

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA  
Lotto Funzionale Brescia-Verona  
PROGETTO DEFINITIVO**

**AREA DI CAVA BS10 - CASTENEDOLO**

IL PROGETTISTA

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

**PROGETTO DI RECUPERO**

**Relazione Tecnica**

G.T. ENGINEERING s.r.l.  
Ing. Maurizio Ghizzoni  
Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di Parma n° 631

saipem spa  
Tommaso Taranta  
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo  
degli Ingegneri della Provincia di Milano  
al n. A23408 - Sez. A Settori:  
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione  
Tel. 02.52020537 - Fax 02.52020309  
CF e P.IVA 00825790157

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	O	C	A	0	0	0	0	2	6	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio <b>Cepav due</b> Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	TRAMELLI	31.03.14	GHIZZONI	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 32109\_02.doc



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



## SOMMARIO

1.	PREMESSA .....	4
2.	DEFINIZIONE DEI CRITERI DI RECUPERO E/O RIPRISTINO DELLA CAVA .....	5
2.1	Descrizione del progetto di recupero morfologico	6
2.2	Definizione delle modalità di recupero	6
2.3	Verifica di stabilità dei fronti di recupero	8
2.3.1	Verifica in condizioni sismiche .....	8
2.4	Tipologia del recupero	10
2.5	Definizione delle fasi temporali di recupero della cava	11
2.6	Tempi di realizzazione	11
2.7	Computo metrico dei volumi da riportare	12
2.8	Stima dei costi	12
2.9	Temporizzazione dei costi	13
2.10	Morfologia e destinazione d'uso	13



## ALLEGATI nel TESTO

- **Sezione tipo delle scarpate di recupero – area Nord**
- **Sezione tipo delle scarpate di recupero naturalistico – area Nord**
- **Sezione tipo delle scarpate di recupero – area Sud**
- **Sezione tipo delle scarpate di recupero naturalistico – area Sud**
- **Grafici di stabilità dei profili di sicurezza dei fronti di recupero**

## ALLEGATI fuori TESTO

Argomento	Documenti di riferimento
- <b>Planimetria di recupero (scala 1:1.000)</b>	<b>IN0500DE2P7CA0000236</b>
<b>Sezioni di recupero (scala 1:1.000)</b>	<b>IN0500DE2W7CA0000008</b>
- <b>Planimetria di recupero agronomico-naturalistico (scala 1:1.000)</b>	<b>IN0500DE2P7CA0000237</b>
- <b>Fotosimulazione dello stato finale della cava</b>	<b>IN0500DE2PZCA0000008</b>



## 1.PREMESSA

Il seguente lavoro completa la documentazione tecnica prevista nell'ambito della progettazione riguardante l'apertura di una cava per opera pubblica ex art. 38 della L.R. 14/98 nell'Area di cava BS10 ricadente nel territorio comunale di Castenedolo.

Il lavoro di seguito esposto intende fornire uno studio sul programma delle opere necessarie al recupero ambientale dell'area da interessare all'attività estrattiva in oggetto.

In tal senso, dopo aver individuato i criteri di recupero dell'area di cava in base agli studi di carattere geolitologico-geomorfologico-idrogeologico e pedologico-vegetazionale, nonché urbanistico locale, verranno discusse le modalità e i tempi di realizzazione del progetto di recupero, con indicazione della morfologia e della destinazione d'uso dell'area al termine della coltivazione, attraverso:

- la definizione delle fasi temporali di recupero;
- la definizione delle modalità di recupero con riguardo alla destinazione d'uso delle diverse parti dell'area di cava recuperata;
- la verifica di stabilità dei fronti di recupero.

Si procederà infine con la redazione del computo metrico dei volumi da riportare e stima dei costi di esecuzione per ottenere un recupero agronomico.

Il lavoro di seguito esposto è stato redatto in conformità a quanto richiesto dall'art. 14 dei nuovi criteri della L.R. 14/98 emessi con D.G.R. VII/7857 del 25.01.2002, mediante la predisposizione anche del Programma degli interventi di mitigazione ambientale, che anche se prodotto in forma disgiunta, fa parte integrante della presente relazione.



## **2.DEFINIZIONE DEI CRITERI DI RECUPERO E/O RIPRISTINO DELLA CAVA**

Nella progettazione di una cava, le previsioni di recupero ambientale non vengono definite al termine della fase di sfruttamento del giacimento, ma vengono affrontate sin dal progetto di coltivazione contestualmente alla definizione dell'intervento di estrazione del materiale inerte, in funzione della disposizione finale dei fronti di scavo e quindi in termini di assetto morfologico inizialmente di carattere statico.

Le previsioni di recupero, poi, dipendono a loro volta dalla visibilità del sito rispetto a prospettive particolari, nonché dai caratteri geolitologici, geomorfologici, idrogeologici e pedologico-vegetazionali che contraddistinguono l'area al contorno, senza trascurare le previsioni urbanistiche locali e l'attuale utilizzo del sito.

Le analisi compiute hanno condotto ai seguenti risultati:

Natura prevalente del substrato	Ghiaia con sabbia
Permeabilità del substrato	$10^{-5}$ m/s - $10^{-3}$ m/s
Profondità media della falda	- 30 m dal piano attuale di campagna
Esposizione e pendenza	In piano
Terreno	Agrario
Caratteri geomorfologici	Area subpianeggiante, sono da escludersi fenomeni di inondazione
Destinazione urbanistica dell'area	Zona agricola produttiva
Elementi al contorno	Aree ad uso agricolo, allevamenti zootecnici, fabbricati rurali

L'Area di cava BS10 si presenta senza particolari condizionamenti in ordine alle modalità di recupero agricolo tipico della zona e non presenta aspetti negativi legati alla visibilità molto ridotta dell'area.

In sintesi è previsto il riporto di uno strato di terreno vegetale tale da permettere un *riutilizzo agricolo* dell'area vero e proprio, riconducibile a quello abitualmente effettuato nelle zone circostanti (colture cerealicole), secondo la rappresentazione locale dell'uso del suolo di cui alle carte di analisi prodotte.

L'obiettivo dell'intervento di recupero prevede una ristrutturazione a livello morfologico della superficie topografica della del lotto con la finalità di renderle produttive compatibilmente con le infrastrutture che saranno realizzate.



## **2.1 Descrizione del progetto di recupero morfologico**

Ferme restando le caratteristiche vegetazionali dei luoghi, gli interventi di rinaturazione previsti, da attuare direttamente sui versanti al termine della coltivazione secondo le fasi di seguito indicate, riguarderanno sia il fondo cava che le scarpate e consisteranno nel rinverdimento delle scarpate mediante semina a spaglio di varie specie, e nella ricostituzione del fondo cava con essenze tipiche per riottenere un utilizzo per foraggio; come evidenziato nella **Planimetria di recupero (scala 1:1.000)** (rif. doc. **IN0500DE2P7CA0000236**).

In particolare si riporterà come base il terreno vegetale, precedentemente accantonato, favorevole all'insediamento, artificiale e naturale, delle specie erbacee usuali.

La destinazione finale prevista per l'area di intervento è ad *uso agricolo* sottoquotato rispetto al piano coltivazione originaria.

## **2.2 Definizione delle modalità di recupero**

### **Aree Nord**

Per quanto riguarda le **scarpate** giunte a confine, l'intervento di recupero prevederà:

- riporto strutturato per complessivi mc 228.536 (arrotondati a 228.500).
- riporto di uno strato di terreno vegetale (spessore non inferiore a 50 cm circa) per complessivi mc 23.013 (arrotondato a 23.000);
- rinverdimento con specie erbacee con funzione di protezione dall'erosione superficiale ad opera dell'acqua meteorica per complessivi mq 46.026 (arrotondato a 46.000).

Mentre per quanto concerne il **fondo cava** si procederà con il riporto di uno strato di terreno vegetale (spessore non inferiore a 50 cm circa) il quale assumerà una pendenza principale costante per complessivi mc 17.851 (arrotondato a 17.850).

Nella realizzazione del recupero, le superfici interessate, aventi una estensione pari a mq 35.702 (arrotondato a 35.700), assumeranno pertanto l'aspetto di un piano unico avente una pendenza costante, non inferiore allo 0,3%, fondamentale per favorire l'irrigazione di questi campi.

Per tale area è possibile prevedere una perdita della superficie coltivabile, in relazione alla profondità che raggiungerà il fondo, pari al 20/30%.

La **sezione tipo delle scarpate di recupero**, rappresentativa dei fronti di scavo previsti dal progetto di recupero morfologico finale (definitivo) proposto, presenta le seguenti caratteristiche geometriche (si rimanda a tale proposito agli allegati):

- altezza massima: 23,5 m;



- altezza primo gradone: 7,5 m;
- altezza restanti gradoni: 8,0 m;
- n. complessivo gradoni: 3;
- pendenza gradoni: 35°;
- larghezza pedate: 4,0 m circa.

### Aree Sud

Per quanto riguarda le scarpate giunte a confine, l'intervento di recupero prevederà:

- riporto strutturato per complessivi mc 28.420 (arrotondato a 28.400);
- riporto di uno strato di terreno vegetale (spessore non inferiore a 50 cm circa) per complessivi mc 6.299 (arrotondato a 6.300);
- rinverdimento con specie erbacee con funzione di protezione dell'erosione superficiale ad opera dell'acqua meteorica per complessivi mc 12.598 (arrotondato a 12.600).

Mentre per quanto concerne il **fondo cava** si procederà con il riporto di uno strato di terreno vegetale (spessore non inferiore a 50 cm circa) il quale assumerà una pendenza principale costante per complessivi mc 6.525 (arrotondato a 6.500).

Nella realizzazione del recupero, le superfici interessate, aventi un'estensione pari a mq 13.050 (arrotondato a 13.000), assumeranno per tanto l'aspetto di un piano unico avente una pendenza regolare, non inferiore allo 0,3%, fondamentale per favorire l'irrigazione di questi campi.

La **sezione tipo delle scarpate di recupero**, rappresentativa del fronte di scavo previsto dal progetto di recupero morfologico finale (definitivo) proposto, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- altezza massima: 7,5 m;
- pendenza gradoni: 35°.

Si rimanda a tale proposito agli allegati.

In entrambe le aree a completamento degli interventi di recupero, verrà realizzata al piede del versante perimetralmente al fondo cava una canaletta di scolo costituita dal materiale ghiaioso-sabbioso di substrato, atta a favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche e/o di irrigazione in profondità.



## **2.3 Verifica di stabilità dei fronti di recupero**

Per la determinazione dei profili di sicurezza da attribuire ai terreni durante la fase di recupero si è proceduto a sottoporre a verifica di stabilità e delle sezioni tipo proposte, nel rispetto delle disposizioni di legge.

In particolare la verifica di stabilità ha consentito di prevedere, in applicazione del dell'art. 26 della normativa tecnica di riferimento dei piani cave provinciali di cui alla D.G.R. 31.03.2000, n. VI/49320, che recita *“i parametri geometrici, adottati in sede progettuale, devono essere comunque definiti in funzione della stabilità locale e generale a lungo termine del pendio e delle esigenze tecniche del recupero ambientale progettato in congruenza alla destinazione finale; in ogni caso il fattore di sicurezza risultante dall'analisi di stabilità non deve essere inferiore a 1,3”*, profili di fine coltivazione più consoni al riutilizzo prefissato, con possibilità di coinvolgimento sul fondo cava di maggiori superfici da dedicare all'uso agricolo.

Per quanto riguarda la metodologia adottata, nonché per una disamina più approfondita dei valori dei parametri geotecnici del substrato considerati si rimanda alla **Relazione geologica ed idrogeologica** (rif. doc. **IN0500DE2RBCA0000004**) allegata.

I risultati analitici delle verifiche effettuate hanno consentito di confermare le geometrie di recupero proposte: si rimanda agli elaborati di seguito allegati.

### **2.3.1 Verifica in condizioni sismiche**

E' stata verificata la stabilità del pendio, secondo le geometrie previste a fine coltivazione, nei confronti dell'azione sismica.

L'analisi dell'influenza delle sollecitazioni sismiche sulla stabilità globale del versante è stata condotta attraverso la semplificazione che il sisma agisca come un sistema di forze sul pendio di intensità e verso costante per tutta la durata dell'evento sismico (metodo pseudostatico).

Il metodo pseudostatico utilizzato, benché meno preciso di quello dinamico, fornisce in genere stime a favore della sicurezza della stabilità globale.

Gli unici dati richiesti in questo caso sono l'accelerazione sismica massima orizzontale.

Il valore  $A_{go}$  (accelerazione massima orizzontale), è stato scelto fra quelli proposti dalla

*Normativa sismica:*

- $A_{go} = 0.05$  in zona 4;
- $A_{go} = 0.15$  in zona 3;
- $A_{go} = 0.25$  in zona 2;





- $A_{go} = 0.35$  in zona 1;

in relazione alla zona di appartenenza dell'Area di cava BS10.

A sensi del O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003, il territorio comunale di Castenedolo ove ricade l'area di cava in esame è stato classificato in Zona 3: il valore di  $A_{go}$  da applicare corrisponde pertanto a 0,15g.

Per il parametro  $A_{gv}$  (accelerazione massima verticale) una stima può essere fatta applicando la relazione proposta da Tezcan et alii (1971):

$$A_{gv} = f \times A_{go};$$

con  $f$  = fattore di trasformazione variabile da 0.5 a 0.67 ( $f=0.5$  secondo la Nuova Normativa Sismica).

Si tenga presente comunque che la Normativa vigente propone, in condizioni normali, di trascurare  $A_{gv}$ .

Una valutazione dell'effetto di un sisma sulla stabilità di un versante può essere fatta, supponendo che, durante l'intervallo di tempo in cui si ha la manifestazione dell'evento sismico, su ogni singolo concio venga applicata una forza orizzontale, applicata al baricentro del concio e diretta verso l'esterno, di modulo uguale a:

$$F_{sisma} = k_c W_i$$

con  $k_c$  = coefficiente sismico dato da 0,5 Ago;

$W$  = peso del concio  $i$ -esimo.

Nella verifica occorre tener conto anche dell'azione sismica verticale, da porre uguale, secondo la Normativa Sismica, a  $0.5 F_{sisma}$ .

Nella stima del coefficiente di sicurezza la forza sismica calcolata va aggiunta alle forze instabilizzanti.

Per l'analisi di stabilità in condizioni sismiche è stato applicato il metodo di **Sarma** che si differenzia dai metodi dell'equilibrio limite per un approccio al problema basato non sulla stima del coefficiente di sicurezza, ma sulla valutazione del coefficiente sismico critico per il quale il pendio si trova in condizioni di equilibrio limite ( $F_s=1$ ).

Le forze di interstriscia, in questo caso, vengono calcolate con la relazione:

$$X_{i-1} - X_i = \lambda \Psi_i;$$

dove  $\Psi_i$  è una forza, inserita dall'operatore, tale per cui sia abbia:

$$\sum \Psi_i = 0.$$

Il coefficiente  $\lambda$  può essere calcolato direttamente con la relazione:



$$\lambda = \frac{-D_i(y_i - y_g)}{\sum \Psi_i [(x_i - x_g) + (y_i - y_g) \operatorname{tg}(\varphi_i - \alpha_i)]}$$

dove:

$$D = W_i \operatorname{tg}(\varphi_i - \alpha_i) + \frac{c_i b_i \cos \varphi_i \sec \alpha_i - u_i l_i \sin \varphi_i}{\cos \alpha_i \cos \varphi_i + \sin \alpha_i \sin \varphi_i};$$

b = lunghezza del concio proiettata sull'orizzontale;

$x_i, y_i$  = coordinate del punto mediano della base del concio;

$x_g, y_g$  = coordinate del baricentro del volume di terreno isolato dalla

superficie di scivolamento.

Determinato il coefficiente  $\lambda$  si può procedere al calcolo diretto del coefficiente sismico critico.

$$k_c = \frac{\sum D_i + \lambda \sum \Psi_i \operatorname{tg}(\varphi_i - \alpha_i)}{\sum W_i}$$

Il valore di  $K_c$  determinato rappresenta quindi il coefficiente sismico al quale è associabile un coefficiente di sicurezza  $F_s=1$ .

Il valore del coefficiente di sicurezza minimo ( $F_s \min$ ) ottenuto dalle verifiche di stabilità effettuate, considerando la presenza della trincea conseguente alla futura realizzazione della viabilità di progetto ACP, è risultato essere il seguente:

#### Area Nord

– Metodo di Sarma  $\Rightarrow F_s \min 1,61 > 1,3$  condizioni di stabilità globale,

#### Area Sud

– Metodo di Sarma  $\Rightarrow F_s \min 2,06 > 1,3$  condizioni di stabilità globale.

I risultati analitici delle verifiche effettuate hanno consentito di confermare le geometrie di recupero proposte: si rimanda agli elaborati di seguito allegati.

## **2.4 Tipologia del recupero**

La semina di specie erbacee dovrà prevedere l'impiego di miscugli di sementi di specie autoctone, rustiche e adatte ai terreni minerali come ad esempio: *Bromus sterilis*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Anthyllis vulneraria*, *Dactylis glomerata*, *Sesleria autumnalis*, *Achillea millefolium*.

La semina potrà essere eseguita a spaglio; le sementi per l'inerbimento saranno certificate conformemente alle disposizioni vigenti in materia ed in particolare:



- *DLgs 30 dicembre 1992 n.536 – “Attuazione Direttiva CEE n°91/683/CEE concernente le misure di protezione contro l’introduzione negli stati membri di organismi nocivi ai vegetali e ai prodotti vegetali “ art. 6.7*
- *DM 22 DICEMBRE 1993 “Misure di protezione contro l’introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica Italiana di organismi nocivi ai vegetali e/o ai prodotti vegetali”*
- *DPR 12 agosto 1975 n. 974 “Norme per la protezione delle nuove varietà vegetali, in attuazione della delega di cui alla legge 16 luglio 1974, n°722;*
- *Legge 22 maggio 1973, n. 269 “Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento”.*

## **2.5 Definizione delle fasi temporali di recupero della cava**

Le singole fasi di recupero, previa risagomatura, che si precisa non corrispondono ad altrettante annualità bensì indicano la successione degli interventi di recupero ambientale previsti in successione sono state così distinte:

- *1 fase* Recupero della prima scarpata zona Nord
- *2 fase* Recupero della seconda scarpata zona Nord
- *3 fase* Recupero della terza scarpata zona Nord
- *4 fase* Recupero della scarpata zona Sud
- *5 fase* Recupero delle pedate zona Nord
- *6 fase* Recupero fondo cava zona Nord e zona Sud

L’ubicazione perimetrale del terreno coltivato è puramente indicativa, considerato che si procederà in maniera sfalsata tra coltivazione e recupero.

## **2.6 Tempi di realizzazione**

L’inizio delle attività inerenti il recupero ambientale è ovviamente funzione della durata dell’intervento di escavazione, e della preventiva risagomatura delle scarpate. Tali interventi sono stati suddivisi in stadi per favorire un completo e corretto ripristino dell’area. Si prevede che l’esecuzione dei medesimi e della successiva manutenzione avvenga nell’arco temporale di un anno dalla fine della coltivazione della cava.



## 2.7 Computo metrico dei volumi da riportare

Nella tabella seguente sono riassunti i lavori previsti per la realizzazione delle operazioni di recupero ambientale.

**Tabella 1: Computo metrico dei volumi da riportare**

descrizione lavori	Area Nord	Area Sud	Totale
Riporto e stesura terreno	269.400 mc	41.244 mc	310.644 mc
Semina a spaglio	81.728 m <sup>2</sup>	25.648 m <sup>2</sup>	107.376 m <sup>2</sup>

## 2.8 Stima dei costi

Per quanto attiene alla valorizzazione dell'opera di riqualificazione ambientale complessiva prevista per l'area oggetto di intervento, si è proceduto alla quantificazione attuale dei costi di recupero, desumendo gli importi unitari dai tabulati relativi alla annualità specifica di attuazione del prezziario delle opere edili della C.C.I.A.A. di Brescia, integrati per le voci mancanti, dal prezziario Opere pubbliche della Regione Lombardia – 2004.

**Tabella 2: elenco dei prezzi unitari**

cod.	descrizione lavori	Cod.	u.m.	Importo unitario
01(*)	stesa e modellazione terra di coltivo (meccanica) per uno spessore di circa 50 cm sia nelle zone pianeggianti che sulle scarpate	7.5.4.2.b)	m <sup>3</sup>	€ 6,20
02(*)	Formazione di prato con lavorazioni tipo fresatura per una profondità di 20-25 cm, affinamento del terreno, livellamento, asportazione di elementi estranei, restrellatura, seminagione, rullatura, compresi: miscuglio di semi di graminacee nelle quantità di 20-25 g/m <sup>2</sup> , con 100 g/m <sup>2</sup> di concime organico minerale e primo taglio	7.5.4.3.c)	m <sup>2</sup>	€ 1,86

(\*) *prezziario opere edili C.C.I.A.A. di Brescia*

(\*\*) *prezziario Opere Pubbliche della Regione Lombardia – 2004*

**Tabella 3: Computo metrico estimativo complessivo**

	descrizione lavori	prezzo unitario	quantità	Importo
1	Riporto e stesura terreno	€/m <sup>3</sup> 6,20	310.644 m <sup>3</sup>	€ 1.925.992,80
2	Semina a spaglio	€/m <sup>2</sup> 1,86	107.376 m <sup>2</sup>	€ 199.719
<b><u>TOTALE GENERALE PROVVISORIO</u></b>				<b>€ 2.125.712</b>

**TOTALE GENERALE con abbattimento dei costi:**

- Punto 1 pari al 70%:	577.797,84
- Punto 2 pari al 60%:	96.720,00

in considerazione che le operazioni di movimentazione e di stesura del terreno di copertura e/o del materiale destinato al rimodellamento delle scarpate, verranno eseguite dal personale dell'Assuntore dei lavori con i propri mezzi in uso in cava;

Costo di manutenzione

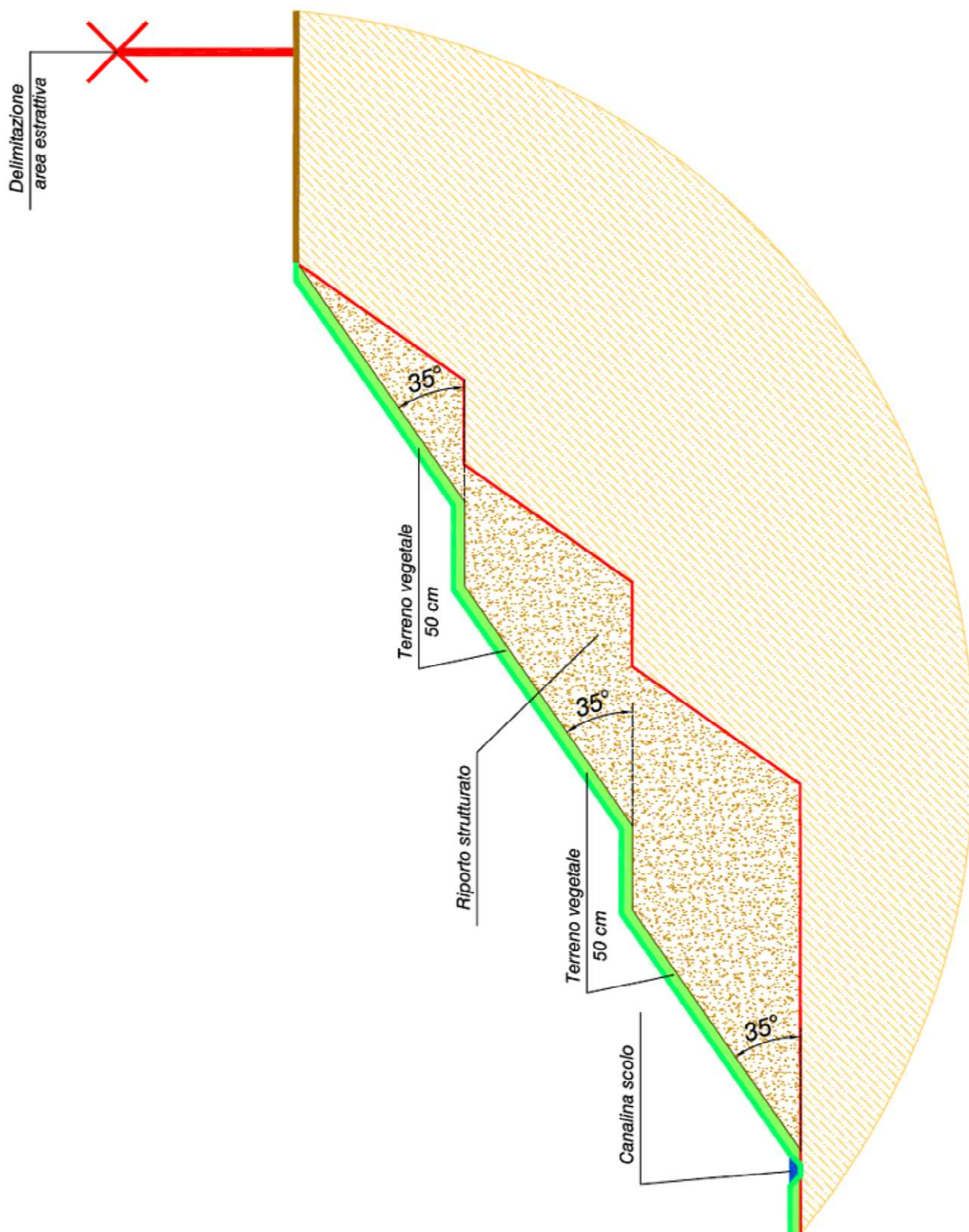
**Totale complessivo****€ 215.760,00****€ 4.315,20****€220.075,20****2.9 Temporizzazione dei costi**

In considerazione del fatto che gli interventi di rinaturalizzazione ambientale potranno essere eseguiti a partire dal completamento degli interventi di coltivazione, stante la necessità di risagomatura delle scarpate, non si ha una ripartizione dei relativi costi per ciascun anno di coltivazione; detti costi verranno infatti sostenuti alla conclusione delle attività di escavazione nell'arco temporale di realizzazione dei citati interventi descritto al paragrafo 2.6.

**2.10 Morfologia e destinazione d'uso**

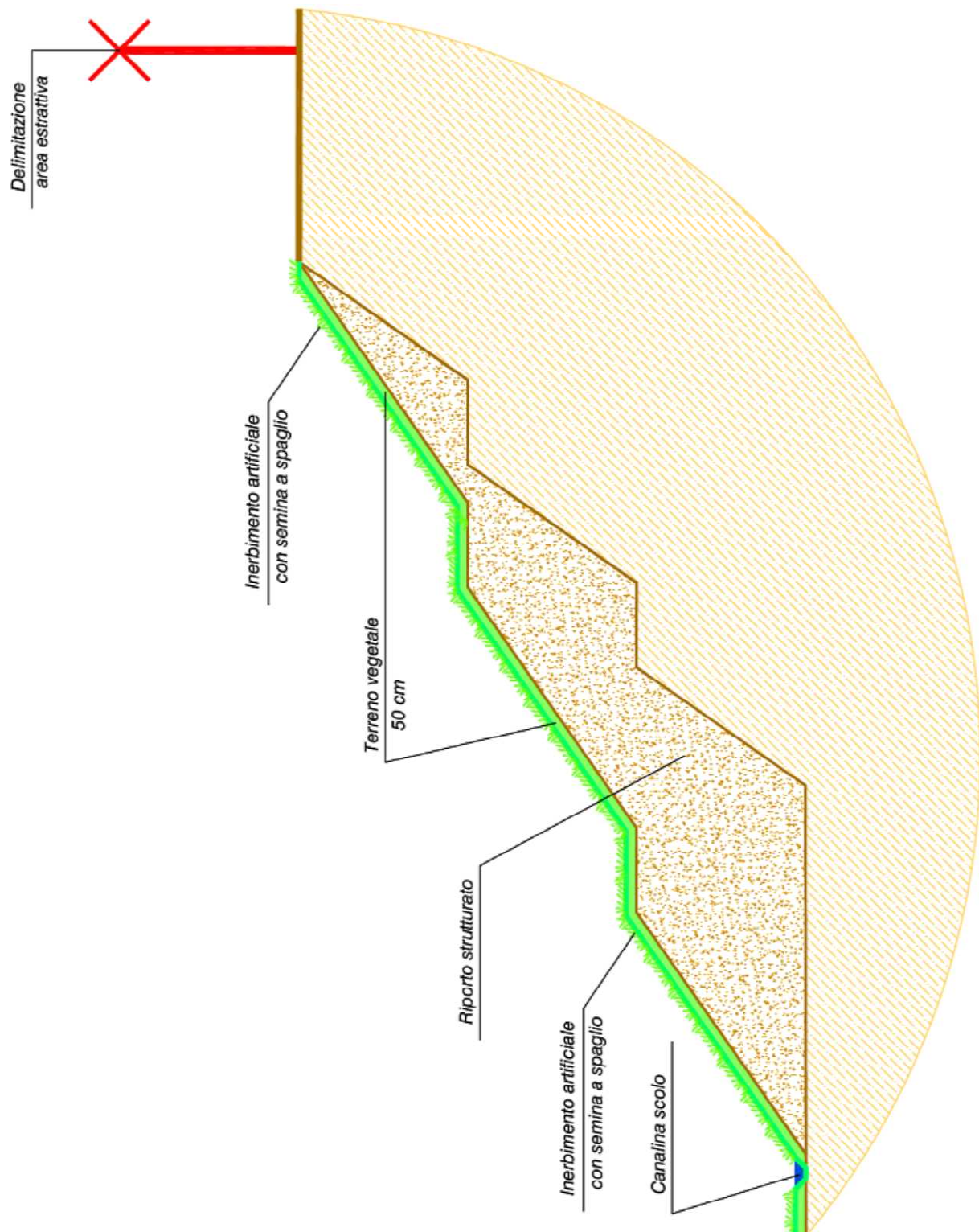
Come anticipato, con il recupero proposto si vuole ottenere un'area il più possibile rinaturalizzata per uso agronomico e pertanto al termine della coltivazione si vuole restituire un ambiente che presenti il più possibile caratteristiche affini a quelle naturali, da ridestinare ad uso agricolo.

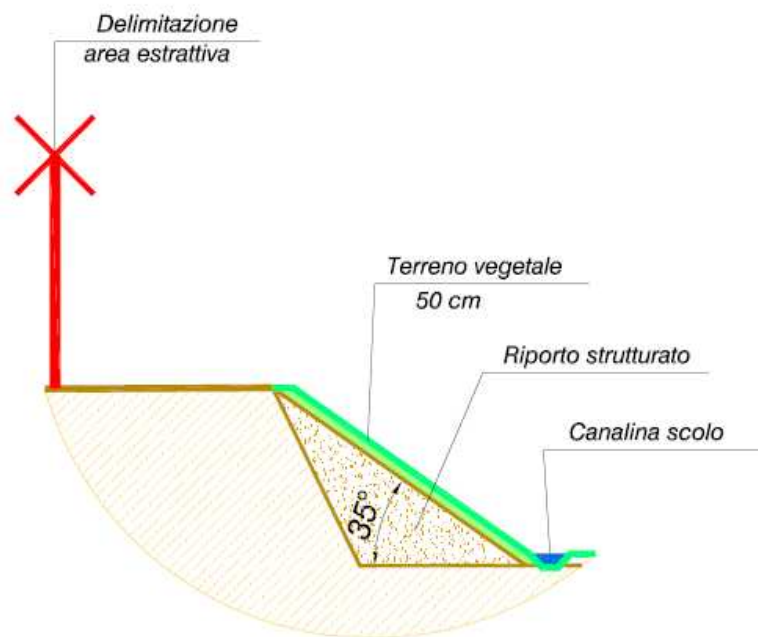
### Sezione tipo delle scarpate di recupero – area Nord



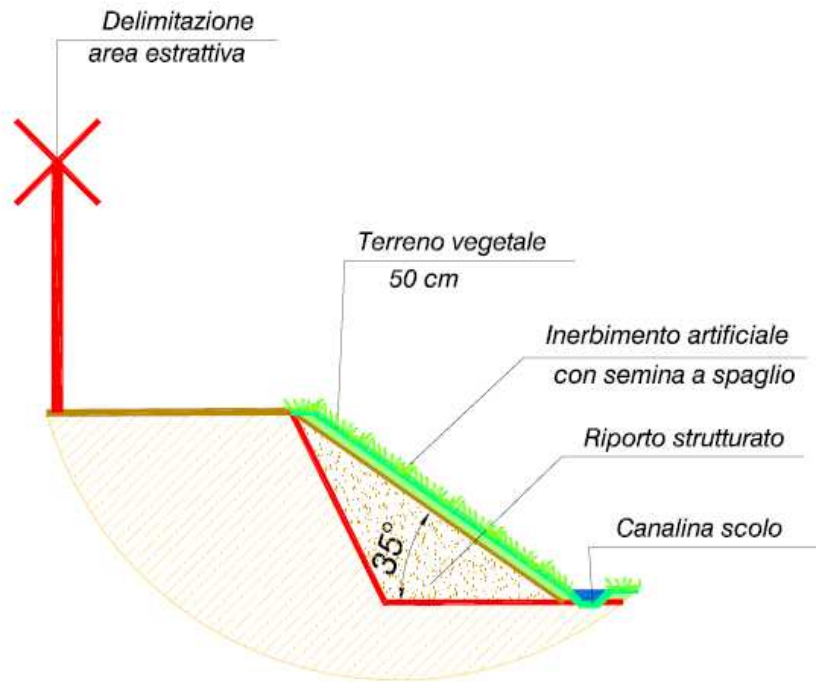


### Sezione tipo delle scarpate di recupero naturalistico – area Nord



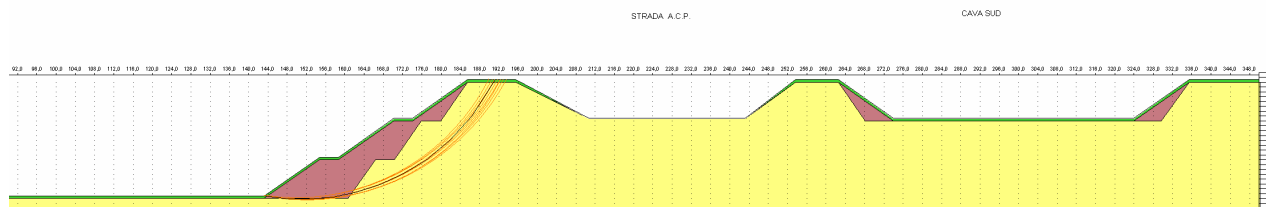
**Sezione tipo delle scarpate di recupero – area Sud**



**Sezione tipo delle scarpate di recupero naturalistico – area Sud**



### Grafici di stabilità dei profili di sicurezza dei fronti di recupero



SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

Committente: CEPV DUE  
Località: Area di cava BS10-Castenedolo Data: Giugno 2006  
Riferimenti: LINEA A.V.I.A.C. TORINO - VENEZIA Tratta BRESCIA-VERONA

**Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo**

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
4	1,611	Sarma		143,262	1,501									
			1	148,06	0,929	4,83	-6,8	9,437	15407,72	0	0	0	31	0,22
			2	152,859	0,872	4,8	-0,7	27,077	44682,86	0	0	0	48	0
			3	157,657	1,327	4,82	5,4	37,249	61856,39	0	0	0	48	0
			4	162,456	2,311	4,9	11,6	43,204	72201,79	0	0	0	31	0,22
			5	167,254	3,86	5,04	17,9	51,538	85762,1	0	0	0	48	0
			6	172,052	6,04	5,27	24,4	55,438	91381,01	0	0	0	48	0
			7	176,851	8,963	5,62	31,3	52,6	85938,89	0	0	0	48	0
			8	181,649	12,824	6,16	38,8	49,011	79097,15	0	0	0	48	0
			9	186,448	18,01	7,06	47,2	41,877	67120,3	0	0	0	48	0
			10	191,246	25,5	8,9	57,4	17,971	28622,57	0	0	0	48	0

LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg)      Carichi T= Carichi tangenziali (kg)  
Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)      C= Coesione (kg/cmq)  
Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,15  
Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,08



SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-26030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

1

Committente: CEPAV DUE

Località: Area di cava BS10-Castenedolo

Data: Giugno 2006

Riferimenti: LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta BRESCIA-VERONA

### Analisi di stabilità: riepilogo generale delle superfici verificate

Superf.	Fa minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	1,723	Sarma	1	143,262	1,501	4,7	-5,6	8,75	14275,33	0			31	0,22
			2	147,942	1,041	4,68	0,4	25,104	41281,44	0			48	0
			3	157,303	1,59	4,71	6,3	34,864	57990,62	0			31	0,22
			4	181,984	2,819	4,79	12,4	40,03	88700,92	0			31	0,22
			5	166,664	4,193	4,94	18,6	47,029	77582,94	0			48	0
			6	171,344	6,377	5,17	25	51,539	84697,17	0			48	0
			7	176,025	9,281	5,51	31,8	48,418	78537,75	0			48	0
			8	180,705	13,095	6,04	39,2	43,526	70370,39	0			48	0
			9	185,386	18,19	6,92	47,4	38,024	61870,76	0			48	0
			10	190,066	25,5	8,88	57,4	16,887	27207,37	0			48	0
2	1,73	Sarma	1	143,262	1,501	4,76	-5,5	8,942	14456,69	0			31	0,22
			2	148,002	1,048	4,74	0,5	25,663	42611,7	0			48	0
			3	152,742	1,087	4,74	6,4	35,402	59533,14	0			31	0,22
			4	157,481	1,818	4,77	6,4	35,402	59533,14	0			31	0,22
			5	162,221	2,658	4,85	12,4	40,775	88268,78	0			31	0,22
			6	166,961	4,247	5	18,5	48,293	80137,49	0			48	0
			7	171,701	6,446	5,23	24,9	52,396	86536,35	0			48	0
			8	176,441	9,365	5,57	31,6	48,363	80298,69	0			48	0
			9	181,181	13,187	6,09	38,9	45,143	72833,33	0			48	0
			10	185,921	18,273	6,95	47	39,104	63334,59	0			48	0
3	1,746	Sarma	1	143,262	1,501	4,82	-5,3	9,134	15408,01	0			31	0,22
			2	148,006	1,056	4,8	0,6	26,221	43911,15	0			48	0
			3	152,859	1,103	4,8	6,6	35,936	60269,26	0			31	0,22
			4	157,657	1,844	4,83	6,4	35,936	60269,26	0			31	0,22
			5	162,456	2,697	4,91	12,4	41,518	69842,28	0			48	0
			6	167,254	4,298	5,06	18,5	49,56	82673,52	0			48	0
			7	172,053	6,512	5,28	24,8	53,253	87519,99	0			48	0
			8	176,851	9,444	5,62	31,4	50,314	81205,19	0			48	0
			9	181,65	13,275	6,14	38,6	46,778	75235,88	0			48	0
			10	186,448	18,351	6,99	46,6	39,979	64031,34	0			48	0
10	191,247	25,5	8,61	56,1	17,153	27078	0			48	0			



Doc. N. 32109\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000260Rev.  
0Foglio  
20di25SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

2

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
4	1,611	Sarma	1	143,262	1,501	148,06	0,929	4,83	-6,8	9,437	15407,72	0	31	0,22
			2	152,859	0,872	152,859	0,872	4,8	-0,7	27,077	44682,86	0	48	0
			3	157,657	1,327	157,657	1,327	4,82	5,4	37,249	61856,39	0	48	0
			4	162,456	2,311	162,456	2,311	4,9	11,6	43,204	72201,79	0	31	0,22
			5	167,254	3,86	167,254	3,86	5,04	17,9	51,538	85762,1	0	48	0
			6	172,052	6,04	172,052	6,04	5,27	24,4	55,438	91381,01	0	48	0
			7	176,851	8,963	176,851	8,963	5,62	31,3	52,6	85838,89	0	48	0
			8	181,649	12,824	181,649	12,824	6,16	38,8	49,011	79097,15	0	48	0
			9	186,448	18,01	186,448	18,01	7,06	47,2	41,877	67120,3	0	48	0
			10	191,246	25,5	191,246	25,5	8,9	57,4	17,971	28622,57	0	48	0
5	1,619	Sarma	1	143,262	1,501	148,12	0,938	4,89	-6,6	9,633	15641,53	0	31	0,22
			2	152,977	0,89	152,977	0,89	4,86	-0,6	27,647	46103,69	0	48	0
			3	157,835	1,357	157,835	1,357	4,88	5,5	37,792	63445,38	0	48	0
			4	162,692	2,354	162,692	2,354	4,96	11,6	43,962	73048,92	0	31	0,22
			5	167,55	3,918	167,55	3,918	5,1	17,8	52,835	86820,25	0	48	0
			6	172,408	6,113	172,408	6,113	5,33	24,3	56,307	91638,99	0	48	0
			7	177,265	9,051	177,265	9,051	5,68	31,2	53,563	86854,29	0	48	0
			8	182,123	12,921	182,123	12,921	6,21	38,5	50,679	81637,23	0	48	0
			9	186,981	18,097	186,981	18,097	7,1	46,8	42,753	68643,1	0	48	0
			10	191,838	25,5	191,838	25,5	8,85	56,7	17,981	28975,72	0	48	0
6	1,626	Sarma	1	143,262	1,501	148,178	0,946	4,95	-6,4	9,829	15829,43	0	31	0,22
			2	153,094	0,908	153,094	0,908	4,92	-0,4	28,216	46657,49	0	48	0
			3	158,01	1,386	158,01	1,386	4,94	5,5	38,331	64207,51	0	48	0
			4	162,926	2,395	162,926	2,395	5,02	11,6	44,718	74717,85	0	31	0,22
			5	167,842	3,973	167,842	3,973	5,16	17,8	54,134	89465,74	0	48	0
			6	172,758	6,184	172,758	6,184	5,39	24,2	57,176	93462,44	0	48	0
			7	177,674	9,135	177,674	9,135	5,73	31	54,531	88644,79	0	48	0
			8	182,59	13,013	182,59	13,013	6,26	38,3	52,363	84948,02	0	48	0
			9	187,506	18,178	187,506	18,178	7,13	46,4	43,644	70170,63	0	48	0
			10	192,422	25,5	192,422	25,5	8,82	56,1	17,997	28532,3	0	48	0
7	1,943	Sarma	1	143,262	1,502	148,181	0,813	4,97	-8	10,168	16630,44	0	48	0
			2	153,1	0,665	153,1	0,665	4,92	-1,7	29,174	48268,12	0	48	0
			3	158,019	1,053	158,019	1,053	4,93	4,5	39,781	66708,69	0	48	0
			4	162,937	1,99	162,937	1,99	5,01	10,8	46,578	78017	0	31	0,22
			5	167,856	3,514	167,856	3,514	5,15	17,2	56,335	93476,69	0	48	0
			6	172,775	5,69	172,775	5,69	5,38	23,9	59,575	98267,59	0	48	0



SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

3

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq	
8	1,963	Sarma	7	177,694	8,633	5,73	30,9	57,044	92655,29	0			48	0	
			8	182,613	12,543	6,28	38,5	54,855	88164,47	0			48	0	
			9	187,531	17,822	7,22	47	45,739	73378,63	0			48	0	
			10	192,45	25,5	9,12	57,4	18,883	30132,53	0			48	0	
				143,262	1,502										
			1	148,24	0,823	5,02	-7,8	10,368	16829,63	0				48	0
			2	153,218	0,686	4,98	-1,6	29,754	48846,25	0				48	0
			3	158,195	1,086	4,99	4,6	40,328	67507,68	0				48	0
			4	163,173	2,037	5,07	10,8	47,347	79708,05	0				31	0,22
			5	168,151	3,576	5,21	17,2	57,662	95422,6	0				48	0
9	1,973	Sarma	6	173,128	5,768	5,44	23,8	60,454	98623,29	0			48	0	
			7	178,106	8,726	5,79	30,7	58,021	93765,06	0			48	0	
			8	183,084	12,645	6,34	38,2	56,569	90823,28	0			48	0	
			9	188,062	17,913	7,25	46,6	46,628	74167,9	0			48	0	
			10	193,039	25,5	9,07	56,7	18,882	29692,04	0			48	0	
				143,262	1,501										
			1	148,298	0,833	5,08	-7,6	10,566	17025,98	0				48	0
			2	153,334	0,706	5,04	-1,4	30,333	50272,22	0				48	0
			3	158,369	1,118	5,05	4,7	40,871	68295,3	0				48	0
			4	163,405	2,083	5,13	10,8	48,114	79736,61	0				31	0,22
5	168,441	3,636	5,27	17,1	58,992	97346,67	0				48	0			
6	173,477	5,843	5,5	23,7	61,333	100494,0	0				48	0			
7	178,513	8,814	5,85	30,5	59,005	95579,16	0				48	0			
8	183,548	12,741	6,39	38	58,301	93504,44	0				48	0			
9	188,584	17,999	7,28	46,2	47,534	75798,67	0				48	0			
10	193,62	25,5	9,03	56,1	18,887	30038,45	0				48	0			

## LEGGENDA

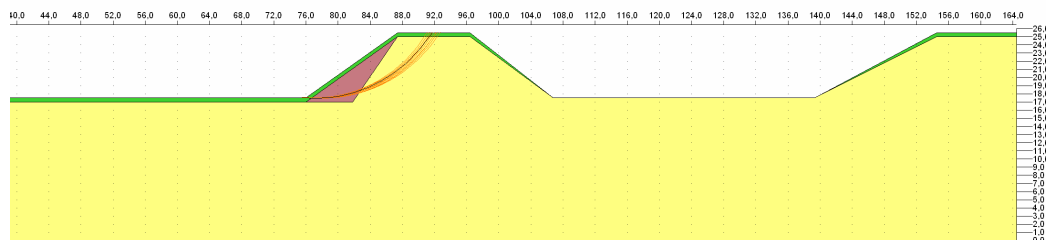
Carichi N= Carichi normali (kg)

Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)

C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,15



SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

Committente: CEPAV DUE

Località: Area di cava BS10-Castenedolo

Data: giugno 2006

Riferimenti: LINEA A.V.J.A.C. TORINO - VENEZIA Tratta BRESCIA-VERONA

**Analisi di stabilità: riepilego delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo**

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
3	2,062	Sarma		75,55	17,5									
			1	77,166	17,44	1,62	-2,1	0,708	1082,99	0	0	0	0	0,2
			2	78,783	17,531	1,62	3,2	2,259	3580,33	0	0	0	31	0,22
			3	80,399	17,774	1,63	8,5	3,82	6409,03	0	0	0	31	0,22
			4	82,016	18,176	1,67	14	5,129	8672	0	0	0	31	0,22
			5	83,632	18,748	1,71	19,5	6,172	10247,99	0	0	0	31	0,22
			6	85,248	19,511	1,79	25,3	6,923	11371,38	0	0	0	48	0
			7	86,865	20,493	1,89	31,3	7,343	11880,55	0	0	0	48	0
			8	88,481	21,745	2,04	37,8	8,766	10652,08	0	0	0	48	0
			9	90,098	23,354	2,28	44,9	4,769	7241,48	0	0	0	48	0
			10	91,714	25,5	2,69	53	1,735	2586,24	0	0	0	48	0

LEGGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg)      Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)      C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,15

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,08



SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-Tel. 035-914633

1

Committente: CEPAV DUE

Località: Area di cava BS10-Castenedolo

Data: giugno 2006

Riferimenti: LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta BRESCIA-VERONA

**Analisi di stabilità: riepilogo generale delle superfici verificate**

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	2,092	Sarma		75,585	17,5									
			1	77,142	17,44	1,56	-2,2	0,67	1043,29	0			0	0,2
			2	78,699	17,527	1,56	3,2	2,121	3449,07	0			31	0,22
			3	80,256	17,764	1,58	8,7	3,567	5901,57	0			31	0,22
			4	81,813	18,159	1,61	14,2	4,774	8081,58	0			31	0,22
			5	83,371	18,722	1,66	19,9	5,727	9669,87	0			31	0,22
			6	84,928	19,474	1,73	25,8	6,401	10526,3	0			48	0
			7	86,485	20,446	1,84	32	6,757	10744,29	0			48	0
			8	88,042	21,692	1,99	38,7	6,389	10035,79	0			48	0
			9	89,599	23,307	2,24	46	4,673	7225,15	0			48	0
10	91,156	25,5	2,69	54,6	1,708	2491,43	0			48	0			
2	2,085	Sarma		75,567	17,5									
			1	77,154	17,44	1,59	-2,2	0,689	1063,32	0			0	0,2
			2	78,742	17,529	1,59	3,2	2,19	3515,3	0			31	0,22
			3	80,329	17,769	1,61	8,6	3,693	6014,9	0			31	0,22
			4	81,916	18,167	1,64	14,1	4,951	8236,76	0			31	0,22
			5	83,503	18,735	1,69	19,7	5,949	10085,66	0			31	0,22
			6	85,09	19,493	1,76	25,5	6,662	10934,73	0			48	0
			7	86,677	20,471	1,86	31,6	7,049	11156,91	0			48	0
			8	88,264	21,72	2,02	38,2	6,577	10204,69	0			48	0
			9	89,851	23,331	2,26	45,4	4,721	7109,96	0			48	0
10	91,438	25,5	2,69	53,8	1,721	2539,27	0			48	0			
3	2,082	Sarma		75,55	17,5									
			1	77,166	17,44	1,62	-2,1	0,708	1082,99	0			0	0,2
			2	78,783	17,531	1,62	3,2	2,259	3580,33	0			31	0,22
			3	80,399	17,774	1,63	8,5	3,82	6409,03	0			31	0,22
			4	82,016	18,176	1,67	14	5,129	8672	0			31	0,22
			5	83,632	18,748	1,71	19,5	6,172	10247,99	0			31	0,22
			6	85,248	19,511	1,79	25,3	6,923	11371,38	0			48	0
			7	86,865	20,493	1,89	31,3	7,343	11880,55	0			48	0
			8	88,481	21,745	2,04	37,8	6,766	10652,08	0			48	0
			9	90,098	23,354	2,28	44,9	4,769	7241,48	0			48	0
10	91,714	25,5	2,69	53	1,735	2586,24	0			48	0			



Doc. N. 32109\_02

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROCA0000260Rev.  
0Foglio  
24 di 25SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

2

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq	
4	2,873	Sarma		75,811	17,5										
			1	77,399	17,414	1,59	-3,1	0,846	1341,46	0			0	0,2	
			2	78,986	17,48	1,59	2,4	2,522	4072,02	0			31	0,22	
			3	80,574	17,702	1,6	8	4,059	6850,2	0			31	0,22	
			4	82,161	18,086	1,63	13,6	5,343	9072,75	0			31	0,22	
			5	83,749	18,643	1,68	19,3	6,362	10620,59	0			48	0	
			6	85,336	19,395	1,76	25,3	7,089	11700,11	0			48	0	
			7	86,924	20,372	1,86	31,6	7,482	11922,37	0			48	0	
			8	88,511	21,63	2,03	38,4	6,867	10715,84	0			48	0	
			9	90,099	23,266	2,28	45,9	4,845	7620,15	0			48	0	
5	2,853	Sarma		91,686	25,5	2,74	54,6	1,773	2794,06	0			48	0	
				75,796	17,5										
			1	77,413	17,415	1,62	-3	0,87	1366,45	0			0	0,2	
			2	79,031	17,483	1,62	2,4	2,6	4147,85	0			31	0,22	
			3	80,648	17,709	1,63	7,9	4,194	6977,77	0			31	0,22	
			4	82,265	18,096	1,66	13,5	5,53	9241,71	0			31	0,22	
			5	83,882	18,659	1,71	19,2	6,594	10794,12	0			48	0	
			6	85,499	19,416	1,79	25,1	7,359	11869,48	0			48	0	
			7	87,116	20,398	1,89	31,3	7,784	12354,61	0			48	0	
			8	88,733	21,659	2,05	37,9	7,058	11149,87	0			48	0	
6	2,884	Sarma		90,35	23,292	2,3	45,3	4,891	7762,06	0			48	0	
				91,967	25,5	2,74	53,8	1,785	2846,09	0			48	0	
				75,782	17,5										
			1	77,428	17,416	1,65	-2,9	0,893	1390,97	0			0	0,2	
			2	79,074	17,486	1,65	2,5	2,676	4222,29	0			31	0,22	
			3	80,72	17,714	1,66	7,9	4,329	7103	0			31	0,22	
			4	82,366	18,106	1,69	13,4	5,717	9695,64	0			31	0,22	
			5	84,012	18,673	1,74	19	6,826	11514,59	0			48	0	
			6	85,658	19,435	1,81	24,8	7,63	12559,88	0			48	0	
			7	87,305	20,423	1,92	31	8,088	12790,34	0			48	0	
7	4,202	Sarma		88,951	21,687	2,08	37,5	7,251	11325,29	0			48	0	
				90,597	23,316	2,32	44,7	4,936	7637,99	0			48	0	
				92,243	25,5	2,73	53	1,798	2633,79	0			48	0	
				75,95	17,5										
			1	77,578	17,378	1,63	-4,3	1	1660,96	0			31	0,22	
			2	79,207	17,416	1,63	1,4	2,897	4746,75	0			31	0,22	
			3	80,835	17,617	1,64	7	4,559	7596,43	0			31	0,22	
			4	82,464	17,986	1,67	12,8	5,953	10161,14	0			31	0,22	
			5	84,092	18,536	1,72	18,6	7,062	11936,08	0			48	0	
			6	85,72	19,286	1,79	24,7	7,861	12945,68	0			48	0	





SMA S.r.l. - dott. geol. Maria Angela Premoli  
Via Roma, 1-25030 PARATICO (BS)-tel. 035-914633

3

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione *	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq	
8	4,115	Sarma	7	87,349	20,27	1,9	31,1	8,307	13173,65	0			48	0	
			8	88,977	21,544	2,07	38	7,438	11463,84	0			48	0	
			9	90,605	23,211	2,33	45,7	5,085	7816,26	0			48	0	
			10	92,234	25,5	2,81	54,6	1,864	2865,96	0			48	0	
				75,938	17,5										
			1	77,595	17,379	1,66	-4,2	1,026	1690,75	0				31	0,22
			2	79,253	17,421	1,66	1,4	2,981	4831,9	0				31	0,22
			3	80,911	17,625	1,67	7	4,702	7732,7	0				31	0,22
			4	82,568	17,999	1,7	12,7	6,147	10343,43	0				31	0,22
			5	84,226	18,554	1,75	18,5	7,302	12150,21	0				48	0
6	85,883	19,31	1,82	24,5	8,141	13153,06	0				48	0			
7	87,541	20,299	1,93	30,8	8,549	13850,33	0				48	0			
8	89,199	21,576	2,09	37,6	7,562	11934,72	0				48	0			
9	90,856	23,239	2,35	45,1	5,126	7956,48	0				48	0			
10	92,514	25,5	2,8	53,8	1,874	2917,38	0				48	0			
9	4,077	Sarma		75,926	17,5										
			1	77,612	17,381	1,69	-4	1,052	1720,01	0			31	0,22	
			2	79,298	17,425	1,69	1,5	3,064	4915,5	0			31	0,22	
			3	80,985	17,633	1,7	7	4,844	7866,49	0			31	0,22	
			4	82,671	18,011	1,73	12,6	6,342	10497,09	0			31	0,22	
			5	84,357	18,571	1,78	18,4	7,543	12309,84	0			48	0	
			6	86,043	19,332	1,85	24,3	8,421	13625,13	0			48	0	
			7	87,73	20,326	1,96	30,5	8,75	13886,51	0			48	0	
			8	89,416	21,606	2,12	37,2	7,646	11871,4	0			48	0	
			9	91,102	23,264	2,37	44,5	5,168	8094,14	0			48	0	
10	92,789	25,5	2,8	53	1,885	2967,85	0			48	0				

## LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg)      Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)      C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,15