pk 8+660
OI012	OPERA IDRAULICA OI012 - VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO pk. 12+600	TS01N	TOMBINO SCATOLARE 2X2 Pk 8+245 Nord
OI013	OPERA IDRAULICA OI013 - SIFONE ESISTENTE USO IRRIGUO - PK. 11+943	TS01S	TOMBINO SCATOLARE 2X2 Pk 8+343 Sud
OI014	OPERA IDRAULICA OI014 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk9+630	CV76F	Cavalcaferrovia ex 76T
OI015	OPERA IDRAULICA OI015 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk10+200	CV77F	Cavalcaferrovia ex 77T
AR002	S2 - SOTTOPASSAGGIO SENTIERI FIUME RENO 1 e 2	CV79F	Cavalcaferrovia ex 79T
VI63N	NUOVO VIADOTTO RENO CARR. NORD	MC045	MURO IN CARREGGIATA NORD Pk 12+475
VI63S	NUOVO VIADOTTO RENO CARR. SUD	CV81F	CV81F - CAVALCAVIA FERROVIARIO
VI63U	NUOVO VIADOTTO RENO - PARTE GENERALE	CV78F	Cavalcaferrovia ex 78F
SZ005	SEZIONI TRASVERSALI	PP001	PASSERELLA SUL CANALE NAVILE
SZ006	SEZIONI TRASVERSALI	PP002	PASSERELLA SUL CANALE BATTIFERRO
SZ007	SEZIONI TRASVERSALI	RO001	ROT01 - ADEG. ROT. VIA TRIUMVIRATO pk 9+201
SZ008	SEZIONI TRASVERSALI	SA001	P01 - PORTA TRIUMVIRATO
SZ009	SEZIONI TRASVERSALI	AR005	S5 - SOTTOPASSAGGIO ZANARDI
SZ010	SEZIONI TRASVERSALI	AR014	S14 - SOTTOPASSAGGIO DELL'ARCOVEGGIO
MS004	MURO DI SOSTEGNO MS004	RO002	ROT02 - ADEG. ROT. V.CORTICELLA SUD pk13+807
		RO003	ROT03 - MOD. ROT. V.CORTICELLA NORD pk13+760
		SA004	P04 - PORTA CASTELMAGGIORE
		CV75T	CAVALCAVIA BENAZZA Km 11+615

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
MS005	MURO DI SOSTEGNO MS005	CV80T	CAVALCAVIA COLOMBO Km 12+520
SZ05N	CS - TANG. NORD da pk 10+426 a pk 10+825	RO022	RO022 - ADEG. ROT. NORD SVINCOLO COLOMBO
SZ05S	CS - TANG. SUD da pk 10+426 a pk 10+825	RO032	RO032 - ADEG. ROT. SUD SVINCOLO COLOMBO
TC004	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 10+625 (Op. 67T)	SA003	P03 - PORTA NAVILE
TC005	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 10+736 (Op.68T)	SP001	SOTTOPASSO CICLOPEDONALE FERROVIA BO-PD
TC55B	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 10+736	RP041	Parte stradale
SZ05B	PREDISPOSIZIONE RAMPE NUOVO SVINCOLO LAZZARETTO	SP32F	SOTTOVIA FERROVIARIO VIA COLOMBO
SZ05C	PREDISPOSIZIONE RAMPE NUOVO SVINCOLO LAZZARETTO	CV75T	CAVALCAVIA BENAZZA Km 11+615
ST60N	60N- VIADOTTO RAMP A INTERC. A13 TANG. NORD 8+488	CV76F	Cavalcaferrovia ex 76T
ST061	61T - SOTTOVIA - VIA DEL TRIUMVIRATO - 9+202	CV77F	Cavalcaferrovia ex 77T
ST066	66T- VIADOTTO VIA AGUCCHI AMPL. TANG. 10+449	CV79F	Cavalcaferrovia ex 79T
ST069	69T - SOTTOVIA - VIA ZANARDI 10+828	CV80T	CAVALCAVIA COLOMBO Km 12+520
ST083	83T - SOTTOVIA -VIA ERBOSA 13+199	ST061	61T - SOTTOVIA - VIA DEL TRIUMVIRATO - 9+202
ST084	84T - SOTTOVIA -VIA DELL'ARCOVEGGIO 13+478	ST069	69T - SOTTOVIA - VIA ZANARDI 10+828
ST086	86T - SOTTOVIA - VIA DI CORTICELLA 13+817	ST084	84T - SOTTOVIA -VIA DELL'ARCOVEGGIO 13+478
RS04A	Rampa RS04A	ST086	86T - SOTTOVIA - VIA DI CORTICELLA 13+817
RS04B	Rampa RS04B	ST061	61T - SOTTOVIA - VIA DEL TRIUMVIRATO - 9+202
RS05A	RAMPA RS05A	ST069	69T - SOTTOVIA - VIA ZANARDI 10+828
RS05B	RAMPA RS05B	ST083	83T - SOTTOVIA -VIA ERBOSA 13+199
RS05C	RAMPA RS05C	ST084	84T - SOTTOVIA -VIA DELL'ARCOVEGGIO 13+478
		ST086	86T - SOTTOVIA - VIA DI CORTICELLA 13+817

2.2.5 Tratta B, da pk 14+100 a pk 16+150

La **Tratta B**, lunga 2050 metri lineari circa, si sviluppa dalla pk 14+100, presso lo Svincolo n°6 di Castel Maggiore sino alla pk 16+150 dello Svincolo n° 8 Bologna-Fiera. Questa parte di tracciato è costituita principalmente da litologie sabbioso-limose-argillose del sintema emiliano-romagnolo superiore (AES) che caratterizza questa parte della pianura bolognese.

Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della **Tratta B** con le codifiche aggiornate alla fase progettuale sviluppata a seguito della Conferenza dei Servizi:

Tabella 2-3 Elenco degli interventi principali da realizzare nell'ambito della **Tratta B**

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
C11	CORPO STRADALE da pk 14+030 a pk 14+698	PO02C	SAVENA ABBANDONATO - TRATTO 3 (A14)
C12	CORPO STRADALE da pk 14+723 a pk 14+999	ST89N	89T- SOTTOVIA TANG.NORD RAMP A INTERC. 14+248
C13	CORPO STRADALE da pk 15+034 a pk 15+263	ST91N	91T- VIADOTTO TANG. RAMP A INTER. 14+376
C14	CORPO STRADALE da pk 15+293 a pk 16+117	ST93N	93T- SOTTOVIA TANG.NORD RAMP A INTERC. 14+513
C11	CORPO STRADALE DA PK 14+030 A PK 14+701	ST095	95T - SOTTOVIA VIA FERRARESE 14+708
C12	CORPO STRADALE DA PK 14+721 A PK 14+999	ST098	98T - SOTTOVIA VIA ZAMBECCARI 15+288
C13	CORPO STRADALE DA PK 15+028 A PK 15+264	ST90S	90bT- SOTTOVIA TANG. SUD RAMP A INTERC 14+323
C14	CORPO STRADALE DA PK 15+270 A PK 16+117	RS07A	RAMP A RS07A
LVS	LAVORI STRADALI	RS07B	RAMP A RS07B
O08	INTERCONNESSIONE SVINCOLO ARCOVEGGIO NORD	RS07C	RAMP A RS07C
O09	RAMP A RS203 - RS204 - RS208 INTERCONNESSIONE SVINCOLO ARCOVEGGIO SUD	RS07D	RAMP A RS07D
O8A	RAMP A RS203 - RS204 - RS208 INTERCONNESSIONE SVINCOLO ARCOVEGGIO SUD	TC07A	TOMBINO CIRCOLARE DN800 - Pk 14+877 (nord)
O10	RAMP A RS205 - RS206 INTERCONNESSIONE SVINCOLO ARCOVEGGIO NORD	TC07B	TOMBINO CIRCOLARE DN800 - Pk 14+888 (sud)
O08	RAMP A RS205 INTERCONNESSIONE SVINCOLO ARCOVEGGIO	TC07C	TOMBINO CIRCOLARE DN800 - Pk 14+888 (sud)
O10	RAMP A RS206 - RS207 INTERCONNESSIONE SVINCOLO ARCOVEGGIO	RS57A	RAMP A RS57A
O11	RIQUALIFICA VIA FERRARESE	RS57B	RAMP A RS57B
O17	RIQUALIFICA VIA FERRARESE - 14+701	RS57C	RAMP A RS57C
O13	RIQUALIFICA VIA ZAMBECCARI	RS57D	RAMP A RS57D
O19	RIQUALIFICA VIA ZAMBECCARI - 15+227	TC57A	TOMBINO CIRCOLARE DN800 - Pk 15+177 (nord)
O12	RIQUALIFICA VIA ZAMBELLINI	TC57B	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 15+200 (sud)
SM008	SM008 TG SUD - PORTALE A CAVALLETTTO L38,66m - pk 14+260	TC57C	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 15+200
SM010	SM010 A14 - PORTALE A CAVALLETTTO L87,27m - pk14+753	TC57D	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 15+200
SM011	SM011 TG NORD - PORTALE A BANDIERA L22,55m - pk15+515	MS012	MURO DI SOSTEGNO MS012
SM012	SM012 TG SUD - PORTALE A BANDIERA L22,55m - pk15+510	MS013	MURO DI SOSTEGNO MS013
SS034	SS034 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk14+109	MS047	MURO DI SOSTEGNO MS047
SS035	SS035 - PORTALE A BANDIERA A14 NORD - pk14+456	MS048	MURO DI SOSTEGNO MS048
SS045	SS045 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk15+400	SZ11N	CS - TANG. NORD da pk 14+500 a pk 14+705
SS046	SS046 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk15+905	SZ11S	CS - TANG. SUD da pk 14+480 a pk 14+705
SS047	SS047 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk16+107	TC016	TOMBINO SCATOLARE 0.70x0.40m - Pk 14+440
SS244	SS244 - PORTALE A CAVALLETTTO L86,50m - pk14+667	TC017	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 14+462
SS245	SS245 - PORTALE A CAVALLETTTO L80,90m - pk 14+957	TC014	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 14+338 (Nord)
SS246	SS246 - PORTALE A CAVALLETTTO L80,90m - pk15+073	SZ12N	CS - TANG. NORD da pk 14+705 a pk 15+011
SS247	SS247 - PORTALE A CAVALLETTTO L80,90m - pk15+251	SZ12S	CS - TANG. SUD da pk 14+705 a pk 15+011
SS011	SS011 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk15+414	TC019	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 14+910 (Op.96T)
SS553	SS553 - PORTALE A BANDIERA NUOVA RAMP A DI USCITA SU VIA CORAZZA	MS014	MURO DI SOSTEGNO MS014
FO096	BARRIERA ACUSTICA - FO096	SZ13N	CS - TANG. NORD da pk 15+011 a pk 15+284

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
FO095	BARRIERA ACUSTICA - FO095	SZ13S	CS - TANG. SUD da pk 15+011 a pk 15+284
MS056	MURI RAMPA CICLABILE GALLERIA FONICA SAN DONNINO	MS015	MURO DI SOSTEGNO MS015
OI003	OPERA IDRAULICA OI003 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk14+469	PO02A	SAVENA ABBANDONATO - TRATTO 1 (TG SUD)
OI006	OPERA IDRAULICA OI006 - BACINO DI LAMINAZIONE - pk 16+035	PO02B	SAVENA ABBANDONATO - TRATTO 2 (TG NORD)
OI011	OPERA IDRAULICA OI011 - VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - Pk14+360	SZ14N	CS - TANG. NORD da pk 15+277 a pk 17+513
OI017	OPERA IDRAULICA OI017 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk14+240	SZ14S	CS - TANG. SUD da pk 15+277 a pk 17+513
OI018	OPERA IDRAULICA OI018 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk14+347	TC023	TOMBINO SCATOLARE 0.70x0.40 - Pk 15+834
OI019	OPERA IDRAULICA OI019 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk15+897	ST097	97T - SOTTOVIA ZAMBELLINI 15+014 STALINGRADO
OI020	OPERA IDRAULICA OI020 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk15+531	AR016	S16 - SOTTOPASSAGGIO FERRARESE
OI021	OPERA IDRAULICA OI021 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk15+642	SA006	P06 - PORTA STALINGRADO
OI028	OPERA IDRAULICA OI028 - VASCA DI RACCOLTA ACQUE GALLERIA - Pk 16+985	AR018	S18 - SOTTOPASSAGGIO ZAMBECCARI
OI05A	OPERA IDRAULICA OI05A - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk16+250	RO004	RO004 - ADEG. ROT VIA ZAMBECCARI pk15+260
OI05B	OPERA IDRAULICA OI05B - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk16+350	ST095	95T - SOTTOVIA VIA FERRARESE 14+708
TC020	SIFONE IDRAULICO DN800 Pk 15+242/15+298 (sud)	ST097	97T - SOTTOVIA ZAMBELLINI 15+014 STALINGRADO
ST090	90T - SOTTOVIA RAMPA INTERCONNESSIONE - 14+263	ST098	98T - SOTTOVIA VIA ZAMBECCARI 15+288
ST092	92T - SOTTOVIA A14 RAMPA INTERC 14+487	CV01B	101B - Cavalcavia di svincolo pk 15+818 - Placcaggio Spalle
SZ011	SEZIONI TRASVERSALI	CV01C	101C - Cavalcavia di svincolo pk 15+925 - Placcaggio Spalle
SZ012	SEZIONI TRASVERSALI	CV01D	101D - Cavalcavia di svincolo pk 15+957 - Placcaggio spalle
SZ013	SEZIONI TRASVERSALI	CV01T	101T - Cavalcavia di svincolo pk 15+777
ST098	98T - SOTTOVIA VIA ZAMBECCARI 15+288	ST095	95T - SOTTOVIA VIA FERRARESE 14+708
		ST097	97T - SOTTOVIA ZAMBELLINI 15+014 STALINGRADO

2.2.6 Tratta C, da pk 16+150 a pk 22+200

La **Tratta C**, lunga circa 6050 metri lineari, si sviluppa dalla pk 16+150 dello Svincolo n° 8 di Bologna-Fiera sino alla fine intervento posto alla pk 22+200. Anche quest'ultima porzione di tracciato è caratterizzato dalle litologie dominanti della successione neogenica-quadernaria del sistema emiliano-romagnolo superiore (AES) con sabbie, limi ed argille.

Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della Tratta C:

Tabella 2-4 Elenco degli interventi principali da realizzare nell'ambito della Tratta C

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
C17	CORPO STRADALE da pk 17+639 a pk 18+330	RS10D	RAMPA RS10D
C18	CORPO STRADALE da pk 18+344 a pk 18+658	TC10D	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 17+970 (sud)
C19	CORPO STRADALE da pk 18+694 a pk 19+002	TC10A	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 17+970 (sud)
C20	CORPO STRADALE da pk 19+104 a pk 19+325	RS11A	RAMPA RS11A
C21	CORPO STRADALE da pk 19+342 a pk 19+826	RS11B	RAMPA RS11B
C22	CORPO STRADALE da pk 19+843 a pk 20+552	RS11C	RAMPA RS11C
C23	CORPO STRADALE da pk 20+576 a pk 20+774	RS11D	RAMPA RS11D
C24	CORPO STRADALE da pk 20+798 a pk 21+323	TC11A	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 - Pk 18+870 (SUD)
C25	CORPO STRADALE da pk 21+385 a pk 21+789	TC11B	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 18+875 (sud)
C15	CORPO STRADALE DA PK 16+117 A PK 17+035	TC11C	TOMBINO CIRCOLARE DN800 PK.18+760 (sud)
C15	CORPO STRADALE da pk 16+117 A14 a pk 17+039 A14	RS12A	RAMPA RS12A
C16	CORPO STRADALE da pk 16+117 A14 a pk 17+039 A14	RS12B	RAMPA RS12B
C16	CORPO STRADALE DA PK 17+035 A PK 17+639	RS12C	RAMPA RS12C
C17	CORPO STRADALE DA PK 17+639 A PK 18+331	RS12D	RAMPA RS12D
C18	CORPO STRADALE DA PK 18+342 A PK 18+671	TC12A	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 17+970 (sud)
C19	CORPO STRADALE DA PK 18+704 A PK 19+004	RS13A	RAMPA RS13A
C20	CORPO STRADALE DA PK 19+103 A PK 19+344	RS13B	RAMPA RS13B
C21	CORPO STRADALE DA PK 19+356 A PK 19+825	RS13C	RAMPA RS13C
C22	CORPO STRADALE DA PK 19+841 A PK 20+553	RS13D	RAMPA RS13D
C23	CORPO STRADALE DA PK 20+576 A PK 20+774	TC13B	TOMBINO CIRCOLARE DN600 Pk 21+700 (nord)
C24	CORPO STRADALE DA PK 20+797 A PK 21+332	TC13A	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 17+970 (sud)
C25	CORPO STRADALE DA PK 21+376 A PK 21+790	TC13C	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 17+970 (sud)
C26	CORPO STRADALE DA PK 21+802 A PK 22+352	CV51T	CAVALCAVIA CV51T - RAMPE RS51C-RS51D
O21	NUOVO PONTE SAVENA	RO012	RO012 - ADEGUAMENTO ROT. VIA MALOSSI
C26	CORPO STRADALE da pk 21+800 a pk 22+352	RS51A	RAMPA RS51A
O22	RIQUALIFICA VIA CASELLE	RS51B	RAMPA RS51B
I53	RIQUALIFICA VIA DEL TERRAPIENO	RS51C	RAMPA RS51C
O18	RIQUALIFICA VIA DUE MADONNE	RS51D	RAMPA RS51D
I14	RIQUALIFICA VIA DUE MADONNE - 19+822	RS58C	RAMPA RS58C
O16	RIQUALIFICA VIA MASSARENTI	RS58D	RAMPA RS58D
O17	RIQUALIFICA VIA RIVANI	TC58A	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 21+700 (nord)
I13	RIQUALIFICA VIA RIVANI - 19+341	MC005	MURO DI CONTRORIPA MC005
O19	RIQUALIFICA VIA ROBERTO VIGHI 20+565	SZ15N	CS - TANG. NORD da pk 15+277 a pk 17+513
O20	RIQUALIFICA VIA ROBERTO VIGHI 20+786	SZ15S	CS - TANG. SUD da pk 15+277 a pk 17+513
I52	RIQUALIFICA VIA SAN DONATO	SZ16N	CS - TANG. NORD da pk 15+277 a pk 17+513
O14	RIQUALIFICA VIA SCANDELLARA	SZ16S	CS - TANG. SUD da pk 15+277 a pk 17+513
O15	RIQUALIFICA VIA SCANDELLARA	MC058	Muro di sostegno nuovo rilevato San Donnino
I10	RIQUALIFICA VIALE EUROPA	SZ17N	CS - TANG. NORD da pk 17+050 a pk 17+630
U51	SV.11 BIS - VIA LENIN - ROTONDA PARADISI	SZ17S	CS - TANG. SUD da pk 17+050 a pk 17+630
OI016	OPERA IDRAULICA OI016 - VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO Pk 16+350	TS009	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 Pk 18+009 (Op.108T)
SM013	SM013 A14 - PORTALE A CAVALLETTO L82.94m - pk16+246	MS017	MURO DI SOTTOSCARPA MS017
SM016	SM016 TG NORD - PORTALE A BANDIERA L19,10m - pk18+352	MS018	MURO DI SOSTEGNO MS018
SM017	SM017 TG SUD - PORTALE A BANDIERA L19,10m - pk18+432	SZ18N	CS - TANG. NORD da pk 17+630 a pk 18+385
SM018	SM018 TG SUD - PORTALE A BANDIERA L19,10m - pk20+040	SZ18S	CS - TANG. SUD da pk 17+630 a pk 18+385
SM019	SM019 TG NORD - PORTALE A BANDIERA L19,10m - pk20+115	TC025	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 18+369

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
SM020	SM020 A14 - PORTALE A CAVALLETTO L79,65m - pk21+460	MS019	MURO DI SOSTEGNO MS019
SM14N	SM14N TG NORD - PORTALE A BANDIERA L22,30m - pk17+695	MS020	MURO DI SOSTEGNO MS020
SM14S	SM14S TG SUD - PORTALE A BANDIERA L19,10m - pk16+976	MS021	MURO DI SOSTEGNO MS021
SS001	SS001 - PORTALE A CAVALLETTO L75,70m - pk21+252	SZ19N	CS - TANG. NORD da pk 18+385 a pk 18+743
SS002	SS002 - PORTALE A CAVALLETTO L78,50m - pk21+996	SZ19S	CS - TANG. SUD da pk 18+385 a pk 18+743
SS049	SS049 - PORTALE A CAVALLETTO TG. NORD - pk16+409	TC026	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 18+847 (Op.110T)
SS054	SS054 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk17+737	MS022	MURO DI SOSTEGNO MS022
SS055	SS055 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk17+844	SZ20N	CS - TANG. NORD da pk 19+100 a pk 19+343
SS056	SS056 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk18+084	SZ20S	CS - TANG. SUD da pk 19+100 a pk 19+343
SS057	SS057 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk18+220	TC027	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 19+224 (Op.114T)
SS058	SS058 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk18+310	MS027	MURO DI SOSTEGNO MS027
SS063	SS063 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk19+297	SZ21N	CS - TANG. NORD da pk 19+343 a pk 19+824
SS065	SS065 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk19+505	SZ21S	CS - TANG. SUD da pk 19+343 a pk 19+824
SS066	SS066 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk19+621	TC029	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 19+596 (Op.116T)
SS067	SS067 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk19+779	TC030	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 19+659 (Op.117T)
SS068	SS068 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk20+132	MS057	MURO DI SOSTEGNO MS057
SS069	SS069 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk20+298	MS023	MURO DI SOSTEGNO MS023
SS070	SS070 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk20+531	MS025	MURO DI SOSTEGNO MS025
SS071	SS071 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk20+631	SP121	121T - SOTTOVIA SCATOLARE 4,5x4,5 PK20+326
SS072	SS072 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk20+853	SZ22N	CS - TANG. NORD da pk 19+824 a pk 20+606
SS073	SS073 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk21+083	SZ22S	CS - TANG. SUD da pk 19+824 a pk 20+606
SS074	SS074 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk21+231	TC031	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 20+009 (Op.119T)
SS075	SS075 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk21+558	SZ23N	CS - TANG. NORD da pk 20+606 a pk 20+777
SS076	SS076 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk21+853	SZ23S	CS - TANG. SUD da pk 20+606 a pk 20+777
SS100	SS100 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk18+443	TC033	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 PK 20+648 (Op.123T)
SS222	SS222 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk17+305	MS024	MURO DI SOSTEGNO MS024
SS234	SS234 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk16+546	MS029	MURO DI SOSTEGNO MS029
SS248	SS248 - PORTALE A CAVALLETTO L69,30m - pk16+836	SP127	127T - SOTTOVIA SCATOLARE COGENERAZIONE 21+321
SS051	SS051 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk16+145	SZ24N	CS - TANG. NORD da pk 20+777 a pk 21+312
SS221	SS221 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk 16+445	SZ24S	CS - TANG. SUD da pk 20+777 a pk 21+312
SS059	SS059 - PORTALE A BANDIERA TG. SUD - pk18+556	TC034	TOMBINO CIRCOLARE DN800 PK 20+864 (Op.125T)
SS230	SS230 - PORTALE A BANDIERA TG. NORD - pk21+707	MS030	MURO DI SOSTEGNO MS030
II005	II005 - INTERFERENZA TORRENTE SAVENA VIVO	MS031	MURO DI SOSTEGNO MS031
II006	II006 - INTERFERENZA RIO ZINELLA	SP129	129T - SOTTOVIA PEDONALE SAVENA SCAT. Pk 21+376
OI007	OPERA IDRAULICA OI007 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk16+480	SP130	130T - SOTTOVIA SCAT. Pk 21+498
OI008	OPERA IDRAULICA OI008 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk18+375	SZ25N	CS - TANG. NORD da pk 21+373 a pk 21+488
OI009	OPERA IDRAULICA OI009 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk19+450	SZ25S	CS - TANG. SUD da pk 21+373 a pk 21+488
OI016	OPERA IDRAULICA OI016 - VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO Pk 16+350	TC035	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 - PK 21+590
OI022	OPERA IDRAULICA OI022 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk18+014	TC015	TOMBINO CIRCOLARE DN800 Pk 21+700 (nord)
OI023	OPERA IDRAULICA OI023 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk19+259	CV102	CAVALCAVIA VIALE EUROPA Pk 16+427
OI024	OPERA IDRAULICA OI024 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk20+137	MS042	IMBOCCO SOTTOVIA - MURI DI SOSTEGNO LATO NORD
OI025	OPERA IDRAULICA OI025 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk21+724	MS043	IMBOCCO SOTTOVIA - MURI DI SOSTEGNO LATO SUD
OI026	OPERA IDRAULICA OI026 - BACINO DI LAMINAZIONE - Pk18+820	RO033	RO033 - NUOVA ROT. FRA V.EUROPA E WBS RP046
TC028	TOMBINO CIRCOLARE DN500 PK 19+370/19+404	RS33A	RS33A - SHUNT TRA RP46B E V.LE EUROPA A NORD RO033
TC037	SIFONE IDRAULICO DN800 Pk 21+495 - 21+504 (Nord)	RS33B	RS33B - SHUNT TRA V.LE EUROPA EST E RP46C
TC038	SIFONE IDRAULICO DN800 Pk 221+495 - 21+504 (Sud)	RS33C	RS33C - USCITA RO033 DIREZIONE V.LE EUROPA A NORD
TC060	TOMBINO CIRCOLARE DN1000 (spingitubo) pk 15+770	RS33D	RS33D - INGRESSO RO033 DA V.LE EUROPA A NORD
TS036	TOMBINO SCATOLARE 2X1 PK 21+312 / 21+334 (Nord)	RS33E	RS33E - V.LE EUROPA ASSE EST
PO128	128T - PONTE SAVENA - 21+354	RS33F	RS33F - V.LE EUROPA ASSE OVEST
SZ026	SEZIONI TRASVERSALI	SP002	SOTTOPASSO CICLOPEDONALE V.LE EUROPA - PERCORSO BK007
SZ015	SEZIONI TRASVERSALI	SP005	SOTTOVIA V.LE EUROPA
SZ016	SEZIONI TRASVERSALI	TC58B	TOMBINO CIRCOLARE DN600 PK 21+700 (nord)
SZ017	SEZIONI TRASVERSALI	AR026	S26 - SOTTOPASSAGGIO GIUSEPPE RIVANI
SZ018	SEZIONI TRASVERSALI	AR027	S27 - SOTTOPASSAGGIO DUE MADONNE
SZ019	SEZIONI TRASVERSALI	PP003	PASSERELLA SUL FIUME SAVENA
SZ020	SEZIONI TRASVERSALI	RO010	RO010 - ADEG. ROT. V.CASELLE pk21+750
SZ021	SEZIONI TRASVERSALI	MS062	MURO XXXXX
SZ022	SEZIONI TRASVERSALI	MC063	MURO XXXXX
SZ023	SEZIONI TRASVERSALI	MC064	MURO XXXXX
SZ024	SEZIONI TRASVERSALI	RO011	RO011 - ADEGUAMENTO ROTATORIA MASSARENTI
SZ025	SEZIONI TRASVERSALI	SA010	P10 - PORTA MASSARENTI
MS026	MURO DI SOSTEGNO MS026	CV103	CAVALCAVIA SAN DONATO Km 17+043
MS032	MURO DI SOSTEGNO MS032	OI030	Vasca di laminazione con stazione di sollevamento
MS050	MURO DI SOSTEGNO PIAZZOLA IN CARR. NORD ALLA Pk 21+850	OI031	Vasca di laminazione con stazione di sollevamento
SZ26N	CS - TANG. NORD da pk 21+488 a pk 22+180	RO021	RO021 - NUOVA ROT. V.S.DONATO E V.PILASTRO
SZ26S	CS - TANG. SUD da pk 21+488 a pk 22+140	RP52A	Riqualfica Via San Donato - Tratto a nord del cavalcavia
TS13B	PROLUNGAMENTO SCATOLARE RIO ZINELLA pk 21+832	RP52B	Riqualfica Via San Donato - Tratto su cavalcavia
ST109	109T - SOTTOVIA DIR. VIA SCANDELLARA 18+337	SA008	P08 - PORTA SAN DONATO
ST111	111T - VIADOTTO SCANDELLARA AMPL.TANG. 18+675	CV106	CAVALCAVIA DEL TERRAPIENO Km 17+858
ST113	113T - VIADOTTO MASSARENTI AMPL. TANG. 19+053	SA009	P09 - PORTA ROVERI
ST115	115T - SOTTOVIA VIA RIVANI 19+334	CV102	CAVALCAVIA VIALE EUROPA Pk 16+427
ST118	118T - SOTTOVIA VIA DUE MADONNE 19+834	CV103	CAVALCAVIA SAN DONATO Km 17+043
ST122	122T - I° SOTTOVIA VIA ROBERTO VIGHI	CV106	CAVALCAVIA DEL TERRAPIENO Km 17+858
ST124	124T - II° SOTTOVIA VIA ROBERTO VIGHI	PO128	128T - PONTE SAVENA - 21+354
ST132	132T - SOTTOVIA VIA CASELLE 21+797	ST111	111T - VIADOTTO SCANDELLARA AMPL.TANG. 18+675
MS033	MURO DI SOSTEGNO MS033	ST113	113T - VIADOTTO MASSARENTI AMPL. TANG. 19+053
RS08A	RAMPA RS08A	ST115	115T - SOTTOVIA VIA RIVANI 19+334
RS08B	RAMPA RS08B	ST118	118T - SOTTOVIA VIA DUE MADONNE 19+834
RS08C	RAMPA RS08C	ST122	122T - I° SOTTOVIA VIA ROBERTO VIGHI
RS08D	RAMPA RS08D	ST124	124T - II° SOTTOVIA VIA ROBERTO VIGHI
RS08E	RAMPA RS08E	ST132	132T - SOTTOVIA VIA CASELLE 21+797
RS08H	RAMPA RS08H	TC021	TOMBINO CIRCOLARE DN1500 Pk 21+700 (nord)
RS08I	RAMPA RS08I	ST109	109T - SOTTOVIA DIR. VIA SCANDELLARA 18+337
RS08L	RAMPA RS08L	ST113	113T - VIADOTTO MASSARENTI AMPL. TANG. 19+053
TC08A	TOMBINO CIRCOLARE DN600 Pk 16+302 (sud)	ST115	115T - SOTTOVIA VIA RIVANI 19+334
TC08D	TOMBINO CIRCOLARE DN600 Pk 16+287 (nord)	ST118	118T - SOTTOVIA VIA DUE MADONNE 19+834
RS10A	RAMPA RS10A	ST122	122T - I° SOTTOVIA VIA ROBERTO VIGHI
RS10B	RAMPA RS10B	ST124	124T - II° SOTTOVIA VIA ROBERTO VIGHI
RS10C	RAMPA RS10C	ST132	132T - SOTTOVIA VIA CASELLE 21+797

2.2.6bis Lavorazioni specifiche di pertinenza di Lotto

Alle WBS sopra indicate si aggiungono, per l'aggiornamento progettuale di fase esecutiva, le lavorazioni e realizzazioni di competenza specifica dei singoli lotti in appalto.

In particolar modo, rientrano nella gestione dei sottoprodotti le lavorazioni relative alla preparazione dei cantieri che avverranno nell'ambito del lotto 0.

Per quanto riguarda il lotto 2, si riporta l'elenco delle wbs che prevedono lavorazioni di interesse nella gestione dei sottoprodotti.

Tabella 2-4bis Elenco degli interventi principali da realizzare in Lotto 2

WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
WBS	Descrizione	WBS	Descrizione
AP001	Sist. a verde AP001 GIARDINO VIA DE LA BIRRA	BK002	BK002 - ITINERARIO Vasco de Gama-Marco Polo
AP002	Sist.a verde AP002 PAR. V.SELVA DI PESCAROLA	BK003	BK003 - ITINERARIO Colombo-Terraioli
AP003	Sist.a verde AP003 GIARD. FRISI SOSTEGNAZZO	BK005	BK005 - ITINERARIO - Zambecari
AP004	Sist.a verde OV004 FASCIA BOSC. V.ARCOVEGGIO	BK007	BK007 - ITINERARIO Romita-Ex Michelino-Guizzardi-Cadriano
AP005	Sist.a verde AP005 GIARDINO A. MORANDI MANZOLINI	BK008	BK008 - ITINERARI Campagna
AP006	Sist.a verde AP006 AREA PARCO NORD	BK009	BK009 - ITINERARIO Terrapieno
AP007	Sist.a verde OV007 PARCO SAN DONNINO	BK010	BK010 - ITINERARI Rivani
AP008	Sist.a verde AP008 PARCO CAMPAGNA VIA LARGA	BK011	BK011 - ITINERARIO Stradelli Guelfi-Canova
AP009	Sist.a verde AP009 PARCO VINCENZO TANARA	BK013	BK013 - ITINERARIO Ferrarese
AP010	Sist.a verde AP010 AREA CANOVA	BK014	BK014 - ITINERARIO Europa-Scandellara
AP013	Sist.a verde AP013 AREA PARC. EX MICHELINO	RP040	Parte stradale
AP011	Sist.a verde OV011 GALLERIA ANTIFONICA	RO016	RO016 - NUOVA ROT. V.M.POLO V.VASCO DE GAMA
AP012	Sist.a verde AP012 AREA EX SCARPARI	MC028	MURO DI CONTRORIPA MC028 - ROT. 23
AP014	Sist.a verde AP014 AREA A COMPLETAMENTO DI VIA CANOVA	RO023	RO023 - NUOVA ROT. V.DEI TERRAIOLI V.COLOMBO
AP015	Sist.a verde AP015 PARCO CAMPO SPORTIVO	SA001	P01 - PORTA TRIUMVIRATO
AP016	Sist.a verde AP016 FASCIA BOSCATA SALICETO-FERRARESE	RO013	RO013 - NUOVA ROT. VIA CORAZZA
AP017	Sist.a verde AP017 PARCO RABIN	RP044	Parte stradale
AP018	Sist.a verde AP018 FASCIA BOSCATA SCANDELLARA	SS541	SS541 - PORTALE A BANDIERA INTERSEZIONE VIA MATTEI
AP019	Sist.a verde AP019 FASCIA BOSCATA ROTATORIA ITALIA	SS060	SS060 - PORTALE TIPO F " TG. NORD - pk 8+945
AP020	Sist.a verde AP020 PARCO SAVENA	SS061	SS061 - PORTALE TIPO F RAMPA RS207
AP021	Sist.a verde AP021 FASCIA BOSCATA DI VIA POGGI	VA82N	12+998 - 82T - BATTIFERRO NAVILE
MS060	MURO DI SOSTEGNO	RO017	RO017 - NUOVA ROT. V.GIURIOLO V.ARCOVEGGIO
MS061	MURO DI SOSTEGNO	SA007	P07 - PORTA FIERA
SA009	P09 - PORTA ROVERI	SA012	P12 - PORTA SAN LAZZARO

Alcuni interventi, evidenziati, risultano inseriti quali nuovi siti di scavo e riutilizzo. Mentre gli altri si riferiscono ad interventi contemplati già nella fase progettuale precedente, ma che alla luce delle risoluzioni emerse in fase di conferenza dei servizi hanno subito una ulteriore suddivisione delle parti d'opera in WBS e/o una nuova codifica (ad es le piste ciclo-pedonali, ec da PC a BK)

2.2.7 Aree di cantiere

Sono previste 5 aree di cantiere, la cui descrizione è riportata nel paragrafo dedicato in precedenza.

- Campo base CB01, con nuova perimetrazione e disposizione interna, a sud dell'intervento alla progr.15+400;
- area cantiere CO01, nuova configurazione localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+000;
- area cantiere CO02, localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+900;
- area cantiere CO03, situata all'altezza del viadotto Reno alla progr.9+800;
- area cantiere CO04, posizionata all'altezza del ponte Savena alla progr.21+300.

Per le aree di cantiere è previsto lo scotico superficiale per la sistemazione e l'adeguamento del piano di posa, ad esclusione delle porzioni dedicate al deposito degli stessi. Nel caso del cantiere CB01, è previsto uno scotico di 30 cm, ad eccezione della porzione ove sono previsti i dormitori (60 cm). Mentre nelle altre aree lo scotico del vegetale sarà eseguito nei primi 60 cm. Il materiale escavato sarà conservato in duna lungo il perimetro delle stesse aree o in aree dedicate e riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva delle medesime.

Sono inoltre previste lungo l'intervento delle aree di supporto in prossimità delle opere maggiori. Le aree sono utilizzate solo per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature necessarie alla realizzazione di quest'ultime.

Aree di deposito intermedio ed in attesa di utilizzo

Nell'ambito delle 5 aree di cantiere sono individuati i siti "deposito intermedio in attesa di utilizzo", secondo la definizione dell'art. 10 del Regolamento. Si tratta di aree per la deposizione del materiale di scavo in attesa della destinazione/utilizzo finale e dello scotico da riutilizzare per la sistemazione definitiva delle stesse aree di cantiere. Ulteriori aree di deposito temporaneo dei materiali di scavo, rispetto al quadro presentato nel Piano di Utilizzo approvato, sono previste inoltre per la disposizione dedicata al vegetale ed alla sistemazione finale delle aree a Parco, con particolare riferimento al Parco San Donnino. Le superfici indicate si riferiscono alla disponibilità effettiva di intervento, in relazione al possibile assetto ed organizzazione in fase realizzativa. Fermo restando la tracciabilità di origine e le caratteristiche dei materiali, poiché le sistemazioni all'interno delle aree a Parco saranno realizzate per fasi su ampie superfici (ad es. operazioni di livellamento o di profilatura morfologica), l'intera area di destinazione finale è da considerarsi quale deposito temporaneo.

Tabella 2-5 Elenco aree di cantiere con superfici adibite al deposito dei materiali di scavo

Cantiere		Superficie disponibile per il deposito in attesa di utilizzo (mq)
CB01	Depositi per scotico vegetale destinato al ripristino cantiere	10.600
		4.575
CO01	Deposito scavi	12.900
	deposito scotico per ripristino cantiere	12.850
CO02	deposito scotico per ripristino cantiere	12.050
CO03	Depositi scotico per ripristino cantiere	6.050
CO04	Depositi scotico per ripristino cantiere	850
		970

Tabella 2-5bis Elenco delle aree a Parco con superfici adibite a deposito

Cantiere	Superficie disponibile per il deposito riferita all'intera area di intervento (mq)
area Parco Nord	30000
Parco Vincenzo Tanara	5000
Campagna via Larga	5000
Parco Sportivo Croce Coperta	64.000
Giardino di via della Birra	23.000
Area Canova	40000
Parco San Donnino	120.000
Area ex Scarpari	10000
Fasca boscata di Via Arcoveggio	5000
Area di Completamento di Via Canova	6000
Parco di Via Selva di Pescarola	10000
Parco Frisi Sostegnazzo	10000
Giardino Anna Morandi Manzolini	5000

3 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali da scavo, sono stati utilizzati i risultati delle indagini geognostiche (in sito ed in laboratorio), associati agli esiti della campagna di caratterizzazione ambientale che ha previsto il campionamento dei terreni e loro analisi chimica.

Si è provveduto in una prima fase a reperire tutti i dati disponibili, presso Enti, privati o da indagini pregresse realizzate, all'interno dell'area in esame, relative anche ad altri interventi infrastrutturali.

Successivamente, si è realizzata una apposita campagna di indagini mirata alla definizione degli aspetti di maggiore interesse ingegneristico ed ambientale (caratterizzazione litologica e meccanica delle diverse formazioni, caratteristiche idrogeologiche e geomeccaniche relative ai principali contesti tettonici, ricostruzione dell'assetto idrogeologico dell'area, ecc.).

La campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito è stata eseguita durante il periodo luglio-ottobre 2016 sulla base delle indicazioni degli allegati 2 e 4 del Regolamento 2012, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 3, comma 1, lettera g.

Il quadro chimico-ambientale è stato approfondito con ulteriori campagne di indagine, svolte in diverse fasi e tempi:

- 2017 e 2018 per integrazioni lungo il tracciato e nelle aree di cantiere;
- 2021, per le opere connesse e nelle aree di cantiere.

In tal modo il piano di campionamento è stato completato, in ottemperanza anche ad alcune prescrizioni presenti nell'atto approvativo del 2017 (rif aree di cantiere).

3.1 CONOSCENZE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO

È stata estesa la conoscenza dei dati progettuali con la ricerca di informazioni tecnico-scientifiche su situazioni ambientali già riconosciute a livello regionale e locale.

In tal senso, per il contesto territoriale interferito, è risultato utile valutare lo stato di contaminazione dei suoli da metalli pesanti con la conoscenza delle concentrazioni naturali di questi elementi legate alla specifica composizione dei minerali costituenti il suolo. Tali concentrazioni, infatti, soprattutto per alcuni metalli, possono variare notevolmente a seconda del materiale su cui il suolo si è sviluppato. Infatti, l'origine degli elementi in traccia nei suoli è legata alle caratteristiche dei materiali di origine e, in diversa misura, agli apporti legati alle attività industriali e agricole. Infine, dagli approfondimenti sul background naturale dell'area di interesse, è stato necessario verificare la presenza di siti contaminati o potenzialmente tali, che possono interferire con l'opera in progetto. Di seguito si sintetizza alcune analisi bibliografiche e tecniche sull'area in oggetto, riferite agli approfondimenti inseriti nei documenti istituzionali della Regione Emilia-Romagna.

3.1.1 Uso del suolo

Come è possibile evincere anche dalla cartografica riportata nella figura seguente, gli interventi previsti dal progetto di potenziamento del sistema tangenziale di Bologna nel tratto compreso tra Borgo Panigale e San Lazzaro (Passante di mezzo di Bologna), ricadono all'interno di un corridoio infrastrutturale, che le fonti bibliografiche sopra citate già classificano correttamente come Reti ed aree infrastrutturali stradali e ferroviarie e spazi accessori.

L'ambito territoriale attraversato dagli interventi previsti, si presenta profondamente antropizzato, in particolare nella porzione a sud dell'area di intervento, dove spazi strutturati da edifici ad uso generalmente residenziale e da viabilità, si alternano ad insediamenti industriali, commerciali, di servizi pubblici e privati e relativi spazi associati (parcheggi, depositi, ecc.). La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione. Nella porzione di territorio a nord del progetto in esame, prevale, al contrario, un tessuto dove i seminativi irrigati periodicamente o sporadicamente, in genere grazie a infrastrutture permanenti, si alternano a spazi caratterizzati dalla presenza di edifici ad uso generalmente residenziale (palazzi, palazzine e villini). Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale si presentano discontinui e coesistono con superfici coperte da vegetazione che occupano aree non trascurabili. La copertura vegetale può occupare una superficie significativa (grandi spazi verdi condominiali, giardini privati, orti familiari), ma non presenta rilevanza agroforestale. Porzioni significative di territorio sono comunque occupate da insediamenti industriali, commerciali, di servizi pubblici e privati e relativi spazi associati (parcheggi, depositi, ecc.).

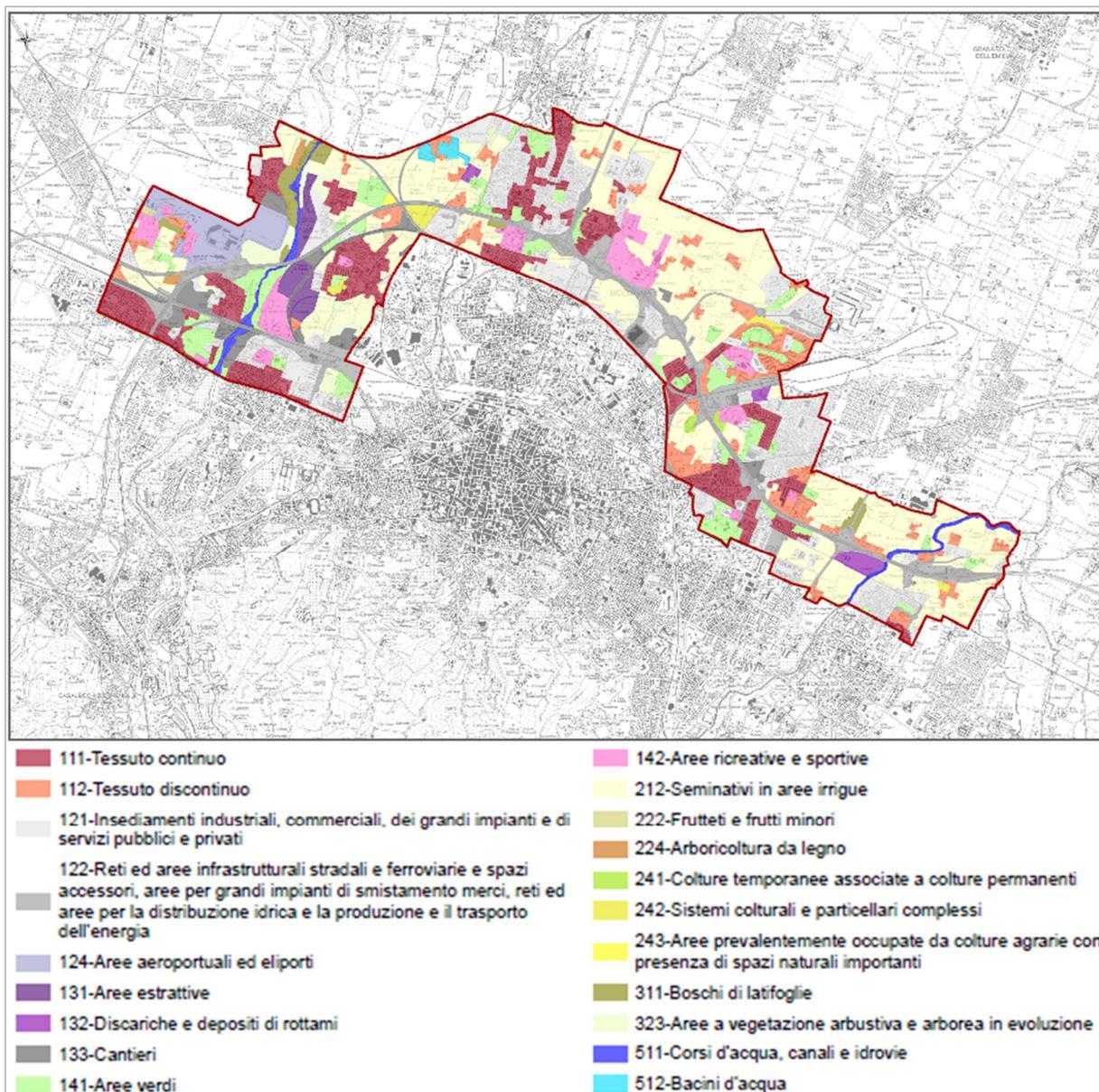


Figura 3-1 Uso del suolo (fonte: – Geoportale della regione Emilia-Romagna)

Nell'ambito del territorio interessato dagli interventi in progetto, nel tratto terminale, è presente la stazione ecologica HERA di via Stradelli Guelfi, al cui interno è situato un vecchio sito di conferimento di rifiuti solidi urbani (RSU), da tempo completato e sistemato, come si vede dalla figura seguente.

Tra la pk 21+000 e pk 21+310, lungo la carreggiata Sud, il progetto interferisce difatti con la proprietà Hera, interessando la viabilità interna, parallela all'autostrada, che costeggia questo vecchio sito di conferimento. Con l'ampliamento a progetto della piattaforma stradale, la costruzione del muro di sostegno previsto ricade sul lato della viabilità interna.

Attraverso gli approfondimenti conoscitivi del territorio per la redazione del progetto con le indagini geognostiche esplorative effettuate, si è inoltre constatata la presenza del materiale posto in deposito (sino a 7 m da p.c. con un sottostante strato di argilla compatta di circa 3 m di spessore). Pertanto, in considerazione di quanto sopra riportato, il materiale escavato lungo tale interferenza sarà gestito a rifiuto con smaltimento in impianti di trattamento e/o in discarica autorizzata; le disposizioni in fase esecutiva, per la realizzazione delle opere in tale contesto, dovranno prevedere accorgimenti di impermeabilizzazione e di separazione degli interventi con il ripristino dei rivestimenti e delle funzioni isolate del deposito.

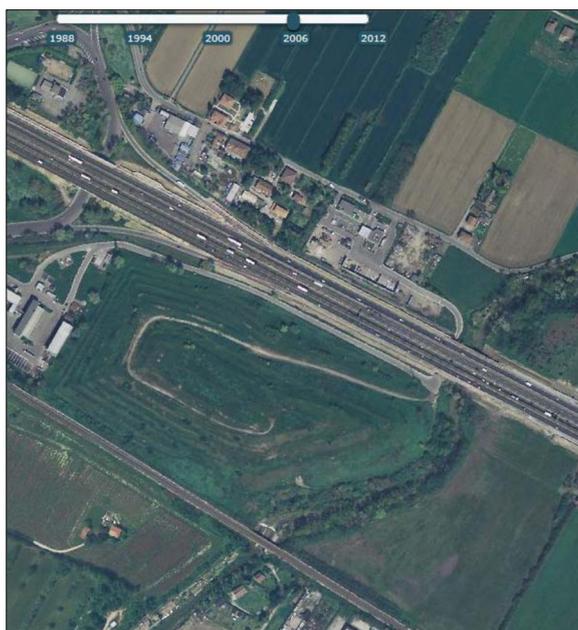


Figura 3-2 Vista del Sito di conferimento Hera (pk 21+000 circa)

3.1.2 Anagrafe regionale dei siti contaminati

Come anticipato in premessa al presente capitolo, è stato inoltre consultato il catasto regionale dei siti contaminati, gestito con il coordinamento della Regione Emilia-Romagna, secondo le disposizioni normative del D. Lgs. 152/2006. L'Arpa dell'Emilia-Romagna provvede annualmente alla redazione di un report con un'analisi dei dati relativi ai siti contaminati inseriti nell'archivio di Arpa ER, denominato Catasto dei siti contaminati. Secondo il report del 2015, nel territorio della provincia di Bologna, le procedure di bonifica più rilevanti con iter non concluso, interessano le seguenti tipologie di attività industriale: Metalmeccanica; Chimica; Produzione di gas; Aree ferroviarie.

È stata inoltre eseguita una verifica su eventuali aggiornamenti di interesse, nell'archivio di Arpa ER -Catasto siti contaminati per aggiornamento (maggio 2022). Si conferma il quadro già descritto nel Piano approvato.

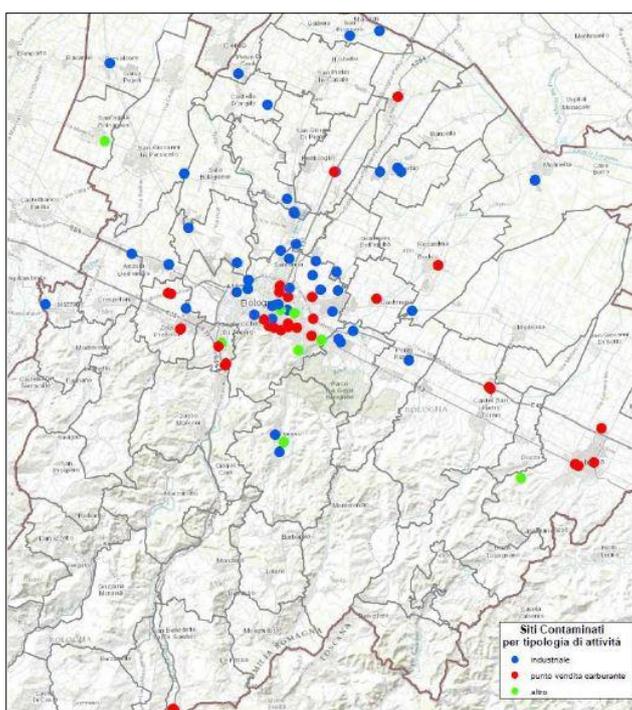


Figura 3-3 Siti Contaminati in Provincia di Bologna (da Arpa Emilia-Romagna)

Tra queste, vi sono quattro aree che sono vicine ai territori interessate dagli interventi in progetto, come indicato nella tabella e figura seguente.

Tabella 3-1 Siti contaminati limitrofi agli interventi in progetto (fonte: Arpa ER -Catasto siti contaminati)

Id	N.	Codice	Indirizzo	Attività
1	179	BOU00134	via Traghetto,42	industriale
2	166	BOU00052	via Bertalia,1	industriale
3	192	BOU00242	via Stalingrado	industriale
4	186	BOU00216	via Massarenti, 217	punto vendita carburante

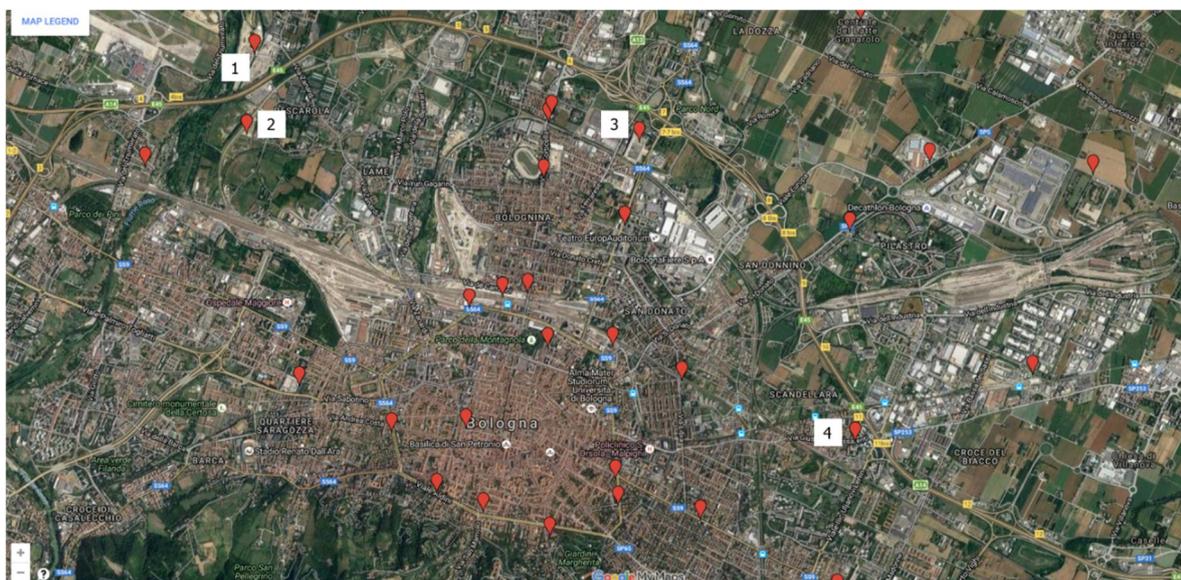


Figura 3-4 Estratto dalla Mappa dei siti contaminati

La prima area è localizzata a nord del sistema tangenziale, ad una distanza di circa 330 m dagli interventi in progetto ed è costituita dall'area Valli Zabban S.p.A. sita in via del Traghetto a Bologna. Lo stabilimento, in attività dal 1955, produce emulsioni bituminose. Il procedimento di bonifica è stato avviato nel 2005 a seguito di indagini per accertamento della qualità ambientale ed è tuttora in corso. La contaminazione principale, da solventi alogenati, interessa la falda freatica e la falda confinata sottostante.

La seconda area, zona R5.3 Bertalia-Lazzaretto, è distante dal sistema tangenziale e non risulta più di interesse vista l'esclusione dell'intervento relativo alla viabilità complementare fra via Triumvirato e Asse attrezzato nell'ambito della realizzazione del Passante.

La terza area si trova a sud del sistema tangenziale all'altezza dello svincolo 7-7bis su via Stalingrado. L'area è prossima agli interventi in progetto, ma non è da questi interessata; riguarda, difatti, l'area della ex Manifattura tabacchi di Bologna destinata alla realizzazione del Tecnopolo. I lavori di bonifica e riqualificazione sono tutt'ora in corso.

La quarta area è collocata anch'essa a sud del sistema tangenziale, all'altezza dello svincolo 11 su via Massarenti. L'area è quella del punto vendita di carburante, che dista circa 200 m dagli interventi in progetto. È stata effettuata una messa in sicurezza di emergenza, ma gli interventi di bonifica non sono completati.

In considerazione di quanto sopra riportato, si evince che l'intervento non interferisce con aree soggette a procedure amministrative di bonifica.

3.1.3 Cartografia geochimica regionale

La Regione Emilia-Romagna ha condotto varie campagne di indagine ambientale e di raccolta dati per il rilevamento dei suoli finalizzato alla costituzione di una base conoscitiva, alla determinazione delle caratteristiche necessarie per la loro classificazione ed alla misura diretta della concentrazione di alcuni metalli pesanti. L'obiettivo è quello di definire un quadro di riferimento a livello regionale. Sono state elaborate Carta dei suoli regionali a diversa scala. In particolar modo si è fatto riferimento alle indagini e studi riportati nei seguenti 2 volumi:

- Carta del fondo naturale-antropico della Pianura Emiliano-Romagnola alla scala 1:250000, edizione 2016
- Carta pedogeochimica della Pianura Emiliano – Romagnola alla scala 1:250 000, edizione 2016.

I campioni analizzati sono stati prelevati dall'orizzonte superficiale e da orizzonti profondi. La concentrazione di metalli dello strato profondo è stata utilizzata per determinare il valore di fondo naturale, che può essere assimilato al contenuto del materiale di partenza, mentre quella dello strato superficiale è stata utilizzata per determinare il valore di fondo antropico o in maniera più puntuale un'anomalia geochimica, dovuto sia al contenuto naturale che ad eventuali apporti o pratiche antropiche. Dall'analisi statistica dei dati elaborati è stato possibile determinare, il valore del percentile per gli orizzonti superficiali e per gli orizzonti profondi.

Questa operazione è stata effettuata per ogni Unità Genetico-Funzionali (UGF), individuata sulla base delle caratteristiche fisiche intrinseche dei depositi e dei suoli.

Le cartografie sono state consultate dai siti istituzionali della Regione Emilia-Romagna (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/> e <http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>). In generale l'area non è caratterizzata da particolari fondi naturali con significativi o diffusi superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione in nessuna unità deposizionale funzionale. Per la valutazione delle anomalie geochimiche, l'Ente ha proceduto all'analisi dei campioni prelevati a 20-30 cm di profondità in corrispondenza degli stessi siti di campionamento utilizzati per la costruzione della "Carta del Fondo Naturale". La valutazione dello stato di contaminazione di un suolo si avvale comunemente di formule che, attraverso il confronto tra le concentrazioni di metallo rilevate nella parte superficiale del suolo e il fondo naturale, permettono la collocazione del suolo stesso all'interno di uno schema classificativo che ne definisce lo "stato di salute". Il calcolo dell'Indice di Geoaccumulo in corrispondenza dei siti di campionamento fornisce un'idea immediata, per quanto locale (considerato il carattere puntiforme dell'indagine), dello stato di salute dei suoli campionati, l'andamento a scala regionale fornisce un quadro generale. A titolo di esempio, si riporta di seguito la cartografia regionale del fondo naturale antropico in Arsenico e Vanadio con evidenziata l'area del bolognese di interesse progettuale (da sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/>).

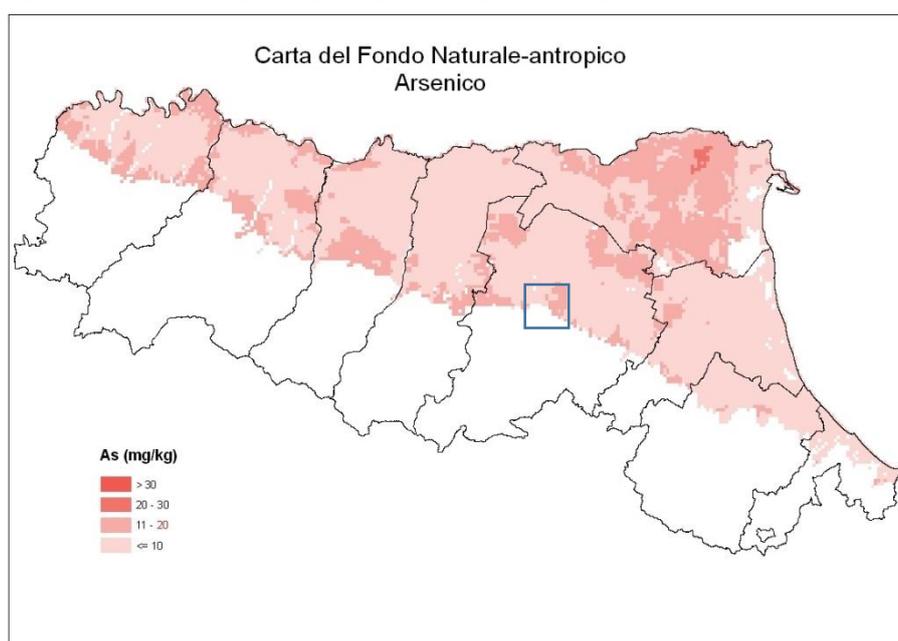


Figura 3-5 Carta del fondo naturale antropico in Arsenico

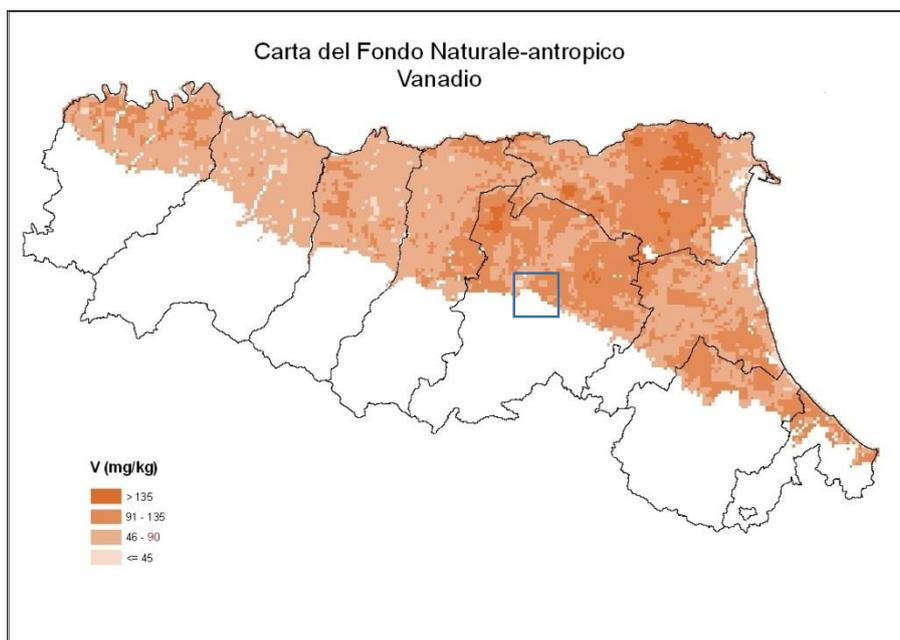


Figura 3-6 Carta del fondo naturale antropico in Vanadio

3.2 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012

In relazione all'inquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le diverse fasi di lavorazione, sono stati individuati 4 ambiti di scavo. Questi ambiti, identificati nel presente Piano di Utilizzo, sono funzionali alla gestione ai sensi del D.M 161/2012 dei materiali di scavo, prevista in progetto lungo l'intero tracciato.

I 4 ambiti individuati in fase di progetto sono:

- **TRATTA A**, da inizio intervento (progr.8+100) a Svincolo n° 6 di Castel Maggiore (progr.14+100~)
- **TRATTA B**, da Svincolo n°6 di Castel Maggiore (progr.14+100 ~) a Svincolo n° 8 Bologna-Fiera (progr.16+150)
- **TRATTA C**, da Svincolo n° 8 Bologna-Fiera (progr.16+150~) a fine intervento (progr.22+200)
- **Aree di cantiere**: CB01, con nuova perimetrazione e disposizione interna, nuova configurazione CO01, CO02, CO03 e CO04.

Tale suddivisione non risulta essere più funzionale alla logica aggiornata della cantierizzazione e delle lavorazioni, tuttavia è stata mantenuta come riferimento per il piano di indagine per la caratterizzazione ambientale in fase di progettazione, che ha interessato l'intero tracciato e di seguito descritto.

Tutti gli ambiti sono interessati da lavorazioni e movimenti terre come sottoprodotti, suddivise tra i lotti in appalto seguenti: **Lotto 0**, Opere propedeutiche; **Lotto 1**, Opere in linea; **Lotto 2**, Opere ambientali ed esterne.

3.2.1 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

La caratterizzazione delle caratteristiche chimiche dei terreni interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Tale attività ha avuto anche la finalità di determinare eventuali situazioni di contaminazione o di individuare valori di concentrazione elementare riconducibili al fondo naturale.

Nella predisposizione del piano di indagini, sono state considerate le pressioni antropiche presenti le conoscenze desunte dagli studi geognostici e la tipologia di interventi previsti in progetto.

Nell'ubicazione delle indagini si sono tenuti in conto i seguenti aspetti:

- omogeneità litologica, riferita specialmente alla presenza continua di depositi alluvionali, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e limi;

- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

Come da Allegato 2 del Regolamento, l'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è stata basata su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti d'indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna. Nel seguente schema vengono definiti i punti di indagine per ciascuna tipologia progettuale.

Tabella 3-2 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.M. 161/2012

		ESTENSIONI	PRELIEVI	NOTE
1	AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3	oltre la superficie, l'eventuale volume movimentato (con riferimento ai 3000 mc proposti per la formazione di un cumulo) per eventuali operazioni di rimodellamento e/o predisposizione di bonifica e sistemazione del piano di posa (ad es. almeno 0,6 m da p.c.).
		2.500 < Area < 10.000 m ²	3 + 1 ogni 2.500 m ²	
		> 10.000 m ²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti	
2	TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	n.1 campione	prelevare un campione per ogni litologia incontrata
3	SCAVI < 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
4	SCAVI > 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 nella zona intermedia	

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati allegati al presente. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al DM 161/2012.

3.2.2 Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale

I punti di indagine, lungo il tracciato di interesse inizialmente soggetti a campionamento ed analisi, sono stati in totale 49 (si vedano le tabelle seguenti) a fronte dei 69 previsti nel piano di indagini di caratterizzazione.

Come indicato in premessa al presente capitolo, durante le fasi successive di progettazione e di integrazione, sono stati eseguiti ulteriori prelievi ed analisi di laboratorio durante le diverse campagne di indagine.

La caratterizzazione ambientale è stata eseguita complessivamente su 174 siti investigati (102 nelle 5 aree di cantiere e 72 lungo il tracciato), con prelievo di campioni da carotieri a mano o scavetti a mano (SM), da pozzetti esplorativi (PZ) e da sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale (PB). Il campionamento ha riguardato il prelievo di 238 aliquote di terra da scavo, sottoposte poi ad analisi di laboratorio (102 nelle 5 aree di cantiere; i restanti 136 distribuiti nei punti lungo il tracciato e nelle opere di interesse, con diverse aliquote nei vari orizzonti, di cui 40 negli strati più profondi oltre 10 m da p.c.).

In relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea comunque l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni e riferito quasi esclusivamente a depositi alluvionali costituiti da limi, argille e sabbie, ed il contesto territoriale uniforme, lungo l'intero tratto in progetto.

Secondo lo schema proposto, i campioni, da sottoporre ad analisi, sono suddivisi principalmente in superficiali, relativi al top soil, ed in campioni prelevati entro il primo metro di piano campagna. In alcuni casi, con campionamenti da sondaggi geognostici a carotaggio continuo, il prelievo è stato spinto a profondità maggiori rispetto al primo metro dal p.c sino alle quote previste in progetto, in relazione ad opere d'arte di interferenza idraulica o di viabilità. Durante la fase di campionamento, si è tenuto conto delle effettive condizioni del sito, degli orizzonti stratigrafici interessati, delle profondità massime di scavo da p.c. in ciascun punto e della possibilità di accesso in contesti privati.

Lo strato superficiale, top soil, è stato campionato indicativamente nei primi 0,3 m dal p.c., su ogni punto di indagine effettuato con pozzetto esplorativo. Questo livello è caratterizzato in genere dalla presenza della componente organica relativa all'apparato vegetale e radicale, che viene poi scartata in fase di prelievo o analisi.

Tabella 3-3 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale in fase di progetto, Tratta A

Tratta	pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo	Integrazioni Riporti (m da p.c.)
A	8+100	N	PZ-PB1	1681750,3	4932594,8	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,00-0,50
A	8+500	N	PB1	1681581,8	4932324,3	4	0,0-2,0; 15,0-17,0; 33,0-35,0	0,30-1,0
A	9+100	N	PZ-AMB1	1682188,3	4932748,4	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,00-1,00
A	9+700	N	PZ-PB2	1682981,8	4932802,2	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,00-0,45
A	9+900		IA PB2	1683775,2	4932856,0	1		0,00-1,00
A	10+000	N	PB4	1684568,7	4932909,8	3	0,00-1,00; 17,0-18,0; 30,5-32,0	
A	10+100	N	PB6(DH)	1683372,0	4932765,9	3	0,0-2,0; 18,0-20,0; 38,0-40,0	
A	10+500	N	L0	1683762,2	4932729,7	3	0,00-1,00; 6,00-7,50 10,50- 12,00	
A	10+550	N	PZ-L0	1684152,4	4932693,4	2	0,10-1,00; 1,00-2,00	
A	10+400	N	PZ-L1	1684542,6	4932657,1	3	0,00-0,70; 0,70-1,45; 1,45-2,10	
A	10+350	N	PZ-L1BIS	1684932,8	4932620,9	1	0,00-1,00	
A	10+300	N	PZ-L2	1685323,0	4932584,6	3	0,00-1,00; 1,00-2,00; 3,00-4,00	
A	10+300	N	PZ-L2BIS	1685713,2	4932548,4	1	0,00-1,00	
A	10+500		IA PB3	1686103,4	4932512,1	1		0,00-1,00
A	10+600	N	PZ-PB3	1683791,5	4933086,3	2	0,0-0,3; 0,3-0,6	
A	10+800	S	PB7	1684027,1	4933146,6	4	0,0-2,0; 12,0-14,0; 23,0-25,0	0,00-1,00
A	11+300	S	PB8	1684439,6	4933431,9	3	0,0-2,0; 12,0-14,0; 23,0-25,0	
A			IA PZ PB9	1684852,0	4933717,2	1		0,00-0,40
A	11+800	S	PB11	1685264,5	4934002,4	3	0,50-1,00; 15,0-16,5; 28,0-30,0	
A	11+850	N	PB10(DH)	1684956,8	4933605,9	3	0,0-2,0; 18,0-20,0; 33,0-35,0	
A	12+300	N	PZ-AMB2	1685296,1	4933713,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
A	12+500	S	PB12 DH	1685535,0	4933572,6	4	0,0-2,0; 18,0-20,0; 38,0-40,0	0,00-1,00
A	12+600	N	PB13BIS	1685773,9	4933431,5	1	8,00-9,00	
A	12+650	N	PB13TER	1686012,8	4933290,4	1	8,00-9,00	
A	12+850	S	PZ-AMB3	1685923,4	4933511,3	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
A	13+000	N	PB13	1686004,3	4933717,2	3	0,10-1,00; 16,0-18,0; 29,0-30,0	
A	esterna	N	PB15	1686336,9	4933566,3	3	0,10-1,00; 16,2-17,0; 28,0-30,0	

Tratta	pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss-Boaga) m	Y coord (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo	Integrazioni Riporti (m da p.c.)
A	13+600	N	PZ-PB6	1686669,4	4933415,4	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,35-1,0 m
A	13+900	N	PZ-AMB4	1687001,9	4933264,5	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,00-1,0

Tabella 3-4 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta B

Tratta	pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss-Boaga) m	Y coord (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo	Integrazioni Riporti (m da p.c.)
B	14+100		IA PB16	1687334,4	4933113,6	2		0,00-1,0
B	14+300	S	PB17(DH)	1687253,5	4932946,7	4	0,0-2,0; 26,0-28,0; 47,0-48,0	0,00-1,0
B			IA PZ PB5	1687354,5	4932990,3	1		0,00-1,0
B	14+800	S	PZ-AMB5	1687663,7	4932797,9	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,30-1,0
B	15+125	S	PZ-AMB6	1687972,9	4932605,4	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
B	15+200	N	PB20	1688282,1	4932413,0	2	0,10-1,00 15,50- 16,50	
B	15+400	S	PZ-PB7	1688269,6	4932390,4	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,30-0,60
B	15+800	N	PB23	1688257,1	4932367,9	2	1,50-2,50 4,00-4,50	
B	16+050	N	PZ-AMB7	1688766,3	4932220,1	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,15-0,80

Tabella 3-5 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta C

Tratta	pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss-Boaga) m	Y coord (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo	Integrazioni Riporti (m da p.c.)
C	16+400	S	PZ-AMB8	1688938,7	4931844,9	2	0,0-0,3; 0,3-0,8	
C	16+600		IA PB19	1689111,2	4931469,7	1		0,30-1,0
C	16+850	N	PZ-PB8	1689239,8	4931497,0	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,30-0,80
C	17+400	N	PB21(DH)	1689375,8	4931004,2	4	0,0-2,0; 25,5-29,0; 47,0-49,0	0,00-1,00
C	17+800	S	PB22	1689428,7	4930484,6	3	0,0-2,0; 16,5-18,0; 32,0-34,0	
C	17+900		IA PB9	1689536,9	4929982,8	1		0,00-0,60
C	18+300	N	PZ-AMB9	1689732,3	4930205,8	3	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,00-1,00
C	18+670	S	PB24(DH)	1689885,3	4929802,4	4	0,0-1,0; 20,0-21,0; 31,0-33,0	0,00-1,00
C	19+100	N	PB25	1690164,9	4929515,7	3	0,0-1,0; 13,0-15,0; 33,5-34,7	
C	19+650	N	PZ-PB10	1690503,4	4929156,3	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
C	20+050	S	PZ-PB11	1690821,5	4928894,1	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
C	20+250	N	PZ-AMB10	1691189,3	4928833,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
C	20+822	N	PB27	1691559,4	4928640,8	4	0,2-1,2; 16,0-18,0; 33,0-35,0	0,00-1,00
C	20+830	S	PZ-PB12	1691510,5	4928601,3	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	
C	21+350	S	PB29	1692100,9	4928321,6	4	0,0-2,0; 15,5-17,5; 32,0-34,0	0,70-1,00
C	21+580	N	PZ-PB13	1692255,9	4928368,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0	0,00-1,00

Tabella 3-6 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale nell'area di cantiere

	Progressivo di indagine	Codice sito di prelievo	X coord	Y coord	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
			(Gauss-Boaga)	(Gauss-Boaga)		
			m	m		
Cantiere CB01	1	SM-CN01	1681750,3	4932594,8	1	0,0-0,4
	2	SM-CN02	1681581,8	4932324,3	1	0,0-0,4
	3	SM-CN03	1682188,3	4932748,4	1	0,0-0,4
	4	SM-CN04	1682981,8	4932802,2	1	0,0-0,4
	5	SM-CN05	1683372	4932765,9	1	0,0-0,4
	6	SM-CN06	1683791,5	4933086,3	1	0,0-0,4
	7	SM-CN07	1684027,1	4933146,6	1	0,0-0,4
	8	SM-CN08	1684439,6	4933431,9	1	0,0-0,4
	9	SM-CN09	1684956,8	4933605,9	1	0,0-0,4
	10	SM-CN10	1685296,1	4933713,7	1	0,0-0,4
	11	SM-CN11	1685535	4933572,6	1	0,0-0,4
	12	SM-CN12	1685923,4	4933511,3	1	0,0-0,4
	13	SM-CN13	1686669,4	4933415,4	1	0,0-0,4
	14	SM-CN14	1687001,9	4933264,5	1	0,0-0,4
	15	SM-CN15	1687253,5	4932946,7	1	0,0-0,4
	16	SM-CN16	1687663,7	4932797,9	1	0,0-0,4
	17	CB01W1	1687881,5	4932244,9	1	0,0-0,6
	18	CB01W2	1687923,8	4932229,5	1	0,0-0,6
	19	CB01W3	1687905,2	4932297,5	1	0,0-0,6
	20	CB01W4	1687947,1	4932277,8	1	0,0-0,6
	21	CB01W5	1687947,2	4932377,4	1	0,0-0,6
	22	CB01W6	1687990,9	4932342,1	1	0,0-0,6
	23	CB01W7	1687980,4	4932439,5	1	0,0-0,6
	24	CB01W8	1688020,4	4932415,2	1	0,0-0,6
	25	CB01W9	1688020,5	4932496,8	1	0,0-0,6
	26	CB01W10	1688057,7	4932481,8	1	0,0-0,6
	27	CB01W11	1687893,2	4932357,9	1	0,0-0,6
	28	CB01W12	1687850,6	4932381,4	1	0,0-0,6
	29	CB01W13	1687803	4932406,4	1	0,0-0,6
	30	CB01E1	1687974,8	4932161,3	1	0,0-0,6
	31	CB01E2	1688034,4	4932135,8	1	0,0-0,6
	32	CB01E3	1688090	4932102,5	1	0,0-0,6
	33	CB01E4	1687990,3	4932187,2	1	0,0-0,6
	34	CB01E5	1688057,2	4932176,5	1	0,0-0,6
	35	CB01E6	1688123,5	4932153,7	1	0,0-0,6
	36	CB01E7	1688159,1	4932253,4	1	0,0-0,6
	37	CB01E8	1688093,4	4932279,6	1	0,0-0,6
	38	CB01E9	1688046,7	4932302	1	0,0-0,6
	39	CB01E10	1688091,5	4932377,2	1	0,0-0,6
	40	CB01E11	1688160,3	4932325,7	1	0,0-0,6
	41	CB01E12	1688117,2	4932431,6	1	0,0-0,6
	42	CB01E13	1688161,7	4932397,2	1	0,0-0,6
	43	CB01E14	1688214,5	4932340,9	1	0,0-0,6
	44	CB01E15	1688261,6	4932304,8	1	0,0-0,6
	45	CB01E16	1688313,5	4932297,9	1	0,0-0,6

	Progressivo di indagine	Codice sito di prelievo	X coord	Y coord	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
			(Gauss-Boaga)	(Gauss-Boaga)		
			m	m		
Cantiere CO01	1	CB01N/1	1688653,5	4932404,7	1	0,0-0,6
	2	CB01N/2	1688730	4932310,3	1	0,0-0,6
	3	CB01N/3	1688765,7	4932242,1	1	0,0-0,6
	4	CB01N/4	1688749,3	4932204,6	1	0,0-0,6
	5	CB01N/5	1688773,4	4932185,2	1	0,0-0,6
	6	CB01N/6	1688808,4	4932196,9	1	0,0-0,6
	7	CB01N/7	1688818,2	4932140,6	1	0,0-0,6
	8	CB01N/8	1688840,7	4932187,6	1	0,0-0,6
	9	CB01N/9	1688899,3	4932123,4	1	0,0-0,6
	10	CB01N/10	1688906,4	4932056,5	1	0,0-0,6
	11	PZ-AMB-M1	1688935,9	4932074	1	0,0-1,0
	12	PZ-AMB-M2	1688962,9	4932053,4	1	0,0-1,0
	13	PZ-AMB-M3	1688989,8	4932032,7	1	0,0-1,0
	14	PZ-AMB-M4	1689016,8	4932012,1	1	0,0-1,0
	15	PZ-AMB-M5	1689043,8	4931991,5	1	0,0-1,0
	16	PZ-AMB-M6	1689070,8	4931970,9	1	0,0-1,0
	17	PZ-AMB-M7	1689097,8	4931950,3	1	0,0-1,0
	18	PZ-AMB-M8	1689124,8	4931929,7	1	0,0-1,0

	Progressivo di indagine	Codice sito di prelievo	X coord	Y coord	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
			(Gauss-Boaga)	(Gauss-Boaga)		
			m	m		
Cantiere CO02	1	CO01	1689451	4931582,1	1	0,0-0,6
	2	CO02	1689488,2	4931536,3	1	0,0-0,6
	3	CO03	1689512,6	4931474,9	1	0,0-0,6
	4	CO04	1689413	4931511,6	1	0,0-0,6
	5	CO05	1689363,8	4931471,9	1	0,0-0,6
	6	CO06	1689399,4	4931433,4	1	0,0-0,6
	7	CO07	1689430,7	4931400,7	1	0,0-0,6
	8	CO08	1689325,6	4931418,4	1	0,0-0,6
	9	CO09	1689363,5	4931377,8	1	0,0-0,6
	10	CO10	1689276,9	4931394,8	1	0,0-0,6
	11	CO11	1689307,4	4931355,9	1	0,0-0,6
	12	CO12	1689325,4	4931324,9	1	0,0-0,6
	13	PZ-CO02-Ca13	1687881,5	4932244,9	1	0,0-0,5
	14	PZ-CO02-Ca14	1687923,8	4932229,5	1	0,0-0,5

	Progressivo di indagine	Codice sito di prelievo	X coord	Y coord	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
			(Gauss-Boaga)	(Gauss-Boaga)		
			m	m		
Cantiere CO03	1	PZ-CO03-Ca1	1687905,2	4932297,5	1	0,0-0,5
	2	PZ-CO03-Ca2	1687803	4932406,4	1	0,0-0,5
	3	PZ-CO03-Ca3	1687974,8	4932161,3	1	0,0-0,5
	4	PZ-CO03-Ca4	1688034,4	4932135,8	1	0,0-0,5
	5	PZ-CO03-Ca5	1688090	4932102,5	1	0,0-0,5
	6	PZ-CO03-Ca6	1687990,3	4932187,2	1	0,0-0,5
	7	PZ-CO03-Ca7	1688057,2	4932176,5	1	0,0-0,5
	8	PZ-CO03-Ca8	1688123,5	4932153,7	1	0,0-0,5
	9	PZ-CO03-Ca9	1688159,1	4932253,4	1	0,0-0,5
	10	PZ-CO03-Ca10	1687947,1	4932277,8	1	0,0-0,5
	11	PZ-CO03-Ca11	1687947,2	4932377,4	1	0,0-0,5
	12	PZ-CO03-Ca12	1687990,9	4932342,1	1	0,0-0,5
	13	PZ-CO03-Ca13	1687980,4	4932439,5	1	0,0-0,5
	14	PZ-CO03-Ca14	1688020,4	4932415,2	1	0,0-0,5
	15	PZ-CO03-Ca15	1688020,5	4932496,8	1	0,0-0,5
	16	PZ-CO03-Ca16	1688057,7	4932481,8	1	0,0-0,5
	17	PZ-CO03-Ca17	1687893,2	4932357,9	1	0,0-0,5
	18	PZ-CO03-Ca18	1687850,6	4932381,4	1	0,0-0,5

	Progressivo di indagine	Codice sito di prelievo	X coord	Y coord	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
			(Gauss-Boaga)	(Gauss-Boaga)		
			m	m		
Cantiere CO04	1	PZ-CO04-Ca1	1688093,4	4932279,6	1	0,0-0,5
	2	PZ-CO04-Ca2	1688046,7	4932302	1	0,0-0,5
	3	PZ-CO04-Ca3	1688091,5	4932377,2	1	0,0-0,5
	4	PZ-CO04-Ca4	1688160,3	4932325,7	1	0,0-0,5
	5	PZ-CO04-Ca5	1688117,2	4932431,6	1	0,0-0,5
	6	PZ-CO04-Ca6	1688161,7	4932397,2	1	0,0-0,5
	7	PZ-CO04-Ca7	1688214,5	4932340,9	1	0,0-0,5

3.2.3 Aggiornamento sulla caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva

Prescrizioni in relazione alla caratterizzazione dei terreni

Il MATTM, con Determina Direttoriale prot. DVA-DEC-409 del 06/12/2017 - corredata del parere della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale VIA e VAS, n. 2561 del 24/11/2017 ha approvato il Piano di Utilizzo, con condizioni ambientali.

In riferimento alla caratterizzazione ambientale la condizione ambientale n.2 si richiedeva:

“Il proponente dovrà completare la campagna di indagini:

- *per i punti di prelievo individuati presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire o completare il campionamento:*
- *delle aree di cantiere;*
- *dei terreni dell'area dove si prevede lo svincolo nord della bretella Lazzaretto – Bertalia;*
- *delle aree in cui verrà sviluppata la bretella del Lazzaretto, in questo caso lo screening analitico da sottoporre tali terreni sarà il medesimo di quello riportato nel Piano di Utilizzo con l'integrazione dei*

seguenti parametri: PCE (tetracloroetilene) e PCB (policlorobifenili), i cui valori dovranno confrontarsi con le CSC della tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06; fornire i risultati al MATTM prima dell'inizio dei lavori".

La caratterizzazione integrativa è stata sviluppata e completata in fase progettuale e quindi preliminare al corso d'opera, così come richiesto dalla condizione ambientale stessa. Le aree interessate dallo svincolo e bretella di Lazzaretto non sono state indagate vista lo stralcio di tali opere dal progetto.

Integrazioni sulle opere esterne connesse e sui cavalcavia ferroviari

Nel corso delle attività integrative eseguite nel tempo, nel periodo del 2021, sono state svolte indagini dedicate al quadro ambientale di alcuni interventi su rotatorie sulle connessioni viabilistiche locali e sulle interferenze di viabilità locali.

Allo stesso tempo sono state svolte indagini relative all'interferenza con i cavalcavia ferroviari nel tratto A.

Nel primo caso si tratta complessivamente di 12 punti di indagine, con 31 campioni complessivi, la cui ubicazione è riportata in allegato al presente Piano nelle tavole aggiornate. Il piano di indagine ha seguito un criterio ragionato con campionamento puntuale su sito in caso di rotatoria e con cadenza lineare lungo i tracciati di viabilità, dettata dalle posizioni di interesse della campagna geognostica. Gli esiti analitici risultano essere tutti entro le CSC di colonna A, non presentando particolari criticità ambientali né specifiche anomalie.

Tabella 3-6bis Sintesi degli esiti analitici sulle opere di intervento esterne

Codice Prelievo	Prof da p.c. (m)	Soglia CSC
PE9 CA1	0,30-1,0	A
PE9 CA2	1,00-2,0	A
PE9 CA3	14,0-15,0	A
PE12-CA1	0,40-1,00	A
PE12-CA2	1,00-2,00	A
PE12-CA3	4,00-5,00	A
PE11-CA1	0,40-1,00	A
PE11-CA2	1,00-2,00	A
PE11-CA3	4,00-5,00	A
PE8-CA1	0,45-1,00	A
PE8-CA2	1,00-2,00	A
PE8-CA3	4,00-5,00	A
PE7-CA1	0,35-1,00	A
PE7-CA2	1,00-2,00	A
PE7-CA3	4,00-5,00	A
PE6-CA1	0,45-1,00	A
PE6-CA2	1,00-2,00	A
PE6-CA3	4,00-5,00	A
PE10 CA1	0,30-1,0	A
PE10 CA2	1,00-2,0	A
PE10 CA3	14,0-15,0	A
PZPE2-CA1	0,35-1,00	A
PZPE2-CA2	1,00-2,00	A
PZPE5-CA1	0,35-1,00	A
PZPE5-CA2	1,00-2,00	A
PZPE7-CA1	0,45-1,00	A
PZPE7-CA2	1,00-2,00	A
PZPE8-CA1	0,35-1,00	A
PZPE8-CA2	1,00-2,00	A
PZPE9-CA1	0,45-1,00	A
PZPE9-CA2	1,00-2,00	A

Nel caso dei cavalcavia ferroviari, il prelievo del materiale presente è stato eseguito secondo transetti ubicati lungo le diverse massicciate e rilevati posti a nord e sud degli interventi previsti. Le analisi chimiche hanno

seguito le indicazioni del Regolamento e sono state effettuate in riferimento a tabella 4.1. Le previsioni progettuali, tuttavia, prevedono la rimozione e la sostituzione definitiva.

Complessivamente sono stati campionati ed analizzati 8 campioni (2 per ciascun tratto ferroviario interferito): i risultati di laboratorio evidenziano tenori entro le CSC di colonna B, non presentando anche in questa situazione particolari criticità (ad es eventuale amianto nel ballast ferroviario).

Tabella 3-6ter Sintesi degli esiti analitici su ballast

Codice Transetto di prelievo		Soglia CSC
Ballast - PZ-BA-CV1-A	CV01 km 011+857 Nord	B
Ballast - PZ-BA-CV1-B	CV01 km 011+857 Sud	B
Ballast - PZ-BA-CV2-A	CV02 km 011+901 Nord	A
Ballast - PZ-BA-CV2-B	CV02 km 011+901 Nord	A
Ballast - PZ-BA-CVCC-NORD		A
Ballast - PZ-BA-CVCC-SUD		A
Ballast - PZ-BA-CV3-A	CV03 km 012+477 nord	A
Ballast - PZ-BA-CV3-B	CV03 km 012+477 Sud	B

Integrazioni relative ai materiali di riporto

Nel seguito si riporta una sintesi di quanto contenuto nell'elaborato AMB1007 predisposto in fase di integrazioni VIA a seguito delle richieste formulate dalla Regione Emilia Romagna, in particolar modo il punto 4.72 del Parere della Regione Emilia Romagna: "la descrizione dei riporti secondo la definizione dell'allegato 9 del D.M. 161/2012 ed in particolare la loro tipologia, quantità e gestione nell'ambito del piano di utilizzo in esame, ed in caso di loro riutilizzo fornire un'apposita caratterizzazione ambientale ai sensi dell'articolo 41 della Legge n.98/2013".

Per tutti i dettagli si rimanda alla citata relazione AMB1007, riportata in allegato e già oggetto di commento nel parere approvativo del Piano di Utilizzo.

Questa attività integrativa è stata svolta secondo i criteri del Regolamento e si è posta come obiettivo la conferma, nell'inquadramento e nella gestione quali sottoprodotti, dei materiali di riporto, caratterizzati da un massimo del 20% nel contenuto di origine antropica.

I materiali inerti di origine antropica sono inquadrati dall'Art. 1, comma 1 del D.M. 161/2012 nell'ambito delle definizioni date al comma 1, lettere b), c) e d) ed alle indicazioni dell'Allegato 9.

Le condizioni al riutilizzo come sottoprodotti delle terre e rocce da scavo contenenti materiali di riporto dipendono dalla componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale, per cui è prevista la quantità massima del 20% in peso.

I materiali di riporto devono avere caratteristiche geotecniche idonee e rispettare i requisiti di qualità ambientale con la conformità delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) riferite alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV del D.lgs. 152/2006. Inoltre, secondo le disposizioni apportate nella normativa, intervenute con l'art. 41 della L.98/2013, le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero". L'utilizzo delle analisi in eluato è finalizzato alla tutela delle risorse idriche sotterranee, accertando il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del D.lgs. 152/2006, come da nota prot. n. 13338/TRI del 14/05/2014 del Ministero dell'Ambiente e come poi confermato dall'aggiornamento normativo sulla gestione delle terre e rocce da scavo, DPR 120/2017.

Le indagini geognostiche eseguite, durante la campagna cognitiva geognostica ed ambientale del 2016, hanno messo in evidenza la presenza ed il ritrovamento di materiale di riporto, inteso sia come materiale di caratteristiche naturali ma alloctono e sia come inquadrato dalla normativa vigente.

La campagna di indagine integrativa, pertanto, si è svolta su 26 punti con il prelievo di altrettanti campioni per le analisi chimiche. Si evidenzia che di questi 26, 7 risultano essere in aggiunta rispetto ai 33 siti investigati nella prima fase di Progetto Definitivo.

Dalle determinazioni effettuate in sito, in fase di analisi geognostica ed ambientale e dagli esiti chimici in laboratorio, si possono sintetizzare i seguenti risultati:

- Sono stati messi in evidenza dall'indagine geognostica, 26 punti o siti, caratterizzati nell'orizzonte più superficiale, dalla presenza di materiale di origine antropica;
- L'intervallo stratigrafico con presenza di elementi antropici nei 26 siti è in generale di spessore variabile, ma in media inferiore al metro dal p.c., ad eccezione di 4 casi (PB2, PB3DH, PB5 e PB29) dove, tuttavia, la matrice grossolana è costituita da elementi naturali e la parte antropica è concentrata nel livello più superficiale;
- 19 punti dei 26 sono stati oggetto di caratterizzazione ambientale nella precedente campagna svolta ai sensi del D.M. 161/2012 e sono descritti nel presente Piano di Utilizzo;
- 26 punti sono stati oggetto di una campagna di caratterizzazione ambientale specifica per la presenza dei riporti, con la valutazione della % in peso del contenuto antropico nella matrice di scavo rinvenuta in questi siti;
- in considerazione degli altri 14 siti di indagine descritti congiuntamente nel Piano di Utilizzo, AMB1000, si può affermare che complessivamente sono stati investigati 40 punti lungo il tracciato di circa 13,5 km ai sensi del D.M. 161/2012;
- Gli esiti analitici di laboratorio sui 26 campioni confermano la totale conformità alle CSC indicate dalla Tabella 1 del D.Lgs 152/2006, come già evidenziato nel presente Piano;
- Lo screening analitico è stato completato con il test di cessione in eluato sui punti ove è stata riscontrata una % in peso superiore o uguale al 2%, essendo tale valore un limite di rilevanza quantitativa;
- I test di cessione in eluato risultano conformi ai criteri di legge ed ai valori soglia della tabella 2 sulle acque sotterranee;
- la valutazione del peso % nel contenuto antropico ha rilevato che un sito di indagine (PB21Dh) risulta avere un valore superiore al 20 %, soglia di riferimento per l'assimilabilità a suolo, condizione limite per l'inquadramento di sottoprodotto.

Alla luce dei dati rilevati nell'ambito del piano integrativo di caratterizzazione, le modalità di gestione dei materiali da scavo che potranno interessare i riporti sono confermate e già descritte nel cap. 4 del presente Piano di Utilizzo.

Dopo le operazioni di scavo, i materiali rimossi saranno depositati nelle aree previste in progetto e nel Piano di Utilizzo in attesa di essere riutilizzati in reinterri e nella formazione dei rilevati e delle sottofondazioni stradali.

Pertanto, in riferimento a quanto emerso dalla campagna integrativa, in generale la caratterizzazione ha dato conferma del possibile riutilizzo dei materiali di riporto con le modalità già previste per il riutilizzo dei sottoprodotti.

In riferimento alle aree o porzioni di scavo ove sono presenti materiali di riporto con frammenti di origine antropica, con percentuali superiori al 20% (PB21DH) saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.

3.2.4 Metodica di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del DM 161/2012, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati, alle profondità massime di scavo da p.c. previste da progetto in ciascun punto e della possibilità di accesso o di interferenza dei punti stessi. Lo scavo di un pozzetto esplorativo ha consentito la verifica:

- degli orizzonti stratigrafici;
- dello spessore della parte superficiale, con presenza dell'apparato radicale e vegetale.

Come anticipato, la caratterizzazione ambientale è stata eseguita mediante profilo con carotieri a mano o scavetti a mano (SM), pozzetti esplorativi (PZ) e sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale (PB).

Nel caso di sondaggi a carotaggio continuo per i prelievi profondi, le operazioni di selezione da sondaggio sono effettuate prelevando spezzoni di carota alla quota scavo di interesse appena estratti dal carotiere (almeno 3 aliquote) e formando un campione composito da sottoporre ad analisi.

In generale i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sono stati prelevati come campioni formati da diversi incrementi prelevati lungo ciascun orizzonte stratigrafico individuato in ogni punto di indagine. Ciò avviene per ottenere una rappresentatività "media" di ciascun strato in relazione agli orizzonti individuati e/o alle variazioni laterali.

Secondo le metodiche standard, indicate in allegato 4 al DM 161/2012, il campionamento è stato effettuato sul materiale tal quale, con le dovute operazioni di quartatura, in modo tale da ottenere un campione rappresentativo.

La formazione del campione è avvenuta su un telo di plastica (polietilene), in condizioni umide e, se necessario, con aggiunta di acqua pura. L'attività si è svolta in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. La suddivisione del campione è stata effettuata in più parti omogenee, adottando i metodi della quartatura riportati nella normativa.

La preparazione dei campioni delle matrici terrigene, ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica, è stata effettuata secondo i principi generali presenti in normativa e secondo le ulteriori indicazioni di cui al seguito.

Ogni campione prelevato è stato opportunamente vagliato al fine di ottenere una frazione passante al vaglio 2 cm. Le determinazioni analitiche di laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e successivamente mediata sulla massa del campione passante al vaglio 2 cm.

Le modalità di conservazione e trasporto del materiale prelevato sono dettate dalla normativa di riferimento (UNI 10802). Il campione di laboratorio è stato raccolto in un idoneo contenitore bocca larga con tappo a chiusura ermetica con sottotappo teflonato, sigillato ed etichettato con la data di prelievo, con il riferimento al sito di prelievo e, quindi, all'area di lavoro di provenienza.

3.2.5 Analisi chimiche di laboratorio

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite e comunque sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Si è eseguito, secondo le indicazioni di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 161/2012 (sostanze indicatrici), il seguente set analitico di base:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06;
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Sommatoria organici aromatici;
- Amianto.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

3.3 CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

3.3.1 Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

La tabella seguente riporta in sintesi le quantità di siti individuati e prelievi ambientali sottoposti ad analisi chimica effettuati ai sensi del D.M. 161/2012 per la caratterizzazione ambientale finalizzate alla definizione di sottoprodotto delle terre e rocce da scavo.

Tabella 3-7 Riepilogo delle campagne di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012

		Campagna 2016		Integrazioni Riporti 2017		Integrazioni tracciato e aree di cantiere 2017-2018		Integrazioni aree di cantiere 2021-2022		Totale Punti di indagine	Totale Prelievi
Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi		
Tratta A	6000	14	34	12	12	11	27			37	73
Tratta B	2050	5	11	5	5	2	4			12	20
Tratta C	5470	14	34	9	9					23	43
Totale	13520	33	79	26	26	13	31	0	0	72	136
Area di cantiere	mq	Punti di indagine	Prelievi			Punti di indagine	Prelievi				
CB01	98100	16	16			29	29			45	45
CO01	51700					18	18			18	18
CO02	43795					12	12	2	2	14	14
CO03	62480							18	18	18	18
CO04	7900							7	7	7	7
Totale	263975									102	102
Totale										174	238

I risultati analitici permettono di definire che:

- Il 100% dei 238 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.M. 161/2012, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- Il 90% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (136 campioni) risulta avere tenori al di sotto dei limiti di CSC riferiti alla destinazione di uso residenziale o agricola, indicati in colonna A della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.;
- I superamenti rilevati nei terreni con valori al di sopra delle soglie di colonna A si riferiscono a 13 campioni (su 136) per concentrazioni di idrocarburi pesanti (in 3 campioni), Zinco (in 3), Piombo (in 1); nel dettaglio si può notare che:
 - sono tutti prelievi ubicati lungo il tracciato lineare e riferiti alla parte superficiale e comunque nel primo metro da p.c., ovvero l'orizzonte che subisce maggior influenza dall'agente esterno, sia atmosferico sia antropico;
 - si tratta di situazioni puntuali, diversamente distribuite lungo il tracciato;
 - in generale tali elementi e le relative concentrazioni anomale sono sintomatici in prossimità di una struttura viaria con intenso traffico veicolare, perché riconducibili ad usura degli asfalti ed al degrado di alcune parti meccaniche e gomme dei mezzi di trasporto;
- in un solo caso nella parte superficiale di un riporto in tratta C, si segnala una concentrazione anomala in composti organici aromatici o policiclici aromatici, parametri "indicatori" di potenziali criticità ambientali, ; quindi 135 campioni analizzati su 136 prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, per tali parametri, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni ed in assenza di elementi di origine industriale, il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

f) Il 100% dei campioni prelevati nelle 5 aree di cantiere ha rilevato il totale rispetto delle CSC di colonna A della tabella 1, coerentemente con la destinazione d'uso residenziale ed agricola restituita;

Di seguito si riporta un riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati nell'indagine ambientale eseguita ai sensi del D.M. 161/2012.

Tabella 3-8 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio

Numero campioni	CSC		Totale
	A	B	
Tratta A	69	4	73
Tratta B	19	1	20
Tratta C	35	8	43
Totale campioni	123	13	136

% su intero intervento			
Tratta A	50,7	2,9	53,7
Tratta B	14,0	0,7	14,7
Tratta C	25,7	5,9	31,6
Totale	90,4	9,6	100,0

% sul parziale di tratta			
Tratta A	94,5	5,5	100
Tratta B	95,0	5,0	100
Tratta C	81,4	18,6	100

Tabella 3-9 Sintesi del quadro analitico nelle aree di cantiere ai sensi del D.M. 161/2012

	CSC		Totale
	< A	< B	
CB01	45	0	45
CO01	18	0	18
CO02	14	0	14
CO03	18	0	18
CO04	7	0	7
Totale campioni	102	0	102
	%		
Totale	100,0	0,0	

Tabella 3-10 Sintesi delle analisi chimiche per la classificazione ambientale delle terre

Tratta	Sigla campione	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica	Riporto Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
A	PB1	8+100	N	0,0-2,0	B	C>12	0,00-0,50	A	
				15-17	A				
				33-35	A				
	PZ-PB1	8+500	N	0,0-0,3	A		0,30-1,0	A	
				0,3-1,0	A				
	PZ-AMB1	9+100	N	0,0-0,3	A		0,00-1,00	A	
				0,3-1,0	A				
	PZ-PB2	9+700	N	0,0-0,3	A		0,00-0,45	A	
				0,3-1,0	A				
	IA PB2	9+900	N				0,00-1,0	A	
	PB6 DH	10+100	N	0,0-2	A				
				18-20	A				
				38-40	A				
	IA PB3	10+500	N				0,00-1,0	B	Pb, Zn
	PZ-PB3	10+600	N	0,0-0,3	A				
				0,3-1,0	A				
	PB7	10+800	S	0,0-2	A		0,00-1,00	A	
				12-14	A				
				23-25	A				
	PB8	11+300	S	0,0-2	A				
12-14				A					
23-25				A					
IA PZ PB9	10+500	N				0,00-0,40	A		
PZAMB2	11+850	N	0,0-0,3	A					
			0,3-1,0	A					
PB10 DH	12+300	N	0,0-2	A					
			18-20	A					
			33-35	A					
PB12 DH	12+500	S	0,0-2,0	A		0,00-1,00	B	C>12	
			18-20	A					
			38-40	A					
PZAMB3	12+850	S	0,0-0,3	A					
			0,3-1,0	A					
PZAMB4	13+900	N	0,0-0,3	A		0,35-1,0 m	A		
			0,3-1,0	A					
PZ-PB5	13+500	N				0,00-1,0	A		
PZ-PB6	13+600	N	0,0-0,3	A		0,00-1,0	A		
			0,3-1,0	A					
B	IA PB16	14+100	N				0,00-1,0	A	
	PB17 bis	14+300	S	0,2-1,5	A		0,30-1,0	A	
				26-28	A				
				47-48	A				
	PZAMB5	14+800	S	0,0-0,3	A		0,00-1,0	A	
				0,3-1,0	A				
	PZAMB6	15+125	S	0,0-0,3	A				
				0,3-1,0	A				
PZ-PB7	15+400	S	0,0-0,3	A		0,30-0,60	A		
			0,3-1,0	A					
PZAMB7	16+050	N	0,0-0,3	A		0,15-0,80			
			0,3-1,0	A					
IA PB19	16+600					0,30-1,0	A		
C	PZAMB8	16+400	S	0,0-0,3	B	Zn e Pb			
				0,3-1,0	B	Zn			
	PZPB8	16+850	N	0,0-0,3	A		0,30-0,80	B	Zn
				0,3-1,0	A				
	PB21 bis	17+400	N	0,0-2	B	C>12, Pb e Zn	0,00-1,00	B	Zn
				25,5-29	A				
				47-49	A				
	PB22	17+800	S	0,0-1	A				
				16,5-18	A				
				32-34	A				
	IA PB9	17+900					0,00-0,60	17+900	Zn
	PZAMB9	18+300	N	0,0-0,3	A		0,00-1,00	A	
0,3-1,0				A					
PB24 DH	18+670	S	0,0-1	A		0,00-1,00	B	IPA	
			20-21	A					
			31-33	A					

Tratta	Sigla campione	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica	Riporto Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
	PB25	19+100	N	0-1	A				
				13-15	A				
				33,5-34,7	A				
	PZPB10	19+650	N	0,0-0,3	A				
				0,3-1,0	A				
	PZPB11	20+050	S	0,0-0,3	A				
				0,3-1,0	A				
	PZAMB10	20+250	N	0,0-0,3	A				
				0,3-1,0	A				
	PB27	20+822	N	0,2-1,2	A		0,00-1,00	A	
				16-18	A				
				33-35	A				
	PZ-PB12	20+830	S	0,0-0,3	A				
				0,3-1,0	A				
	PB29	21+350	S	0,0-2,0	A		0,70-1,00	A	
				15,5-17,50	A				
				32-34	A				
	PZ-PB13	21+580	N	0,0-0,3	A		0,00-1,00	B	Zn
0,3-1,0				A					

Tabella 3-11 Riepilogo delle analisi chimiche nell'area di cantiere CB01

Cod PE 2022	Cod PD 2016-2017	Progr di indagine	Codice sito di indagine	Soglia	Evidenze chimiche	Cod PD 2016-2017	Progr di indagine	Codice sito di indagine	Soglia	Evidenze chimiche	
Cantiere CB01	Cantiere CB01	1	SM-CN01	A		Cantiere CB01E	30	CB01E1	A		
		2	SM-CN02	A			31	CB01E2	A		
		3	SM-CN03	A			32	CB01E3	A		
		4	SM-CN04	A			33	CB01E4	A		
		5	SM-CN05	A			34	CB01E5	A		
		6	SM-CN06	A			35	CB01E6	A		
		7	SM-CN07	A			36	CB01E7	A		
		8	SM-CN08	A			37	CB01E8	A		
		9	SM-CN09	A			38	CB01E9	A		
		10	SM-CN10	A			39	CB01E10	A		
		11	SM-CN11	A			40	CB01E11	A		
		12	SM-CN12	A			41	CB01E12	A		
		13	SM-CN13	A			42	CB01E13	A		
		14	SM-CN14	A			43	CB01E14	A		
		15	SM-CN15	A			44	CB01E15	A		
		16	SM-CN16	A			45	CB01E16	A		
		Cantiere CB01W	17	CB01W1	A						
			18	CB01W2	A						
			19	CB01W3	A						
			20	CB01W4	A						
			21	CB01W5	A						
			22	CB01W6	A						
			23	CB01W7	A						
			24	CB01W8	A						
			25	CB01W9	A						
			26	CB01W10	A						
			27	CB01W11	A						
			28	CB01W12	A						
			29	CB01W13	A						

Tabella 3-13bis Riepilogo delle analisi chimiche nelle aree di cantiere CO01 e CO02

Cod PE 2022	Cod PD 2016-2017	Progr di indagine	Codice sito di indagine	Soglia	Evidenze chimiche	Cod PE 2022	Cod PD 2016-2017	Progr di indagine	Codice sito di indagine	Soglia	Evidenze chimiche
Cantiere CO01	Cantiere CO01 (ex CB01N)	1	CB01N/1	A		Cantiere CO02	Cantiere CO02 (ex CO01)	1	CO01	A	
		2	CB01N/2	A				2	CO02	A	
		3	CB01N/3	A				3	CO03	A	
		4	CB01N/4	A				4	CO04	A	
		5	CB01N/5	A				5	CO05	A	
		6	CB01N/6	A				6	CO06	A	
		7	CB01N/7	A				7	CO07	A	
		8	CB01N/8	A				8	CO08	A	
		9	CB01N/9	A				9	CO09	A	
		10	CB01N/10	A				10	CO10	A	
	Cantiere CO01	11	PZ-AMB-M1	A				11	CO11	A	
		12	PZ-AMB-M2	A				12	CO12	A	
		13	PZ-AMB-M3	A				13	PZ-CO02-Ca13	A	
		14	PZ-AMB-M4	A				14	PZ-CO02-Ca14	A	
		15	PZ-AMB-M5	A							
		16	PZ-AMB-M6	A							
		17	PZ-AMB-M7	A							
		18	PZ-AMB-M8	A							

Tabella 3-13ter Riepilogo delle analisi chimiche nell'area di cantiere CO03 e CO04

Cod PE 2022	Cod PD 2016-2017	Progr di indagine	Codice sito di indagine	Soglia	Evidenze chimiche	Cod PE 2022	Cod PD 2016-2017	Progr di indagine	Codice sito di indagine	Soglia	Evidenze chimiche
Cantiere CO03	Area supporto ampliamento Viadotto su Reno	1	PZ-CO03-Ca1	A		Cantiere CO04	Area supporto ampliamento Viadotto su Savona	1	PZ-CO04-Ca1	A	
		2	PZ-CO03-Ca2	A				2	PZ-CO04-Ca2	A	
		3	PZ-CO03-Ca3	A				3	PZ-CO04-Ca3	A	
		4	PZ-CO03-Ca4	A				4	PZ-CO04-Ca4	A	
		5	PZ-CO03-Ca5	A				5	PZ-CO04-Ca5	A	
		6	PZ-CO03-Ca6	A				6	PZ-CO04-Ca6	A	
		7	PZ-CO03-Ca7	A				7	PZ-CO04-Ca7	A	
		8	PZ-CO03-Ca8	A							
		9	PZ-CO03-Ca9	A							
		10	PZ-CO03-Ca10	A							
		11	PZ-CO03-Ca11	A							
		12	PZ-CO03-Ca12	A							
		13	PZ-CO03-Ca13	A							
		14	PZ-CO03-Ca14	A							
		15	PZ-CO03-Ca15	A							
		16	PZ-CO03-Ca16	A							
		17	PZ-CO03-Ca17	A							
		18	PZ-CO03-Ca18	A							

Come anticipato in parte nel commento alle indagini sui materiali di riporto, sono state svolte anche i test di cessione in eluato sulle matrici superficiali che hanno evidenziato contenuto con elementi di origine antropica. Tutti i test, complessivamente 14 campioni, sono risultati conformi ai limiti di tabella 2 del D.Lgs. 152/2006 smi con riferimento alle acque sotterranee.

Tabella 3-9bis Quadro di sintesi esiti su eluato

SIGLA CAMPIONE	m da p.c.	Tab. 2 D.Lgs. 152/2006 Parte IV All.5
IA PB21DH	0,00-1,00	conforme
IA PB9	0,00-0,60	conforme
IA PZ AMB9	0,00-1,00	conforme
L0 Ca1	0,00-1,00	conforme
PB4 Ca1	0,00-1,00	conforme
PZ-CO03-Ca12	0,00-0,60	conforme
PZ-CO03-Ca7	0,00-0,60	conforme
PZ-CO03-Ca13	0,00-0,60	conforme
PZ-CO04-Ca3	0,00-0,60	conforme
PZ-CO03-Ca15	0,00-0,60	conforme
PZ-CO03-Ca17	0,00-0,60	conforme
PE11-CA1	0,40-1,00	conforme
PE6-CA1	0,45-1,00	conforme
PZPE6-CA1	0,20-1,00	conforme

Sulla base degli esiti analitici emersi lungo il tracciato dai dati puntuali, è possibile proporre una suddivisione delle 3 tratte, identificate secondo il D.M. 161/2012, per un inquadramento dei materiali di scavo in sub-tratte secondo una CSC principale di riferimento.

Questo approccio parte dalla definizione, descritta in premessa, di uniformità delle condizioni al contorno, come il contesto litologico e territoriale, la tipologia della pressione antropica presente e le tipologie delle lavorazioni all'aperto. Perciò, in relazione alla densità dei punti di indagine ed alla loro posizione lungo il tracciato, la suddivisione in subtratte è effettuata individuando una pk equidistante tra 2 siti di indagine sottoposti ad analisi. Questa progressiva rappresenta il limite di una sub-tratta, a cui appartengono tutti i siti di scavo e riutilizzo ivi compresi. Questa sub tratta è appunto caratterizzata da una CSC principale di riferimento riscontrata in fase di analisi. Sulla base di tale criterio, e come già riportato nel Piano di Utilizzo approvato, il tracciato risulta così suddiviso:

Tabella 3-12 Criterio di suddivisione del tracciato secondo una CSC di riferimento

Tratta	dalla pk	a pk	CSC	Punti di indagine
A	8100	8300	B	PB1
	8300	14100	A	PZ-PB1
				PZ-AMB1
				PZ-PB2
				PB6 DH
				PZ-PB3
				PB7
				PB8
				PZAMB2
				PB10 DH
				PB12 DH
				PZAMB3
				PZ-PB6
				PZAMB4
B	14100	16150	A	PB17 bis
				PZAMB5
				PZAMB6
				PZ-PB7
				PZAMB7
C	16150	16225	A	
	16225	16625	B	PZAMB8
	16625	17125	A	PZPB8
	17125	17600	B	PB21 bis
	17600	21620	A	PB22
				PZAMB9
				PB24 DH
				PB25
				PZPB10
				PZPB11
				PZAMB10
				PB27
				PZ-PB12
PB29				
PZ-PB13				

* tra la pk 17300 e 17700, il ricoprimento della galleria fonica è a verde pubblico

3.3.2 Conclusioni

Complessivamente tali risultati consentono, quindi, di affermare che:

- 1) data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili;**

- 2) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- 3) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale;
- 4) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione, così come segnalato nel paragrafo seguente.

Per la sintesi dei risultati delle analisi di laboratorio e per i relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del DM. 161/2012, si rimanda all'elaborato specifico allegato al Piano.

3.4 COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi (si veda l'elaborato grafico in allegato). Pertanto, al netto di indagini di caratterizzazione eseguite nella fase realizzativa da parte dell'Appaltatore (si veda cap.6), la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Si ribadisce che il riutilizzo principale del materiale di scavo è previsto in sostanza lungo il tratto lineare di rilevato oggetto degli scavi e nelle sistemazioni definitive delle aree a Parco.

Le aree a Parco, con sistemazione a verde, saranno realizzate con materiale idoneo, proveniente dalle lavorazioni, in rispetto alle CSC di colonna A.

3.5 INTERFERENZE CON LA PORZIONE SATURA DEL TERRENO

Secondo quanto contenuto in allegato 4 del D.M. 161/2012, nei casi di interferenza con la porzione satura, si dovrà utilizzare materiale da scavo per il quale sia stato verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna A (Tabella 1, allegato 5, al Titolo V, parte IV, del D.Lgs 153/2006 e ss.mm.ii.), con le modalità indicate nel suddetto allegato.

In relazione alle evidenze piezometriche presentate nel precedente capitolo sull'inquadramento idrogeologico, le possibili interferenze con la falda sono in corrispondenza delle minime soggiacenze freatiche in corrispondenza degli attraversamenti fluviali e di canale.

Nella tabella seguente sono riportate le 3 interferenze idrografiche principali e la progressiva relativa all'attraversamento autostradale nonché l'opera prevista in progetto. Gli interventi in progetto indicati non costituiscono nuove opere di attraversamento dei corsi d'acqua interessati bensì l'ampliamento e l'adeguamento degli impalcati esistenti.

Tabella 3-13 Interferenze principali e secondari

Corso d'acqua	Grado di interferenza idrografica	Opera	pk	Tratta	Lunghezza (m)	Litologia dominante
Fiume Reno	principale	63T, Viadotto Reno	9+900	A	498	Argille e sabbie limose
Canale Navile - Battiferro	principale	82 T -Viadotto Navile-Battiferro	13+000	A	76	Argille e sabbie limose
Torrente Savena	principale	128 T - Ponte Savena	21+330	C	66	Argille e sabbie limose

In tal senso, viste le risultanze analitiche di laboratorio ed i volumi, si segnala che nei diversi ambiti di scavo e di interesse sussiste l'ampia disponibilità di materiali entro le CSC di colonna A.

3.5.1 Caratterizzazione dell'acqua sotterranea

L'allegato 2 del D.M. 161/2012 prevede che vengano svolte indagini di caratterizzazione delle acque sotterranee in fase progettuale, nel caso di interferenza degli scavi con la porzione satura di terreno. Ciò avviene proprio in corrispondenza degli stessi sondaggi, lungo i quali sono stati prelevati i campioni di terre.

Il Proponente si riserva di fornire un quadro dello stato qualitativo della falda acquifera, prima dell'inizio dei lavori, inviando i dati che saranno acquisiti dal Piano di Monitoraggio Ambientale nella fase di ante operam. Il Piano di Monitoraggio Ambientale, nell'ambito della realizzazione progettuale, prevede la misura qualitativa delle acque sotterranee con attività di prelievo e di analisi chimica in laboratorio con cadenza trimestrale. Le modalità di acquisizione dei campioni delle acque sotterranee saranno eseguite attraverso un campionamento dinamico, ossia un prelievo di acque effettuato tramite pompa, subito dopo l'operazione di spurgo delle verticali strumentate a piezometro.

4 MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE

Nel presente capitolo sono descritte in sintesi le procedure ed i metodi di scavo individuati nel progetto per gli scavi all'aperto (si veda l'elenco degli elaborati progettuali riportato in allegato).

L'attività di scavo e riutilizzo può essere articolata e sintetizzata nelle seguenti operazioni:

- operazioni di scavo all'aperto;
- operazioni di carico, trasporto e scarico con mezzi gommati o cingolati;
- operazioni di stesa presso le aree di lavorazione o in cantiere operativo,
- operazioni di trasporto alla destinazione finale con autocarri;
- operazione di utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati con mezzi tradizionali.

Di seguito si elencano i principali mezzi e tecnologie, descritte nei paragrafi successivi:

- pale meccaniche gommate o cingolate,
- escavatori meccanici con benna o martellone,
- automezzi da carico (articolati, dumper, camion)
- trivelle di perforazione
- autobetoniera e pompa spritz.

Inoltre, come specificatamente richiesto dal Regolamento in allegato 5, sono individuate le operazioni di normale pratica industriale previste all'interno dei cantieri per migliorare le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali scavati.

4.1 OPERE ALL'APERTO

Le operazioni all'aperto saranno eseguite con le seguenti metodologie:

- scavi di scotico e sbancamento eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz);
- realizzazione di rinterri mediante escavatore;
- formazione di rilevati e rimodellamenti mediante impiego di camion, grader e compattatori con o senza ricorso alla stabilizzazione a calce del materiale da scavo;
- formazione di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni mediante impiego di camion, grader e compattatori.

4.1.1 Scavi da scotico

Per gli scavi di scotico, sono utilizzati mezzi dotati di lame e/o benna che a più passaggi asportano gli strati di materiale accantonandolo ai lati del sedime di intervento. In alternativa il materiale è depositato temporaneamente o in prossimità dello scavo stesso o in uno spazio dedicato comunque all'interno della stessa area operativa di cantiere in attesa o del successivo reimpiego per rilevati e rimodellamenti, sistemazioni di aree di imbocco o di cantiere.

4.1.2 Scavi di sbancamento

Per gli scavi di sbancamento sono usati prevalentemente escavatori meccanici cingolati. In relazione alla tipologia di scavo da eseguire, alla profondità e quantità di materiale da scavare, all'escavatore può essere affiancata una pala caricatrice che provvede a caricare i mezzi di trasporto utilizzati per lo spostamento del materiale scavato all'interno del cantiere. Accertate le caratteristiche geotecniche e geologiche, il materiale può essere accantonato in prossimità dello scavo per il successivo riutilizzo (riempimenti, sagomature, finiture finali e/o modellamenti per mitigazioni ambientali) all'interno dello stesso sito di scavo o depositato temporaneamente in un'area all'interno della stessa area operativa di cantiere limitando il trasporto ad una distanza estremamente ridotta dalla zona di scavo.

4.1.3 Rinterri e ritombamenti

La lavorazione consiste nella chiusura di scavi eseguiti con materiali inerti e/o materiali di risulta provenienti da scavo fino alla sistemazione del piano secondo progetto.

L'attività è composta unicamente dalla messa in opera e stesa del materiale mediante escavatore.

4.1.4 Formazione rilevati e rimodellamenti

La lavorazione consiste nella formazione di rilevati con materiali inerti e/o materiali di risulta e/o terreno vegetale provenienti da attività di scavo o scotico fino alla quota di progetto.

La prima parte dell'attività consiste nella posa in opera del materiale direttamente attraverso il ribaltamento del cassone del camion e la stesa mediante grader. Successivamente si procede alla compattazione del materiale previa bagnatura del terreno stesso.

La lavorazione è composta quindi da quattro attività che si esplicano in due fasi distinte:

- a) Fase 1
 - Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
 - Stesa del materiale mediante grader.
- b) Fase 2 (solo per la formazione dei rilevati)
 - Bagnatura del terreno;
 - Compattazione a macchina del terreno.

Tra le modalità tecniche per la messa a dimora a rilevato del materiale di scavo, può essere impiegata anche la tecnica di stabilizzazione a calce. Infatti, come descritto sinteticamente nel capitolo 2 di inquadramento, le litologie principali sono costituite da sabbie e argille limose. Il progetto prevede (rif. APE0001) che sia necessario eseguire gli scavi in modo selettivo, per poter effettivamente riutilizzare i materiali idonei, presenti in banchi distinti.

In base a ciò si può stimare una percentuale di riutilizzo del materiale estratto pari a circa il 30 ÷ 40%. Il restante materiale, escluso il terreno vegetale proveniente dallo scavo di "scotico", potrà essere eventualmente riutilizzato, per la costruzione dei nuovi rilevati, previo trattamento a calce. Sulla base delle considerazioni geotecniche, è consentito il riutilizzo del materiale per la costruzione dei rilevati secondo le seguenti modalità.

4.1.4.1 Procedura per la stabilizzazione a calce

Il trattamento a calce di una terra è finalizzata al miglioramento delle sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta.

I principali aspetti positivi legati al trattamento a calce delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

La scelta progettuale porta notevoli vantaggi, tra i quali:

- importante risparmio nello sfruttamento degli inerti provenienti da cava;
- eliminazione del traffico veicolare di cantiere sulla viabilità ordinaria (il trasporto del materiale dallo scavo alla sistemazione avverrà all'interno del lotto sfruttando le piste di cantiere o la stessa autostrada esistente).

Il dettaglio delle fasi operative per la realizzazione del rilevato con trattamento a calce, nonché delle procedure per minimizzare l'impatto sulla componente atmosferica, è riportato in Appendice 1 al presente Piano di Utilizzo. La procedura è stata revisionata secondo le specifiche condivise e valutate nel parere di approvazione del Piano di Utilizzo (rif DVA-DEC-409 del 06/12/2017).

4.1.5 Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione

L'attività consiste nella posa in opera del misto cementato o misto granulare costituenti gli strati di sottofondazione e fondazione delle pavimentazioni rigide, semirigide o flessibile.

La lavorazione è composta da tre attività elementari che si esplicano in due fasi:

- a) Fase 1
 - Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
 - Stesa del materiale mediante grader;
- b) Fase 2
 - Compattazione a macchina del terreno

Nella formazione delle sottofondazioni in misto cementato o misto granulare le azioni di messa in opera e stesa del materiale avvengono in parallelo. Successivamente il rullo esegue la compattazione del terreno.

4.1.6 Disposizioni per le interferenze con la porzione satura del terreno

Come anticipato in paragr. 3.6, le operazioni di scavo potranno interessare la porzione satura del terreno, interferendo con la falda sub affiorante della piana.

L'ampliamento dei manufatti di attraversamento, posti sui corsi d'acqua principali, implica infatti interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in tre tipologie principali:

- ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliera in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverdita (se necessario cementata);
- risezionamento dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo.

Secondo quanto contenuto nell'allegato 4 del Regolamento, in condizioni di falda affiorante o subaffiorante si dovrà utilizzare dal fondo sino alla quota di massima escursione della falda più un metro di franco materiale da scavo per il quale sia stato verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna A. Si evidenzia che, sulla base dei rilievi di caratterizzazione ambientale, esiste un'ampia disponibilità di terreno proveniente dagli scavi che rispetti i limiti della colonna A. Per il completamento delle opere di interferenza idraulica sotto riportate, si dovrà inoltre considerare che parte delle pavimentazioni e soprattutto del materiale anticapillare sarà approvvigionato da cava o da impianto esterno. Di seguito sono riportati gli interventi in cui, dai rilievi e dagli studi effettuati in fase progettuale, lo scavo ed il conseguente ampliamento potrebbero interferire con il livello freatico (falda affiorante o sub-affiorante). Le interferenze con la falda sono riportate in tabella:

Tabella 4-1 Elenco delle opere interferenti con la falda

Corso d'acqua	Grado di interferenza idrografica	Opera	pk	Tratta	Lunghezza (m)	Litologia dominante
Fiume Reno	principale	63T, Viadotto Reno	9+900	A	498	Argille e sabbie limose
Canale Navile - Battiferro	principale	82 T -Viadotto Navile-Battiferro	13+000	A	76	Argille e sabbie limose
Torrente Savena	principale	128 T - Ponte Savena	21+330	C	66	Argille e sabbie limose

4.2 NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Si fa principale riferimento all'art. 1, comma 1, lettera p) e all'art. 4, comma 1, lettera c) del Regolamento ministeriale relativamente alle operazioni di normale pratica industriale effettivamente condotte.

Le operazioni di normale pratica industriale sono finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3 del Regolamento.

Le lavorazioni previste in progetto sui materiali di scavo per ottimizzarne l'utilizzo costituiscono ai sensi dell'Allegato 3 del Regolamento un trattamento di normale pratica industriale in quanto non incidono sulla classificazione come sottoprodotto dei materiali da scavo, non ne modificano le caratteristiche chimico-fisiche bensì consentono di rendere maggiormente produttivo e tecnicamente efficace l'utilizzo di tali materiali (in sostanza si tratta delle stesse lavorazioni che si praticano sui materiali di cava proprio per ottimizzarne l'utilizzo), ferma restando la compatibilità delle frazioni ottenute con i siti di destinazione.

Le operazioni di normale pratica industriale previste in progetto, oltre alle tecniche già indicate al capitolo precedente, sono di seguito descritte.

4.2.1 Vagliatura

La vagliatura è realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. Il sistema di vagliatura del materiale è previsto all'interno del cantiere operativo situato nell'area **CO01** a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.2.2 Frantumazione

L'impianto di frantumazione consente la frantumazione del materiale lapideo per produrre una geometria del materiale a spigoli vivi avente una granulometria che rientri nel fuso granulometrico da utilizzare per la realizzazione delle opere a progetto in terra (rilevati, sottofondazioni per pavimentazioni, ritombamenti, modellazioni morfologiche, sistemazioni ambientali). Il sistema di frantumazione del materiale è previsto all'interno del cantiere operativo situato nell'area **CO01** a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.3 INCLUSIONI

4.3.1 Utilizzo di miscele di perforazione

Nella fase di realizzazione di opere strutturali e idrauliche (a protezione di scavi profondi ecc.), vengono eseguiti lavori di perforazione di pozzi o scavi di paratie.

Lo scavo per pali e/o diaframmi viene spesso realizzato a partire dal piano campagna secondo allineamenti delimitati mediante la formazione di appositi cordoli guida in c.a. Il sostentamento delle pareti di scavo viene garantito attraverso l'impiego di miscele cementizie o bentonite.

Tali miscele fluide, per perforazioni hanno alcune peculiarità che permettono maggiori velocità di avanzamento e quindi maggiori produzioni in minor tempo, miglior protezione da cedimenti o franamenti, maggiore stabilità per la ridotta presenza di acqua libera e maggior protezione delle falde stesse.

L'uso di miscele per perforazioni deve garantire la tutela delle qualità ambientali dei terreni e delle falde acquifere interferite, in tal senso la scelta dei prodotti per la formazione delle miscele deve avvenire sulla base delle caratteristiche intrinseche dei prodotti stessi. Dovranno essere impiegate miscele ambientalmente compatibili per le quali dovranno essere dichiarate le informazioni ecologiche e chimico-fisiche, ma anche altre proprietà quali ad esempio: grado di tossicità, capacità legante e ossidante, solubilità, infiammabilità, corrosività e biodegradazione, contenuto di polimeri di origine organica, ecc. Non potranno essere presi in considerazione prodotti e additivi le cui schede presentino insufficienti informazioni sul comportamento ambientale.

4.4 GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI

Tutte i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni espresse per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposti alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.

Le seguenti tipologie di materiali di scavo sono inoltre identificate quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti (impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica):

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- il materiale escavato durante le lavorazioni di realizzazione del nuovo svincolo Lazzaretto, così come indicato in paragrafo 3.1, a partire all'incrocio delle rampe di svincolo sino alla intersezione con la viabilità località con raccordo a rotatoria;
- gli scavi necessari alla bonifica ed alla preparazione del piano di posa per l'ampliamento del corpo stradale (CS41S) e per la realizzazione del muro di sostegno (MS024) lungo la carreggiata Sud, circa 300 metri lineari, tra le pk 21+006 e la pk 21+316 (tratta C), in prossimità del vecchio sito di conferimento di Hera;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc);

In relazione alle attività integrative svolte nel 2017 sui materiali di riporto e dettagliate nell'elaborato allegato al Piano, AMB1007, si aggiunge che:

- le aree o porzioni di scavo ove sono presenti materiali di riporto con frammenti di origine antropica, con percentuali superiori al 20% (PB21DH, lavorazioni per l'opera FOA047) saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm;

Sebbene le indagini cognitive delle diverse fasi di progetto, anche quelle successive al 2017, non abbiano dato ulteriori e particolari evidenze, si specifica che dovessero emergere aree o porzioni di scavo ove sono presenti materiali di riporto con frammenti di origine antropica, con percentuali superiori al 20%, questi dovranno essere sottoposti alle medesime disposizioni vigenti in materia di rifiuti.

Il materiale qualificato quale rifiuto verrà di norma allontanato dal cantiere, **preferibilmente**, per il recupero in impianto autorizzato, in alternativa per lo smaltimento in discariche.

5 SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO

L'intervento in progetto risulta avere uno sviluppo lineare di circa 13,5 km, individuato in 3 ambiti omogenei di intervento, secondo lo schema di cantierizzazione, caratterizzati unicamente da scavi all'aperto. Come ricordato nell'introduzione per l'aggiornamento del Piano, con lo sviluppo della progettazione e l'ottimizzazione delle fasi di cantierizzazione, la suddivisione in ambiti e tratte è venuta ad essere subordinata alla logica dei lotti in appalto ed alla gestione lungo l'intero intervento. Infatti, i lavori sono organizzati in 4 diversi lotti di lavori.

In particolar modo i seguenti lotti in appalto sono coinvolti nella gestione a sottoprodotti ai sensi del D.M. 161/2012:

- **Lotto 0**, Opere propedeutiche;
- **Lotto 1**, Opere in linea;
- **Lotto 2**, Opere ambientali ed esterne.

Devono essere aggiunte le **5** aree di cantiere, contraddistinte da operazioni sul solo scotico superficiale, che sarà conservato e depositato all'interno delle aree medesime per la loro sistemazione finale.

Negli elaborati grafici allegati al presente Piano sono riportati i siti principali relativi alla movimentazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del Regolamento (DM 161/2012), aggiornati alla fase di PE.

Di seguito si riporta un elenco dei siti di produzione dei materiali di scavo e dei siti di destinazione, intesi anche come di deposito intermedio, individuati all'interno della cantierizzazione.

I dati sui movimenti terra sono aggiornati alla fase di progettazione esecutiva, sulla base delle soluzioni approvate in Conferenza dei Servizi, e sono proposti nel presente Piano di Utilizzo. Le variazioni indicate sono presentate per l'istanza di approvazione delle modifiche sostanziali introdotte, tra cui appunto l'aumento dei volumi di scavo, che risulta essere incrementato del 23% rispetto a quello approvato nel 2017.

5.1 PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE

I siti di produzione dei materiali da scavo sono costituiti essenzialmente da opere all'aperto e sono caratterizzate esclusivamente dalla produzione di terreno vegetale e di materiale riutilizzabile a rilevato, costituito principalmente da depositi sabbiosi e argillosi.

Il volume escavato complessivo in banco, previsto da progetto da movimentare risulta essere pari a **1.270.989 mc** (a fronte di 866.479 mc previsti nella fase precedente). Questo volume è composto dallo scotico vegetale, pari a 148.770 mc (rispetto a **57.491 mc** indicato nel 2016), e la parte più profonda riferita pari a **1.122.219 mc** (rispetto ad un precedente **769.987 mc**). A questi volumi deve essere aggiunto la parte di scavo di scotico relativa alle aree di cantiere (**77.565 mc** rispetto ad un volume indicato di **39.000 mc**).

Tabella 5-1 Volumi di scavo ai sensi del D.M. 161/2012 aggiornati alla fase di PE

	Totali		Aree Cantieri	
	2016		rev 2022	
	mc		mc	
Scavo scotico vegetale	57.491		148.770	
Scavo di sbancamento, fondazione e preparazione	769.988		1.122.219,00	
Scotico aree di cantiere	---	39.000	---	77.565
TOTALE SCAVI in banco	827.479	39.000	1.270.989	77.565
TOTALE SCAVI ai sensi del D.M. 161/2012	866.479		1.348.554	

Come detto gli scavi interessano principalmente una litologia dominante relativa ai depositi, costituiti da sabbie e argille limose, riutilizzabile nell'ambito del corpo del rilevato.

I materiali da scavo appartenenti alle classi A2-6, A2-7, A6 e A7 (secondo la classificazione CNR UNI 10006 sostituita dalla UNI EN 11531-1) saranno stabilizzati a calce come indicato al par. 4.2.1 e in appendice al presente Piano. Lo scotico superficiale escavato dalle aree di cantiere sarà riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva delle medesime aree, con un limitato movimento di materiali.

5.2 AREA DI DEPOSITO INTERMEDIO IN ATTESA DEL RIUTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Nell'ambito delle 5 aree di cantiere sono individuati i siti di "deposito intermedio in attesa di utilizzo", secondo la definizione dell'art. 10 del Regolamento. Si tratta di aree per la deposizione del materiale di scavo in attesa della destinazione/utilizzo finale e dello scotico da riutilizzare per la sistemazione definitiva delle stesse aree di cantiere. Ulteriori aree di deposito temporaneo dei materiali di scavo, rispetto al quadro presentato nel Piano di Utilizzo approvato, sono previste inoltre per la disposizione dedicata al vegetale ed alla sistemazione finale delle aree a Parco, con particolare riferimento al Parco San Donnino. Le superfici indicate si riferiscono alla disponibilità effettiva di intervento, in relazione al possibile assetto ed organizzazione in fase realizzativa. Nelle more della tracciabilità di origine e delle caratteristiche, gli interventi e le sistemazioni sono previsti secondo determinati fasi su ampie superfici. Questa disposizione considera un deposito di cumuli distribuiti con volumi necessari per garantire nel Lotto 2 le attività preliminare di sistemazione morfologica necessarie al completamento delle opere a verde di copertura. Come anticipato nel capitolo 2.4, l'area dedicata al deposito sarà suddivisa a seconda delle provenienze e delle destinazioni. Nel dettaglio la disposizione dei depositi a secondo della provenienza e destinazione d'uso del materiale:

Tabella 5-2 Elenco aree di cantiere con superfici adibite al deposito dei materiali di scavo

Cantiere		Superficie disponibile per il deposito in attesa di utilizzo (mq)
CB01	Depositi per scotico vegetale destinato al ripristino cantiere	10.600
		4.575
CO01	Deposito scavi	12.900
	deposito scotico per ripristino cantiere	12.850
CO02	deposito scotico per ripristino cantiere	12.050
CO03	Depositi scotico per ripristino cantiere	6.050
CO04	Depositi scotico per ripristino cantiere	850
		970

Tabella 5-3bis Elenco delle aree a Parco con superfici adibite a deposito

Cantiere	Superficie disponibile per il deposito riferita all'effettiva di intervento (mq)
area Parco Nord	30000
Parco Vincenzo Tanara	5000
Campagna via Larga	5000
Parco Sportivo Croce Coperta	64.000
Giardino di via della Birra	23.000
Area Canova	40000
Parco San Donnino	120.000
Area ex Scarpari	10000
Fasca boscata di Via Arcoveggio	5000
Area di Completamento di Via Canova	6000

Cantiere	Superficie disponibile per il deposito riferita all'effettiva di intervento (mq)
Parco di Via Selva di Pescarola	10000
Parco Frisi Sostegnazzo	10000
Giardino Anna Morandi Manzolini	5000

5.1.1 Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito intermedio

I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno sterile derivante da scavi all'aperto;
- eventuale terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico, generalmente 30 cm).

L'area di deposito verrà realizzata in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale.

All'interno dell'area il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

In linea generale poi si possono distinguere i materiali già caratterizzati sulla base degli esiti della caratterizzazione ambientale:

- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti inferiori ai limiti di colonna A;
- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di colonna A, ma inferiori ai limiti di colonna B.

La preparazione e disposizione dell'area di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- lo scotico dell'eventuale terreno vegetale, che verrà accantonato lungo il perimetro di ciascuna area;
- la regolarizzazione e compattazione ed impermeabilizzazione del fondo;
- la creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia;
- la posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Nella fase costruttiva verranno messi in pratica alcuni accorgimenti, utili ad evitare potenziali contaminazioni:

- garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
- adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direccionamento;
- dotazione di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

Il terreno vegetale sarà separato dalle altre tipologie di terre.

Il deposito del materiale escavato avrà una durata temporale compatibile al periodo di validità del presente Piano, indicato al paragrafo 1.2.

Va evidenziato che il sistema impiegato sarà di tipo "dinamico". Le terre da scavo derivanti da scavi e sterri verranno reimpiagate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per la sistemazione ambientale.

Farà generalmente eccezione il deposito del terreno vegetale. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiagato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del

rivestimento delle scarpate. Tipicamente, quindi, l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

Si evidenzia che, a parte i volumi di scotico vegetali originati nelle aree di cantiere e gestiti in dune perimetrali alle stesse, il materiale vegetale sarà escavato nell'ambito del Lotto 1 e posti in deposito, nella massima parte, nell'area Parco San Donnino. La gestione e la sistemazione finale è prevista nell'ambito delle lavorazioni del Lotto 2.

5.3 PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE

I siti di utilizzo sono coincidenti con i siti di produzione, confermando tale logica anche a seguito degli aggiornamenti descritti.

Nei siti di utilizzo, la cui ubicazione è riportata nella planimetria allegata, vengono utilizzati i materiali già caratterizzati provenienti direttamente dai siti di produzione o dall'area di deposito in attesa di utilizzo.

Il progetto prevede l'utilizzo di un volume di materiale da scavo pari a **1.270.989 mc** (rispetto ad un volume precedente di **827.478 mc**). Questo volume è composto dallo scotico del terreno vegetale per il ricoprimento delle scarpate (pari a circa **148.770 mc**), dal materiale per la realizzazione del rilevato stradale (circa **854.286 mc**), dal materiale riutilizzato per gli interventi previsti di sistemazione, ricoprimento e riempimento (circa **267.933 mc**). Parte di questo materiale, proveniente dagli scavi, sarà sottoposto alla procedura di trattamento a calce per migliorare le caratteristiche ai fini di un uso maggiormente produttivo e tecnicamente più efficace.

A questi volumi vanno aggiunti le parti di scavo di scotico delle aree di cantiere (**77.565 mc su 5 aree di cantiere rispetto a 39.000 mc, indicati nel 2016 sulle 2 aree individuate allora**), che saranno riutilizzate tal quale nello stesso sito di escavazione al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva. Questo volume di scotico non subisce alcun tipo di movimentazione particolare essendo gestito all'interno dei cantieri in cui sono previsti i depositi intermedi.

Si tratta pertanto di un volume totale a riutilizzo pari a 1.348.554 mc (rispetto a 866.478 mc indicati nel 2016).

Tabella 5-3 Volumi di riutilizzo ai sensi del D.M. 161/2012 aggiornati alla fase di PE

	Totali	Aree Cantieri	Totali	Aree Cantieri
	2016		rev 2022	
	mc		mc	
Ricoprimento scarpate e cigli, aree a verde	57.491		148.770	
Riempimenti e ricoprimenti	46.373		267.933	
Per ricoprimento san donnino	32.644		---	
Rilevato corpo stradale	630.971		854.286	
Per rimodellamento a duna	60.000		---	
Scotico aree di cantiere	---	39.000		77.565
TOTALE RIUTILIZZI in banco	827.479	39.000	1.270.989	77.565
TOTALE RIUTILIZZI ai sensi del D.M. 161/2012	866.479		1.348.554	

5.4 BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi ricavati dagli elaborati progettuali. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego.

Gli scavi complessivi, per bonifica, scotico e sbancamento ammontano a circa 2.078.344 mc (rispetto ad un precedente di circa 1.692.115 mc, con un incremento di circa il 23%, in relazione alle soluzioni progettuali ottimizzate ad esempio per i muri di sostegno, il sistema di gestione idraulica, ecc.).

Le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di **1.348.554 mc**, ai sensi del D.M. 161/2012, provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di scotico dei cantieri. Il riutilizzo complessivo indicato nel Piano di Utilizzo approvato era di 866.479 mc, rilevando quindi un aumento della disponibilità in opera superiore, dovuto essenzialmente agli aumenti previsti nella gestione del terreno vegetale (passate da circa 57.500 mc a circa 148.770 mc) e dei riutilizzi riveduti ad esempio per i rimodellamenti morfologici delle aree e sistemazioni a verde introdotte.

Tabella 5-4 Bilancio dei materiali di scavo ai sensi del D.M. 161/2012, aggiornato alla fase di PE

		Siti di produzione rev 2022			Totale riutilizzo
		Scavo scotico vegetale	Scavo di sbancamento, fondazione e preparazione	Aree di cantiere	
		mc			
Siti di destinazione rev 2022	Ricoprimento scarpate e cigli, aree a verde	148.770			148.770
	Riempimenti e ricoprimenti		267.933		267.933
	Rilevato corpo stradale		854.286		854.286
	Totale produzione	148.770	1.122.219	0	1.270.989
Sistemazione aree di cantiere				77.565	77.565
					1.348.554

Tenendo conto che le litologie sono costituite, soprattutto da sabbie, limi e argille, è previsto il ricorso alla procedura di stabilizzazione a calce su parte dei volumi di scavo, per il miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità.

Il fabbisogno complessivo per la realizzazione dell'intervento, incluse le aree di cantiere, è pari ad un totale di circa 1.812.376 (con un incremento di circa il 19% rispetto ai 1.518.887 mc della precedente fase progettuale, di cui 1.011.348 mc destinati al rilevato ed alla sistemazione delle opere, mentre la sistemazione finale dei cigli, delle scarpate è completata dalla porzione di terreno vegetale escavato pari a circa 148.770 mc. Il volume residuo (circa 426.254 mc) è costituito dalle quote di riempimenti e sistemazioni.

si evince che la quota parte, che eccede il riutilizzo dei materiali da scavo ai sensi del D.M. 161/2012, è approvvigionata esternamente con materiale tecnicamente idoneo e conforme ai requisiti ambientali (circa 463.822 mc). Tale approvvigionamento è previsto da cava e da altre iniziative del Proponente, tra cui la riqualifica e dismissione del tratto autostradale A1, presso la località Vado nel comune di Monzuno (BO). Tale previsione è in linea con le buone pratiche in materia ambientale con la disposizione di un riutilizzo di materiali originatesi da interventi presenti nella stessa provincia, limitando i volumi di esuberanti da gestire in discarica.

I volumi di approvvigionamento esterno citati e quelli smaltiti in discarica, o destinati ad impianto di recupero autorizzato (si veda cap. 4.3), non sono oggetto del presente Piano di Utilizzo elaborato ai sensi del D.M. 161/2012.

6 CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA

Il Regolamento stabilisce che la caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera nel caso di comprovata impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica in fase di progettazione o qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione dei materiali da scavo.

Secondo l'allegato 1 del Regolamento, qualora si ravvisi, già in fase progettuale, la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, le modalità di esecuzione della stessa a cura dell'esecutore, dovranno essere rispettose di quanto indicato in Allegato 8 parte A.

L'attività di caratterizzazione in corso d'opera è effettuata dall'esecutore sotto la propria responsabilità, ciò in quanto in fase di corso d'opera, l'esecutore, una volta che il proponente ne comunica gli estremi all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile (art. 1, c. 1, lett. r per la definizione di esecutore e art. 9 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo).

A tal fine, in conformità all'Allegato 8 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera. La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 8 parte A:

- Ⓜ su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;
- Ⓜ direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- Ⓜ nell'intera area di intervento.

I criteri generali alla base dell'esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera sono:

- 1) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale;
- 2) l'Impresa esecutrice ha la facoltà di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai punti soprariportati, si precisa che:

- a) per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale, ove non è stato possibile indagare in fase propedeutica o per quei materiali la cui caratterizzazione necessita di un maggiore approfondimento esplicabile solo in fase realizzativa;
- b) per ricaratterizzazione si intende la verifica della permanenza dei requisiti di qualità ambientale a seguito dell'esecuzione di attività di scavo, da svolgere in fase di corso d'opera secondo gli allegati 4 e 8 parte A).

Si precisa che, rispetto a quanto presentato nel Piano approvato, è stato completato il quadro delle indagini sulla caratterizzazione ambientale, nell'ambito delle successive fasi progettuali.

Questa attività, eseguita con tutti i prelievi mancanti nelle aree di cantiere (rif capitolo 3), è stata svolta in riferimento alla prescrizione n°2 del parere di approvazione n° 409/2017 (*"il proponente dovrà completare la campagna di indagini, per i punti di prelievo individuati presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire o completare il campionamento: delle aree di cantiere;... omissis"*).

L'Appaltatore avrà quindi la facoltà di effettuare una campagna cognitiva del quadro chimico-ambientale per quanto sopra indicato, fermo restando quanto proposto nel Piano di Utilizzo aggiornato.

Nell'ambito dei movimenti terra previsti nelle opere provvisorie, seppur limitati nello spazio e nei volumi, l'Appaltatore è chiamato a garantire e confermare la compatibilità ambientale al riutilizzo dei materiali di scavo, eseguendo una ricaratterizzazione come indicato al punto b).

Allo stesso tempo, in riferimento sempre al punto b), l'Appaltatore dovrà ricaratterizzare il materiale proveniente dalle operazioni di perforazione profonda.

Le aree a Parco con sistemazione a verde saranno realizzate con materiale idoneo, proveniente dalle lavorazioni, in rispetto alle CSC di colonna A. Le aree non sono interessate da particolari scavi, se non di livellamento del piano per accogliere gli accumuli, utilizzati alla realizzazione morfologica definitiva. In considerazione di ciò, si evidenzia che al materiale da scavo riutilizzato nelle aree, è anche previsto l'approvvigionamento di vegetale specifico (si vedano elaborati SUA e computi CCP) che rappresenta un ulteriore miglioramento delle condizioni di questi specifici siti di destinazione.

Il Proponente si riserva di far fornire un quadro dello stato qualitativo dei diversi piani di posa presenti nelle aree, con destinazione d'uso a verde, prima dell'inizio dei lavori. I dati saranno acquisiti nella fase di ante operam, secondo un piano di caratterizzazione dedicato, in base ai criteri degli allegati 2 e 4.

Nell'ambito di una eventuale gestione di materiali da scavo del Lotto 1 e del Lotto 2 tra diversi Appaltatori, si prevede di far effettuare una caratterizzazione, in corso d'opera, dedicata ai volumi destinati alle sistemazioni a verde e nelle aree a Parco. In considerazione degli elementi necessari alla dichiarazione di avvenuto utilizzo e di tracciabilità da esercitare tra diverse imprese appaltanti (rif cap. 7), è richiesto che venga effettuata una caratterizzazione congiunta in fase di deposito temporaneo o preliminare al riutilizzo del materiale da scavo (con particolare attenzione alla quota di vegetale).

6.1 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato in all. 8 parte B del Regolamento, è fatta salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per la caratterizzazione in corso d'opera.

L'Appaltatore sarà inoltre tenuto, alla conclusione dei lavori nella fase di ripristino finale, alla verifica di non contaminazione delle aree di cantiere e delle fasce lungo le viabilità

7 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

7.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Tutte le lavorazioni sono posizionate lungo il tracciato lineare e continuo di progetto, in prossimità del quale sono previste le 5 aree di cantiere principali (CB01 e CO01, CO02, CO03 e CO04) e le diverse aree di supporto.

Ciò permette di individuare una unica direttrice della viabilità di cantiere nel sistema infrastrutturale esistente, sia nella direzione Sud sia in quella verso Nord. Pertanto, la Tangenziale, nei due sensi di marcia, è individuata come la principale viabilità per la movimentazione dei materiali di scavo e per l'accesso alle aree di cantiere. Infatti le aree di intervento saranno raggiungibili e collegate all'area di cantiere e all'autostrada, attraverso appositi varchi posti lungo la Tangenziale.

La possibilità di sfruttare l'infrastruttura esistente permette di ridurre al minimo l'interferenza con le viabilità locali e agevola i percorsi, attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali di scavo dal luogo di produzione al sito di caratterizzazione/cantiere, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale (corpo stradale, pertinenze stradali e/o sistemazioni lungo rilevato), o direttamente dal sito di scavo al sito di riutilizzo. Risulta tuttavia necessario individuare delle viabilità locali, utili alla movimentazione degli scavi, in relazione agli interventi sulle opere esterne ed alla posizione dei diversi cantieri, dove sono presenti anche i depositi intermedi delle terre. Infatti per il trasporto dei materiali di scavo e di riutilizzo lungo la careggiata Nord per cui è stato previsto un deposito, il percorso dei movimenti terra prevede di utilizzare gli svincoli di Via Stalingrado, della Fiera e di Viale Europa e le viabilità principali di collegamento tra loro. Nella figura di seguito riportata, è rappresentata questa zona di interconnessione tra Tangenziale, Autostrada ed il sistema delle aree di cantiere CB01, CO01 e CO02, che risulta strategica nell'organizzazione di tutta la cantierizzazione.

Esiste inoltre una situazione specifica in cui le lavorazioni di ampliamento al Ponte sul Fiume Reno prevedono il passaggio attraverso lo svincolo di Via del Triumvirato ed una parte della stessa via.

Nel caso di utilizzo delle viabilità locali, per raggiungere le aree di cantiere e di deposito, i percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterranno senza operare variazioni, così come si atterranno al Codice della Strada.

Tutti gli automezzi saranno opportunamente coperti per evitare fenomeni di dispersione ed il contatto con gli agenti atmosferici.

Per la planimetria sulle viabilità si rimanda allo specifico allegato del presente Piano. Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato al Piano di Utilizzo sulle viabilità di cantiere ed agli elaborati di progetto sulla cantierizzazione (SIC5200 e SIC5201) richiamati quale supporto per gli approfondimenti di dettaglio.

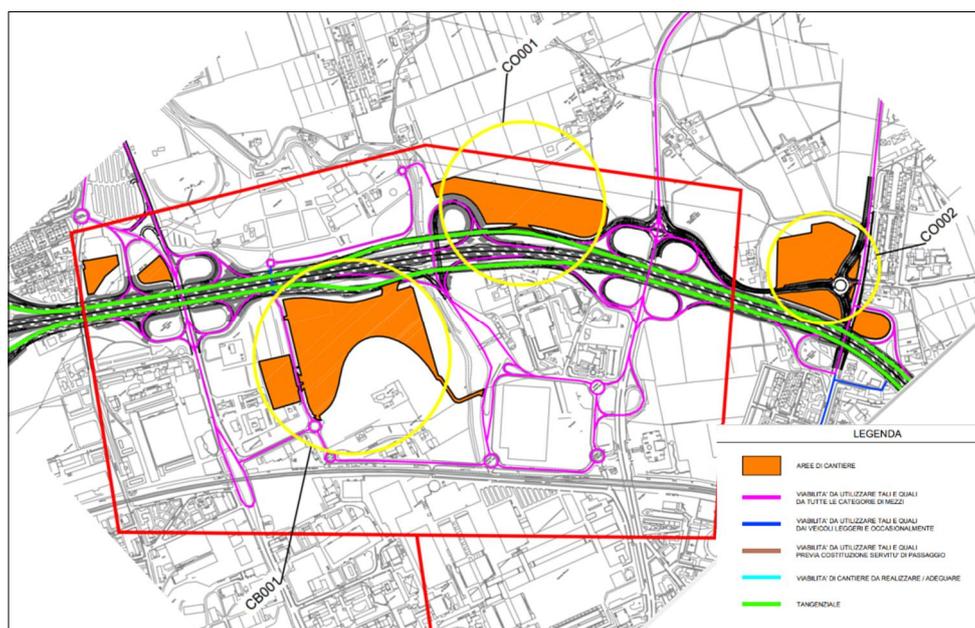


Figura 7-1 Sistema di interconnessione aree cantiere CB01 CO01 CO02 (stralcio da elaborato SIC5200)

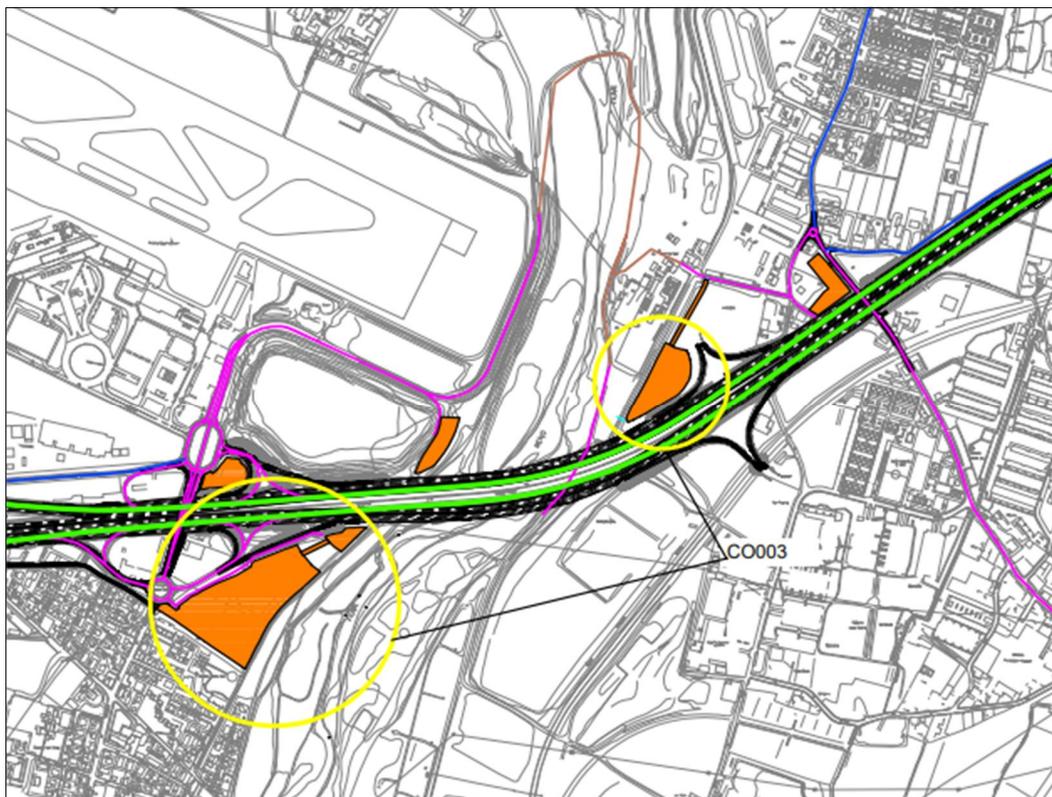


Figura 7-2 Viabilità interferite per l'intervento del Ponte sul Fiume Reno (stralcio da elaborato SIC5200)

7.2 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 11 del Regolamento, in tutte le fasi di movimentazione delle terre verrà definita una procedura atta a garantire la tracciabilità dei materiali da scavo: con l'applicazione di tale procedura ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, deposito e utilizzo.

La documentazione che accompagna il trasporto del materiale da scavo, da redigere secondo le indicazioni dell'Allegato 6 del Regolamento, costituisce documentazione equipollente alla scheda di trasporto di cui all'art. 7 bis del decreto legislativo 286/2005 ai sensi di quanto previsto dall'art 3 del D.M. 554/2009.

Tale documentazione viene predisposta dall'esecutore nella fase di corso d'opera, l'esecutore, infatti, dal momento della dichiarazione di cui all'art. 9 comma 1, resa dal proponente all'autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile.

I moduli di trasporto di cui all'allegato 6 accompagnano ciascun mezzo, attestando la provenienza e la destinazione del materiale da scavo con riferimento al codice identificativo delle singole WBS.

7.3 DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo deve essere attestato dall'esecutore mediante la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), art. 12 del Regolamento.

La dichiarazione da parte dell'esecutore all'Autorità competente è sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 28 dicembre del 2000, in conformità all'allegato 7 del Regolamento e deve essere corredata della documentazione completa in esso richiamata.

A conclusione dei lavori di escavazione ed a conclusione dei lavori di utilizzo di tutta l'opera a progetto, secondo quanto indicato nell'Allegato 7 del Regolamento, l'esecutore compilerà una Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), che deve essere resa entro il termine in cui il Piano stesso cessa di avere validità.

In relazione alla complessità dell'opera ed ai volumi di terra movimentati, in aggiunta alla DAU prevista dall'Allegato 7 del Regolamento, durante la realizzazione dei lavori, l'esecutore sarà tenuto, a redigere una dichiarazione di avvenuto utilizzo analoga a quella di cui all'Allegato 7 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 28 dicembre del 2000 con cadenza semestrale. Tale dichiarazione, corredata dei certificati delle analisi effettuate sui campioni, dovrà attestare l'utilizzo dei materiali sia riferito al periodo per il quale viene emessa sia a consuntivo.

Si evidenzia che nell'ambito di lavorazione eseguite con appalti differenti tra Lotti e, ferma restando la gestione a sottoprodotto delle terre da scavo, è previsto il caso in cui la movimentazione dei materiali di scavo avvenga verso depositi o siti di destinazione finale gestiti da diversa impresa appaltatrice. In tale evenienza è obbligatorio gestire il rapporto con l'appaltatore del Lotto interessato al deposito in atteso di utilizzo o alla messa in dimora definitiva. Questo appaltatore, individuato come utilizzatore dello scavo, è infatti qualificato quale soggetto terzo ai sensi del comma 5 dell'art. 12 del D.M. 161/2012, e quindi esecutore del Piano di Utilizzo per il riutilizzo dei materiali escavati da altri.

Gli Esecutori degli scavi dovranno segnalare nella propria Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (D.A.U. come da allegato 7 del citato D.M.) il periodo entro il quale il soggetto del Lotto di appartenenza del sito di destinazione definitivo debba completare l'utilizzo.

L'Impresa realizzatrice del sito di destinazione finale dovrà garantire sulla base di quanto disposto in comma 5 di riutilizzare i materiali di scavo in opera entro i tempi indicati dall'Esecutore degli scavi nella propria D.A.U. Questi tempi di riutilizzo sono comunque dettati dal cronoprogramma dell'opera.

APPENDICE 1

PROCEDURA DI STABILIZZAZIONE A CALCE

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO GENERALE	3
2.1	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE	3
2.2	SOLUZIONE PROGETTATA.....	3
3	SPECIFICA TECNICA SUL CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE.....	5
3.1	GENERALITÀ.....	5
3.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE	5
3.2.1	Terre	5
3.2.2	Acqua.....	5
3.2.3	Calce.....	5
3.3	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E STEP OPERATIVI	5
3.4	SISTEMA DI PREPARAZIONE E PRE-MISCELAZIONE IN CANTIERE CO01	7
4	PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DURANTE IL TRATTAMENTO A CALCE	8
4.1	INTRODUZIONE.....	8
4.2	MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA	8
4.2.1	Preparazione e stesa del terreno naturale.....	9
4.2.2	Stesa della calce	9
4.2.3	Prima fresatura di miscelamento terra-calce.....	10
4.2.4	Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica.....	10
4.2.5	Profilamento rilevato, rullatura e compattazione.....	11
4.3	MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLE ACQUE	11
5	MONITORAGGIO METEOROLOGICO.....	14
5.1	RILIEVI ANEMOMETRICI.....	14
5.2	RILIEVI PLUVIOMETRICI	14
6	INDICAZIONI DI SICUREZZA DEI LAVORATORI NELL'IMPIEGO DELLA CALCE	15
6.1	INDICAZIONE DEI RISCHI.....	15
6.2	PRINCIPI COMPORTAMENTALI	15
6.3	MISURE DI PRONTO SOCCORSO.....	15
6.4	MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE	15
6.5	MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO.....	16
6.6	CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)	16

1 PREMESSA

La presente procedura descrive le misure di protezione dell'ambiente e dei lavoratori impegnati nella realizzazione degli interventi per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Passante di mezzo".

Il progetto di potenziamento consiste nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione. Lo sviluppo lineare complessivo dell'intervento è di circa 13 km, inseriti nel territorio comunale di Bologna, ad esclusione degli ultimi circa 500 metri, che insistono nel comune di San Lazzaro di Savena.

Il documento costituisce una procedura operativa, contenente le disposizioni a cui l'Impresa costruttrice dovrà attenersi al fine di evitare potenziali impatti sulle componenti ambientali, connessi alle lavorazioni di realizzazione dei rilevati mediante stabilizzazione a calce.

Il documento è composto dalle seguenti sezioni:

1. Premessa
2. Descrizione del trattamento a calce
3. Protezione dell'ambiente durante il trattamento a calce
4. Monitoraggio meteorologico
5. Indicazioni di sicurezza dei lavoratori nell'impiego della calce

Il documento è stato aggiornato secondo le integrazioni indicate nella fase di procedura VIA ed approvate con parere n° 2561/2017 dalla CTVIA. Le modifiche sono state evidenziate in azzurro, in coerenza con il testo principale del Piano di Utilizzo, aggiornato alla fase di Progetto Esecutivo.

La procedura contempla due diverse tipologie di trattamento a calce concordate nella fase di procedura di VIA:

- 1) in situ per il sottofondo, considerando tutte le aree come cantieri sensibili (secondo la definizione della guida tecnica francese "Traitement des sol a la chaux et/ou aux liants hydrauliques" edito dal Ministero dei Trasporti Francese (nel seguito denominato "Guida tecnica"), e
- 2) nel cantiere CO01 per il corpo del rilevato, dove sarà realizzata un'area dedicata al trattamento.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Con riferimento a quanto riportato nel Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo per gli interventi in oggetto e redatto ai sensi del DM 161/2012, il bilancio complessivo delle terre evidenzia come il materiale proveniente dagli scavi venga riutilizzato per la quasi totalità per la formazione dei rilevati autostradali e delle loro pertinenze.

In particolare, come mostrato nei dati di bilancio inseriti nel Piano di Utilizzo della tratta in argomento e dei lavori in argomento, viene previsto che il materiale proveniente dagli scavi possa essere riutilizzato previa stabilizzazione a calce per il miglioramento del comportamento tecnico, secondo le modalità operative indicate dalla presente procedura.

2.1 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE

Le terre da reimpiegare all'interno dell'opera per la formazione dei rilevati stradali, oltre ad avere idonee caratteristiche chimico-fisiche, come previsto dal DM 161/2012, devono anche rispondere ai requisiti geotecnici tipicamente richiesti per la realizzazione di rilevati stradali.

Per tale motivo è stata effettuata, al fine di verificare la compatibilità dei terreni al trattamento a calce, una campagna di indagini geotecniche allo scopo di indagare la possibilità di trattamento a calce dei materiali provenienti dagli scavi lungo il tracciato autostradale in ampliamento.

Considerato che, in base a quanto previsto nelle Norme Tecniche di Appalto e nei calcoli di stabilità, per la realizzazione dei nuovi rilevati autostradali potranno essere riutilizzati tal quali solo i livelli più francamente ghiaiosi e sabbiosi che costituiscono i rilevati esistenti, mentre non potranno essere riutilizzati i livelli che contengono elevate percentuali di materiale fino (passante al setaccio ASTM 200 >35%), si ritiene che sia necessario eseguire gli scavi in modo selettivo, per poter effettivamente riutilizzare i materiali idonei, presenti in banchi distinti. In base a ciò si può stimare una percentuale di riutilizzo del materiale estratto pari a circa il 30 ÷ 40%. Il restante materiale, escluso il terreno vegetale proveniente dallo scavo di "scotico", potrà essere eventualmente riutilizzato, per la costruzione dei nuovi rilevati, previo trattamento a calce. L'entità del trattamento a calce e le fasi di lavorazione dei terreni trattati dovranno essere stabilite mediante campo prova. Il terreno trattato a calce non potrà in ogni caso essere utilizzato per la costruzione dell'ammasso strutturale dei rilevati in terra rinforzata.

2.2 SOLUZIONE PROGETTATA

Le Norme Tecniche d'Appalto fissano le caratteristiche dei materiali atti ad essere utilizzati per la realizzazione dei rilevati autostradali, sulla base delle norme UNI EN ISO 14688-1.

Tali Norme indicano, di norma, l'utilizzo di aggregati naturali, riciclati o misti appartenenti ai gruppi A1,A2-4, A2-5, A3.

Viene inoltre previsto l'utilizzo di terreni di caratteristiche differenti.

Per quelli appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 solo se:

- provenienti dagli scavi e se previsto nel Progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della soprastruttura, previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.
- stabilizzate a calce, secondo le modalità previste dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Per l'impiego delle terre appartenenti ai gruppi A6 ed A7 vale quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto per quanto riguarda il trattamento delle terre con calce.

All'interno del progetto in argomento è previsto il riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi per la formazione dei rilevati autostradali. La significativa presenza dei materiali di natura limo-argillosa ha portato alla scelta della realizzazione dei rilevati stradali mediante il trattamento a calce per l'ottenimento delle caratteristiche geotecniche di portanza previste progettualmente.

La scelta progettuale porta notevoli vantaggi, tra i quali:

- importante risparmio nello sfruttamento degli inerti provenienti da cava;

- eliminazione del traffico veicolare di cantiere sulla viabilità ordinaria (il trasporto del materiale dallo scavo alla sistemazione avverrà all'interno del lotto sfruttando le piste di cantiere o la stessa autostrada esistente).

Il trattamento a calce avviene principalmente in un cantiere fisso, CO01. Nello stesso cantiere è previsto il principale deposito temporaneo dei materiali di scavo, impattando quindi solo marginalmente sulle movimentazioni.

La fase di miscelazione del materiale destinato alla realizzazione del corpo del rilevato è svolta pertanto in un'area dedicata anziché in situ, dove sarà trattata solamente la parte del sottofondo.

L'area sopra indicata risulta funzionale in quanto ha accesso diretto all'autostrada senza impegnare alcuna viabilità locale né la tangenziale, e risulta ben esposta e confinata rispetto alla presenza di abitazioni limitrofe.

Tutte le aree di trattamento sono considerate aree sensibili.

3 SPECIFICA TECNICA SUL CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE

3.1 GENERALITÀ

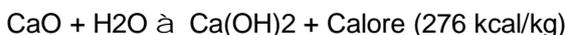
Il trattamento a calce di una terra consiste nella miscelazione intima della stessa con calce e con acqua in quantità tali da modificare attraverso reazioni chimico-fisiche le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta. Dipende, altresì, dalla quantità di calce aggiunta e dalle modalità di lavorazione della miscela.

La calce aerea o calce viva (CaO) si ottiene per decomposizione termica ad alta temperatura del carbonato di calcio naturale; questa forma primaria della calce è detta anche calce viva e il suo nome chimico è ossido di calcio.



(carbonato di calcio) (calce viva) (anidride carbonica)

L'ossido di calcio può essere trasformato facilmente in idrossido di calcio: Ca(OH)₂, per aggiunta di una opportuna quantità di acqua; il nome tecnico di questa seconda forma di calce è calce idrata o calce spenta.



(calce viva) (acqua) (calce idrata)

I principali aspetti positivi legati al trattamento a calce delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

3.2.1 Terre

Come precedentemente illustrato le terre trattate con calce sono tutte quelle provenienti dagli scavi lungo la tratta in argomento.

3.2.2 Acqua

Il processo di stabilizzazione consiste nel mescolare intimamente le terre argillose con calce di apporto in quantità tale da modificare le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche delle terre stesse, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità chimica all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

3.2.3 Calce

Per il trattamento a calce si è deciso di utilizzare la calce viva perché:

- il calore di idratazione accelera la presa della miscela ed offre maggiore possibilità di lavorazione durante il periodo autunnale;
- ha una polverosità ridotta avendo un peso specifico alto.

3.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E STEP OPERATIVI

Per la realizzazione dei rilevati si ipotizza una durata di circa **61 mesi**. Per l'esecuzione del rilevato con trattamento a calce saranno impiegate squadre di lavoro consistenti ciascuna in:

111465-0000-PE-DG-PGT-00000-00000-R-AMB1000-0

Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, ai sensi del D.M. 161/2012

Appendice 1 - Procedura di stabilizzazione a calce

Pagina 5/17

- 1 bulldozer spianatore.
- 1 spandicalce.
- 1 stabilizzatrice (pulvimixer).
- 1-2 rulli (a piastre vibranti e/o “a piede di montone”).

Saranno inoltre utilizzati gli automezzi necessari per il trasporto del materiale.

Nel dettaglio si riportano, di seguito, le fasi operative per la realizzazione del rilevato con trattamento a calce:

1. Scotico di 20 cm ca. con deposito del materiale ai due fianchi della piattaforma del futuro rilevato;
2. Scavo di 30 cm ca. con accumulo del materiale ai lati della piattaforma del futuro rilevato;
3. Bonifica con trattamento a calce in situ del terreno esistente di uno strato di 30 cm di profondità;
4. Posa di uno spessore di 30 cm di rilevato con terra da scavo e suo trattamento a calce;
5. Esecuzione di uno strato di 30 cm di anticapillare mediante posa di geotessile nello strato inferiore e risvoltato alle estremità dello strato per circa 2 metri lungo la superficie superiore;
6. Reiterazione del punto 4 sino al raggiungimento delle quote previste da progetto per la realizzazione del rilevato.

Ogni strato di rilevato sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

- a) Posa di uno strato omogeneo di 30/50 cm di spessore di materiale terrigeno. Lo spessore dello strato dipende dalla capacità/potenza della macchina miscelatrice (pulvimixer). Generalmente lo spessore massimo lavorabile dalla macchina è pari a 30 cm, ma può essere valutato di volta in volta l'aumento di tale spessore in funzione delle caratteristiche del terreno e delle macchine miscelatrici impiegate, non superando lo spessore massimo di 50 cm, imposto dalle Norme Tecniche di Appalto quale massimo spessore compatto;
- b) Successivo spandimento della calce con macchine operatrici semoventi/a traino che assicurano un dosaggio omogeneo su tutta la superficie interessata; tale lavorazione sarà svolta in un'unica operazione. In questa fase viene stesa la quantità di calce necessaria alla miscelazione del terreno steso nella fase precedente, definita sulla base di prove geotecniche svolte preliminarmente alla lavorazione, al fine di definire la % in peso che raggiunge l'ottimo in termini di caratteristiche meccaniche del terreno trattato. Tale percentuale è compresa tipicamente in un intervallo variabile tra l'1,5% ed il 4,0% in peso del terreno da trattare, per cui variabile indicativamente tra i 25 ed i 65 kg/mc (considerando come riferimento un peso del terreno pari a 1600 kg/mc). Il quantitativo di calce steso, considerando uno spessore dello strato da trattare di 0,30 m risulta quindi compreso in un range variabile tra 7 e 20 kg/mq. La superficie trattata in questa fase dipende dalla capacità di carico della macchina spandicalce e dal quantitativo di calce stesa per unità di superficie. Generalmente la macchina spandicalce è in grado di immagazzinare circa 80q di calce, per cui la stesa interessa una superficie variabile tra i 400 ed i 1000 mq circa. La velocità di avanzamento della macchina spandi calce è generalmente compresa tra 3 e 4 km/h, per cui la fase di stesa della calce non supera mai i 15 minuti complessivi;
- c) Primo passaggio con macchina miscelatrice (pulvimixer), tale da permettere il miscelamento terra-calce per tutto lo spessore dello strato in lavorazione. La velocità di avanzamento della macchina dipende dallo spessore del terreno da trattare, si può comunque stimare un tempo complessivo della singola fase di miscelazione compreso tra 10 e 30 minuti;
- d) Secondo passaggio con macchina miscelatrice (pulvimixer), avente l'obiettivo di riduzione granulometrica del materiale lavorato per tutto lo spessore di lavorazione;
- e) Terzo passaggio con macchina miscelatrice (pulvimixer), per realizzare una ulteriore riduzione granulometrica del materiale per tutto lo spessore di lavorazione. La seconda e la terza passata (punti d) ed e)) consentono di raggiungere una intima miscelazione del materiale terroso con la calce, aumentando quindi la superficie di contatto dei due materiali e l'efficacia della reazione di stabilizzazione;
- f) Profilatura del rilevato, rullatura e compattazione con l'ausilio di rullo “a piede di montone” e/o rullo semplice per la formazione di uno strato omogeneo.

Quanto sopra descritto corrisponde alle lavorazioni in condizioni meteorologiche ordinarie (velocità del vento sotto il valore limite, assenza di precipitazioni). Nel seguito della presente procedura vengono descritte le misure da attuarsi, nelle varie fasi realizzative, qualora le condizioni meteorologiche superino le soglie di allarme, così come definite nel presente documento.

3.4 SISTEMA DI PREPARAZIONE E PRE-MISCELAZIONE IN CANTIERE CO01

La miscelazione delle terre con la calce avviene nel cantiere CO01, ubicato in posizione centrale rispetto all'estensione dell'intervento.

Come da descrizione riportata nel paragrafo precedente, il trattamento presuppone, in generale, un'aggiunta di calce dal 1,5 al 4% in peso del terreno da gestire.

La miscelazione in cantiere tra terra e calce sarà effettuata, nei quantitativi previsti, nelle modalità descritte nei paragrafi 4.2.1, *Preparazione e stesa del terreno naturale*, e 4.2.2, *Stesa della calce*: lo spandimento sarà uniforme su una superficie dedicata all'interno del cantiere.

Le prime operazioni di fresatura, come da paragrafo 4.2.3, *Prima fresatura di miscelamento terra-calce*, saranno svolte all'interno del cantiere, per favorire l'innesco delle reazioni di stabilizzazione. Successivamente si proseguirà con le lavorazioni di miglioramento prestazionale con la riduzione granulometrica (paragrafo 4.2.4, *Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica*).

Una volta preparata la miscela, questa sarà caricata su camion e portata lungo rilevato per la lavorazione e la sistemazione finale in opera (rif parag 4.2.5, *Profilamento rilevato, rullatura e compattazione*)

Le condizioni meteorologiche (pioggia e vento) per le lavorazioni preliminari in cantiere saranno le medesime previste per le diverse fasi lavorative, così come successivamente indicato.

4 PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DURANTE IL TRATTAMENTO A CALCE

4.1 INTRODUZIONE

Il presente capitolo ha lo scopo di esplicitare le tecniche di protezione dell'ambiente che verranno utilizzate durante la realizzazione dei rilevati stradali mediante il trattamento a calce delle terre.

Fondamentalmente, le regole esposte di seguito hanno lo scopo di salvaguardare la qualità dell'aria e qualità dell'acqua nelle zone adiacenti ai cantieri in cui si eseguirà il trattamento a calce. Come parte integrante delle misure a protezione dell'ambiente sarà predisposta una campagna di monitoraggio di alcuni parametri ambientali, secondo quanto previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

Per quanto concerne i potenziali impatti che il trattamento a calce può provocare sulla qualità dell'aria, si segnala che per sua stessa natura la calce può, in presenza di vento, raggiungere le zone adiacenti ai cantieri. Anche se in generale gli impatti ambientali causati dalle polveri di calce sono tollerabili, è buona norma predisporre una serie di misure che riducano il problema.

In relazione agli impatti sulla matrice acqua si evidenziano i seguenti potenziali fattori di interferenza:

- dilavamento della calce dal piano di posa durante la fase di spargimento conseguente all'azione di eventi meteorici con immissione in corpi idrici superficiali
- diretto rilascio accidentale di calce in corpi idrici superficiali adiacenti alle zone di lavorazione.

Data l'importanza delle attività di trattamento a calce per la costituzione dei rilevati stradali e per una migliore tutela dell'ambiente, le disposizioni contenute nella presente procedura sono inserite entro il Capitolato d'Appalto.

In general per la gestione dei depositi di materiale si deve prevedere che:

- a) la calce venga consegnata con autobotti dotate di scarico pneumatico e stoccata in appositi silos, dotati di filtro per la captazione della polvere all'atto del loro caricamento.
- b) lo stoccaggio della calce sfusa avvenga in silos distinti, ciascuno di capacità corrispondente ad una giornata di lavoro.
- c) il tempo di stoccaggio in cantiere sia limitato al periodo delle lavorazioni necessarie al trattamento.
- d) la conservazione della calce in sacchi sia al coperto, al riparo di umidità, pioggia e ristagni d'acqua, su idonee pedane che la separino dal terreno o su superfici asciutte (cls o asfalto).

Nel cantiere CO01 inoltre è prevista la presenza di un anemometro dedicato e delle reti antipolvere, per il confinamento dell'area.

4.2 MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Si fa riferimento al testo "Traitement des sol a la chaux et/ou aux liants hydrauliques" edito dal Ministero dei Trasporti Francese (nel seguito denominato "Guida tecnica") e riconosciuto come il miglior testo europeo di riferimento per le operazioni di stabilizzazione delle terre a calce e per le regole di protezione ambientale. Per tale motivo questo documento sarà considerato come linea guida per l'esecuzione dei rilevati trattati a calce.

Nello specifico del progetto in questione, per tutte le aree di lavorazione verranno adottate le misure più severe previste dalla Guida Tecnica. In particolare, sono descritte le modalità operative che possono essere riscontrate nel caso di cantieri definiti sensibili.

Con specifico riferimento alle condizioni anemologiche al verificarsi delle quali occorre interrompere le lavorazioni potenzialmente impattanti, è fissata una soglia pari a circa 18 km/h (5 m/s come richiesto in fase di approvazione del Piano di Utilizzo, nel parere CTVIA 2561/2017 a pg 17) misurata ad una quota di 1 m dal suolo (altezza alla quale si svolgono le lavorazioni).

Dato un periodo osservazionale di 15' ed una frequenza di campionamento dei dati anemologici di almeno 1 valore ogni 10 s, la sospensione della lavorazione potenzialmente impattante avviene ogni qual volta il valore medio su 15' della velocità del vento risulti superiore a 5 m/s (*condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento*).

La ripresa della lavorazione interrotta potrà avvenire al ripristino delle *condizioni anemologiche ordinarie*, vale a dire a seguito di un intervallo osservazionale pari a 15' nel quale si verifichi un valore della media della velocità del vento nuovamente inferiore alla soglia sopra indicata (5 m/s).

Le eventuali sospensioni delle lavorazioni determinate dalle avverse condizioni meteorologiche potranno essere registrate in opportuna documentazione di cantiere.

4.2.1 Preparazione e stesa del terreno naturale

Condizioni anemologiche ordinarie

La fase di preparazione del terreno naturale consiste nelle lavorazioni seguenti:

allontanamento di tutti gli inerti con dimensioni maggiori di 40 cm dal terreno soggetto a trattamento (lavorazione eseguita per mezzo di ripper), successivamente frantumazione e sminuzzamento delle zolle, fino alla riduzione dei grumi del terreno limo-argilloso a dimensioni massime di 40 cm (lavorazione eseguita per mezzo di fresa).

Si procede quindi alla modellazione di uno strato omogeneo di terreno naturale precedentemente preparato per essere sottoposto a stabilizzazione. Quest'ultima lavorazione dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie dello strato precedente attraverso epicatura per garantire l'ammorsamento necessario tra strati successivi. Lo spessore massimo steso dovrà risultare non superiore a quello finale aumentato del 15-20%, comunque non superiore a 50 cm.

Al termine delle operazioni di stesa si deve verificare l'omogeneità e la corrispondenza dell'umidità del terreno naturale alla miscela ottima definita in fase di indagine. Nel caso in cui si verifichi un eccesso di umidità risulta opportuno epicare e arieggiare il materiale per favorirne l'evaporazione; in caso contrario si provvede all'umidificazione del terreno attraverso l'aspersione di acqua nebulizzata per mezzo di autobotte dotata di barra spruzzatrice.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Tali condizioni non dettano variazioni o interruzioni della lavorazione in oggetto.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h, vedi definizione al paragrafo 4.3) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

In caso di pioggia moderata (3-8 mm/h) o forte (oltre 10 mm/h) le lavorazioni in oggetto vengono sospese, e quindi riprese solo dopo l'evento meteorico ed il ristabilirsi nelle condizioni ottimali di umidità del terreno già steso.

4.2.2 Stesa della calce

Condizioni anemologiche ordinarie

La calce (recapitata in sito per mezzo di autobotte) viene sparsa sul rilevato in terreno naturale precedentemente predisposto tramite spandi-calce a controllo volumetrico o gravimetrico, capace di assicurarne un dosaggio costante in accordo alla miscela progettata in fase di indagine (solitamente prossima al 3% in peso del terreno da trattare) e sulla base dell'umidità del terreno verificata in fase esecutiva.

Appositi profili in gomma, disposti sui quattro lati dell'apertura da cui la calce viene depositata, consentono l'accompagnamento della stessa a contatto con il terreno scongiurando fenomeni di spolvero.

Terminata la stesa della calce si verifica visivamente l'omogeneità del processo provvedendo a trattare eventuali zone non coperte. Nel corso della giornata lavorativa non vengono mai stese quantità di calce maggiori a quelle lavorabili il giorno stesso, si evitano così sia asportazioni e spolvero di calce a causa dell'aria (benché entro i limiti di velocità prescritti), sia indesiderati fenomeni di carbonatazione della stessa (reazione a contatto con l'anidride carbonica atmosferica) che ne potrebbero inficiare le capacità relative.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Qualora durante le operazioni di stesa di calce si registrino tali condizioni, in considerazione del conservativo limite anemologico e della limitata durata complessiva della fase (come indicato al paragrafo 3.3, non superiore

ai 15 minuti) viene ultimata la stesa procedendo quindi alla immediata rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno al fine di evitare eventuale spolvero.

La fresatura di soli 10 cm consente una miscelazione più rapida che scongiuri in tempi brevi fenomeni di trasporto aereo della calce stesa, limitando quindi la durata della fase di miscelazione (ed il tempo di latenza della calce stesa) entro i 15 minuti circa.

Le operazioni di stesa della calce potranno riprendere solo al ripristino delle condizioni ordinarie. Nel caso in cui le operazioni di spandimento vengano sospese, si passerà direttamente alle operazioni di fresatura, secondo le procedure descritte nei paragrafi a seguire.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

L'attività di stesa della calce non viene invece eseguita in caso di pioggia moderata o forte, al fine di evitare fenomeni di inibizione e dilavamento del materiale.

Nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa (di intensità da moderata a forte) si procede alla immediata sospensione dei lavori di stesa, alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno non ancora miscelato, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, si garantisce così l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni.

4.2.3 Prima fresatura di miscelamento terra-calce

Condizioni anemologiche ordinarie

Al fine di scongiurare dispersione di calce in atmosfera, è prevista la simultaneità delle operazioni di spandimento e successiva miscelazione con il terreno, evitando di superare i 15 minuti di latenza.

Il rilevato in terreno naturale cosparso con calce viene quindi trattato con un primo passaggio di fresa (Pulvimixer), consentendo una miscelazione omogenea tra le due parti e dando inizio alle reazioni di stabilizzazione del terreno. Al termine della prima fresatura si procede a rimuovere eventuali accumuli laterali di misto terra-calce (riccioli) tramite escavatore portandoli al centro del rilevato lavorandoli nuovamente.

Si precisa che il rotore è dotato di carter o di una campana in grado di evitare l'innalzamento e lo spolvero di materiale durante tutta l'attività in questione.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Come già descritto al paragrafo relativo alla stesa della calce, in tali condizioni, a lavorazioni iniziate, si procede alla immediata rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno con calce non ancora miscelata, al fine di evitare eventuale spolvero.

La fresatura di soli 10 cm consente una miscelazione più rapida che scongiuri in tempi brevi fenomeni di trasporto aereo della calce stesa, limitando quindi la durata della fase di miscelazione (ed il tempo di latenza della calce stesa) entro i 15 minuti circa.

Terminata la fresatura di tutta la calce stesa (messa in sicurezza), si procede ad un ulteriore passaggio con pulvimixer, al fine di raggiungere l'intero spessore di miscelazione previsto.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

L'attività di prima fresatura non viene invece eseguita in condizioni di pioggia moderata o forte, al fine di evitare fenomeni di inibizione e dilavamento del materiale. Nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa (di intensità da moderata a forte) si procede alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno non ancora miscelato, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce.

4.2.4 Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica

Condizioni anemologiche ordinarie

Successivamente alla prima fresatura la miscelazione con il terreno deve procedere fino a ridurre le zolle limo-argillose a dimensioni tali che tutta la terra passi interamente attraverso i setacci da 25 mm e che almeno il 60% di essa abbia dimensioni minori di 4.75 mm. A tale scopo si eseguono due ulteriori passaggi di fresa (Pulvimixer) sul terreno da stabilizzare.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Le attività di seconda e terza fresatura non vengono eseguite in tali condizioni di vento.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

L'attività di fresatura per riduzione granulometrica non viene invece eseguita nel caso di condizioni di pioggia moderata o forte, al fine di evitare fenomeni di inibizione e dilavamento di del materiale. Nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa (di intensità da moderata a forte) si procede alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce precedentemente miscelato.

4.2.5 Profilamento rilevato, rullatura e compattazione

Condizioni anemologiche ordinarie

Al termine delle lavorazioni suddette, si procede alla profilatura dello strato disposto tramite ruspa o graeder.

Successivamente, lo strato in questione è soggetto a compattazione e costipamento tramite rulli con numero di passaggi dettato dalle specifiche progettuali richieste. Si specifica che in caso di costruzione di rilevati multistrato si procede a fronte chiuso, completando in giornata tutte le lavorazioni finora descritte per la quantità di materiale trattato quotidianamente.

La lavorazione si conclude con la profilatura delle scarpate laterali tramite escavatore (operazione eseguita ogni 2 metri circa di strati sovrapposti), nonché con la finitura superficiale dello strato superiore con l'impiego di macchine livellatrici.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Tali condizioni anemologiche non dettano variazioni o interruzioni della lavorazione in oggetto.

Condizioni di pioggia

Condizioni di pioggia debole, moderata o forte non dettano variazioni o interruzioni della lavorazione in oggetto.

4.3 MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLE ACQUE

I potenziali rischi relativi alla componente idrica sono connessi a tre aspetti tra loro distinti:

la percolazione delle acque piovane all'interno del corpo del rilevato col trascinarsi della calce in esso contenuto all'interno della falda;

- il dilavamento delle scarpate del rilevato in fase di costruzione, con il trascinarsi della calce non trattata all'interno del reticolo idrografico superficiale;
- il rilascio accidentale di calce direttamente nei corsi d'acqua principali.

Come si evince in paragrafo 3.1, l'utilizzo di calce per il trattamento di terreni argillosi altera un equilibrio preesistente, attraverso reazioni chimiche esotermiche pressoché immediate, non comportando particolari disturbi all'ambiente circostante se controllate e sviluppate durante le operatività sopra descritte. Perciò l'unico potenziale rischio è da ricercarsi nell'evenienza di ingenti quantità di calce accidentalmente rilasciate tali da provocare l'innalzamento del pH di grossi volumi d'acqua a valori superiori a 10 per tempi significativi.

La pioggia in intensità è definita debole (1-2 mm/h), moderata (3-8 mm/h) e forte (oltre 10 mm/h) secondo il sistema internazionale definito dal World Meteorological Organization. La durata della pioggia è in genere inversamente proporzionale alla sua intensità. Pertanto:

- a) In caso di pioggia debole, i lavori di spandimento della calce, di miscelazione con il terreno e di compattazione possono essere continuati in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di

- utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento;
- b) In caso di pioggia moderata: non vi sono possibilità di impatti rilevanti a meno che notevoli pendenze non producano erosioni negli strati in corso di stabilizzazione; la compattazione degli strati di terreno con la calce rende praticamente impermeabile lo strato stesso tanto che si comporterà sotto la pioggia come una strada pavimentata,
 - c) il dilavamento della calce durante la fase di spargimento ad opera dell'acqua nella zona di lavorazione potrebbe essere generato solo da eventi atmosferici estremi (piogge improvvise ed intense), durante i quali però sono previste le interruzioni lavorative e le disposizioni sopra indicate.

Si ricorda, comunque, che in caso di pioggia moderata o forte le lavorazioni non avranno inizio e verranno sempre immediatamente sospese ad esclusione delle fasi di miscelazione con pulvimixer, eventualmente in corso, e di compattazione che saranno ugualmente completate secondo le procedure definite in precedenza nel presente documento.

I cantieri saranno dotati di pluviometri per la misura, la registrazione e l'archiviazione dei dati pluviometrici.

Percolazione all'interno del rilevato

Per quanto riguarda il primo aspetto è da evidenziare come nessuna percolazione sia possibile nel caso di terreni sottoposti a trattamento a calce e successivamente compattati, come nel caso della costruzione dei rilevati stradali, in quanto i valori di permeabilità misurati mediante appositi campi prova sono dell'ordine di $10^{-10} \div 10^{-9}$ m/s. Si propone di effettuare prove di permeabilità sui rilevati trattati a calce volte a verificare la sussistenza di tali valori e quindi l'assenza di reali fenomeni di percolazione.

Dilavamento della calce

Per quanto riguarda invece il potenziale rischio connesso al dilavamento delle scarpate, va evidenziato come nelle procedure di realizzazione dei rilevati, secondo quanto esposto al capitolo precedente, è richiesta particolare cura nell'evitare durante le operazioni di fresatura che venga lasciata calce non mescolata nelle parti laterali dei singoli strati. Tale operazione viene evitata procedendo a portare la parte di calce non reagita, con escavatore, al centro dello strato in fase di fresatura. Tale lavorazione permette di evitare che lungo le scarpate laterali del rilevato vengano mantenuti quantitativi di calce non legata e quindi oggetto di potenziale dilavamento in caso di pioggia moderata o forte.

Oltre a tale indicazione, viene prescritto che al termine di ogni giornata lavorativa venga effettuata una nebulizzazione della parte di rilevato lavorata durante la giornata, allo scopo di fissare l'eventuale calce non reagita col terreno.

Con tali presupposti si evidenzia come la quantità di calce potenzialmente dilavata è minima e relativa alla parte più esterna degli strati lavorati nel corso della giornata lungo la quale si può verificare l'evento piovoso all'origine del dilavamento.

Peraltro, tale dilavamento può diventare significativo solo nel caso di eventi piovosi importanti ed improvvisi. Va fatto notare come, in caso di pioggia moderata o forte, la stabilizzazione a calce viene sospesa, per evitare la stabilizzazione di terreno con grado di umidità elevato e fuori dal range stabilito in sede progettuale per rendere ottimale la reazione di stabilizzazione.

In tal caso si procede alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno non ancora miscelato, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, si garantisce così l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni.

Inoltre, per quanto riguarda gli attraversamenti idraulici il rischio potenziale di introduzione di acqua con grossi quantitativi di calce dilavata è escluso in quanto i corpi d'acqua superficiali principali della zona risultano notevolmente distanziati rispetto alle aree oggetto di trattamento a calce.

Tutti questi fattori indicano come il rischio di introduzione entro il reticolo idrico superficiale di acqua con valori di pH significativamente alterati dalla presenza di calce possa essere escluso. Il Proponente è comunque disponibile ad effettuare prove di misurazione del pH di acque dilavate nell'ambito di cantieri di stabilizzazione a calce, al fine di dare evidenza della possibilità di esclusione di tale rischio.

Si precisa che la misura precauzionale di cui sopra, tenute conto di tutte precisazioni e le accortezze già indicate (eliminazione dell'eventuale calce dalle parti laterali del rilevato, nebulizzazione di fine giornata, arresto lavorazioni in caso di pioggia moderata o forte e miscelazione rapida) è da intendersi temporanea in

quanto da attuare esclusivamente nella fase compresa tra la stesa della calce e la fresatura - unico periodo potenzialmente soggetto al dilavamento di calce non reagita.

Terminata la fase di fresatura, gli elementi di cui sopra saranno rimossi consentendo quindi il proseguimento delle attività.

Rilascio accidentale di calce direttamente nei corsi d'acqua principali

Il rischio di dilavamento di grossi quantitativi di calce può essere connesso al rilascio accidentale di grossi quantitativi di calce, tali da provocare l'innalzamento del pH di grossi volumi d'acqua a valori superiore a 10 per tempi significativi.

Per riscontrare tale evenienza occorre che si verifichino due eventi distinti:

- il rilascio accidentale di grossi quantitativi di calce;
- un evento piovoso improvviso, classificato moderato o forte, tale da registrare grosse quantità di acqua all'origine del potenziale dilavamento.

La concomitanza dei due eventi permette di stabilire come la probabilità del rischio sia comunque estremamente bassa, per due motivi differenti:

- perché - come già evidenziato al paragrafo precedente - la distanza che intercorre tra i cantieri di stabilizzazione e l'immissione entro il reticolo idrografico è tale da poter intervenire prima del recapito finale;
- perché le operazioni di stesa della calce vengono sospese nel caso di evento meteorico significativo.

Occorre comunque evidenziare come la presente procedura metta in atto azioni preventive, volte a garantire che i mezzi dell'Impresa siano dotati di appositi dispositivi tali da evitare eventi di carattere accidentale.

5 MONITORAGGIO METEOROLOGICO

5.1 RILIEVI ANEMOMETRICI

Ai fini del controllo delle condizioni anemologiche locali si prevede che i cantieri siano dotati di un apposito sistema di rilevazione composto da un anemometro e relativo sistema elettronico di funzionamento.

Il sistema dovrà essere configurato per attivare gli allarmi per eccesso di vento presso i singoli cantieri in attività.

Per non duplicare eccessivamente i rilievi anemometrici sarà possibile installare un anemometro presso i soli cantieri attivi in cui sono previste le attività di trattamento più estese (in termini di quantità e di durata temporale).

Sulla base del cronoprogramma e dei livelli di attività dei cantieri potranno essere individuate dei “cluster” di più cantieri, posti in ambiti omogenei sotto il profilo delle condizioni anemologiche, che faranno riferimento a un solo anemometro.

Al superamento della soglia di allarme un opportuno sistema di segnalazione dovrà essere attivato presso tutti i cantieri del “cluster” di riferimento dell’anemometro in cui è stato registrato il superamento.

Il campionamento dei dati anemologici dovrà avvenire con una frequenza non inferiore ad 1 dato ogni 10 s, ovvero almeno 6 campioni al minuto. I dati anemometrici saranno archiviati in forma di valore medio relativo ad un periodo di 15’ (pari a 900 s, in cui quindi dovranno essere raccolti almeno 90 campioni). I dati anemometrici archiviati saranno resi disponibili agli Enti di controllo.

Compatibilmente con le dimensioni e le caratteristiche dei cantieri mobili, gli anemometri dovranno essere posizionati nell’ambito o in prossimità delle aree di cantiere, su terreno possibilmente piano, senza ostacoli fissi di altezza superiore a 3m in un intorno di almeno 20m, al di fuori delle aree di lavorazione e di movimentazione dei mezzi di cantiere.

Gli anemometri dovranno essere installati ad una quota pari ad 1 m da terra, in prossimità del cantiere di attività e, compatibilmente con la peculiarità dei luoghi, facendo attenzione a che non vi siano ostacoli rilevanti (ovvero con dimensioni in pianta maggiori di 4 m x 4 m ed aventi altezza superiore alla quota di installazione degli anemometri) per un raggio di circa 50 m intorno.

Gli anemometri saranno ricollocati in base all’avanzamento dei lavori e all’eventuale interessamento di ambiti territoriali diversi.

Le caratteristiche, la posizione ed il funzionamento degli anemometri, comprese le modalità di attivazione dei segnali di allarme, saranno comunicati all’Ente di Controllo entro l’inizio dei lavori.

5.2 RILIEVI PLUVIOMETRICI

I cantieri saranno dotati di pluviometri per la misura, la registrazione e l’archiviazione dei dati pluviometrici, collocati preferibilmente presso i relativi anemometri.

Le caratteristiche, la posizione ed il funzionamento dei pluviometri, saranno comunicati all’Ente di Controllo entro l’inizio dei lavori.

6 INDICAZIONI DI SICUREZZA DEI LAVORATORI NELL'IMPIEGO DELLA CALCE

Come noto la calce è fortemente alcalina ma l'ossido di calce (calce viva) è più caustico e può produrre perciò forti irritazioni quando viene a contatto con la pelle umida.

6.1 INDICAZIONE DEI RISCHI

La calce viva deve essere lavata o tolta via immediatamente appena venuta a contatto della pelle, poiché l'azione caustica dell'ossido è pressoché immediata. Il caldo e l'umidità tendono ad elevare la causticità della calce idrata.

Può produrre:

- lesioni oculari.
- arrossamento della pelle quando il contatto è ripetuto o esteso.
- malessere al tratto superiore delle vie respiratorie in caso di inalazione.

6.2 PRINCIPI COMPORTAMENTALI

I mezzi impiegati per le lavorazioni a calce sono dotati di cabina e di filtri antipolvere. Per evitare qualunque danno agli operai, con particolare riferimento alla fase di travaso, nella quale gli operai sono a terra, oltre all'uso di dispositivi di protezione individuali generici, ci si atterrà alle seguenti norme:

- gli operai saranno forniti di tute a tenuta di tipo usa e getta. Le tute sono dotate di elastici alle maniche ed ai piedi per consentire il serraggio ermetico alle estremità.
- Le scarpe dovranno essere alte e ben allacciate.
- I pantaloni devono essere strettamente legati sopra le scarpe.
- Le tute devono essere dotate di cappuccio per proteggere la testa da un eventuale accumulo di polvere di calce.
- Dovranno essere usati guanti lunghi e robusti.
- Si farà applicare una crema protettiva sulle parti del corpo che comunque devono rimanere esposte all'aria, come il volto. La crema correttamente applicata forma uno strato sottile facilmente asportabile con acqua e sapone.
- Sarà fatto obbligo per gli operai di indossare occhiali con mascherina per tutto il periodo in cui devono lavorare con calce.
- Alla fine della giornata di lavoro, sarà prescritto che gli operai facciano un bagno o una doccia per asportare la crema protettiva.

6.3 MISURE DI PRONTO SOCCORSO

1. **Irritazioni cutanee:** innanzi tutto occorre lavare con acqua tiepida e sapone per asportare tutta la calce. Applicare successivamente un qualsiasi medicamento normalmente usato per irritazioni di qualunque origine, ricoprendo la parte con garza sterile. (Consultare un medico in caso di cute screpolata).

2. **Danni agli occhi:** nel caso in cui la calce sia entrata negli occhi, aprire bene le palpebre e lavare immediatamente con acqua (possibilmente zuccherata), ma non in quantità eccessiva. Successivamente e con rapidità bisognerà condurre l'infortunato in un posto di pronto soccorso.

3. **Inalazione:** irrigare il naso e la gola con acqua. Se necessario consultare un medico.

4. **Ingestione:** non provocare il vomito. Sciacquare la cavità orale con acqua e bere abbondantemente. Consultare un medico se necessario. Generalmente gli operai che più possono risentire dell'azione della calce sono quelli addetti all'operazione di spandimento i quali saranno debitamente formati e informati sui rischi a cui sono esposti.

6.4 MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE

1. **precauzioni individuali:** se necessario predisporre mezzi di protezione individuali.

2. **metodi di pulizia:** raccogliere la sostanza in adeguati recipienti, senza provocare ulteriori dispersioni. Evitare il contatto con l'acqua che provoca sviluppo di calore.

6.5 MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO

1. **manipolazione:** evitare la dispersione delle polveri. Evitare il contatto con gli occhi e con la pelle.
2. **stoccaggio:** la sostanza va conservata fuori dalla portata dei bambini, in luogo asciutto, lontano dagli acidi e da prodotti combustibili. Per assorbimento dell'umidità aumenta di volume.

6.6 CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)

- **occhi:** occhiali di sicurezza in caso di operazioni industriali.
- **mani:** guanti.
- **pelle:** normali abiti da lavoro.
- **apparato respiratorio:** maschere antipolvere se la concentrazione di calce nell'aria è eccessiva e crea disturbo.
- **Limite di esposizione TLV/TWA** (Concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale quasi tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.): 2 mg/mc.