

AUTOSTRADA (A4) : TORINO - VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO DELLO SVINCOLO DI DALMINE

PROGETTO ESECUTIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GESTIONE TERRE

PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A Responsabile Ambiente	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Matteo Brutti Ord. Ingg. Milano N. A32672	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia n.1496 DIVISIONE INFRASTRUTTURE STRADALI E ESERCIZIO
---	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
110402	LL00	PE	DG	PGT	00000	00000	R	AMB	1000	0	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A						n.	data
							0	GENNAIO 2021
							1	-
							2	-
REDATTO:	-	VERIFICATO:		-		3	-	
						4	-	

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Stefano Storoni	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	---

Sommario

0	INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO	5
0.1	ADEGUAMENTO DEL PIANO DI UTILIZZO AL PROGETTO ESECUTIVO.....	6
0.2	AGGIORNAMENTO ALLEGATI E DOCUMENTI DI PROGETTO	7
1	PREMESSA.....	8
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO.....	8
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO	11
2	INQUADRAMENTO GENERALE	12
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	12
2.1.1	<i>Destinazione d'uso urbanistica</i>	13
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	16
2.2.1	<i>L'asse stradale</i>	17
2.2.2	<i>Opere d'arte principali</i>	20
2.2.3	<i>Inserimento ambientale</i>	21
2.3	CANTIERIZZAZIONE	22
2.4	PIANI PARTICELLARI, ESPROPRI ED INTERFERENZE	25
2.4.1	<i>Caposaldi topografici</i>	25
2.4.2	<i>Dati catastali</i>	25
2.4.3	<i>Interferenze</i>	25
2.5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	25
2.5.1	<i>Inquadramento geologico</i>	26
2.5.2	<i>Planimetria geologica</i>	27
2.5.3	<i>Unità del sottosuolo</i>	29
2.5.4	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	30
2.5.5	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	32
2.5.6	<i>Descrizione dell'area di interesse progettuale</i>	34
2.6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DI SCAVO	35
2.7	LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017	36
2.7.1	<i>Asse di progetto</i>	37
2.7.2	<i>Opere d'arte principali</i>	38
2.7.3	<i>Rimodellamento morfologico dell'area interclusa</i>	39
2.7.4	<i>Aree di cantiere e aree di deposito intermedio in attesa di utilizzo</i>	41
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO IN FASE DI PROGETTAZIONE.....	42
3.1	AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CHIMICO-AMBIENTALE DELLE TERRE ALLA FASE DI PROGETTO ESECUTIVO	42
3.2	CONOSCENZE PREGRESSE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO	42
3.2.1	<i>Uso del suolo</i>	43
3.2.2	<i>Anagrafe regionale dei siti contaminati</i>	43
3.3	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017	44
3.3.1	<i>Campagne di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito</i>	44
3.3.2	<i>Criteri di ubicazione dei punti d'indagine</i>	44
3.3.3	<i>Metodologia di indagine</i>	45
3.3.4	<i>Verifica dei requisiti ambientali dei dati rilevati nella fase di PD</i>	47
3.4	CAMPAGNA DI INDAGINE 2021 PER IL PROGETTO ESECUTIVO	47
3.4.1	<i>Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche d'indagine</i>	48
3.4.2	<i>Metodiche di campionamento</i>	48
3.4.3	<i>Chek-list inquinanti analizzati</i>	48
3.4.4	<i>Verifica dei requisiti ambientali dei dati rilevati nella fase di PE</i>	49
3.5	SINTESI COMPLESSIVA DEI RISULTATI DELLE ANALISI IN LABORATORIO.....	49
3.6	CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	51

4	METODOLOGIE DI SCAVO PREVISTE	52
4.1	OPERE ALL'APERTO	52
4.1.1	Scavi da scotico	52
4.1.2	Scavi di sbancamento	53
4.1.3	Rinterri e ritombamenti	53
4.1.4	Formazione rilevati e rimodellamenti	53
4.1.5	Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione	54
4.2	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	54
4.2.1	Vagliatura	54
4.2.2	Frantumazione	54
4.3	INCLUSIONI	55
4.3.1	Utilizzo di miscele di perforazione	55
4.4	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI	55
5	SITI DI MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO	56
5.1	PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE	56
5.2	SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO	57
5.2.1	Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito intermedio	57
5.3	PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE	58
5.4	BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO	58
6	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO IN CORSO D'OPERA	60
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	61

Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 0-1 PRESCRIZIONI SULLA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE DA SCAVO IN CORSO D'OPERA CONTENUTE NEL PARERE CTVIA SUL PIANO DI UTILIZZO (PROT. N° 3100/2018)	6
FIGURA 2-1 STRALCIO COROGRAFIA GENERALE D'INTERVENTO SU ORTOFOTO (DA STD0007)	12
FIGURA 2-2 - STRALCIO DELLA TAVOLA A DEL PTR - AMBITI GEOGRAFICI E UNITÀ TIPOLOGICHE DI PAESAGGIO	14
FIGURA 2-3 PLANIMETRIA DI PROGETTO (.....	17
FIGURA 2-4 SEZIONE TIPO RAMPA BIDIREZIONALE A 3 CORSIE	18
FIGURA 2-5 SEZIONE TIPO RAMPA BIDIREZIONALE A 2 CORSIE	18
FIGURA 2-6 SEZIONE TIPO RAMPA DI SVINCOLO MONODIREZIONALE	19
FIGURA 2-7 SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO	19
FIGURA 2-8 SEZIONE CORRENTE DEL NUOVO CAVALCAVIA AUTOSTRADALE	20
FIGURA 2-9 PROSPETTO DEL NUOVO CAVALCAVIA AUTOSTRADALE	20
FIGURA 2-10 SEZIONE CORRENTE DEL NUOVO CAVALCAVIA	21
FIGURA 2-11 PROFILO DEL NUOVO CAVALCAVIA	21
FIGURA 2-12 SISTEMAZIONE AMBIENTALE LUNGO LA RAMPA DI SVINCOLO NELL'AREA INTERCLUSA	22
FIGURA 2-13 QUADRO DI INSIEME DELLA CANTIERIZZAZIONE (STRALCIO DA CAP201)	22
FIGURA 2-14 DISPOSIZIONE DEL CANTIERE CBO1, CAMPO BASE E CAMPO OPERATIVO, CON INDICAZIONE DELL'AREA DI DEPOSITO TEMPORANEO DELLE TERRE (STRALCIO DA CAP201)	23
FIGURA 2-15 DISPOSIZIONE DELL'AREA AT001, DEPOSITO INTERMEDIO DEGLI SCAVI (STRALCIO DA CAP201)	24
FIGURA 2-16 DISPOSIZIONE DELL'AREA AT002, DEPOSITO INTERMEDIO DEGLI SCAVI (STRALCIO DA CAP201)	24
FIGURA 2-17 PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE AREA DI CANTIERE	24
FIGURA 2-18 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA ANNESSA AL PGT DEL COMUNE DI DALMINE.	27
FIGURA 2-19 ESTRATTO CARG FOGLIO 97 VIMERCATE, IN BLU SONO STATI EVIDENZIATI I LIMITI TRA LE UNITÀ DEL BACINO DEL BREMBO AD OVEST, L'UNITÀ DEL BACINO DELLA MORLA AL CENTRO ED IL BACINO DEL BREMBO AD EST.	28
FIGURA 2-20 DETTAGLIO DELL'ESTRATTO DELLA CARTA 1.2 DELLA PROFONDITÀ DELLA FALDA (C1 "GEOMORFOLOGIA ED IDROLOGIA DEL TERRITORIO" DEL PTCP DELLA PROVINCIA DI BERGAMO GIUGNO 2003)	33
FIGURA 2-21 ESTRATTO DELLA CARTA G3 IDROGEOLOGICA (PGT COMUNE DI DALMINE)	33
TABELLA 2-1 ELENCO DEI SONDEGGI STRUMENTATI A PIEZOMETRO	34
TABELLA 2-2 DETTAGLIO DEI RILIEVI IN FALDA COME SOGGIACENZA DA P.C.	34
TABELLA 2-3 DETTAGLIO DEI RILIEVI IN FALDA COME LIVELLO FREATICO	34
TABELLA 2-4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA SECONDO LE CLASSI UNI10006	35
TABELLA 2-5 CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI PIÙ SUPERFICIALI	36
FIGURA 2-22 STRALCIO PLANIMETRICO SULLA SUDDIVISIONE DELLE WBS IN PE PER LE DIVERSE PARTI D'OPERA (DA GEN0040)	37
FIGURA 2-23 SEZIONE TIPO RAMPA BIDIREZIONALE A 3 CORSIE	37
FIGURA 2-24 SEZIONE TIPO RAMPA BIDIREZIONALE A 2 CORSIE	38
FIGURA 2-25 SEZIONE TIPO RAMPA DI SVINCOLO MONODIREZIONALE	38
TABELLA 2-6 ELENCO DELLE BARRIERE ACUSTICHE	39
FIGURA 2-26: STRALCIO PLANIMETRICO DELLA SISTEMAZIONE AMBIENTALE IN AREA INTERCLUSA (DA AUA0200)	40
FIGURA 3-1: CARTA DELL'USO DEL SUOLO (FONTE: STUDI E ANALISI PER IL PTCP; IN GIALLO I SEMINATIVI SEMPLICI, IN BIANCO LE AREE URBANIZZATE)	43
TABELLA 3-2 COORDINATE GEOGRAFICHE IN GAUSS BOAGA (M) E PROFONDITÀ CAMPIONI 2018	45
TABELLA 3-3 COORDINATE GEOGRAFICHE IN GAUSS BOAGA (M) DEI PUNTI DI INDAGINE, CON INDICAZIONE DI NUMERO E PROFONDITÀ DEI CAMPIONAMENTI ESEGUITI IN FASE DI PROGETTO ESECUTIVO	48
TABELLA 3-4 QUADRO DI SINTESI SULLE CAMPAGNE DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE SVOLTE IN FASE PROGETTUALE: SUDDIVISIONE PER LOTTI DEL N° DI SITI DI INDAGINE, DEL N° DI ANALISI E DEL N° DI SUPERAMENTI DELLE CSC DI TABELLA 1	49
TABELLA 3-5 RIEPILOGO DELLE EVIDENZE CHIMICHE EMERSE NELLA FASE DI PROGETTO	50
TABELLA 5-1 BILANCIO DELLE TERRE IN MC AGGIORNATO AL PROGETTO ESECUTIVO	59

Allegati:

1. AMB1001: Allegato 1 - Certificati analitici di laboratorio ai sensi del DPR 120/2017 dei campioni prelevati nelle fasi PD2018 e PE2021.
2. AMB1002: Allegato 2 - Planimetria dei siti di scavo, di deposito e di utilizzo
3. AMB1003: Allegato 3 - Planimetria con l'ubicazione dei punti di indagine per la caratterizzazione ambientale delle terre
4. AMB1004: Allegato 4 - Procedura di trattamento con legante idraulico

0 INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO

La presente relazione si riferisce all'intervento di adeguamento dello svincolo di Dalmine sull'autostrada A4 Milano – Bergamo, il cui progetto è stato sottoposto a procedura di Verifica di assoggettabilità presso il Ministero dell'Ambiente, conclusasi con esito favorevole con prescrizioni (Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018).

La gestione delle terre e rocce da scavo dell'intervento è inquadrata secondo quanto previsto nel D.P.R. 120/2017.

Si riportano di seguito gli atti di diretto interesse sul percorso valutativo e approvativo del "Piano di utilizzo delle terre" redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del suddetto DPR 120/2017:

- Invio del Piano di Utilizzo con Prot. 5161 del 21/03/2019;
- approvazione del Piano di Utilizzo con Determina Ministeriale n°290/2019, espresso sulla base del parere positivo con prescrizioni della CTVIA, n°3100/2019.

Ciò premesso, il presente documento ha lo scopo di aggiornare il Piano di Utilizzo delle terre da scavo alla luce dello sviluppo e degli approfondimenti effettuati nelle fasi di progettazione esecutiva.

La presente revisione consta dell'introduzione di due siti di deposito temporaneo dove allocare il materiale da scavo, in esubero rispetto ai fabbisogni relativi al corpo stradale delle nuove rampe, in attesa di riutilizzarlo, a fine lavori, per l'intervento di rimodellamento dell'area del cantiere principale previsto in ottemperanza alla prescrizione 1.c del Provvedimento di non assoggettabilità a VIA (rif. Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018). L'esecuzione del rimodellamento persegue la finalità, di cui alla prescrizione 1.b dello stesso Provvedimento, di limitare il più possibile la produzione di rifiuti e il ricorso allo smaltimento in discarica o impianti.

L'introduzione dei due siti, denominati AT001 e AT002, è quindi configurabile, ai sensi dell'art. 15 comma 2 lettera c) del DPR 120/2017, come modifica sostanziale del Piano di Utilizzo già approvato con Determina Ministeriale n° 290/2019.

Con la presente revisione, in ragione degli approfondimenti sviluppati in fase di progettazione esecutiva, è stato aggiornato il bilancio statico dei materiali che comunque non comporta un aumento del volume in banco in misura superiore al 20% rispetto alle precedenti stime.

Contestualmente alla revisione del Piano, si rappresenta che, essendo ancora in corso l'iter di approvazione del Progetto Esecutivo, e considerando, altresì, le tempistiche per l'approvazione finale da parte del Ministero delle Infrastrutture e per l'affidamento dei lavori, si prevede che la realizzazione delle opere possa partire entro il 31 gennaio 2023.

Il presente elaborato viene predisposto sulla base del documento originale (novembre 2018) con l'inserzione delle modifiche evidenziate in azzurro, per garantire la tracciabilità delle variazioni in aggiornamento e la continuità con la versione originale del piano. Pertanto, il testo è stato così elaborato:

- è stata lasciata in carattere nero non evidenziato la parte di testo coincidente con la versione precedente approvata e che non necessita di alcun aggiornamento;
- sono state evidenziate in azzurro le parti che aggiornano il piano rispetto alla versione precedente approvata.

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

Inoltre, la progettazione esecutiva dell'intervento successiva all'approvazione del Progetto Definitivo ha sviluppato e approfondito le precedenti previsioni progettuali, anche a seguito del recepimento delle prescrizioni emerse nel corso dei procedimenti approvativi. Si precisa infatti che, in ottemperanza alle prescrizioni del Decreto di esclusione da VIA (rif. DVA_DEC_2018-0000288 del 3 luglio 2018), è stato studiato un intervento di rimodellamento dell'area del cantiere principale a fine lavori; tale intervento richiede l'individuazione dei due siti intermedi di cui sopra in cui depositare temporaneamente il materiale da scavo in attesa di riutilizzarlo per la sistemazione finale.

Di seguito è riportato un quadro sintetico delle prescrizioni ricevute sul tema della gestione delle terre e rocce da scavo, contenute nel parere positivo della CTVIA sul Piano di Utilizzo approvato (prot n° 3100/2018).

Tabella 0-1 Prescrizioni sulla caratterizzazione delle terre da scavo in corso d'opera contenute nel parere CTVIA sul Piano di Utilizzo (prot. N° 3100/2018)

#	Sintesi prescrizione	Descrizione prescrizione	Fase Applicazione
1	Individuazione dei siti di smaltimento o recupero	Presentare al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed all'ARPA competente, laddove eventualmente necessario, i siti di smaltimento o recupero a cui saranno indirizzati i volumi provenienti dalle operazioni di cantiere e, in ogni caso, ove sia necessario il conferimento a discarica o recupero di materiali, specificando, altresì, il numero e i percorsi dei mezzi adibiti al trasporto di detto materiale.	Ante operam, fase precedente alla cantierizzazione Prima dell'avvio delle attività di cantiere Si rimanda quale riferimento ad elaborati di progetto a codifica CAP0100 e 0101, con le tavole planimetriche di ubicazione, distanza e schede descrittive di dettaglio
2	Procedura di trattamento dei materiali di scavo	Si dovrà condividere la procedura di trattamento con legante idraulico con ARPA regionale	Corso d'opera Modalità di utilizzo del trattamento con legante idraulico Si veda specifico allegato AMB1004
3	Trasmissione Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (D.A.U.)	Al termine dei lavori dovrà essere trasmessa al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (D.A.U.), in conformità al Piano di Utilizzo (Art. 7 del D.P.R. 120/2017).	Post Operam Entro 2 mesi dalla fine dei lavori

Nel presente Piano di utilizzo si è dato riscontro all'ottemperanza alle specifiche prescrizioni contenute nella Determina Ministeriale n°290/2019.

0.1 ADEGUAMENTO DEL PIANO DI UTILIZZO AL PROGETTO ESECUTIVO

Il Piano di utilizzo approvato con Determina Ministeriale n°290/2019 è tuttora valido. Di seguito si dettagliano le variazioni introdotte, che hanno comportato l'esigenza di redigere la modifica sostanziale ai sensi dell'art. 15, comma 2 del DPR 120/2017:

2. Costituisce modifica sostanziale:

- a) l'aumento del volume in banco oggetto del Piano di Utilizzo in misura superiore al 20%;
- b) la destinazione del materiale escavato ad un sito di destinazione o ad un utilizzo diverso da quello indicato nel Piano di Utilizzo;
- c) la destinazione del materiale escavato ad un sito di deposito intermedio diverso da quello indicato nel Piano di Utilizzo;
- d) la modifica delle tecnologie di scavo.

In riferimento alla lettera a), si fa presente che le modifiche introdotte non comportano una variazione di volumi in banco superiori al 20%. Infatti, come esplicitamente indicato nel capitolo 6, dedicato al Bilancio dei volumi dei siti di scavo e riutilizzo, la variazione delle quantità in mc di scavo ricavate dalle stime del Progetto Esecutivo risulta essere inferiore al 20% (**72.458 mc** rispetto a **62.462 mc** del Progetto Definitivo) con un riutilizzo a sottoprodotto quasi totale pari a circa **71.725 mc**, con esclusione di circa 733 mc di vegetale non riutilizzabili in opera; tali previsioni confermano il pressoché totale impiego precedentemente indicato nel Piano di Utilizzo sul Progetto Definitivo, in relazione ovviamente ai volumi allora valutati.

Le variazioni volumetriche sono riferite alle ottimizzazioni progettuali sviluppate nella fase progettuale esecutiva anche a fronte di prescrizioni e richieste ricevute in fase di Conferenza dei Servizi su alcune soluzioni proposte (si fa particolare riferimento all'intervento di rimodellamento ambientale dell'area del cantiere principale a fine lavori). Anche nel caso dei volumi riutilizzati lungo l'intero intervento, la variazione è riferita sia a quanto sopra indicato sia ad alcuni approfondimenti geotecnici sul materiale che hanno permesso di massimizzare il riutilizzo in alcune parti d'opera (ad es.: sistemazioni in gradonatura e nei pacchetti di pavimentazione della sottofondazione, nelle parti di misto cementato e granulare).

In riferimento alla lettera c), sono stati inseriti 2 nuovi siti di deposito intermedio, denominati AT001 e AT002, rispetto a quello precedentemente indicato (all'interno del Campo Base, CB01). Tale variazione costituisce modifica sostanziale ai sensi del DPR 120/2017. I due nuovi siti, non annoverati nel Progetto Definitivo, prevedono la sistemazione e conservazione dello scotico di ciascuna area al proprio interno, in modo da

limitarne la movimentazione, e lo stoccaggio del materiale di scavo proveniente dalla realizzazione degli interventi in progetto, che verrà riutilizzato per il rimodellamento finale previsto.

Si fa presente che la generale gestione dei movimenti terra presentata nella precedente fase progettuale è confermata, sebbene si sia introdotta una nuova impostazione per la diversa operatività così come sopra descritta; si rimanda per maggiori dettagli a quanto indicato nei capp 3, 6 e 8.

In riferimento alle lettere b) e d), non sono state apportate modifiche e si può segnalare che:

- a) Le modalità di scavo per tutte le opere all'aperto previste nel Piano di Utilizzo approvato sono confermate; si rimanda a quanto descritto nel capitolo 5;
- b) non sono stati individuati nuovi siti di scavo e di riutilizzo rispetto a quelli indicati nel documento approvato del 2019.

0.2 AGGIORNAMENTO ALLEGATI E DOCUMENTI DI PROGETTO

Infine, si segnala che gli allegati originari del Piano di utilizzo approvato nel corso della procedura VIA sono confermati ed aggiornati alla fase di Progetto Esecutivo (ad es. rif certificati analitici di laboratorio, AMB1001).

L'elaborato AMB1003, Inquadramento territoriale e urbanistico, è sostituito con medesima codifica con la planimetria relativa all'ubicazione delle indagini di caratterizzazione ambientale eseguita, rimandando il tema a quanto già descritto nel Piano approvato al capitolo 2.

L'elenco è riportato in paragr. 1.1. mentre la documentazione di progetto esecutivo a supporto dell'inquadramento completo della gestione delle terre è riportata in Tabella 1.1.

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 dell'adeguamento dello svincolo di Dalmine sull'autostrada A4 Milano – Bergamo.

L'intervento si colloca al km 168+000 dell'autostrada A4 Torino –Trieste nella Tratta Milano – Bergamo e interessa gli ambiti periurbani dei comuni di Dalmine e di Stezzano, entrambi in provincia di Bergamo.

La realizzazione delle opere in progetto si rende necessaria per una connessione efficace tra le due infrastrutture stradali di rango primario presenti sul territorio (autostrada A4 e tangenziale sud di Bergamo); connessione adeguata all'importanza delle infrastrutture stesse all'interno della rete viaria principale della Provincia di Bergamo, ottenendo nel contempo la diversione dei flussi di traffico dall'area urbana di Dalmine.

Il progetto preliminare di Fattibilità tecnica ed economica dell'intervento è stato sottoposto a procedura di Verifica di assoggettabilità presso il Ministero dell'Ambiente, conclusasi con esito favorevole con prescrizioni (Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018).

Il presente Piano di utilizzo ai sensi del DPR 120/2017 è predisposto in ottemperanza alla condizione ambientale 1.b di seguito riportata integralmente:

1. Durante lo sviluppo della progettazione definitiva il proponente dovrà provvedere a:

[...]

1.b predisporre e sottoporre al MATTM, per la verifica di cui all'art. 9 del D.P.R. 120/2017, il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, nell'ottica di maggior tutela dell'interesse ambientale a favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento delle terre provenienti dagli scavi;

Il presente documento è pertanto 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 Esecutivo 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:

- AMB1001: Rapporti di Prova delle indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e D.P.R. 120/2017 della fase progettuale definitiva;
- AMB1002: Elaborati grafici con l'ubicazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo;
- AMB1003: Elaborati grafici con l'ubicazione dei punti di indagine per la caratterizzazione ambientale delle terre da scavo, aggiornata alla fase di Progetto Esecutivo;
- AMB1004: procedura trattamento con legante idraulico.

Il presente documento, è completato dagli elaborati aggiornati al Progetto Esecutivo, riportati in elenco e presentati quale quadro informativo richiesto dall'allegato 5 del DPR120/2017 o che vengono richiamati nel testo del Piano di Utilizzo.

Tabella 1-1 Elenco elaborati di Progetto Esecutivo di approfondimento al Piano di Utilizzo

Codice	Rev	Paragrafo e Titolo	
DOCUMENTAZIONE GENERALE			
PARTE GENERALE			
GEN	0002	1	Relazione tecnico-illustrativa
CAP	0001	1	Diagramma lavori
PLANIMETRIE DI INQUADRAMENTO			
STD	0005	0	Corografia generale e localizzazione territoriale
STD	0006	0	Planimetria generale di inquadramento
STD	0007	0	Planimetria generale su ortofotopiano
NORME TECNICHE E CAPITOLATI			
MAM	0001	0	Capitolato ambientale
COMPUTI E STIME			
BILANCIO DELLE TERRE			
CCP	0021	0	Allegati movimenti materie
SUDDIVISIONE IN WBS			
GEN	0040	0	Planimetria della suddivisione in WBS
GEOLOGIA			
GEO	0001	0	Relazione geologica
GEO	0002	0	Indagini in sito pregresse
GEO	0005	0	Indagini in sito 2018
GEO	0007	0	Indagini in sito 2020
GEOTECNICA			
APE	0001	0	Relazione geotecnica
ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE			
PARTE STRADALE			
PLANIMETRIA DI PROGETTO			
STD	0018	0	
STD	0019	0	Profili longitudinali - Rampe A1 e A3
STD	0020	0	Profili longitudinali - Rampa A2, A4 e A5
LAVORI STRADALI			
Corpo stradale 001			
STD	0030	0	Sezioni trasversali - Rampa A1
STD	0031	0	Sezioni trasversali - Rampa A2
Corpo stradale 002			

Codice	Rev	Paragrafo e Titolo	
STD	0032	0	Sezioni trasversali - Rampa A1
STD	0033	0	Sezioni trasversali - Rampa A2
			Corpo stradale 003
STD	0034	0	Sezioni trasversali - Rampa A1
STD	0035	0	Sezioni trasversali - Rampa A2
			Corpo stradale 004
STD	0036	0	Sezioni trasversali - Rampa A1
STD	0037	0	Sezioni trasversali - Rampa A2
			Corpo stradale 005
STD	0038	0	Sezioni trasversali - Rampa A3
			Corpo stradale 006
STD	0039	0	Sezioni trasversali - Rampa A4
			Corpo stradale 007
STD	0040	0	Sezioni trasversali - Rampa A5
			Cavalcavia autostrada A4
STR	0010	0	Planimetria Generale e Sezioni
			Sottovia ramo di uscita
STR	0030	0	Planimetria Generale e Sezioni
			OPERE COMPLEMENTARI
			Pavimentazioni
ATR	0010	0	Relazione di progetto delle pavimentazioni
ATR	0011	0	Sezioni tipo di intervento e particolari costruttivi
ATR	0012	0	Planimetria di progetto
			"FO001" - Barriera antifonica - H=3.0m
AUA	0105	0	Pianta, prospetto e sezione tipo
APE	0105	0	Pianta scavi, tracciamenti e prospetti
			"FO002" - Barriera antifonica - H=4.0m
AUA	0110	0	Pianta, prospetto e sezione tipo
APE	0110	0	Pianta scavi, tracciamenti e prospetti
			"FO003" - Barriera antifonica - H=5.0m
AUA	0115	0	Pianta, prospetto e sezione tipo
APE	0115	0	Pianta scavi, tracciamenti e prospetti
			"FO004" - Barriera antifonica - H=6.0m
AUA	0120	0	Pianta, prospetto e sezione tipo
APE	0120	0	Pianta scavi, tracciamenti e prospetti – Tav. 1
APE	0121	0	Pianta scavi, tracciamenti e prospetti – Tav. 2
			ASPETTI AMBIENTALI
			Inserimento ambientale
AUA	0200	0	Rimodellamento morfologico
			VIABILITA' INTERFERITA
			Viabilità esattori
			Progetto stradale
STD	1910	0	Planimetrie di progetto, tracciamento, profilo longitudinale e sezione tipo
			Pista ciclabile (tratto 1)
			Progetto stradale
STD	1920	0	Planimetrie di progetto, tracciamento, profilo longitudinale e sezione tipo
			Pista ciclabile (tratto 2)
			Progetto stradale
STD	1930	0	Planimetrie di progetto, tracciamento, profilo longitudinale e sezione tipo
			Strada campestre roggia Colleonesca
			Progetto stradale
STD	1940	0	Planimetrie di progetto, tracciamento, profilo longitudinale e sezione tipo
			CANTIERIZZAZIONE E FASI DEI LAVORI
			AREE DI CANTIERE,VIABILITA',CAVE E DEPOSITI
CAP	0100	0	Ubicazione cave e depositi
CAP	0201	0	Ubicazione aree di cantiere
			Area di cantiere
STD	0301	0	Planimetria di progetto
			FASIZZAZIONE DEI LAVORI
CAP	0600	0	Planimetrie e sezioni delle fasizzazioni del traffico

1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma (rif CAP001), è pari a 16 mesi.

La durata di validità del Piano di Utilizzo, pari alla durata dei lavori, è pertanto di 16 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori, confermando quanto approvato dalla CTVIA (rif. prot n° 3100/2018).

Come segnalato in premessa, contestualmente alla revisione del Piano, si rappresenta che, essendo ancora in corso l'iter di approvazione del Progetto Esecutivo, e considerando, altresì, le tempistiche per l'approvazione finale da parte del Ministero delle Infrastrutture e l'affidamento dei lavori, si prevede che la realizzazione delle opere possa partire entro il 31 gennaio 2023.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento si colloca al km 168+000 dell'autostrada A4 Torino –Trieste nella Tratta Milano – Bergamo e interessa gli ambiti periurbani dei comuni di Dalmine e di Stezzano, entrambi in provincia di Bergamo.

La realizzazione delle opere in progetto si rende necessaria per una connessione efficace tra le due infrastrutture stradali di rango primario presenti sul territorio (autostrada A4 e tangenziale sud di Bergamo); connessione adeguata all'importanza delle infrastrutture stesse all'interno della rete viaria principale della Provincia di Bergamo, ottenendo nel contempo la diversione dei flussi di traffico dall'area urbana di Dalmine.

L'attuale svincolo di Dalmine, situato al confine tra questo comune e il comune di Stezzano permette la connessione tra l'autostrada A4 e la Tangenziale Sud di Bergamo (SS470dir) nel tratto compreso tra le rotonde con la SS525 e la rotonda di Stezzano (via Guzzanica).

La Tangenziale Sud rientra in un più articolato sistema tangenziale del capoluogo provinciale costituito da 3 parti: tangenziale Est (Valle Seriana), Tangenziale Sud (dal casello autostradale di Seriate a quello di Dalmine) e tangenziale Ovest (Valle Brembana).



Figura 2-1 Stralcio corografia generale d'intervento su ortofoto (da STD0007)

In corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada A4 la Tangenziale Sud si collega alla viabilità ordinaria con due rotonde a due livelli: quella a nord dell'autostrada A4 connette la tangenziale con la SS n. 525, quella a sud dell'autostrada permette l'accesso al centro urbano di Stezzano.

La connessione attuale tra A4 e Tangenziale Sud di Bergamo è parziale perché gli accessi avvengono solo dalla carreggiata sud di questa e le uscite si innestano solo sulla nord: in questo modo le altre manovre sono concentrate sulla rotonda con la SS525, deprimendone la funzionalità.

L'adeguamento dello svincolo rappresenta quindi l'elemento necessario per realizzare la connessione tra le due infrastrutture in modo efficace e proporzionato alla loro importanza nella rete viaria principale della Provincia di Bergamo.

Il punto di forza principale della nuova configurazione del nodo di Dalmine risiede nell'aumentare la permeabilità reciproca tra le infrastrutture stradali presenti diminuendo le interferenze con la viabilità ordinaria, grazie alla realizzazione di una connessione tra due infrastrutture dalle caratteristiche omogenee, garantendo una funzionale distribuzione dei diversi flussi veicolari.

L'innesto diretto dei flussi veicolari provenienti dall'autostrada A4 sulla Tangenziale sud di Bergamo consente infatti di drenare il traffico del quadrante sud della provincia senza interessare gli abitati e la viabilità locale.

2.1.1 Destinazione d'uso urbanistica

Per quanto riguarda la destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione, destinazione e deposito intermedio si riporta nel seguito l'inquadramento urbanistico delle aree di intervento e dei cantieri, completato dagli elaborati grafici contenuti nel volume AMB1001 allegato.

L'analisi è stata condotta consultando ed analizzando gli strumenti urbanistici vigenti ai vari livelli: dal Piano Territoriale Regionale della regione Lombardia, passando per il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della provincia di Bergamo, fino al Piano di Governo del Territorio dei comuni di Dalmine e Stezzano.

2.1.1.1 Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)

Il Piano Territoriale Paesistico Regionale della Lombardia (nel seguito: PTPR), approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n°VII/197 del 6.III.2001, disciplina e indirizza la tutela e la valorizzazione paesaggistica dell'intero territorio lombardo, perseguendo obiettivi di:

- conservazione dei caratteri che definiscono l'identità e la leggibilità dei paesaggi della Lombardia;
- miglioramento della qualità paesaggistica ed architettonica degli interventi di trasformazione del territorio;
- diffusione della consapevolezza dei valori paesaggistici e loro fruizione da parte dei cittadini.

Il Piano Territoriale Regionale (nel seguito: PTR), in applicazione alla L.R.12/2005 (art.19), ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale; in tal senso assume, consolida e aggiorna il PTPR vigente e ne integra la sezione normativa.

Il PTPR diviene così una sezione specifica del PTR, disciplina paesaggistica dello stesso, mantenendo comunque una compiuta unitarietà ed identità.

Il PTR contiene inoltre una serie di elaborati che vanno ad integrare ed aggiornare il PTPR approvato nel 2001, assumendo gli aggiornamenti apportati allo stesso dalla Giunta Regionale nel corso del 2008 con il DGR VIII/6447.

Le indicazioni del PTPR vengono poi dettagliate a livello locale dai diversi strumenti di pianificazione territoriale e di governo del territorio.

Il Piano suddivide la Regione in "ambiti geografici" che rappresentano territori organici, di riconosciuta identità geografica, spazialmente differenziati, dove si riscontrano componenti morfologiche e situazioni paesistiche peculiari.

All'interno degli ambiti geografici, il territorio è ulteriormente modulato in "unità tipologiche di paesaggio", che corrispondono ad aree caratterizzate da una omogeneità percettiva, fondata sulla ripetitività dei motivi, sull'organicità e unità dei contenuti e delle situazioni naturali e antropiche.

Lo svincolo in progetto, nello specifico, risulta ubicato nell'ambito geografico della Pianura Bergamasca, andando ad interessare, per quanto riguarda gli spazi aperti, l'unità tipologica di paesaggio della Bassa Pianura (come mostrato nella Figura 2-2).

In particolare viene interessato il paesaggio delle colture foraggere, ossia quella porzione di pianura irrigua storicamente caratterizzata dalla produzione agricola dei foraggi, che nel tempo ha lasciato sul territorio le tracce delle successive tecniche colturali e di appoderamento, sebbene, in alcuni ambiti, abbia ormai lasciato spazio alla crescita delle città.

Negli ultimi decenni però queste aree hanno subito un forte evoluzione dinamica del territorio dovuta sia all'aumento dell'urbanizzato che ad una sempre più forte concentrazione demografica. Il paesaggio è percepito attraverso vedute limitate, un tessuto insediativo sempre più saldo, dove si accostano e sovrappongono usi diversi (agglomerati di edifici, capannoni, svincoli, cave), proiettato lungo le grandi direttrici viarie dando origine ai tipici "paesaggi di frangia".

Per tale motivo gli indirizzi di tutela del PTPR per le aree ancora libere da insediamenti sono volti al rispetto della tessitura storica e della condizione agricola altamente produttiva residuale.

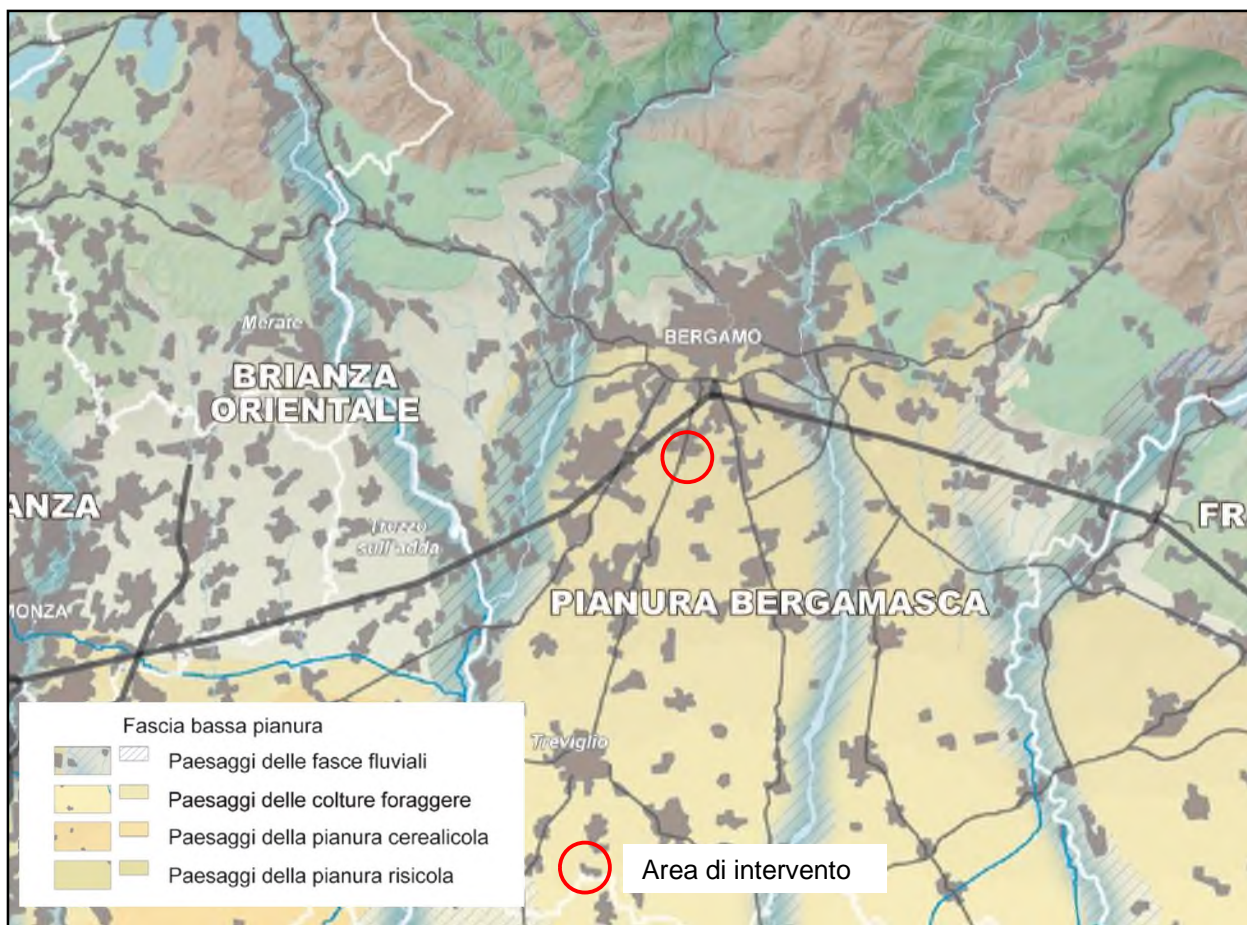


Figura 2-2 - Stralcio della Tavola A del PTR - Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio

2.1.1.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (nel seguito: PTCP) della Provincia di Bergamo è stato approvato in via definitiva con Deliberazione 40/2004, ai sensi dell'art. 3 comma 36 della LR1/2000, e ha acquisito efficacia in data 28.VII.2004, giorno di pubblicazione di detta delibera di approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia (BURL) n°31.

La LR 1/2000 attribuisce al PTCP una funzione di coordinamento per l'individuazione degli obiettivi generali relativi all'assetto ed alla tutela territoriale da svolgere sulla base delle proposte dei Comuni e degli altri Enti Locali e in coerenza con gli strumenti di pianificazione e programmazione regionale.

Da quanto detto consegue che il PTCP, sulla base delle proposte dei Comuni e degli altri Enti Locali ed in coerenza con gli indirizzi ed i criteri della Giunta Regionale nonché con gli strumenti di pianificazione e programmazione regionale, ha la funzione di coordinare l'individuazione degli obiettivi generali relativi all'assetto ed alla tutela territoriale e, in relazione a tale individuazione, di definire le conseguenti politiche, misure ed interventi da attuare di competenza provinciale.

Le norme che istituiscono e regolano la formazione e i contenuti dei PTCP definiscono la natura del PTCP ed in particolare:

- attribuiscono al PTCP efficacia di piano paesistico-ambientale (ai sensi della legge 431/85 art. 1/bis), fatto comunque salvo quanto previsto dall'art. 5 della LR 57/85 relativamente alla valenza paesistica dei Piani Territoriali dei parchi;
- qualificano il PTCP quale atto di programmazione generale, cui spetta definire gli indirizzi strategici di assetto territoriale a livello sovracomunale, intendendosi per tali, secondo la definizione del comma 4, quelli interessanti l'intero territorio provinciale con riferimento al quadro delle infrastrutture,

- all'assetto idrico, idrogeologico ed idraulico forestale, previa intesa con le competenti Autorità ossia la Regione e l'Autorità di bacino;
- assegnano al PTCP il compito di coordinare l'individuazione degli obiettivi generali relativi all'assetto ed alla tutela paesistico-ambientale del territorio provinciale;
- demandano al PTCP di determinare le conseguenti politiche, misure ed interventi da attuare di competenza provinciale;
- danno al PTCP il compito di definire gli indirizzi strategici di assetto territoriale di livello sovracomunale relativamente ai settori sopra indicati, ossia al quadro delle infrastrutture, agli aspetti di salvaguardia paesistico-ambientale, all'assetto idrico, idrogeologico ed idraulico forestale, previa intesa con le Autorità competenti (Regione ed Autorità di bacino);
- indicano il PTCP come lo strumento atto a promuovere e valorizzare le proposte locali.

Il PTCP assorbe ed integra quindi a livello provinciale le indicazioni di altri piani con particolare riferimento al PTPR (Piano Territoriale Paesistico Regionale) ed alla pianificazione di bacino (in specie PSAI, Piani Stralcio di Assetto Idrogeologico)

Il contenuto principale del PTCP in merito all'organizzazione del territorio è l'indicazione delle vocazioni generali del territorio con riguardo agli ambiti di area vasta, riferendosi a criteri vocazionali individuabili nelle tre principali attitudini territoriali, ossia quella insediativa, quella agricola e quella ambientale.

Sotto il profilo paesistico ambientale il piano provvede ad individuare le zone di particolare interesse su proposta dei comuni o in base alle indicazioni regionali, che stabiliscono gli indirizzi ed i criteri per la loro selezione, e indica gli ambiti territoriali in cui è opportuna l'istituzione di parchi locali di interesse sovracomunale.

Relativamente alle infrastrutture il PTCP definisce un programma delle maggiori infrastrutture e delle principali linee di comunicazione a livello provinciale e/o sovracomunale, e la loro relativa localizzazione di massima sul territorio. Per quanto riguarda livelli superiori di programmazione, ossia regionale o statale, il Piano indica i tracciati, che assumono valore di riferimento cogenti, ove riferiti ad elementi già oggetto di progettazione ai vari livelli, mentre acquisiscono significato di proposta e di salvaguardia dei sedimenti, ove si tratti di mere ipotesi di previsione.

Il PTCP è quindi il documento che meglio sintetizza il sistema delle tutele ambientali presenti sul territorio e delle previsioni di sviluppo. In particolare le informazioni più rilevanti sono deducibili dalla Tavola 1 che riporta il "Quadro strutturale" riferito alla zona di studio.

Da questa tavola emergono nettamente gli elementi caratterizzanti l'area vasta che include l'area di studio:

- centri urbani di notevole estensione, soprattutto a nord dell'autostrada, ormai praticamente saldati alla conurbazione del capoluogo provinciale;
- il sito industriale della Tenaris-Dalmine;
- un'ampia area agricola, con valenze paesistico-ambientali differenziate, posta a sud-est rispetto all'attuale svincolo di Dalmine;
- le linee di comunicazione esistenti radiali rispetto alla città di Bergamo: la SS 525, la linea ferroviaria Bergamo – Treviglio, la SS42;
- le linee di trasporto di previsione, in particolare la tangenziale sud di Bergamo, che raccogliendo i flussi degli assi radiali, al suo completamento permetterà la loro redistribuzione escludendo l'attraversamento dell'area urbana del capoluogo provinciale;
- il tracciato dell'autostrada A4 con lo svincolo di Dalmine posto al centro del sistema viario attuale e, soprattutto, di progetto.

Nello specifico il progetto interessa *Ambiti di valorizzazione, riqualificazione e/o progettazione paesistica*. Il PTCP si pone come obiettivo quello di individuare un sistema di aree e ambiti di "continuità del verde", promuovendo la formazione di "nuovi paesaggi" ove siano previsti nuovi interventi di trasformazione territoriale. Gli strumenti di pianificazione comunale dovranno prevedere, d'intesa con la Provincia, la definizione e la perimetrazione di tali aree, che potranno essere utilizzate a fini agricoli e/o per finalità di interesse e uso pubblico connesso con gli interventi di riqualificazione ambientale e/o paesistica (art. 66 delle NTA del PTCP).

La Tavola 2 estratta dal "Quadro integrato delle reti e dei sistemi" del PTCP, riporta lo stato di fatto e quello di previsione della rete viaria dell'area vasta nella quale si colloca lo svincolo di Dalmine.

2.1.1.3 *Gli strumenti urbanistici locali: il Piano di Governo del Territorio (PGT)*

I comuni di Dalmine e Stezzano sono entrambi dotati di Piano di Governo del Territorio (nel seguito: PGT). Tali strumenti urbanistici hanno recepito il tracciato della tangenziale di Bergamo, che prevedeva anche un'ipotesi di nuovo posizionamento dello svincolo di Dalmine in carreggiata direzione Venezia, diversa da quella proposta in questo studio, che mantengono la vecchia stazione prevedendo la realizzazione di una nuova rampa bidirezionale che, scavalcando l'autostrada A4, collega il casello di Dalmine con la rotonda sud della Tangenziale di Bergamo e il mantenimento dell'attuale corsia di accesso al casello per i soli flussi diretti verso la viabilità locale.

Comune di Dalmine

Il PGT del Comune di Dalmine è stato approvato con delibera di C.C. n°115 del 20.XII.2011 (si vedano le tavole 3 e 4).

Il progetto si inserisce in una porzione di territorio classificata dal piano come *Ambiti di valorizzazione, riqualificazione e/o progettazione paesistica*, ai sensi dell'art. 66 del PTCP (si veda il paragrafo 2.1.1.2).

La nuova rampa di svincolo andrà ad occupare inoltre ambiti che il PGT del comune di Dalmine definisce come *Agricolo*, meritevole di conservazione e protezione, oltre ad interessare aree comprese nella *Fascia di rispetto delle infrastrutture* relativa alla Tangenziale sud di Bergamo. All'interno di tali fasce la normativa di Piano consente interventi per la realizzazione di nuove strade e di ristrutturazione e ampliamento di quelle esistenti, per la formazione di percorsi pedonali e di piste ciclabili e per la realizzazione di opere complementari (sovrappassi, sottopassi, servizi primari, parcheggi, ecc.).

La rampa inoltre interessa marginalmente un *Ambito del tessuto consolidato prevalentemente Residenziale (B2.1)*, ad oggi con presenza di orti e terreno incolto.

L'area di cantiere, collocata all'interno dell'area interclusa determinata dalla nuova rampa di svincolo ricade tutta in comune di Stezzano.

Per tutti i siti di produzione e destinazione, che coincidono con le aree interessate dall'infrastruttura, la destinazione finale è "rete viaria".

Comune di Stezzano

Il PGT vigente del Comune di Stezzano è stato adottato in data 31.10.2008 ed approvato in data 18.04.2009, è stato successivamente aggiornato con alcune varianti locali, l'ultima delle quali risale al 2016 (si vedano le tavole 5 e 6).

Il territorio circostante la viabilità di collegamento con la rotonda della Tangenziale sud di Bergamo è classificato dal PGT come *Ambito di interesse paesistico-ambientale a conduzione agricola*.

Tali aree sono inoltre comprese nel *PLIS del Rio Morla e delle Rogge*, riconosciuto con deliberazione della giunta provinciale Bergamo n. 238 del 23/04/04; nel luglio 2008 la Provincia di Bergamo ha approvato la nuova perimetrazione del PLIS che comprende il territorio di Stezzano.

Il PGT di Stezzano riporta sui propri elaborati grafici il progetto della viabilità di connessione al nuovo svincolo autostradale di Dalmine proposta in passato. La soluzione oggetto dello studio interessa per una parte tale viabilità e quindi risulta compatibile con le previsioni del PGT vigente; inoltre la rampa in uscita dalla Tangenziale sud di Bergamo si sviluppa all'interno della *Fascia di rispetto delle infrastrutture* dove, come precedentemente detto, è consentito realizzare interventi per la realizzazione di nuove strade e ampliamento di quelle esistenti, e per la realizzazione di opere complementari.

L'area di cantiere, che include l'area di deposito temporaneo, insiste anch'essa su aree classificate come *Ambito di interesse paesistico-ambientale a conduzione agricola*.

Per tutti i siti di produzione e destinazione, che coincidono con le aree interessate dall'infrastruttura, la destinazione finale è "rete viaria". L'area di rimodellamento morfologico verrà destinata ad "aree di pertinenza delle infrastrutture stradali", in quanto non ne sarà permessa la fruizione al pubblico.

2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il progetto prevede l'adeguamento dello svincolo di Dalmine esistente mediante la realizzazione di una rampa bidirezionale, composta da due carreggiate separate da spartitraffico (Assi A1-A2) che, scavalcando l'autostrada A4 con una nuova opera, collega la barriera d'esazione di Dalmine con la rotonda della

Tangenziale di Bergamo posta in Comune di Stezzano e il mantenimento dell'attuale corsia di uscita dal casello (Asse A4) per i soli flussi diretti verso la viabilità locale. Contestualmente verrà potenziata la rampa in uscita della Tangenziale di Bergamo per i mezzi provenienti da Treviolo da cui si biforcherà una rampa che andrà ad affiancarsi alla rampa di adduzione al casello (Asse A3).

È inoltre prevista la rigeometrizzazione della viabilità di accesso degli esattori alla stazione (Asse A5).

La lunghezza complessiva dell'intervento, considerando l'asse più esteso (a1), è pari a circa 830 m.

In progetto si è previsto di dare continuità alla pista ciclabile proveniente dall'abitato di Sabbio Bergamasco e diretta alla zona commerciale con un sottovia che attraversa le due carreggiate dedicate alle rampe di svincolo.

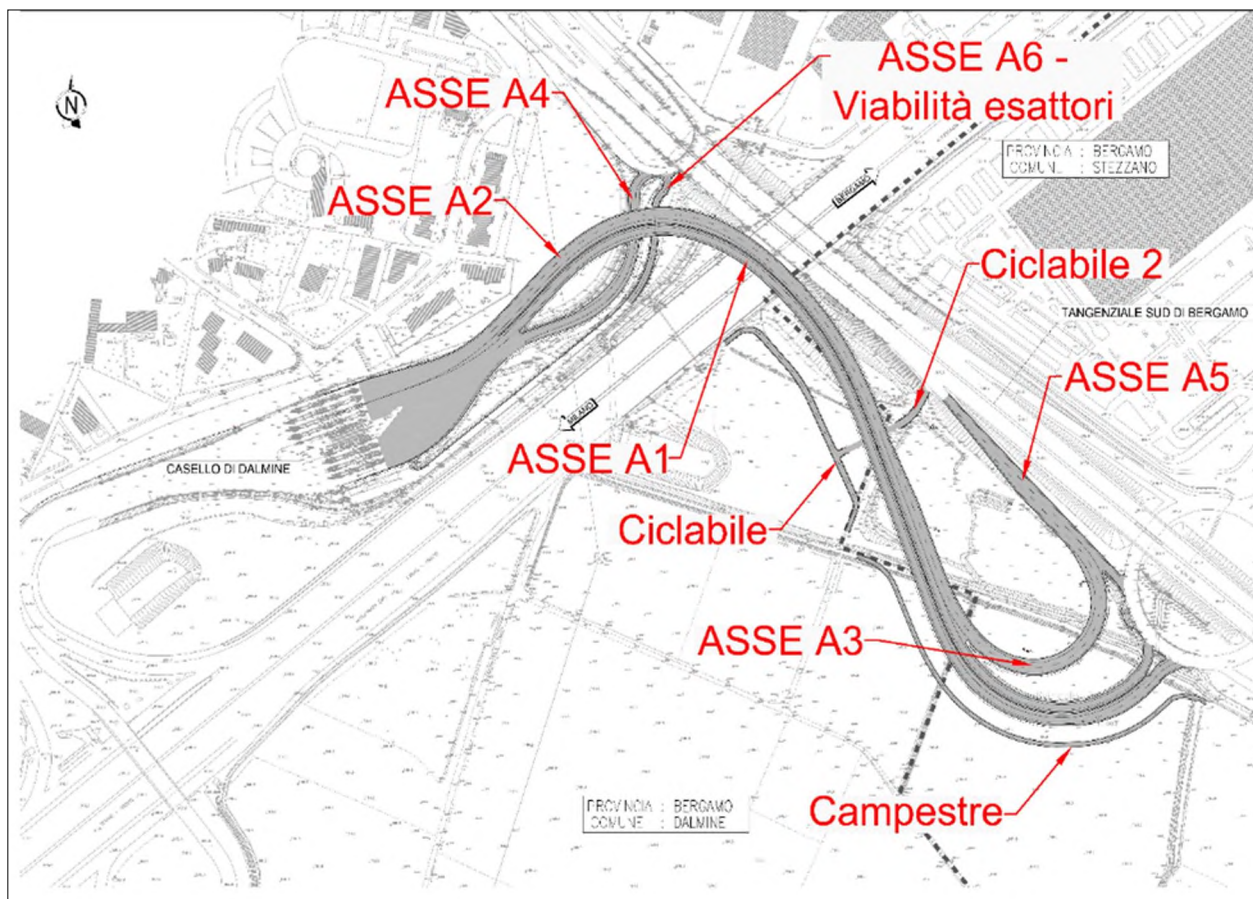


Figura 2-3 Planimetria di progetto (

2.2.1 L'asse stradale

2.2.1.1 Inquadramento normativo

Le caratteristiche geometriche delle rampe in progetto sono congruenti con le indicazioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006). Tali normative sono cogenti per tutte le opere di nuova realizzazione, mentre sono di riferimento per gli adeguamenti.

Per il presente progetto, trattandosi di adeguamento di un nodo esistente (completamento di intersezione esistente mancante di alcune manovre e modifica di rami esistenti) il citato DM risulta di riferimento. L'intersezione è di tipo 2, pertanto tutte le rampe di progetto sono state inquadrate ai fini della classificazione delle tipologie di rampe previste dal DM 19/04/2006 come rampe aventi intervallo di velocità compreso tra 40 e 60 km/h.

La verifica di rispondenza alla norma DM 5.11.01 ha considerato anche gli aspetti correlati alle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare lungo l'intero tracciato si sono garantite distanze di visuale libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto, introducendo gli opportuni allargamenti delle banchine laddove vi sono tratti con problemi di visibilità.

Non sono stati previsti allargamenti delle corsie per l'iscrizione dei veicoli pesanti avendone comunque verificato l'inscrivibilità sulla rampa monodirezionale a 2 corsie tramite specifiche analisi software (Autodesk Vehicle Tracking).

2.2.1.2 Piattaforma stradale

La viabilità principale è costituita da due rampe denominate Asse A1 e Asse A2. La sezione tipo è caratterizzata da due carreggiate separate da uno spartitraffico monofilare metallico di larghezza pari a 2.00m.

La carreggiata in direzione A4 (Asse A2), nel tratto iniziale che va dall'innesto sulla rotatoria della Tangenziale di Bergamo al tratto in affiancamento con l'asse A3, si compone di una corsia di larghezza pari a 4 m, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m. Nel tratto successivo, da dopo l'innesto con l'asse A3 fino al piazzale di esazione, sono previste due corsie di marcia da 3.50m di larghezza e banchina laterale in destra e sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 9.00m.

La carreggiata in direzione Bergamo – denominato asse A1 è una carreggiata composta da una corsia di 4.00 m di larghezza, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m.

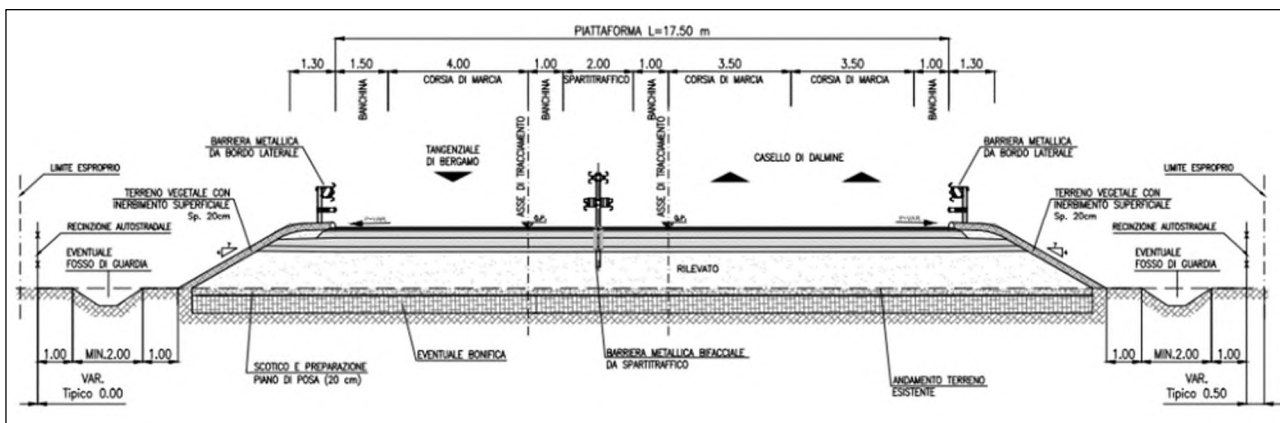


Figura 2-4 Sezione tipo rampa bidirezionale a 3 corsie

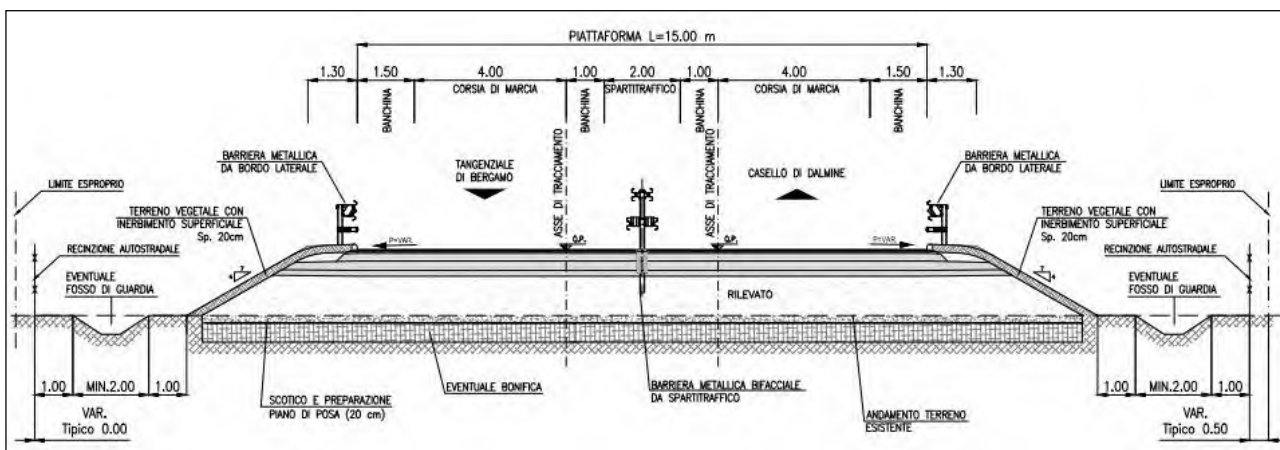


Figura 2-5 Sezione tipo rampa bidirezionale a 2 corsie

Per le rampe monodirezionali, si è prevista una sezione composta da una corsia di larghezza 4.00m, banchina in destra da 1.50m e banchina in sinistra da 1.00 per complessivi 6.50m di pavimentato.

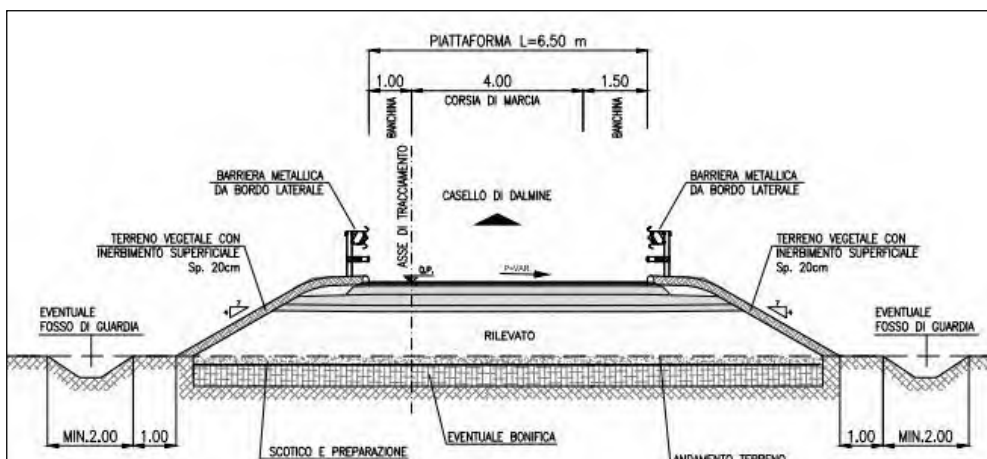


Figura 2-6 Sezione tipo rampa di svincolo monodirezionale

2.2.1.3 Pavimentazioni

Il progetto delle pavimentazioni prevede l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 69 cm con una sovrastruttura così composta:

- § Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso 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 25 cm;
- § Fondazione non legata in misto granulare di 15 cm.

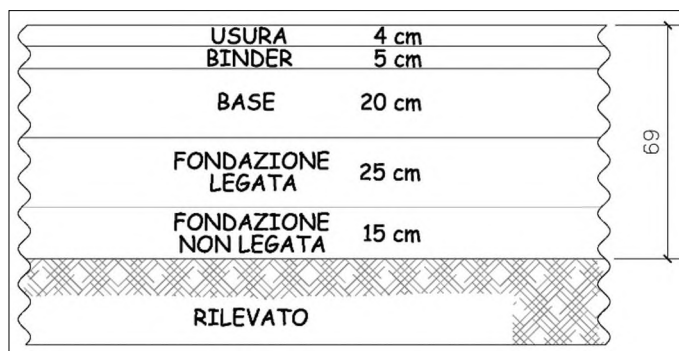


Figura 2-7 Sovrastruttura di progetto

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per la sovrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni.

La determinazione del numero di carichi che dovrà sopportare la struttura della pavimentazione è stata effettuata tenendo conto dei soli veicoli commerciali in quanto questi sono gli unici che influenzano il comportamento strutturale.

I dati di traffico pesante utilizzati per la verifica della sovrastruttura sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al progetto.

2.2.2 Opere d'arte principali

Di seguito si descrivono in termini generali le principali opere d'arte presenti nel progetto di adeguamento dello svincolo di Dalmine.

2.2.2.1 Cavalcavia sull'Autostrada A4

Il cavalcavia sulla A4 è costituito da una campata unica di luce pari a 48.30 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una travata in sezione mista formata da tre coppie di travi, distanziate di 2.90 m, collegate da traversi reticolari aventi forma a K. Le travi principali, realizzate in sezione composita saldata a doppio T, presentano un'altezza di 1.80 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.30 m, mediante un sistema di connettori a piolo. La soletta è costituita da un getto in c.a. realizzato con l'aiuto di predalle prefabbricate in c.a. intese non collaboranti in fase di esercizio. La larghezza massima complessiva dell'impalcato è pari a 18.82 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 2.0 m, paraghiaia spesso 0.40 m e ciabatta di fondazione spessa 2.0 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 21 pali f 1200 mm.

Le figure seguenti descrivono l'opera nel suo complesso.

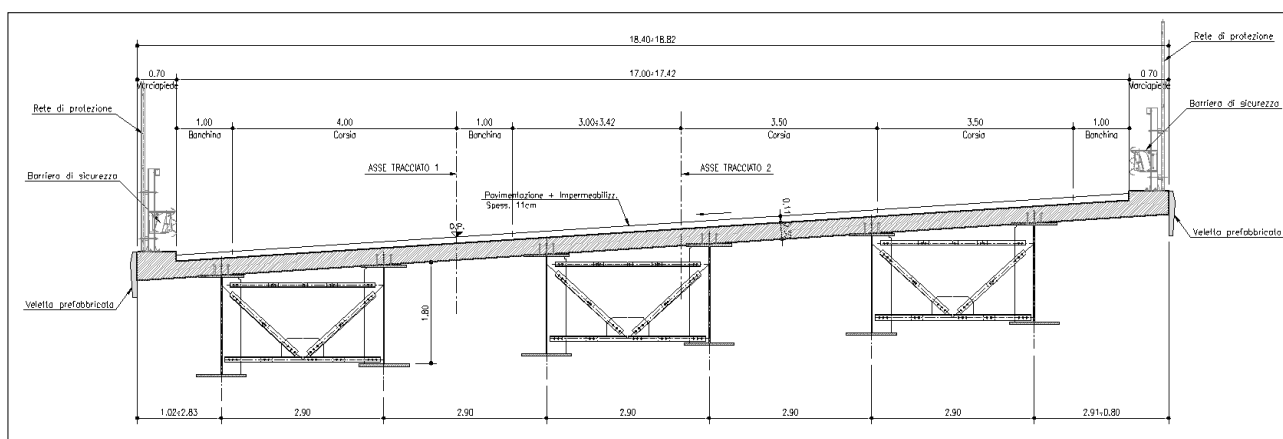


Figura 2-8 sezione corrente del nuovo cavalcavia autostradale

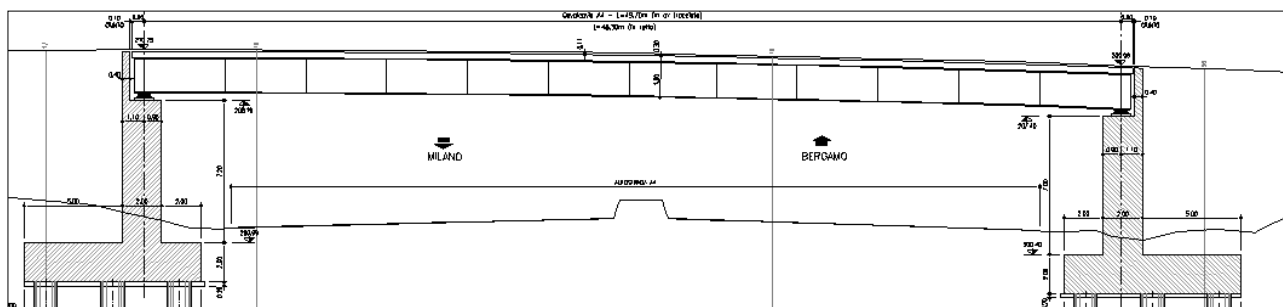


Figura 2-9 prospetto del nuovo cavalcavia autostradale

2.2.2.2 Sottovia di accesso al Casello

Il sottovia di accesso al casello è costituito da una campata unica di luce pari a circa 23.25 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una serie di 26 travi HEB650 accostate tra loro ad interasse di 0.75 m. Le travi longitudinali presentano un'altezza di 0.65 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.15 m. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 20.40 m, di cui 19.00 m costituiscono le carreggiate divise da uno spartitraffico di larghezza pari a 2.00m, su entrambi i lati è previsto un cordolo da 0.70 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 1.20 m, paraghiaia spesso 0.30 m e ciabatta di fondazione spessa 1.50 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 14 pali f 1200 mm.

Le figure seguenti descrivono l'opera nel suo complesso.

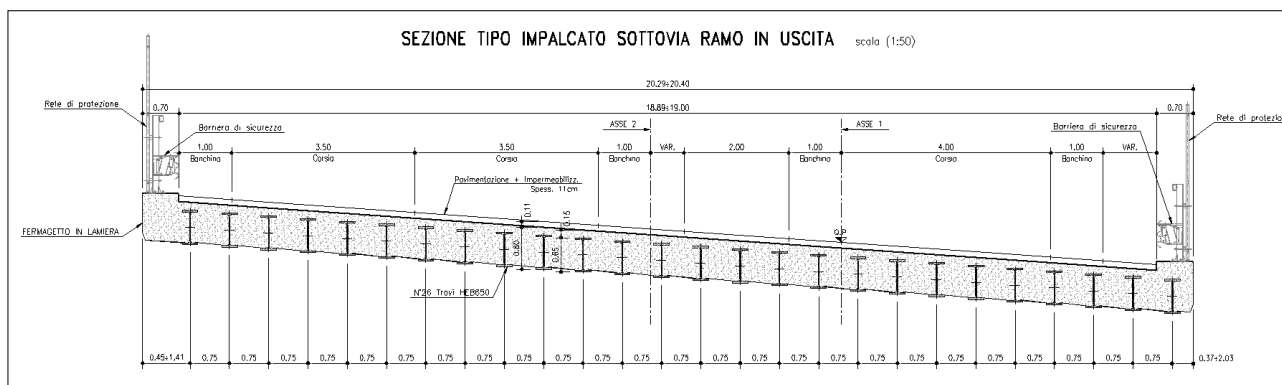


Figura 2-10 sezione corrente del nuovo cavalcavia

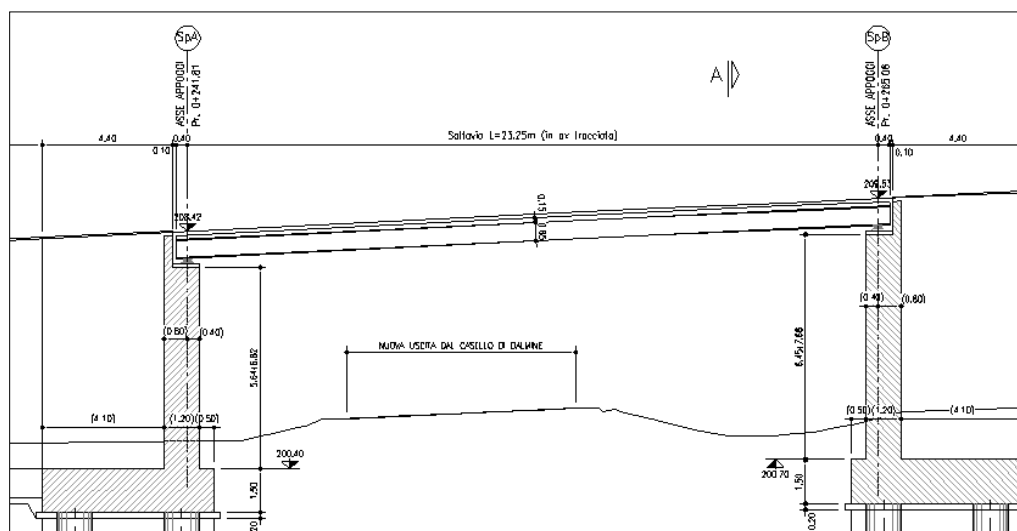


Figura 2-11 profilo del nuovo cavalcavia

2.2.3 Inserimento ambientale

In considerazione di quanto prescritto con “Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018” è stata studiata una sistemazione ambientale (vedere elaborato AUA0200) entro l’inviluppo planimetrico delle rampe di svincolo a sud della Tangenziale Sud di Bergamo.

Per effetto delle geometrie stradali l’area interclusa tra gli assi A1, A2, A3 e A5 si presenta, alle quote attuali del piano campagna, infossata entro le geometrie dei rilevati stradali in progetto, attraversata solo dalla viabilità ciclabile collegata al sottopasso esistente e priva di adeguati recapiti al reticolo idrico superficiale a causa della deviazione della Roggia Colleonesca in esterno al progetto.

Il profilo del terreno di progetto intercluso presenta pertanto un leggero rialzo, raccordato lungo i fossi disperdenti al piede dei rilevati stradali, che previene la formazione di aree depresse ed il rischio di ristagno idrico, ponendo al contempo la vegetazione di progetto in posizione più elevata e maggiormente percepibile.

I pendii del rimodellamento presentano un andamento curvilineo e una pendenza lieve, consentendo una facile manutenzione ed una spontanea integrazione percettiva con la morfologia del contesto.

L’area oggetto di rimodellamento ambientale rimarrà di pertinenza delle infrastrutture stradali limitrofe e non ne sarà permessa la fruizione al pubblico

La sistemazione finale delle aree intercluse prodotte dal progetto tramite il rimodellamento morfologico viene realizzata con i materiale di scavo in esubero rispetto ai fabbisogni relativi al corpo stradale delle nuove rampe.

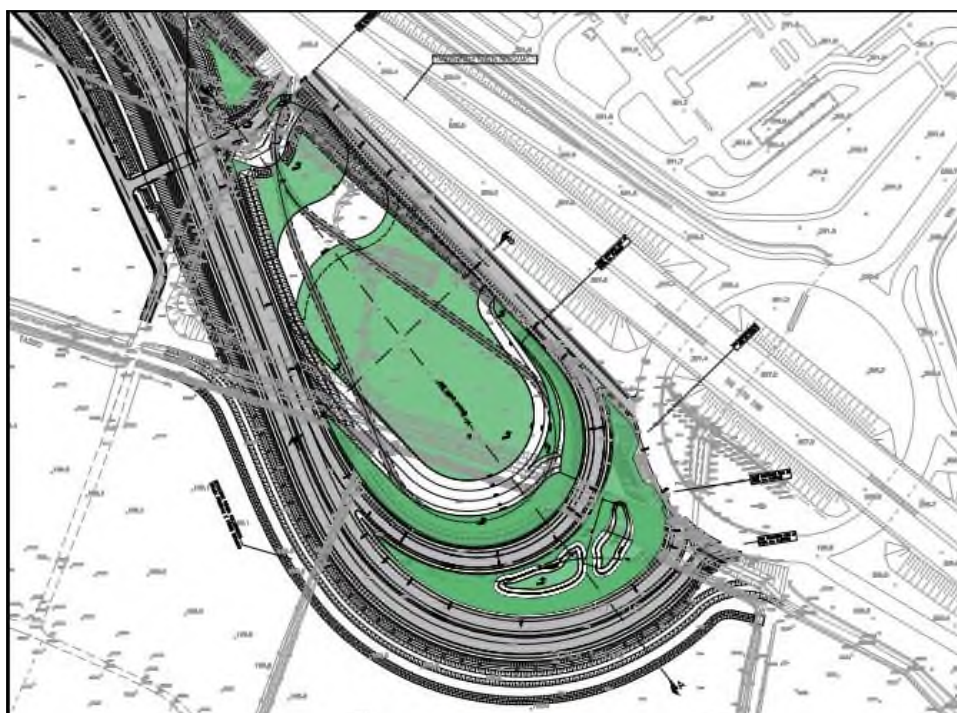


Figura 2-12 Sistemazione ambientale lungo la rampa di svincolo nell'area interclusa

2.3 CANTIERIZZAZIONE

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo una attenta analisi del territorio, tre aree di cantiere da adibire la prima a campo base e cantiere operativo (CB001), le altre due mentre sono da adibire a area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi (AT001-AT002). Le aree sono state localizzate in adiacenza ai lavori da realizzare e risultano accessibili direttamente dalla viabilità locale esistente.



Figura 2-13 Quadro di insieme della cantierizzazione (stralcio da CAP201)

Nel dettaglio il campo base e il cantiere operativo CB001, di superficie circa 6.450 mq, si trova all'interno del futuro ricciolo in adiacenza alla strada statale SS470 Dir. A sud dell'autostrada A4. All'interno dell'area saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione del lotto, a meno degli alloggi, della mensa e degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo che dovranno essere reperiti sul territorio.

Le due aree di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi AT001-AT002, di superficie rispettivamente 6.000 mq e 3.000 mq si trovano all'interno delle aree intercluse dello svincolo autostradale di Dalmine. Le due aree saranno utilizzate per il solo stoccaggio del materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione dell'adeguamento dello svincolo di stesso.

Nella tavola CAP0201 sono rappresentati i cantieri appena descritti.

La realizzazione delle attività non interferente con il traffico saranno realizzate in un'unica fase (coincidente con le fasi 1-2-3), mentre le altre opere o parti di esse saranno realizzate nelle fasi sotto descritte:

- **Fase 1:** Realizzazione delle deviazioni provvisorie della rampa di collegamento tra lo svincolo e la viabilità ordinaria e della viabilità degli esattori.
- **Fase 2:** Deviato il traffico sulle viabilità provvisorie realizzate in fase 1, in questa fase verranno realizzati i nuovi sottovia del ramo di uscita (ST001) e della viabilità degli esattori (ST003) e la nuova rampa di collegamento tra lo svincolo e la viabilità ordinaria (RS006), inizieranno le attività relative al piazzale di svincolo e alle nuove rampe RS001 e RS002 che continueranno anche nella fase successiva.
- **Fase 2 Multinotturna:** All'interno della fase 2 ricade la suddetta fase nella quale verranno realizzati in notturna le imbottiture di raccordo del piazzale di svincolo con viabilità ordinaria e della deviazione provvisoria VS001, tali attività avverranno con chiusura dello svincolo.
- **Fase 3:** Riportate le viabilità realizzate in provvisorio in fase 1 nella configurazione definitiva, saranno completate le rampe e le opere interferenti con le deviazioni stesse.
- **Inserimento ambientale:** terminate tutte le opere e rimosso il cantiere in questa fase sarà realizzato il rimodellamento della zona dove è stato realizzato il cantiere CB001.

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse sono riportate nell'elaborato CAP0001 "Diagramma dei lavori", i tempi totali della realizzazione dell'opera sono di 16 mesi.



Figura 2-14 Disposizione del cantiere CB001, campo base e campo operativo, con indicazione dell'area di deposito temporaneo delle terre (stralcio da CAP201)

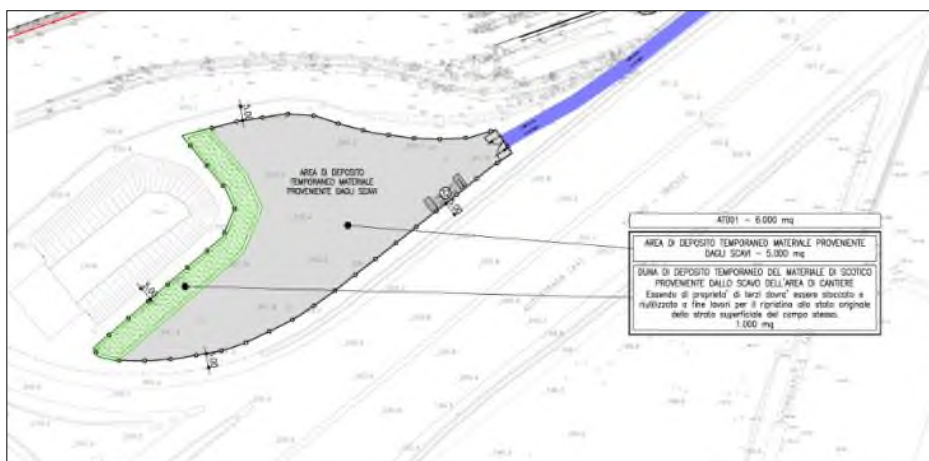


Figura 2-15 Disposizione dell'area AT001, deposito intermedio degli scavi (stralcio da CAP201)

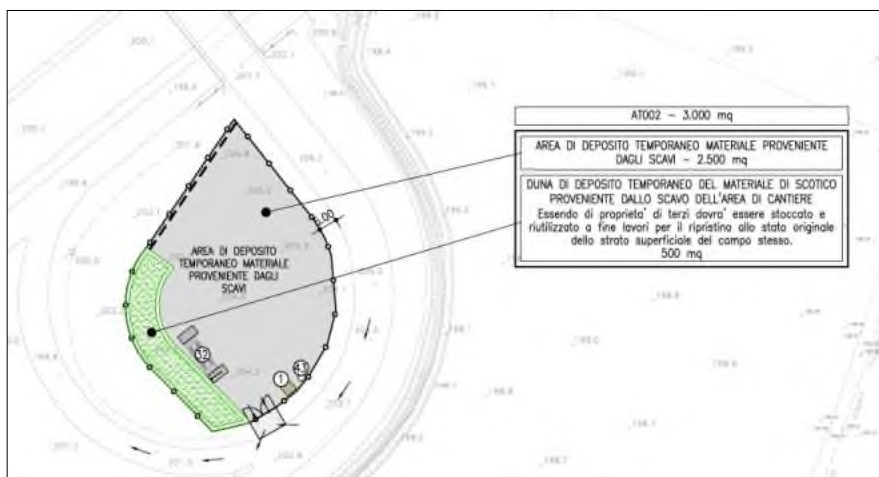


Figura 2-16 Disposizione dell'area AT002, deposito intermedio degli scavi (stralcio da CAP201)

La pavimentazione delle aree di cantiere destinate alla logistica ed operatività saranno costituite come rappresentato in figura:

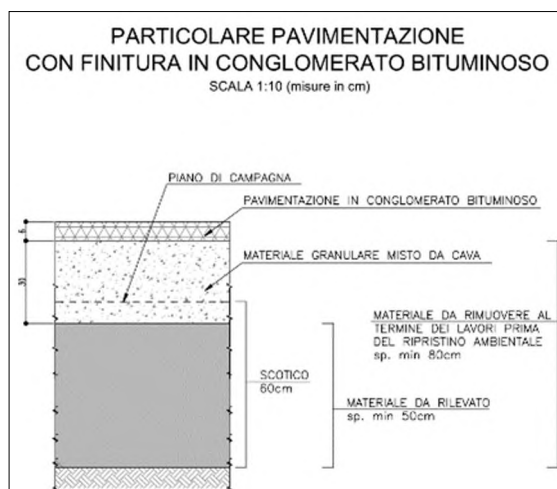


Figura 2-17 Particolare pavimentazione area di cantiere

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.

2.4 PIANI PARTICELLARI, ESPROPRI ED INTERFERENZE

2.4.1 Caposaldi topografici

Le verifiche delle superficie sono state svolte attraverso rilievi topografici. In apposito elaborato allegato GCT0001 – “Relazione tecnica e monografie dei vertici” sono riportati i caposaldi topografici del progetto.

2.4.2 Dati catastali

In progetto esecutivo sono evidenziate, con un'apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare) e di una descrittiva (elenco ditte da espropriare).

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro dell'esproprio sulla mappa catastale, con la sovrapposizione della stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da acquisire in via ablativa od occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle di esproprio e degli altri elementi di identificazione catastale (qualità, classe, reddito dominicale, reddito agrario).

A ciascuna ditta catastale interessata è stata attribuita una numerazione tenendo conto dell'eventuale accorpamento di più particelle in capo alla singola proprietà.

Le aree di occupazione definitiva indicate nel Piano particellare coincidono con i siti di produzione e destinazione descritti nel presente Piano di utilizzo ovvero con l'impronta complessiva delle opere che compongono il nuovo intervento, che include anche l'area di cantiere di progetto al cui interno è collocato il sito di deposito intermedio.

Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione sulle espropriazioni (cfr. elaborato ESC0015).

2.4.3 Interferenze

Con il progetto sono state anche individuate le reti tecnologiche esistenti che coinvolgono tutte le aree coinvolte dall'intervento (siti di produzione e destinazione, siti di deposito temporaneo) e per le quali si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso gli Enti Gestori. Dall'esame delle reti sopra citate, presenti nelle aree necessarie per i lavori di adeguamento dello Svincolo autostradale, è stata redatta la planimetria di censimento e riscontrata l'interferenza della linea alta tensione della società Terna S.p.A. e del gasdotto di Snam Rete Gas S.p.A..

2.5 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).

Tutte le informazioni utili recuperate sono state riportate nella specifica Relazione geologica e relativi allegati (GEO00001):

- Indagini bibliografiche;
- Indagini geognostiche pregresse (dal 2000 al 2014);
- Indagini geognostiche svolte per il progetto definitivo (2018).

2.5.1 Inquadramento geologico

L'area del progetto è costituita da depositi quaternari di età compresa tra il Pleistocene inferiore e l'Attuale.

L'assetto dell'area d'interesse è guidato dagli eventi geologici che si sono succeduti dal Miocene superiore fino al Quaternario, con la deposizione, al di sopra del substrato lapideo pre-Pliocenico, di sedimenti dapprima marini e poi prevalentemente di tipo transizionale e continentale (depositi fluviali, glaciali e subordinatamente lacustri e palustri).

In seguito, con l'aumento dell'azione erosiva sulla terraferma, la depressione pedemontana venne ricoperta da potenti coltri ghiaiose, localmente cementate a dare il "Ceppo".

Durante il Pleistocene la fascia Alpina e la Pianura Padana vengono interessate da episodi glaciali - convenzionalmente raggruppati in cinque fasi Danau, Gunz, Mindel, Riss, Würm (di cui solo le ultime tre sono presenti in Regione Lombardia). L'enorme quantità di materiali trasportata dai ghiacciai e dalle acque di fusione, riempì le depressioni vallive, colmandole fino al livello del ripiano più elevato della pianura terrazzata. La deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane costituì i primi anfiteatri morenici mentre nella media e bassa pianura si formarono depositi fluvioglaciali.

La massima espansione dei ghiacciai nell'area Prealpina, si ebbe durante il Mindel (le cerchie moreniche del Mindel sono le più sviluppate ed estese), mentre le morene del Riss e del Würm sono più interne e meno estese.

Il susseguirsi di periodi con climi sensibilmente differenti ha determinato successivi momenti di avanzata e di ritiro dei ghiacciai alpini, con relative fasi deposizionali e fasi erosive, e la conseguente formazione di depositi glaciali e fluvioglaciali.

Durante le fasi interglaciali si assiste all'erosione dei depositi accumulatisi da parte di corsi d'acqua e alla conseguente creazione di una serie di terrazzi, sui quali si rinvergono tipici depositi eolici di clima più arido (loess): attualmente i sistemi di terrazzi occupano la porzione media e alta della pianura, ai piedi degli anfiteatri morenici.

Studi più recenti hanno permesso di riconoscere, all'interno delle glaciazioni principali, ulteriori cicli di clima caldo/freddo e stanno portando al superamento delle classiche suddivisioni in Mindel – Riss - Wurm (individuate in zone a nord delle Alpi) con il riconoscimento di glaciazioni locali.

Dal Pleistocene superiore all'Olocene, con il lento innalzamento dell'alta pianura, nei settori settentrionali vengono messe a giorno le unità più antiche: il conseguente smantellamento della catena porta alla deposizione di alluvioni.

Per quanto riguarda le unità riconosciute nelle carte geologiche di bibliografia (carta geologica a scala 1:100.000 e nuova cartografia CARG) occorre precisare che sono state redatte utilizzando differenti criteri di classificazione:

- il foglio Vimercate a scala 1:100.000 adotta ancora la suddivisione in depositi glaciali e fluvioglaciali Mindel/Riss/Wurm. Per quanto riguarda il sottosuolo, i vecchi studi (cfr. Pozzi e Francani, 1980) riconoscono la successione stratigrafica riportata nel seguente schema;
- il nuovo foglio CARG Vimercate a scala 1:50.000, invece, adotta la suddivisione in alloformazioni, distinguendo in planimetria vari Supersintemi e Sintemi

Il North American Stratigraphic Code definisce un'unità allostratigrafica come *un corpo di rocce cartografabile, che differiscono dalle unità sottostanti e soprastanti semplicemente per il fatto di essere separate da esse mediante superfici di discontinuità*; l'alloformazione comprende i sedimenti appartenenti ad un determinato evento deposizionale. La gerarchizzazione di queste unità è la seguente: allogruppo, alloformazione e allomembro.

In una unità allostratigrafica le caratteristiche interne (litologiche, tessiturali, fisiche, chimiche, paleontologiche, ecc.) possono variare sia lateralmente, sia verticalmente. I limiti delle unità allostratigrafiche sono costituiti da superfici di discontinuità cartografabili, ivi compresa l'attuale superficie topografica, che corrispondono a

lacune stratigrafiche (per erosione o mancata sedimentazione) di estensione cronologica ed areale significativa.

L'interpretazione genetica, la storia geologica e l'età sono criteri che non possono essere utilizzati per definire un'unità allostratigrafica, ma possono però influenzare l'identificazione dei limiti. Suoli e paleosuoli non entrano direttamente nella definizione di unità allostratigrafiche, ma i caratteri dell'alterazione, i suoli e i paleosuoli possono concorrere a identificare le superfici che delimitano l'unità.

Dato che un'unità allostratigrafica è un corpo reale di sedimenti, essa è svincolata dai concetti di tempo abitualmente in uso in ambito geologico. Infatti le superfici limite delle unità non sono mai isocrone ossia non si sono formate nello stesso istante, ma sono più giovani, in genere a monte del bacino, e più vecchie a valle. Per questi motivi un'unità allostratigrafica non può essere attribuita ad un intervallo tempo definito.

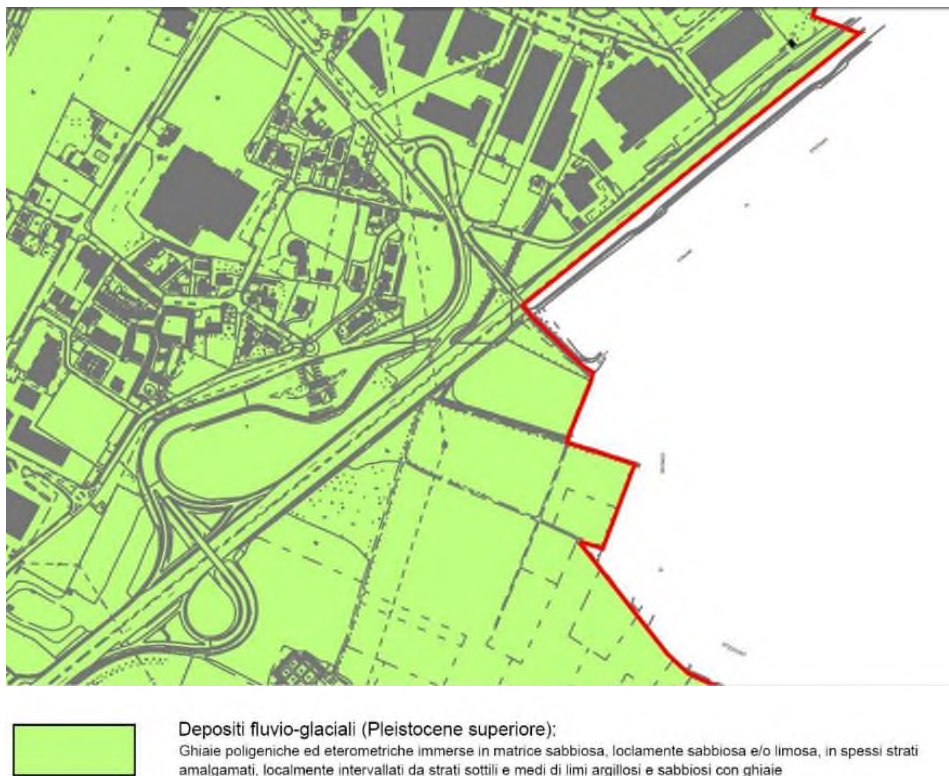


Figura 2-18 Estratto Carta geologica annessa al PGT del Comune di Dalmine.

All'interno della carta geologica annessa al PGT di Dalmine l'area è descritta come interessata da depositi fluvio-glaciali (Pleistocene superiore); tali depositi risultano appartenenti al sistema deposizionale della pianura proglaciale ad alimentazione alpina. L'area è caratterizzata da superfici pianeggianti, incise da numerosi canali minori che scorrono per lo più all'interno di alvei regolarizzati secondo percorsi rettilinei.

2.5.2 Planimetria geologica

Nell'area di progetto la carta geologica 1:50.000 del CARG i depositi continentali neogenico-quadernari sono stati rilevati ex-novo alla scala 1:10.000 secondo i seguenti criteri:

- sono stati caratterizzati dal punto di vista sedimentologico, stratigrafico, petrografico e dell'alterazione.
- sono stati gerarchizzati in supersintemi/sintemi, gruppi/formazioni e unità informali, a seconda dei caratteri dei sedimenti di volta in volta cartografati e delle problematiche affrontate.
- sono stati suddivisi sulla base dei bacini di appartenenza, laddove tale distinzione risulti significativa per la ricostruzione della storia geologica, oppure distinti sulla base dei processi e delle dinamiche di formazione, indipendente dal bacino di appartenenza.

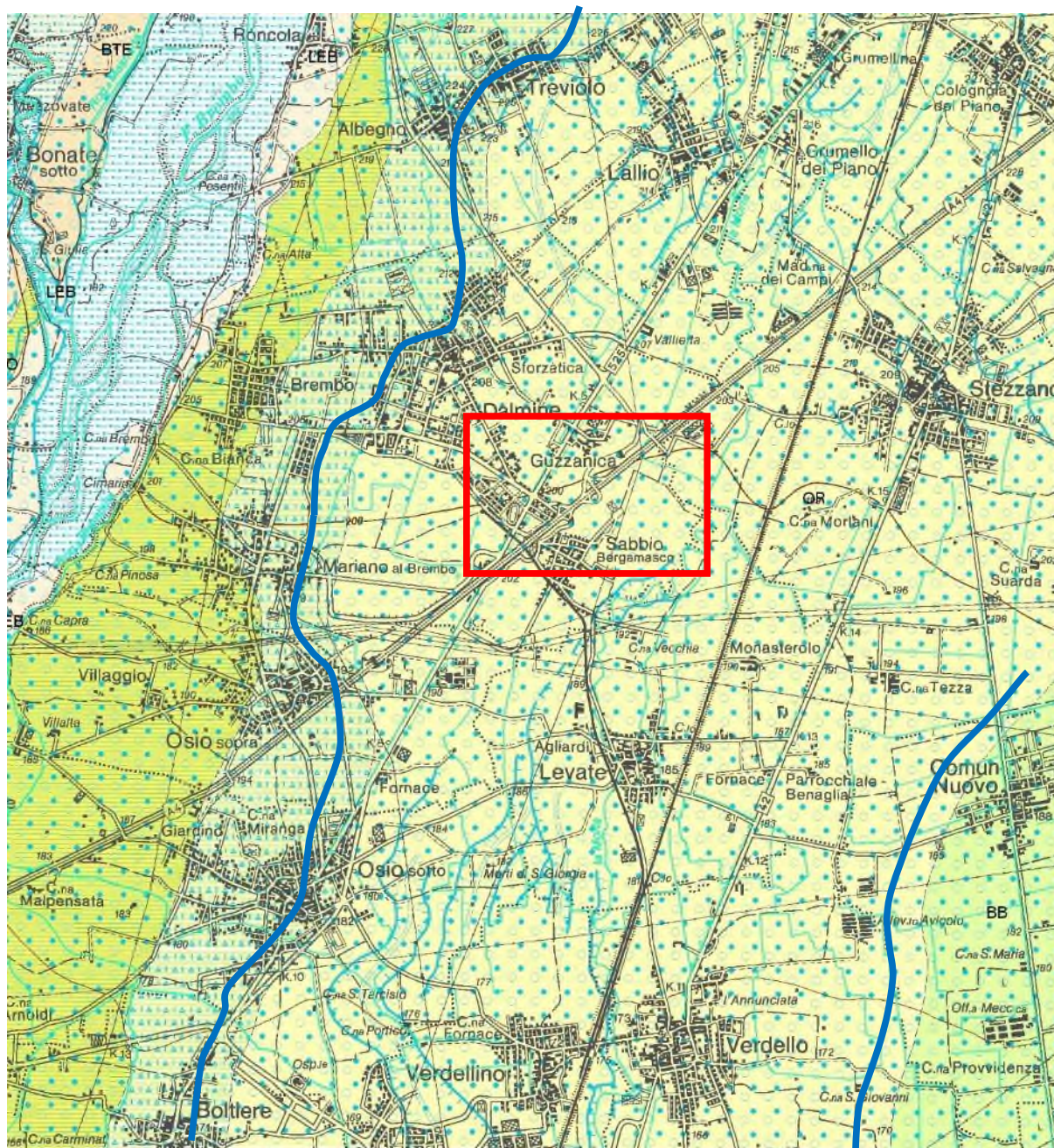


Figura 2-19 Estratto Carta Foglio 97 Vimercate, in blu sono stati evidenziati i limiti tra le unità del Bacino del Brembo ad Ovest, l'unità del Bacino della Morla al centro ed il Bacino del Brembo ad Est.

Viene dunque distinta in superficie la seguente unità:

Unità del Bacino della Morla - Supersintema della Morla OR (Pleistocene medio - Olocene) costituito da ghiaie e ciottoli arrotondati con prevalenti clasti derivanti dalla successione cretacea e di poco subordinati silicoclasti con evidenze di alterazione, intercalazioni sabbiose (depositi alluvionali); argille, limi e sabbie (depositi lacustri). Profilo di alterazione di spessore variabile; morfologie conservate.

Dal punto di vista litologico il supersintema della Morla è costituito da:

- depositi alluvionali: ghiaie a supporto clastico e matrice sabbiosa, con clasti arrotondati, ben selezionati, calcareo-marnosi e arenacei prevalenti, subordinati calcari e silicoclasti alterati di provenienza seriana;

- depositi di bassa energia e lacustri: limi, limi sabbiosi e sabbie, osservati in scavo edilizio e cavati anticamente.

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica ed è caratterizzata da un profilo di alterazione di spessore variabile, in genere troncato o rimaneggiato dall'attività antropica. Ove è possibile osservare spaccati si caratterizza per un'alterazione nettamente maggiore dei clasti silicatici provenienti dall'alta Valle Seriana rispetto a quelli marnosi o calcareo marnosi della successione cretacea locale, elemento che porta a interpretare gli apporti silicoclastici come rielaborati da depositi seriani precedenti, entro i quali la Morla ha scavato il proprio alveo. Colore della matrice da 7.5 YR per i terrazzi più alti ed esterni, a 10 YR in prossimità dell'alveo olocenico.

Il limite inferiore non è mai osservabile. Esso si giustappone alla superficie erosionale che tronca i depositi del supersistema di Grassobbio ad Est del foglio Vimercate ed il sistema di Brembate ad Ovest, annegandone la superficie.

L'unità affiora nella valle della Morla fra Sorisole e Castagneta, e forma una fascia ad andamento meridiano compresa fra Bergamo, Curno, Comun Nuovo e Osio.

L'unità presenta una morfologia ben conservata con più ordini di terrazzi e scarpate di altezza sino a 3 m entro la valle a N di Bergamo che si attenua verso S e per le superfici più recenti.

Il supersistema riunisce una serie di episodi deposizionali distinti in base alla morfologia caratterizzata da una evidente gradonatura preservata dagli interventi edilizi sino agli inizi del secolo scorso. La paleovalle si riconosce nell'interno della linea ferroviaria per Treviglio evidenziata dal tracciato ferroviario in rilevato e su viadotto necessario a superarne la depressione.

2.5.3 Unità del sottosuolo

Nel sottosuolo vengono distinte le seguenti unità, affioranti ad est ed ad ovest dell'area di interesse, in profondità (nelle stratigrafie di sondaggio pregresse) sia il Supersistema di Grassobbio che il Sistema di Brembate sono difficilmente distinguibili dall'unità affiorante in superficie (Supersistema della Morla). Il Ceppo del Brembo non affiora anch'esso nell'area di interesse ma è tuttavia osservabile lungo le pareti del fiume Brembo.

Unità del Bacino del Serio - Supersistema di Grassobbio BB (Pleistocene medio - superiore ?) costituito da ghiaie a clasti arrotondati, sabbie e limi (depositi alluvionali). Profilo di alterazione di spessore variabile; le morfologie sono ben conservate mentre la cementazione è da assente a buona.

Dal punto di vista litologico il supersistema di Grassobbio è costituito da depositi alluvionali: ghiaie in corpi stratoidi o lenticolari, a supporto di matrice sabbiosa fine o a supporto clastico, con clasti sino a decimetrici ed arrotondati. Sono presenti intercalazioni di sabbie e limi. I clasti prevalentemente carbonatici, subordinati silicoclasti dell'alta valle. Il profilo di alterazione è di spessore variabile, in genere troncato o rimaneggiato dall'attività agricola.

Il limite inferiore non è direttamente osservabile. Il limite superiore coincide con la superficie topografica o troncata dalla superficie erosionale entro cui si sedimentano i depositi alluvionali del supersistema della Morla.

L'unità affiora da Comun Nuovo al limite sudorientale del foglio CARG Vimercate

Il supersistema di Grassobbio costituisce un'area lievemente più rilevata che delimita verso est la valle della Morla. Il gradino morfologico appare in questo tratto poco evidente, obliterato dall'attività antropica e ricostruibile solo parzialmente sulla base della cartografia antica.

Unità del Bacino del Brembo - Sistema di Brembate BEB (Pleistocene medio) costituito da ghiaie a supporto clastico (deposito fluvioglaciali). La superficie superiore è caratterizzata da un profilo di alterazione evoluto, con spessore tra 5,5 e 8 m; colore 7.5YR. Copertura loessica sempre presente.

L'unità è costituita da ghiaie a supporto clastico, con matrice prevalentemente limoso argillosa, con frazione sabbiosa variabile; colore 7.5YR, subordinatamente 10YR e 5YR, I ciottoli sono ben arrotondati, con prevalenza di forme discoidali ed ellissoidali, da centimetrici a decimetrici. Dal punto di vista petrografico prevalgono i litotipi brembani tipici, quali le arenarie e i conglomerati del Verrucano, vulcaniti e vulcanoclastiti di Collio; in quantità minori sono presenti elementi del basamento cristallino sudalpino, i carbonati sono comunemente assenti o scarsi.

La superficie limite superiore delle ghiaie, fortemente ondulata a scala metrica e quindi erosionale è saturata dai limi della coltre loessica 10YR, con spessori variabili da 0,5 a 2,5 m. L'unità, inoltre, è terrazzata

assialmente lungo il corso attuale del Brembo, dall'Unità di Ponte San Pietro e, nella sua parte occidentale, dall'unità di Bonate, entrambe appartenenti al supersistema di Besnate (vedi figura 8). Sulla piana di brembate viene ricoperta, senza discontinuità morfologiche, dalle unità di Arzenate e di cascine Zanchi, entrambe del supersistema di Palazzago. Ad est è incisa e coperta dal supersistema della Morla (bacino della Morla). Il limite inferiore è ancora rappresentato da una superficie erosionale che incide il Conglomerato di Madonna del Castello, il Ceppo del Brembo, il conglomerato del Torrente Gaggio e il supersistema di Almè; parte di quest'ultima unità viene solo ricoperta. L'alterazione interessa le metamorfite e alcune intrusive, le rare rocce a componente carbonatica e parte delle vulcaniti; le rocce terrigene a cemento siliceo possono essere fragili. L'elevata percentuale di rocce silicee presenti (vulcaniti e rocce terrigene permiane) giustifica l'apparentemente scarsa alterazione ghiaie. I depositi sono alterati fino alle massime profondità osservate negli scavi (oltre 5 m); in corrispondenza del Torrente Tornago, il suolo raggiunge uno spessore di 8 m, interessando completamente le ghiaie fino al sottostante orizzonte calcico (1,5 m). patine d'argilla illuviale sono presenti, anche in quantità elevata, fino ad una profondità di oltre 5 m (limite inferiore non raggiunto).

L'unità si rinviene a partire dallo sbocco della Val Brembana; in sponda destra del Brembo essa termina all'altezza di ponte S. Pietro, mentre in riva sinistra prossimo a Treviolo.

L'unità mostra una forte asimmetria nello sviluppo areale tra la sponda destra e sinistra del Brembo, in riva destra costituisce una ristretta fascia, delimitata, fatta eccezione per l'area tra Arzenate e Trasolzio, da una netta scarpata con dislivelli variabili tra 3 (Tresolzio-Sottoriva) e 15 m (Campino-San Giuseppe). in riva sinistra essa forma una fascia più larga e più estesa verso sud. Nelle parti più settentrionali sono distinguibili, su entrambe le sponde del Brembo, due sistemi di terrazzi morfologicamente ben distinti, ma pedologicamente omogenei. Il sistema di brembate testimonia una fase importante di aggradazione dell'alta pianura, in connessione con una delle numerose espansioni dei ghiacciai brembani nel Pleistocene medio.

Unità del Bacino del Brembo - Ceppo del Brembo BRM (Pleistocene inferiore) è un conglomerato costituito da ghiaie a supporto clastico, con matrice arenacea; i ciottoli sono ben arrotondati, poligenici, di provenienza brembana (depositi fluviali). Presenta intercalazioni basali di limi, argille e sabbie e forte cementazione.

I conglomerati sono costituiti da ghiaie a supporto clastico e conglomerati arenacei, al limite tra supporto clastico e di matrice; i ciottoli in genere sono ben arrotondati e subarrotondati, spesso discoidali. Nella parte più prossimale ai rilievi, sbocco della Val Brembana, le ghiaie presentano caratteri di estrema grossolanità con dimensioni medie dei ciottoli di 25-30 cm e massime superiori al metro; spostandosi verso sud e sud-ovest si assiste ad una riduzione del diametro medio a valori attorno al decimetro e, negli affioramenti più distali centimetrici. Anche le strutture sedimentarie mostrano variazioni con la latitudine. La cementazione è forte, irregolare nelle parti basali: nei livelli meno o non cementati le rocce carbonatiche sono argillificate o decarbonatate fino a dimensioni di 2-3 cm; su ciottoli maggiori cortex fino ad 1 cm. Nel sottosuolo, il ceppo del Brembo si presenta omogeneo, spesso e ben riconoscibile nell'area a SE e ad E dell'Adda diviene meno evidente per la presenza di numerose intercalazioni di sedimenti fini e sabbie. Il carattere distintivo di questa unità, che ne permette la distinzione dal ceppo del naviglio di paderno e da quello dell'Adda, è la notevole abbondanza di ciottoli di provenienza brembana, costituiti da Verrucano Lombardo e vulcaniti.

In area brembana il limite inferiore del Ceppo del Brembo è costituito da una superficie marcatamente erosionale che incide il substrato, la formazione di Tornago ed il conglomerato di Madonna del Castello. I rapporti con queste formazioni plioceniche sono ben esposti lungo la forra del T. Tornago; il contatto con il substrato è osservabile all'altezza di Paladina. Non sono mai visibili i limiti con le unità a ghiaie brembane più antiche (formazione di Ca' Marchi e Formazione di Almè basso): tuttavia, in base alle età ipotizzate, si ritiene che esse siano troncate dal Ceppo del Brembo. Rimangono indefiniti i rapporti con il conglomerato del torrente Gaggio e con il sistema di Valtrighe.

Il ceppo del Brembo affiora nelle incisioni dei fiumi Brembo e Adda, lungo il corso del Brembo (vedi Figura 9). L'unità forma l'ossatura dell'alta pianura tra lo sbocco della Val Brembana e la confluenza dei fiumi Brembo e Adda: esso è visibile lungo le incisioni dei principali corsi d'acqua, dove origina forre caratterizzate da pareti verticali che raggiungono altezze di parecchie decine di metri. Poiché è stato ripetutamente eroso e ricoperto da depositi di altre unità, non da' mai origine a morfologie proprie.

2.5.4 Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è dominata dai depositi glaciali e fluvioglaciali della parte orientale dell'anfiteatro morenico del Lario. Tutti i ghiacciai hanno seguito un identico percorso pur con una diversa estensione. Il ghiacciaio proveniente dal ramo di Lecco del lago di Como si divideva all'altezza di Lecco in due lingue, una diretta verso la Brianza attraverso Valmadrera, l'altra diretta verso S lungo la valle dell'Adda. La lingua della

Valle dell'Adda si adattava alla serie di colli e monti che caratterizzano il pedemonte in questo settore formando varie digitazioni, come in corrispondenza di Pontida.

Tutto il settore nord occidentale del foglio Vimercate sino a Mongorio, Maresso, Cernusco Lombardone, Robbiate, Carvico e Pontida è caratterizzato da depositi in gran parte glaciali con morfologie a morene e depositi lacustri marginoglaciali di ritiro.

All'esterno del semicerchio ideale identificato dalle località sopra citate dominano grandi piane fluvioglaciali caratterizzate dal fatto che, a ogni glaciazione, i fiumi glaciali incidono le piane precedenti generando le scarpate dei terrazzi. I depositi più antichi formano pertanto alti terrazzi ben individuabili.

L'estensione delle piane fluvioglaciali del ghiacciaio dell'Adda era limitata verso E dalla presenza del Brembo. In Val Brembana i ghiacciai non sono mai giunti sino al margine della pianura e, di conseguenza, il Brembo non ha mai formato ampie piane fluvioglaciali, ma è rimasto contenuto in una valle relativamente ristretta. Sia l'Adda sia il Brembo percorrono gran parte del territorio compreso nel foglio Vimercate all'interno di profonde forre intagliate nei depositi cementati del ceppo del Naviglio di Paderno, ceppo dell'Adda e ceppo del Brembo. Tali forre sono accompagnate da altre valli ugualmente incise, ma attualmente sepolte. Le forre attuali si sono formate nel tempo corrispondente alla deposizione del supersistema di Besnate e sono state, più volte, riempite e svuotate di depositi fluvioglaciali.

Ancora più a E l'area è interessata da un terzo corso d'acqua, la Morla, che riveste una certa importanza geomorfologica pur essendo di limitata portata attualmente. Il torrente Morla nasce nella fascia pedemontana a Nord di Bergamo, raccogliendo le acque dei versanti meridionali del Canto Alto, da qui scorre verso SE aggirando i colli di Bergamo per poi piegare verso SW entro il centro abitato.

Allo sbocco in pianura la Morla devia verso W scavando la propria valle entro i depositi ghiaiosi seriani più antichi; tale deviazione può essere legata proprio all'abbondante apporto di sedimenti da parte del fiume Serio, anche se non è da escludere che avvenga in risposta ad un sollevamento neotettonico nell'antistante pianura. Questo tratto è caratterizzato da terrazzi alluvionali successivi, con orli molto netti e ben riconoscibili, alti sino oltre un metro nella parte nord-occidentale della città; l'altezza delle scarpate decresce via via verso la pianura, sino a ridursi a meno di un metro all'altezza di Lallio.

Un'ampia zona di interfluvio, alta e caratterizzata da depositi seriani con profili d'alterazione evoluti, separa in questo tratto la valle della Morla dall'area di pertinenza Serio, decorrendo da Zanica sino oltre Comun Nuovo: Verso W, un'analoga fascia rilevata e terrazzata da ambedue i lati sottolinea invece il limite con l'area di pertinenza brembana: su di essa si sono sviluppati i nuclei di insediamento più antichi, da Curno a Treviolo, sino ad Osio. Entro la pianura le morfologie, profondamente ritoccate dall'attività millenaria di coltivazione dei campi, divengono pressochè illeggibili.

Le caratteristiche morfologiche generali dell'area considerata sono dunque il risultato di diversi processi:

- 1) fasi glaciali recenti;
- 2) dinamica dei corsi d'acqua;
- 3) intensa attività di rielaborazione del territorio ad opera dell'uomo, particolarmente importante in quest'area.

A piccola scala, risultano estremamente importanti i processi legati all'azione delle acque di deflusso superficiali e soprattutto all'azione dell'uomo (l'area è caratterizzata, infatti, da un'elevata urbanizzazione che ne condiziona l'assetto attuale) che ha comportato una profonda modificazione del paesaggio.

Come già anticipato l'area di interesse è frapposta tra il rio La Morla ad est e il fiume Brembo ad ovest; quest'ultimo, come si evince dalla carta geomorfologica estratta dal Siter, risulta caratterizzato da più ordini di terrazzi.

All'interno della documentazione della Provincia di Bergamo (Siter) andando ad una scala di maggior dettaglio, nell'area di interesse vengono inoltre identificati: ambienti di bassa pianura e meandri, terrazzi fluviali con paleo alvei.

L'area come già sottolineato è stata oggetto di importanti modifiche antropiche, la più importante delle quali è stato lo spostamento verso est del cavalcavia di scavalco dell'autostrada A4 la cui traccia originaria ormai smantellata è visibile nell'immagine 13, ne deriva la presenza nell'area posta a sud dell'autostrada di tracce del rilevato d'approccio del cavalcavia smantellato.

2.5.5 Inquadramento idrogeologico

Come in gran parte dell'alta pianura lombarda, si hanno in affioramento unità geologiche tra le più antiche tra i depositi plio-pleistocenici, che sono caratterizzate in superficie da paleosuoli e comunque da litologie a granulometrie fine e che possono raggiungere anche oltre la decina da metri di spessore.

La presenza di tali litologie nelle unità del Pleistocene medio e inferiore (bacini dell'Adda, del Brembo, della Morla e del Serio) determina una bassa permeabilità generale delle unità in affioramento e quindi la prevalenza del ruscellamento superficiale rispetto all'infiltrazione di acque.

Tuttavia le acque si possono raccogliere nelle aree topograficamente più depresse, occupate dai maggiori corsi d'acqua e dalle unità geologiche più recenti e permeabili di origine fluviale; questi settori costituiscono zone preferenziali di infiltrazione delle acque e di ricarica delle falde che sono captate più a valle. I corsi d'acqua maggiori sono generalmente in contatto con la falda, mentre quelli minori risultano sospesi rispetto alle acque sotterranee, così come possono creare falde sospese di carattere locale.

Nel sottosuolo dell'area di studio, che è stato indagato talora fino ad oltre 200 m di profondità per la perforazione di pozzi per acqua, si hanno in generale tre acquiferi sovrapposti che possono trovare una generale corrispondenza con la classificazione introdotta da Regione Lombardia - ENI divisione AGIP 2002:

- Gruppo acquifero A: *Olocene - Pleistocene Medio*, corrisponde all'incirca all'unità ghiaioso-sabbiosa superficiale.
- Gruppo acquifero B: *Pleistocene Medio*, corrisponde all'incirca all'insieme delle unità a conglomerati e arenarie prevalenti.
- Gruppo acquifero C: *Pleistocene inf. - Pliocene sup.*, corrispondente all'unità sabbioso-argillosa.
- Gruppo acquifero D: *Pliocene sup.*, corrisponde all'unità argilloso-sabbiosa.

Il limite tra il Gruppo acquifero B ed il Gruppo acquifero C è caratterizzato da una paleosuperficie che suddivide i depositi continentali da quelli lacustro-palustri; tale limite risulta caratterizzato da un andamento a valli e dossi che paiono individuare paleovalli. Nella zona lecchese-milanese si individua una paleovalle (forse attribuibile al T. Molgora) nel settore di Mezzago-Ornago e nella zona della bergamasca del F. Brembo nel settore di Sabbio-Verdello; in entrambi i casi tali paleovalli appaiono spostate verso Est rispetto ai corsi d'acqua attuali e rappresentano zone di circolazione idrica sotterranea preferenziale.

Anche il limite tra il Gruppo acquifero C ed il Gruppo acquifero D è caratterizzato da una paleosuperficie che separa i depositi marini più profondi, il cui andamento però è più uniforme e appare fondersi con la precedente verso est. Nella media pianura infatti la presenza di una dorsale sepolta che si estende da Treviglio fino a Ghisalba e influenza in modo determinante la circolazione idrica sotterranea in quanto:

- determina l'avvicinamento alla superficie topografica del Gruppo acquifero C (in un intervallo di quote tra 60 e 100 m s.l.m. a seconda delle zone)
- riduce lo spessore del Gruppo acquifero B, con conseguente diminuzione della sua trasmissività
- determina una maggiore separazione tra le acque circolanti nel sottosuolo nei Gruppi acquiferi B e C.

Tale dorsale inizia a far risentire la sua azione intorno a Verdello-Verdellino.

2.5.5.1 Piezometria della prima falda

L'andamento del flusso idrico è conosciuto per quanto riguarda i Gruppi acquiferi A e B. Le acque sotterranee ricevono alimentazione dagli afflussi da monte provenienti dai corsi d'acqua e dal ruscellamento superficiale, oltre che dagli apporti meteorici. Tuttavia la presenza di spessi orizzonti poco permeabili in superficie (anche di 20 m) non consente una significativa infiltrazione dalla superficie, come ad esempio in vaste zone dei depositi terrazzati in riva destra del Fiume Adda e nell'Isola Bergamasca in riva sinistra. In linea generale l'andamento delle isopiezometriche risulta molto influenzato dal corso del Fiume Adda e in minor misura da quello del F. Brembo.

Il fiume Adda risulta sempre drenante rispetto alle acque sotterranee e conferisce una morfologia radiale convergente alle isopiezometriche, con gradiente idraulico crescente verso il fiume. Il fiume Brembo risulta caratterizzato da tratti drenanti e tratti alimentanti sia nello spazio che nel tempo in relazione al suo regime; sembrerebbe prevalente l'azione drenante nella parte pedemontana del corso d'acqua e alimentante in quella di pianura.

A seguire ricostruzione della profondità della falda all'interno del PTCP.

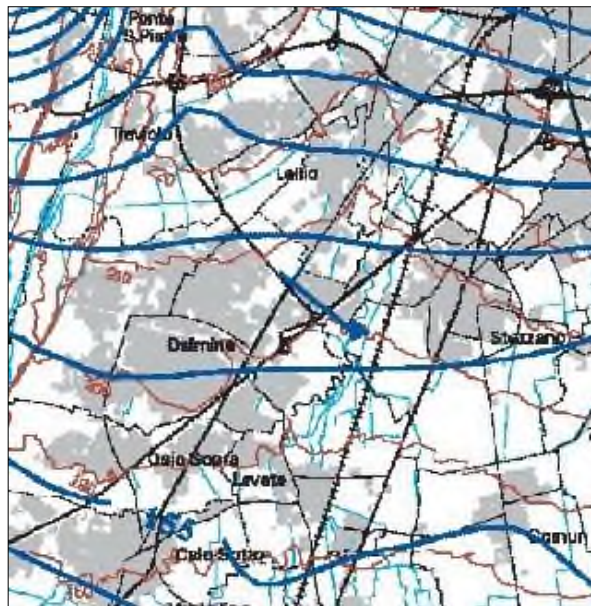
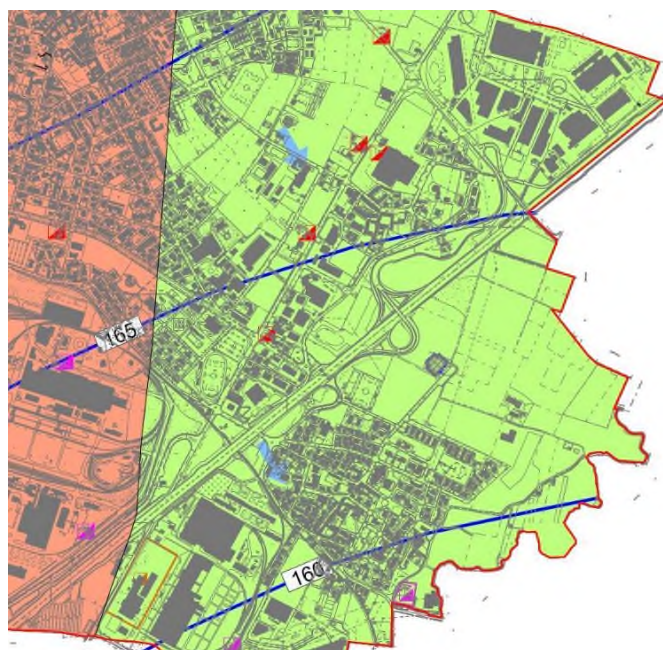


Figura 2-20 Dettaglio dell'estratto della Carta 1.2 della profondità della falda (C1 "geomorfologia ed idrologia del territorio" del PTCP della Provincia di Bergamo giugno 2003)



- Direzione del flusso idrico sotterraneo
- Isoipse m. s.l.m. (inverso 2009 - 2010)
- Greto fluviale del Fiume Brembo
- Pozzi idrici
- Depuratore
- Industria a rischio incidente rilevante
- Cimiteri
- Serbatoi di combustibile
- Inceneritore
- Cave

VULNERABILITA' INTRINSECA			
Grado di vulnerabilità	Litologia a proiezione dell'acquifero	Profondità del letto dell'acquifero	Caratteristiche acquifero
ELEVATO	Sabbia	< 10 m	libera
	Ghiaia	> 10 m	libera
ALTO	Limo	< 10 m	libera
	Sabbia	> 10 m	libera
	Ghiaia	< 10 m	confinata
MEDIO	Argilla	< 10 m	confinata/libera
	Limo	< 10 m	confinata
	Limo	> 10 m	libera
BASSO	Sabbia/Ghiaia	> 10 m	confinata
	Argilla	> 10 m	confinata/libera
	Limo	> 10 m	confinata

Figura 2-21 Estratto della Carta G3 idrogeologica (PGT Comune di Dalmine)

L'analisi della cartografia consente di osservare come nell'area interessata dal progetto la piezometria si attesti intorno ai 160 m s.l.m. con andamento nord-sud. Tali piezometrie ben si accordano con i livelli statici dichiarati nelle stratigrafie dei pozzi.

All'interno del PGT del Comune di Dalmine viene ricostruita una carta isopiezometrica riferita agli anni 2009-2010. La direzione di flusso è verso sud-est. In generale il fiume Brembo esercita un'azione alimentante nei confronti degli acquiferi superficiali. La ricostruzione effettuata ben si accorda con quanto già ricostruito all'interno del PTCP con quote piezometriche che si attestano tra 160 - 165 m s.l.m..

Rispetto a quanto ricostruito all'interno della Carta G3 idrogeologica (PGT Comune di Dalmine) i livelli rilevati nelle misure puntuali disponibili risultano essere posti a quota superiore anche di 10-20 metri. Di seguito le misure effettuate tra settembre 2018 e dicembre 2020.

Tabella 2-1 Elenco dei sondaggi strumentati a piezometro

PIEZOMETRO	QUOTA SONDAGGIO	STRUMENTAZIONE INSTALLATA
DE1	201.151	Tubo aperto 29.47 m
DE2	200.953	Tubo aperto 20 m
DE3	201.086	Tubo aperto 29.47 m
DE4	207.106	Tubo aperto 15 m
DE5	202.868	Tubo aperto 24.47 m
EE1	201.194	Tubo aperto 45 m

Tabella 2-2 Dettaglio dei rilievi in falda come soggiacenza da p.c.

PIEZOMETRO	SOGGIACENZA RILEVATA (m da p.c.) Settembre 2018	SOGGIACENZA RILEVATA (m da p.c.) Settembre 2020	SOGGIACENZA RILEVATA (m da p.c.) Ottobre 2020	SOGGIACENZA RILEVATA (m da p.c.) Dicembre 2020
DE1	26.47	26.80	26.80	26.85
DE2	16.77	-	-	-
DE3	24.67	24.45	24.50	24.61
DE4	-	-	-	-
DE5	21.80	21.89	22.58	22.67
EE1	-	-	-	27.10

Tabella 2-3 Dettaglio dei rilievi in falda come livello freatico

PIEZOMETRO	PIEZOMETRIA RILEVATA (m s.l.m.) Settembre 2018	PIEZOMETRIA RILEVATA (m da p.c.) Settembre 2020	PIEZOMETRIA RILEVATA (m da p.c.) Ottobre 2020	PIEZOMETRIA RILEVATA (m da p.c.) Dicembre 2020
DE1	174.681	174.351	174.351	174.301
DE2	184.183	-	secco	-
DE3	176.416	176.636	176.586	176.476
DE4	-	-	-	-
DE5	180.978	179.304	178.614	178.524
EE1	-	-	-	174.094

2.5.6 Descrizione dell'area di interesse progettuale

Il progetto si sviluppa interamente su depositi superficiali prevalentemente ghiaiososabbiosi attribuibili al Supersistema della Morla.

I terreni presenti nel sottosuolo sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con materiale fine presente in superficie in continuità con spessori massimi di 2-3 metri; il materiale fine in profondità è presente in lenti discontinue di spessore variabile ad esempio: il sondaggio SA27 da 11.80 a 13.3 m, il sondaggio S2ovest da 11.8 a 13.3 m, il sondaggio S14 da 12 a 15m, il sondaggio DE5 da 13.4 a 16.3 e la dpsh DDPSH5 da 4 a 15 m). L'area posta immediatamente a sud dell'autostrada esistente, ove verrà realizzato il nuovo cavalcavia di scavalco, evidenzia ancora tracce del riporto che costituiva il vecchio rilevato d'approccio appartenente al

cavalcavia smantellato (2007); lo spessore del riporto antropico è rilevante sino ad 8 metri. Le stratigrafie dei sondaggi evidenziano anche la presenza di livelli cementati all'interno dei depositi granulari prevalentemente ghiaiosisabbiosi ma la cementazione di questi livelli non appare continua. A partire dai 14 metri di profondità i livelli cementati risultano più frequenti. Considerando le stratigrafie dei pozzi per acqua, più profondi rispetto ai sondaggi geognostici, si osserva che il conglomerato cementato viene segnalato a partire dai 16-20 metri, anche in questo caso la continuità in profondità non è sempre presente.

La falda freatica defluisce da nord-ovest a sud-est. L'ultima ricostruzione bibliografica della superficie freatica è riferibile al PGT di Dalmine ed è riferita al periodo 2009-2010; tale ricostruzione indica piezometrie comprese tra 160-165 m s.l.m. circa per la tratta in esame, situazione che ben si accorda con la ricostruzione effettuata all'interno del PTCP di Bergamo. Diversamente, la campagna di rilievo piezometrico effettuata dopo la realizzazione dei sondaggi denominati DEx (settembre 2018) ha evidenziato quote piezometriche ben superiori anche di 10-20 metri rispetto a quanto ricostruito nel PGT e nel PTCP, con quote variabili da 174 a 184 m s.l.m. tale situazione indica un generale innalzamento della falda.

2.6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DI SCAVO

Sulla base delle indagini geognostiche sviluppate a supporto della progettazione definitiva (si veda la relazione geotecnica APE0001) sono state individuate le unità litologiche prevalenti lungo il tracciato di progetto, specificando le tipologie di terreno secondo la classificazione CNR UNI 10006.

L'intero intervento è inquadrabile uniformemente in un'unica "unità geotecnica" caratterizzata da materiali a la cui granulometria è inclusa nei seguenti range:

- ghiaia = 18% - 76%
- sabbia = 14% - 47%
- limo = 0% - 26%
- argilla = 0% - 33%

Le percentuali sopra riportate, riferite a campioni prelevati a profondità superiori a 1,5 – 2,0 m dal piano campagna, mostrano chiaramente come i terreni indagati siano per lo più ascrivibili alle categorie A1 ed A2 della classificazione CNR-UNI 10006, il che rende possibile il loro riutilizzo per la realizzazione dei nuovi rilevati in progetto.

La tabella riporta l'incidenza riscontrata delle diverse classi UNI 10006 tra tutte le caratterizzazioni svolte.

Tabella 2-4 Caratterizzazione geotecnica secondo le classi UNI10006

Gruppo/ Sottogruppo	Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	n. campioni	incidenza
A1-a	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa	14	24%
A1-b	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa	29	50%
A2	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	5	9%
A2-4	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	1	2%
A2-7	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	4	7%
A6	Argille poco compressibili	4	7%
A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	1	2%

Per quanto riguarda i terreni più superficiali si riscontrano percentuali maggiori di materiali fini (limi ed argille), che li rendono ascrivibili prevalentemente alle categorie A6 ed A4 (in base alla classificazione CNR-UNI 10006).

Tale situazione porta quindi a prevedere una bonifica dei piani di posa per spessori di 80 cm (oltre i 20 cm dello scotico superficiale).

Poiché non sono previsti scavi profondi per la realizzazione delle opere in progetto (si vedano i profili di progetto STD0019 e STD0020) risulta pertanto che la quasi totalità dei materiali scavati interessi gli strati più superficiali e quindi sia classificabile come A6 e A4 e che il loro riutilizzo, tanto nella bonifica del piano di posa quanto nella formazione dei rilevati delle nuove rampe, sia fattibile previo trattamento con legante idraulico.

Tabella 2-5 Classificazione dei terreni più superficiali

Gruppo/ Sottogruppo	Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	n. campioni	incidenza
A1-b	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa	2	10%
A2-4	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	2	10%
A4	Limi poco compressibili	6	30%
A6	Argille poco compressibili	10	50%

Le caratteristiche geotecniche dei materiali scavati consentono pertanto il riutilizzo del materiale scavato per la realizzazione degli interventi di progetto secondo le seguenti modalità:

- 80% del materiale scavato è idoneo per la costruzione dei nuovi rilevati previo trattamento;
- 20% del materiale scavato non può essere riutilizzato nei rilevati e verrà impiegato per la formazione del rimodellamento ambientale;
- 100% dello scotico superficiale (“materiale vegetale”) è idoneo per i ricoprimenti finali e la realizzazione del rimodellamento ambientale.

2.7 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 le opere di scavalco di viabilità stradale e autostradale.

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

- a) Rilevato autostradale e tangenziale;
- b) Opere maggiori di attraversamento di viabilità locale e autostradale;
- c) Barriere acustiche realizzate su fondazioni di pali di medio diametro;
- d) Rimodellamento morfologico dell'area interclusa;
- e) Aree di cantiere.

La suddivisione sopra proposta è 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 in superficie di terreni con percentuali prevalenti di materiali fini (limi ed argille), e di depositi profondi costituiti principalmente da sabbie e ghiaie..

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 esistenti (si veda anche capitolo 7.1), con i depositi intermedi posti all'interno dell'area di cantiere CB01 e delle aree specificatamente dedicate AT001 e AT002 a supporto di tutte le lavorazioni.

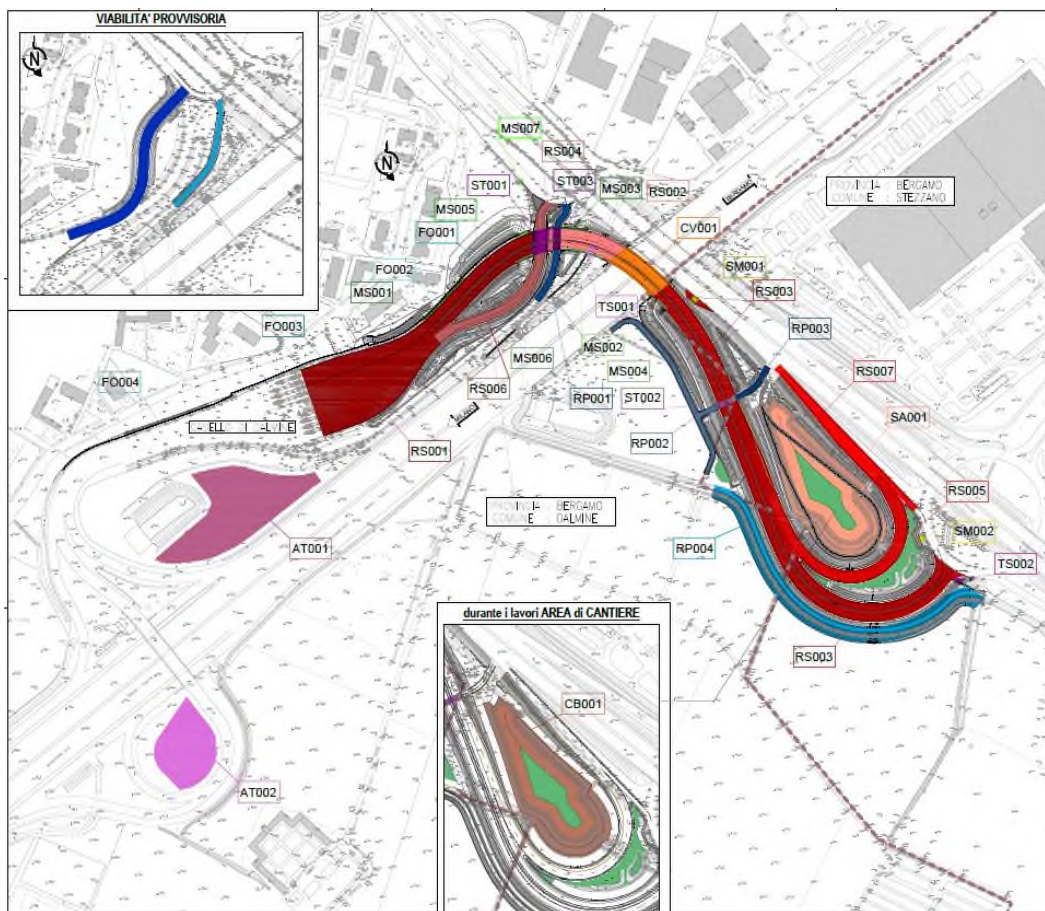


Figura 2-22 Stralcio planimetrico sulla suddivisione delle WBS in PE per le diverse parti d'opera (da GEN0040)

2.7.1 Asse di progetto

La viabilità principale è costituita da due rampe denominate Asse A1 e Asse A2. La sezione tipo è caratterizzata da due carreggiate separate da uno spartitraffico monofilare metallico di larghezza pari a 2.00m.

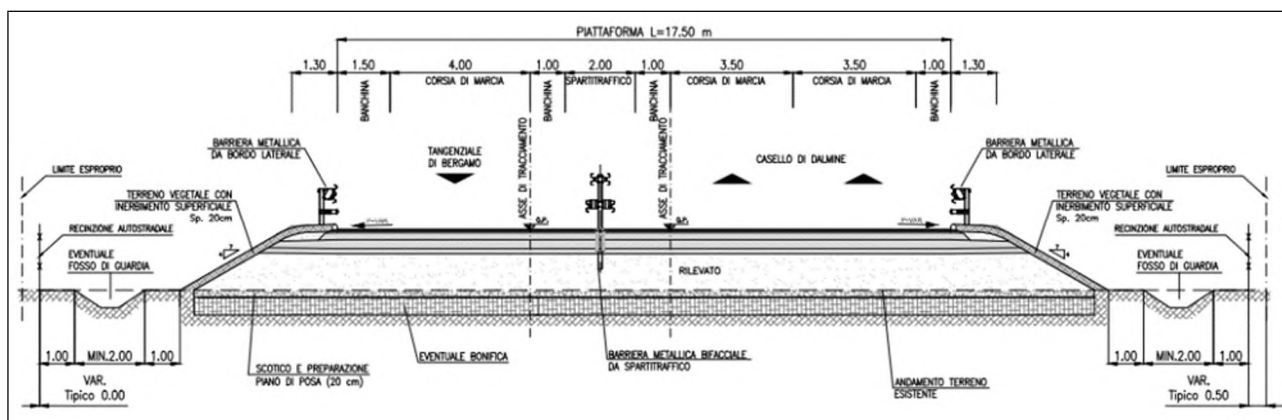


Figura 2-23 Sezione tipo rampa bidirezionale a 3 corsie

La carreggiata in direzione A4 (Asse A2), nel tratto iniziale che va dall'innesto sulla rotatoria della Tangenziale di Bergamo al tratto in affiancamento con l'asse A3, si compone di una corsia di larghezza pari a 4 m, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m. Nel tratto successivo, da dopo l'innesto con l'asse A3 fino al piazzale di esazione,

sono previste due corsie di marcia da 3.50m di larghezza e banchina laterale in destra e sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 9.00m.

La carreggiata in direzione Bergamo – denominato asse A1 è una carreggiata composta da una corsia di 4.00 m di larghezza, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m.

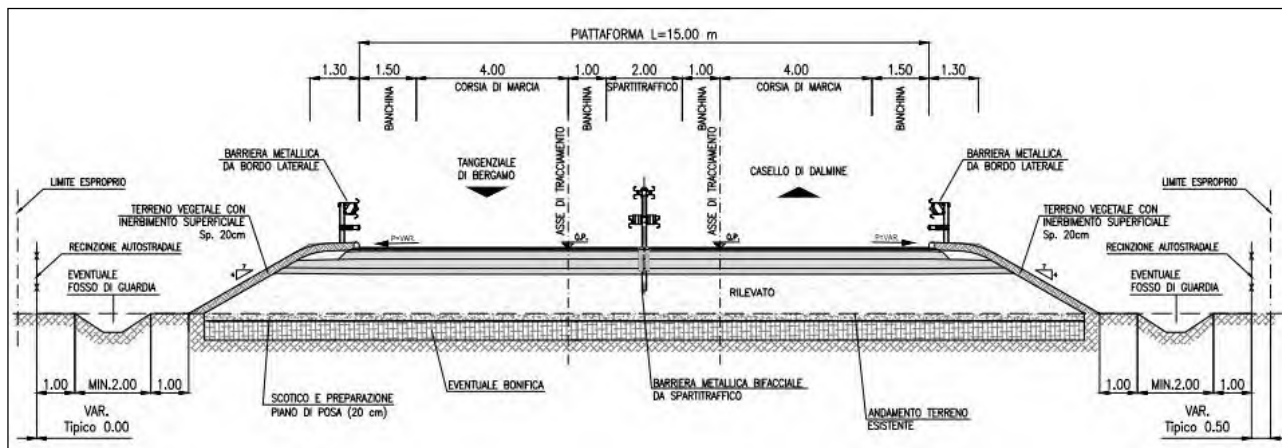


Figura 2-24 Sezione tipo rampa bidirezionale a 2 corsie

Per le rampe monodirezionali, si è prevista una sezione composta da una corsia di larghezza 4.00m, banchina in destra da 1.50m e banchina in sinistra da 1.00 per complessivi 6.50m di pavimentato.

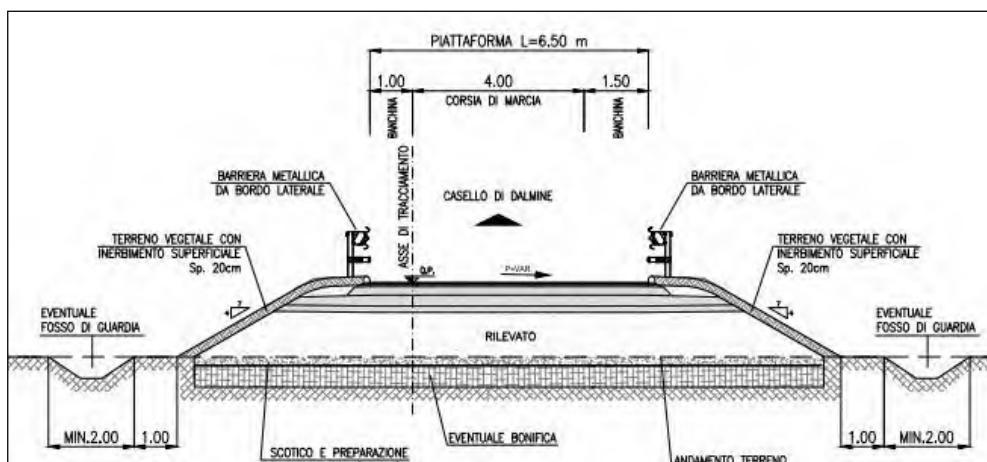


Figura 2-25 Sezione tipo rampa di svincolo monodirezionale

2.7.2 Opere d'arte principali

Di seguito si descrivono in termini generali le principali opere d'arte presenti nel progetto di adeguamento dello svincolo di Dalmine.

2.7.2.1 Cavalcavia sull'Autostrada A4

Il cavalcavia sulla A4 è costituito da una campata unica di luce pari a 48.30 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una travata in sezione mista formata da tre coppie di travi, distanziate di 2.90 m, collegate da traversi reticolari aventi forma a K. Le travi principali, realizzate in sezione composita saldata a doppio T, presentano un'altezza di 1.80 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.30 m, mediante un sistema di connettori a piolo. La soletta è costituita da un getto in c.a. realizzato con l'aiuto di predalle prefabbricate in c.a. intese non collaboranti in fase di esercizio. La larghezza massima complessiva dell'impalcato è pari a 18.82 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 2.0 m, paraghiaia spesso 0.40 m e ciabatta di fondazione spessa 2.0 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 21 pali f 1200 mm.

2.7.2.2 **Sottovia di accesso al Casello**

Il sottovia di accesso al casello è costituito da una campata unica di luce pari a circa 23.25 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una serie di 26 travi HEB650 accostate tra loro ad interasse di 0.75 m. Le travi longitudinali presentano un'altezza di 0.65 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.15 m. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 20.40 m, di cui 19.00 m costituiscono le carreggiate divise da uno spartitraffico di larghezza pari a 2.00m, su entrambi i lati è previsto un cordolo da 0.70 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 1.20 m, paraghiaia spesso 0.30 m e ciabatta di fondazione spessa 1.50 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 14 pali f 1200 mm.

2.7.2.3 **Barriere acustiche**

A supporto della progettazione è stato predisposto uno studio acustico basato su specifiche indagini fonometriche in sito e su elaborazioni modellistiche.

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'intervento sull'infrastruttura in esame è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito nello scenario di progetto nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio considerato.

A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Il progetto prevede la realizzazione di una barriera acustica continua posta in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti. Tale barriera è suddivisa in 4 tratte di altezze diverse come indicato in tabella, per un lunghezza complessiva di 486 m.

Tabella 2-6 Elenco delle barriere acustiche

Codice Barriera	Lunghezza (m)	Altezza (m)
FO01	109	3
FO02	130	5
FO03	172	4
FO04	75	3

Le barriere acustiche saranno realizzate su pali di medio diametro.

2.7.3 **Rimodellamento morfologico dell'area interclusa**

In considerazione di quanto prescritto con "Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018" è stata studiata una sistemazione ambientale (vedere elaborati AUA0200 e AUA0201) che prevede la realizzazione di una riprofilatura morfologica dell'area collocata entro l'involuppo planimetrico delle rampe di svincolo a sud della Tangenziale Sud di Bergamo.

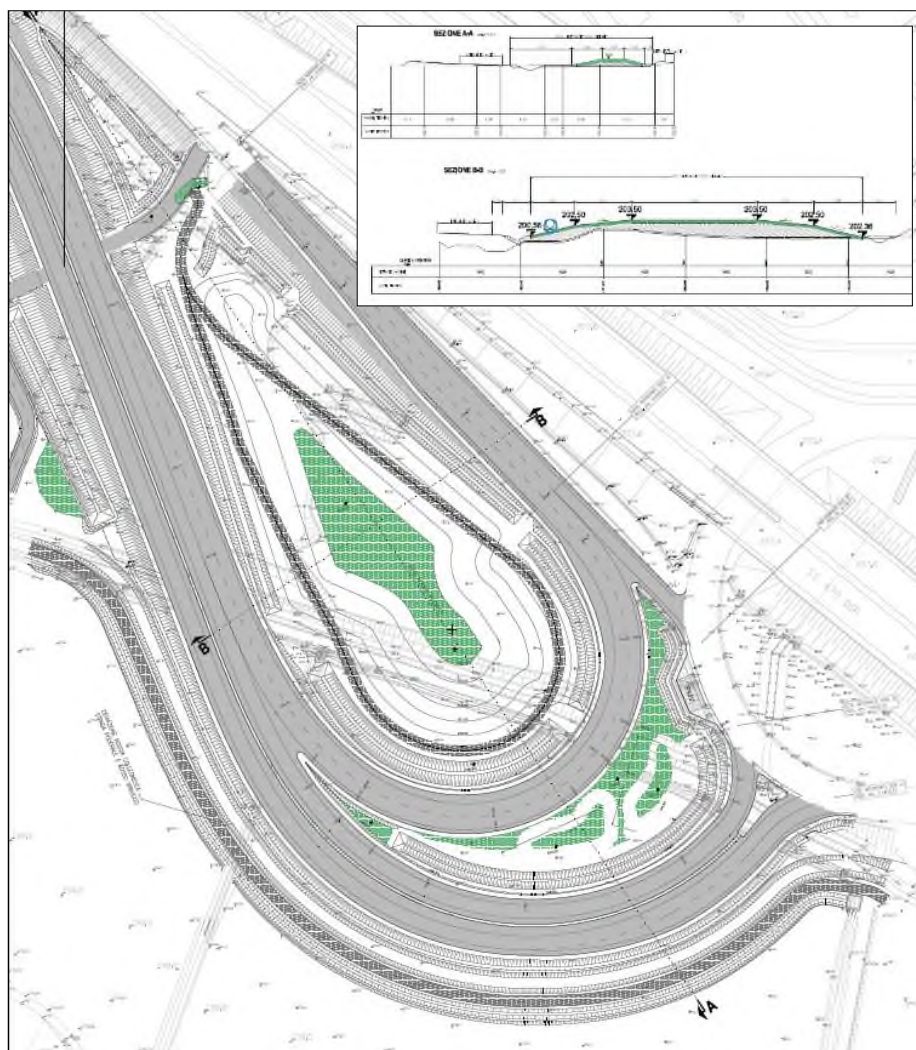


Figura 2-26: Stralci planimetrici della sistemazione ambientale in area interclusa (da AUA0200)

Per effetto delle geometrie stradali l'area interclusa tra gli assi A1, A2, A3 e A5 si presenta, alle quote attuali del piano campagna, infossata entro le geometrie dei rilevati stradali in progetto, attraversata solo dalla viabilità ciclabile collegata al sottopasso esistente e priva di adeguati recapiti al reticolo idrico superficiale a causa della deviazione della Roggia Colleonesca in esterno al progetto.

Il progetto prevede pertanto di realizzare il profilo del terreno intercluso in leggero rialzo, raccordato lungo i fossi disperdenti al piede dei rilevati stradali; tale sistemazione morfologica previene la formazione di aree depresse ed il rischio di ristagno idrico, ponendo al contempo la vegetazione di progetto in posizione più elevata e maggiormente percepibile.

I pendii del rimodellamento presentano un andamento curvilineo e una pendenza lieve, consentendo una facile manutenzione ed una spontanea integrazione percettiva con la morfologia del contesto.

L'area oggetto di rimodellamento ambientale rimarrà di pertinenza delle infrastrutture stradali limitrofe e non ne sarà permessa la fruizione al pubblico

La sistemazione finale delle aree intercluse prodotte dal progetto tramite il rimodellamento morfologico viene realizzata con i materiale di scavo in esubero rispetto ai fabbisogni relativi al corpo stradale delle nuove rampe.

2.7.4 Aree di cantiere e aree di deposito intermedio in attesa di utilizzo

Come precedentemente descritto nel paragrafo dedicato alla cantierizzazione, data la limitata estensione dell'intervento è prevista una sola area di cantiere CB01 con annesso cantiere operativo di circa 6.450 mq.

All'interno dell'area di cantiere è stata identificata l'area che sarà occupata dal deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi, che avrà un'estensione di 1.800 mq.

Secondo quanto riportato nella premessa riferita all'aggiornamento del presente Piano al Progetto Esecutivo, in ottemperanza alle prescrizioni del Decreto di esclusione da VIA (rif. Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018), è stato studiato un intervento di rimodellamento dell'area del cantiere principale a fine lavori. Tale intervento ha richiesto l'individuazione di due siti intermedi in cui depositare temporaneamente il materiale da scavo in attesa di riutilizzarlo per la sistemazione finale. Pertanto la logistica e le fasi di lavorazioni hanno previsto, nell'ottica di ottimizzazione le operazioni, altre due da adibire a area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi denominate AT001 e AT002, di superficie rispettivamente 6.000 mq e 3.000 mq. Queste 2 aree si trovano all'interno delle aree intercluse dello svincolo autostradale di Dalmine. Le due aree saranno utilizzate per il solo stoccaggio del materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione del rimodellamento previsto.

3 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO IN FASE DI PROGETTAZIONE

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 le informazioni disponibili al fine di inquadrare il tema della qualità dei terreni nell'area in studio, incluso gli elementi già inseriti nello studio preliminare ambientale sottoposto positivamente a Verifica di assoggettabilità ministeriale (Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018).

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

La campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito è stata eseguita nel 2018, svoltasi ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e smi e sulla base delle indicazioni degli allegati 2 e 4 del Regolamento ex DPR 120/2017, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 2, comma 1, lettera e.

3.1 AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CHIMICO-AMBIENTALE DELLE TERRE ALLA FASE DI PROGETTO ESECUTIVO

Il quadro ambientale sulla caratterizzazione dei materiali di scavo è stato aggiornato con campagne successive all'approvazione del Piano di Utilizzo nel 2018, riportando gli esiti analitici di campioni ambientali prelevati durante la fase del progetto esecutivo.

Per i prelievi della fase di PE, è stata aggiunta, rispetto alla precedente versione del Piano, una sezione dedicata nel presente capitolo.

Le tabelle con la sintesi dei dati geografici e di informazione sono state così aggiornate; confermandone il criterio di valutazione e commento della precedente fase progettuale; l'aggiornamento del quadro chimico-ambientale si traduce anche in un adeguamento delle tabelle di sintesi di seguito riportate nei vari capitoli di commento, rimandando ad un quadro complessivo all'allegato AMB1001. Questo allegato con i certificati di laboratorio è stato completato con i rapporti di prova dei prelievi ed analisi del 2018 e del 2020.

A conclusione del capitolo, è stato inserito un paragrafo a commento di tutti i dati raccolti.

Allo stesso tempo l'allegato AMB1003 è stata rinnovato con le tavole planimetriche di tutti i punti di indagine individuati per la caratterizzazione ambientale.

Infine, come anticipato, si segnala che il quadro ed il numero dei siti di indagine è stato reimpostato sulla base delle ottimizzazione ed approfondimenti del P.E. rispetto alle soluzioni inizialmente previste nel P.D.: particolare attenzione è stata data infatti alla modifica sostanziale introdotta con l'individuazione di 2 nuovi siti di deposito intermedio (AT0001 e AT0002), finalizzati unicamente all'attesa del riutilizzo di quei materiali destinati alla sistemazione finale del rimodellamento ambientale (SA001).

3.2 CONOSCENZE PREGRESSE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO

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

In particolare 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 Lombardia e della Provincia di Bergamo.

3.2.1 Uso del suolo

Il territorio interessato dallo svincolo di Dalmine presenta a livello di area vasta una connotazione insediativa e strutturale, con limitati intervalli agricoli.

Nello specifico dell'area interessata dallo svincolo di Dalmine si nota che il tracciato dell'autostrada A4 costituisce proprio un confine tra una zona di fatto esclusivamente urbanizzata posta a nord-ovest dell'autostrada, e una zona ancora completamente agricola posta a sud-est. Questa cesura è evidente anche nell'estratto dalla Carta dell'uso del suolo a livello provinciale riportato in Figura 3-1.

Nelle aree agricole prossime all'autostrada sono presenti seminativi semplici e, più a sud, alcune coltivazioni in serre stabili.

L'intervento, pur insistendo su un'area agricola, occupa solo la parte più limitrofa al sedime autostradale, che al momento risulta in alcune parti non utilizzata e in alcune parti destinata alle vasche di raccolta e trattamento delle acque di dilavamento realizzate nell'ambito dell'ampliamento dell'autostrada A4.

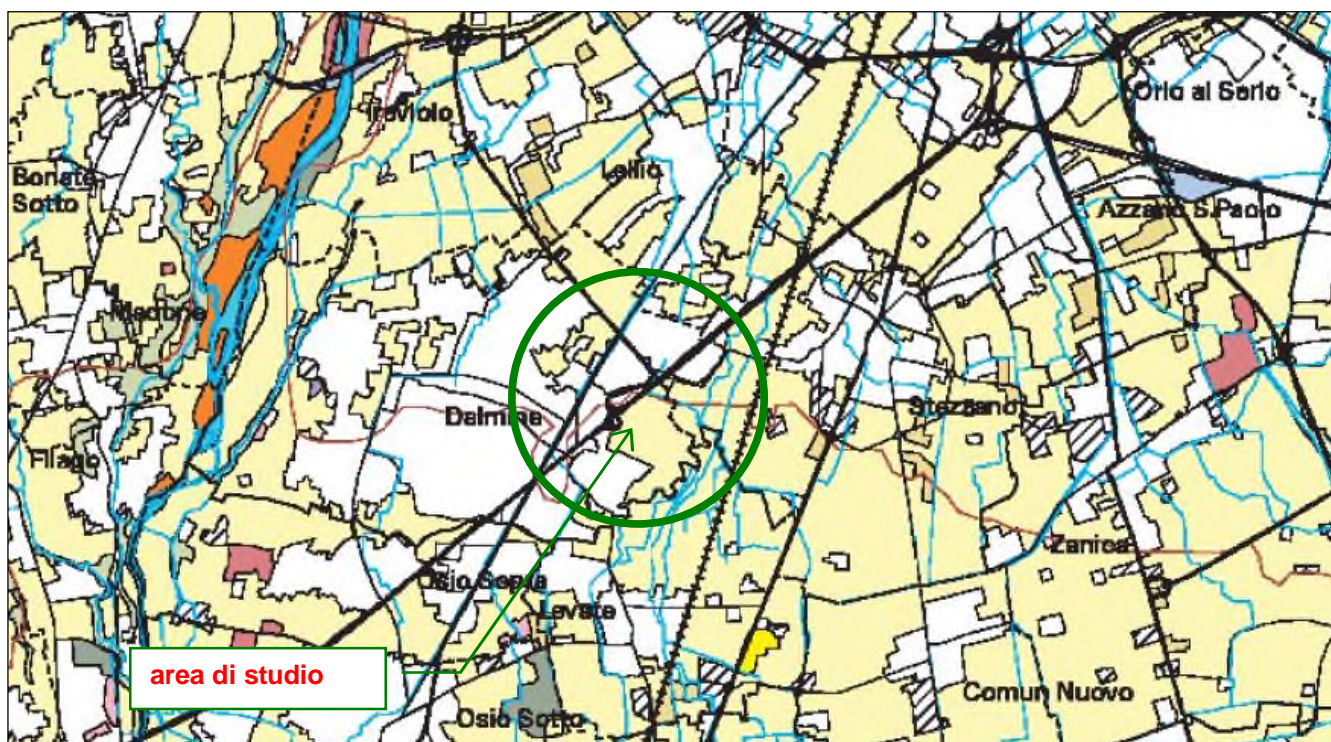


Figura 3-1: Carta dell'uso del suolo (Fonte: Studi e Analisi per il PTCP; in giallo i seminativi semplici, in bianco le aree urbanizzate)

3.2.2 Anagrafe regionale dei siti contaminati

Come anticipato in premessa al presente capitolo, è stato inoltre consultato l'elenco dei siti contaminati sul territorio lombardo, disponibile sulla piattaforma web della Regione Lombardia dedicata agli "open data". Dalla consultazione svolta nel mese di novembre 2018 è emerso che nel comune di Dalmine è presente un solo sito inquinato presso un distributore di carburanti non localizzato in prossimità del sito di progetto (Via delle Valli), mentre in comune di Stezzano non sono presenti siti inquinati.

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

3.3.1 Campagne di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito

Il tracciato di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, svolta nel periodo Agosto – Settembre 2018. In allegato (AMB1001) sono riportati i Rapporti di Prova emessi dal laboratorio che ha eseguito le analisi sui campioni, con le tabelle riepilogative.

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Nel corso della campagna di indagine a supporto della progettazione sono stati prelevati un totale di 10 campioni di terreno da sottoporre a caratterizzazione ambientale, provenienti da 8 punti di indagine. Dal momento che lo scavo all'aperto avviene con mezzi meccanici tradizionali e non comporta di conseguenza la possibilità di contaminazione dei terreni, questa caratterizzazione preventiva effettuata in sito sulle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati è stata finalizzata a definirne l'eventuale contaminazione.

3.3.2 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

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

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

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

- omogeneità litologica, superficiale (limi e argille) e profonda (sabbie e ghiaie);
- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

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

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

Tabella 3-1 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.P.R. 120/2017

	ESTENSIONI	PRELIEVI
AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3
	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
TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	n.1 campione

Lungo il tracciato principale dell'intervento pari a circa 830 m sono stati previste 3 punti di indagine (minimo da Allegato 2: 2 punti di indagine).

Presso l'area di cantiere, di estensione pari a 6.620 mq, sono stati previste 6 punti di indagine (minimo da Allegato 2: 5 punti di indagine).

L'ubicazione dei punti è riportata in AMB003, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al D.P.R. 120/2017.

3.3.3 Metodologia di indagine

3.3.3.1 Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche d'indagine

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni senza alterarne le caratteristiche ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra (uso di rivestimenti, scarpe non verniciate, eliminazione di gocciolamenti, pulizia dei contenitori, pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro).

La scelta del prelievo ambientale in pozzetti esplorativi è stata dettata in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale. Il tracciato in esame è costituito quasi interamente da un rilevato basso e non contempla pertanto opere, quali paratie o gallerie, la cui realizzazione determina movimentazioni di strati profondi di terreno. Si è deciso conseguentemente di caratterizzare i primi orizzonti del suolo, fino ad un massimo di circa 3,0 m dal p.c.

L'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata in AMB002, con riferimento anche alle indagini geognostiche ed alle descrizioni contenute nella Relazione geologica (GEO0001).

Sono state eseguite tutte le indagini previste nel piano di caratterizzazione precedentemente illustrato.

Tra i sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nella campagna geognostica di progettazione, 2 (sigla **DE-1**, **DE-3**) sono stati utilizzati anche per il prelievo di campioni ambientali; la perforazione degli stessi è stata eseguita a rotazione, rigorosamente a secco, utilizzando margarina vegetale al posto del grasso minerale ed utilizzando ad ogni manovra l'idropulitrice per pulire accuratamente e regolarmente aste e carotiere.

Inoltre, sono stati realizzati 6 scavi esplorativi mediante elica ad infissione manuale (Sigla **AMB da 1 a 6**), con il solo scopo di prelevare campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimica.

Nelle tabella seguente sono riportate le coordinate geografiche espresse in Gauss-Boaga dei punti di indagine con le relative profondità di campionamento e la quota in metri s.l.m.

Tabella 3-2 Coordinate geografiche in Gauss Boaga (m) e profondità campioni 2018

Punto di indagine	Coordinate Gauss-Boaga			Quota campioni (m da p.c.)	
	Y (nord, m)	X (est, m)	Quota (m s.l.m.)	Ca1	Ca2
DE-1	5.054.966,04	1.548.475,90	201,151	0.00 - 0.30	2,50 - 3,00
DE-3	5.055.092,51	1.548.715,56	201,086	0.00 - 0.30	2,50 - 3,00
AMB-1	5.054.878,57	1.548.999,30	200,448	0.00 - 0.50	-
AMB-2	5.054.852,41	1.548.973,92	200,665	0.00 - 0.50	-
AMB-3	5.054.885,00	1.548.947,70	200,728	0.00 - 0.50	-
AMB-4	5.054.903,87	1.548.978,93	200,836	0.00 - 0.50	-
AMB-5	5.054.899,14	1.548.932,89	200,813	0.00 - 0.50	-
AMB-6	5.054.929,27	1.548.941,91	201,363	0.00 - 0.50	-

3.3.3.2 **Metodiche 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.

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) di dimensioni minime di 2x2 m, 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.

3.3.3.3 **Periodi di campionamento**

L'attività di campionamento, eseguita contestualmente alle indagini geognostiche, è stata effettuata nel periodo di Agosto – Settembre 2018.

3.3.3.4 **Check-list inquinanti analizzati**

Poiché le analisi territoriali ed ambientali svolte nell'ambito dello Studio Preliminare Ambientale hanno escluso l'esistenza di particolari criticità ambientali, si è supposto che la principale fonte di potenziale contaminazione del suolo interessato dal progetto di ampliamento del tratto autostradale in oggetto sia rappresentata dal traffico veicolare che insiste sull'infrastruttura. Pertanto nei campioni di terreno si è ritenuto opportuno ricercare i principali metalli pesanti, con l'aggiunta dei composti aromatici e degli idrocarburi leggeri e pesanti.

Di seguito si specifica l'elenco del set chimico scelto per i campioni di terreno suddiviso per classi analitiche (tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 120/2017):

- 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).
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene.
- Composti aromatici policiclici (IPA).
- Amianto in fibre libere.

3.3.3.5 **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.

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

3.3.4 Verifica dei requisiti ambientali dei dati rilevati nella fase di PD

Il presente capitolo riporta in sintesi lo studio dei dati ricavati dalle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati, riportati nella tabella seguente.

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.

Le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica sono riportate, per tutte le attività di laboratorio eseguite, nei Rapporti di Prova allegati al presente documento. In allegato al presente documento (elaborato AMB1001) si riportano, infatti, i certificati di prova di tutte le analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione 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 (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 hanno evidenziato, per i campioni di terreno prelevati, **un totale rispetto dei limiti vigenti previsti in colonna B, Tabella 1, D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, e pertanto conformi con la destinazione d'uso industriale e commerciale, quali sono considerate le aree interessate dal tracciato autostradale.**

In particolare i risultati analitici, riportati in allegato (AMB1001), permettono di definire che:

- Il 100% dei 10 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;
- 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 10 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;
- per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni ed all'assenza di riporti di origine antropica e di natura pericolosa, 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.

3.4 CAMPAGNA DI INDAGINE 2021 PER IL PROGETTO ESECUTIVO

Nella fase di progetto esecutivo, con l'introduzione delle 2 nuove aree di deposito intermedio necessarie alla gestione e movimentazione delle terre da scavo a fine lavori per la sistemazione definitiva del rimodellamento ambientale previsto nell'impronta del CB01, è stata svolta una campagna integrativa dedicata alla caratterizzazione delle aree AT0001 e AT0002. Allo stesso tempo è stata verificata la condizione dei requisiti ambientali dei materiali, posti in duna lungo il sedime stradale a nord del CB01. Questi materiali saranno coinvolti nella movimentazione e nella sistemazione definitiva per la riprofilatura morfo-ambientale prevista, entro l'involuppo planimetrico delle rampe di svincolo (si veda figura Figura 2-12 in capitolo 2).

Questa campagna è stata eseguita secondo le indicazioni degli allegati 2 e 4 del Regolamento 2017, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 1, comma 1-g.

Nella redazione del piano di indagini integrative (riportate planimetricamente in allegato AMB003), sono state anche considerate le conoscenze pregresse desunte dalle precedenti attività di caratterizzazione ambientale delle terre.

3.4.1 Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche d'indagine

I punti d'indagine sono stati localizzati in modo sistematico, utili da integrare la copertura dei siti di campionamento delle fasi progettuali precedenti, secondo un criterio legato all'interesse di approfondimento ambientale della fase esecutiva.

In totale sono stati investigati 10 ulteriori siti rispetto alle fasi progettuali precedenti, caratterizzati dal prelievo di campioni superficiali, visto che il prevalente uso è a livello di scotico. Complessivamente con la campagna di indagine di progettazione esecutiva sono stati analizzati 20 campioni.

Le informazioni sui punti d'indagine di PE sono riportate nella seguente tabella: codici dei punti, coordinate geografiche in Gauss-Boaga e quantità di prelievi, compresi del top soil o strato superficiale, eseguiti su ciascun sito di campionamento, valutando le indicazioni fornite nell'Allegato 2 del Regolamento.

Tabella 3-3 Coordinate geografiche in Gauss Boaga (m) dei punti di indagine, con indicazione di numero e profondità dei campionamenti eseguiti in fase di Progetto Esecutivo

Punto di indagine	Coordinate Gauss-Boaga			Prelievo m da p.c.
	Y (nord, m)	X (est, m)	Quota (m s.l.m.)	
AT01 - CA1	5.054.959,40	1.548.950,93	201,151	0.00 - 0.50
AT01 - CA2	5.054.989,53	1.548.959,95	201,086	0.00 - 0.50
AT01 - CA3	5.054.878,57	1.548.999,30	201,021	0.00 - 0.50
AT01 - CA4	5.054.852,41	1.548.973,92	200,956	0.00 - 0.50
AT01 - CA5	5.054.826,25	1.548.948,54	200,891	0.00 - 0.50
AT02 - CA3	5.054.800,09	1.548.923,16	200,826	0.00 - 0.50
AT02 - CA1	5.054.773,93	1.548.897,78	200,813	0.00 - 0.50
AT02 - CA2	5.054.747,77	1.548.872,40	201,363	0.00 - 0.50
DUNA - CA1	5.054.959,40	1.548.950,93	201,913	0.00 - 0.50
DUNA - CA2	5.054.989,53	1.548.959,95	202,463	0.00 - 0.50

L'ubicazione planimetrica dei punti è riportata in allegato AMB1003.

3.4.2 Metodiche di campionamento

La caratterizzazione ambientale integrativa è stata eseguita con le medesime metodiche standard applicate nelle precedenti campagne di indagine in fase progettuale, indicate anche in allegato 4 del Regolamento, con un prelievo, conservazione e preparazione dei campioni, secondo la norma UNI 10802 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

3.4.3 Chek-list inquinanti analizzati

Con lo scopo di confermare che il chimismo del terreno in posto non pregiudichi un suo eventuale riutilizzo nel rispetto dell'attuale quadro normativo, si è proposto il seguente set analitico:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tab. 1, all. 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 tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

In riferimento alle indicazioni dettate dall'allegato 10 del DPR 120/17 sono stati effettuati alcuni test di cessione secondo le indicazioni ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998, riferite alla preparazione degli eluati ed ai parametri da considerare per la prova qualitativa del materiale inerte in presenza di elementi di origine antropica al di sotto del 20%, con riferimento ai valori soglia delle acque sotterranee di Tab. 2 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. per i parametri del set analitico di base.

3.4.4 Verifica dei requisiti ambientali dei dati rilevati nella fase di PE

I risultati analitici sui campioni della campagna integrativa 2021 evidenziano anche in questo caso la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo per un loro utilizzo, confermando il quadro emerso nel precedente rilievo. Infatti:

- Il 100% dei 10 campioni analizzati in laboratorio 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 principale per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- Tutti i campioni rilevati in AT002 hanno evidenziato superamenti con valori in Zinco al di sopra delle 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., con un solo caso associato ad idrocarburi pesanti;
- 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 10 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;
- anche nelle zone di deposito lo scotico vegetale è risultato essere privo di riporti di origine antropica e di natura pericolosa, evidenziando l'assenza di fibre amiantifere, con il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Infine, gli esiti sul test di cessione, ai sensi dell'allegato 3 del DM febbraio 1998 e s.m.i., per il riutilizzo in presenza di materiale di riporto con elementi di origine antropica, al di sotto del 20%, indicano il totale rispetto dei limiti imposti dalla normativa di riferimento per le acque sotterranee (Tab 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06).

3.5 SINTESI COMPLESSIVA DEI RISULTATI DELLE ANALISI IN LABORATORIO

Da quanto sinora descritto, si possono sintetizzare di seguito i risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati durante le diverse campagne di indagine (si vedano le tabelle in seguito), alla luce di alcune anomalie rilevate del contenuto in metalli pesanti ed idrocarburi pesanti.

Sono stati indagati 18 siti per la caratterizzazione dei materiali di scavo, distribuiti sul tratto e sulle aree interessate dall'intervento. Da questi punti sono stati campionati complessivamente 20 aliquote, sottoposte ad analisi chimica in laboratorio.

Di seguito si presenta il quadro sintetico del numero di siti investigati e dei prelievi effettuati, rilevando inoltre il n° dei superamenti delle CSC della tabella 1 del D. Lgs. 152/2006 smi.

Tabella 3-4 Quadro di sintesi sulle campagna di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale: suddivisione per lotti del n° di siti di indagine, del n° di analisi e del n° di superamenti delle CSC di tabella 1

	N° prelievi			
	Totale	< CSC A	< CSC B	> CSC B
# PD	10	3	7	0
# PE	10	4	6	0
Totale	20	7	13	0

Gli esiti analitici sui 20 campioni indicano che:

- il 100% dei materiali analizzati è totalmente riutilizzabile in pertinenza autostradale per tutti i parametri chimici considerati, avendo rilevato tenori inferiori ai valori CSC di colonna B su tutti i campioni analizzati;
- il 35% dei campioni evidenzia valori di concentrazione entro le CSC di colonna A (7 su 20 analisi);
- il numero complessivo dei superamenti è di 13, con le seguenti sostanziali evidenze di natura chimica:
 - Arsenico in 8 campioni, da ritenersi quale caratteristica diffusa per origine naturale del materiale presente;
 - Zinco in 5 campioni, di cui un caso associato ad altri metalli pesanti (DE-3 - CA1) ed un altro a idrocarburi C>12 (AT02 - CA2)
 - idrocarburi pesanti in 4 campioni
 - rilevati puntuali tenori in Cobalto (DE-1 - CA1) e Cadmio (DE-3 - CA1) associati ad altri elementi o composti, da ritenersi situazioni eventualmente associate a caratteristiche intrinseche del materiale presente;
- i superamenti in Piombo, Zinco ed idrocarburi sono solitamente associati alla pressione di origine antropica esercitata dal traffico veicolare e dalle componenti presenti in alcuni additivi utilizzati nella produzione dei pneumatici, freni, ecc.

Tabella 3-5 Riepilogo delle evidenze chimiche emerse nella fase di progetto

	Fase progetto	Sigla campione	Prof. (m)	Opera principale	Evidenza chimica			
					As	Co	C>12	
1	PD 2018	DE-1 - CA1	0.00 - 0.30	Interventi rampa svincolo	As	Co	C>12	
2	PD 2018	DE-1 - CA2	2,50 - 3,00	Interventi rampa svincolo	As			
3	PD 2018	DE-3 - CA1	0.00 - 0.30	Interventi rampa svincolo	As	Cd	Pb	Zn
4	PD 2018	DE-3 - CA2	2,50 - 3,00	Interventi rampa svincolo				
5	PE 2021	DUNA - CA1	0.00 - 0.50	Interventi rampa svincolo e sistemazione SA001				
6	PE 2021	DUNA - CA2	0.00 - 0.50	Interventi rampa svincolo e sistemazione SA001				
7	PD 2018	AMB-1	0.00 - 0.50	Cantiere CB01 e sistemazione SA001	As			
8	PD 2018	AMB-2	0.00 - 0.50	Cantiere CB01 e sistemazione SA001	As			
9	PD 2018	AMB-3	0.00 - 0.50	Cantiere CB01 e sistemazione SA001				
10	PD 2018	AMB-4	0.00 - 0.50	Cantiere CB01 e sistemazione SA001	As			
11	PD 2018	AMB-5	0.00 - 0.50	Cantiere CB01 e sistemazione SA001				
12	PD 2018	AMB-6	0.00 - 0.50	Cantiere CB01 e sistemazione SA001	As			
13	PE 2021	AT01 - CA1	0.00 - 0.50	Deposito AT01	Zn			
14	PE 2021	AT01 - CA2	0.00 - 0.50	Deposito AT01				
15	PE 2021	AT01 - CA3	0.00 - 0.50	Deposito AT01				
16	PE 2021	AT01 - CA4	0.00 - 0.50	Deposito AT01	As		C>12	
17	PE 2021	AT01 - CA5	0.00 - 0.50	Deposito AT01	C>12			
18	PE 2021	AT02 - CA1	0.00 - 0.50	Deposito AT02	Zn			
19	PE 2021	AT02 - CA2	0.00 - 0.50	Deposito AT02	Zn	C>12		
20	PE 2021	AT02 - CA3	0.00 - 0.50	Deposito AT02	Zn			

3.6 CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI DI 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 realizzativa di corso d'opera (si veda il capitolo dedicato, cap. 6), la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Come da allegato 2 al Regolamento, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis comma 1 lettera d) del DLgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Sempre secondo l'allegato 2, i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Complessivamente i risultati consentono, quindi, di affermare che:

- a) data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili;**
- b) 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;
- c) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o nell'impiego dei ritombamenti o reinterri nei casi di interferenza con la porzione satura.
- d) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione.

Per la visione dei risultati delle analisi di laboratorio e dei relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del DM. 161/2012, si rimanda agli allegati al presente Piano.

4 METODOLOGIE DI SCAVO PREVISTE

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 trasmesso a completamento del presente Piano di utilizzo).

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 riinterri, 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 riinterri mediante escavatore;
- formazione di rilevati e rimodellamenti mediante impiego di camion, grader e compattatori con o senza ricorso alla stabilizzazione con leganti idraulici 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.

4.1.1.1 *La gestione del terreno vegetale proveniente dalle operazioni di scotico*

La rimozione del terreno vegetale interessa non solo le aree di sedime dell'opera, ma anche tutte le aree interessate dalla cantierizzazione (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito del terreno vegetale saranno disposte nelle vicinanze degli interventi e separate dalle aree di deposito di altre tipologie di terre.

Il deposito del terreno vegetale sarà organizzato e disposto al fine di garantire che le caratteristiche agronomiche e chimico-fisiche del terreno vegetale non risultino compromesse nel tempo (dune di altezza non superiori ai 2 metri consigliati dalla letteratura).

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.

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.

I materiali da scavo destinati alla realizzazione dei rilevati, già in possesso delle caratteristiche di qualità ambientale, possono essere posti in opera tal quali oppure, nel caso in cui sia richiesta una notevole capacità portante, possono essere rafforzati mediante operazioni volte a conferire le caratteristiche meccaniche funzionali all'utilizzo finale previste per il materiale stesso.

Tali usuali metodologie, che trovano impiego anche su materie prime quali terre e rocce estratte da cava oppure su terreno naturale in posto privo delle sufficienti caratteristiche geomeccaniche, sono regolate da norme e specifiche tecniche valide per le opere di ingegneria stradale (v. ad es. UNI EN 14227-11).

Tra le modalità tecniche per la messa a dimora a rilevato del materiale di scavo, può essere impiegata anche la tecnica di stabilizzazione mediante leganti idraulici (come descritto sinteticamente nel capitolo 2.6).

In base alla caratterizzazione geotecnica (APE0001) si può stimare una percentuale di riutilizzo del materiale pari all'80% in ogni caso previo trattamento con legante idraulico secondo le modalità riportate nel seguito.

Il restante 20%, non idoneo per la formazione di rilevati, può essere impiegato tal quale per la realizzazione del rimodellamento ambientale, assieme al terreno vegetale proveniente dallo scavo di "scotico".

4.1.4.1 Procedura per la stabilizzazione con legante idraulico

Il trattamento con legante idraulico di una terra è finalizzato al miglioramento delle sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le caratteristiche geotecniche, compreso il grado di umidità, necessarie per conferire all'opera la portanza richiesta. 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 con legante idraulico 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).

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 c) del Regolamento ministeriale relativamente alle operazioni di normale pratica industriale effettivamente condotte.

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

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

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

4.2.1 Vagliatura

La vagliatura è realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. Il sistema di vagliatura del materiale è previsto all'interno del cantiere operativo situato nell'area 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.

4.3 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 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).

Sebbene le indagini cognitive di progetto non abbiano dato particolari evidenze in tal senso, si specifica che, se dovessero emergere aree o porzioni di scavo ove sono presenti materiali di riporto con frammenti di origine antropica, con percentuali superiori al 20%, questi dovranno essere sottoposti alle medesime disposizioni vigenti in materia di rifiuti.

Il materiale qualificato quale rifiuto sarà poi gestito internamente alle aree a servizio della cantierizzazione, con le modalità ed indicazioni riportate nel Capitolato Ambientale (MAM0001), con la predisposizione di aree adeguate, delimitate ed identificate con apposita cartellonistica con l'obbligo di differenziare ogni specifico codice CER individuato, separando eventuali i rifiuti pericolosi da quelli non pericolosi e da quelli in attesa di codifica.

5 SITI DI MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

L'intervento in progetto risulta avere uno sviluppo lineare di circa 830 m, e non presenta sottoarticolazioni in più ambiti di intervento. Gli scavi previsti sono tutti all'aperto.

All'ambito di lavorazione delle nuove rampe deve essere aggiunta le aree di cantiere e deposito, contraddistinte da operazioni di solo scotico superficiale, che sarà conservato e depositato all'interno delle aree medesime per la loro sistemazione finale. Tali volumi contribuiscono, in modo specifico quelli originati da CB01, alla realizzazione dell'area di rimodellamento ambientale finale, che coincide con l'area occupata dal cantiere principale nel corso dei lavori.

Negli elaborati grafici allegati al presente Piano (AMB1002) 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 diretto confronto tra il bilancio dei volumi stimati nel Progetto Definitivo e quelli previsti alla luce degli approfondimenti sviluppati nel Progetto Esecutivo.

Nel PdU approvato con nota CTVIA3100/2018 sono stati indicati i seguenti volumi di scavo:

48.179 mc in banco da scavo
8.703 mc di vegetale/scotico
5.580 mc di scavi per disposizione cantieri

Per un totale di **62.462 mc**.

Nel Progetto Esecutivo l'ottimizzazione delle soluzioni presentate nella fase precedente hanno portato a stimare i seguenti volumi complessivi:

57.717 mc in banco
9.806 mc di vegetale/scotico
4.935 mc di scavi per disposizione cantieri

Per un totale di **72.458 mc**.

Da quanto sopra riportato si può evincere come la variazione in percentuale dei volumi di scavo sia al di sotto del limite del 20% indicato dalla normativa di riferimento. Si ribadisce quanto riportato nella parti introduttive del presente Piano e nell'inquadramento progettuale del capitolo 2: le variazioni introdotte sono riferite a ottimizzazioni progettuali, studiate anche a seguito di prescrizioni e richieste ricevute in fase di ottemperanza e/o della Conferenza dei Servizi.

I volumi di scavo, da inquadrare a sottoprodotti nel Progetto Esecutivo, hanno seguito sempre la logica del massimo riutilizzo: a fronte dei maggiori volumi, seppur ridotti, le soluzioni progettuali introdotte in questa fase e gli approfondimenti geotecnici hanno permesso di ottimizzare il riutilizzo a sottoprodotto in alcune parti d'opera confermando il massimo riutilizzo in opera per soddisfare il fabbisogno.

Per maggiori dettagli si rimanda al computo elaborato in CCP0021.

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.

Il volume escavato complessivo previsto dal progetto risulta essere pari a circa **72.458 mc**. Questo volume è composto da (sono indicate le codifiche delle voci indicate nell'elaborato "Bilancio terre", CCP0021):

- scotico vegetale, pari a **9.806 mc (T2)**;
- gli scavi in terreni naturali (al di sotto dello scotico), pari a **55.452 mc (T1)**;
- le perforazioni, pari a **2.265 mc (T12)**;
- gli scavi relativi alla realizzazione e dismissione dei cantieri, **pari a 4.935 mc (A.01.001)**;

Come risulta dalla caratterizzazione geotecnica i materiali da scavo provengono quasi esclusivamente dagli strati più superficiali del terreno (fino a 2,00 m da piano campagna circa) e appartengono pertanto alle classi

A4 e A6 (secondo la classificazione CNR UNI 10006) e pertanto saranno stabilizzati mediante leganti idraulici come indicato al capitolo 4 (circa 80% dei volumi scavati oltre lo scotico superficiale).

Lo scotico superficiale escavato dalle aree di cantiere sarà riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva del rimodellamento ambientale che insiste sulle medesime aree, con un limitato movimento di materiali.

5.2 SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nell'ambito della cantierizzazione, sono previsti 3 siti di deposito intermedio per il materiale di scavo in attesa di utilizzo secondo la definizione di cui all'art. 5 del Regolamento.

Il primo deposito è all'interno dell'area di cantiere CB01 ed occupa una porzione di circa 1850 mq rispetto alla superficie complessiva dell'area di 6.640 mq.

Le altre 2 aree, denominate AT001 e AT002, sono destinate a ricevere i materiali da riutilizzare alla fine dei lavori per la sistemazione finale del rimodellamento previsto proprio nel cantiere CB01. A seguito infatti di prescrizioni ricevute in fase di ottemperanza, la progettazione esecutiva ha individuato nell'organizzazione della fasi lavorative e di cantierizzazione, questa soluzione che comportano, come più volte ricordato, una modifica sostanziale ai sensi dell'art 15, comma 2 lett c) del DPR 120/2017.

All'interno di queste aree sarà collocato il materiale di scotico sistemato a duna, raccolto nelle attività di predisposizione dei cantieri (complessivamente 4.935 mc, di cui 3.435 mc provenienti dal CB01, mentre i restanti 1.500 mc saranno posti a duna in AT001 e AT002).

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;
- 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 direzionamento;
- 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 pari al periodo di validità del presente Piano, previsto in 16 mesi (paragrafo 0).

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 **71.725 mc** di materiali di scavo, così articolati:

- scotico vegetale, pari a **9.073 mc**. Il volume a riutilizzo soddisfa completamente il fabbisogno per il ricoprimento dei nuovi rilevati e la realizzazione del rimodellamento ambientale (circa 5.501 mc).
- scavi di sbancamento in terreni naturali (al di sotto dello scotico), da perforazioni di grande diametro e da altri scavi, pari **57.717 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 80% delle produzioni (comunque previo trattamento per il miglioramento delle caratteristiche tecniche); il 20% di scavi per i quali viene sconsigliato il riutilizzo per nuovi rilevati è destinato alla realizzazione del rimodellamento ambientale (circa 5.772 mc);
- scavi relativi alla realizzazione dei cantieri, **pari a 4.935 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 a rimodellamento ambientale, senza necessità di provvedere all’espianto del materiale fornito per la realizzazione dei cantieri stessi.

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 71.725 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 a quasi il 100% delle produzioni (72.458 mc).

Tabella 5-1 Bilancio delle terre in mc aggiornato al Progetto Esecutivo

	Corpo stradale e altre opere di progetto e Rimodellamento	Vegetale	Cantieri	TOTALE
Produzioni totali	57.717	9.806	4.935	72.458
Fabbisogni totali	91.828	9.073	10.171	111.072
- di cui A1/A3 alleggerito, anticapillare	9.596	0	0	9.596
Riutilizzi totali	57.717	9.073	4.935	71.725
- di cui per rimodellamento	5.772	5.501	0	11.273
Forniture	34.111	0	5.236	39.347
Destinazioni discarica/impianto di recupero	0	733	1.500	2.233

Ai fini della quantificazione dei volumi, sono stati considerati:

- il volume di scavo derivante dalla bonifica del piano di posa dei rilevati stradali suddiviso in scotico e scavo vero e proprio;
- il fabbisogno di materiali per realizzazione dei rilevati e delle parti d'opera;
- il volume riutilizzabile in considerazione dei requisiti ambientali e di idoneità geotecnica;
- le quantità di materiale per soddisfare il fabbisogno con approvvigionamento esterno o cava.

Nell'ambito della progettazione è stata quindi eseguita una valutazione delle volumetrie delle terre originate dagli scavi differenziando le seguenti categorie:

- a) materiali per rilevati;
- b) materiali per rinterri, riempimenti, rimodellamenti (inclusi impianto ed espanto dei cantieri);
- c) terreno vegetale.

Gli inerti necessari per la realizzazione delle opere sono, pertanto, reperiti direttamente dagli scavi in opera previsti all'interno del progetto e da approvvigionamenti di materiale idoneo geotecnicamente ad essere utilizzato in rilevato.

Il riutilizzo della parte delle terre proveniente dagli scavi è previsto come sottoprodotto, mentre la fornitura è inquadrata come approvvigionamento da cava o da impianto. Inoltre tutto il materiale derivante da demolizione di strutture preesistenti è considerato non sottoprodotto e quindi soggetto a regime di rifiuto.

Per coprire i fabbisogni complessivi del progetto è previsto l'approvvigionamento da fonti esterne di 34.111 mc di terre, in parte (9.596 mc) con specifiche caratteristiche tecniche (categorie A1/A3, materiale per anticapillare) e in parte generiche.

Come anticipato nella premessa introduttiva di aggiornamento del Piano di Utilizzo, le variazioni intervenute nel passaggio dal Progetto Definitivo sono inferiori alla soglia che definisce una modifica sostanziale ai sensi dell'art 15 del DPR 120/2017 (comma 2, lett. a).

6 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO 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 la caratterizzazione in corso d'opera dei materiali che provengono dalle perforazioni;
- 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).

Per quanto riguarda il caso della caratterizzazione in corso d'opera dei materiali provenienti dalla perforazione di pali, di cui si prevede il riutilizzo, la caratterizzazione specifica sarà svolta dall'Appaltatore secondo i criteri sopra riportati. La caratterizzazione ambientale di tali terre da scavo dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione d'uso di miscele additive con requisiti ambientali idonei, attestati dalle schede tecniche e/o da prove di laboratorio esclusivamente ed appositamente eseguite.

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.

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

7 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

7.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Tutte le lavorazioni sono posizionate lungo il tracciato lineare e continuo di progetto, al cui interno è prevista l'area di cantiere e il rimodellamento ambientale finale.

Ciò permette di individuare una unica direttrice della viabilità di cantiere nel sistema infrastrutturale di progetto. Pertanto l'impronta delle nuove rampe è individuata come la principale viabilità per la movimentazione dei materiali di scavo e per l'accesso alle aree di cantiere.

Per la movimentazione dei materiali dal lato nord dell'autostrada A4 al lato sud, dove è presente il cantiere e il sito di deposito intermedio sarà utilizzata la tangenziale sud di Bergamo.

La possibilità di sfruttare l'impronta dell'infrastruttura da realizzare e la tangenziale sud di Bergamo 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 atterrano senza operare variazioni, così come si atterrano 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 elaborato trasmesso congiuntamente al 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.

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

I moduli di trasporto di cui all'allegato 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.