

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO
TRATTO: BOLOGNA SAN LAZZARO È PONTE RIZZOLI

NUOVA STAZIONE DI PONTE RIZZOLI
E REALIZZAZIONE DELLA COMPLANARE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO
DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO
ai sensi del D.P.R. 120/2017

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO	4
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO.....	6
2	INQUADRAMENTO GENERALE	7
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	8
2.2.1	Asse stradale.....	9
2.2.2	Gli svincoli	11
	Svincolo Borgatella.....	11
	Svincolo "Idice"	12
	Svincolo "Ponte Rizzoli".....	12
	Piazzale di Esazione del nuovo svincolo di Ponte Rizzoli.....	15
2.2.3	Opere d'arte maggiori	15
	Sottovia ST001-B	15
	Sottovia ST002-B	15
	Sottovia ST003-B	16
	Cavalcavia CV001-B	16
	Adeguamento opere predisposte	16
2.2.4	Cantierizzazione	17
2.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	19
2.3.1	Inquadramento geologico.....	20
2.3.2	Inquadramento geomorfologico.....	22
2.3.3	Inquadramento idrogeologico.....	22
2.3.4	Descrizione dell'area di interesse progettuale.....	23
2.4	LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017	24
2.4.1	Asse di progetto.....	25
2.4.2	Aree di cantiere.....	26
	Aree di deposito intermedio ed in attesa di utilizzo.....	26
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO	27
3.1	CONOSCENZE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO	27
3.1.1	Uso del suolo.....	28
3.1.1	Anagrafe regionale dei siti contaminati	29
3.1.2	Cartografia geochimica regionale	31
3.2	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PREGRESSA	33
3.2.1	Criteri d'indagine effettuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006.....	33
3.2.2	Metodiche di campionamento.....	34
3.2.3	Set analitico	34
3.2.4	Verifica dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sulla base dei dati pregressi.....	35
3.2.5	Conformità dei dati pregressi al Regolamento	35
3.3	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017	36
3.3.1	Criteri di ubicazione dei punti d'indagine.....	36
3.3.2	Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale.....	38
3.3.3	Caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva.....	39
3.3.4	Metodica di campionamento.....	40
3.3.5	Analisi chimiche di laboratorio	41
3.4	CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO	42
3.4.1	Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni.....	42
3.4.2	Conclusioni	44
3.5	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	44

4	MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE.....	46
4.1	OPERE ALL'APERTO	46
4.1.1	Scavi da scotico.....	47
4.1.2	Scavi di sbancamento.....	47
4.1.3	Rinterri e ritombamenti.....	47
4.1.4	Formazione rilevati e rimodellamenti	47
4.1.5	Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione	48
4.2	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE.....	48
4.2.1	Vagliatura	49
4.2.2	Frantumazione.....	49
4.2.3	Procedura per la stabilizzazione a calce	49
4.3	INCLUSIONI.....	52
4.3.1	Utilizzo di miscele di perforazione.....	52
4.4	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI	53
5	SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO	54
5.1	PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE	54
5.2	SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO.....	55
5.2.1	Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito intermedio.....	55
5.3	PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE.....	57
5.4	BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO	57
6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA.....	59
6.1	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE	60
7	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE.....	61
7.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	61
7.2	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI	61
7.3	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO	62

APPENDICE AL PIANO DI UTILIZZO:

1. PROCEDURA DI STABILIZZAZIONE A CALCE

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 TABELLE RIEPILOGATIVE SULLE CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI ESEGUITE IN FASE PROGETTUALE
- ALLEGATO 2 CERTIFICATI DI ANALISI IN LABORATORIO ai sensi del D.M. 161/2012;

AMB1001

- ALLEGATO 3 PLANIMETRIA DELLE INDAGINI AMBIENTALI
- ALLEGATO 4 PLANIMETRIA DEI SITI DI SCAVO, DI DEPOSITO E DI UTILIZZO
- ALLEGATO 5 PLANIMETRIA DEI CANTIERI E DELLE VIABILITÀ

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017, relativamente al progetto stradale per la realizzazione della Complanare nord all'A14 da Bologna San Lazzaro alla località di Ponte Rizzoli, compreso l'innesto a San Lazzaro, lo svincolo di Borgatella, lo svincolo Idice e il nuovo svincolo di Ponte Rizzoli.

Lo sviluppo lineare complessivo dell'intervento è di circa 7 km, inseriti nel territorio della Provincia di Bologna e più precisamente nei Comuni di S. Lazzaro di Savena e Ozzano dell'Emilia.

La realizzazione della complanare Nord alla A14 Bologna . Bari . Taranto, è prevista nel tratto compreso tra lo svincolo di Bologna S. Lazzaro (al Km 22+115.40) e la località Ponte Rizzoli (al Km 29+000) nella quale è previsto una nuova barriera di esazione che permette il collegamento del sistema delle tangenziali sia con l'autostrada A14 che con la viabilità ordinaria.

Il progetto preliminare della Complanare Nord, inizialmente di competenza ANAS, è stato sottoposto a procedura di Verifica di assoggettabilità ministeriale: con determinazione n. 12952 del 30.05.2011 il MATTM ha determinato l'esclusione dalla procedura di VIA.

A seguito della conclusione della Conferenza dei Servizi ex art 81 del DPR 616/77 relativa all'ampliamento dell'Autostrada A14 tra Bologna S. Lazzaro e la Diramazione per Ravenna, in precedenza sottoposta a VIA con esito positivo (D.M. n. 000135 del 06.05.2014 il MATTM), il progetto di Complanare Nord è stato integrato con quello della nuova stazione di esazione di Ponte Rizzoli che permette il collegamento diretto delle due infrastrutture.

Successivamente con nota prot. n. 4024 del 15.02.2018 Autostrade per l'Italia S.P.A ha richiesto al MATTM la valutazione preliminare ai sensi dell'art. 6, comma 9 del D.Lgs. 152/2006 riguardo alle modifiche progettuali relative all'ottimizzazione dell'innesto della complanare nord con la tangenziale di Bologna in corrispondenza della stazione di Bologna San Lazzaro e alla realizzazione della stazione di esazione di Ponte Rizzoli.

In risposta a quanto sopra, il MATTM prot. DVA n. 6259 del 15.03.2018 ha sostenuto che le citate modifiche progettuali non debbano essere sottoposte a successive procedure di valutazione ambientale.

Il presente documento è riferito all'art. 9 del D.P.R. 120/2017 che costituisce il Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, emanato ai sensi dell'articolo 184-bis, del D.Lgs. 152/06.

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. 17, 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. 9 e dall'allegato 5 del Regolamento di cui al D.P.R. 120/2017.

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

Nel capitolo 3 vengono descritte le campagne di indagine eseguite 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.

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

Nel capitolo 5 sono 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 della fase progettuale definitiva;
- Elaborati grafici delle indagini ambientali eseguite;
- Elaborati grafici con l'ubicazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo;
- Schede dei siti di 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 .

Al presente documento, si allega anche un elenco degli elaborati di progetto, utili per alcuni temi di approfondimento ed in parte richiamati nel testo del Piano di Utilizzo.

Tabella 1-1 Elenco elaborati di progetto definitivo di approfondimento al Piano di Utilizzo

Codice dell'elaborato		<u>Titolo dell'elaborato</u>
DOCUMENTAZIONE GENERALE		
PARTE GENERALE		
STD	0001-1	Corografia generale e localizzazione territoriale
STD	0002-1	Planimetria generale d'inquadramento
GEN	0004	Planimetria delle suddivisioni in WBS - Tavola 1 di 3
GEN	0005	Planimetria delle suddivisioni in WBS - Tavola 2 di 3
GEN	0006	Planimetria delle suddivisioni in WBS - Tavola 3 di 3
GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA e IDROGEOLOGIA		
GEO	0002	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale Tav. 1/2
GEO	0003	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale Tav. 2/2
GEO	0004	Planimetria geomorfologica Tav. 1/2 e 2/2
GEO	0008	Planimetria idrogeologica con profilo idrogeologico longitudinale Tav. 1/2
GEO	0009	Planimetria idrogeologica con profilo idrogeologico longitudinale Tav. 2/2
GEO	0010	Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche Tav. 1/2 e 2/2
OPERE D'ARTE MAGGIORI		
Nuovo cavalcavia CV001-B e sottovia ST003-B		
STR	0063	Cavalcavia - Spalla 1 - Piante
STR	0064	Cavalcavia - Spalla 1 - Sezioni
STR	0065	Cavalcavia - Spalla 2 - Piante
STR	0066	Cavalcavia - Spalla 2 - Sezioni

STR	0067	Sottovia scatolare - Piante e sezioni
STR	0068	Sottovia scatolare - Prospetti e sezioni tipo muro andatore
APE	0051	Pianta scavi
		CANTIERIZZAZIONE E FASI COSTRUTTIVE
		AREE DI CANTIERE CAVE DEPOSITI
CAP	0100	Corografia ubicazione cantieri, cave e viabilità
CAP	0200	Planimetria ubicazione cantieri e viabilità di cantiere Tav. 1 di 2
CAP	0201	Planimetria ubicazione cantieri e viabilità di cantiere Tav. 2 di 2

1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma, è pari a 24 mesi.

La durata di validità del Piano di Utilizzo, pari alla durata dei lavori, è pertanto di 24 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori. Con riferimento a quanto indicato in art. 14, comma 1, si indica che i lavori avranno inizio entro tre anni dalla data di presentazione del Piano di Utilizzo.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

L'area di Bologna rappresenta la cerniera del sistema dei trasporti nazionali per i collegamenti nord-sud, sia per quanto riguarda la rete ferroviaria che quella autostradale. Il semianello tangenziale-autostradale di Bologna interconnette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed ha la funzione di raccogliere e smistare i flussi provenienti dall'asse centrale del Paese (attraverso le autostrade A1 e A13), dal confine con l'Austria (attraverso l'autostrada A22 del Brennero) e dalla costa adriatica (mediante l'autostrada A14), nonché di servire il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana bolognese.

Tale sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della "tangenziale" che si sviluppano in complanare su ambo i lati della stessa autostrada nel tratto compreso fra Bologna Casalecchio e Bologna S. Lazzaro, per proseguire fino a Ponte Rizzoli con la sola complanare sud.

Il presente progetto contempla la progettazione per il completamento del sistema con la realizzazione della complanare nord all'A14 da Bologna San Lazzaro alla località di Ponte Rizzoli in Comune di Ozzano dell'Emilia, compreso lo svincolo a San Lazzaro, lo svincolo di Borgatella, lo svincolo Idice e il nuovo svincolo di Ponte Rizzoli.

La realizzazione della complanare Nord all'A14 da Bologna San Lazzaro a Ponte Rizzoli prevede l'introduzione di una stazione satellite a Ponte Rizzoli per il controllo degli accessi sia dalla complanare nord, di nuova realizzazione, che dalla complanare sud.

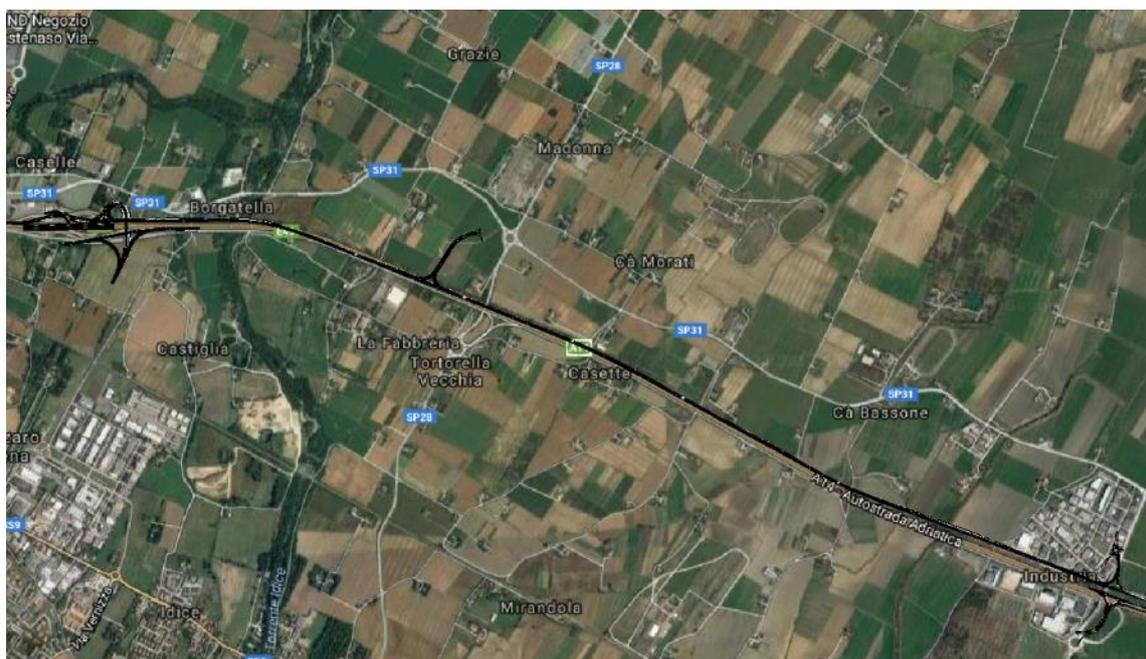


Figura 2-1 La Complanare Nord e la nuova stazione di Ponte Rizzoli

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tratto stradale di nuova realizzazione %Complanare Nord+ricade su due territori comunali, quello di San Lazzaro di Savena e quello di Ozzano dell'Emilia, mentre la nuova stazione di Ponte Rizzoli ricade completamente nel territorio comunale di Ozzano dell'Emilia.

In particolare l'intervento ha inizio sulla tangenziale di Bologna tra lo svincolo di Caselle e il piazzale di esazione autostradale di S. Lazzaro in corrispondenza della progr. 22+115.40 dell'autostrada A14 e termina alla progr. Km 29+000ca in località Ponte Rizzoli.

Lo sviluppo complessivo dell'infrastruttura di progetto risulta pertanto pari a circa 7 Km.

Il collegamento della Complanare Nord con la viabilità locale è garantito mediante 3 svincoli: Borgatella, Idice e Ponte Rizzoli articolati in modo da garantire le manovre di ingresso/uscita dalla Complanare Nord e l'innesto con la viabilità locale.

2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

La realizzazione della Complanare Nord alla A14 Bologna . Bari . Taranto, è prevista nel tratto compreso tra lo svincolo di Bologna S. Lazzaro (al Km 22+115.40) e la località Ponte Rizzoli (al Km 29+000).

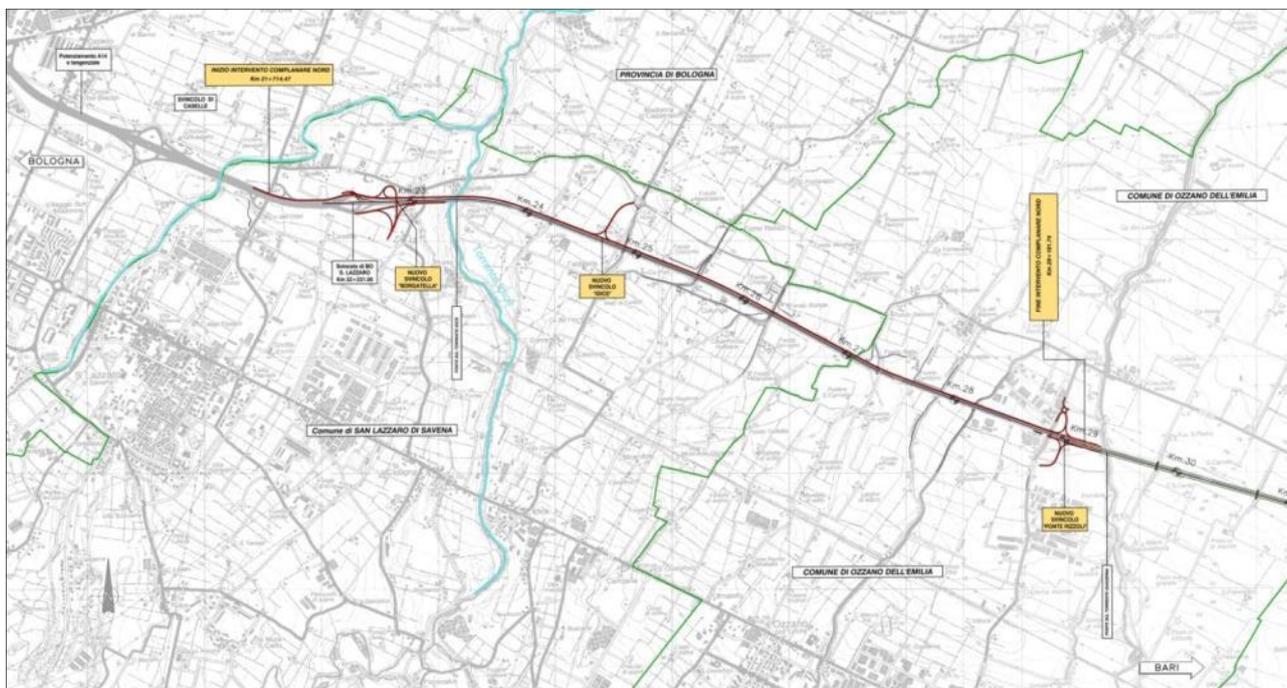


Figura 2-2 Corografia generale

L'andamento altimetrico della complanare nord coincide con quello della piattaforma autostradale della A14, dal momento che le opere di sottopasso e di sovrappasso sono state realizzate a metà

degli anni 80 in occasione dell'ampliamento alla 3° corsia dell'autostrada di lunghezza idonea per la realizzazione delle future complanari.

Fa eccezione il tratto iniziale in corrispondenza della barriera di San Lazzaro dove la livelleta di progetto si discosta rispetto a quella del piazzale per permettere alla complanare di progetto di sovrappassare le due rampe esistenti dell'autostrada A14 (Rampe %A+e %B+).

In località ponte Rizzoli al km 29+000 della A14 è previsto l'inserimento della nuova barriera di esazione costituita da un nuovo svincolo autostradale e da due barriere di esazione ad elevata automazione/Telepass, una a sud e l'altra a nord dell'autostrada A14 che consentono il collegamento del sistema delle tangenziali sia con l'autostrada A14 che con la viabilità ordinaria..

2.2.1 Asse stradale

Come illustrato nella figura seguente superate le suddette rampe autostradali (che subiranno una lieve modifica plano-altimetrica rispetto alla configurazione esistente) il tracciato della complanare si affianca al sedime dell'autostrada A14 conservando il suo andamento planoaltimetrico fino alla fine dell'intervento posizionato in corrispondenza della stazione di esazione autostradale di Ponte Rizzoli.

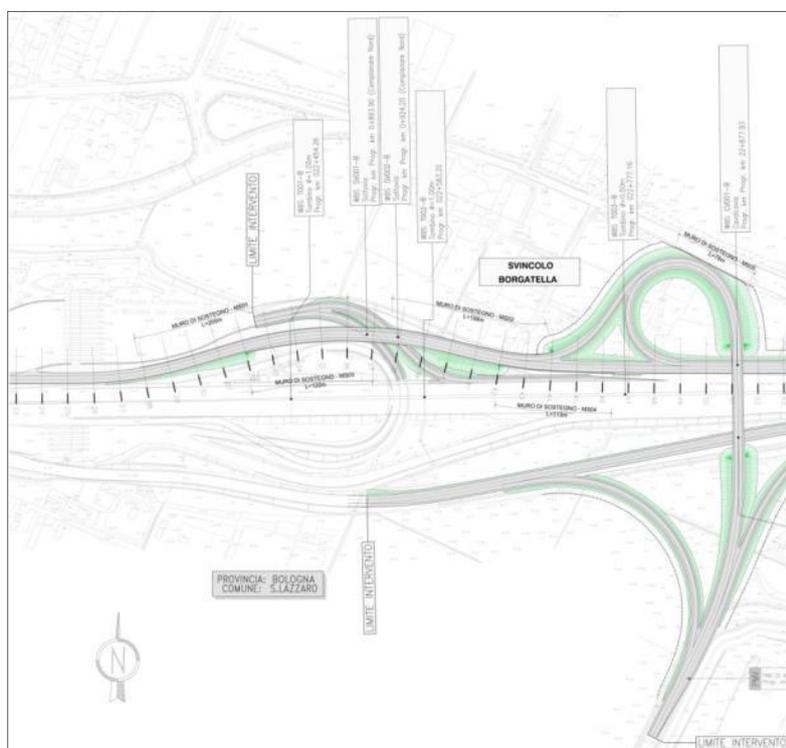


Figura 2-3 Stralcio planimetrico - Svincolo Borgatella

La sezione tipologica adottata prevede una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 10.70 m costituita da due corsie di marcia normale da 3,50 m, dalla sosta di emergenza da 3,00 m e da una banchina di 0.70 m.(0.50 m nel tratto non adiacente all'A14). Le dimensioni della sezione tipologica

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO
Tratto Bologna San Lazzaro È Ponte Rizzoli
Nuova stazione di Ponte Rizzoli e completamento della Complanare Nord - Progetto Definitivo
Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

adottata risultano analoghe sia a quelle della Complanare Sud che a quelle della tangenziale di Bologna di cui la Complanare Nord risulta essere la prosecuzione.

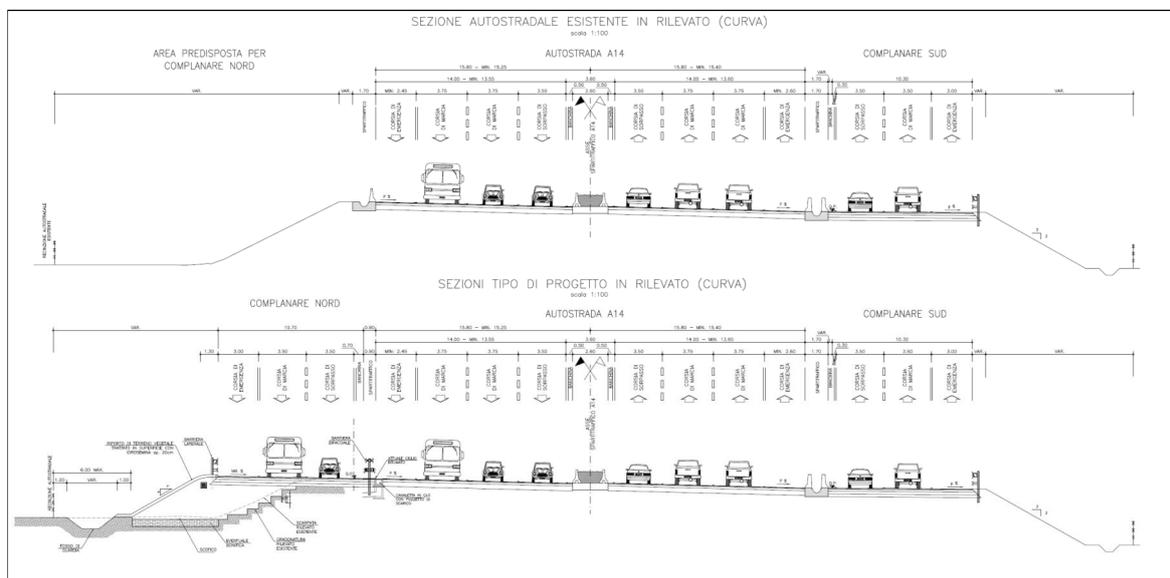


Figura 2-4 Sezione tipologica

La piattaforma pavimentata presenta, in rilevato, un arginello di 1,30 m mentre nei tratti in trincea una cunetta triangolare. Nel tratto in affiancamento all'autostrada A14 è sempre garantito uno spazio di almeno 0.90 m per il posizionamento dello spartitraffico tra la piattaforma autostradale e la piattaforma della complanare.

Il tracciato è per la maggior parte dello sviluppo a raso o con rilevati di altezza di circa 1 m tranne nel tratto iniziale prossimo al ponte sul torrente Idice, dove i rilevati raggiungono altezze di circa 5 m.

Nel tratto compreso tra la progr. Km 2+225 e la progr. Km 2+525, il tracciato è invece previsto in trincea. Le pendenze dei rilevati e delle scarpate in trincea sono previste sempre pari al 7/4.

Il progetto della nuova pavimentazione ha previsto l'impiego di una sovrastruttura di spessore complessivo pari a 69 cm e così composta:

- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) 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 20 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 20 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

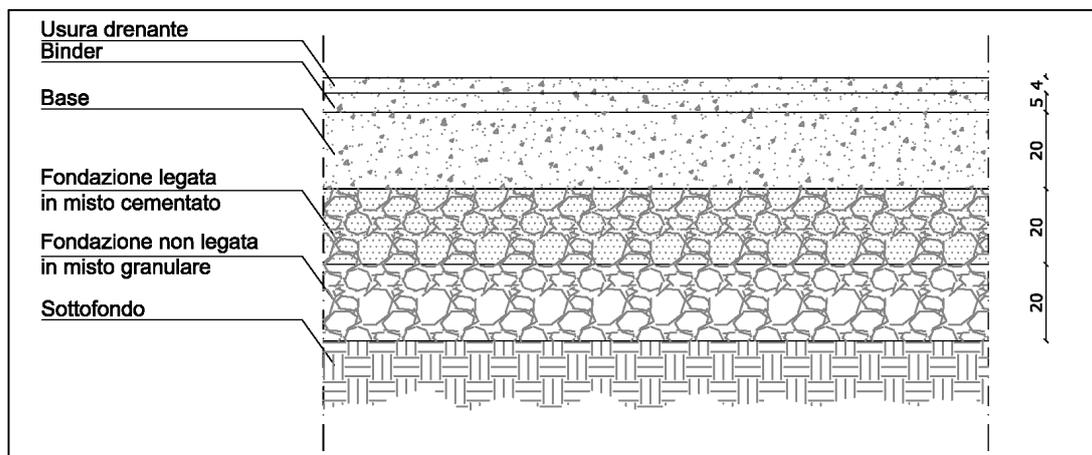


Figura 2-5 Spessore e composizione della pavimentazione

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 sulla sede autostradale (al fine di garantire la continuità idraulica sull'intera piattaforma per lo smaltimento delle acque).

2.2.2 Gli svincoli

Il collegamento della Complanare Nord con la viabilità locale è garantito mediante 3 svincoli articolati in modo da garantire le manovre di ingresso/uscita dalla Complanare Nord e l'innesto con la viabilità locale.

Svincolo Borgatella

Al Km 1+050 il collegamento con la viabilità locale è garantito mediante lo svincolo "Borgatella" che permette le manovre di ingresso/uscita dalla Complanare Nord da Via Maestri del Lavoro.

Il ramo di svincolo (Asse C di progetto) bidirezionale è caratterizzato da un cavalcavia a via di corsa inferiore che permette di sovrappassare la Complanare Nord e l'Autostrada A14 e da un sottopasso scatolare che permette di scavalcare la Complanare Sud prima di raccordarsi su Via Maestri del Lavoro.

Lo svincolo Borgatella presenta inoltre due rami (assi di progetto E e F) che permettono le manovre di ingresso/uscita dalla Complanare Sud sempre da Via Maestri del Lavoro. Il sedime stradale della Complanare Sud a ridosso dei rami di diversione e immissione è stato lievemente deviato verso l'Autostrada A14 per ottimizzare la geometria dei suddetti rami di svincolo e limitare gli interventi sulle opere esistenti interferenti.

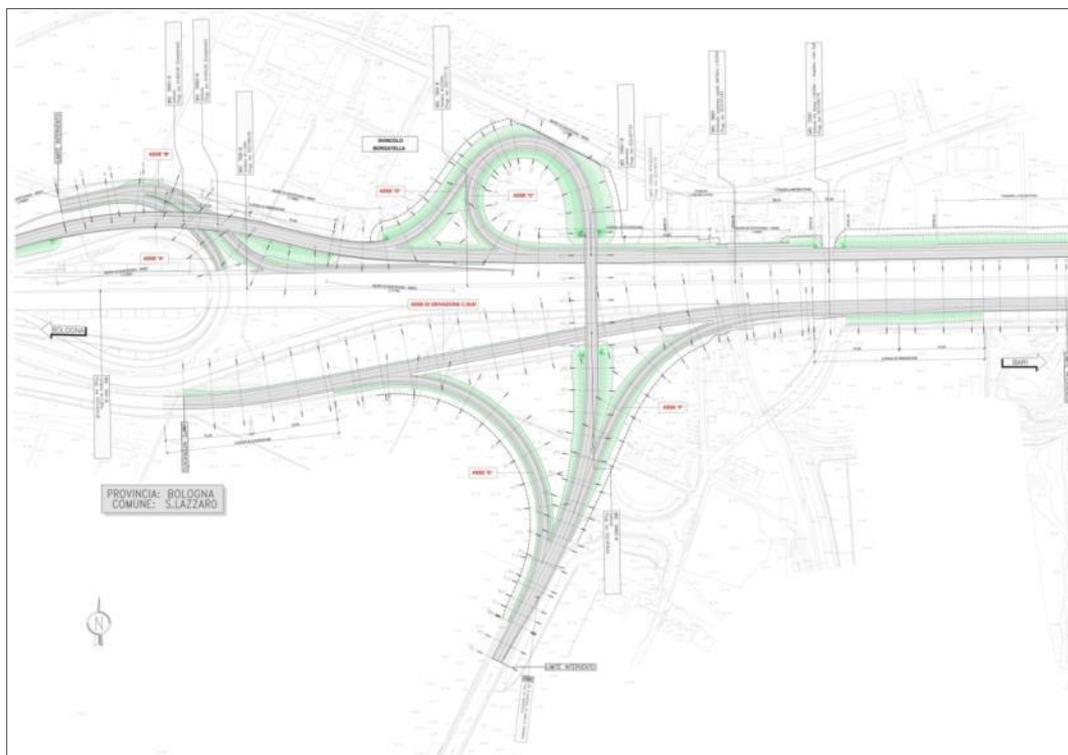


Figura 2-6 Svincolo "Borgatella"

Svincolo "Idice"

Al Km 3+050 il collegamento con la viabilità locale è garantito mediante lo svincolo "Idice" che permette le manovre di ingresso/uscita dalla Complanare Nord dalla rotatoria di Via degli Stradelli Guelfi (Assi di progetto G e H).

Svincolo "Ponte Rizzoli"

Al Km 7+375 il collegamento con la viabilità locale e con l'autostrada è garantito mediante lo svincolo "Ponte Rizzoli" che permette le manovre di ingresso/uscita dalla Complanare Nord e l'immissione sulla S.P. 48 Castelli Guelfi attraverso un'intersezione a rotatoria di nuova realizzazione. Oltre al completamento dell'attuale svincolo. La soluzione progettuale prevede inoltre la realizzazione di un nuovo svincolo autostradale e di due barriere di esazione ad elevata automazione/Telepass, una a sud e l'altra a nord dell'autostrada A14 che consentono il collegamento con il sistema tangenziale di Bologna.

Il progetto comprende dunque:

- realizzazione alla progressiva 29+000 dell'autostrada A14 Bologna - Bari - Taranto del nuovo svincolo autostradale di Ponte Rizzoli.
- realizzazione delle due nuove barriere di esazione di Ponte Rizzoli (Nord e Sud).

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO
Tratto Bologna San Lazzaro È Ponte Rizzoli
Nuova stazione di Ponte Rizzoli e completamento della Complanare Nord - Progetto Definitivo
Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo



Figura 2-7 Svincolo %dice+

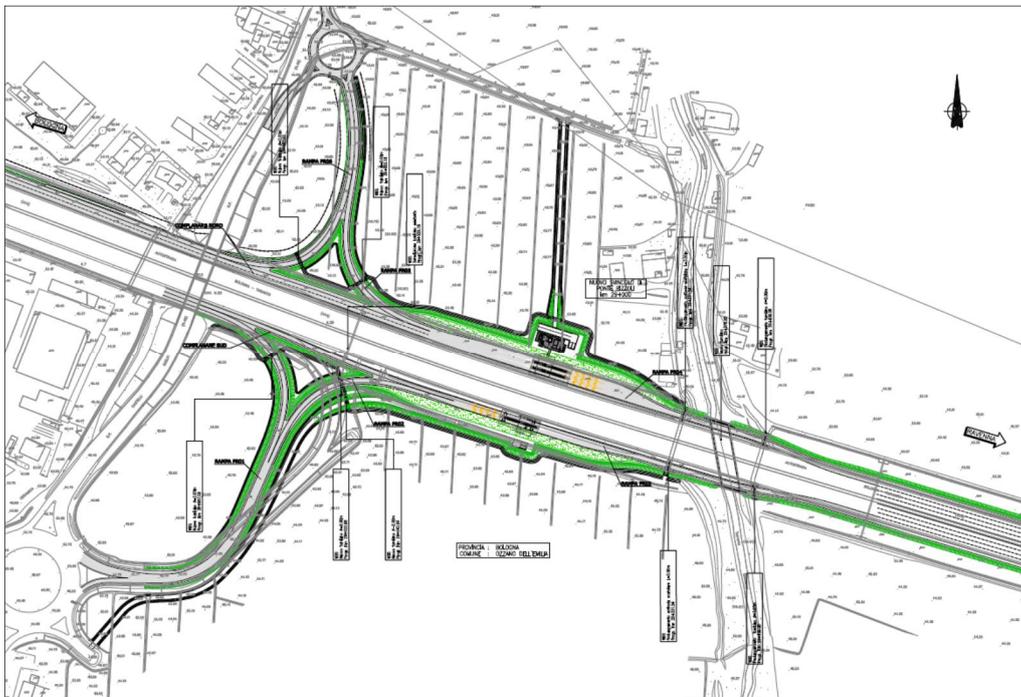


Figura 2-8 Svincolo %onte Rizzoli+

Per i rami di svincolo bidirezionali si prevede una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 10,50 m costituita da due corsie da 3,75 m e due banchine da 1,50 m.

Per i rami di svincolo monodirezionali si prevede invece una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 6,50 m costituita da una corsia da 4,00 m, da una banchina esterna rispetto l'asse principale in cui si innesta da 1,50 m e una interna da 1,00 m.

Nelle figure seguenti si possono apprezzare per le parti specifiche delle rampe di svincolo le misure riferite agli scavi e riutilizzi, indicate per i pacchetti di preparazione, pavimentazione e terreno vegetale.

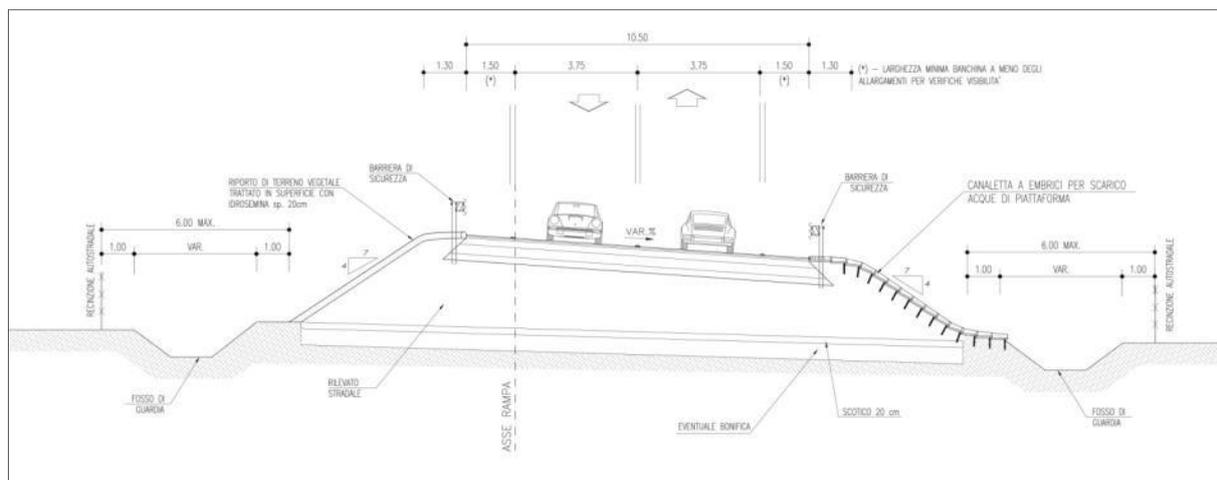


Figura 2-9 Sezione tipologica di una rampa bidirezionale

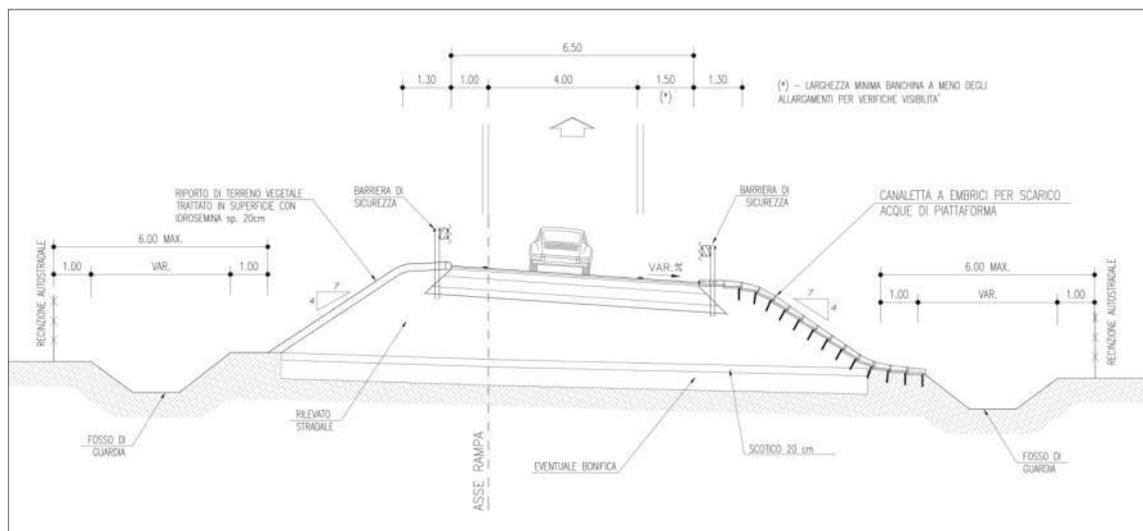


Figura 2-10 Sezione tipologica di una rampa monodirezionale

Il completamento dello svincolo di Ponte Rizzoli prevede inoltre una rotonda convenzionale con una sezione tipologica caratterizzata da un anello di diametro esterno pari a 50 m, una corsia da 6,00m, una banchina interna da 1,00 m e una banchina esterna di 1,50 m.

Piazzale di Esazione del nuovo svincolo di Ponte Rizzoli

I piazzali di esazione del Nuovo svincolo di Ponte Rizzoli si sviluppano luno in carreggiata sud e laltro in carreggiata Nord e risultano separati, per una superficie complessiva di circa 10.000 mq. In essi pertanto è contenuto un unico fabbricato nel quale sono presenti gli impianti necessari all'esercizio dell'intera area di Svincolo.

In particolare le opere relative alla realizzazione dei nuovi piazzali di stazione prevedono i seguenti interventi:

- realizzazione di isole e corsie sui nuovi piazzale;
- realizzazione delle pensiline di stazione;
- realizzazione del fabbricato di stazione, impianti e cabina elettrica, in carreggiata nord;
- realizzazione di tutti i cavidotti e reti di servizio necessari per l'esercizio della stazione;
- realizzazione degli impianti complementari quali illuminazione, sicurezza e segnaletica.

2.2.3 Opere d'arte maggiori

Nel seguito si riporta l'elenco delle opere d'arte principali previste lungo la tratta in oggetto di nuova costruzione:

Tabella 2-1 Elenco delle opere d'arte di nuova costruzione

Opere d'arte maggiori	Lunghezza e larghezza	Altezza interna	Asse di riferimento
Sottovia ST001-B	L 38,27m - B _{var} = 8,16÷9,19m	6,70m	
Sottovia ST002-B	L = 32,23m - B _{var} = 8,07÷9,94m	7,20m	
Sottovia ST003-B	L = 12,07m - B = 11,20m	6,97m	
Cavalcavia CV001-B	L = 63,20m - B = 15,50m	5,50m	

Sottovia ST001-B

Il sottopasso, costituito da un unico monolite, è realizzato in struttura in calcestruzzo gettato in opera. La struttura si sviluppa su una luce variabile da 8,16m a 9,19m e altezza interna di 6,70m. Le strutture sono caratterizzate da piedritti di spessore 60cm, fondazione da 80cm e soletta superiore da 80cm. Lo spessore di ricoprimento della soletta superiore risulta variabile da 3,14m a 3,90m definito dalla geometria delle livellette stradali. Le fondazioni sono caratterizzate da 71 pali di diametro 1000mm e lunghi 26m.

Sottovia ST002-B

Il sottopasso, costituito da un unico monolite, è realizzato in struttura in calcestruzzo gettato in opera con spessore fondazione 80cm, spessore fondazione 80cm e spessore piedritti 60cm. La struttura si sviluppa su una luce variabile da 8,07m a 9,94m e altezza interna di 7,20m. Le fondazioni sono caratterizzate da 52 pali di diametro 1200mm e lunghi 19m.

Sottovia ST003-B

Il sottopasso, costituito da un unico monolite, è realizzato in struttura in calcestruzzo gettato in opera con spessore fondazione 120cm, traverso superiore 100cm e piedritti 80cm. La struttura si sviluppa su una luce netta 11,20m e altezza interna di 6,97m. Le fondazioni sono caratterizzate da 24 pali di diametro 1000 mm e lunghi 20m.

Cavalcavia CV001-B

La struttura è costituita da un impalcato a via inferiore in acciaio in semplice appoggio su una campata unica con luce di calcolo di 62,00m. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 15,50m, ed è realizzato tramite la disposizione di 2 travi in acciaio di altezza variabile da 240cm a 380cm, esterne all'impalcato, solidarizzate con una soletta di spessore 25cm. La sezione trasversale è quindi definita da una piattaforma bitumata di larghezza 10,50m e due marciapiedi da 1,50m.

Le spalle risultano definite da una ciabatta di fondazione di dimensioni 17,00 x 9,40m e spessore 2,00m. Il paraghiaia, di spessore 0,35cm, risulta di altezza variabile da 1,57 a 1,74m. L'altezza dell'elevazione delle spalle risulta di 6,85m. Le fondazioni sono caratterizzate da 18 pali di diametro 1200 mm e lunghi 28m. Gli apparecchi d'appoggio sono del tipo a disco elastomerico. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Adeguamento opere predisposte

Il progetto prevede l'adeguamento dei cordoli delle opere d'arte principali già predisposte per l'allargamento.

Tabella 2-2 Interventi su opere predisposte

ID opera	Pk.	Carreggiata	Tipologia opera	Dimensioni opera	Intervento strutturale	Dimensioni cordolo o muro
TB001	23+012.63	Nord	Tombino	6.00 x 3.50	Adeguamento cordolo	var.x50 - L=7.57m
ST001	23+095.78	Nord	sottovia	8.05 x 4.50	Adeguamento cordolo	70x87 - L=27.27m
VI001	23+390.00	Nord	Idice		Adeguamento n°3 cordoli	70x... -L=3x135m
T011	26+199.29	Nord	Tombino	1.50x2.50	Nuovo muro di testata e prolungamento tombino	H=3.85m - L=15.40m
T013	26+673.64	Nord	Tombino	2.35x2.00	Nessuno	
T014	26+765.98	Nord	Tombino	3.00x3.30	Adeguamento cordolo	100x60 - L=19.65m
S001	26+924.62	Nord	sottovia	3.00 x 2.50	Adeguamento cordolo	100x35 - L=15.82m
T015	27+065.91	Nord	Tombino	3.00x2.80	Adeguamento cordolo	140x57 - L=14.99m
T018	27+609.19	Nord	Tombino	4.70x5.50	Adeguamento cordolo	120x70 - L=19.34m
S002-TB002-S003	27+881.06	Nord	sottovia	6.15 x 2.90	Adeguamento cordolo	100x63 - L=49.28m
ST002	28+189.44	Nord	sottovia	8.00 x 4.50	Adeguamento cordolo	80x100 - L=28.86m
T022	28+515.84	Nord	Tombino	2.40x2.30	Adeguamento cordolo	70x50 - L=10.70m
T024	28+830.19	Nord	Tombino	2.60x2.24	Nuovo muro di testata e prolungamento tombino	H=3.85m - L=12.00m

2.2.4 Cantierizzazione

In funzione delle attività, della logistica e del personale medio presente in cantiere sono state individuate **cinque aree di cantiere ed una area per il campo travi**, di seguito descritte.

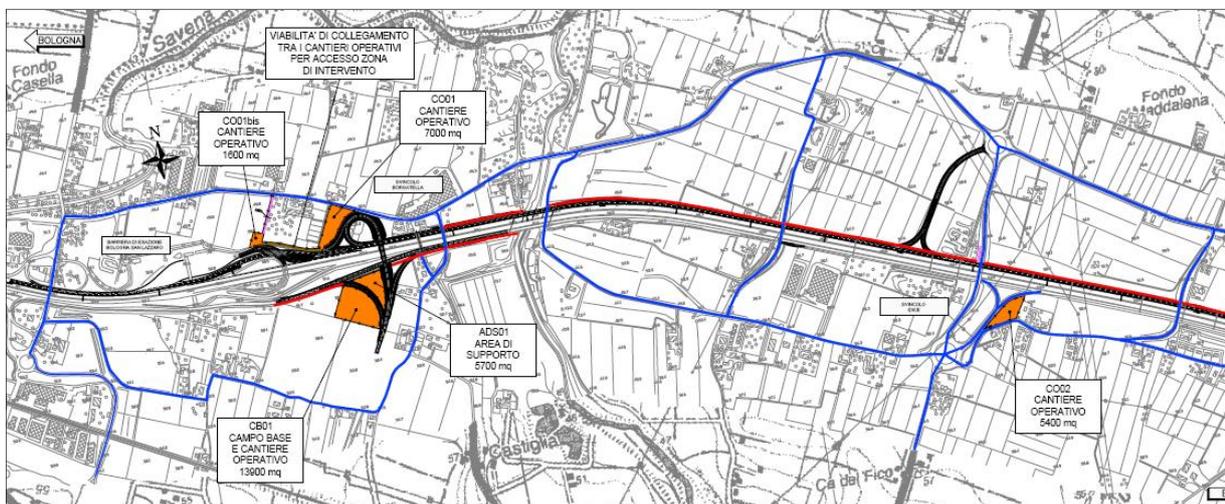


Figura 2-11 Planimetria generale con localizzazione delle aree di cantiere e le relative viabilità

1. **CB01** - area ubicata a sud dell'A14 alla progr.22+800, in Comune di San Lazzaro di Savena, in adiacenza al nuovo ramo di uscita della complanare Sud, di superficie pari a 13.900 mq destinata a Campo Base e Cantiere Operativo.
2. **ADS01** - area, ubicata a sud-ovest del nuovo cavalcavia di svincolo di Borgatella, di superficie pari a 5.700 mq destinata a Campo Travi.
3. **CO01** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.22+700, in Comune di San Lazzaro di Savena, in adiacenza al nuovo ramo di immissione alla barriera di Bologna San Lazzaro, di superficie pari a 7.000 mq destinata a Cantiere Operativo.
4. **CO01bis** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.22+400, in Comune di San Lazzaro di Savena, in adiacenza al nuovo ramo di immissione alla barriera di Bologna San Lazzaro, di superficie pari a 1.600 mq destinata a Cantiere Operativo.
5. **CO02** - area ubicata a sud dell'A14 alla progr.25+000, in Comune di San Lazzaro di Savena, in adiacenza al ramo di immissione esistente dello svincolo di Idice, di superficie pari a 5.400 mq destinata a Cantiere Operativo.
6. **CO03** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.28+900, in Comune di Ozzano dell'Emilia, in adiacenza al nuovo immissione sulla complanare Nord, di superficie pari a 8.600 mq destinata a Cantiere Operativo.

All'interno delle aree saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori, a meno degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo, che saranno reperiti sul territorio.

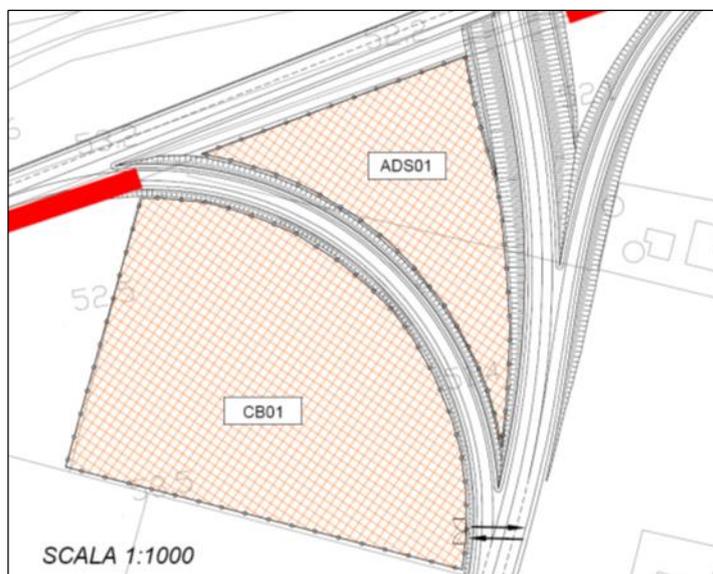


Figura 2-12 Disposizione del campo base CB01 e dell'area per il campo travi ADS01



Figura 2-13 Disposizione dell'area di cantiere operativo CO01 in prossimità del ramo di svincolo di San Lazzaro; l'area risulta collegata al cantiere operativo CO01bis attraverso una viabilità interna parallela al tratto autostradale

La pavimentazione delle aree di cantiere destinate a Campo Base e Cantiere Operativo saranno costituite come rappresentato in figura:

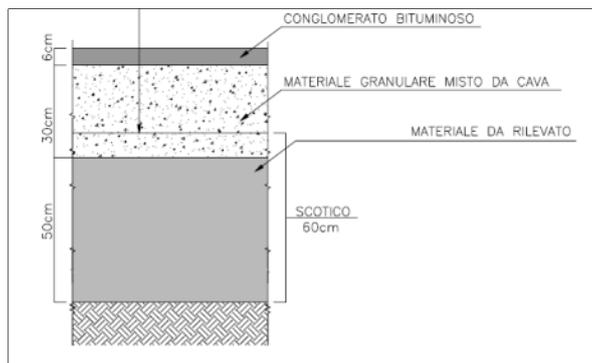


Figura 2-14 Particolare pavimentazione campo base e cantieri operativi

In corrispondenza delle aree di supporto invece saranno le seguenti:

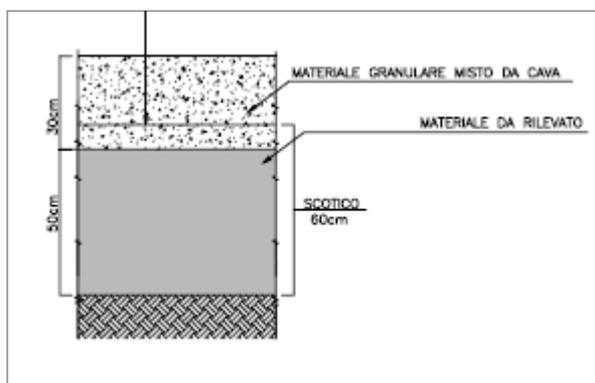


Figura 2-15 Particolare pavimentazione nelle aree di supporto

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere, oltre ad essere depositato nelle aree di deposito sopra descritte sarà collocato anche al margine del cantiere. Al termine dei lavori, il terreno di coltivo proveniente dallo scotico delle aree e depositato temporaneamente nelle aree di deposito e nel perimetro, sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

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.

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo in una zona pianeggiante e priva di affioramenti come quella del progetto, è risultato indispensabile utilizzare dati provenienti da sondaggi geognostici e da pozzi. In prima fase si è provveduto a reperire tutti i dati disponibili (presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno

dell'area in esame) per una fascia molto più ampia di quella riportata nelle planimetrie allegate al presente progetto.

Tutte le informazioni utili recuperate sono state riportate negli elaborati cartografici in scala 1:5000 in funzione della loro ubicazione plano-altimetrica e con simbologia differente in relazione alla tipologia di indagine:

- Indagini bibliografiche
- Indagini geognostiche pregresse (dal 1984 al 2000)
- Indagini geognostiche progetto definitivo 4^a corsia Bo-dir. Ravenna (2010)
- Indagini geognostiche progetto definitivo opere Compensative Bo-dir. Ravenna (2010)
- Indagini geognostiche Complanare Nord e nuovo svincolo Ponte Rizzoli (2016-2017)

2.3.1 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), dalla fase 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 (Supersistemi) 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 li 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.

Da un punto di vista stratigrafico le indagini evidenziano la presenza, lungo l'intero tratto autostradale in esame, di depositi alluvionali quaternari, con prevalenza di materiali fini, costituiti da argille e limi (argilla, argilla da limosa passante a limoso-sabbiosa e sabbiosa, limo da argilloso a sabbioso-argilloso, a sabbioso-debolmente argilloso), entro cui si rinvengono localmente lenti ed orizzonti di materiali granulari (ghiaia da argilloso-sabbiosa a limoso-sabbiosa a sabbiosa e da sabbia passante da limosa a ghiaiosa), discontinue e difficilmente correlabili spazialmente.

In superficie è presente terreno vegetale, tale strato non corrisponde ad una unità deposizionale, ma, ad esempio, ha significato ai fini del dimensionamento geotecnico delle opere ed allo stesso per la gestione degli scavi.

I depositi che caratterizzano il sottosuolo, fino alle massime profondità indagate, sono stati suddivisi in 5 unità litostratigrafiche, descritte nel seguito:

- Terreno vegetale : suolo agrario o terreno vegetale, costituito prevalentemente da argilla da limosa a sabbiosa e limo da argilloso a sabbioso limo, di colore nocciola-marrone, mediamente consistente.

- Argilla limosa e limo argilloso: argilla, da limosa a con limo, debolmente sabbiosa, e limo argilloso localmente da debolmente sabbioso a sabbioso, da plastica a consistente. Colore da marrone a grigio, con patine di ossidazione ocracee; talora con resti vegetali nerastri in decomposizione e calcinelli.
- Limo sabbioso e sabbia limosa: limo sabbioso da moderatamente consistente a consistente e/o sabbia limosa moderatamente addensata, generalmente saturo, di colore variabile da grigio/grigio-verdastro a marrone-nocciola.
- Sabbia e sabbia ghiaiosa: sabbia da fine a grossolana, da debolmente ghiaiosa a con ghiaia, scarsamente addensata (densità relativa generalmente $m45\%$), con locali livelli da centimetrici a decimetrici di sabbia limosa e limo sabbioso. Colore da nocciola a grigio.
- Ghiaia sabbiosa e sabbia con ghiaia: ghiaia sabbiosa e sabbia con ghiaia, talora con argilla e/o con livelli di argilla con ghiaia, da addensata a molto addensata (densità relativa generalmente $> 45\%$), di colore grigio.

2.3.2 Inquadramento geomorfologico

L'area in esame appare morfologicamente pianeggiante, con quote che decrescono dolcemente da ovest verso est da c.a. 52 m. s.l.m. nei dintorni del Casello autostradale di Bologna . San Lazzaro a circa 45 m s.l.m. nella zona di Ponte Rizzoli dove termina l'opera in progetto. Essendo l'assetto attuale il risultato di un lento e continuo mutamento ad opera di agenti morfologici (circolazione idrica superficiale in primis) e tettonici, le forme individuabili possono essere indice di situazioni in futura evoluzione e il loro studio può avere un interesse pratico nei confronti della realizzazione del tratto di Complanare Nord.

La zona di interesse risulta a vocazione prettamente agricola ed è caratterizzata da un reticolo idrografico naturale e da una rete di rogge e canali artificiali molto articolata.

2.3.3 Inquadramento idrogeologico

Per quanto concerne invece gli aspetti idrogeologici, l'area è interessata da un sistema acquifero multifalda caratterizzato da falde confinate, semi-confinate e in alcune zone da falda libera collocata nella porzione di acquifero più superficiale.

Per quanto riguarda la soggiacenza del livello della falda freatica, le informazioni disponibili a supporto della progettazione indicano un andamento della freaticimetria generalmente compreso tra i 3m e 5m dal piano di campagna, ad eccezione del tratto compreso dall'inizio dell'intervento fino alla progressiva 25+500 c.a. dove la falda freatica si colloca a profondità comprese tra i 10÷15m dal p.c..

In relazione al contesto geologico e geomorfologico in cui si inserisce l'infrastruttura, la soggiacenza del livello di falda risulta strettamente connessa agli apporti meteorici stagionali e al battente idrico dei principali corsi d'acqua, che localmente costituiscono il livello di base per le acque di circolazione idrica sub superficiale.

Il corso d'acqua principale interferente con l'opera in progetto è il Torrente Idice. Sono poi presenti altri canali minori che intersecano il tracciato in progetto, il più importante dei quali si trova nei pressi del tratto finale, denominato Rio Centonara ozzanese.

2.3.4 Descrizione dell'area di interesse progettuale

L'intero tracciato si sviluppa sui terreni afferenti al subsistema di Ravenna (AES8) ed all'unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 secondo limiti non conformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico.

I terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica prevalentemente coesiva, cioè comprendente principalmente frazioni fini come argille e limi, pertanto corrispondenti a terreni compressibili, anche per locali contenuti torbosi; ciò trova buon accordo anche con quanto riportato dalla cartografia CARG in riferimento ai livelli più superficiali (presenza di limi sabbiosi).

In profondità, i sondaggi geognostici evidenziano la presenza di numerose lenti di materiale più grossolano (sabbie e ghiaie in matrice fine variabile), che sono state rappresentate nell'ambito del profilo geologico. Un elemento tipico di questo ambiente di sedimentazione è rappresentato dalla diffusa variabilità granulometrica sia in senso verticale, per il succedersi nel tempo degli eventi alluvionali, sia in senso orizzontale, per la divagazione laterale dei canali principali di scorrimento delle acque di piena, pertanto si sottolinea la natura fortemente eteropica dei terreni interessati dal progetto.

Dal punto di vista geomorfologico, all'altezza del Km 1+375 c.a. ha inizio, attraverso un passaggio marcato da un orlo di terrazzo molto degradato, l'area di divagazione del T. Idice, che è caratterizzata dalla presenza di ex aree estrattive ripristinate. Al Km 1+975 c.a. il tracciato interseca un orlo di terrazzo ancora osservabile in campagna. Fino al Km 6+260 c.a. il tracciato prosegue in ambito di piana, caratterizzata dalla presenza di aree riconducibili a paleoalvei o antiche direzioni di scorrimento fluviale, alcune delle quali intersecano il tracciato stesso. Domina in questo tratto il paesaggio agricolo.

Al Km 6+260 c.a. il tracciato attraversa il Rio Centonara che scorre entro argini artificiali sopraelevati. Dopo il Rio Centonara, fino al Km 7+250 c.a., ha inizio l'attraversamento della Zona Artigianale Ponte Rizzoli, caratterizzata da un elevato grado di antropizzazione spinto fino ai

marginii del rilevato autostradale. Il tracciato riprende poi in ambito di pianura fino a fine intervento, con l'unico elemento evidente rappresentato dall'attraversamento del T. Quaderna, anch'esso incassato in argini artificiali sopraelevati. Il paesaggio è dominato dall'uso agricolo del territorio.

Il Nuovo svincolo di Ponte Rizzoli si sviluppa sui terreni afferenti all'Unità di Modena (AES8a) e solo in minima parte sui terreni afferenti al subsistema di Ravenna (AES8). Dal punto di vista granulometrico l'areale di progetto risulta diffusamente interessato da terreni compressibili (granulometria prevalentemente fine), come testimoniato dai due pozzetti PZ-CN3 e PZ-CN4 espressamente realizzati nei pressi degli edifici di esazione, che hanno rinvenuto fino a 4m di profondità argille limose e limi sabbiosi debolmente argillosi.

Anche i sondaggi realizzati in campagne pregresse (S11, S12*, S13*, S44*) hanno attraversato, per almeno 30m, terreni prettamente compressibili.

In generale, le interferenze più probabili tra le opere autostradali in progetto e l'acquifero superficiale potranno presentarsi verosimilmente in prossimità dei corsi d'acqua principali dove la falda è in comunicazione con il reticolo idrico superficiale; di conseguenza i sistemi fondazionali di tali opere potranno trovarsi anche costantemente sottofalda.

2.4 LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

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.

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.

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, e soprattutto presso la sede stradale esistente di progetto (si veda capitolo 7), con depositi intermedi posti all'interno delle aree di cantiere a supporto di tutte le lavorazioni lungo il tracciato di circa 7 km.

2.4.1 Asse di progetto

La tratta si sviluppa per circa 7400 metri lineari, con inizio sulla tangenziale di Bologna tra lo svincolo di Caselle e il piazzale di esazione autostradale di S. Lazzaro in corrispondenza della progr. Km 22+115.40 dell'autostrada A14 e termine alla progr. Km 29+000 ca in località Ponte Rizzoli. Il progetto è insistente sulle litologie del subsistema di Ravenna, costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale, ad eccezione della porzioni di attraversamento del torrente Idice Reno caratterizzato in livelli profondi da depositi alluvionali con ghiaie prevalenti e sabbie.

Di seguito si sintetizzano le opere generali da realizzare nell'ambito del progetto, comprensive degli svincoli e dei rami di collegamento:

- Complanare nord
- Svincolo Borgatella
- Svincolo Idice
- Svincolo e stazione di Ponte Rizzoli
- Rotatoria su S.P. 48. Castelli Guelfi.

Nella tabella seguente invece sono sintetizzate le parti di opere d'arte maggiori e minori previste lungo i tratti lineari di progetto:

Nuovo sottovia scatolare ST001-B e ST002-B	Tombino T001 - pk.24+472.80
Nuovo cavalcavia CV001-B e sottovia ST003-B	Tombino T002 - pk.24+731.03
TB001 - Ponticello scatolare canale dell'Idice - pk.23+012.63	Tombino T003 - pk.24+824.50
ST001 - Scatolare Via Russo - Pk.23+095.78	Tombino T004 - pk.25+064.86
VI001 - Ponte torrente Idice	Tombino T005 - pk.25+201.69
T011 - Ponticello scatolare L=1.50m - 26+199.29	Tombino T006 - pk.25+438.98
T013 - Ponticello scatolare L=2.00m - pk.26+673.64	Tombino T007 - pk.25+582.19
T014 - Ponticello scatolare L=3.00m - 26+765.98	Tombino T008 - pk.25+691.03
S001 - Sottovia Scatolare L=3.00m - 26+924.62	Tombino T009 - pk.25+915.08
T015 - Ponticello scatolare L=3.00m - pk.27+065.91	Tombino T010 - pk.26+046.28
T018 - Ponticello scatolare Rio Malzana L=4.50m - pk.27+609.19	Tombino T016 - pk.27+283.36

S002-TB002-S003 - Ponticello rio Centonara e sottovia - pk.27+881.06	Tombino T017 - pk.27+518.72
ST002 - Sottovia Scatolare Via Marconi L=8.00m - pk. 28+189.44	Tombino T019 - pk.28+031.74
T022 - Ponticello scatolare L=2.40m - pk.28+515.84	Tombino T020 - pk.28+090.19
T024 - Ponticello scatolare L=2.50m - pk.28+830.19	Tombino T023 - pk.28+642.72
Muro di sostegno MS01	
Muro di sostegno MS02	
Muro di sostegno MS03	
Muro di sostegno MS04	
Muro di sostegno MS05	
Muro di sottoscarpa MS06	
Muro di sostegno MS07	

2.4.2 Aree di cantiere

Sono previste **5 aree di cantiere ed un'area per il campo travi.**

1. **CB01** - area ubicata a sud dell'A14 alla progr.22+800.
2. **ADS01** - area, ubicata a sud-ovest del nuovo cavalcavia di svincolo di Borgatella
3. **CO01** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.22+700
4. **CO01bis** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.22+400.
5. **CO02** - area ubicata a sud dell'A14 alla progr.25+000
6. **CO03** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.28+900

Aree di deposito intermedio ed in attesa di utilizzo

Nell'ambito di 4 aree di cantiere (CB01, CO01, CO02 e CO03) 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.

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 prima campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito è stata eseguita nel 2010, svolta ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e smi. A seguito degli aggiornamenti normativi, è stata effettuata una seconda campagna nel mese di gennaio 2017 sulla base delle indicazioni degli allegati 2 e 4 del Regolamento ex D.M. 161/2012, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 3, comma 1, lettera g.

Si evidenzia che il nuovo Regolamento ex D.P.R. 120/2017 non ha modificato le modalità di caratterizzazione ambientale e, pertanto, la stessa resta valida anche in riferimento alle nuove disposizioni normative. Nel seguito si farà quindi sempre riferimento alle indicazioni dei pertinenti articoli e allegati del D.P.R. 120/2017, in particolare Allegati 1 e 2.

3.1 CONOSCENZE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO

È risultato necessario estendere 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 nel tratto compreso tra San Lazzaro e Ponte Rizzoli 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.

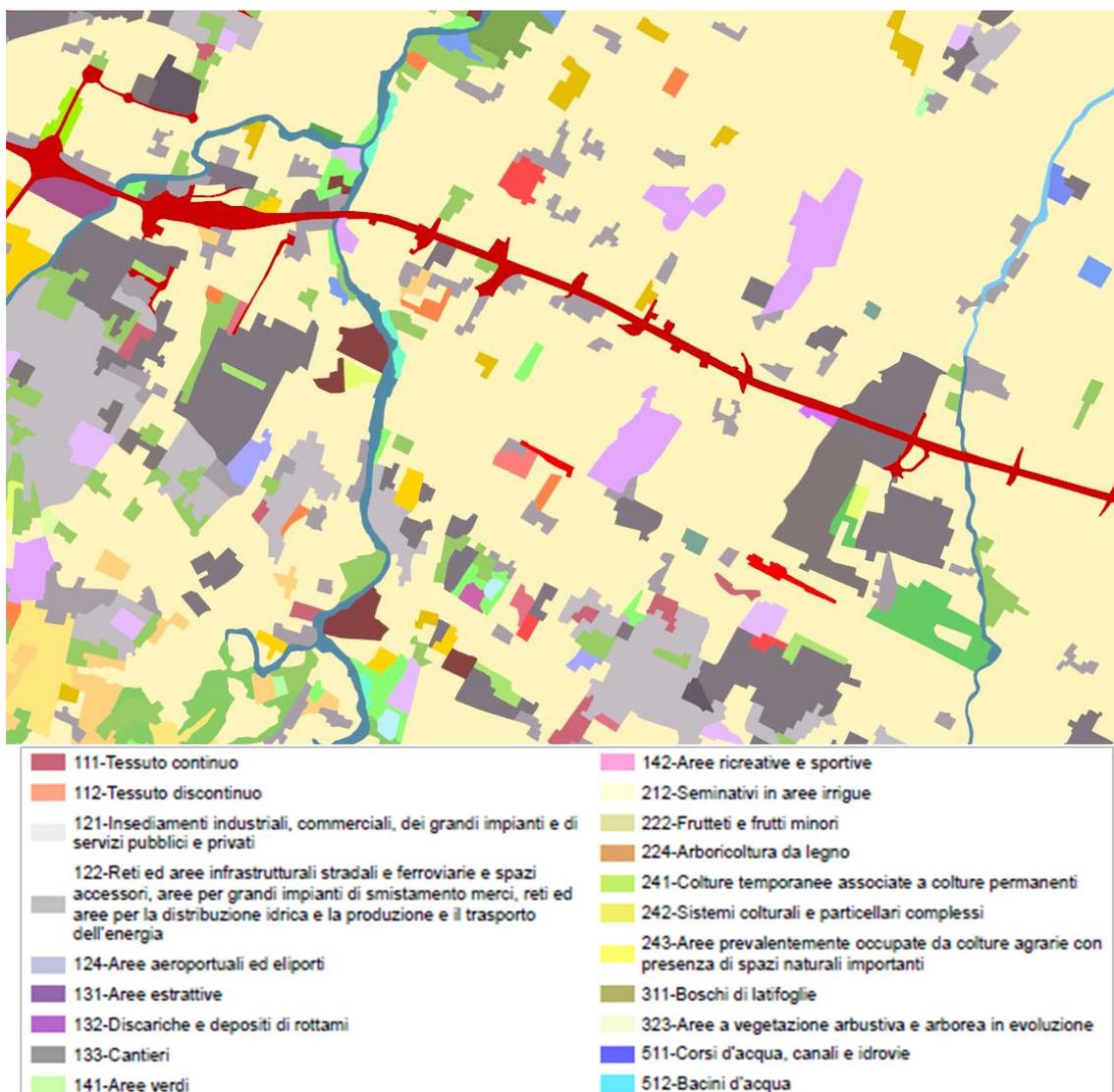


Figura 3-1 Uso del suolo (fonte: . Geoportale della regione Emilia Romagna)

Lungo l'intera tratta di intervento la copertura vegetale può occupare una superficie significativa: nelle porzioni di territorio a nord e a sud del progetto in esame, prevale un tessuto dove i seminativi irrigati sono pressoché continui. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale si presentano discontinui e coesistono con superfici coperte da vegetazione che occupano appunto aree non trascurabili. Gli insediamenti industriali, commerciali, di servizi pubblici e privati e

relativi spazi associati (parcheggi, depositi, ecc.) nel tratto iniziale, in prossimità dello svincolo di Bologna San Lazzaro e nel tratto terminale, in località Ponte Rizzoli.

3.1.1 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.

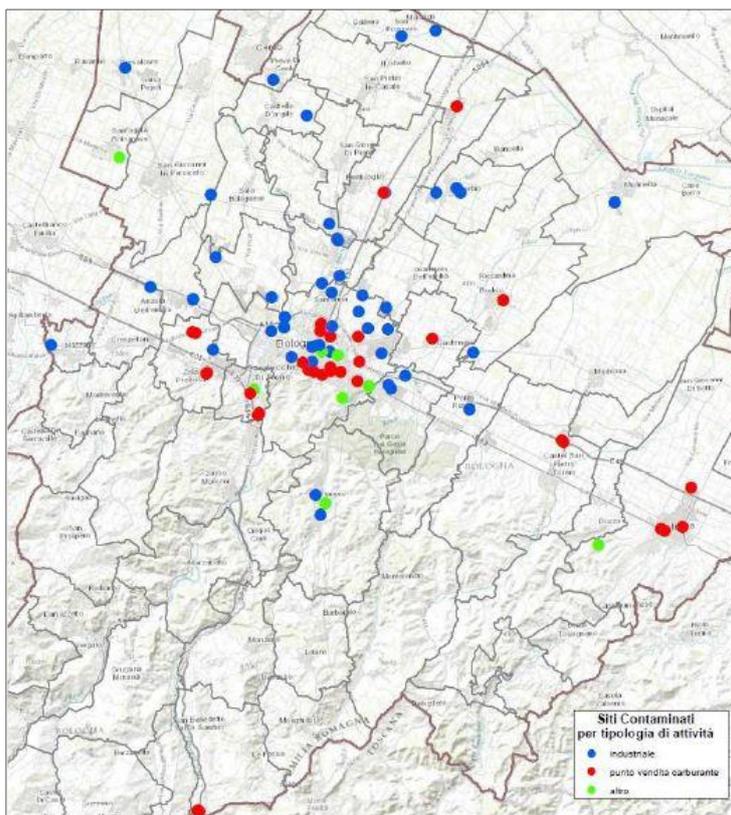


Figura 3-2 Siti Contaminati in Provincia di Bologna (da Arpa Emilia-Romagna - Catasto dei siti contaminati Report 2015)

Tra queste, vi sono due aree che sono vicine ai territori interessati 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	Comune
1	233	BOU00217	via Zucchi, 13	industriale	San Lazzaro di Savena
2	226	BOU00141	Via Lombardia,17	industriale	Ozzano dell'Emilia



Figura 3-3 Estratto dalla Mappa dei siti contaminati inseriti nell'archivio di Arpa ER -Catasto siti contaminati

La prima area è localizzata a nord del sistema autostradale, ad una distanza di circa 200 m dallo svincolo di Bologna San Lazzaro e dall'inizio degli interventi in progetto ed è costituita dalla perimetrazione dello stabilimento Madrigali Metalli, sito in via Zucchi a San Lazzaro di Savena (Bologna).

Lo stabilimento, in attività dal 1965, è nato come raffineria di metalli leggeri in genere, e nel tempo si è specializzata nella produzione di alluminio secondario con la produzione di tutte le leghe di alluminio secondario destinate alle fonderie.

La seconda area è posta ad oltre 500 m dal tracciato autostradale, a sud del realizzando svincolo di Ponte Rizzoli. Il sito è ubicato in via Lombardia, nell'area industriale di Ozzano dell'Emilia (BO), ed è definito ex stabilimento Ot-Gal+ negli elenchi regionali: si tratta di una galvanotecnica con trattamento di metalli, dismessa alla fine degli anni 90. Durante attività di caratterizzazione del sito pregresse svolte da terzi per gli interventi di bonifica, sono stati rilevati in falda dei superamenti delle CSC previste dal D.lgs. 152/2006 di alcuni contaminanti, in particolare Tricloroetilene (TCE) e 1.1-Dicloroetilene (1.1-DCE).

Si mette in evidenza che le lavorazioni non interferiscono in alcun modo con i 2 siti segnalati negli elenchi regionali, al di là della distanza dalle aree di cantiere e dal tratto di intervento.

3.1.2 Cartografia geochemica 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 carte 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 pedo geochemica 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 una anomalia geochemica, 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 geochemiche, 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, il fondamento 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.

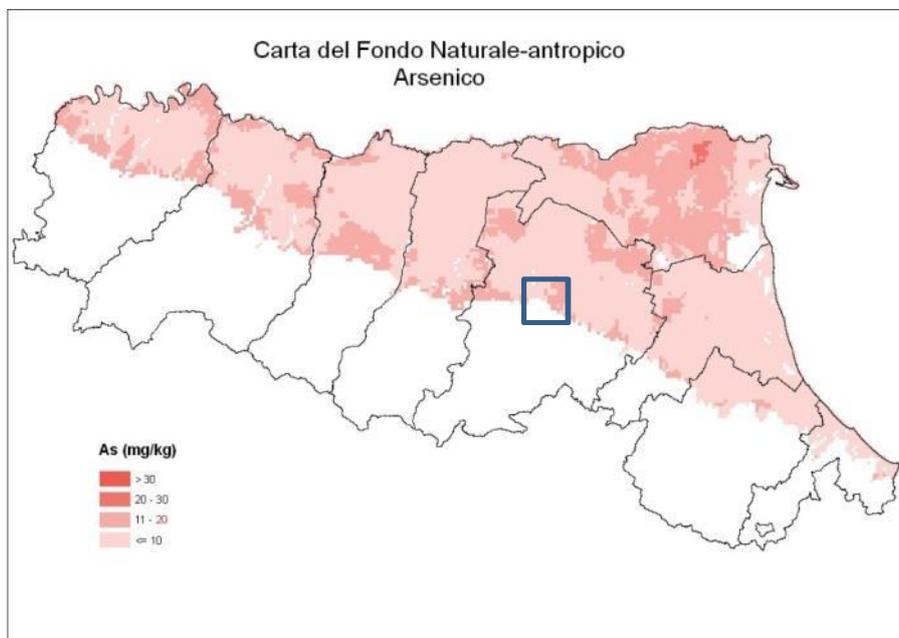


Figura 3-4 Carta del fondo naturale antropico in Arsenico con evidenziata l'area del bolognese di interesse progettuale (da sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/>)

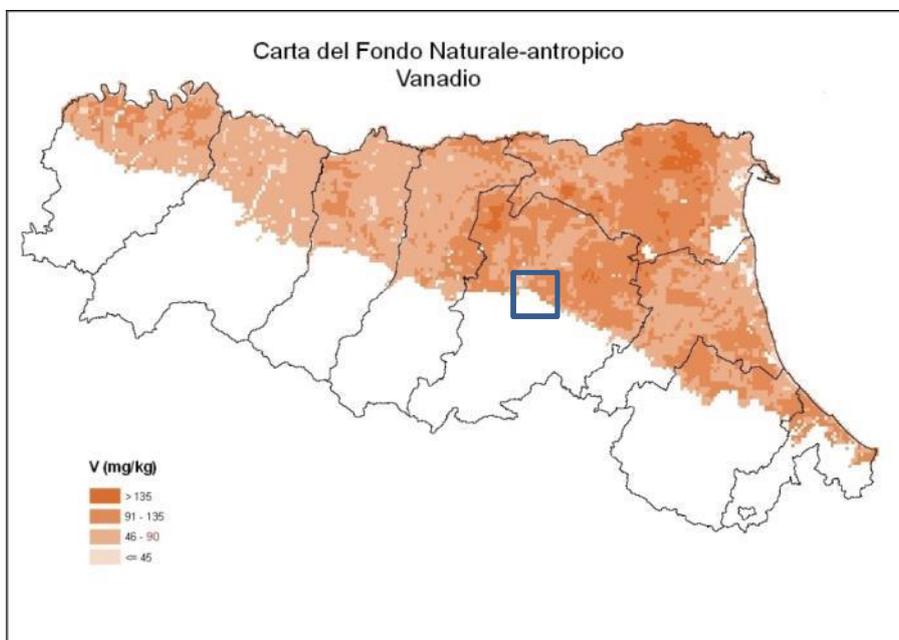


Figura 3-5 Carta del fondo naturale antropico in Vanadio con evidenziata l'area del bolognese di interesse progettuale (da sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/>)

3.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PREGRESSA

3.2.1 Criteri d'indagine effettuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006

Durante le fasi precedenti di progettazione dell'intervento, è stata eseguita una campagna di indagine di caratterizzazione ambientale dei terreni di scavo, svoltasi nella estate 2010 ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e smi.

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa vigente (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni incontaminati ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra.

Sono stati prelevati, da 3 pozzetti esplorativi, 4 campioni di terreno sottoposti a caratterizzazione analitica ambientale. La scelta del prelievo ambientale in tale tipologia di scavo è stata dettata da alcune posizioni specifiche dell'opera. Si evidenzia che l'infrastruttura si presenta interamente a raso o in rilevato (si veda capitolo 2), ad eccezione delle opere di scavalco di strade e corsi d'acqua. Si è deciso conseguentemente, in relazione alle omogeneità riscontrate nel contesto territoriale e litologico ed alla uniformità generale delle lavorazioni previste, di caratterizzare maggiormente i primi orizzonti del suolo..

La ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata in allegato 3 al Piano. Nella tabella seguente sono riportate le coordinate geografiche espresse in Gauss-Boaga dei punti di indagine con la relativa profondità di campionamento.

Tabella 3-2 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo, eseguita nel 2010, ai sensi del D.Lgs. 152/2006

n° progr	Codice	pk	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	Opera	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
1	PZB01	24+000	1694889,2	4928016,9	compl Nord	2	0,50-1,00; 2,50-3,00;	argilla limosa e limo sabbioso
2	oc3-pz2	-----	1694410,5	4928174,3	svincolo Borgatella	1	0,50-1,00	argilla limosa e limo sabbioso
3	oc3-pz4	-----	1693947,0	4928188,7	svincolo Borgatella	1	0,50-1,00	argilla limosa e limo sabbioso

Da ciascuno dei pozzetti esplorativi nei pressi dello svincolo della Borgatella è stato prelevato un campione di terreno alla profondità di 0,5-1,0 m da p.c., mentre nel pozzetto lungo il rilevato della futura complanare PZPB01 sono stati prelevati 2 campioni a differenti profondità (0,50-1,00 e 2,50-3,00 m da p.c.).

3.2.2 Metodiche di campionamento

Per quanto riguarda le modalità di campionamento sui terreni per la realizzazione di analisi chimiche dei composti non volatili sono state rispettate le seguenti procedure:

- stesura di un telo in polietilene delle dimensioni minime di 2x2 m e spessore minimo 1.5 mm;
- campionamento, secondo le modalità riportate in normativa, lungo lo strato di indagine;
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando metodi della quartatura riportati nella normativa;
- disposizione del campione in barattoli di vetro opportunamente sigillati ed etichettati conservati in ambiente refrigerato per la spedizione al laboratorio di analisi.

Il terreno è stato inizialmente privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm e, successivamente, le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sulla aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

Per quanto riguarda le modalità di campionamento dei composti volatili (es. idrocarburi leggeri, idrocarburi aromatici) il prelievo è stato eseguito in modo puntuale, senza omogeneizzazione, immediatamente dopo l'estrazione del terreno. Il materiale prelevato è stato immediatamente inserito in un contenitore di vetro o vial.

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimiche di laboratorio sono cominciate con le fasi di preparazione dei campioni.

3.2.3 Set analitico

L'elenco del set chimico prescelto per i campioni di terreno è il seguente, suddiviso per classi analitiche:

- Composti inorganici: Antimonio (Sb); Arsenico (As); Berillio (Be); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Selenio (Se); Stagno (Sn); Tallio (Tl); Vanadio (V); Zinco (Zn); Cianuri (Liberi); Fluoruri.
- Idrocarburi: idrocarburi leggeri (C<12); idrocarburi pesanti (C>12).
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; xilene; (m+p)-xilene; xileni (Somma Medium Bound); Sommatoria organici aromatici.

3.2.4 Verifica dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sulla base dei dati pregressi

In allegato si riportano i certificati di prova delle analisi eseguite nella campagna di indagine del 2010, in cui sono indicati per ciascun campione le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica, i risultati di laboratorio dei diversi parametri ricercati e la metodica utilizzata, il numero del rapporto di prova ed i valori limite previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

I risultati analitici evidenziano per i 4 campioni di terreno prelevati una sostanziale congruità con i limiti imposti per i siti a destinazione d'uso industriale o commerciale di cui alla colonna B della Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/2006, a cui possono riferirsi il nastro autostradale e le relative pertinenze, evidenziando tuttavia l'assenza di superamenti dei limiti delle CSC previsti nelle aree a verde pubblico/privato o a vocazione residenziale (colonna A).

3.2.5 Conformità dei dati pregressi al Regolamento

La campagna di indagine ambientale eseguita nel 2010, durante la fase di progettazione secondo i criteri di cui all'art. 184bis del DLgs. 152/2006 e s.m.i., ha permesso di evidenziare le caratteristiche chimico-ambientali dei materiali interessati dagli scavi, nelle aree interessate da movimentazione terra, mediante un campionamento ragionato che ha interessato il nastro autostradale. In considerazione delle novità normative, si rileva che le suddette attività di caratterizzazione presentano aspetti conformi a quanto indicato dal nuovo Regolamento, ed in particolare:

- le caratterizzazioni condotte sono state eseguite mediante campagne di indagine che hanno interessato il tracciato di interesse e le litologie interferite;
- l'ubicazione dei punti è avvenuta secondo un modello concettuale basato sul campionamento ragionato;
- sono stati eseguiti pozzetti esplorativi con finalità di caratterizzazione ambientale;
- le metodiche di campionamento e di preparazione dei campioni sono riferite alla norma UNI10802;
- sono adottati i criteri relativi alle frazioni granulometriche da scartare e da sottoporre ad analisi di laboratorio (2 cm / 2 mm), le concentrazioni finali sono riferite alla totalità dei materiali, comprensivi dello scheletro;

- sono state impiegate metodiche di analisi in laboratorio riconosciute e standardizzate ed il set analitico considerato comprende quello indicato in tab 4.1 del Regolamento (anche in considerazione della ubicazione dell'intervento entro 20 m dal nastro);
- le analisi sono state eseguite in laboratori certificati e secondo metodi di prova riconosciuti (in grado di rilevare valori 10 volte minori dei limiti).

In base ai suddetti aspetti, le caratterizzazioni oggetto della campagna sopra riportata, sono state pertanto incluse tra le indagini eseguite per la elaborazione del presente Piano di Utilizzo.

3.3 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

La nuova campagna di indagine si è resa necessaria per completare le conoscenze acquisite, considerando le indicazioni date dal Regolamento per l'esecuzione di indagini per la caratterizzazione ambientale.

In relazione all'inquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le diverse fasi di lavorazione, sono stati individuati 2 ambiti di scavo. Questi ambiti, identificati nel presente Piano di Utilizzo, sono funzionali alla gestione ai sensi del D.P.R. 120/2017 dei materiali di scavo, prevista in progetto lungo l'intero tracciato.

I 2 ambiti individuati in fase di progetto sono:

- **Tratto lineare di intervento**, da inizio intervento (progr. km 22+115) al nuovo Svincolo di Ponte Rizzoli (progr. km 29+000);
- **Aree di cantiere**: CB01, ADs01, CO01, CO01bis, CO02, CO03.

Tale suddivisione è risultata funzionale anche al piano di indagine per la caratterizzazione ambientale in fase di progettazione, che ha interessato l'intero tracciato e di seguito descritto.

3.3.1 Criteri di ubicazione dei punti di 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 argille limose e limi sabbiosi;
- 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 di 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 3-3 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.P.R. 120/2017

		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 di indagine sono riportate negli elaborati allegati al presente. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al D.P.R. 160/2017.

3.3.2 Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale

I punti di indagine, lungo il tracciato di interesse soggetti a campionamento ed analisi, sono stati in totale 14 (si veda la tabella seguente).

Per il completamento del piano di indagine risultano mancanti i punti riferiti unicamente alle aree di cantiere (31 punti), per cui si precisa che il materiale di scavo, costituito dal solo scotico, viene comunque riutilizzato all'interno delle medesime aree. Questi siti saranno oggetto di una campagna di indagine ambientale in una successiva fase esecutiva. Le indicazioni, e le motivazioni della posticipazione sono riportate a conclusione di questo paragrafo.

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.

La caratterizzazione ambientale è stata eseguita pertanto sui 14 siti investigati, con prelievo di campioni da carotieri a mano o scavetti a mano e da pozzetti esplorativi. Il campionamento ha riguardato il prelievo di 21 aliquote di terra da scavo, sottoposte poi ad analisi di laboratorio.

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.

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO
Tratto Bologna San Lazzaro È Ponte Rizzoli
Nuova stazione di Ponte Rizzoli e completamento della Complanare Nord - Progetto Definitivo
Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

Tabella 3-4 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale in fase di progetto

n° progr	pk	Codice	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Opera	Litologia dominante
1	23+200	PZ-CNAMB07	1693947,0	4928188,7	1	0,0-0,50;	compl Nord/svincolo Borgatella	argilla limosa e limo sabbioso
2	23+700	PZ-CNAMB06	1694410,5	4928174,3	1	0,0-0,50;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
3	24+200	PZ-CNAMB05	1694889,2	4928016,9	1	0,0-0,50;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
4	-----	PZ-CN01	1695619,8	4928138,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	svincolo di Illice	argilla limosa e limo sabbioso
5	-----	PZ-CN02	1695405,6	4928012,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	svincolo di Illice	argilla limosa e limo sabbioso
6	25+200	PZ-CNAMB04	1695782,3	4927670,4	1	0,0-0,50;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
7	25+500	PZ-CN07	1696240,8	4927490,2	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
8	26+300	PZ-CN06	1696946,0	4927135,2	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
9	27+100	PZ-CN05	1697539,7	4926811,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
10	27+600	PZ-CNAMB03	1698023,7	4926604,9	1	0,0-0,50;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
11	28+100	PZ-CNAMB02	1698519,8	4926417,7	1	0,0-0,50;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
12	28+600	PZ-CNAMB01	1698973,2	4926248,8	1	0,0-0,50;	compl Nord	argilla limosa e limo sabbioso
13	29+100	PZ-CN03	1699473,4	4926093,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	compl Nord/svincolo di Ponte Rizzoli	argilla limosa e limo sabbioso
14	29+100	PZ-CN04	1699462,1	4926004,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	compl Nord/svincolo di Ponte Rizzoli	argilla limosa e limo sabbioso

3.3.3 Caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva

Nell'ambito della campagna di indagini, secondo i criteri del Regolamento, sono stati individuati punti di prelievo presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire o completare il campionamento.

I punti per il completamento del piano di caratterizzazione ambientale sono riferiti unicamente alle aree di cantiere: infatti sono stati punti o siti indisponibili perchè interferenti con aree in parte ricoperte da fitta vegetazione o con aree coltivate, oppure per la non reperibilità o divieto di

accesso dei proprietari, o per la presenza di sottoservizi o viabilità, per cui non è stato possibile utilizzare tecniche invasive di indagine.

Si ribadisce che nel caso delle aree di cantiere il materiale di scavo, nella sola parte di scotico, non subisce particolari movimenti, essendo depositato nel perimetro di duna delle medesime aree e riutilizzato in sito al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva. Ciò evidenzia il fatto che tale materiale escavato non subisce particolari movimenti.

Il campionamento e le analisi sono rimandati ad una campagna ambientale integrativa da svolgere preventivamente alla fase esecutiva o realizzativa dell'intervento. Tuttavia, in relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi di argille e limi sabbiosi.

I punti di indagine da eseguire nelle 5 aree di cantiere sono in totale 31, sulla base delle indicazioni di Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 rispetto alla superficie occupata. La disposizione dei punti dovrà proseguire il criterio statistico casuale per garantire comunque una copertura omogenea dell'impronta di cantiere. Da ciascun punto di indagine deve essere garantito almeno un prelievo caratteristico della parte vegetale di scotico (0,0 - 0,6 m da p.c.).

Tabella 3-5 Aree di cantiere non investigate in fase progettuale

Area Cantiere	Punti di indagine	N° di prelievi a punto	Profondità prelievo m da p.c.
CB01	7	1	0,00-0,60
ADs01	5		0,00-0,60
CO01	5		0,00-0,60
CO01bis	3		0,00-0,60
CO02	5		0,00-0,60
CO03	6		0,00-0,60

3.3.4 Metodica di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017, 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 o pozzetti esplorativi.

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 D.M. 120/2017, 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.

3.3.5 *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 il rilevamento 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 120/2017 (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.

3.4 CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

3.4.1 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.P.R. 120/2017 per la caratterizzazione ambientale finalizzate alla definizione di sottoprodotto delle terre e rocce da scavo.

Tabella 3-6 Riepilogo della campagna di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.P.R. 120/2017

		Campagna 2016 D.P.R. 120/2017	
Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Punti di indagine	Prelievi
Tratto da pk 21+115 a pk 29+000	6885	14	21

I risultati analitici, riportati in allegato, permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 21 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.P.R. 120/2017, 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;

- b) Il 95% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (20 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.;
- c) Il superamento rilevato nel campione superficiale di terreno, PZCN5, con valori di poco al di sopra delle soglie di colonna A è per concentrazioni di idrocarburi pesanti (64 mg/kg rispetto al limite di 50): si tratta di una situazione puntuale, posizionata lungo il tracciato senza nessuna particolare evidenza di natura antropica;
- d) in nessun caso si segnala una concentrazione anomala in composti indicatori di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici; il 100% dei 95 campioni analizzati in laboratorio e 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;
- e) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni, 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.

Tabella 3-7 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati nell'indagine ambientale eseguita ai sensi del D.P.R. 120/2017

CSC		Campioni
A	B	Totale
20	1	21
% su intero intervento		
95,2	4,8	100,0

Tabella 3-8 Sintesi delle analisi chimiche per la classificazione ambientale delle terre

	Sigla campione	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
1	PZ_CN1	0,0-0,3	A	
2	PZ_CN1	0,3-0,8	A	
3	PZ_CN2	0,0-0,3	A	
4	PZ_CN2	0,3-0,8	A	
5	PZ_CN3	0,0-0,3	A	
6	PZ_CN3	0,3-0,8	A	
7	PZ_CN4	0,0-0,3	A	
8	PZ_CN4	0,3-0,8	A	
9	PZ_CN5	0,0-0,3	B	C>12
10	PZ_CN5	0,3-0,8	A	
11	PZ_CN6	0,0-0,3	A	
12	PZ_CN6	0,3-0,8	A	
13	PZ_CN7	0,0-0,3	A	

	Sigla campione	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
14	PZ_CN7	0,3-0,8	A	
15	PZ_CN_AMB1	0,0-0,5	A	
16	PZ_CN_AMB2	0,0-0,5	A	
17	PZ_CN_AMB3	0,0-0,5	A	
18	PZ_CN_AMB4	0,0-0,5	A	
19	PZ_CN_AMB5	0,0-0,5	A	
20	PZ_CN_AMB6	0,0-0,5	A	
21	PZ_CN_AMB7	0,0-0,5	A	

3.4.2 Conclusioni

Complessivamente tali risultati consentono, quindi, di affermare che:

- 1) data la 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 quasi totalità 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 D.P.R. 120/2017, si rimanda all'elaborato specifico allegato al Piano.

3.5 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 ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una fase esecutiva o realizzativa (si veda paragr. 3.3.3), la caratterizzazione dei siti di utilizzo è costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Si ribadisce che il riutilizzo del materiale di scavo è previsto in sostanza lungo il tratto lineare di rilevato oggetto degli scavi.

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.~~

4.1.5 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.

4.2 NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Si fa principale riferimento all'art. 2, comma 1, lettera o) e all'art. 4, comma 2, lettera d) 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 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 CB01 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 CB01 a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.2.3 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 caratteristiche 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.

Il D.P.R. 120/2017, nello semplificare le attività di normale pratica industriale, ha eliminato, rispetto a quanto precedentemente indicato nell'allegato 3 del DM 161/2012, la stabilizzazione a calce o a cemento.

Tale eliminazione risulta motivata, nella premessa della relazione illustrativa del DPR, dalla richiesta presentata dalla Commissione Europea nell'ambito del progetto pilota n. 5554/13/ENVI, avviato nei confronti dell'Italia con riferimento al DM 161/2012, in quanto le attività in parola costituirebbero operazioni di trattamento di rifiuti.

Tuttavia, nella stessa nota illustrativa il Legislatore ha indicato:

Per evitare che il caso Pilot citato si tramuti in una procedura di infrazione lo schema di DPR non ricomprende formalmente tra le normali pratiche industriali il trattamento la stabilizzazione a calce. Ciò nondimeno, le normali pratiche industriali riportate nell'elenco di cui all'allegato 3 rappresentano solo una mera esemplificazione delle attività più comunemente effettuate che possono rientrare in tale categoria. Pertanto, anche se non contemplate in tale elenco, non potrà escludersi che risultino consentite tutte quelle normali pratiche industriali finalizzate al miglioramento delle caratteristiche merceologiche [5] così come potrà risultare ricompresa tra le normali pratiche industriali l'adozione delle usuali metodologie disciplinate da norme tecniche al fine di conferire le caratteristiche meccaniche, funzionali all'utilizzo finale previsto per il materiale stesso. [5] +

La posizione espressa dal Legislatore nel D.P.R. consente pertanto l'impiego del trattamento calce a certe condizioni "al fine di conferire le caratteristiche meccaniche, funzionali all'utilizzo finale

previsto per il materiale stesso" ed appare in linea sia rispetto agli indirizzi adottati dalla Commissione Europea in alcuni suoi documenti (si vedano la *%Comunicazione interpretativa sui rifiuti e sui sottoprodotti+COM (2007)59def* e la *%Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98+ del 2012)* sia alla posizione assunta dallo stesso MATTM con la nota della Direzione Generale per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche prot. n. 0013338 del 14/05/2014 secondo cui:

%Il terreno non contaminato miscelato con calce o con altra sostanza per esigenze strutturali rientra nella normale pratica industriale; se, invece il terreno è contaminato e l'aggiunta di calce o di altra sostanza è finalizzata anche a modificarne le caratteristiche chimico-fisiche al fine di garantire che l'utilizzo nel ciclo di produzione avvenga nel rispetto di tutti i requisiti sanitari ed ambientali, siamo al di fuori della normale pratica industriale e il materiale è un rifiuto+.

Tale posizione risulta inoltre in linea con le prassi in uso nei Paesi europei (Germania, Spagna, Francia e Polonia) secondo cui la stabilizzazione con leganti idraulici:

- è utilizzata nel settore delle costruzioni per rafforzare i terreni con scarsa capacità portante, è regolata da norme e specifiche tecniche e rientra nella normale pratica industriale nelle opere di ingegneria stradale,
- è considerata una tecnologia rispettosa dell'ambiente, non costituisce un processo potenzialmente contaminante, non prevede materiali di scarto, consente di ridurre le movimentazioni di materiale e le conseguenti emissioni legate al trasporto.

In particolare, in Francia, il testo *%Traitement des sol a la chaux et/ou aux liants hydrauliques+edito dal Ministero dei Trasporti è riconosciuto come il miglior testo europeo di riferimento per le operazioni di stabilizzazione delle terre a calce e per le regole di protezione ambientale.*

Tale testo è stato adottato da ASPI, su indicazione dell'ARPA Toscana, come linea guida di riferimento negli studi di impatto ambientale.

Sulla sua base, è stata elaborata con ARPA Toscana la Procedura di stabilizzazione a calce, dalla stessa Agenzia approvata a luglio 2015: *%tale procedura [ō] potrà essere applicabile a tutti gli altri cantieri stradali che saranno avviati da ASPI ed in cui sarà previsto il ricorso al trattamento a calce (calce viva)+.*

Secondo l'indicazione espressa da ARPA Toscana, pertanto, la procedura elaborata per l'intervento in esame ed allegata al presente Piano di Utilizzo, è quella approvata dall'Agenzia nel 2015 ed opportunamente adattata al caso specifico.

Tutto quanto sopra rappresentato, si deduce che il D.P.R. non esclude il trattamento a calce ma lascia aperta la possibilità di adottarlo solo *"al fine di conferire le caratteristiche meccaniche, funzionali all'utilizzo finale previsto per il materiale stesso"*.

Dal punto di vista operativo, tale indicazione è traducibile nell'attuare, mediante la elaborazione e l'esecuzione del Piano di Utilizzo, le seguenti condizioni:

- la verifica ex ante del rispetto delle CSC,
- la previsione nel Piano del trattamento a calce con la specifica dei benefici in termini di prestazioni geo-meccaniche,
- l'indicazione nel Piano della procedura da osservare per l'esecuzione della stabilizzazione.

Pertanto, le terre provenienti dagli scavi dovranno essere preventivamente caratterizzate per verificare il rispetto delle CSC, degli eventuali valori di fondo e dei requisiti sanitari ed ambientali, solo successivamente vengono stabilizzate a calce all'unico fine di migliorarne le caratteristiche meccaniche. Il trattamento avviene quindi su un materiale non contaminato di cui il proprietario non deve né intende disfarsi ovvero non avviene su un rifiuto.

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 esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, 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.

Inoltre le seguenti tipologie di materiali di scavo sono identificati quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti (allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche od, in alternativa recuperato, in impianti autorizzati):

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc).

5 SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO

L'intervento in progetto risulta avere uno sviluppo lineare di circa 7 km, individuato in 4 ambiti omogenei di intervento, secondo lo schema di cantierizzazione, caratterizzati unicamente da scavi all'aperto. Questa situazione risulta estremamente funzionale alla movimentazione dei materiali da scavo.

A questi ambiti di lavorazione, devono essere aggiunte le 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 (D.P.R. 120/2017).

Di seguito si riporta un elenco dei siti di produzione dei materiali di scavo e dei siti di destinazione individuati negli ambiti citati individuati all'interno della cantierizzazione, compresi i siti di deposito intermedio.

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 previsto dal progetto risulta essere pari a circa **247.546 mc**. Questo volume è composto da (sono indicate le codifiche delle voci indicate nell'elaborato Bilancio terre+, CCP0001):

- scotico vegetale, pari a **32.234 mc (T1e)**;
- gli scavi in terreni naturali (al di sotto dello scotico), pari a **130.872 mc (T1a)**;
- gli scavi in rilevati già realizzati, pari a **15.226 mc (T1b)**;
- le perforazioni, pari a **22.385 mc (T1d)**;
- gli scavi relativi alla realizzazione e dismissione dei cantieri, **pari a 25.729 mc e 21.100,00 mc rispettivamente (C1a e C2a)**;

In riferimento alle voci sopra riportate si evidenzia che i materiali da scavo derivanti dalla dismissione dei cantieri (pari a 21.100 mc) non vengono riutilizzati per motivi gestionali legati al fatto che la fase di dismissione si realizza al termine dei lavori senza possibilità di ulteriore riutilizzo nell'ambito dell'intervento.

Per scavi in rilevati già realizzati (15.226 mc) si intendono quei materiali derivanti dagli scavi realizzati subito a valle della formazione del nuovo rilevato, ai fini della allocazione degli elementi accessori (es. fossi, impianti, ecc.) e riallocati nell'ambito dell'intervento .

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. 4.2.3 e in appendice al presente Piano (circa il 65% dei volumi dei materiali riutilizzati). 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 SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nell'ambito della cantierizzazione, sono stati individuati all'interno delle aree di cantiere i depositi intermedi per il materiale di scavo in attesa di utilizzo secondo la definizione di cui all'art. 5 del Regolamento. Questi depositi sono localizzati:

- **CB01** - area ubicata a sud dell'A14 alla progr.22+800.
- **CO01** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.22+700
- **CO02** - area ubicata a sud dell'A14 alla progr.25+000
- **CO03** - area ubicata a nord dell'A14 alla progr.28+900

5.2.1 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 reimpiegate, 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 reimpiegato 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.

5.3 PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE

I siti di utilizzo sono coincidenti con i siti di produzione. 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 il riutilizzo di **203.766 mc** di materiali di scavo, così articolati:

- scotico vegetale, pari a **24.880 mc**. Il riutilizzo è pari al 100% del fabbisogno per il ricoprimento dei nuovi rilevati e aree intercluse. Il fabbisogno risulta inferiore alle quantità prodotte, quindi la parte di scotico eccedente (**7.354 mc**) è destinata a smaltimento come rifiuto;
- scavi di sbancamento in terreni naturali (al di sotto dello scotico), da perforazioni di grande diametro e da altri scavi, pari **137.931 mc**. In base a considerazioni geotecniche la quota di riutilizzo degli scavi e delle perforazioni per la formazione di nuovi rilevati e rampe è pari al 90% delle produzioni (comunque previo trattamento per il miglioramento delle caratteristiche tecniche), mentre si ipotizza il reimpiego al 100% dei materiali provenienti da altri scavi; il 10 % di scavi non idonei (**15.326 mc**) è destinato a smaltimento come rifiuto;
- materiali derivanti dagli scavi realizzati subito a valle della formazione del nuovo rilevato, ai fini della allocazione degli elementi accessori (es. fossi, impianti, ecc.) e direttamente riallocati nell'ambito dell'intervento, **pari a 15.226 mc**;
- scavi relativi alla realizzazione dei cantieri, **pari a 25.729 mc**. Il materiale dello scavo per la realizzazione dei cantieri è riutilizzato tal quale nello stesso sito di escavazione al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva; mentre il materiale espantato al termine dei lavori dalle aree di cantiere non può essere riutilizzato ed è destinato a smaltimento come rifiuto (**21.100 mc**).

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.

Il progetto prevede di massimizzare il riutilizzo dei materiali scavati, infatti le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 203.766 mc provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di impianto dei cantieri.

Complessivamente quindi i riutilizzi di terre ottenute come sottoprodotto degli scavi risultano pari al **82%** delle produzioni.

Tabella 5-1 Bilancio delle terre di progetto

RIEPILOGO MOVIMENTI TERRE (m3)	CORPO AUTOSTRADALE	CORPO AUTOSTRADALE VEGETALE	CANTIERI	TOTALE
PRODUZIONI	168.482	32.234	46.829	247.546
FABBISOGNI	362.196	24.880	46.829	433.905
RIUTILIZZI	153.157	24.880	25.729	203.766
FONTI ESTERNE	209.039	0	21.100	230.139
DESTINAZIONI TERRE	15.326	7.354	21.100	43.780

Per coprire i fabbisogni complessivi del progetto è previsto l'approvvigionamento da fonti esterne di circa 230.139 mc di terre, in parte (circa 106.137,68 mc) con specifiche caratteristiche tecniche (categorie A1/A3, materiale per anticapillare) e in parte generiche.

I volumi di approvvigionamento esterno 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.P.R. 120/2017.

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 9 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. 2, c. 1, lett. q per la definizione di esecutore e art. 17 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo).

A tal fine, in conformità all'Allegato 9 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 9 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 (si veda il paragrafo 3.2.3);
- 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 9 parte A).

Al paragrafo 3.2.3 sono riportate le tabelle che indicano l'elenco dei siti di indagine, con il relativo numero di prelievi, per il completamento della campagna di indagine di caratterizzazione dei materiali da scavo. In allegato al presente Piano è riportata in planimetria con lubicazione indicativa dei punti di campionamento.

6.1 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato all'art. 9 comma 7 e all'art. 28 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.

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 5 aree di cantiere principali (CB01, CO01, CO01bis, CO02 e CO03).

Ciò permette di individuare una unica direttrice della viabilità di cantiere nel sistema infrastrutturale di progetto, sia nella direzione Est sia in quella verso Nord. Pertanto, la complanare, 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 carreggiata nord dell'A14.

La possibilità di sfruttare l'impronta dell'infrastruttura da realizzare e l'autostrada A14 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.

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 di cantiere si veda lo specifico allegato del presente Piano di Utilizzo. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati sulla cantierizzazione (CAP200 e CAP201), presentati unitamente quale supporto per gli approfondimenti sul progetto.

7.2 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 6 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 deve essere redatta secondo le indicazioni dell'Allegato 7 del Regolamento da parte dell'esecutore nella fase di corso d'opera.

I moduli di trasporto di cui all'Allegato 7 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. 8 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. 445/2000, in conformità all'Allegato 8 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 8 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 8 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 8 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000 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.

APPENDICE 1
PROCEDURA DI STABILIZZAZIONE A CALCE

INDICE

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
	<i>Terre</i> 5	
	<i>Acqua</i> 5	
	<i>Calce</i> 6	
3.3	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E STEP OPERATIVI.....	6
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
	<i>Preparazione e stesa del terreno naturale</i>	9
	<i>Stesa della calce</i>	10
	<i>Prima fresatura di miscelamento terra-calce</i>	11
	<i>Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica</i>	12
	<i>Profilamento rilevato, rullatura e compattazione</i>	12
4.3	MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLE ACQUE.....	13
5	MONITORAGGIO METEOROLOGICO	16
5.1	RILIEVI ANEMOMETRICI.....	16
5.2	RILIEVI PLUVIOMETRICI.....	17
6	INDICAZIONI DI SICUREZZA DEI LAVORATORI NELL'IMPIEGO DELLA CALCE	18
6.1	INDICAZIONE DEI RISCHI.....	18
6.2	PRINCIPI COMPORTAMENTALI.....	18
6.3	MISURE DI PRONTO SOCCORSO.....	19
6.4	MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE.....	19
6.5	MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO.....	19
6.6	CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI).....	19

1 PREMESSA

La presente procedura descrive le misure di protezione dell'ambiente e dei lavoratori impegnati nell'intervento previsto per la realizzazione della Complanare nord all'A14 da Bologna San Lazzaro alla località di Ponte Rizzoli, compreso l'innesto a San Lazzaro, lo svincolo di Borgatella, lo svincolo Idice e il nuovo svincolo di Ponte Rizzoli

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 alla 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

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Con riferimento a quanto riportato nel Piano di Utilizzo, il bilancio complessivo delle terre evidenzia come il materiale proveniente dagli scavi venga per buona parte riutilizzato 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 l'81% circa del materiale proveniente dagli scavi venga riutilizzato previa stabilizzazione a calce 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 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.

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 sovrastruttura, 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).

3 SPECIFICA TECNICA SUL CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE

3.1 Generalità

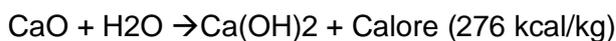
Il trattamento a calce di una terra consiste nella miscelazione intima della stessa con calce e con acqua in quantità tali da modificare attraverso reazioni chimico-fisiche le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente 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

Terre

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

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.

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 24 mesi. Per l'esecuzione del rilevato con trattamento a calce saranno impiegate squadre di lavoro consistenti ciascuna in:

- 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'elemento 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 compattabile;

- 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 il 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.

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 verranno inserite entro il Capitolato d'Appalto.

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. Nei paragrafi seguenti vengono esposte le modalità realizzative delle singole fasi (così come descritte al capitolo precedente), in funzione delle diverse condizioni atmosferiche (velocità del vento e presenza di pioggia).

Con specifico riferimento alle condizioni anemologiche al verificarsi delle quali occorre interrompere le lavorazioni potenzialmente impattanti, è stata fissata una soglia pari a 40 km/h (11 m/s come da

Linea Guida francese) misurata ad una quota di 1 m dal suolo (altezza alla quale si svolgono le lavorazioni).

Dato un periodo osservazionale di 15q 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 15q della velocità del vento risulti superiore a 11 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 15q nel quale si verifichi un valore della media della velocità del vento nuovamente inferiore alla soglia sopra indicata (11 m/s). Le eventuali sospensioni delle lavorazioni determinate dalle avverse condizioni meteorologiche potranno essere registrate in opportuna documentazione di cantiere.

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 le 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.

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.

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 le 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.

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 le 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.

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 le compattazioni 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 sensibilmente 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 parte 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 150 (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'operai 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.