



REGIONE LIGURIA

autostrade // per l'italia

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA


PROGETTO DEFINITIVO

RIMODELLAMENTI MORFOLOGICI

RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO FONTANABUONA
RELAZIONE DESCRITTIVA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Marco Pietro D'Angelantonio Ord. Ingg. Milano N.20155 RESPONSABILE UFFICIO APE	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A CAPO COMMESSA	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE
--	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO								DATA: DICEMBRE 2014	REVISIONE	
	DIRETTORIO				FILE					n.	data
—	codice	commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.				
—	1	1001302		STPAPE0703				SCALA: —			

 ingegneria europea	RESPONSABILE PROGETTO GENOVA Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UNITA' STP	Ing. Andrea Tanzi O.I. Parma N.1154

VISTO DEL COMMITTENTE  R.U.P. – Ing. Andrea Frediani	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>
--	--

SPEA Ingegneria Europea

**COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA**

RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO

FONTANABUONA

RELAZIONE GEOTECNICA

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
3. SOFTWARE DI CALCOLO	6
4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
5. STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	7
5.1 PREMESSA.....	7
5.2 PROFILO STRATIGRAFICO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	7
5.2.1 <i>Indagini di riferimento e profilo stratigrafico</i>	7
5.2.2 <i>Caratterizzazione geotecnica</i>	10
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	16
6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	16
6.2 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	16
6.3 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	16
7. ANALISI DI STABILITÀ.....	17
7.1 DESCRIZIONE DEL METODO	17
7.2 SEZIONI DI VERIFICA.....	19
7.3 RISULTATI.....	21
8. CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	28
9. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE.....	29
10. FASI ESECUTIVE.....	35
11. MONITORAGGIO GEOTECNICO	43

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto previsto collegamento tra la Valfontanabuona e l'Autostrada A12 Genova – Roma è prevista la realizzazione di un rimodellamento morfologico ai fini di stoccare i materiali provenienti dagli scavi e dallo smarino proveniente dalle lavorazioni in galleria.

Gli argomenti oggetto di questa relazione sono i seguenti :

- la caratterizzazione geotecnica di dettaglio per l'area oggetto dell'intervento;
- le verifiche di stabilità delle principali scarpate, sia di scavo che di riporto, per le fasi provvisorie e per la configurazione finale di progetto;
- le modalità di posa e le fasi delle lavorazioni.

Tutte le verifiche sono state condotte ai sensi della Normativa vigente (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 - NTC 2008).

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

In corrispondenza dell'imbocco Nord della nuova galleria Fontanabuona (lato Valfontanabuona), è prevista una modellazione morfologica con la duplice finalità di area di gestione delle terre provenienti dallo smarino dello scavo della nuova galleria Fontanabuona e di deposito delle stesse. Il deposito delle terre si evolverà durante i lavori di costruzione attraverso successive fasi di coltivazione fino a pervenire alla morfologia finale di progetto. Il rimodellamento morfologico, sarà da base per la realizzazione del nuovo casello di stazione Fontanabuona. L'area sottende un contesto geologico caratterizzato da condizioni di sub affioramento.

Le operazioni di riempimento dovranno essere precedute dalla regimazione provvisoria delle aste idrauliche presenti; tale regimazione, provvisoria durante la realizzazione, diverrà, a lavori ultimati lo scarico di fondo dell'area di deposito. Inoltre, è anche prevista una regimazione superficiale provvisoria delle acque, mediante un reticolo di trincee drenanti, in modo da prevenire fenomeni di ruscellamento/erosione e infiltrazione nel corpo del deposito; le operazioni di messa a dimora del materiale saranno precedute dalle operazioni di preparazione del fondo del piano di posa asportando il materiale della coltre vegetale e regolarizzando il fondo.

Il volume del solido del riempimento (esclusi i materiali dei rilevati delle rampe è stimato all'incirca in 302'000mc di cui circa 61'000mc di materiale drenate e i rimanenti 241'000mc di materiale proveniente dagli scavi a cielo aperto e in galleria.

3. SOFTWARE DI CALCOLO

GEOSTUDIO 2007

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [4] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- [5] UNI EN 1992-1-1: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

5. STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 PREMESSA

Nei paragrafi successivi è presentata la caratterizzazione geotecnica di dettaglio per l'area oggetto dell'intervento di modellazione morfologica con l'indicazione della stratigrafia di riferimento e dei relativi parametri geotecnici adottati nei calcoli e nelle verifiche.

5.2 PROFILO STRATIGRAFICO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

5.2.1 Indagini di riferimento e profilo stratigrafico

Nel seguito è riportato un inquadramento stratigrafico e una breve descrizione delle diverse formazioni ed i relativi parametri geotecnici di riferimento da adottare per i calcoli e le verifiche di stabilità, ricavati a partire dalla Relazione Geotecnica Generale, sono riportati nel seguito. Si rimanda, per la descrizione completa della caratterizzazione geotecnica, alla Relazione Geotecnica Generale.

I sondaggi di riferimento e le indagini geognostiche a disposizione sono riportati nelle Tabelle seguenti (**Tabella 1÷Tabella 3**). Il substrato presente è costituito dalla formazione AMV (Ardesie di Monte Veneri) e marginalmente dalla formazione degli Scisti Manganesiferi (SCM): in particolare in tutti i sondaggi eseguiti è presente l'AMV, ad eccezione del sondaggio FB20, in cui sotto la coltre sono presenti gli scisti. Anche il sondaggio FB12 intercetta la formazione SCM, ma soltanto nell'ultimo metro (tra 29 e 30 m di profondità), mentre a profondità inferiori è presente l'AMV. Relativamente alla copertura, sono stati rilevati spessori variabili da 1.0 a 4.0 m, ad eccezione dei sondaggi in cui sono stati incontrati gli scisti, dove la coltre ha uno spessore maggiore, in dettaglio:

FB9	1.0 m	(copertura su AMV)
FB10	2.0 m	(copertura su AMV)
FB9quater	assenza di copertura	(sondaggio orizzontale)
FB11	3.0 m	(copertura su AMV)
FB12	4.0 m	(copertura su AMV)

FB14 6.0 m (copertura su AMV)

FB20 7.0 m (copertura su SCM)

Le condizioni stratigrafiche estrapolabili dai risultati dei rilievi geofisici confermano di massima quanto evidenziato dalle stratigrafie dei sondaggi.

ZONA	SONDAGGI	CAMPAGNA
STAZIONE VALFONTANABUONA E ROTATORIA DI AVENO	FB9	campagna 2011
	FB10	campagna 2011
	FB9bis	campagna 2013
	FB9ter	campagna 2013
	FB9quater	campagna 2013
	FB11	campagna 2013
	FB12	campagna 2013
	FB14	campagna 2013
	FB20	campagna 2013

Tabella 2: – Sondaggi di riferimento

ZONA	STENDIMENTI GEOFISICI	TIPO
STAZIONE VALFONTANABUONA E ROTATORIA DI AVENO	2	geofisica a rifrazione 2013
	3	geofisica a rifrazione 2013
	SS1-1	geofisica a rifrazione 2013
	SS1-2	geofisica a rifrazione 2013
	SS1-3	geofisica a rifrazione 2013
	SS2-1	geofisica a rifrazione 2013
	SS2-2	geofisica a rifrazione 2013
	SS3-1	geofisica a rifrazione 2013
	SS3-2	geofisica a rifrazione 2013
	SS4	geofisica a rifrazione 2013
	s10a	geofisica a rifrazione 2011
	s10b	geofisica a rifrazione 2011
	s11	geofisica a rifrazione 2011

Tabella 3: - Indagini geofisiche

ZONA	RILIEVI GEOMECCANICI (2011)
STAZIONE VALFONTANABUONA E ROTATORIA DI AVENO	RG3

Tabella 4: - Rilievi geomeccanici

5.2.2 Caratterizzazione geotecnica

Nel seguito i principali parametri geotecnici presenti nell'area.

Copertura (su AMV):

γ_t (kN/m ³)	~19.0 ÷ 20.0
N _{SPT} (colpi/30 cm)	7 ÷ 50
D _r (%)	-
ϕ' (°)	34 ÷ 36
c' (kPa)	0.0
c _u (kPa)	80.0
GSC	~ 1.0
k _o (-)	0.41 ÷ 0.44
k (m/s)	1.0 10 ⁻⁷ ÷ 1.0 10 ⁻⁴
V _s (m/s)	125 ÷ 250
G _o (MPa)	20 ÷ 80
E _o (MPa)	50 ÷ 200
E _{op} (MPa)	10 ÷ 20

Tabella 5: Copertura su AMV - Parametri geotecnici caratteristici

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

GSC = grado di sovraconsolidazione;

c_u = resistenza al taglio non drenata;

c' = intercetta di coesione operativa;

φ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_o = modulo di taglio iniziale;

E_o = modulo di Young iniziale;

E_{op} = modulo elastico operativo;

k = coefficiente di permeabilità

Substrato Roccioso (formazione AMV):

	Matrice lapidea		Ammasso roccioso compatto	Ammasso roccioso fessurato/alterato
γ_t (kN/m ³)	26 ÷ 27	γ_t (kN/m ³)	26 ÷ 27	
σ_c (MPa) (*)	15 ÷ 50	RMR ₈₉ (-)	30 ÷ 45	
I _{s50} (MPa)	1.0 ÷ 4.0	GSI (-)	40	25
σ_c (MPa) (**)	diametrico 25 assiale 95	JRC (-)	4 ÷ 8	
σ_T (MPa)		JCS (MPa)	20 ÷ 28	
E _{t50} (GPa)	12 ÷ 50	k (m/s)	5·10 ⁻⁸ ÷ 5·10 ⁻⁶	
MR (-)	200 ÷ 800	E _d (GPa)	2 ÷ 12	
V _P (m/s)	3400 - 5000	E _u (GPa)	3 ÷ 20	
V _s (m/s)	1800 - 3000	E _{op} D=0.5 (GPa)	1.8 ÷ 2.8	
E _{din} (GPa)	20 ÷ 60	E _{op} D=1.0 (GPa)		0.5 ÷ 1.2
G _{din} (GPa)	9 ÷ 25	c (kPa)	150 ÷ 180 (σ=0.5MPa)	50 ÷ 70 (σ=0.2MPa) 90 ÷ 120 (σ=0.5MPa)
v (-)	0.25	φ (°)	35 (σ=0.5MPa)	30 ÷ 33 (σ=0.2MPa) 25 ÷ 27 (σ=0.5MPa)
m _i (-)	7	m _b (-)	≈ 0.259	≈ 0.114
m _b	0.98	s (-)	≈ 0.0002	≈ 1.90·10 ⁻⁵
s	1.00	a (-)	0.511	0.531
a (-)	0.51	φ _{p,joint} (°), c _{p,joint} (kPa)	29° ÷ 32° 10 ÷ 180	
		φ _{r,joint} (°), c _{r,joint} (kPa)	24° ÷ 30°	

Tabella 6: Parametri AMV

Simbologia:

γ_t	= peso di volume naturale;
s_c (*)	= resistenza compressione monoassiale
s_c (**)	= resistenza compressione monoassiale da prova Point Load ($s_c = 24 \cdot I_{s50}$)
s_T	= resistenza a trazione indiretta (prova brasiliana)
E_{t50}	= modulo di Young tangente
MR	= rapporto di modulo (E_{t50}/s_c)
ν	= rapporto di Poisson
V_P	= velocità di propagazione delle onde di compressione
V_s	= velocità di propagazione delle onde di taglio
E_{din}	= modulo elastico dinamico
G_{din}	= modulo di taglio dinamico
m_i	= coefficiente relativo alla roccia intatta
m_b	= parametro criterio di rottura di Hoek-Brown
s	= parametro criterio di rottura di Hoek-Brown
a	= parametro criterio di rottura di Hoek-Brown
$C_{p,joint}$	= coesione di picco (da prova di taglio su giunto)
$\phi_{p,joint}$	= angolo di attrito di picco (da prova di taglio su giunto)
$C_{r,joint}$	= intercetta di coesione residua (da prova di taglio su giunto)
$\phi_{r,joint}$	= angolo di attrito residuo (da prova di taglio su giunto)
RMR ₈₉	= Rock Mass Rating
GSI	= Geological Strength Index
JRC	= rugosità del giunto
JCS	= resistenza a compressione del giunto
k	= coefficiente di permeabilità da prova Lugeon
E_d	= modulo di deformabilità di carico dell'ammasso (da prova dilatometrica)
E_u	= modulo di scarico (da prova dilatometrica)
E_{UR}	= modulo elastico (da prova dilatometrica)
c	= intercetta di coesione (criterio di rottura di Hoek & Brown)
ϕ	= angolo di attrito (criterio di rottura di Hoek & Brown)
σ	= pressione di confinamento

Materiali di riempimento del rimodellamento morfologico

Il materiale di riempimento saranno realizzati in accordo alle Norme Tecniche d'Appalto (NTA) applicabili ai rilevati autostradali. Saranno costituiti da:

- materiali idonei provenienti dagli scavi riutilizzabili “tal quale”;
- materiali provenienti dagli scavi, resi idonei granulometricamente da apposite operazioni di frantumazione per ridurre la pezzatura massima in accordo a quanto previsto dalle NTA.

Considerata la natura dei materiali e le modalità di posa in opera, per i calcoli geotecnici si potranno utilizzare i parametri geotecnici riportati nella seguente **Tabella 7**.

γ_t (kN/m ³)	19.0
ϕ' (°)	35°
c' (kPa)	0 kPa
E_{op1}	30 MPa
ν' (-)	0.25

Tabella 7: Parametri geotecnici – Riporti

Simbologia:

- γ_t = peso di volume naturale;
 ϕ' = angolo di attrito “operativo”;
 c' = intercetta di coesione “operativa”;
 E_{op1} = modulo di Young “operativo”, riferito alle pressioni efficaci geostatiche, per analisi di fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati;
 ν' = rapporto di Poisson.

Sulla base delle analisi eseguite e della caratterizzazione geotecnica dell'area, nei calcoli sono stati assunti i seguenti parametri caratteristici di resistenza del terreno:

Materiale di rilevato:

- γ_K = 20 KN/m³
 ϕ_k = 35°
 c' = 0 kPa

Materiale di copertura AMV

$$\gamma_K = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi_k = 34^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

AMV alt

$$\gamma_K = 26 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi_k = 30^\circ$$

$$c' = 60 \text{ kPa}$$

Materiale di riempimento

$$\gamma_K = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi_k = 35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

La stratigrafia di calcolo è indicata nelle figure relative alle analisi di stabilità. (vedi per. **XX**)

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Il terreno di fondazione è stato classificato come di Categoria E: “*Depositi di terreni a grana grossa o terreni a grana fina con spessori non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con V_s 800 m/s)*”. La scelta deriva dal fatto che siamo in presenza di un deposito di riempimento caratterizzato da un forte contrasto in termini di rigidità con il substrato sottostante.

6.2 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le verifiche di analisi di stabilità globale sono state condotte considerando:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso / Coefficiente d'uso $IV / C_U = 2.0$

6.3 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

in base a quanto sopra risulta:

- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni
- stato limite ultimo (SLV) 949 anni
- accelerazione massima attesa su suolo rigido 0.139g
- coefficiente topografico (S_T) $T2 \Rightarrow S_T=1.2$
- coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S) $S_S=1.6$
- accelerazione di progetto massima attesa (a_{max}) $a_{max}=0.267$

7. ANALISI DI STABILITÀ

7.1 DESCRIZIONE DEL METODO

Si effettua una verifica di stabilità globale delle opere, ottenendo il coefficiente di sicurezza alla stabilità della parete di scavo attraverso il metodo di Bishop nell'ipotesi di superfici di scivolamento circolari. Il programma utilizzato (SLOPE W) fornisce il coefficiente di sicurezza delle superfici più critiche. Il metodo valuta le condizioni di stabilità di un pendio naturale o di una scarpata artificiale ricercando per tentativi la superficie di scivolamento "critica" (ossia quella a cui compete il coefficiente di sicurezza F_S minimo). Il programma permette il calcolo dei coefficienti di sicurezza di superfici di potenziale scivolamento sia circolari sia di geometria qualsiasi. Nel caso di superfici circolari è possibile definire una griglia al cui interno sono situati i centri delle superfici di scivolamento per le quali si ricerca il coefficiente di sicurezza. In tale maniera è possibile individuare la superficie per la quale si ha il coefficiente di sicurezza minimo.

Le verifiche di stabilità globale del rimodellamento è stata condotta secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2:

- **A2 + M2 + R2**

In accordo a quanto specificato dalle NTC2008.

Tale verifica è svolta mediante un calcolo all'equilibrio limite per mezzo del software Slope/W; tra i metodi di calcolo proposti si è scelto di considerare il metodo di Bishop.

La ricerca delle potenziali superfici di scorrimento viene effettuata imponendo il punto di passaggio per il piede della scapata.

In accordo alla terminologia della normativa (Par. 6.8.2 delle NTC 2008): deve risultare:

$$R_d / E_d \geq \gamma_R \text{ con } \gamma_R = 1.1$$

Le verifiche in condizioni statiche sono state condotte per sezione in configurazione provvisoria (durante le operazioni di riempimento) e in configurazione finale.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte come descritto nell'esempio di calcolo riportato al Par. C7.11.4 del Doc. Rif. [2] la verifica di stabilità globale va condotta mediante il metodo di analisi definito al Par. 7.11.3.5 del Doc. Rif. [1] inerente alla stabilità dei pendii.

Sulla base di quanto definito al Par.7.11.3.5.2 del Doc. Rif. [1], i coefficienti sismici k_h (orizzontale) e k_v (verticale) sono definiti come:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

essendo:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito ($a_{max}=0.207$)

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0.2 < a_{max} (g) < 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_{max} (g) < 0.2$	0.27	0.24
$a_{max} (g) < 0.1$	0.20	0.20

Tabella 8: Coefficiente β_s

Quindi avremo:

STATO LIMITE	T_R	k_h	k_v
	[anni]	[g]	[g]
SLV	949	0.075	± 0.037

Tabella 9: Valori dell'accelerazione equivalente di progetto k_h per le verifiche di stabilità globale

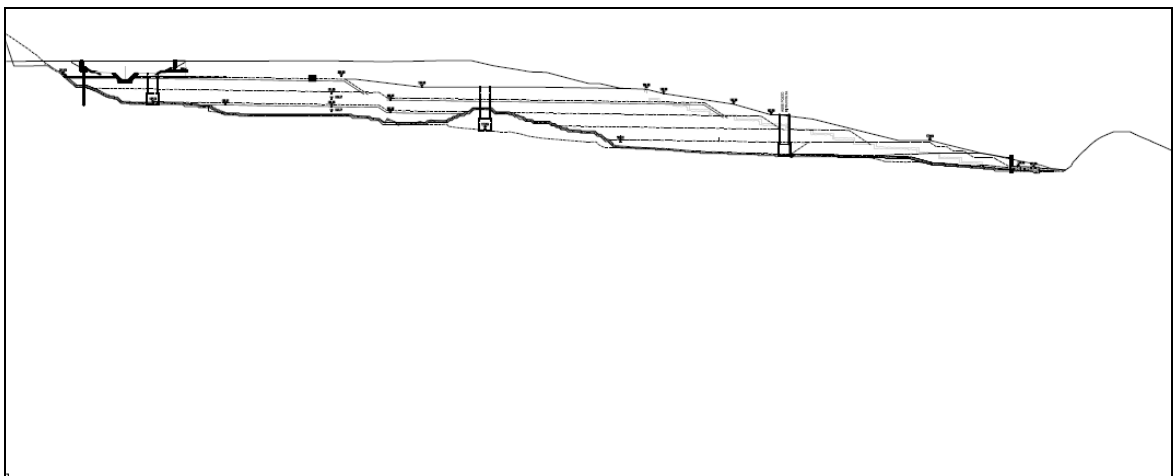
7.2 SEZIONI DI VERIFICA

La morfologia generale dell'area è favorevole a garantire la stabilità globale e locale del riempimento nella sua morfologia finale.

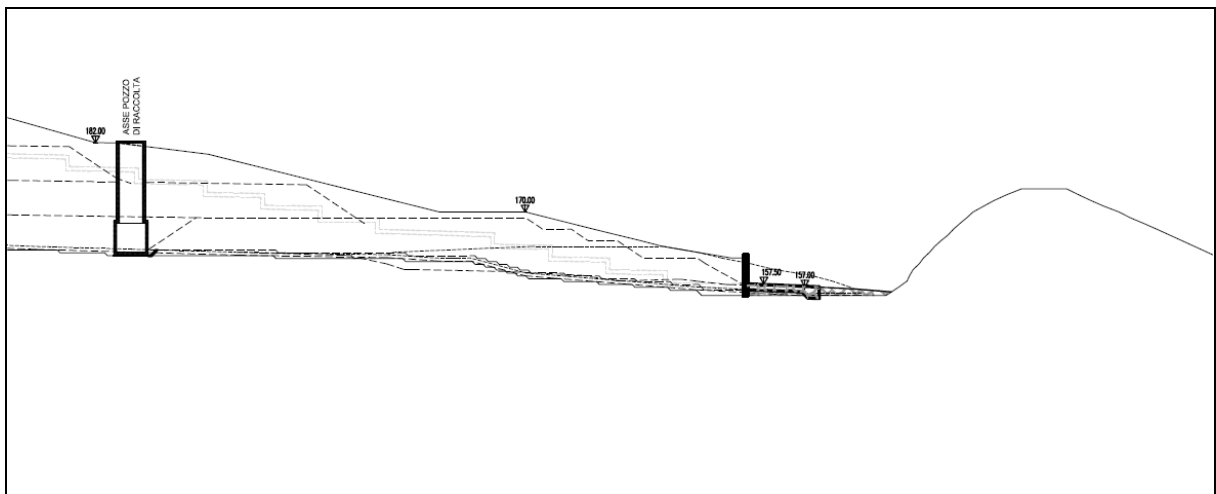
Si riportano nelle figure le sezioni di verifica.

Configurazione finale – Sezione longitudinale

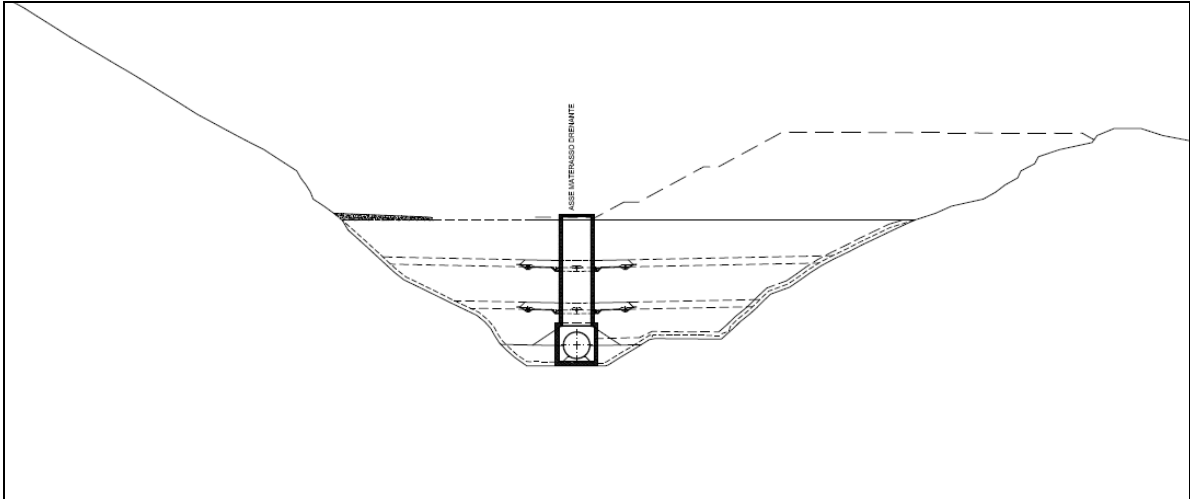
Superficie passante sotto al riempimento



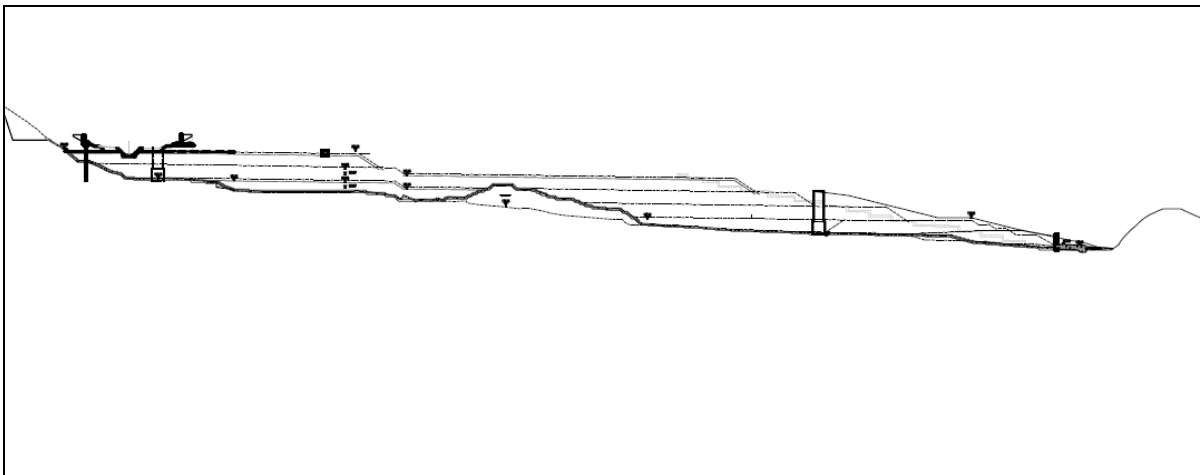
Configurazione finale – Piede del riempimento



Configurazione finale – Rilevato autostradale

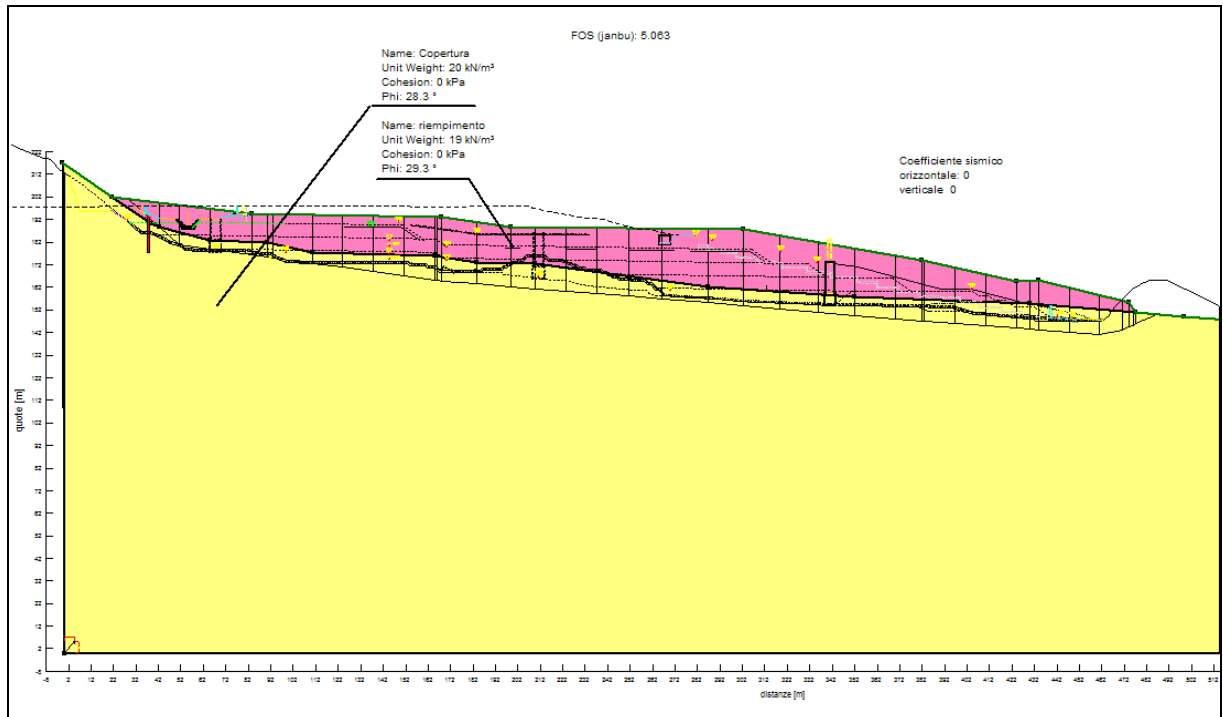


Scarpate provvisorie

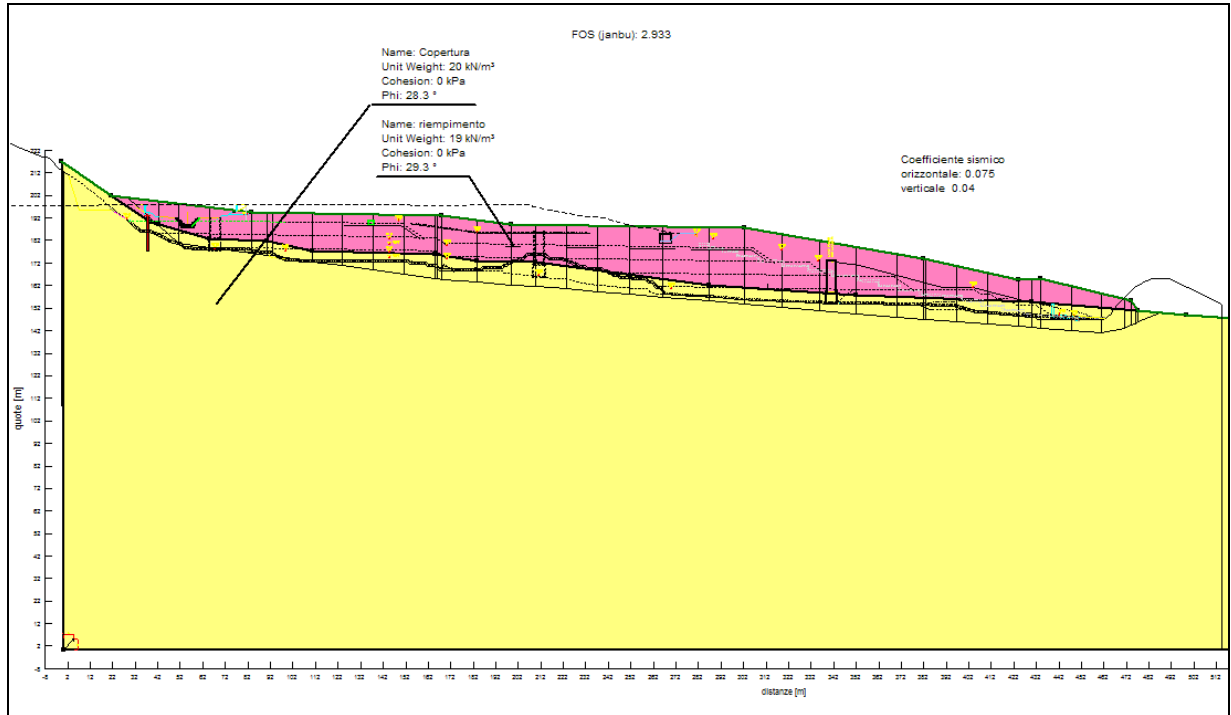


7.3 RISULTATI

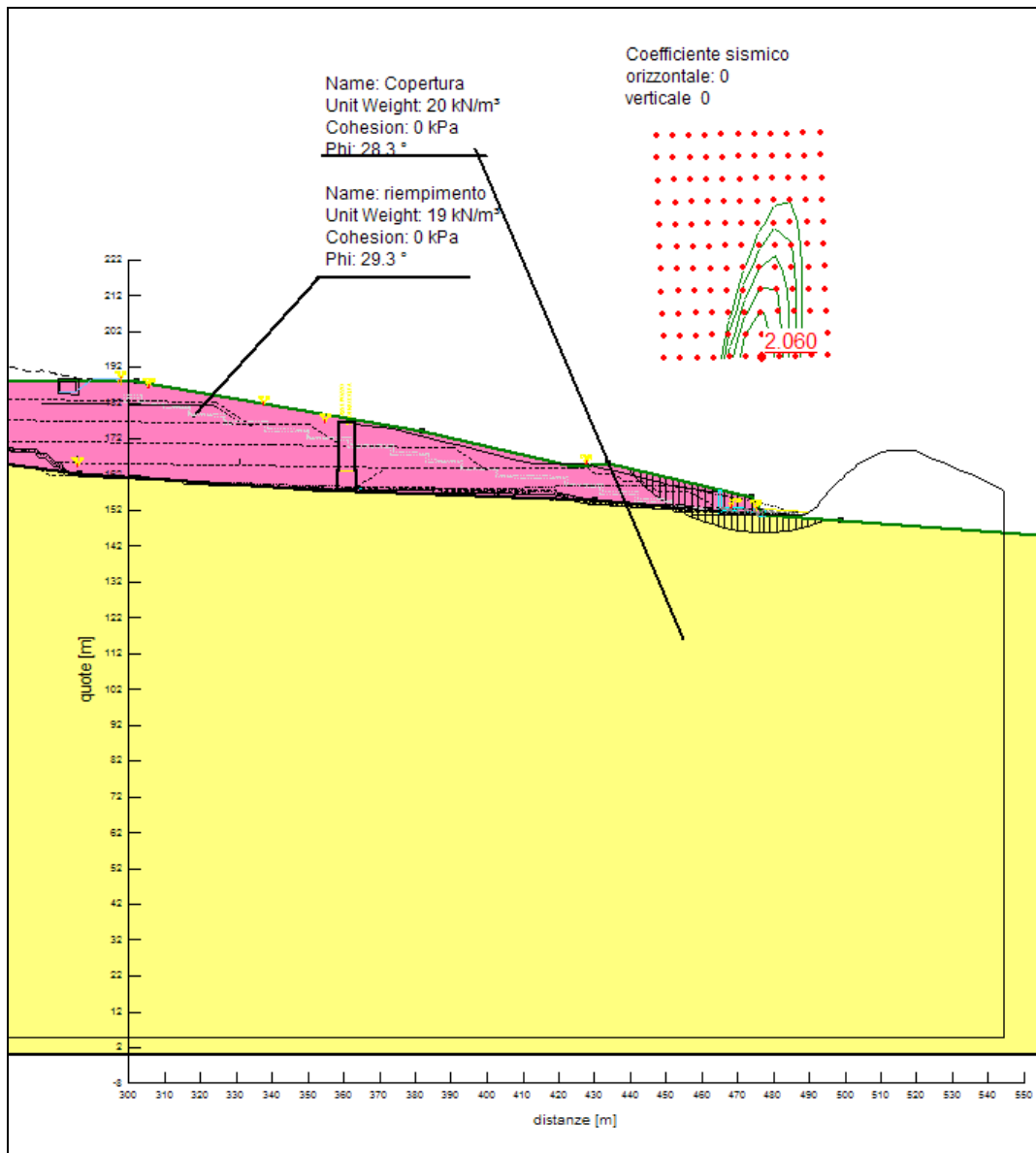
Configurazione finale – Sezione longitudinale (statica) - FS(Janbu)=5.06



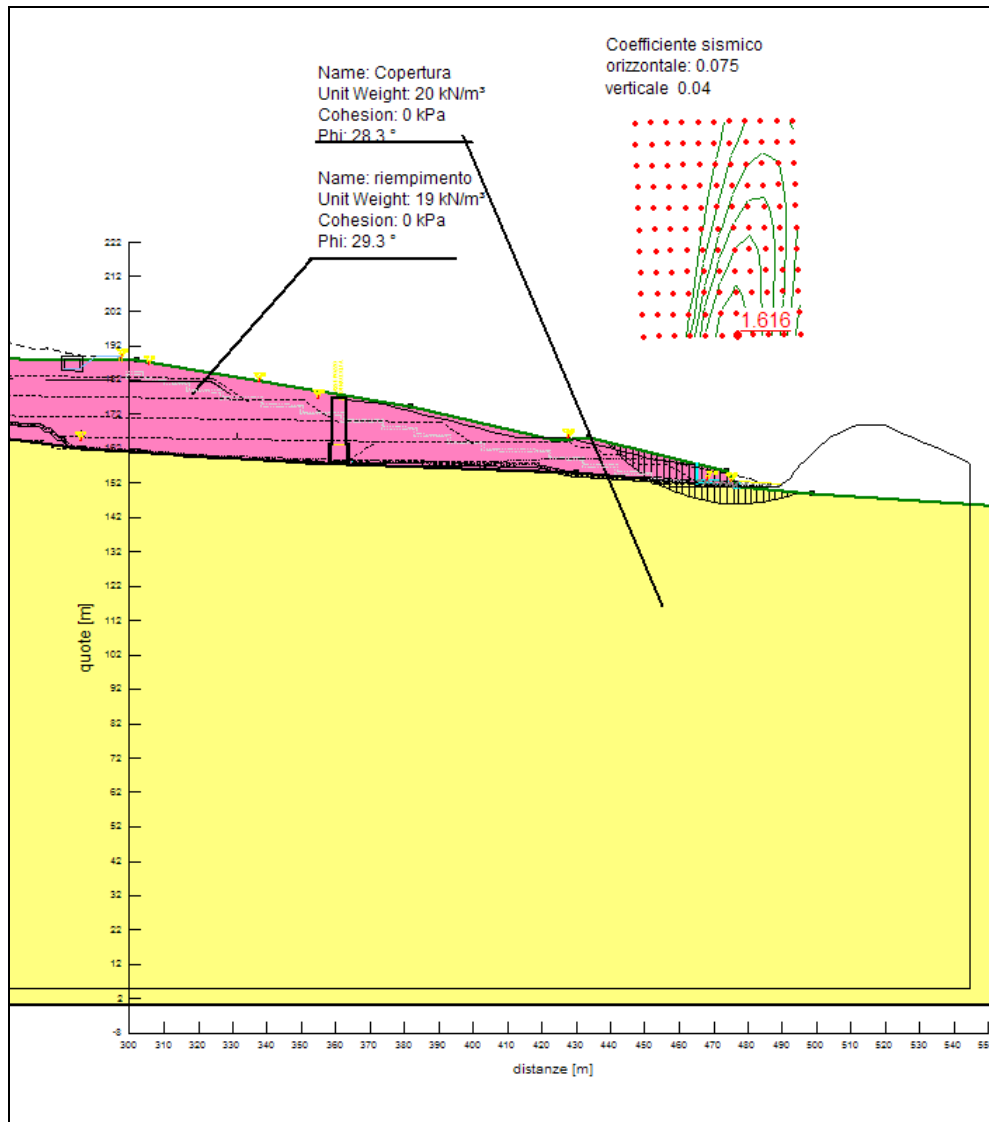
Configurazione finale – Sezione longitudinale (sismica) FS(Janbu)=2.99



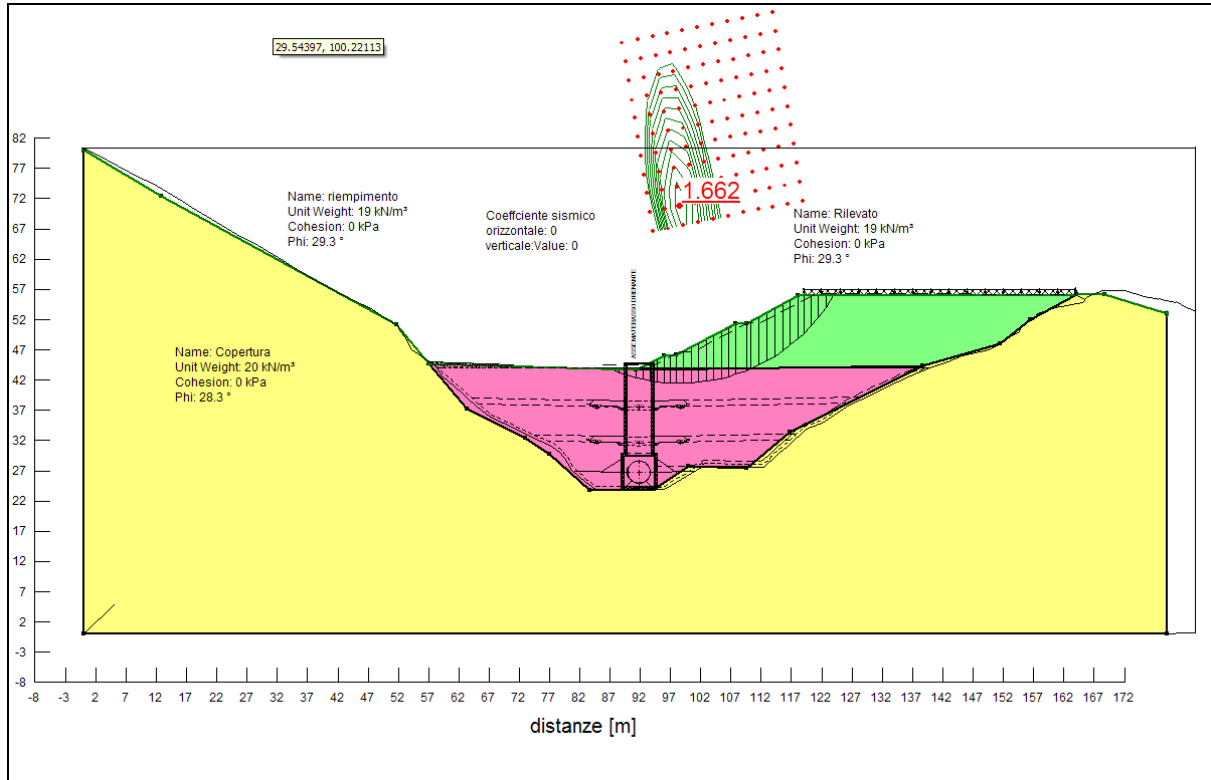
Configurazione finale – Piede del riempimento (statica)



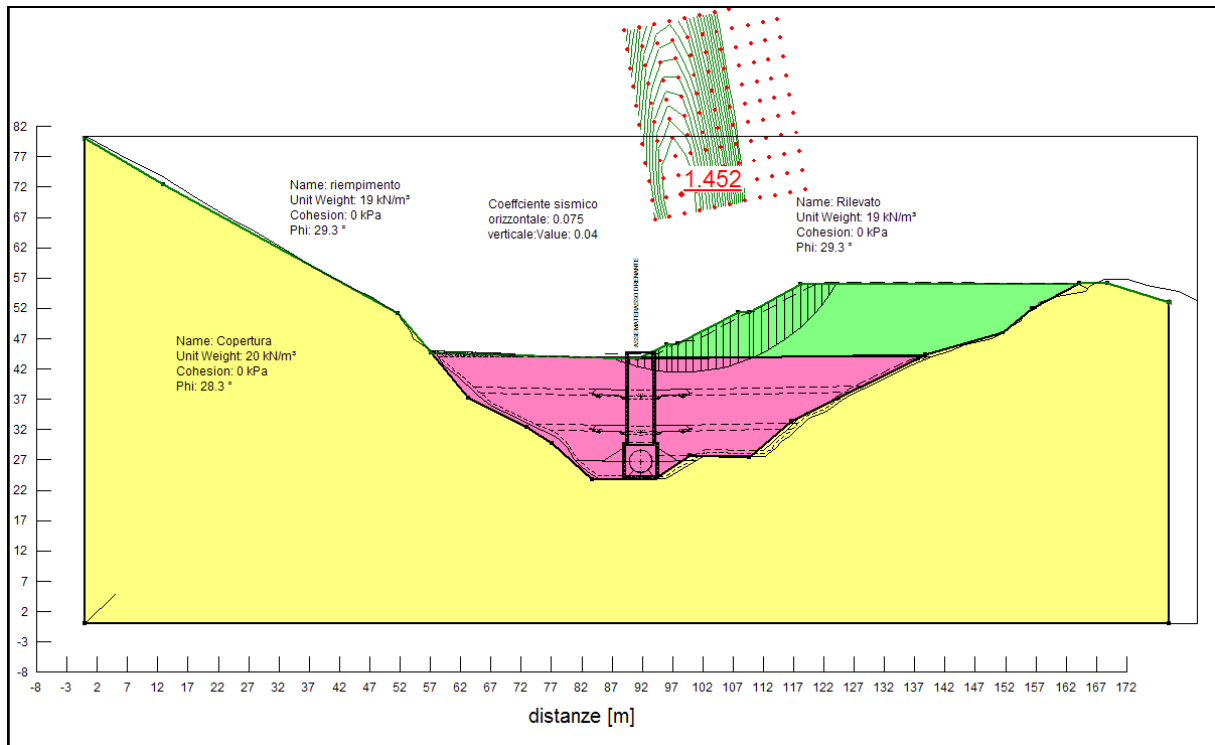
Configurazione finale – Piede del riempimento (sismica)



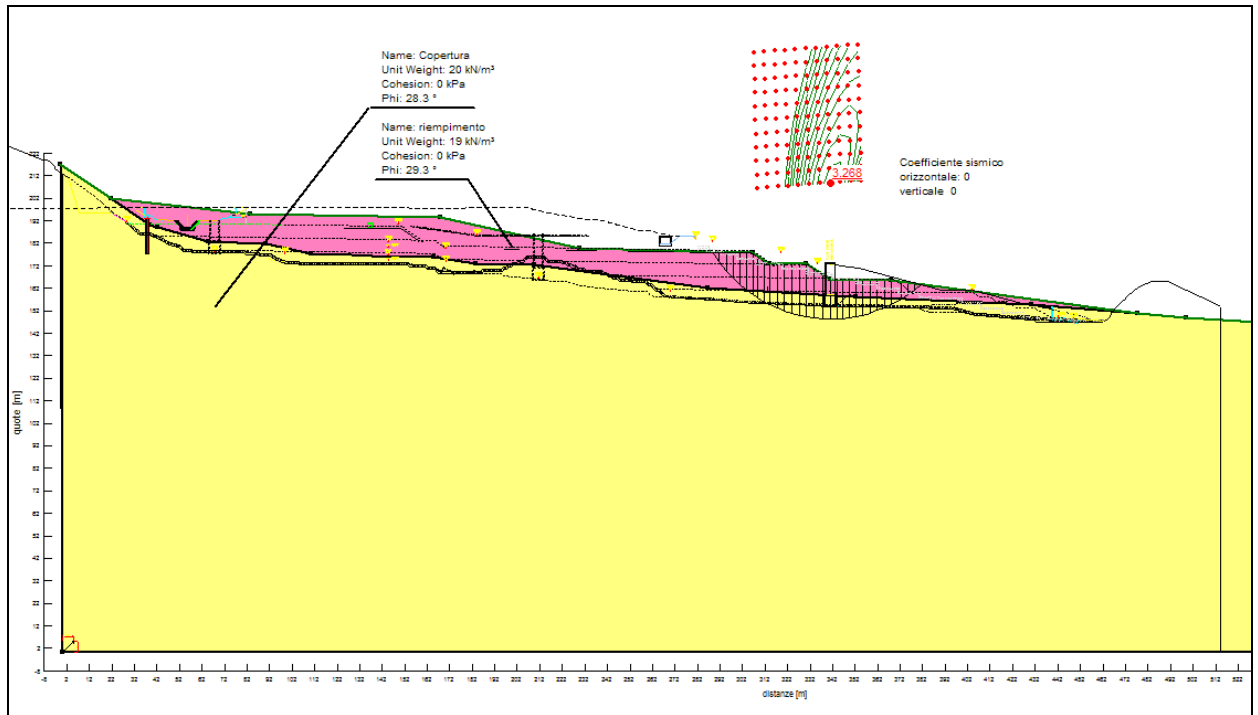
Configurazione finale – Rilevato autostradale (statica)



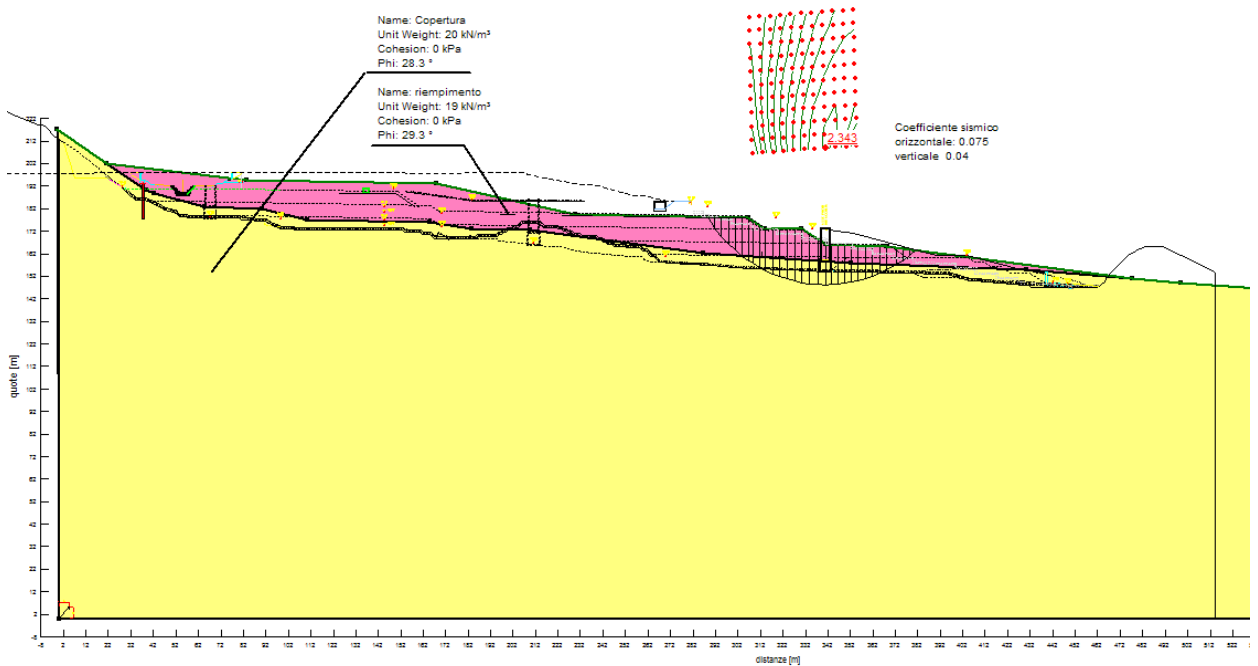
Configurazione finale – Rilevato autostradale (sismica)



Scarpate provvisorie (statica)



Scarpate provvisorie (sismica)



8. CALCOLO DEI CEDIMENTI

Alla luce delle seguenti de:

- la natura dei materiali provenienti dagli scavi e riporti provenienti dalle operazioni di scavo della galleria Fontanabuona;
- il un contesto geologico caratterizzato da condizioni di subaffioramento della Formazione del Monte Antola (AMV)
- il modesto spessore delle coltre (circa 5m).

si ritiene che l'entità dei cedimenti indotti sia prevalentemente dovuta all'assestamento del materiale posto in opera, durante le fasi di coltivazione del rimodellamento morfologico.

9. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE

Si prevedono le seguenti raccomandazioni a caratteri generale:

- le operazioni di messa a dimora del materiale saranno precedute dalle operazioni di preparazione del fondo del piano di posa asportando il materiale della coltre vegetale e regolarizzando il fondo;
- le operazioni di abbancamento sono realizzate partendo dalle quote inferiori del versante procedendo poi verso quote superiori;
- i materiali sono posti a dimora, in funzione della loro granulometria, a valle della frantumazione; nell'ambito dei materiali destinati alla realizzazione del sito di deposito; il materiale è steso in strati successivi dello spessore non superiore a 30cm in accordo ai requisiti delle N.T.A. (vedi **Figura 1** e **Figura 3**);
- per ridurre al minimo l'emissione in atmosfera di polveri da parte del materiale abbancato in cumuli e la lisciviazione da parte delle acque meteoriche, tutti i cumuli e gli stoccaggi temporanei, dovranno essere coperti con teli in LDPE nel caso in cui le circostanze ambientali, quali eccessive piogge o vento, lo richiedessero;
- le operazioni di riempimento dovranno essere precedute dalla regimazione provvisoria delle asta idraulica presente; tale regimazione, provvisoria durante la realizzazione, diverrà, a lavori ultimati lo scarico di fondo dell'area di deposito (**Figura 3** e **Figura 4**);
- durante le operazioni di abbancamento è prevista la realizzazione di un sistema di trincee drenanti e di un materasso drenante; le trincee sono realizzate durante le differenti fasi secondo gli schemi indicati nelle tavole allegate al progetto, che, comunque, potrà essere variato in funzione delle esigenze di cantierizzazione (**Figura 4**);
- nella **Figura 2** sono riportati i fusi granulometrici del materiale drenante utilizzato e nella le caratteristiche dei materiali;
- il nucleo di valle del rilevato di base è costituito da materiale drenante con granulometria assortita, steso, per strati successivi, con spessori non superiori a 50cm e avvolto da teli di tessuto non tessuto di opportuna grammatura; la compattazione sarà effettuata a partire da uno strato di materiale granulare dello spessore di 30cm steso al di sopra del telo tessuto non tessuto e il grado di densità da raggiungere dovrà essere determinato da prove preliminari secondo modalità indicate nelle N.T.A. (vedi schema **Figura 5**);







	1	Materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3, stesi in strati dello spessore non superiore a 50cm e posti in opera in accordo ai requisiti delle NTA
	1a	Materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3, stesi in strati dello spessore non superiore a 30cm e posti in opera in accordo ai requisiti delle NTA
	2	Materiali provenienti dagli scavi delle lavorazioni all'aperto e in sotterraneo stesi in strati dello spessore non superiore a 30cm e posti in opera in accordo ai requisiti delle NTA
	D1	Misto di fiume o frantumato da cava con funzione drenante, con granulometria assortita da 2mm a 50mm, steso in strati dello spessore non superiore a 30cm e posto in opera in accordo ai requisiti dell'appendice alle NTA
	D2	Misto di fiume o frantumato da cava con funzione drenante, pulito ed esente da materiali organici e coesivi, con granulometria assortita da mm 50 a mm 300, steso in strati dello spessore non superiore a 60cm e posti in opera in accordo ai requisiti dell'appendice alle NTA.
		Terreno vegetale di ricoprimento sp. 30/50cm

Figura 1 – Caratteristiche e tipologie dei materiali di riempimento

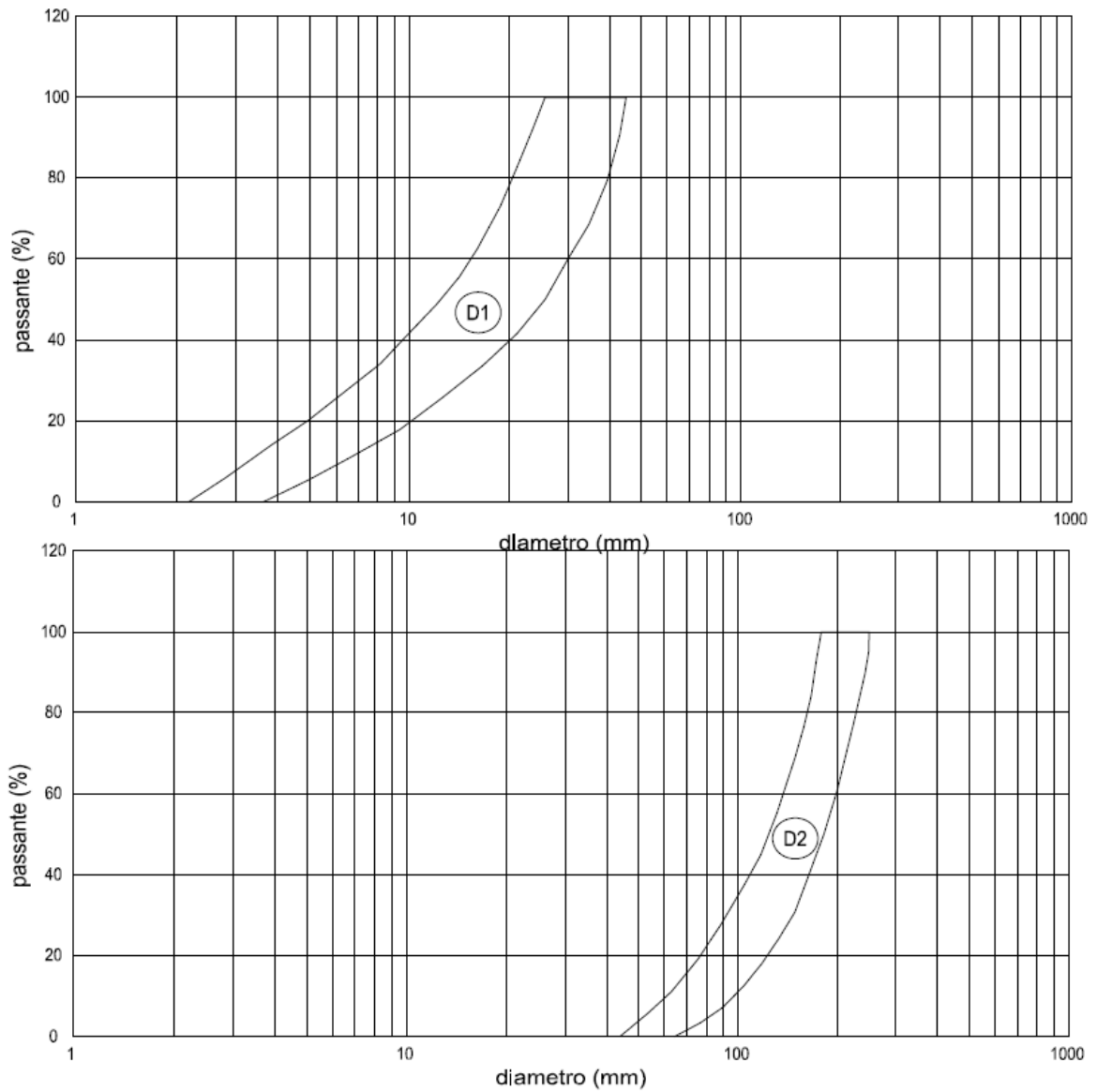


Figura 2 – Fuso granulometrico di materiale drenante

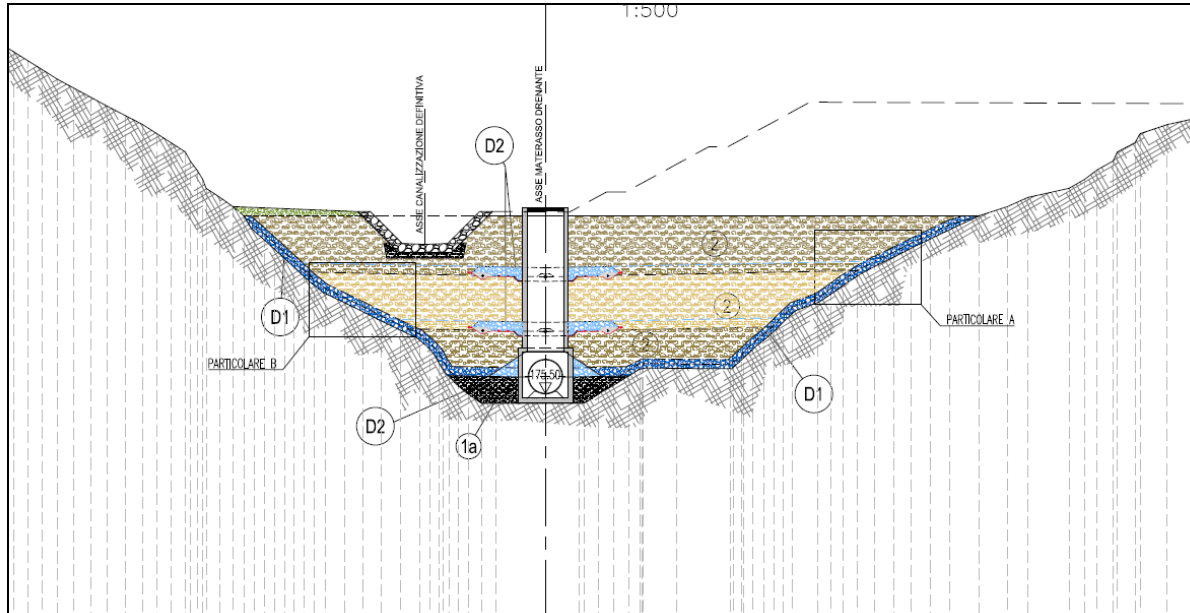


Figura 3 – Sezione tipo

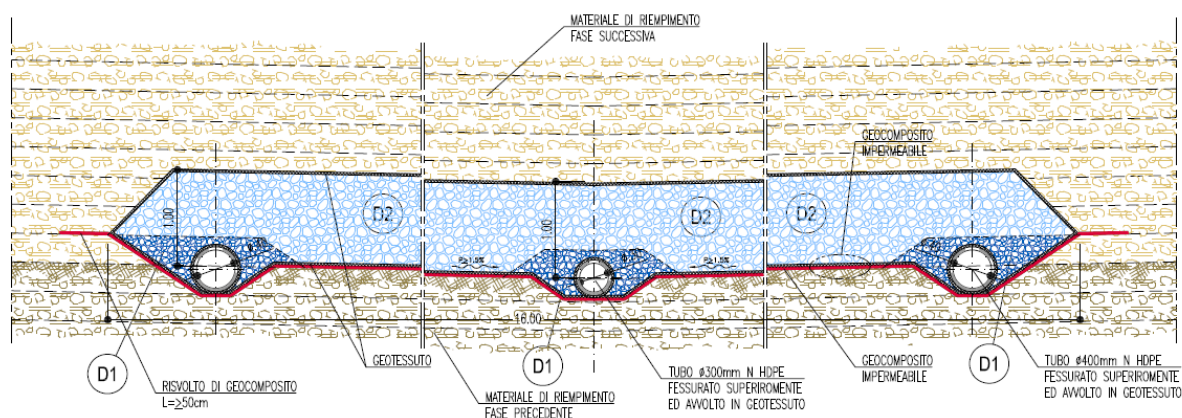
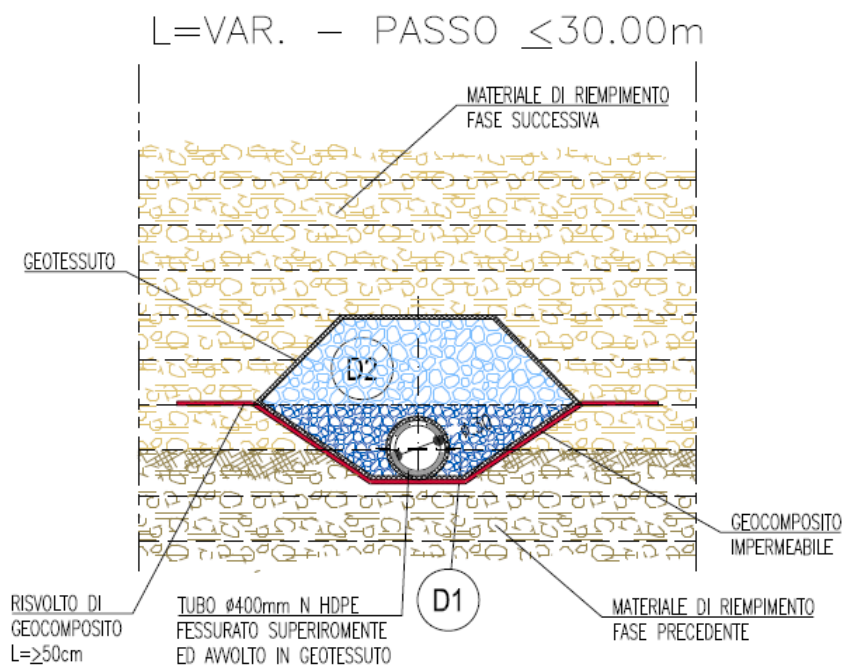


Figura 4 – Particolare trincea e materasso drenante

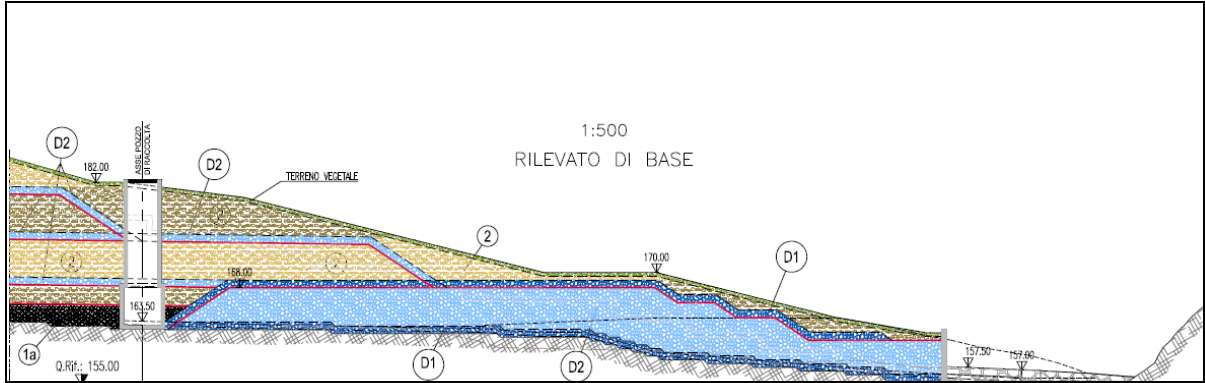


Figura 5 – Particolare nucleo di valle del riempimento

10.FASI ESECUTIVE

Si riportano di seguito le principali fasi esecutive delle lavorazioni necessarie alla realizzazione del rimodellamento morfologico. Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati al progetto.

Fase 1 – Realizzazione del nucleo di valle: argine unghia drenante e vasca idraulica di fondo

Fase 2 - Esecuzione del manufatto idraulico di fondo

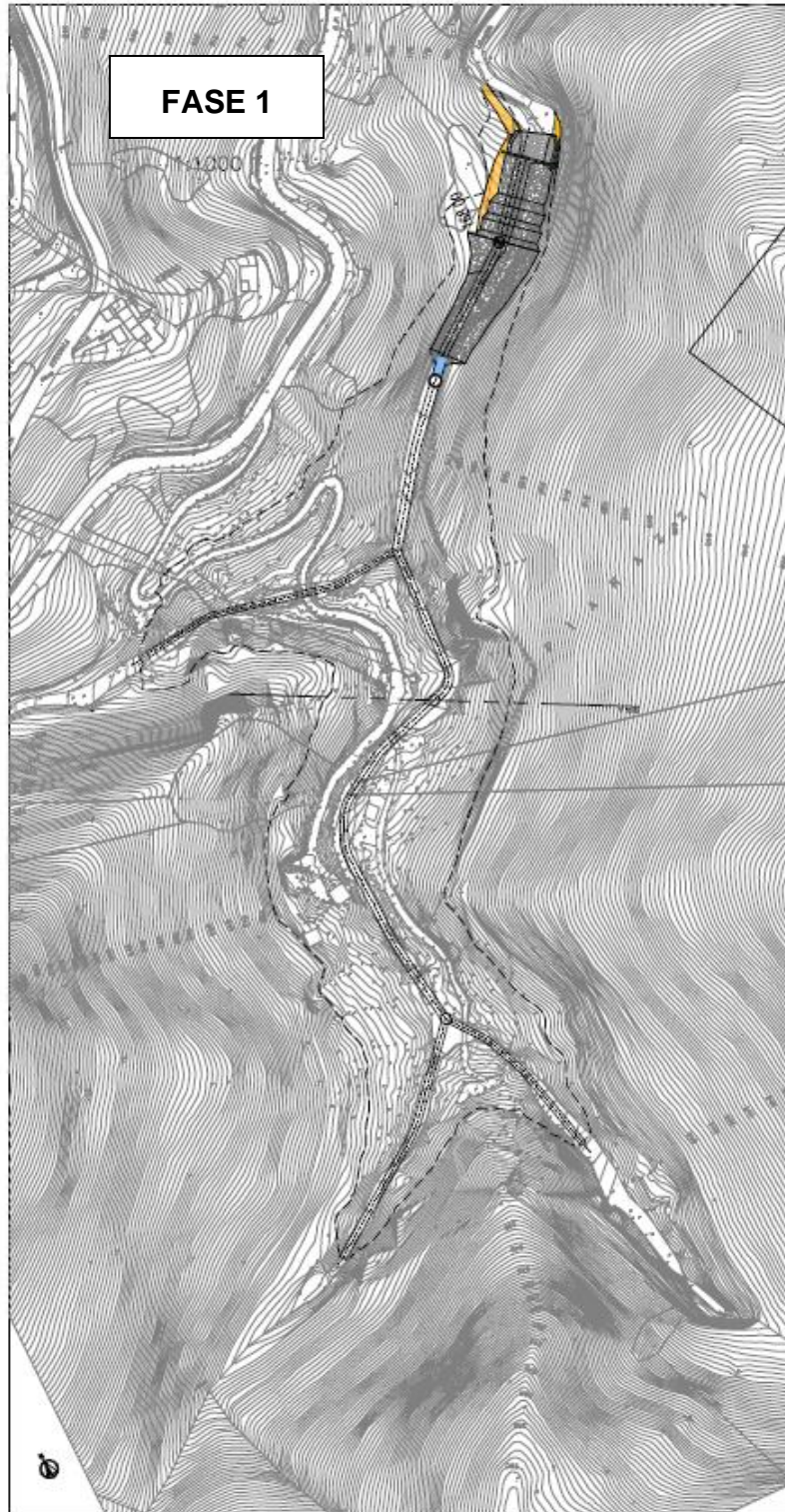
Fase 3 – Riempimento sino a quota 174m circa e completamento del manufatto idraulico di fondo

Fase 4 – Riempimento per successivi abbancamenti sino a quota 185m, prevedendo la realizzazione del sistema di raccolta e gestione delle acque superficiali costituito da trincee drenanti e materasso drenante

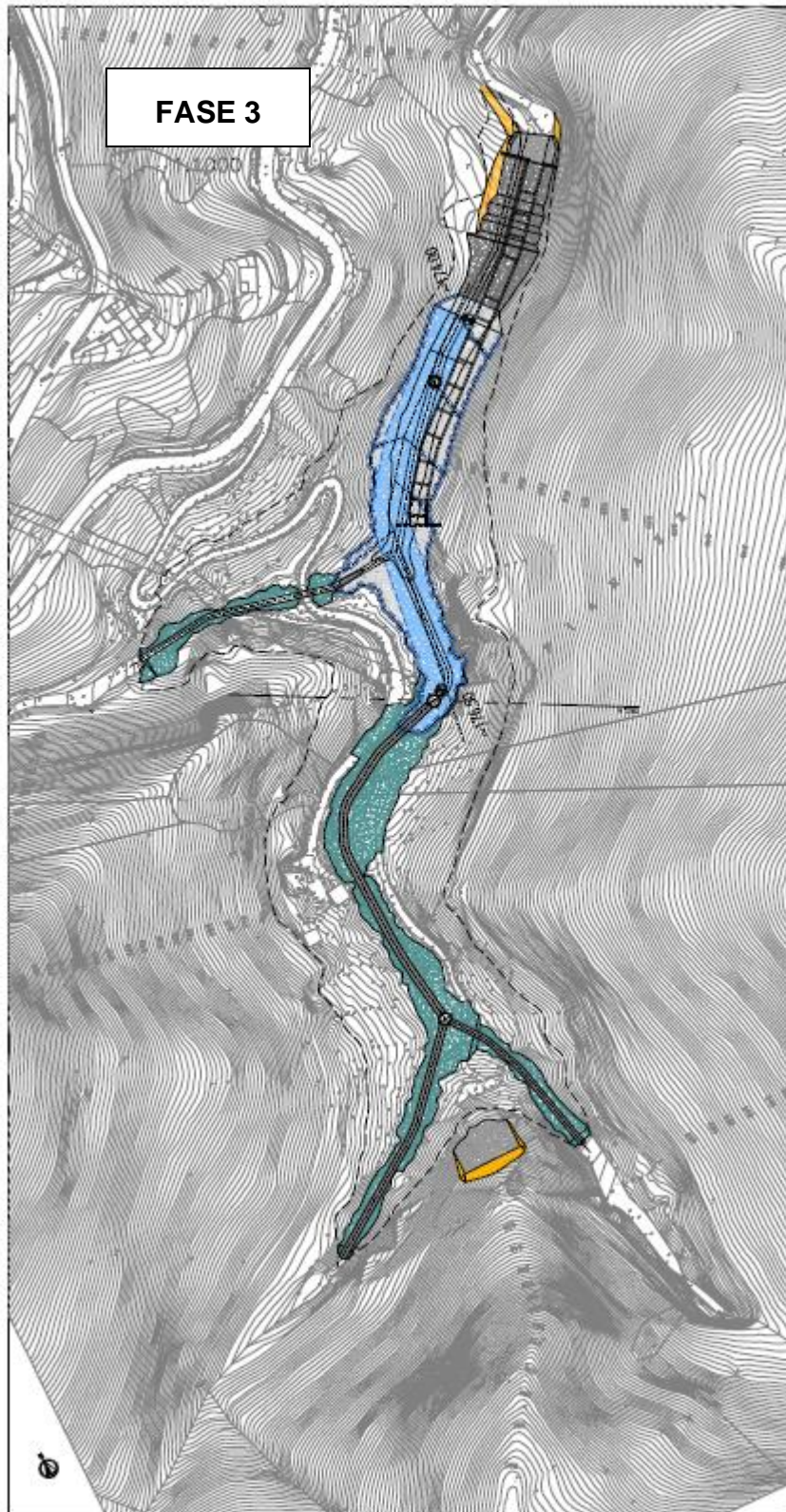
Fase 5 - Riempimento per successivi abbancamenti sino alle quote 187÷192m, prevedendo la realizzazione del sistema di raccolta e gestione delle acque superficiali costituito da trincee drenanti e materasso drenante

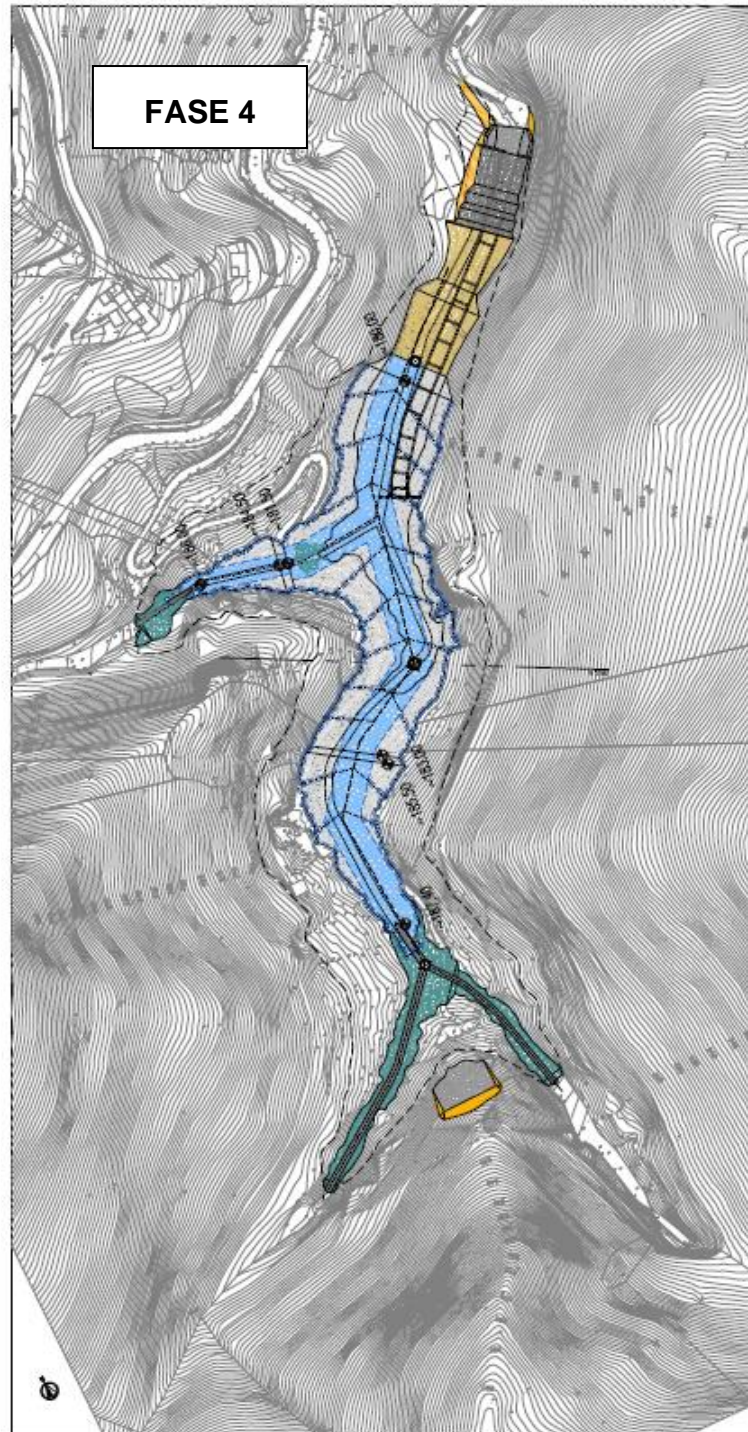
Fase 6 - Riempimento per successivi abbancamenti sino alla quota finale di progetto

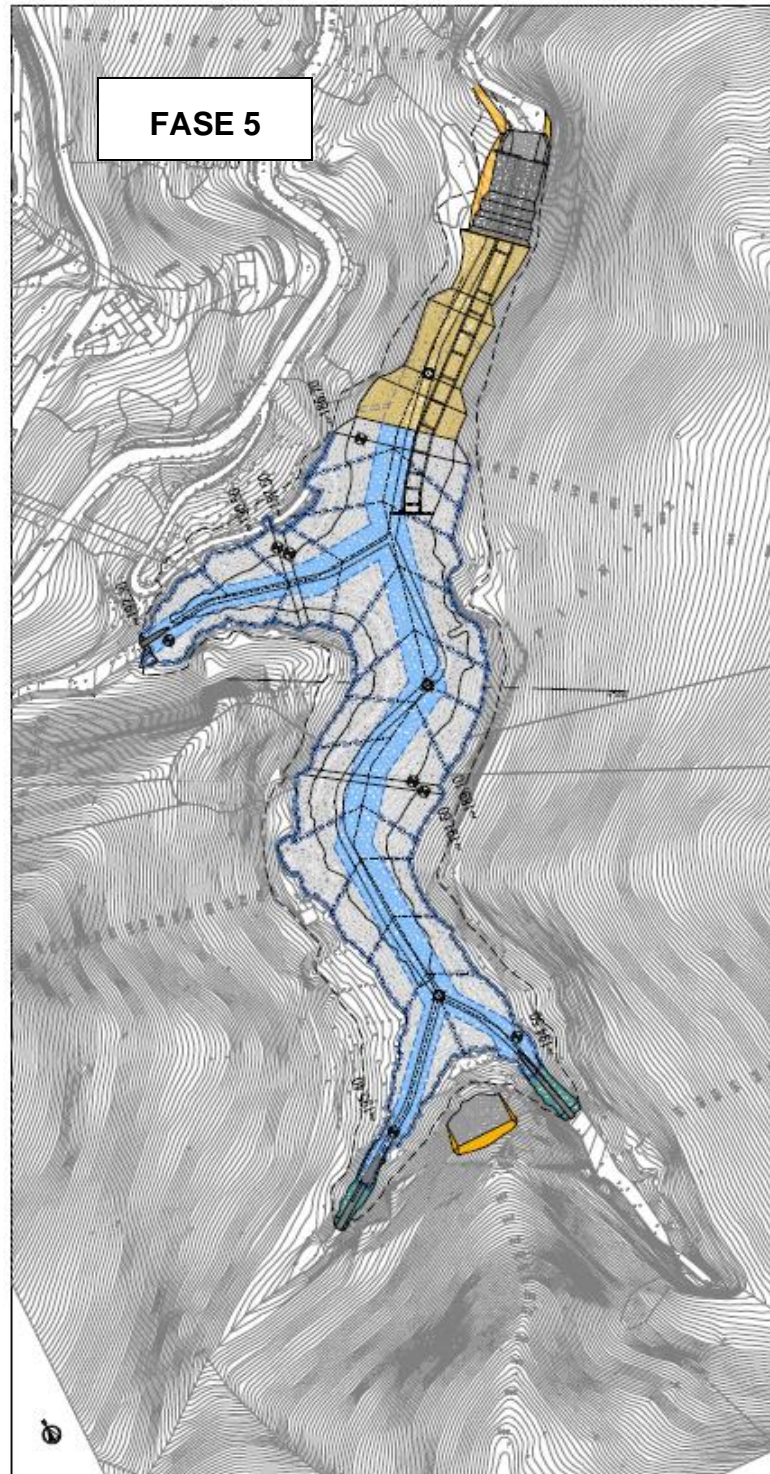
Fase 7 – Completamento della rimodellamento morfologico con al realizzazione del piazzale di stazione, e il manufatto idraulico finale di superficie.

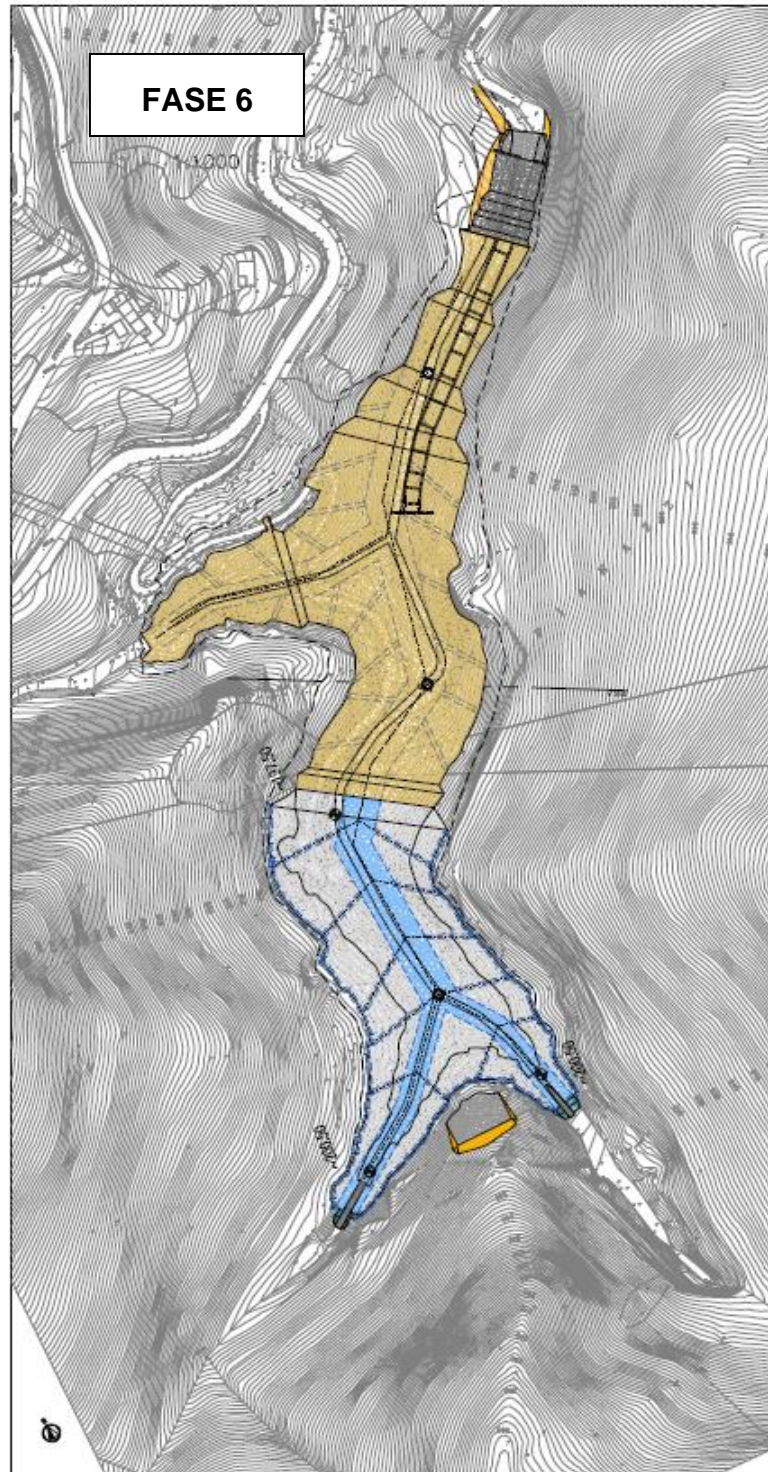


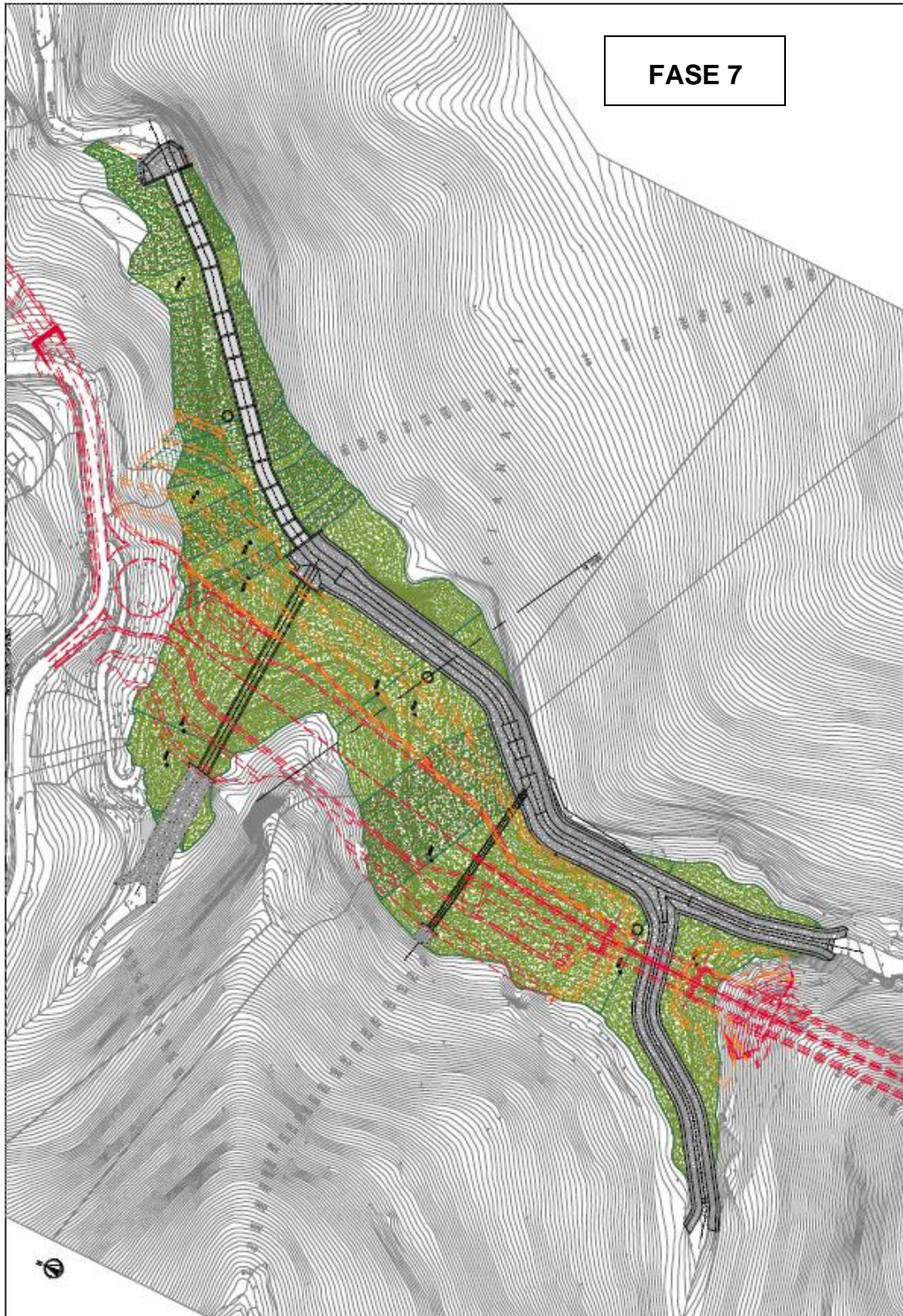












11. MONITORAGGIO GEOTECNICO

È prevista l'istallazione di 8 verticali (L=40m) attrezzate per misure estensimetriche incrementali tipo "INCREX". La cui posizione verrà decisa in sede di inizio lavori in accordo con la Direzione Lavori.