

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

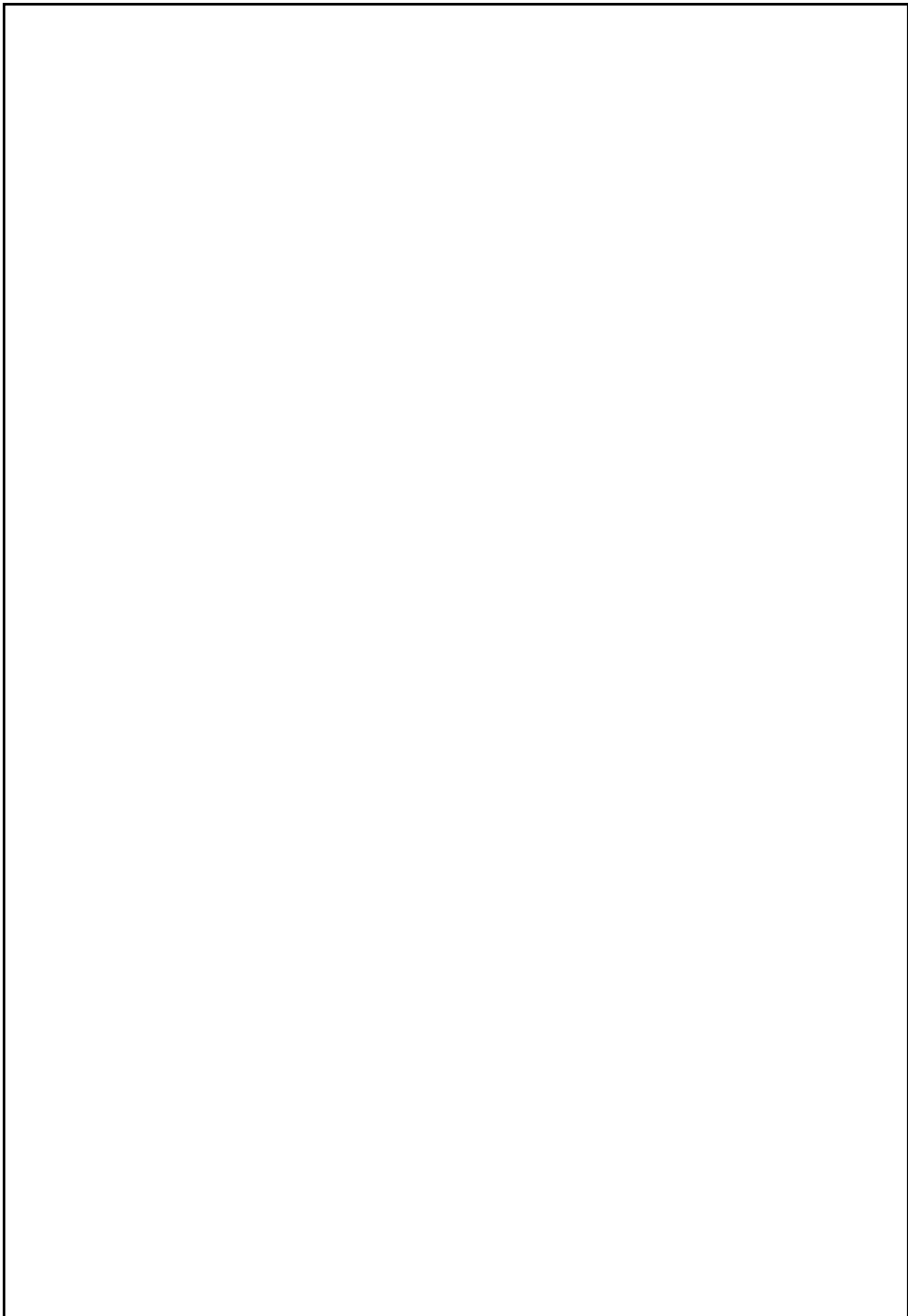
**DEPOSITO INTERMEDIO CASTAGNOLA
RELAZIONE TECNICA**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing.P.P.Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R O	D P P B 0 0	0 0 1	B

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	COCIV	15/07/2013	COCIV	15/07/2013	A. Palomba	19/07/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
B00	Revisione generale	PYRAMID	23/07/2014	COCIV	23/07/2014	A. Palomba	23/07/2014	

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RO-DPPB-00-001-B00
-----------	---------------------------------------



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-00-E-CV-RO-CA-28-0-1-001-B00
Relazione generale

Foglio
3 di 27

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica	Foglio 4 di 27

INDICE

INDICE.....		4
1. PREMESSA		6
2. IL SITO DI INTERVENTO.....		7
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....		9
4. VERIFICA IDRAULICA.....		11
4.1. Regimazione acque Rio di versante.....		11
4.2. Regimazione acque superficiali del deposito.....		13
4.3. Vasche di dissabbiamento e disoleazione.....		16
5. VERIFICHE DI STABILITA'		17
5.1. Descrizione dell'algoritmo		17
5.2. Ricerca delle superfici di scorrimento.....		19
5.3. Risultati dell'analisi.....		21
6.....		25
6. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI DEL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE		25

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00
Relazione tecnica

Foglio
5 di 27

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica</p>	<p>Foglio 6 di 27</p>

1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce al deposito intermedio di Castagnola, finalizzato a stoccare il materiale di smarino proveniente dallo scavo della Finestra Castagnola.

Il volume massimo disponibile per l'accumulo intermedio di materiale è pari a circa 3.000 mc.

2. IL SITO DI INTERVENTO

Il sito di intervento è ubicato lungo il tratto di strada, compreso tra la S.P. 163 della Castagnola, nel tratto che collega gli abitati di Voltaggio e di Borgo Fornari, e i nuovi cantieri COP2 e CSP1, in Comune di Voltaggio, Provincia di Alessandria, in sponda sinistra orografica al Torrente Traversa.

Nella seguente figura su base CTR della Regione Piemonte e nella successiva ripresa aerofotografica si evidenzia l'area in oggetto.

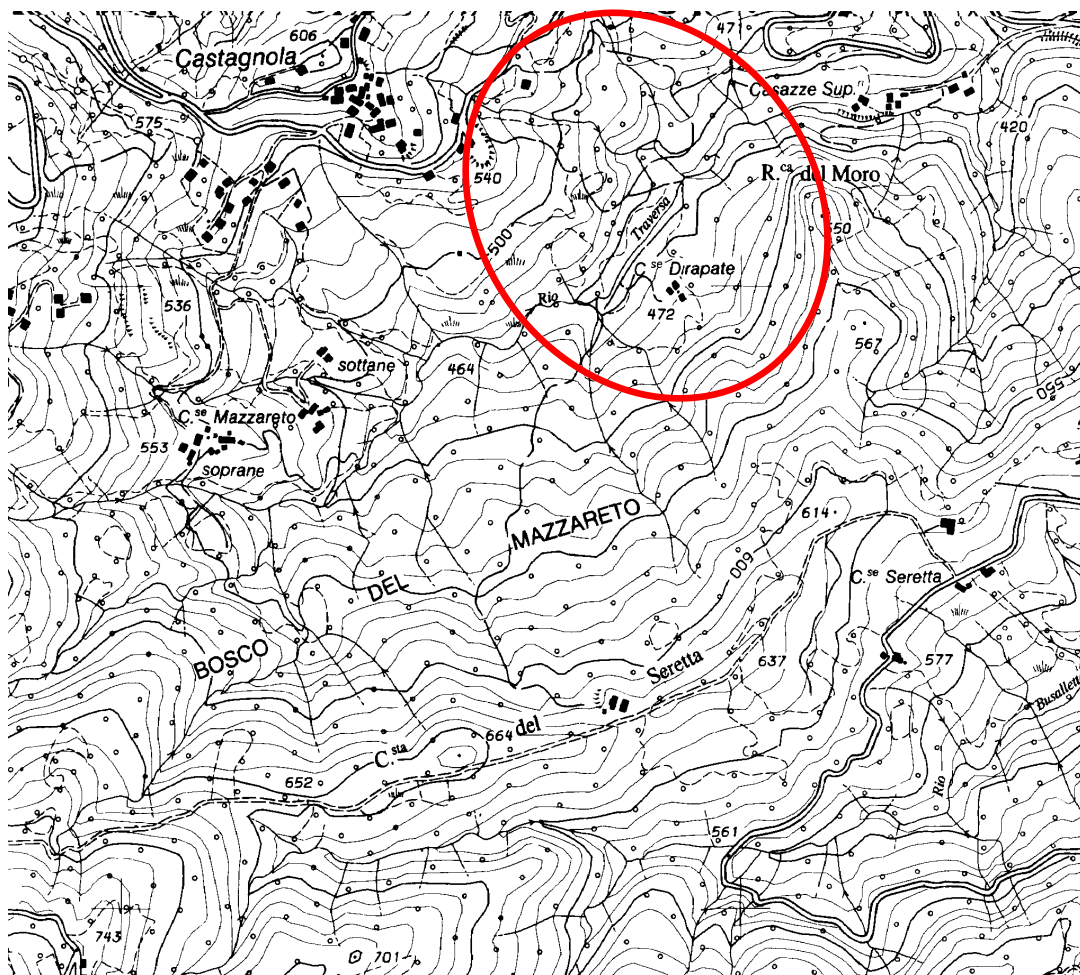


Figura 1 – Localizzazione del sito di intervento su base CTR della Regione Piemonte



Figura 2 – Ripresa aerofotografica dell'area di deposito intermedio del materiale

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Le attività in oggetto prevedono un terrapieno intermedio della capacità utile pari a circa 3.000mc.

L'area, atta ad ospitare l'intervento, si sviluppa a sud della S.P.163, tra la S.P.7 (a est) e la frazione Castagnola (a ovest), sulla sponda sinistra del Torrente Traversa, con una morfologia del terreno sub-pianeggiante, con altezze variabili da circa 448 m s.l.m. a circa 444 m s.l.m.

Il terrapieno intermedio si sviluppa parallelamente al Torrente, da Sud-Ovest verso Nord-Est occupando una superficie totale di circa 1250 mq.

Le scarpate laterali hanno un'inclinazione di circa 33.5°, sviluppandosi su due livelli differenti, con banchine di m. 1,50 circa.

Altimetricamente, le quote non sono costanti sui vari livelli, a causa di una degradazione del terreno nella zona nord del sito. Ogni livello ha un'altezza di 2,5m, ad esclusione del primo, che risulta essere di circa 1.5 m.

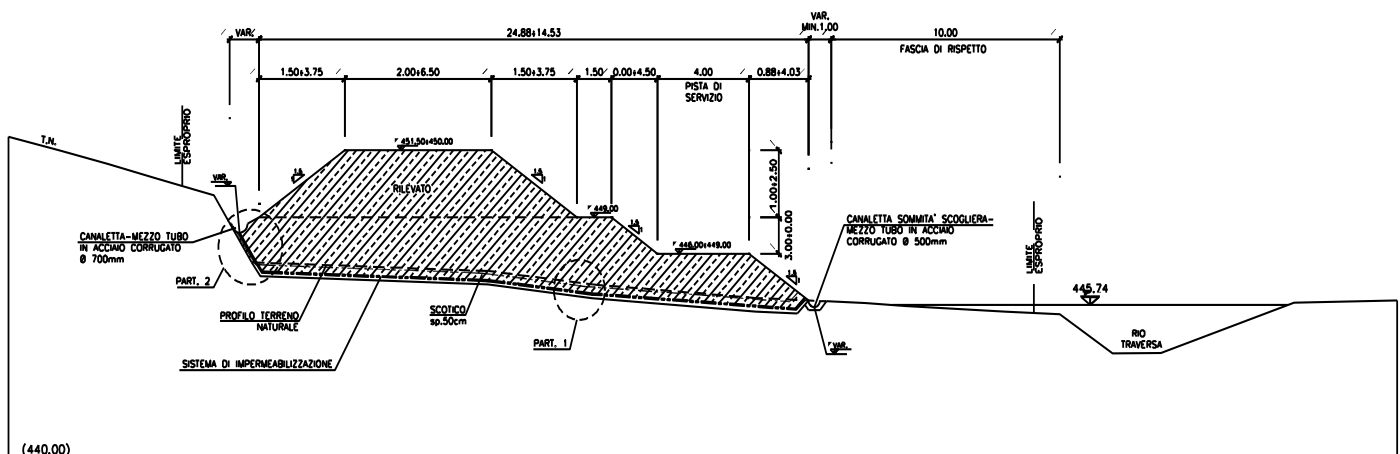


Figura 3 – Sezione tipo Terrapieno

Al fine di consentire la coltivazione del terrapieno, è stata inserita una pista di larghezza 4m, sul lato Sud-Est parallelamente al Torrente Traversa, in corrispondenza del primo livello di banchina.

E' stato studiato un collegamento con la viabilità esistente a nord, con relativo accessi al sito; ogni accesso sarà realizzato con apposita rampa di adeguata pendenza, per agevolare il transito dei mezzi operativi.

Prima della messa in opera del materiale si provvederà ad uno scotico di 50cm dell'intera area e sullo scavo sarà predisposto un sistema di impermeabilizzazione costituito da un doppio strato di geotessile 400gr/mq con interposta geomembrana in Pead sp.2 mm.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica	Foglio 10 di 27

Lo strato di impermeabilizzazione è stato previsto perché il materiale di smarino costituente il deposito in questione potrebbe eventualmente contenere tracce di idrocarburi o altre sostanze inquinanti, non avendo ancora subito processo di caratterizzazione.

Il complesso delle opere idrauliche relative alle opere in oggetto, comprende la realizzazione di due rami di raccolta acque, che andranno a raccordarsi nell'opera di restituzione al ricettore naturale, nel caso specifico il torrente Traversa.

I due rami saranno realizzati da canalette perimetrali ubicate come da planimetria di progetto e il loro andamento plano-altimetrico garantirà lo scarico delle acque meteoriche al recapito finale.

Lungo il tracciato, verranno inseriti dei pozzetti in cls prefabbricati, sia per agevolare a livello idraulico i campi di direzione delle canalette, sia, nella situazione di ingresso al campo, di permettere il sottopassaggio della pista tramite tubo in pvc. Gli stessi pozzetti avranno anche funzione dissipatrice.

Entrambe, convoglieranno in un pozzetto, adeguatamente dimensionato con scarico in due vasche di dissabbiamento e disoleazione posizionate in serie che hanno lo scopo di eliminare le eventuali particelle in sospensione e di separare oli e idrocarburi. Successivamente le acque così trattate saranno restituite al Torrente Traversa.

A monte del deposito verrà raccolta e convogliata al torrente anche l'acqua proveniente da un'incisione a Sud-Ovest tramite un canale trapezio in terra 80cm x 80 cm, come descritto nel successivo capitolo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica	Foglio 11 di 27

4. VERIFICA IDRAULICA

4.1. Regimazione acque Rio di versante

Oggetto del presente capitolo è il dimensionamento idraulico dei sistemi di drenaggio superficiale dell'abbancamento intermedio di Castagnola.

Dalla planimetria si nota come nella zona ovest sia presente un'incisione la cui portata è stata calcolata e regimata come di seguito descritto.

Per il bacino oggetto di studio sono stati utilizzati i valori di pioggia della curva di probabilità pluviometrica (rif. doc. "IG51-01-E-CV-RH-NV22-00-001-B00.doc" "VIABILITÀ DI ACCESSO AL CANTIERE COP2 CASTAGNOLA" – Relazione Idrologica), per un periodo di ritorno pari a 200 anni, espressa nella forma $h = 82.72 \cdot t^{0.432}$.

In generale per i bacini con superficie inferiore a 10 km^2 si è assunto un valore minimo per il tempo di corrvazione pari a 15 minuti.

Nel caso in esame è stato adottato a favore di sicurezza un valore del coefficiente di deflusso medio pari a 0.8 per tutti i bacini considerati.

Nella figura seguente si identifica il bacino considerato per il Rio suddetto.

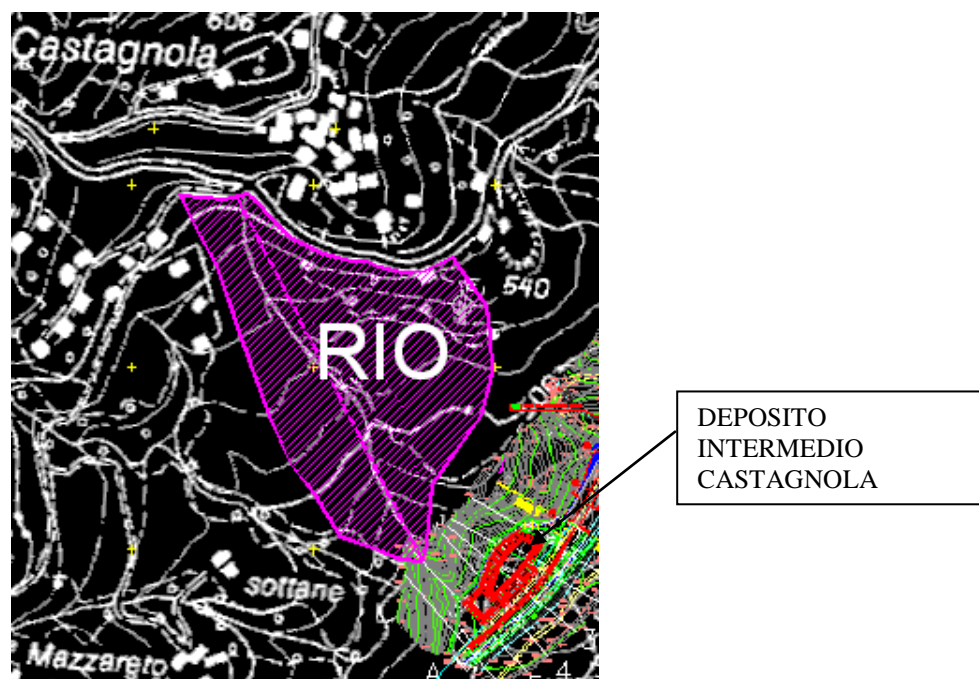


Fig.4.1-individuazione del bacino considerato per il Rio

L'area individuata per il bacino in esame è risultata essere pari a:

$$S_{\text{Rio}} = 18.440 \text{ m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica	Foglio 12 di 27

La determinazione della portata del Rio, è stata effettuata mediante la formula:

$$Q = \frac{\phi \cdot i \cdot S}{360}$$

dove:

Q = la portata al colmo di piena [m³/s]

S = superficie del bacino (ha);

ϕ = coefficiente di deflusso in piena del bacino valutato in base a considerazioni derivanti dalla conoscenza diretta del bacino e dalle indicazioni di letteratura; nel caso in esame è stato adottato a favore di sicurezza un valore del coefficiente di deflusso medio pari a 0.8;

h = altezza massima di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm);

i = intensità di precipitazione (mm/ora).

La portata risulta quindi pari a:

$$Q = \frac{0.8 \cdot \left(82.72 \cdot \left(\frac{15}{60} \right)^{0.432-1} \right) \cdot 1.844}{360} = 0.75 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Alla confluenza del Rio con il piano sub-orizzontale appena a monte del deposito è prevista una sistemazione in massi cementati con funzione dissipativa, da cui si origina un canale rettangolare trapezoidale in terra di dimensioni 80cm (base minore) x 80cm (H) con pendenza sponde 1/1 fino allo scarico nel Rio Traversa, di cui si riporta qui di seguito la verifica con la pendenza pari a p=0.8%, secondo la formula di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

k_s = coefficiente di scabrezza secondo Strickler (35 m^{1/3}/s);

i_f = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

B = contorno bagnato della sezione.

Per la portata di progetto di 0,75 m³/s la profondità di moto uniforme risulta pari a 0,45m e la velocità media risulta pari a 1,32 m/s; il franco idraulico rispetto alla quota delle sponde è pari a 0,35m.

Il rapporto di riempimento è pari a circa 44%.

Il canale è, pertanto, verificato.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica

Foglio
13 di 27

4.2. Regimazione acque superficiali del deposito

La regimazione idraulica delle acque del deposito viene effettuata mediante una serie di canalette semicircolari in cls. La canaletta più a valle, prima di raggiungere il recapito finale (Rio Traversa), attraversa due vasche di dissabbiamento e disoleazione posizionate in serie che permettono il deposito dei solidi sospesi e la separazione di oli e idrocarburi, il tutto come riportato negli elaborati grafici di progetto.

Facendo riferimento alla “Relazione idraulica di abbancamento” (doc.” IG51-01-E-CV-RI-DP04-00-002-B00.doc”) nell’ambito della Riqualficazione Ambientale Val Lemme, che si trova nelle vicinanze del sito intermedio in oggetto, si è dimensionato il sistema di raccolta delle acque di precipitazione che insistono sul deposito medesimo.

Nella suddetta relazione sono stati calcolati i parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica per piogge di durata inferiore all’ora con $T_r = 20$ anni ottenendo i seguenti valori:

$$a = 63.48 \text{ mm}$$

$$n = 0.5779$$

La determinazione delle portate al colmo, insistenti sui vari tratti della rete di drenaggio in progetto, è stata effettuata mediante il metodo cinematico, secondo la formula:

$$Q = \frac{\phi \cdot i \cdot S}{360}$$

dove:

Q = la portata al colmo di piena [m^3/s]

S = superficie del bacino (ha);

ϕ = coefficiente di deflusso in piena del bacino valutato in base a considerazioni derivanti dalla conoscenza diretta del bacino e dalle indicazioni di letteratura; nel caso in esame è stato adottato a favore di sicurezza un valore del coefficiente di deflusso medio pari a 0.8;

h = altezza massima di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm);

i = intensità di precipitazione (mm/ora).

Il metodo scelto per il progetto dei manufatti di scolo del deposito in oggetto è quello definito cinematico lineare, più comunemente chiamato metodo della corrivazione.

Le canalette previste sono di sezione semicircolare $\varnothing 700$ (canaletta a monte deposito) e semicircolare $\varnothing 500$ (canaletta valle deposito) in cls. La canaletta a monte del deposito raccoglierà anche l’acqua proveniente dal piccolo versante posto a monte, come indicato nella figura successiva.

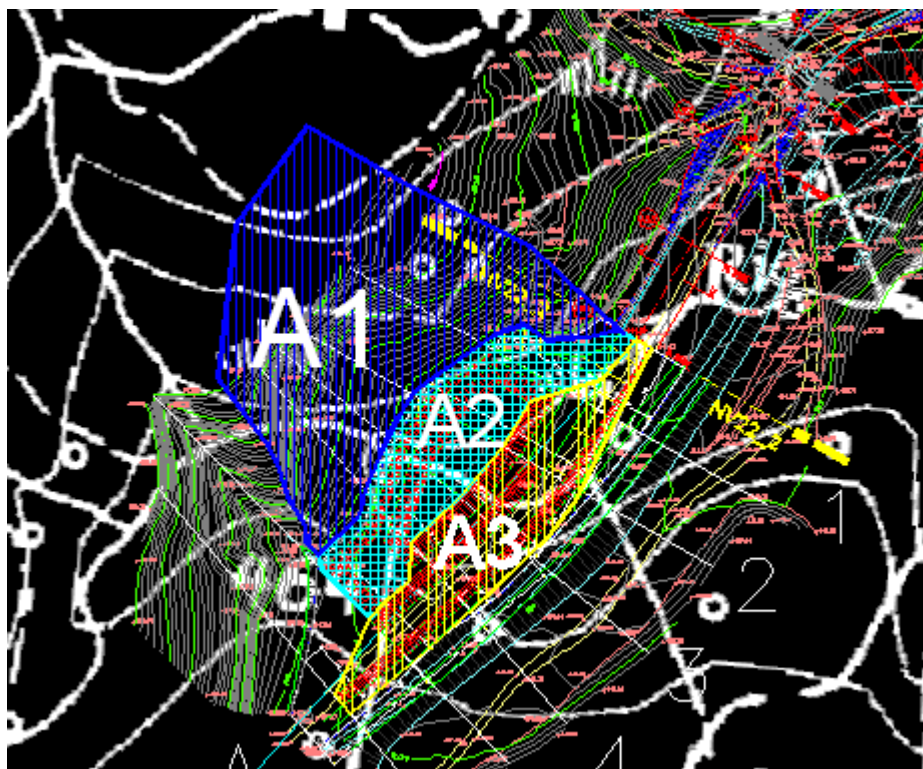


Fig.4.2-individuazione aree idrauliche sottese dalle canalette deposito

Le dimensioni delle aree individuate risultano:

$$A1 = 2.790 \text{ m}^2$$

$$A2 = 1.080 \text{ m}^2$$

$$A3 = 1.120 \text{ m}^2$$

La canaletta di monte MTØ700 raccoglierà le acque delle aree A1+A2.

La canaletta di valle MTØ500 raccoglierà le acque dell'area A3.

Date le condizioni di sezione costante e pendenza del fondo variabile, il deflusso lungo le canalette di raccolta posizionate al piede del deposito è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formula di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

k_s = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

i_f = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione tecnica	Foglio 15 di 27

B = contorno bagnato della sezione.

Le canalette previste sono in cls. Il coefficiente di scabrezza è stato assunto cautelativamente pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

In ultima analisi, prima di raggiungere il recapito finale, l'intera portata idrica attraverserà due vasche di dissabbiamento e disoleazione posizionate in serie per permettere la sedimentazione del materiale solido e la separazione di oli e idrocarburi, il tutto come riportato negli elaborati grafici di progetto.

Si riporta di seguito la "Tabella 4.1" di dimensionamento e verifica delle canalette in questione.

I parametri riportati sono:

- Speco - diametro tubazione;
- Tr - tempo di accesso alla rete;
- Tp - tempo di rete;
- Tc - tempo di corrivazione;
- L - lunghezza del tratto considerato;
- Ac - area drenata cui è associato il relativo coefficiente di deflusso;
- I - intensità di precipitazione;
- u - coeff. udometrico;
- i - pendenza longitudinale;
- Q - portata defluente;
- h - altezza di moto;
- v - velocità di scorrimento;
- φ - coefficiente di riempimento

Tutti i sistemi di drenaggio previsti sono stati progettati considerando un franco idraulico minimo di 10 cm, rispetto al livello relativo alla portata con tempo di ritorno 20 anni.

tratto	Elementi propri					Risultati iterazione					Pendenza i (%)	Parametri idraulici				
	Lungh. tronco [m]	Tr [s]	A c. $\phi=0.8$	A tot. [ha]	A rid. [ha]	Tp [s]	Tc [s]	I [mm/h]	Q [m3/s]	u [l/s*ha]		Speco [acciaio corrug.]	h [m]	v [m/s]	ϕ [%]	franco [cm]
canal. Monte	60.0	300	0.387	0.387	0.310	66.0	366.0	171.1	0.118	305	1.00	MT Ø700	0.19	1.38	54	0.16
canal. Valle	50.0	300	0.112	0.112	0.090	54.0	354.0	168.4	0.034	378	0.70	MT Ø500	0.12	0.88	48	0.13

Tab.4.1-dimensionamento e verifica delle canalette

4.3. Vasche di dissabbiamento e disoleazione

Per quanto riguarda il materiale di smarino costituente il deposito in questione, in fase progettuale si considera la condizione più critica ovvero che lo stesso, non avendo ancora subito processo di caratterizzazione, possa eventualmente contenere tracce di idrocarburi o altre sostanze inquinanti. A tal fine, ossia per evitare che tali sostanze raggiungano direttamente il recettore finale, si posizionerà una vasca di dissabbiamento e di disoleazione all'inizio della pista di servizio che raccoglierà, tramite apposita canaletta, le possibili acque di infiltrazione del solo deposito smarino che raggiungono per percolazione la geomembrana in PEAD.

Area deposito interessata da fenomeno filtrazione:

$$A_{filtr} = 1.250 \text{ m}^2$$

Facendo riferimento alle formulazioni sopra riportate e considerando un coefficiente di deflusso pari a $\phi = 1 - 0.8 = 0.2$ e un $t = 1$ ora si ottiene una portata pari a:

$$Q_{FILTR} = \frac{\phi \cdot i \cdot S}{360} = 4.5 \text{ l/s}$$

Per cui dai cataloghi reperibili in commercio si può collocare una vasca di dimensioni pari a :

Portata lt/sec	Volume totale (mc)	Dimensioni esterne Disoleatore (cm)		
		A Larg.	B Lung.	H Altezza
8	4,9	175	240	150

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 17 di 27

Al fine di affinare il fenomeno del deposito solido e della disoleazione si suggerisce l'accoppiamento di due vasche, il tutto come meglio riportato negli elaborati grafici di progetto.

5. VERIFICHE DI STABILITA'

E' stata analizzata la sezione tipo.

L'analisi di stabilità globale è stata eseguita utilizzando il programma Stabilità dei Pendii prodotto da GeoStru, il programma è in grado di fornire una soluzione generale ai problemi bidimensionali di stabilità dei pendii, analizzando superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

L'approccio utilizzato è del tipo all'equilibrio limite e rappresenta una variante del metodo Bishop. Il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla stabilità del versante viene condotto ripartendo in conci verticali il corpo di scorrimento potenziale ed assumendo orizzontali le forze di interfaccia tra i conci verticali.

GeoStru è programmato per tener conto dei terreni variamente stratificati, dell'eventuale falda idrica, della presenza di pressioni neutre diverse dalle idrostatiche e di sollecitazioni sismiche con il metodo pseudostatico.

Quest'ultimo rappresenta gli effetti del sisma con una forza di inerzia orizzontale pari al prodotto del peso del terreno individuato dalla superficie di scorrimento considerata per il coefficiente di intensità sismica.

5.1. Descrizione dell'algoritmo

La risoluzione di un problema richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicate. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 18 di 27

al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico. Quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica), da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*)

Di seguito viene discusso il metodo dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;

$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione; delle N_i

$(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 19 di 27

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che N_j sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$F_V = 0, M_0 = 0$: Criterio di rottura.

$$F = \frac{\sum \{c \times b + (W - u \times b + \Delta X) \times \tan \varphi\} \times \frac{\sec \alpha}{1 + \tan \alpha \times \tan \varphi / F}}{\sum W \times \sin \alpha}$$

I valori di F e di X per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $X=0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

5.2. Ricerca delle superfici di scorrimento

Il programma esamina superfici di scorrimento di forma qualsiasi, con numerose opzioni per l'individuazione di quella critica.

Invero un algoritmo di generazione può ricercare in modo automatico un numero richiesto di superfici con caratteristiche predeterminate o, in alternativa, consente l'esame di una prefissata superficie singola.

Nel caso attuale lo studio è stato svolto utilizzando superfici circolari.

GENERAL CONTRACTOR  Consortio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 20 di 27

Il programma prevede che si assegnino gli intervalli di inizio e di termine dei cerchi ed esplora la fascia da essi individuata, generando un numero prefissato di superfici di tentativo.

In questo studio ogni condizione è stata esaminata mediante cento superfici, rappresentando graficamente le dieci più critiche.

Valutazione dell'azione sismica

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

e **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito; g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 21 di 27

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
 S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$T_1(S_T = 1.0)$ $T_2(S_T = 1.20)$ $T_3(S_T = 1.20)$ $T_4(S_T = 1.40)$.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

5.3. Risultati dell'analisi

Le verifiche di sicurezza per i materiali sciolti e fronti di scavo secondo il D.M. 2008 devono rispettare la condizione della tabella 6.2.1 ($\gamma_R > 1.1$), le seguenti verifiche sono state eseguite secondo l'approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2).

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

=====	
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata

Per le verifiche di stabilità sono stati utilizzati i seguenti parametri geotecnici forniti dalla committenza :

- **Materiale di abbancamento :**

$\phi_i=40^\circ$ $c=0.01$ kg/cmq **Gamma= 2300 kg/mc**



- **Materiale in sito su cui si appoggia il rilevato**

$\phi_i=30^\circ$ $c=0$ kg/cmq **Gamma= 1800 kg/mc**



Caso 1: Sezione 4-4

Il coefficiente di sicurezza più basso è risultato essere pari a:

$F_s = 1.15$ è maggiore del minimo richiesto dal D.M. 14/01/2008 ($F.S. > 1.1$ *).

- *Il coefficiente di sicurezza pari a 1.1 corrisponde al coefficiente riduttivo γ_R da applicare alle resistenze di progetto (tab. 6.8.1 del D.M. 14/01/2008).*

Sintesi calcolo

Superfici calcolate	210
Valore minimo di F_s	1.15
Valore max di F_s	9.42

Ricalcola

Xc	Yc	Rc	Fs
10.24	218.1	6.508	1.14888

Ricalcola

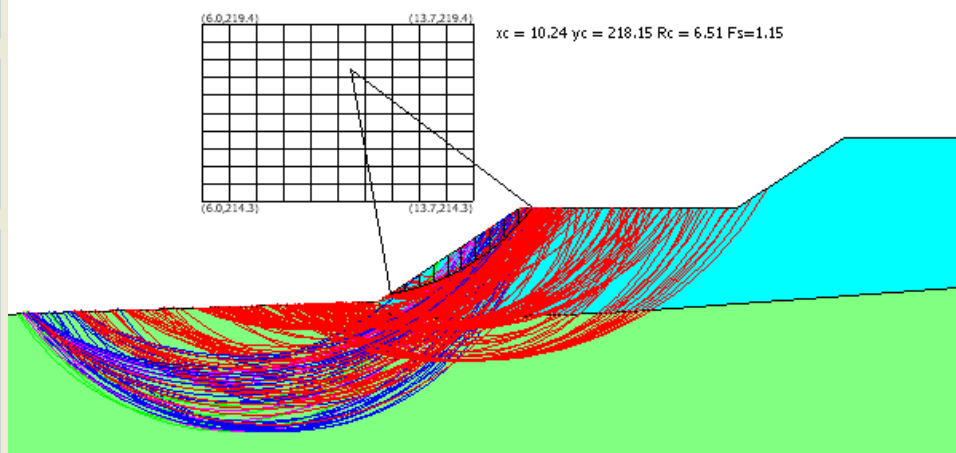
Intervalli di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superfici calcolate

Superfici da visualizzare

<input type="radio"/> 1.15 - 2.69	<input type="radio"/> 2.69 - 4.24
<input type="radio"/> 4.24 - 5.79	<input type="radio"/> 5.79 - 7.33
<input type="radio"/> 7.33 - 8.88	<input type="radio"/> 8.88 - 10.42



Sintesi calcolo

Superfici calcolate

Valore minimo di Fs

Valore max di Fs

Ricalcola

Xc	Yc	Rc	Fs
<input type="text" value="20.44"/>	<input type="text" value="219.7"/>	<input type="text" value="5.625"/>	<input type="text" value="1.37248"/>

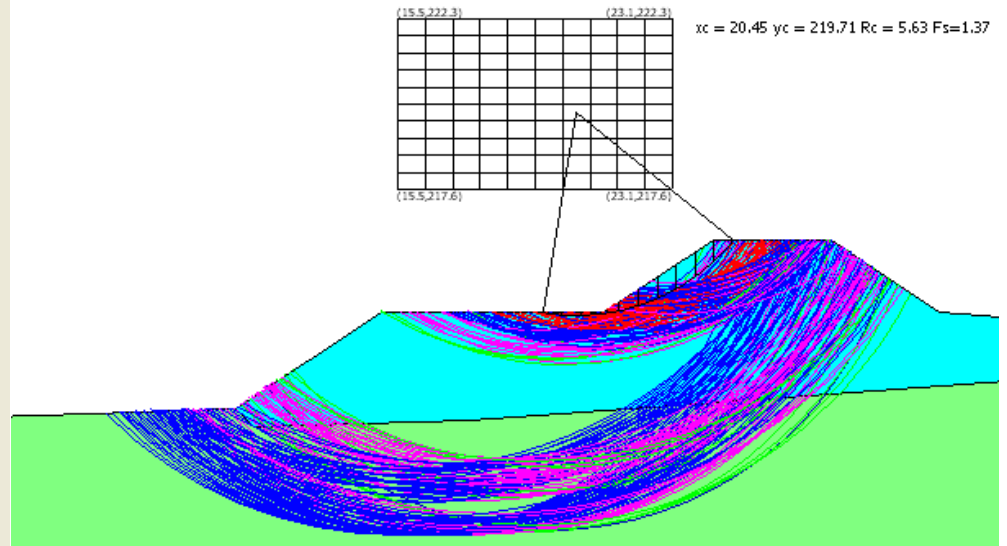
Intervalli di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superfici calcolate

Superfici da visualizzare

<input type="radio"/> 1.37 - 1.88	<input type="radio"/> 1.88 - 2.40
<input type="radio"/> 2.40 - 2.91	<input type="radio"/> 2.91 - 3.42
<input type="radio"/> 3.42 - 3.93	<input type="radio"/> 3.93 - 4.45

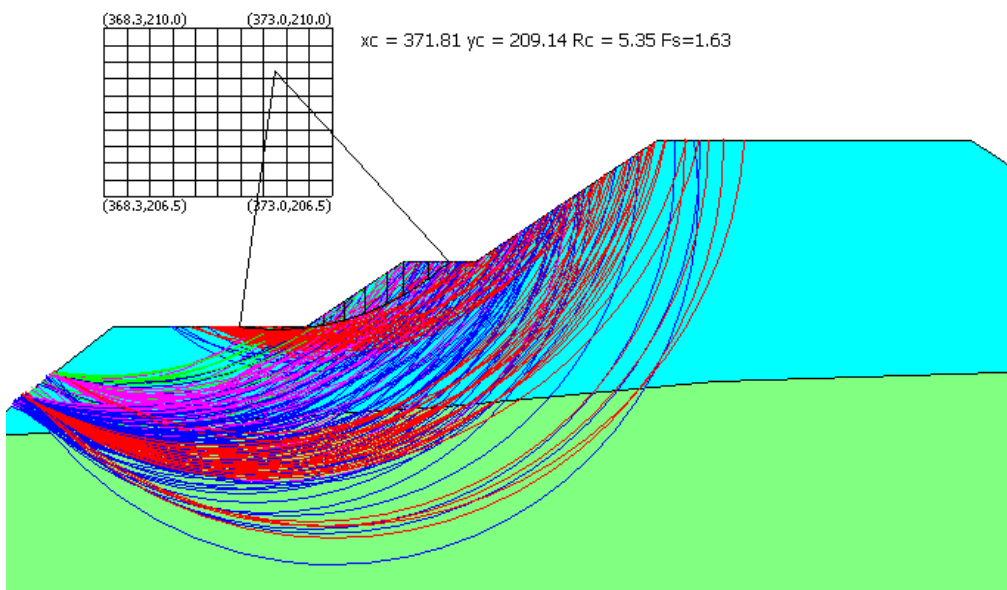


Caso 2: Sezione 5-5

Il coefficiente di sicurezza più basso è risultato essere pari a:

Fs = 1.20 è maggiore del minimo richiesto dal D.M. 14/01/2008 (F.S. > 1.1 *).

* Il coefficiente di sicurezza pari a 1.1 corrisponde al coefficiente riduttivo γ_r da applicare alle



Sintesi calcolo

Superfici calcolate

Valore minimo di Fs

Valore max di Fs

Ricalcola

Xc	Yc	Rc	Fs
<input type="text" value="371.8"/>	<input type="text" value="209.1"/>	<input type="text" value="5.353"/>	<input type="text" value="1.62851"/>

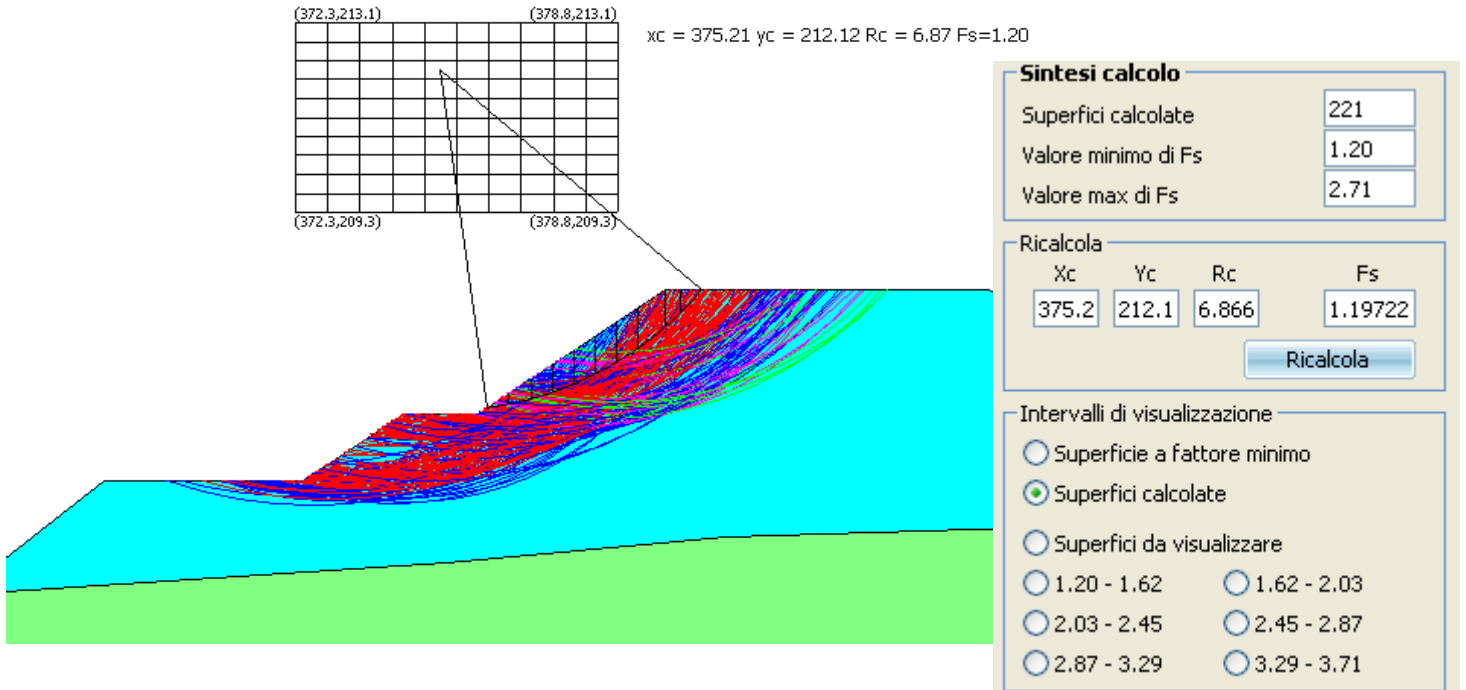
Intervalli di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superfici calcolate

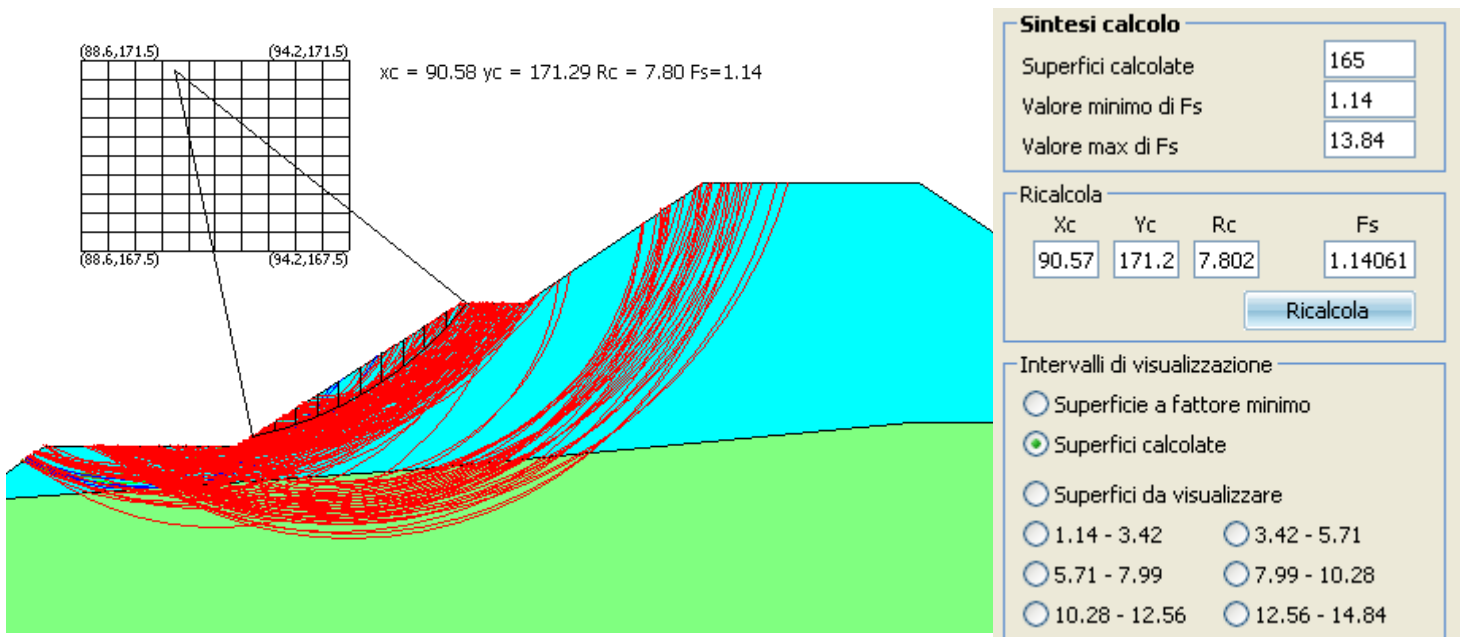
Superfici da visualizzare

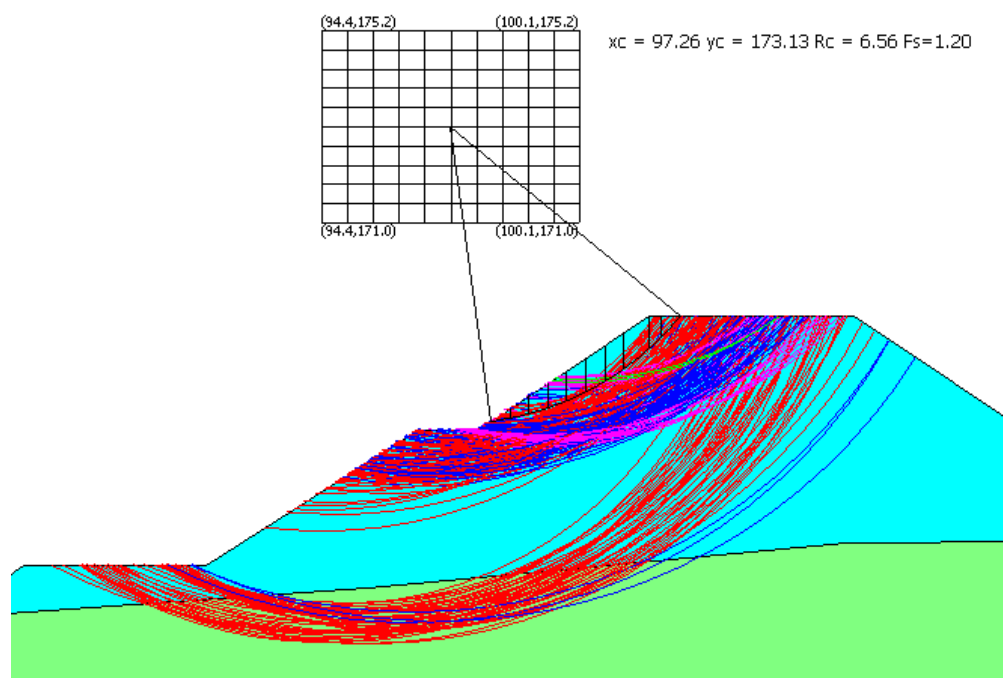
<input type="radio"/> 1.63 - 2.26	<input type="radio"/> 2.26 - 2.90
<input type="radio"/> 2.90 - 3.54	<input type="radio"/> 3.54 - 4.17
<input type="radio"/> 4.17 - 4.81	<input type="radio"/> 4.81 - 5.44

**Caso 3: Sezione 6-6**

$F_s = 1.14$ è maggiore del minimo richiesto dal D.M. 14/01/2008 ($F.S. > 1.1$ *).

* Il coefficiente di sicurezza pari a 1.1 corrisponde al coefficiente riduttivo γ_r da applicare alle resistenze di progetto (tab. 6.8.1 del D.M. 14/01/2008).





Sintesi calcolo

Superfici calcolate	221
Valore minimo di Fs	1.20
Valore max di Fs	2.43

Ricalcola

Xc	Yc	Rc	Fs
97.25	173.1	6.563	1.19595

Ricalcola

Intervalli di visualizzazione

Superficie a fattore minimo
 Superfici calcolate
 Superfici da visualizzare

<input type="radio"/> 1.20 - 1.57	<input type="radio"/> 1.57 - 1.94
<input type="radio"/> 1.94 - 2.31	<input type="radio"/> 2.31 - 2.69
<input type="radio"/> 2.69 - 3.06	<input type="radio"/> 3.06 - 3.43

6. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI DEL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Con nota protocollo DVA-2013-0024380 del 24/10/2013 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato il Piano di Utilizzo Terre secondo D.M. 161 del 10 agosto 2012 redatto da Cociv con la prescrizione che *"i depositi in attesa di utilizzo, anche presso i siti di destinazione finale, dovranno rispettare quanto previsto dall'Articolo 10 del D.M. 161/2012 ed in particolare le aree di deposito intermedio devono essere realizzate in modo da non avere alcun impatto sulle matrici ambientali"*.

Di seguito vengono analizzati gli eventuali impatti prodotti dal deposito intermedio nei riguardi delle seguenti matrici ambientali:

- Atmosfera
- Ambiente idrico
- Suolo e sottosuolo
- Rumore e vibrazioni
- Paesaggio
- Vegetazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 26 di 27

ATMOSFERA

Per quanto riguarda la componente “atmosfera”, le potenziali criticità ambientali sono riconducibili esclusivamente alla fase di movimentazione dei materiali terrosi e nello specifico riguardano:

- impatto delle polveri determinate dalle lavorazioni di cantiere (preparazione delle piste, movimentazione delle terre, funzionamento dei mezzi d’opera, ecc.);
- impatto derivante dalle immissioni dei gas di scarico inquinanti prodotti dal funzionamento dei mezzi di trasporto dei materiali.

In considerazione del fatto che la distanza di percorrenza dei mezzi di movimentazione delle terre dal sito di origine al deposito intermedio è assai contenuta e in considerazione delle modeste volumetrie da movimentare, si ritiene che per quanto riguarda la componente “atmosfera” l’impatto possa essere considerato nullo.

AMBIENTE IDRICO

Per quanto riguarda la componente “ambiente idrico” l’impatto del deposito intermedio è praticamente nullo in quanto le opere di smaltimento delle acque piovane sono state definite con l’obiettivo di recapitare le acque al ricettore finale (Torrente Traversa) in condizioni di totale assenza di torbidità.

Più dettagliatamente sono state operate le seguenti scelte progettuali:

- Impiego di pozzetti in cls prefabbricati, sia per agevolare a livello idraulico i campi di direzione delle canalette, sia, nella situazione di ingresso al campo, di permettere il sottopassaggio della pista tramite canaletta grigliata. Gli stessi pozzetti sono finalizzati ad effettuare in prima battuta un’azione di deposito degli eventuali solidi (o particelle) sospesi nel flusso idrico. Infatti, essi sono stati previsti di dimensioni tali per cui oltre alla funzionalità suddetta svolgono anche un abbattimento dell’energia che l’acqua può acquisire durante il suo percorso, permettendo di uscire dal pozzetto stesso in condizioni di calma.
- Realizzazione di vasche di dissabbiamento e di disoleazione prima di raggiungere il recapito finale.

SUOLO E SOTTUOLO

Per quanto riguarda la componente “suolo” l’impatto del deposito intermedio è praticamente nullo in quanto non si ha perdita definitiva di risorsa. Fra l’altro, l’opera di che trattasi insiste su un’area adibita a prato e non potenzialmente utilizzabile a fini agricoli anche in considerazione del limitato spessore di terreno vegetale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-DPPB-0-0-001-B00 Relazione generale	Foglio 27 di 27

Per quanto riguarda la componente sottosuolo si specifica che al di sopra del materiale arido verrà previsto un sistema di impermeabilizzazione costituito da un doppio strato di geotessile 400gr/mq con interposta geomembrana in Pead sp.2 mm. Tale strato di impermeabilizzazione è stato previsto perché il materiale di smarino costituente il deposito in questione potrebbe eventualmente contenere tracce di idrocarburi o altre sostanze inquinanti, non avendo ancora subito processo di caratterizzazione.

RUMORE E VIBRAZIONI

Per quanto riguarda la componente “rumore e vibrazioni” l’impatto del deposito intermedio è praticamente nullo in quanto è limitato alla sola fase di movimentazione delle terre e nell’area interessata non sono presenti abitazioni civili.

PAESAGGIO

Per quanto riguarda la componente “paesaggio” l’impatto del deposito intermedio è praticamente nullo in quanto si tratta di opera di modeste dimensioni e priva di manufatti in cemento armato.

VEGETAZIONE

Per quanto riguarda la componente “vegetazione” l’impatto del deposito intermedio è praticamente nullo in quanto l’opera insiste su un’area attualmente interessata dalla presenza di un prato ed è totalmente priva di aree boscate e di formazioni di pregio.

Alla luce di quanto sopra esposto si ritiene che il deposito intermedio ottemperi alla prescrizione formulate dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.