

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 BS3a
COMUNE DI MONTICHIARI (BS)
RELAZIONE TECNICA**

IL PROGETTISTA

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

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

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. 02.52020557 - Fax 02.52020309
C.F. 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	1	5	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 20708_02.doc



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

1	PREMESSE	4
2	ANALISI DELLO STATO ATTUALE.....	6
2.1	<i>Inquadramento geografico.....</i>	<i>6</i>
2.2	<i>Geologia e geomorfologia</i>	<i>7</i>
2.3	<i>Caratteri giacimentologici.....</i>	<i>9</i>
2.3.1	Campagna geognostica.....	10
2.3.2	Litostratigrafia.....	12
2.4	<i>Modello geotecnico.....</i>	<i>13</i>
2.5	<i>Idrogeologia.....</i>	<i>18</i>
2.5.1	Geometria dell'acquifero.....	18
2.5.2	Dinamica della falda.....	20
2.5.3	Vulnerabilità degli acquiferi.....	23
2.6	<i>Aspetti pedologici.....</i>	<i>23</i>
2.6.1	Capacità d'Uso del Suolo.....	25
2.6.2	Capacità Protettiva del suolo nei confronti delle acque sotterranee.....	25
2.6.3	Capacità Protettiva del suolo nei confronti delle acque superficiali	26
2.6.4	Valore naturalistico dei suoli.....	26
2.7	<i>Aspetti agronomici.....</i>	<i>27</i>
2.8	<i>Aspetti naturalistici.....</i>	<i>28</i>
2.8.1	Vegetazione e flora.....	28
2.9	<i>La Fauna</i>	<i>30</i>
3	ANALISI VINCOLISTICA.....	31
3.1	<i>Piano territoriale di coordinamento provinciale.....</i>	<i>31</i>
3.2	<i>Piano di Governo del Territorio.....</i>	<i>33</i>
3.3	<i>Pianificazione estrattiva.....</i>	<i>34</i>
4	PROGETTO DI COLTIVAZIONE	35
4.1	<i>Rilievo planialtimetrico</i>	<i>35</i>
4.2	<i>Assetto proprietario</i>	<i>36</i>
4.3	<i>Modalità di coltivazione</i>	<i>36</i>
4.3.1	Distanze di rispetto.....	37



4.3.2	Superfici e volumi	38
4.3.3	Mezzi impiegati	39
4.3.4	Destinazione dei materiali e viabilità	39
4.4	<i>Fasi temporali</i>	40
4.5	<i>Verifiche di stabilità delle scarpate di scavo</i>	41
4.6	<i>Principali misure di sicurezza e interventi di mitigazione degli impatti</i>	44
5	PROGETTO DI RECUPERO	46
5.1	<i>Criteri di recupero</i>	46
5.2	<i>Recupero morfologico</i>	47
5.3	<i>Verifiche di stabilità delle scarpate di recupero</i>	48
5.4	<i>Recupero ambientale</i>	49
5.4.1	La sistemazione idraulico-agraria e la rete irrigua	49
5.4.2	Recupero naturalistico delle scarpate e delle fasce di rispetto	52
5.5	<i>Quantificazione delle attività di recupero naturalistico</i>	60
5.5.1	Movimenti terra	60
5.5.2	Formazione superfici boschive sulle fasce di rispetto	61
5.5.3	Formazione arbusteti sulle fasce di rispetto	62
5.5.4	Rivegetazione scarpate	64
5.5.5	Fossi e canali	65
5.5.6	Manutenzioni (anno impianto)	65
5.5.7	Manutenzioni (primo anno)	65
5.5.8	Manutenzioni (secondo anno)	66
5.5.9	Manutenzioni (terzo anno)	66
5.5.10	Manutenzioni (quarto anno)	67
5.5.11	Riepilogo dei costi per il riassetto ambientale	67
5.5.12	Calcolo della garanzia fideiussoria	68



1 PREMESSE

La presente relazione illustra lo stato dei luoghi e descrive il progetto di coltivazione e di recupero di una cava, di seguito denominata “Area estrattiva BS3a” da realizzarsi in Comune di Montichiari, in provincia di Brescia.

Si tratta di una cava di prestito a servizio di opere di pubblica utilità, per l'estrazione di inerti necessari alla realizzazione della linea ferroviaria AV/AC Brescia-Verona. L'approvazione della cava avverrà nell'ambito dell'approvazione da parte del CIPE (art. 4, comma 4, D.Lgs. n° 190/2002) del Progetto Definitivo dell'intera linea AV/AC. Il titolare dell'autorizzazione pertanto sarà il General Contractor Cepav due – Consorzio ENI per l'Alta Velocità.

Per le procedure di approvazione del Progetto Definitivo, per la dimostrazione della capacità tecnico economica del richiedente e per il Piano Finanziario complessivo dell'opera si rimanda alla “Relazione generale cave e discariche” (cfr. documento n. 21752).

Il titolo di disponibilità dei terreni è costituito dalla procedura di occupazione temporanea per Pubblica Utilità, richiesta sempre nell'ambito del Progetto Definitivo.

La previsione estrattiva di seguito illustrata trova giustificazione nell'impossibilità di reperire sul mercato i materiali inerti idonei per la realizzazione della tratta in provincia di Brescia della Linea AV/AC Brescia-Verona; impossibilità che è stata dimostrata nel corso dello studio “Valutazione della reperibilità di inerti sul mercato – Provincia di Brescia” (cfr. documento n. 21040).

Per la valutazione dei fabbisogni di inerti per la realizzazione dell'opera e quindi per la giustificazione dei volumi richiesti con la presente cava, oltre che con le altre facenti parte del Progetto Definitivo, si rimanda alla “Relazione generale cave e discariche” (cfr. documento n. 21752).

Il presente progetto, è stato redatto con riferimento a quanto previsto dalla normativa tecnica vigente (in particolare, la stessa L.R. 14/98 e successive modifiche e integrazioni).

Esso è stato organizzato in quattro sezioni distinte:

- Sezione 1 – Analisi dello stato attuale che comprende una serie di valutazioni tematiche relative alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, pedologiche e agronomiche dei terreni interessati dalla coltivazione;



- Sezione 2 – Stato della pianificazione nella quale sono presi in esame i piani sovra ordinati nel rispetto dei quali deve essere redatta la proposta progettuale;
- Sezione 3 – Progetto della coltivazione in cui vengono descritti, sulla base dei dati geologici ed idrogeologici acquisiti, la consistenza del giacimento coltivabile (superfici e volumi), le modalità di coltivazione, le distanze di rispetto, le scarpate di abbandono, le fasi temporali dello sfruttamento i mezzi impiegati negli scavi e la destinazione dei materiali (con relativa viabilità);
- Sezione 4 – Progetto di recupero ove sono definite le modalità di recupero e la sistemazione finale dell'area di cava sotto l'aspetto sia morfologico che ambientale, verificando la stabilità delle scarpate e specificando, oltre alla sistemazione idraulico-agraria degli impianti vegetali, gli interventi da prevedere per la manutenzione degli stessi.

A corredo della relazione, sono state redatte le seguenti cartografie di analisi:

<i>Tav. A 1 - Inquadramento geografico</i>	<i>scala 1:25.000</i>
<i>Tav. A 2 - Carta geologico-morfologica</i>	<i>scala 1:5.000</i>
<i>Tav. A 3 - Sezioni litostratimetriche</i>	<i>scala: H=1:200 e L=1:1.000</i>
<i>Tav. A 4 - Carta geomineraria</i>	<i>scala 1:2.000</i>
<i>Tav. A 5 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità</i>	<i>scala 1:5.000</i>
<i>Tav. A 6 - Carta pedologica</i>	<i>scala 1:2.000</i>
<i>Tav. A 7 - Carta della capacità d'uso dei suoli</i>	<i>scala 1:2.000</i>
<i>Tav. A 8 - Carta dell'uso reale del suolo</i>	<i>scala 1:2.000</i>
<i>Tav. A 9 - Carta dei vincoli</i>	<i>scala 1:5.000</i>
<i>Tav. A 10 - Stralcio da P.G.T.</i>	<i>scala 1:5.000</i>

le seguenti cartografie di progetto:

<i>Tav. P 1 - Rilievo planialtimetrico e ubicazione dei punti fissi</i>	<i>scala 1:1.000</i>
<i>Tav. P 2 - Planimetria catastale</i>	<i>scala 1:2.000</i>
<i>Tav. P 3 - Planimetria di scavo</i>	<i>scala 1:1.000</i>
<i>Tav. P 4 - Sezioni di scavo (4 tavole)</i>	<i>scala: H=1:100 e L=1:500</i>
<i>Tav. P 5 - Carta della viabilità</i>	<i>scale varie</i>
<i>Tav. P 6 - Planimetria di recupero morfologico</i>	<i>scala 1:1.000</i>
<i>Tav. P 7 - Sezioni di recupero morfologico (4 tavole)</i>	<i>scala: H=1:100 e L=1:500</i>
<i>Tav. P 8 - Sezioni riepilogative in scala non modificata (3 tavole)</i>	<i>scala 1:500</i>
<i>Tav. P 9 - Planimetria di recupero ambientale</i>	<i>scala 1:1.000</i>
<i>Tav. P 10 - Sezioni tipo delle scarpate</i>	<i>scala 1:100</i>
<i>Tav. P 11 - Fotosimulazioni</i>	

e i seguenti allegati:



All. 1 - Sondaggi a carotaggio continuo

All. 2 - Sondaggi con escavatore

All. 3 - Analisi di laboratorio

All. 4 - Monografie dei caposaldi topografici

All. 5 - Verifiche di stabilità delle scarpate

2 ANALISI DELLO STATO ATTUALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area BS3a è ubicata in adiacenza alla costruenda linea ferroviaria A.V./A.C. Brescia-Verona, che ne individua il limite nord-occidentale. Quello nord-orientale è, invece, rappresentato dal confine tra il Comune di Montichiari, nel quale l'area estrattiva è interamente compresa, e quello di Calcinato (entrambi in provincia di Brescia).

Cartograficamente ricade nella tavola D6D3, della Carta Tecnica della Regione Lombardia alla scala 1:10.000.



Foto 1 – Panoramica da ovest dell'area BS3a

L'area esaminata risulta attualmente adibita ad uso agricolo. Nell'intorno il sistema insediativo è rappresentato da fabbricati rurali sparsi, distanziati alcune centinaia di metri l'uno dall'altro. Quelli più vicini all'area BS3a sono quelli appartenenti alla cascina Casalunga, a sud-ovest, e alla cascina Schiannini, a est, poste a più di 300 m di distanza.



Foto 2 – Panoramica da sud dell'area BS3a

I centri abitati più vicini sono i capoluoghi dei Comuni sopra menzionati (Montichiari e Calcinato) e Castenedolo, tutti distanti almeno 3 km dall'area in esame.

L'idrografia superficiale della zona, costituita da una rete di canali artificiali, realizzati, principalmente, per assicurare ai terreni agricoli un adeguato apporto idrico durante i mesi asciutti, non presenta elementi di particolare interesse.

Il canale irriguo in terra, posto sul confine nord dell'Area BS3a, è a sua volta alimentato dalla roggia Roberta.

L'alveo del fiume Chiese si incontra oltre 2 chilometri più ad Est.

Da un punto di vista paesistico e naturalistico questo territorio non possiede particolari valori ambientali: infatti, la vegetazione spontanea è quasi completamente scomparsa, ridotta a rari filari isolati di piante, disposti lungo le canalette d'irrigazione, e alle erbe infestanti che crescono sulle superfici non soggette a coltivazione.

A ciò si aggiunga, che, nelle vicinanze (poche centinaia di metri), sono presenti ambiti estrattivi in attività e ben 2 impianti di smaltimento rifiuti.

2.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area di studio appartiene alla porzione settentrionale della pianura padana, un grande bacino subsidente, colmato da depositi di origine continentale il cui assetto geologico è il complesso risultato di eventi morfogenetici e deposizionali.



In particolare, il settore di territorio in esame, si inserisce nella media pianura lombarda la cui struttura geologica può essere sintetizzata, descrivendo sommariamente i complessi dal basso verso l'alto, come segue:

- alla base è presente un substrato roccioso costituito dalle rocce appartenenti alla catena alpina, deformate durante la formazione della stessa e con una debole vergenza verso sud;
- al substrato si sovrappongono argille marine fossilifere;
- in contatto erosionale con le argille, sono presenti grossi banchi di conglomerati poligenici che gradualmente passano, verso sud, a ghiaie e sabbie più o meno limose;
- nei livelli più superficiali, al di sopra dei conglomerati, si estendono, con spessori variabili, i depositi di origine alluvionale costituiti da ghiaie grossolane in matrice sabbioso-limosa.

L'assetto del corpo sedimentario superiore è il risultato dell'evoluzione deposizionale dei corsi d'acqua, legata prevalentemente alle variazioni climatiche pleistoceniche.

Nella zona in esame le formazioni pleistoceniche sono caratterizzate da potenze di oltre 300 m.

La media pianura lombarda è solcata da corsi d'acqua ad andamento nord-sud che hanno depositato alluvioni recenti a granulometria grossolana.

Il livello fondamentale della pianura è formato dalla coalescenza delle ampie conoidi fluvio-glaciali alpine.

Le scarpate di erosione fluviale della fase glaciale postwurmiana definiscono il limite tra i depositi del livello fondamentale e quelli terrazzati secondo vari ordini, riferibili alla fase più recente di morfogenesi della pianura.

Nello stretto intorno della cava in progetto le caratteristiche geologiche del territorio in esame sono state definite sulla base di sopralluoghi in situ e della lettura della documentazione raccolta.

In particolare, presso l'Ufficio Tecnico comunale, si è potuto consultare lo studio geologico a corredo del P.R.G. vigente, redatto dal Dott. Geol. Mario Pesce.

Secondo detto studio l'area indagata appartiene al piano generale terrazzato (PGT) del livello fondamentale della pianura. Esso è pianeggiante, degradante verso Sud e leggermente ondulato.

Al suo interno, come raffigurato in *Tav. A 2 - Carta geologico-morfologica*, sono riconoscibili delle linee di deflusso superficiale e lineamenti longitudinali, tracce di antichi percorsi fluviali.

I depositi sono fluvio-glaciali, ghiaioso-sabbiosi, con sensibile presenza di limo, debolmente classati, tipicamente con stratificazione ad "alto angolo".



Tutti i dati stratigrafici raccolti confermano la dominanza di depositi ghiaiosi e sabbiosi, con buona continuità fino ad almeno 30 m dall'attuale piano campagna.

Nell'intorno esaminato non sono stati rilevati elementi morfologici di pregio né alcun tipo di problematica di dissesto.

Le quote del piano campagna variano da circa 125,5 fino a 122,0 m s.l.m.

Relativamente al rischio sismico, si ricorda che sono stati adottati, con Ordinanza del Presidente del Consiglio (O.P.C.M.) in data 20 marzo 2003, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08 maggio 2003, dei criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e delle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Secondo tale ordinanza, in prima applicazione, le zone sismiche sono individuate sulla base del documento *"Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale"* elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito dal Servizio Sismico Nazionale, a seguito della risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997.

In particolare, il Comune di Montichiari, che prima risultava "non classificato", nella sopra citata proposta di riclassificazione è stato identificato in zona 3, cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra $0,05 \cdot g$ e $0,15 \cdot g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).

Riguardo al rischio di esondazione, si è verificato che questo non sussiste in quanto il sito in esame non ricade in area inondabile neppure nel caso di eventi alluvionali catastrofici.

2.3 CARATTERI GIACIMENTOLOGICI

Già prima del presente studio, vari elementi indicavano che l'area in oggetto poteva rappresentare un'interessante risorsa giacimentologica: le informazioni litologiche dedotte dalla letteratura, il fatto che la lavorazione dei campi avesse rilevato la presenza, sotto il terreno agrario, di un'abbondante quantità di ghiaia e, soprattutto, una serie di saggi con escavatore realizzati, in data 19 Novembre 2004, con lo scopo di verificare la continuità areale dell'orizzonte ghiaioso.



Tuttavia, al fine di pervenire ad una migliore conoscenza delle caratteristiche litologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni in esame, necessaria ai fini progettuali, è stata eseguita la campagna geognostica descritta nei paragrafi successivi.

2.3.1 Campagna geognostica

La campagna geognostica realizzata all'interno dell'area estrattiva BS3a ha previsto la realizzazione di 6 sondaggi profondi, a rotazione, a carotaggio continuo, e di 40 sondaggi con escavatore.

Nei sondaggi a rotazione sono state raggiunte profondità variabili: pari a 35 m, nei 4, ubicati ai margini dell'area estrattiva, e pari a 25 m, nei 2 centrali.

I sondaggi con escavatore sono stati distribuiti con uniformità nella porzione di territorio da esaminare mantenendo sempre una densità di, circa, 2 sondaggi/ettaro. Essi, finalizzati, principalmente, a definire lo spessore dei terreni che delimitano superiormente il giacimento coltivabile, sono, di norma, stati interrotti a 1,0÷2,0 m dall'attuale piano campagna.

L'ubicazione di tutti i sondaggi (sia a rotazione che con escavatore) è rappresentata nella *Carta geomineraria di Tav. A 4*.



Foto 3 –Sondaggio superficiale con escavatore all'interno dell'Area BS3a

Nel corso dei sondaggi profondi sono state effettuate 8 prove *Standard Penetration Test* (S.P.T.), con lo scopo di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni incontrati.

Inoltre, sono stati prelevati 24 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di laboratorio (analisi granulometriche per setacciatura e determinazione dei limiti di consistenza), che ne hanno consentito la classificazione, secondo la metodologia UNI 10006.

I 4 sondaggi posti lungo il perimetro dell'area di cava sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto, fenestrati da -5,0 m fino a fondo foro, in modo da poter misurare la soggiacenza dei livelli idrici nel terreno. Gli stessi piezometri saranno utilizzati per il monitoraggio della falda nel corso delle attività di coltivazione e di successivo recupero.

I risultati della campagna geognostica effettuata sono riportati nei seguenti elaborati:

- *All. 1 - Sondaggi a carotaggio continuo*
- *All. 2 - Sondaggi con escavatore*
- *All. 3 - Analisi di laboratorio*



2.3.2 Litostratigrafia

Le indagini hanno evidenziato una situazione stratigrafica abbastanza omogenea all'interno del territorio esaminato, che può essere riassunta come segue:

- da p.c. a $-0,30/0,50$ m da p.c. Terreno agrario limoso con ghiaie.
- da $-0,30/0,50$ m a $-35,00$ m da p.c. (fine sondaggi) Alternanze di ghiaia con sabbia e sabbia con ghiaia, eterometrica, subangolare, poligenica, talora ciottolosa, talora limosa.

In *Tav. A 4* è stata rappresentata planimetricamente la variazione dello spessore dei terreni copertura. Si osserva che esso risulta sempre compreso tra i 50 e i 40 cm.

In *Tab. 1* sono riepilogati i risultati delle classificazioni UNI 10006, effettuate sui 24 campioni rimaneggiati prelevati nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo.

classe	numero	percentuale
<i>A1-a</i>	18	75%
<i>A1-b</i>	6	25%
totale	24	

Tab. 1 – Riepilogo delle classificazioni UNI 10006 dei campioni prelevati dall'area BS3a

In *Fig. 1* sono, invece, rappresentati i risultati delle analisi granulometriche.

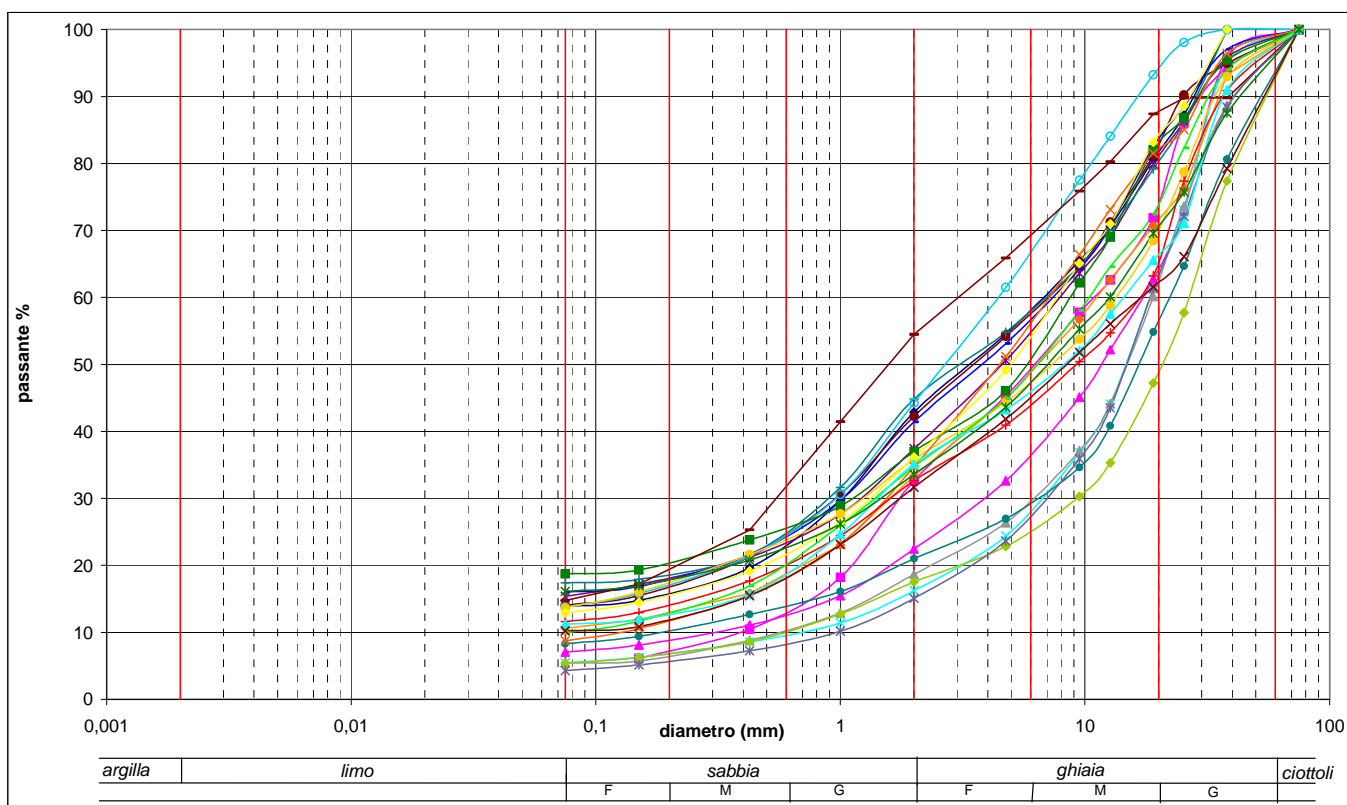


Fig. 1 – Grafico riepilogativo delle analisi granulometriche effettuate su campioni prelevati dall'area BS3a

A riguardo, per l'intera Area BS3a, facendo la media di tutti i valori ricavati nel corso delle singole prove, si ottengono le seguenti percentuali:

- frazione ghiaiosa = 56%
- frazione sabbiosa = 32%
- passante al setaccio con apertura da 2,0 mm = 34%
- passante al setaccio con apertura da 0,42 mm = 17%
- passante al setaccio con apertura da 0,075 mm = 12%

Si osserva che si tratta sempre di terreni granulari, con buone caratteristiche per la realizzazione di rilevati, ma idonei anche per la produzione di lavorati di qualità.

2.4 MODELLO GEOTECNICO

La caratterizzazione geotecnica dei terreni granulari di cava si è basata sui risultati delle prove in sito (8 prove penetrometriche dinamiche SPT realizzate nei sondaggi trivellati a carotaggio



continuo), utilizzando correlazioni empiriche, e facendo riferimento al laboratorio solo per quanto riguarda la composizione granulometrica.

Densità relativa

I valori della densità relativa sono stati ricavati dalle prove SPT in base alla correlazione proposta da *Gibbs-Holtz* (1957) attraverso la relazione che lega la densità relativa DR al valore del numero dei colpi NSPT:

$$D_R = \left(1.5 \cdot \left(\frac{N_{SPT}}{F} \right)^{0.222} \right) - 0.6$$

dove $F = 0.0065 \times \sigma_{v0}^2 + 1.68 \times \sigma_{v0} + 14$

essendo:

σ_{v0} = pressione verticale totale geostatica (t/m²);

N_{SPT} = numero di colpi per 30 cm di infissione;

D_R = densità relativa (%).

Angolo di resistenza al taglio

L'angolo di resistenza al taglio (ϕ') è stato stimato a partire dai risultati delle prove SPT, in base alla correlazione proposta da *De Mello* (1971) mediante le formule proposte da *Shioi e Fukuni* (1982):

$$\Phi' = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$$

Caratteristiche di deformabilità

I valori del modulo elastico E sono stati ricavati dai risultati delle SPT mediante la relazione proposta da *Stroud* (1989):

$$E = N_{SPT}$$

essendo il modulo espresso in MPa.

Risultati delle prove in situ

In *Tab. 2* sono riportati i risultati delle prove SPT realizzate nei sondaggi. Come si può constatare, ben 5 delle 8 prove hanno dato rifiuto in una delle tre fasi di penetrazione.



Tale risultato è sicuramente da attribuire alla presenza di grossi ciottoli che la punta non è stata in grado di spostare e/o frantumare durante la penetrazione. In ogni caso gli elevati valori di NSPT delle restanti prove testimoniano l'elevato grado di addensamento del deposito e le sue ottime caratteristiche geotecniche.

sondaggio	profondità inizio prova (m da p.c.)	numero di colpi			Nspt
BS3a-P1	6,50	19	34	36	70
BS3a-P1	17,50	R			R
BS3a-P2	4,50	19	27	34	61
BS3a-P2	15,00	R			R
BS3a-P3	6,00	R			R
BS3a-P3	16,50	R			R
BS3a-P4	9,00	27	41	50	91
BS3a-P4	19,50	R			R

Tab. 2 – Risultati delle prove SPT

In *Tab. 3* vengono riportati i risultati delle elaborazioni delle prove SPT, utilizzando i metodi sopradescritti per ricavare la densità relativa D_r , l'angolo di attrito interno ϕ' e il modulo elastico E . Le elaborazioni non sono state effettuate per le prove che hanno dato rifiuto.

In *Fig. 2* viene invece proposto il grafico del valore di ϕ' in funzione della profondità. Come si può constatare i valori dell'angolo di attrito interno si mantengono sempre molto elevati, oltre i 45 gradi.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
16 di 68

SOND	Prof.	Nspt	falda	tens. Eff.	tens.	DR	ϕ'	E
					Totale			
	m da p.c.		m da p.c.	kPa	kPa	%	°	MPa
BS3a-P1	6,50	70	30	123,50	124	114	47	70,00
BS3a-P1	17,50	R	30	332,50	333			
BS3a-P2	4,50	61	30	85,50	86	117	45	61,00
BS3a-P2	15,00	R	30	285,00	285			
BS3a-P3	6,00	R	30	114,00	114			
BS3a-P3	16,50	R	30	313,50	314			
BS3a-P4	9,00	91	30	171,00	171	116	52	91,00
BS3a-P4	19,50	R	30	370,50	371			

Tab. 3 – Elaborazione dei dati N_{SPT}

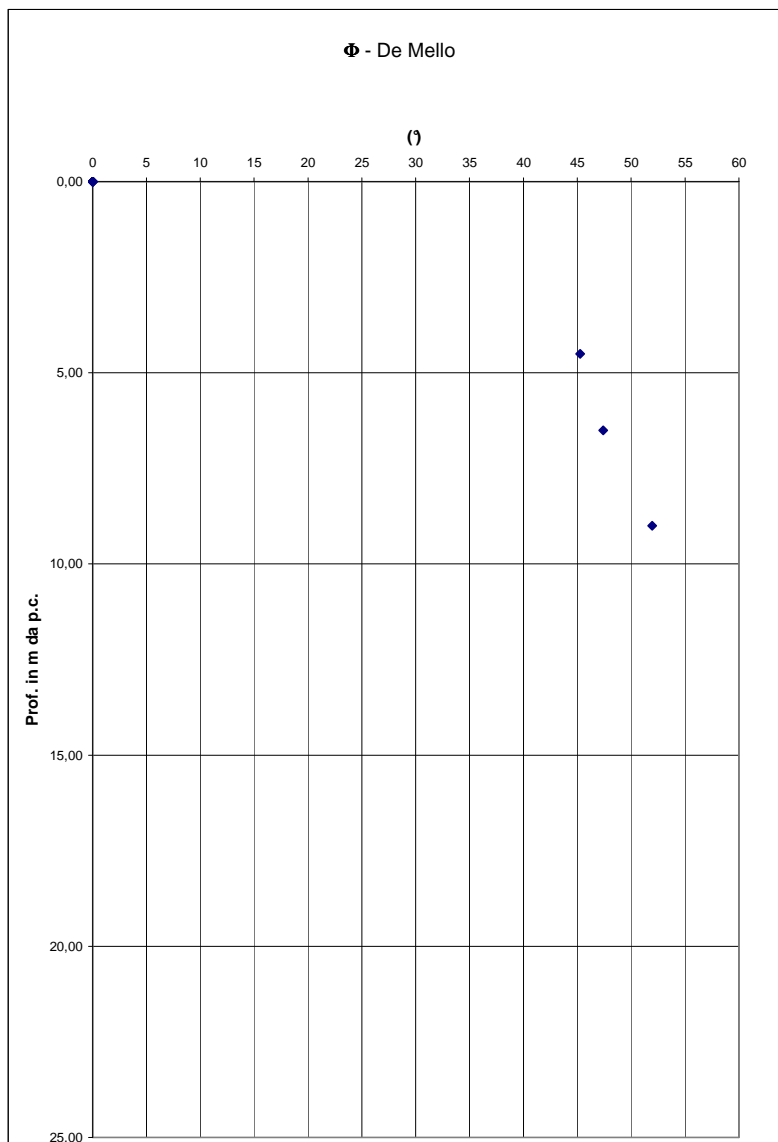


Fig. 2 – Grafico dell'angolo di attrito interno in relazione alla profondità (De Mello, 1971)

Quanto alla caratterizzazione geotecnica del terreno agrario, più superficiale, sulla base dei valori di resistenza al *pocket penetrometer* e tenuto conto delle correlazioni semimpiriche con terreni consimili si adottano come parametri una coesione in termini di sforzi efficaci (c') = 20 kPa e un angolo di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci (ϕ') = 18°.



2.5 IDROGEOLOGIA

2.5.1 Geometria dell'acquifero

Anche sotto l'aspetto idrogeologico il territorio oggetto di studio va inquadrato nel grande bacino padano colmato da depositi Pleistocenici, prima marini, e successivamente continentali descritti nel precedente *paragrafo 2.2*.

Il settore in esame, in particolare, ricade nel settore centrale dell'unità idrogeologica dell'alta pianura bresciana. In tale unità gli acquiferi hanno sede in orizzonti ghiaioso-sabbiosi, confinati da strati limosi o limoso-argillosi debolmente permeabili.

Le caratteristiche idrogeologiche risultano strettamente dipendenti dalla natura dei depositi fluviali e fluvioglaciali in quanto le caratteristiche granulometriche condizionano il grado di permeabilità e di conseguenza le modalità della circolazione idrica sotterranea.

La base degli acquiferi potabili è delimitato dall'interfaccia acque dolci-acque salate, che nella zona in questione è posto ad una profondità di oltre 300 m da p.c.

Secondo i più recenti studi (cfr. "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" redatto, nel 2002, dalla Regione Lombardia in collaborazione con l'Esplorazione Italia dell'Eni Divisione Agip), il bacino padano può essere suddiviso in quattro unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi A, B, C, D cfr.

Fig. 3) separate da barriere impermeabili che si sviluppano a scala regionale.

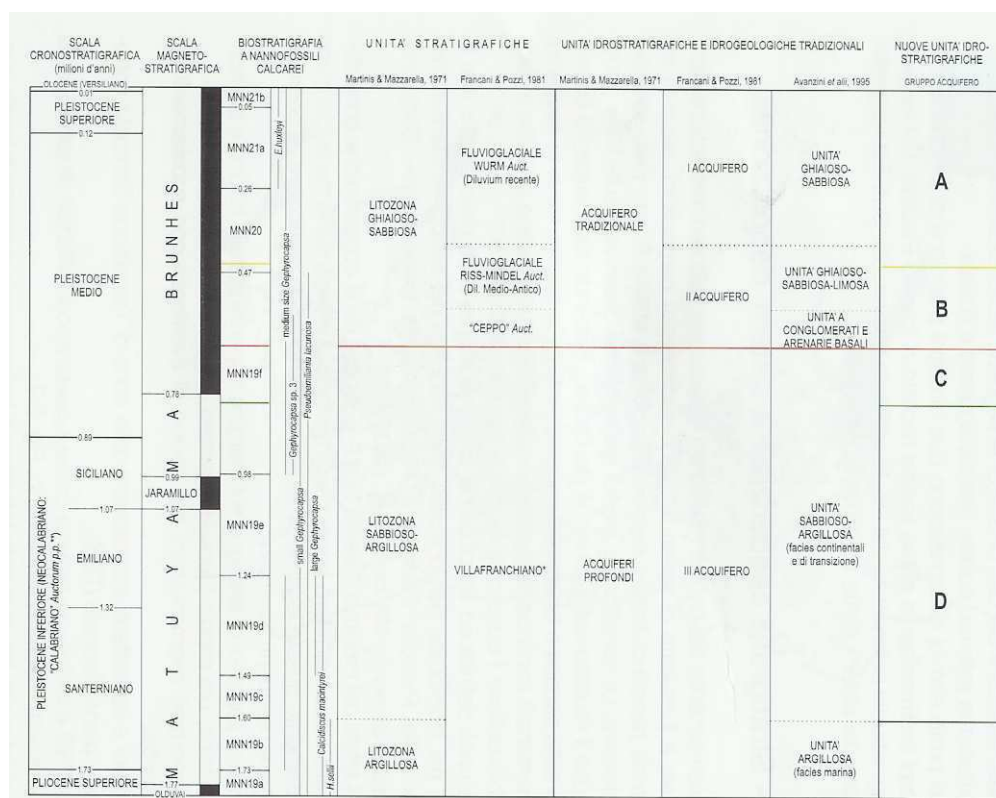


Fig. 3 – Schema dei rapporti stratigrafici (Regione Lombardia-Eni, 2002)

All'interno di ogni Gruppo Acquifero vi è un'ulteriore compartimentazione in unità idrostratigrafiche di rango inferiore (Complessi Acquiferi), a loro volta separate da setti impermeabili caratterizzati da una più limitata continuità laterale.

Alla luce di tale quadro, risulta importante la conoscenza delle caratteristiche e dei rapporti tra i Gruppi Acquiferi: in particolare, i gruppi A e il B in quanto oggi sono i più sfruttati per l'approvvigionamento idrico con finalità varie.

Come evidenziato nello studio Regione Lombardia-Eni, nel territorio in esame, il Gruppo Acquifero A presenta una superficie basale impermeabile ad una profondità di circa 75 m da piano campagna con uno spessore cumulativo dei livelli poroso-permeabili compreso tra 40 e 60 m.

Al di sotto della barriera di permeabilità regionale, si rinvengono i gruppi più profondi che, a loro volta, presentano limite basale all'incirca alle seguenti profondità: a 175 m, il Gruppo Acquifero B, a 325 m, il Gruppo Acquifero C (profondità a cui si trova anche il limite acque dolci-acque salate).



La configurazione dei sedimenti indica che il primo Complesso Acquifero risulta coincidere con il banco ghiaioso-sabbioso affiorante, oggetto di coltivazione, di spessore pari ad almeno una trentina di metri.

In corrispondenza dei principali corsi d'acqua, quali il fiume Chiese, all'interno di tale acquifero, è registrabile un aumento della granulometria con presenza di ghiaie e sabbie ghiaiose, caratterizzate da elevata permeabilità, intercalate a limitati orizzonti maggiormente sabbioso-limosi.

2.5.2 Dinamica della falda

Nella pianura bresciana, la falda che ha sede nell'acquifero più superficiale, non essendo delimitata al tetto da depositi impermeabili, risulta a pelo libero (falda freatica).

Viceversa, a maggiori profondità la presenza di lenti meno permeabili ne determina una parziale compartimentazione e uno sviluppo locale di falde in pressione.

La soggiacenza è piuttosto elevata nell'alta pianura (anche 40 m da p.c.), ma diminuisce gradualmente procedendo verso sud, tanto che l'emergenza della falda in più punti della media pianura determina la formazione di sorgenti (fontanili¹).

La ricarica della falda superficiale è determinata, in parte, dall'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso gli orizzonti maggiormente permeabili, e, in parte, dalla dispersione delle acque dei canali irrigui e dei corsi d'acqua naturali.

Il fiumi influenzano notevolmente il flusso sotterraneo, configurandosi sia come elementi di ricarica che come elementi di drenaggio dell'acquifero.

Generalmente, allo sbocco delle valli alpine, i corsi d'acqua poggiano su un substrato a bassa permeabilità e cedono parte del proprio carico appena raggiungono un substrato maggiormente permeabile nella pianura. Più a sud, invece, gli stessi corsi d'acqua, profondamente incisi nei depositi fluvioglaciali e ad una quota inferiore rispetto alla superficie piezometrica, svolgono una funzione drenante.

¹ Per fontanili si intendono quelle sorgenti di emergenza che si manifestano spontaneamente o sono provocate artificialmente con scavi, al passaggio litologico dai sedimenti a granulometria grossolana dell'alta pianura ghiaiosa alla bassa pianura prevalentemente sabbiosa. Essi costituiscono una fascia continua della Pianura Padana e Veneta che si estende da Ovest di Milano sin quasi all'Isonzo e che trova la massima concentrazione nel tratto compreso tra il Fiume Adda e il Fiume Oglio.



L'indagine sulla situazione idrogeologica locale è stata approfondita nel corso del presente studio ove è stato effettuato lo studio dell'andamento e delle oscillazioni della superficie freatica, in modo da determinare con precisione la profondità della falda ed evitare che l'attività estrattiva interferisca con il regime idrico sotterraneo.

A tale scopo sono state effettuate le misure della soggiacenza dei livelli idrici nei 4 piezometri realizzati nel corso della campagna geognostica, descritta nel *paragrafo 2.3.1*, e confrontati con informazioni desunte da precedenti studi. In particolare, si sono utilizzati lo studio idrogeologico a corredo del P.G.T. vigente di Montichiari e quelli per la realizzazione della linea AV/AC Brescia-Verona.

In *Fig. 4*, è rappresentato un grafico con il risultato del monitoraggio di un piezometro, realizzato per la progettazione della linea ferroviaria, che ha consentito di registrare le variazioni dei livelli a partire dal febbraio 2004.

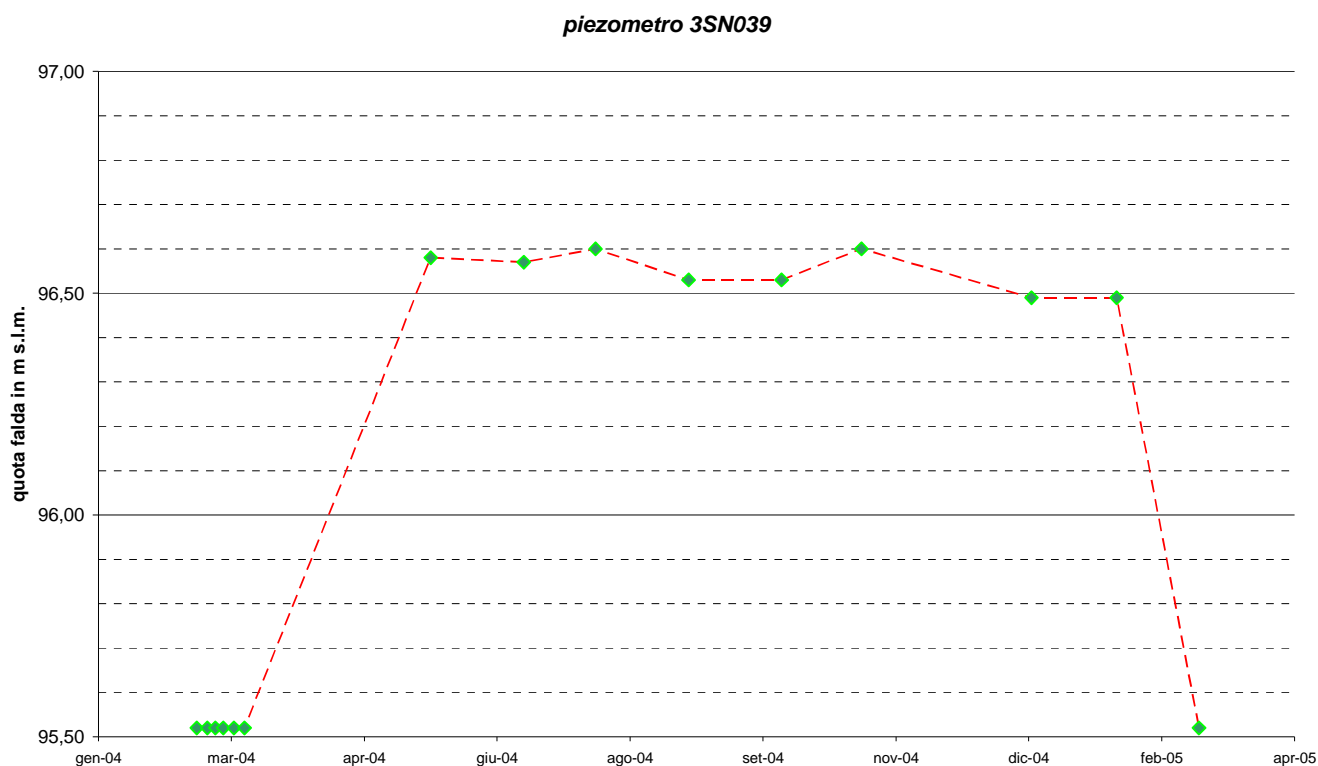


Fig. 4 – Livelli freatici misurati in un piezometro in vicinanza dell'area BS3a



Si osserva che, in zona, la falda presenta un regime unimodale: la massima quota si registra durante il periodo estivo (luglio-agosto: in concomitanza con il periodo di maggior intensità delle irrigazioni che, nella zona, vengono eseguite, principalmente, per scorrimento con l'impiego di grandi corpi d'acqua); quella minima durante il periodo primaverile (marzo-aprile).

In *Tab. 4*, sono riportati i valori minimi registrati nel corso di letture effettuate sui piezometri posizionati al contorno dell'Area estrattiva BS3a (cfr. *paragrafo 2.3.1*), nell'ottobre 2005.

piezometro	quota p.c. (m s.l.m.)	soggiacenza	quota falda (m s.l.m.)
BS3aP1	122,08	34,00	88,08
BS3aP2	122,29	34,10	88,19
BS3aP3	125,41	29,00	96,41
BS3aP4	125,40	34,50	90,90

Tab. 4 – Livelli freatici misurati nei 4 piezometri al contorno dell'Area BS3a (ottobre 2005)

Le informazioni raccolte indicano che la falda presenta, nell'area in esame, quote sempre abbondantemente inferiori ai 100 m s.l.m. Ne consegue che, prevedendo un'escavazione di poco superiore ai 20 m dall'attuale piano campagna, è sempre garantito un franco di oltre 5 m dal massimo livello freatico.

Nella *Tav. A 5 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità* si è ricostruito l'andamento delle linee isopieze (linee lungo le quali la falda si trova alla stessa altezza sul livello medio del mare) che presentano un andamento generale W-E, definendo un flusso idrico con direzione principale N-S (anche se proprio in corrispondenza dall'Area BS3a sembrerebbe essere presente uno spartiacque piezometrico che fa divergere il flusso verso 2 direzioni: SW, nel settore occidentale, e SE, in quello orientale).

La pendenza media della falda risulta abbastanza bassa, pari al 3÷4‰, in funzione dell'elevata permeabilità dei depositi presenti nel sottosuolo.



2.5.3 Vulnerabilità degli acquiferi

Sempre in *Tav. A 5* è stata rappresentata la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento.

La metodologia adottata, nel presente studio, è quella proposta dal GNDCI-CNR, secondo la quale la vulnerabilità intrinseca (o naturale), relativa al primo acquifero, viene valutata tramite sovrapposizione e intersezione di carte tematiche d'analisi dei seguenti fattori:

- litologia di superficie;
- profondità del tetto dell'acquifero;
- caratteristiche idrauliche delle falde (libere o in pressione).

La combinazione delle diverse suscettività all'inquinamento che caratterizzano la variabilità di ognuno dei fattori sopra richiamati, ha permesso di definire che, in corrispondenza dell'area di cava in oggetto (come, del resto, in un'ampia porzione di pianura ad essa circostante) la vulnerabilità naturale del primo acquifero risulta elevata.

2.6 ASPETTI PEDOLOGICI

L'area in esame è coperta da cartografia pedologica della Regione Lombardia sin dal 1991. La recente pubblicazione "*Suoli e paesaggi della provincia di Brescia*" edita dall'ERSAF nel 2004 (con cui sono stati armonizzati i precedenti rilevamenti), inserisce la nostra area nel Sistema di Paesaggio L "*Livello Fondamentale della Pianura*", vale a dire nella piana fluvioglaciale e fluviale terrazzata formatasi all'esterno della cerchia morenica nella fase finale della glaciazione würmiana, mediante l'accumulo del carico grossolano trasportato dai corsi d'acqua alimentati dalle acque di fusione dei ghiacciai. Si tratta di superfici costituite da depositi a granulometria variabile e decrescente, dalle ghiaie ai termini più fini, procedendo in direzione sud, in relazione alla riduzione della velocità e competenza delle acque.

All'interno del Livello Fondamentale la nostra area appartiene al Sottosistema LG dell'"*Alta Pianura Ghiaiosa*" che corrisponde ad ampi conoidi ghiaiosi coalescenti, a morfologia lievemente convessa o subpianeggiante, che formano una superficie debolmente inclinata, solcata da corsi d'acqua a canali intrecciati soggetti a grande variabilità di portata e con elevata torbidità delle acque. E' compresa fra le superfici rilevate (rilievi montuosi, apparati morenici e terrazzi antichi) ed il limite superiore della fascia delle risorgive.



Scendendo di scala e soffermandoci sull'area di progetto, la cartografia pedologica disponibile la iscrive all'Unità di Paesaggio Territoriale *LGI*, rappresentativa della situazione modale del Sottosistema LG, con superfici subpianeggianti e con evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati (*braided*), e posta nella zona settentrionale della pianura.

La maggior parte della superficie è occupata da un complesso di suoli caratterizzati da pietrosità superficiale comune e substrato costituito da alluvioni grossolane calcaree (ghiaie con sabbia); essi sono stati designati con le sigle BTU1 APO1 e classificati, secondo la tassonomia americana, come *Typic Hapludalfs fine loamy over sandy or sandy skeletal, mixed, active, mesic (BTU1)* e *Inceptic Hapludalfs fine loamy over sandy or sandy skeletal, mixed, superactive, mesic (APO1)*. I BTU1 Sono da moderatamente profondi a profondi, limitati da orizzonti a tessitura contrastante, a tessitura moderatamente fine in superficie, grossolana in profondità, scheletro frequente in superficie (90-120 cm), abbondante in profondità, da subacidi a subalcalini in superficie (40 cm), da neutri ad alcalini in profondità, non calcarei in superficie (100 cm circa), fortemente calcarei in profondità, a drenaggio buono e permeabilità moderata; AWC alta, tasso di saturazione in basi alto. I suoli APO1 sono invece moderatamente profondi, limitati da scheletro e orizzonti fortemente calcarei, a tessitura media e scheletro frequente in superficie (70 cm circa), tessitura grossolana con scheletro abbondante o molto abbondante in profondità; da neutri ad alcalini, da non calcarei a scarsamente calcarei in superficie (70 cm) fortemente calcarei al di sotto, a drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata; AWC moderata, tasso di saturazione in basi alto.

L'osservazione diretta dei suoli dell'area, effettuata tramite trivellate con trivella manuale di tipo olandese, ha consentito di rilevare suoli poco profondi (50 cm) poggianti su substrato sabbioso-ghiaioso-ciottoloso calcareo, a tessitura stimata franco sabbiosa, colore arrossato (7,5YR 3/3), moderatamente calcarei.

Dalla descrizione effettuata si desumono le caratteristiche agronomiche e gestionali dei terreni. A causa della presenza in materiali grossolani, soprattutto nel substrato, essi manifestano una moderata capacità di ritenere l'acqua e, contemporaneamente, conservano un buon drenaggio interno. Sono dunque terreni che si asciugano rapidamente e che, per sostenere produzioni adeguate, necessitano imperativamente dell'irrigazione. Le tessiture degli strati esplorati sono equilibrate e permettono una buona penetrazione delle radici.



Il set di colture realizzabili rimane comunque molto ampio e si ottengono buoni livelli produttivi con le giuste tecniche agronomiche. Questi terreni si prestano bene sia all'anticipo delle semine primaverili, sia all'esecuzione di secondi raccolti estivi; offrono la possibilità di intervenire rapidamente sui campi anche dopo periodi piovosi e l'opportunità di effettuare in rapida successione tutte le operazioni per la preparazione dei letti di semina.

2.6.1 Capacità d'Uso del Suolo

La Capacità d'Uso dei Suoli è un'interpretazione delle informazioni pedologiche che consente di identificare i suoli agronomicamente più pregiati e maggiormente adatti all'attività agricola, quelli cioè in grado di ospitare molti tipi di coltivazioni con la minor richiesta di fattori produttivi o input energetici. La metodologia utilizzata, denominata Land Capability Classification (USDA 1961), utilizza sia le caratteristiche intrinseche dei suoli (profondità, tessitura, pietrosità ecc), sia quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità ecc.). I suoli sono suddivisi in categorie (classi, sottoclassi ed unità), in base al tipo e alla gravità delle limitazioni che ne ostacolano l'attività agro-silvo-pastorale.

La cartografia pedologica disponibile inserisce entrambi i suoli dell'area esaminata fra quelli adatti all'agricoltura, in *IIa classe di Capacità d'Uso*. Si tratta di suoli con alcune lievi limitazioni che riducono l'ambito di scelta delle colture e/o richiedono moderati interventi di conservazione.

2.6.2 Capacità Protettiva del suolo nei confronti delle acque sotterranee

Questa interpretazione permette di esprimere un giudizio sulla capacità del suolo dell'area di difendere la falda acquifera più superficiale, comportandosi come un filtro fisico o tampone chimico nei confronti degli agenti inquinanti trasportati dalle acque di percolazione agricole o industriali e favorendo le trasformazioni biochimiche. La Capacità Protettiva del suolo nei confronti delle acque sotterranee descrive la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti idrosolubili in profondità con le acque di percolazione in direzione delle risorse idriche sottosuperficiali. Le precipitazioni e, soprattutto l'irrigazione, sono considerate le principali fonti di acqua disponibile per la lisciviazione dei prodotti fitosanitari o dei loro



metaboliti attraverso il suolo. La valutazione della capacità protettiva dei suoli assume pertanto una rilevanza particolare nelle aree ove vengono utilizzate tecniche irrigue a forte consumo di acqua.

La Capacità Protettiva del suolo nei confronti delle acque sotterranee descrive l'attitudine potenziale del suolo di trattenere i fitofarmaci entro i limiti dello spessore interessato dagli apparati radicali delle piante e per un tempo sufficiente a permetterne la degradazione; non è riferita a specifici antiparassitari o famiglia di prodotti fitosanitari. Le proprietà pedologiche che la determinano sono quelle correlate con la capacità di attenuazione e col comportamento idrologico del suolo: permeabilità, profondità della falda, granulometria, proprietà chimiche.

Ai suoli BTU1 e APO1 è stata attribuita una *moderata capacità di protettiva verso le acque sotterranee* per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria.

2.6.3 Capacità Protettiva del suolo nei confronti delle acque superficiali

Questa interpretazione, complementare alla capacità di protettiva verso le acque sotterranee, esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto degli inquinanti con le acque di scorrimento superficiale in direzione delle risorse idriche di superficie. Infatti, gli inquinanti distribuiti sul suolo possono essere trasportati in soluzione con le acque che si muovono sulla superficie del suolo stesso, oppure adsorbiti sulle particelle solide contenute in tali acque. Le proprietà pedologiche prese in considerazione nel modello interpretativo sono correlate con la suscettività dei suoli a determinare scorrimenti superficiali e fenomeni erosivi (gruppo idrologico, indice di runoff superficiale, rischio di inondabilità). Nelle aree di pianura non alluvionabili, dove la pendenza è molto modesta o addirittura inesistente, la capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali è comunque prevalentemente correlata al tipo idrologico dei suoli, che è una espressione sintetica delle modalità e dei tempi di deflusso delle acque di origine meteorica o irrigua.

Ai suoli in esame è stata riconosciuta *un'elevata capacità protettiva per le acque superficiali*.

2.6.4 Valore naturalistico dei suoli

Con il valore naturalistico dei suoli viene proposta una valutazione dell'interesse scientifico e della singolarità che le risorse pedologiche regionali manifestano dal punto di vista naturalistico,



o perché i suoli sono testimonianze viventi delle intense relazioni tra pedosfera e sistema delle acque, che hanno avuto una importanza determinante nell'evoluzione degli ecosistemi e dello stesso paesaggio della pianura padana, o perché conservano tesori paleogeografici e paleoclimatici (paleosuoli delle superfici del pleistocene medio-superiore), divenendo così parte dell'eredità culturale dell'umanità, o perché sono caratterizzati da processi pedogenetici tipici di ambienti di formazione particolari.

La cartografia pedologica disponibile per la regione attribuisce un *basso valore naturalistico* ai suoli dell'area in esame.

2.7 ASPETTI AGRONOMICI

Il terreno forma oggi un unico appezzamento con una pendenza del 5,8 ‰ in senso NO – SE ed è servito da un'ala irrigua fissa a pioggia a pivot: i settori raggiunti dall'irrigazione sono coltivati a mais, mentre quelli non raggiunti sono invece lasciati al prato stabile.

I terreni in prossimità dell'area esaminata sono coltivati in prevalenza a seminativi (mais più di tutto e soia) e nelle vicinanze si trova un allevamento di suini; non sono state rilevate colture frutticole od orticole. L'uso del territorio in questa area è in forte competizione con usi extra agricoli determinato dalla vicinanza della SS 236 Goitese e dalle recenti urbanizzazioni per insediamenti industriali. Nei pressi si trovano pure numerosi terreni già destinati all'attività estrattiva e, a circa 1 km in linea d'aria, una grande discarica di rifiuti.

L'area studiata rientra nel comprensorio del Consorzio di bonifica del Medio Chiese dove viene utilizzata la rete irrigua sia per il recapito delle acque irrigue che per il deflusso delle acque in eccesso. Il turno assegnato è di 7 giorni e 12 ore, durata di adacquamento di 35 min/ha e una portata di circa 520 l/s.

L'area è attraversata da un canale irriguo aziendale in terra, posto sul confine N, a sua volta alimentato dalla roggia Roberta. Il sistema di irrigazione adottato per questi terreni, come già detto, è ora a pioggia con impianto irriguo fisso.



2.8 ASPETTI NATURALISTICI

2.8.1 Vegetazione e flora

Inquadramento vegetazionale

Sotto il profilo vegetazionale, la fascia territoriale interessata, ricade formalmente nel *Dominio centroeuropeo*, caratterizzato da clima suboceanico e vegetazione di aghifoglie e latifoglie e a sua volta facente parte della *Regione Medio Europea* (clima temperato, foreste a vegetazione estiva). La zona planiziale fa parte, per la precisione, del *Distretto Padano della Provincia Alpina*

Secondo la classificazione in zone climatico-forestali di Pavari e De Philippis, ricade nella Sottozona calda, Tipo II (con siccità estiva), della Zona del Castanetum.

Secondo Giacomini e Fenaroli, la vegetazione, al di sotto del limite degli alberi, può essere suddivisa in base alle fasce altitudinali, quella interessata si caratterizza come:

20-400 metri di altitudine	Suborizzonte submediterraneo (" <i>Regione dell'olivo</i> " di Savi, " <i>Regione maremmana</i> " di Caruel)	Orizzonte mediterraneo	Piano Basale
----------------------------------	--	---------------------------	--------------

Secondo il Giacobbe, tutta l'area planiziale ricade nella Biocora subcontinentale e continentale, tipo ambientale che, in assenza di influenza antropica, come propone anche il Tommaselli, prevede come Orizzonte – climax tipico (cioè come stadio finale della successione ecologica locale) il Quercio-carpinetto (*Fraxino-Carpion*), complesso vegetazionale che vede come specie indicatrici la Farnia (*Quercus robur*) ed il Carpino bianco (*Carpinus betulus*), ma con presenza locale, su suoli particolarmente umidi, di formazioni più igrofile, quali il Carici - Frassineto, dominate dal Frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa o angustifolia*), dall'Ontano nero (*Alnus glutinosa*), dal Pioppo bianco (*Populus alba*) e dai Salici (*Salix spp.*), in altre situazioni, caratterizzate da pedologia particolare, con presenza di Cerro (*Quercus cerris*). Nessuno di questi due casi tuttavia ricorre nell'area di studio, pertanto è plausibile ritenere per la zona un climax tipico ascrivibile al quercio carpineto, ove data la collocazione geografica tipica della media pianura si inizia ad assistere alla sostituzione della farnia (*Quercus robur*) con la rovere (*Quercus petraea*).



In questo quadro generale, non va infine dimenticata la diffusa presenza, in zone caratterizzate da un buon apporto idrico, di comunità riferibili alla vegetazione elofitica e idrofittica, che forma canneti, cariceti e lamineti lungo e nei corpi d'acqua, né, ancora, le praterie, in particolare igrofile. Ma anche queste sono formazioni del tutto assenti nell'area a causa dell'assenza dei caratteri edafici necessari.

Come detto in precedenza, il climax della zona considerata è quello della Farnia specie con ancora spiccate caratteristiche igrofile e spesso accompagnate da frassino, acero e olmo. Di fatto il comparto pianiziale, che in generale corrisponde alla piano fondamentale della campagna padana, è quello ove l'azione dell'uomo ha totalmente, o quasi, eliminato la componente vegetale naturale. Si tratta di un comparto assai esteso che trova il suo naturale sviluppo attorno ai tratti pianeggianti dei principali fiumi che solcano la pianura. Nel caso specifico i caratteri edafici prevalenti indicano una situazione omogenea con diverse porzioni dell'alta e media pianura, individuando alte potenzialità oltre che per la Farnia anche per il Pioppo bianco (*Populus alba*), l'Ontano nero (*Alnus glutinosa*) e diverse specie di salici (*Salix ss.pp.*).

L'area di studio secondo la recente regionalizzazione adottata dalla Rete Natura 2000, ricade nella Regione biogeografica Continentale.

La vegetazione esistente

Le colture agrarie sono la tipologia prevalente, ma l'utilizzo di mezzi di irrigazione rotanti ha portato alla suddivisione dell'area interessata in una porzione centrale, con forma circolare, utilizzata a seminativo semplice, le tare nei quattro angoli così generate gestite invece a prato stabile. Nelle tipiche coltivazioni la flora presenta caratteristiche di bassa naturalità nettamente disgiunte dalla vegetazione potenziale. All'interno di esse si sviluppano frammenti di fitocenosi composti da specie vegetali infestanti fortemente adattate non solo alle condizioni edafiche create dagli interventi agronomici, ma anche ai cicli di lavorazione delle colture. Le tipologie di vegetazione infestante che si rinvencono appartengono tutte alla classe *Stellarietea mediae*. Questa vegetazione sinantropica soggetta a forte disturbo si sviluppa in colture agrarie su suoli non sommersi ed è ricca di terofite.

In corrispondenza delle strade interpoderali, e degli incolti marginali, ivi comprese le tare a prato stabile si sviluppano altre tipologie vegetazionali, relativamente ricche floristicamente, appartenenti all'ordine *Arrhenatheretalia elatioris* e all'alleanza *Arrhenatherion elatioris*. Questi



frammenti di habitat prativi si mantengono, nell'area di studio come in gran parte della pianura, in quanto soggetti ad un'opera di pulizia mediante sfalcio che simula la gestione periodica a cui sono soggetti i prati appartenenti all'ordine *Arrhenatheretalia elatioris*.

La dotazione arboreo arbustiva dell'area è limitata ai due filari posti lungo le rogge e/o adduttori che corrono ai bordi dell'area con direzione sud – est, nord – ovest.

Benchè si caratterizzino come filari arborei con strato arbustivo di età analoga si differenziano per la composizione in specie. Aggruppamento quasi puro di *Robinia pseudoacacia*, quello settentrionale, caratterizzato da una discreta diversità specifica quello meridionale.

Proprio in quest'ultimo si rinvencono sia le tipiche specie autoctone di accompagnamento, come prugnolo (*Prunus spinosa*), che Sambuco nero (*Sambucus nigra*) o Biancospino (*Crataegus monogyna*), che specie naturalizzate e ormai diffuse ovunque come appunto *Robinia pseudoacacia*, o ancora specie ornamentali e/o da frutta introdotte artificialmente, come *Acacia spinosa* o *Prunus cerasifera*. Su questa struttura vegetazionale peraltro l'azione dell'uomo ha volutamente modificato sia la composizione in specie che la struttura verticale delle singole entità, e ciò in relazione all'utilizzo venatorio per l'appostamento ai passeriformi che viene praticato poche decine di metri a nord dell'area perimetrata.

I corpi idrici presenti non si caratterizzano per la presenza di specie particolarmente significative e spesso presentano, nonostante la limpidezza delle acque, forme di inquinamento evidenti.

Le strutture lineari rilevate sono omogenee e continue e pertanto è possibile descriverne la presenza utilizzando l'indice di ecotono, che esprime il rapporto fra sviluppo lineare di queste strutture in metri e superficie considerata in ettari. In questo caso l'indice di ecotono assume il valore di 31.52 m/ha da considerarsi complessivamente discreto anche in considerazione del fatto che l'area è solo una parte di un unico appezzamento.

2.9 LA FAUNA

Nei coltivi sono presenti alcune specie faunistiche legate alle aree aperte, quali la lepre (*Lepus europaeus*), la cutrettola (*Motacilla flava*) e il saltimpalo (*Saxicola torquata*) nelle bordure, la pavoncella (*Vanellus vanellus*) a frequentare i pochi prati stabili in inverno o ancora l'Allodola (*Alauda arvensis*) qui nidificante nelle tare a prato stabile, oppure specie stanziali ed



opportuniste come la volpe (*Vulpes vulpes*), la Gazza (*Pica pica*) e la cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), in grado di utilizzare quasi tutti gli habitat presenti.

Nelle fasce alberate, disomogenee per struttura, età ed origine, si è instaurata una comunità con elementi tipici delle faune nemorali e ripariali, un tempo ampiamente diffuse in tutta la pianura ed ora relegate alle aree marginali e residue. A questo gruppo appartengono la raganella (*Hyla italica*), il biacco (*Coluber viridiflavus*), l'usignolo (*Luscinia megarhynchos*) ed il fringuello (*Fringilla coelebs*), che frequentano regolarmente l'area di studio. Tuttavia la presenza di un appostamento per passeriformi ha portato ad una selezione di specie e strutture vegetazionali particolarmente idonee per attrarre gruppi specifici quali i Turdidi, il merlo (*Turdus merula*) in particolare, o ancora i Fringillidi qui caratterizzati da diverse specie.

Altre presenze rilevate come il gheppio (*Falco tinnunculus*), l'averla piccola (*Lanius collurio*), il ramarro (*Lacerta viridis*) ed il riccio (*Erinaceus europaeus*), pur non essendo tipiche specie nemorali, sono comunque interessanti, perché legate per lo più alla zone ecotonali di transizione tra i coltivi e la vegetazione di margine. La scarsa dotazione della zona di elementi di integrazione del paesaggio impedisce poi la presenza di specie non strettamente adattate agli agroecosistemi o che comunque li utilizzano per lo svolgimento di buona parte del proprio ciclo biologico.

3 ANALISI VINCOLISTICA

3.1 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Le recenti normative nazionali e regionali hanno assegnato alla Provincia importanti compiti di coordinamento nella programmazione e gestione del territorio: nello specifico la Legge regionale n.1/2000 ha rilanciato in maniera forte il ruolo delle Province con il trasferimento, tra le altre, delle competenze relative alla pianificazione territoriale dell'intero territorio provinciale, attraverso la redazione e l'approvazione del "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale"(PTCP).

Il PTCP è un atto di programmazione generale che definisce gli indirizzi strategici di assetto del territorio a livello sovracomunale con riferimento all'assetto idrico, idrogeologico ed idraulico-



forestale, agli aspetti di salvaguardia paesistico-ambientale, con efficacia di piano paesistico, al quadro delle principali infrastrutture.

Attraverso quindi tale strumento la Provincia si occupa della pianificazione di aspetti quali la salvaguardia del territorio sotto il profilo idrogeologico, indicando le linee di intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica ed idraulico forestale ed in genere per il consolidamento del suolo e la regimazione delle acque, la qualità del paesaggio e dell'ambiente, indicando, tra l'altro, le zone di particolare interesse paesistico- ambientale e gli ambiti territoriali in cui risulti opportuna l'istituzione di parchi locali di interesse sovracomunale, il corretto sviluppo insediativo e della mobilità definendo i criteri di trasformazione e l'uso del territorio ai fini della salvaguardia dei valori ambientali protetti, indicando le aree da destinare al soddisfacimento di specifici fabbisogni non risolvibili su scala comunale e la localizzazione di massima delle maggiori infrastrutture e delle principali linee di comunicazione.

Il PTCP della Provincia di Brescia, approvato con deliberazione consiliare n. 22 del 21.04.2004.

Con DCP n. 14 del 31/03/2009 è stata adottata la variante di adeguamento del PTCP alla LR 12/2005.

Le Norme di attuazione, traducono in disposizioni applicative i contenuti del PTCP e disciplinano le azioni e gli interventi, stabilendo delle prescrizioni, ovvero delle indicazioni vincolanti della disciplina di Piano, che hanno valore cogente e prevalgono sugli strumenti urbanistici generali e attuativi comunali.

L'analisi paesistica, così come rappresentata nella Tavola del Sistema Paesistico del PTCP, è stata raffigurata in *Tav. A 9 - Carta dei vincoli*. Dall'esame di detta tavola si osserva che l'intera area estrattiva BS3a è interamente classificata come *seminativi e prati a rotazione* i quali costituiscono l'elemento di connotazione principale del paesaggio della pianura.

Trattasi di ambiti territoriali di ampia estensione, caratterizzati da aspetti colturali, geopedologici e ambientali differenziati, accomunati dalla compresenza delle strutture produttive agrarie, con livelli di produzione competitivi nell'ambito dell'economia regionale e nazionale.

La trama delle strade interpoderali, della parcellizzazione agraria e del sistema dei canali d'irrigazione, costituiscono con taluni manufatti, gli elementi geometrici ordinatori dell'immagine paesistica della componente.

Nell'Allegato I alle N.T.A. del PTCP ("Il sistema del paesaggio dei beni storici. Disciplina per la tutela e la valorizzazione delle componenti del paesaggio della Provincia di Brescia") sono fissati



gli indirizzi di tutela per il mantenimento, il recupero e la valorizzazione del ruolo paesistico originario.

In particolare si stabilisce che, nelle aree individuate come *seminativi e prati a rotazione*,:

- si dovranno evitare interventi di trasformazione dei luoghi che determinino la frammentazione di comparti agricoli produttivi compatti ed unitari.
- dovranno essere altresì vietati gli interventi:
 - modificativi dei caratteri salienti del reticolo irriguo con la eventuale conseguente copertura delle rogge,
 - che prevedano l'abbattimento di presenze arboree e filari significativi,
 - che snaturino il rapporto, anche dimensionale, storicamente consolidato fra edifici e/o borghi rurali e contesto agricolo.

3.2 PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Il Piano di Governo del Territorio (PGT) è lo strumento mediante il quale si definisce come debba essere strutturato e governato il territorio. Il piano specifica quindi quali usi si possono insediare (residenza, attività produttive, servizi, ecc.) e quali regole fondamentali è necessario rispettare (ad esempio le distanze, le altezze, le caratteristiche degli edifici, ecc.)

Il piano individua inoltre le aree agricole, le strade e, secondo parametri fissati dalla legge, le aree, chiamate standard, che servono per la realizzazione di servizi ed attrezzature di utilità pubblica.

I comuni nella redazione dei Piani e delle loro varianti impostano le scelte di sviluppo urbanistico locale in coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi di tutela paesistica contenuti nella pianificazione sovraordinata.

Nel corso del presente studio, è stata effettuata un'analisi dello stato della pianificazione comunale consultando cartografie e Norme Tecniche d'Attuazione (NTA) presso l'ufficio tecnico del comune di Montichiari.

La zonizzazione da PGT della porzione di territorio in esame è stata raffigurata, alla scala 1:5.000, nell'elaborato *Tav. A 10 - Stralcio da P.G.T.*

Dalla lettura di tale elaborato, emerge che l'area estrattiva BS3b ricade unicamente in *Zona agricola*.



Detta zona investe le aree del territorio comunale destinate alla attività agricola, alla coltivazione ed alla realizzazione degli impianti necessari alla conduzione dei fondi ed agli impianti zootecnici.

Ad essa il PGT affida anche funzioni di salvaguardia e di valorizzazione dell'ambiente, del paesaggio agrario e del sistema idrogeologico.

3.3 PIANIFICAZIONE ESTRATTIVA

In Regione Lombardia le attività estrattive (con eccezione delle aree demaniali, in cui gli interventi devono essere finalizzati esclusivamente alla regimazione idraulica e/o alle opere di rinaturazione) sono regolamentate dalla Legge Regionale n° 14/1998.

Secondo tale legge, lo strumento di attuazione dell'attività estrattiva è rappresentato dal Piano Provinciale Cave che ha valore ed effetti di Piano Territoriale di settore e le cui previsioni prevalgono sulle eventuali previsioni difformi contenute negli strumenti urbanistici locali.

L'elaborazione della proposta del Piano Provinciale Cave, distinto per settori merceologici, compete alle Province, mentre la sua approvazione avviene mediante deliberazione del Consiglio Regionale.

La L.R. 14/98 prevede che gli strumenti di pianificazione (Piani Cave) stabiliscano i volumi di inerti destinati ai fabbisogni delle grandi opere pubbliche, e che tali volumi vengano assegnati in esclusiva ad "ambiti territoriali estrattivi" cartograficamente definiti. La Legge prevede, tuttavia, che *"Per esigenze straordinarie connesse alla realizzazione di grandi opere pubbliche di interesse statale e regionale, qualora risulti impossibile o eccessivamente oneroso reperire sul mercato materiale idoneo, può essere consentita l'estrazione di sostanze di cava in ambiti estrattivi non previsti dai piani fino all'integrazione dei quantitativi occorrenti"*. In questo caso la Regione esprimerà il proprio parere di competenza nell'ambito della procedura ex D.Lgs. n° 190/2002 attuativo della Legge 21 dicembre 2001 n° 443, c.d. "Legge Obiettivo" e la specifica autorizzazione all'attività estrattiva deriverà dall'approvazione del Progetto Definitivo da parte del CIPE (art. 4, comma 4, D.Lgs. 190/2002).

La Legge 14/98 ha imposto alle Province di redigere nuovi Piani Cave sulla base di precisi criteri stabiliti mediante circolari.



La provincia di Brescia ha approvato il proprio Piano Cave – Settori sabbie e ghiaie, con delibera di consiglio regionale n. VII/1114 del 25 novembre 2004.

Trattandosi di un piano di recente approvazione; le previsioni estrattive in esso contenute risultano, in buona parte, da attuare.

Con riferimento alla porzione di pianura in esame, si segnala che il Piano Cave dalla Provincia di Brescia individua nelle vicinanze (poche centinaia di metri), dall'area BS3a, degli Ambiti Territoriali Estrattivi (ATEg26, ATEg43, ATEg44), indicativi della vocazione della zona ad essere sede di attività estrattive.

4 PROGETTO DI COLTIVAZIONE

4.1 RILIEVO PLANIALTIMETRICO

Lo stato attuale dell'area di cava è rappresentato in *Tav. P 1 - Rilievo planialtimetrico e ubicazione dei punti fissi*.

Detto rilievo è stato eseguito mediante stazione totale Trimble 5601, rilevando tutte le discontinuità e le interferenze presenti.

La posizione delle stazioni di misura utilizzate per l'esecuzione del rilievo topografico di base, ovvero i caposaldi di riferimento delle misure, sono state definite sul terreno mediante borchie metalliche punzionate inserite su plinti di cemento o su basi e/o manufatti inamovibili (cfr. *All. 4 - Monografie dei caposaldi topografici*).

La restituzione del piano quotato mediante isoipse con equidistanza 50 cm mostra come l'area risulti morfologicamente subpianeggiante con un debole gradiente verso S-SE dell'ordine dello 0,5%.

In *Tav. P 1* è raffigurata la collocazione dei punti fissi inamovibili necessari per individuare chiaramente sul terreno l'area interessata dalla coltivazione.

Sono stati rappresentati e numerati 10 punti in posizione topografica favorevole, facilmente ispezionabili, raggiungibili e in modo che da ognuno di essi si vedano il precedente e il successivo.



4.2 ASSETTO PROPRIETARIO

Da ricerche effettuate presso l'Ufficio Provinciale di Brescia dell'Agenzia del Territorio si è constatato che l'area estrattiva BS3a è compresa nei mappali del Catasto Terreni del Comune di Montichiari elencati nella seguente *Tab. 5*:

Foglio	Mappale
4	1
4	2

Tab. 5 – Identificazione catastale dell'Area BS3a

Detti mappali sono stati raffigurati, alla scala 1:2.000, nella *Planimetria catastale* (cfr. *Tav. P 2*). Per tutti i mappali sopraccitati, che risultano di proprietà del Sig. Marco Pasinetti, è stata svolta una procedura di occupazione temporanea per Pubblica Utilità.

4.3 MODALITÀ DI COLTIVAZIONE

Il progetto di scavo, di seguito descritto, è stato rappresentato cartograficamente in *Tav. P 3 - Planimetria di scavo*, in *Tav. P 4 - Sezioni di scavo*, in *Tav. P 8 - Sezioni riepilogative in scala non modificata* e in *Tav. P 10 - Sezioni tipo delle scarpate*².

Esso prevede la realizzazione di una cava a fossa in cui l'altezza di scavo varierà intorno ai 20 m, da un minimo di poco inferiore a 19,40 m ad un massimo di circa 20,50 m.

Tali profondità di sfruttamento consentiranno di conservare un franco, di oltre 5,0 m, sopra il massimo livello dalla falda freatica. (cfr. *paragrafo 2.5.2*).

Il fondo cava presenterà una superficie uniformemente inclinata verso S-SW, con pendenza dell'ordine dello 0,6%.

² Non potendo redigere sezioni riferite all'intera cava con altezze e lunghezze, entrambe, a grande scala, si è optato per raffigurare le sezioni su tre tavole: in *Tav. P 4 - Sezioni di scavo* il rapporto altezze/lunghezze è falsato, in quanto, le prime sono in scala 1:100, mentre, le seconde sono in scala 1:500; in *Tav. P 8 - Sezioni riepilogative in scala non modificata*, riferite all'intera cava, è stata mantenuta la stessa scala 1:500; infine, in *Tav. P 10 - Sezioni tipo delle scarpate* la scala è stata aumentata ad 1:100 ma viene considerato solo lo stretto intorno della scarpata.



I lavori di coltivazione inizieranno nella parte meridionale della proprietà e proseguiranno verso nord per lotti, come specificato nel *paragrafo 4.4*.

Il numero di fronti attivi andrà deciso in funzione delle esigenze del Cantiere A.C./A.V.

In ciascun lotto sarà preventivamente asportato il suolo agrario, per uno spessore di 50 cm, che verrà accumulato e conservato in appositi settori (in particolare, è previsto il suo utilizzo temporaneo per la formazione di dune perimetrali) per poi venire riposizionato durante gli interventi di recupero ambientale.

Gli accumuli temporanei di terreno vegetale non dovranno superare i 3 m di altezza, con una base con lato minore non superiore a 3 m; qualora la base abbia dimensioni maggiori di 3 m, l'altezza dei cumuli deve essere contenuta entro 1 m.

Le scarpate sono state previste d'inclinazione pari a 35°, intervallate da 2 banche della larghezza di 4,0 m ogni 8,0 m d'altezza. Tale morfologia, garantisce sicurezza nei confronti della stabilità, come dimostrato dalle verifiche di cui al *paragrafo 4.5*.

Per le operazioni di scavo saranno utilizzati escavatori, con i quali si procederà all'abbattimento del giacimento per gradoni d'altezza massima di 4 m, in ottemperanza a quanto disposto dal D.P.R. 128/59.

L'impatto visivo in fase di coltivazione rappresentato nelle *Fotosimulazioni* di *Tav. P 11* è volutamente superiore a quanto si verificherà in realtà, in quanto le fotosimulazioni non tengono conto che l'escavazione avverrà per lotti e che contestualmente si procederà al recupero delle aree già scavate.

Nel corso dei lavori di scavo, andranno rimosse la condotta interrata e le altre opere attualmente utilizzate per l'irrigazione del fondo, la cui ubicazione è rappresentata in *Tav. P 1 - Rilievo planialtimetrico e ubicazione dei punti fissi*.

4.3.1 Distanze di rispetto

Per la definizione delle distanze di rispetto da mantenere per la cava in progetto sono stati considerati, in particolare: il d.p.r. n° 128 del 09.04.1959 "Norme di polizia mineraria" e le norme del Codice Civile.



L'art. 104 del sopraccitato d.p.r. stabilisce che, senza autorizzazione rilasciata dal competente Ufficio di Polizia Mineraria, sono vietati gli scavi a cielo aperto per ricerca o estrazione di sostanze minerali a distanze minori di:

- a) 10 metri:
 - da strade di uso pubblico non carrozzabili;
 - da luoghi cinti da muro destinati ad uso pubblico;
- b) 20 metri:
 - da strade di uso pubblico carrozzabili;
 - da corsi d'acqua senza opere di difesa;
 - da sostegni o da cavi interrati di elettrodotti di linee telefoniche o telegrafiche o da sostegni di teleferiche che non siano ad uso esclusivo delle escavazioni predette;
 - da edifici pubblici e da edifici privati non disabilitati;
- c) 50 metri:
 - da ferrovie;
 - da opere di difesa dei corsi d'acqua;
 - da sorgenti, acquedotti e relativi serbatoi;
 - da oleodotti e gasdotti;
 - da costruzioni dichiarati "monumenti nazionali".

Le misure vanno prese dal ciglio superiore dell'escavazione al margine esterno dell'opera tutelata.

A sua volta, l'Art. 891 del Codice Civile prescrive di conservare una fascia di rispetto pari alla massima profondità di scavo dalle proprietà confinanti.

A fronte di tali prescrizioni, nel presente progetto, i limiti dello scavo sono sempre stati mantenuti ad una distanza dai confini pari alla massima profondità di escavazione (20,50 m), con eccezione del lato nord-ovest, ove è prevista la realizzazione del rilevato ferroviario per la linea A.V./A.C., dal cui piede si è lasciato un franco di 30 m.

Conseguentemente, non si prevedono deroghe, relativamente all'ampiezza delle distanze di sicurezza, rispetto a quanto previsto dalle Norme di Polizia Mineraria.

4.3.2 Superfici e volumi

I volumi interessati dall'escavazione sono stati calcolati mediante *personal computer* con apposito programma di calcolo (*Topko*) che utilizza il metodo dei triangoli sovrapposti.

Lo spessore del terreno agrario è stato considerato mediamente pari a 50 cm (in accordo con quanto indicato nel *paragrafo 2.3.2* e nell'*All. 2 - Sondaggi con escavatore*).



Le superfici e gli spessori di scavo nonché i quantitativi di materiali estraibili sono riportati in *Tab. 6*.

Superficie di scavo	m ²	198. 649
Spessore medio del suolo agrario	m	0,50
Profondità massima di scavo	m	20,50
Volume totale di scavo	m ³	3.380.073
Volume del suolo agrario	m ³	99.324
Volume utile delle ghiaie	m ³	3.280.749

Tab. 6 – Tabella riassuntiva delle superfici, dei volumi e delle profondità di scavo

Complessivamente, pertanto, nella nuova unità estrattiva potranno essere asportati 3.280.749 m³ di ghiaia, mentre il terreno fertile ammonterà a 99.3240 m³.

4.3.3 Mezzi impiegati

Nel corso dell'attività estrattiva verranno utilizzati i seguenti mezzi meccanici:

- Mezzi destinati al funzionamento della cava
 - n° 1 pala gommata - adibita alla movimentazione del suolo agrario
 - n° 2 escavatori – adibiti all'asportazione della ghiaia dei livelli più superficiali
- Mezzi destinati al trasporto degli inerti
 - autocarri - adibiti al trasporto dei materiali estratti, in numero adeguato alle quantità di materiale scavato giornalmente e alla distanza del punto di conferimento.

4.3.4 Destinazione dei materiali e viabilità

Il materiale estratto dall'area BS3a sarà esclusivamente impiegato per la realizzazione della linea A.V./A.C. Brescia-Verona, opera pubblica per la quale è stata autorizzata l'escavazione, che sarà costruita in adiacenza all'area estrattiva, sul lato nord-occidentale.



Pertanto, i terreni scavati, una volta caricati sugli autocarri, saranno direttamente disponibili sulle piste della linea ferroviaria.

Dalla parte opposta dell'area estrattiva, rispetto alla ferrovia, sarà realizzata un'area di cantiere: la viabilità da e per detta area è stata raffigurata in *Tav. P 5 - Carta della viabilità*.

Considerata la brevità del tratto da percorrere e l'assenza di attraversamenti di nuclei e centri abitati, si prevede che l'impatto connesso agli spostamenti degli autocarri adibiti al trasporto degli inerti sarà estremamente limitato.

L'uscita dalla cava avverrà nel settore più settentrionale del lato nord-occidentale.

Per il collegamento al fondo scavo sarà realizzata una rampa della larghezza di 8 m e pendenza all'incirca del 7%, percorribile con mezzi meccanici cingolati o gommati. Essa sarà mantenuta in efficienza anche dopo il completamento delle opere di recupero ambientale.

I mezzi in transito all'interno della cava utilizzeranno piste di cantiere.

4.4 FASI TEMPORALI

L'escavazione è stata prevista in quattro lotti annui (cfr. *Tav. P 3 - Planimetria di scavo*).

Nella definizione dei lotti si è considerata la preventiva integrale coltivazione del giacimento fino alla massima profondità di scavo anche al fine di assicurare il progressivo e definitivo recupero ambientale.

Le superfici ed i volumi parziali per ciascun lotto sono riportati in *Tab. 7*:

		LOTTO 1	LOTTO 2	LOTTO 3	LOTTO 4
Superficie di scavo	m ²	52.738	46.749	46.626	52.535
Volume totale di scavo	m ³	842.354	848.434	844.308	844.977
Volume suolo agrario	m ³	26.369	23.375	23.313	26.268
Volume utile ghiaie	m ³	815.985	825.059	820.995	818.710

Tab. 7 – Superfici e volumi dei lotti annui



La rimozione e l'accantonamento del terreno vegetale procederanno contestualmente alle fasi di coltivazione autorizzate, al fine di limitare gli effetti negativi sul paesaggio e i danni alle colture e alla vegetazione.

Le modalità di escavazione di ciascun lotto verranno così articolate:

- 1^a fase - Asporto del suolo agrario e suo accantonamento nell'area di deposito temporaneo previsto nell'area di cava in un settore non in fase di escavazione;
- 2^a fase - Quando la superficie liberata dal suolo agrario sarà sufficientemente ampia (circa 25 m) verrà effettuata l'escavazione del primo banco ghiaioso per un'altezza di circa 4,0 m;
- 3^a fase - Prelievo del materiale ghiaioso che verrà effettuato scavando il primo banco ghiaioso e quando questo sarà stato scavato per un'ampiezza sufficiente (almeno 25 m) si procederà allo scavo del secondo banco, sempre per un'altezza di circa 4,0 m;
- 4^a fase - Quando anche il secondo banco ghiaioso sarà stato scavato per un'avanzata di almeno 25 metri, si procederà con lo scavo del terzo banco, e così via fino al raggiungimento del fondo scavo in funzione dello spessore complessivamente scavabile.

Le ghiaie verranno caricate direttamente sui camion per essere portate al cantiere.

4.5 VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SCARPATE DI SCAVO

Di seguito vengono presentate le verifiche di stabilità delle scarpate di scavo. La scarpata presa in considerazione è quella con la massima altezza pari a 20,50 m.

Per la verifica della stabilità delle scarpate di scavo si è fatto riferimento al D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" ed allea relative istruzioni applicative (circ. LL.PP. 24/09/88, n. 30483).

La risoluzione di un problema di stabilità 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, riconducibili a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.



A causa dell'impossibilità di definire una legge costitutiva che descriva esattamente il comportamento del terreno, mezzo per di più multifase, 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 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.

La verifica di stabilità globale del pendio è stata condotta secondo il **metodo di Sarma**, metodo semplice, ma accurato che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica Kc) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = K W_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_i = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i -esima del concio generico i .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di Sarma la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



$$* \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$** \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha') + (x'_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di K (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione K corrispondente al fattore di sicurezza $F = 1$, ossia l'accelerazione critica.

Si ha pertanto:

- $K = K_c$ accelerazione critica se $F = 1$
- $F = F_s$ fattore di sicurezza in condizioni statiche se $K = 0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

Per una soluzione accettabile del problema si assume la seguente distribuzione per le forze X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i -esima faccia del concio i , e λ rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c , λ e F , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

La stabilità del pendio è stata condotta tenendo in considerazione l'azione sismica con il metodo pseudo-statico: sotto l'azione di un carico ciclico il terreno può sviluppare pressioni interstiziali elevate, pertanto 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 sono state considerate le seguenti forze:

$$F_H = \pm 0,5 S_a g W$$

$$F_V = \pm 0,5 F_H$$

essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro della massa instabile;
- W il peso della massa stessa.

Nella ricerca della superficie di scorrimento critica, non avendo a disposizione metodi per individuarla, occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel presente studio, si è ipotizzato che detta superficie abbia forma circolare.



Posizionata una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne sono state esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato *range* di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Per la determinazione della posizione della superficie di scivolamento si è imposto che la superficie critica passi per il piede della scarpata.

I parametri geotecnici adottati per il calcolo di stabilità, sono quelli indicati al *paragrafo 2.4*.

La falda è stata ipotizzata alla massima altezza prevista.

Come si può osservare in *All. 5*, secondo i calcoli effettuati, i fattori di sicurezza minimi sono risultati essere sempre superiori al limite di 1,3 richiesto dalla normativa vigente. Ne consegue che la stabilità delle scarpate di scavo, come indicate in progetto, risulta verificata.

4.6 PRINCIPALI MISURE DI SICUREZZA E INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Di seguito sono elencati i principali accorgimenti da mettere in atto al fine di garantire le condizioni di sicurezza e ridurre i disagi che generalmente si accompagnano all'attività estrattiva³:

- Per evitare l'ingresso di persone non autorizzate o l'eventuale verificarsi di scarichi abusivi, il perimetro di cava sarà, preventivamente, delimitato con rete metallica alta 1,80 m, sormontata da un corso di filo spinato e sostenuta da ritti di ferro con basamento in calcestruzzo.
- Gli accessi saranno attrezzati con cancelli metallici che rimarranno aperti solamente durante l'orario di attività del cantiere.
- Lungo tutto il perimetro, gli scavi saranno segnalati con cartelli ammonitori disposti ad una distanza di 40 m l'uno dall'altro, come richiesto dal D.P.R. 128/1959.
- Al fine di evitare, per scarsa visibilità, cadute accidentali dal ciglio cava, sarà sempre mantenuta libera, dalla vegetazione arbustiva, una fascia di rispetto di almeno 3,0 m dal ciglio stesso.
- I mezzi in transito all'interno della cava utilizzeranno piste di cantiere. La distanza tra la pista e il ciglio delle scarpate di scavo sarà di almeno 5 metri onde evitare che le vibrazioni trasmesse al terreno dagli automezzi in transito possano pregiudicare la stabilità dei fronti di cava e, conseguentemente, l'incolumità degli addetti ai lavori.
- Il ciglio superiore dello scavo sarà sempre raggiungibile con mezzi meccanici cingolati o gommati.

³ Per una più approfondita trattazione degli stessi aspetti si rimanda allo Studio d'Impatto Ambientale



- L'afflusso delle acque di dilavamento provenienti dai terreni al contorno dello scavo sarà evitato tramite la realizzazione di un fosso profondo 50 cm da realizzarsi secondo la sezione tipo raffigurata in Fig. 5.

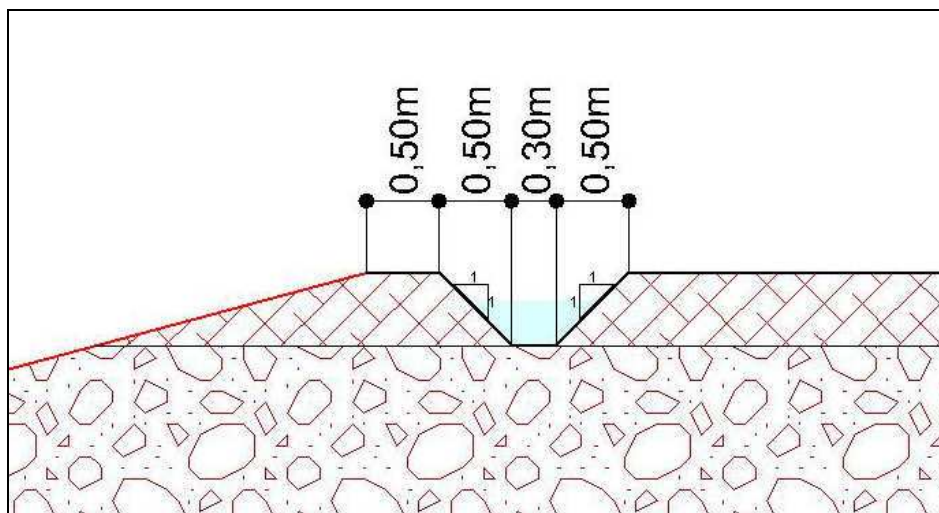


Fig. 5 – Sezione tipo del fosso da realizzare al contorno dello scavo

- Dovrà essere posta particolare cura al mantenimento della pulizia dei canali irrigui prossimi alle aree di cava: per evitare che materiale terroso finisca in acqua, o che il passaggio dei mezzi troppo vicino alle sponde possa determinare locali franamenti, verranno poste opportune segnalazioni e delimitazioni.
- Al fine di provvedere a mantenere puliti i tratti viari interessati dal passaggio dei mezzi, agli ingressi dei cantieri, è prevista l'installazione di cunette pulisci-ruote.
- Per ciò che riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere dovranno essere adottate alcune cautele atte a ridurre tale fenomeno. In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi, occorrerà effettuare la bagnatura periodica della superficie di cava, con una puntuale attenzione alle piste di cantiere non pavimentate. Tale intervento sarà effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento della frequenza durante il periodo più caldo primaverile – estivo, e nei giorni con venti a maggiore velocità. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato. L'intervento di bagnatura verrà comunque effettuato tutte le volte che se ne verifica l'esigenza.
- Per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si prevede l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente in un'apposita platea di lavaggio.
- Per quanto riguarda la rumorosità, tutte le macchine operatrici dovranno essere dotate dei dispositivi prescritti dalla legge per l'abbattimento dei rumori, in modo da mantenere la rumorosità stessa al disotto dei limiti prescritti dalla normativa vigente.



- Si prevede l'utilizzo temporaneo del suolo agrario per la formazione di dune perimetrali avendo cura di adottare alcuni accorgimenti, relativi all'altezza delle dune ed al loro inerbimento, volti a mantenere la fertilità del terreno.
- Riguardo a eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, andranno messe in atto specifiche procedure di pronto intervento, ed opere di bonifica, secondo i criteri e le modalità previste dalle normative in merito vigenti (cf. in particolare il D.M. 471/99).

Sempre con riferimento ai possibili impatti indotti dall'attività estrattiva è opportuno evidenziare quanto segue:

- L'attività di cava non comporta alcuna produzione di scarichi inquinanti poiché nel cantiere è previsto l'utilizzo di WC chimici, periodicamente svuotati.
- Non si prevede necessità di reperimento d'acqua dalla falda freatica.

5 PROGETTO DI RECUPERO

5.1 CRITERI DI RECUPERO

Il progetto di recupero, redatto tenendo conto sia degli aspetti territoriali relativi ai previsti utilizzi del suolo, sia degli aspetti ecosistemici (con specifico riferimento alle connessioni con le reti ecologiche circostanti) vuole conseguire due differenti finalità:

- il recupero agronomico;
- la riqualificazione naturalistica.

Tale obiettivo può essere raggiunto attraverso la restituzione di un'area ad "agricoltura compatibile", in cui alla normale sistemazione agricola vengono sovrapposte fasce di vegetazione arborea ed arbustiva in aree marginali, che non interferiscano con la pratica agricola. Infatti, pur privilegiando, in termini di superficie, il recupero agronomico, l'introduzione di comunità naturali lineari consente di elevare il valore di qualità ambientale dell'intero contesto territoriale interessato.

La sistemazione dell'area di cava sarà articolata in 3 fasi distinte:

- *recupero morfologico*: consisterà nel modellamento fisico del nuovo piano campagna, nel riporto e il livellamento dei terreni di riempimento e del suolo agrario sul fondo cava, nonché nella risagomatura delle scarpate e delle fasce di rispetto;
- *sistemazione idraulico-agraria e della rete irrigua*: operazione che riguarderà il ripristino della rete irrigua aziendale con l'impianto di canalette in cls;
- *riqualificazione naturalistica*: ovvero, quella serie di interventi necessari per ottenere il reinserimento paesistico dell'area, in particolare, impianto di nuove fasce di vegetazione arborea arbustiva sulle scarpate e nelle aree di rispetto.



I buoni risultati agronomici ottenuti in contesti territoriali analoghi consente di ipotizzare che anche in questo caso non verrà alterata significativamente la potenzialità agronomica dei terreni.

A sfavore della coltivazione va indicato che, comunque, i suoli “riportati” risultano troncati rispetto alla configurazione originale ed avranno bisogno di tempo e cure per ritrovare un assetto accettabile. Due fattori invece risultano a favore: l'avvicinamento alla falda ed il miglioramento dell'irrigazione, ottenuta con una pendenza più idonea ed una più efficiente distribuzione.

Il progetto prevede anche la fase temporale nella quale dovrà essere garantita la buona riuscita dei lavori di recupero ambientale mediante interventi di prima manutenzione o tendenti ad eliminare eventuali problemi sorti nei primi tempi successivi alla realizzazione delle opere di recupero.

5.2 RECUPERO MORFOLOGICO

Il progetto di recupero morfologico, di seguito descritto, è stato rappresentato cartograficamente in *Tav. P 6 - Planimetria di recupero morfologico*, in *Tav. P 7 - Sezioni di recupero morfologico*, in *Tav. P 8 - Sezioni riepilogative in scala non modificata* e in *Tav. P 10 - Sezioni tipo delle scarpate*⁴.

Il ritorno all'agricoltura dell'area di cava sarà realizzato attraverso un generale abbassamento del piano campagna.

Al termine delle operazioni di coltivazione, le superfici risultanti saranno già conformi alla morfologia prevista dal tipo di recupero.

Il piano del fondo di cava, sarà di forma pressappoco rettangolare, con lati lunghi di circa 500 e 410 m e lati corti di 270 e 320 m. La superficie lorda di sarà di 13,6 ettari.

Essa sarà sistemata in piano con una pendenza del 6 ‰ in senso NO – SE e presenterà quote comprese tra i circa 105,50 m s.l.m., dell'estremità settentrionale, e i 102,50 m s.l.m., nell'angolo sud.

Le scarpate avranno una pendenza di 35° e saranno intervallate, ogni 8 m di altezza, da banche della larghezza di 4 m.

⁴ cfr. nota 2.



In superficie sarà distribuita una coltre di terreno agrario (derivante dagli strati superficiali del suolo originario) dello spessore omogeneo di 50 cm.

Le opere di rimodellamento morfologico consisteranno in:

1. livellamento della superficie di fondo scavo;
2. riporto e sistemazione del suolo agrario precedentemente accantonato.

All'atto della stesura del terreno vegetale, previa verifica delle sue condizioni chimico-fisiche, potranno essere apportate le opportune correzioni, dando preferenza ai composti di origine organica.

Il volume complessivo di terreno agrario necessario per il recupero assomma a 104.815 m³, contro un volume disponibile, derivante dagli scavi di 99.324 m³. Il conseguente fabbisogno (5.491 m³) verrà reperito da altri interventi sempre nell'ambito dell'opera.

Nella fase di ripristino si provvederà anche alla risistemazione delle carraie.

5.3 VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SCARPATE DI RECUPERO

Al fine di verificare la stabilità delle scarpate finali di recupero è stato utilizzato un apposito programma di calcolo, analogamente a quanto effettuato per le scarpate di scavo (cfr. *paragrafo 4.5*).

In questo caso, per la determinazione della posizione della superficie di scivolamento si è imposto che la superficie critica, a forma circolare, risulti tangente ad una retta orizzontale passante per il piede del terreno riportata.

Considerato che le scarpate di recupero risultano definitive si è ritenuto necessario verificarle anche in condizioni sismiche.

Con riferimento alle norme in vigore (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, Norme Tecniche per le costruzioni, 2005) il territorio comunale di Montichiari ricade in zona sismica 3, cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra 0,05*g e 0,15*g (dove g è l'accelerazione di gravità) Ai fini della verifica, per il calcolo dei coefficienti di azione sismica orizzontale (K_h) e verticale (K_v), il terreno è stato attribuito alla categoria di profilo stratigrafico B (Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto



consistenti con spessori di diverse decine di metri e con valori di vs30 compresi tra 360 e 800 m/s).

Come si può osservare in *All. 5*, secondo i calcoli effettuati, il fattore di sicurezza minimo, in condizioni sismiche è risultato inferiore al limite di 1,3 richiesto dalla normativa vigente.

Per questo motivo, considerato che i metodi pseudostatici sono molto cautelativi, le verifiche sono state integrate con una analisi dinamica (Newmark).

L'analisi alla Newmark è un metodo di analisi numerica utile alla definizione dello spostamento di una frana potenziale, considerata come un blocco rigido attritivo disposto su un pendio, imponendo le forze dinamiche (sisma) agenti sul blocco stesso. In sostanza il metodo valuta lo spostamento di un blocco di massa pari a quella del corpo in frana, sottoposto alla accelerazione indotta dal sisma.

Quale accelerazione sismica è stato utilizzato il sismogramma calcolato per il Comune di Montichiari per un periodo di ritorno di 475 anni, disponibile presso la banca dati informatica della Regione Lombardia.

Una volta calcolato con il metodo pseudostatico il cerchio di rottura a minor coefficiente di sicurezza, il programma definisce l'accelerazione critica che determina il movimento di quel blocco e successivamente confronta tale valore con l'accelerogramma reale del sito per valutare per quanto tempo il blocco rimane in condizioni di accelerazione superiori a quella critica.

Nel caso in questione l'accelerazione critica è risultata superiore alla massima accelerazione indicata dall'accelerogramma, pertanto la scarpata rimane stabile anche durante un sisma con tempo di ritorno di 475 anni.

Ne consegue che la stabilità delle scarpate di recupero, come indicate in progetto, risulta verificata.

5.4 RECUPERO AMBIENTALE

5.4.1 La sistemazione idraulico-agraria e la rete irrigua

Come già indicato, il progetto prevede il ripristino all'attività agricola dell'area del fondo di cava, mentre le scarpate e le fasce di rispetto saranno recuperate con tecniche di ingegneria naturalistica.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROCA0000150

Rev.
0

Foglio
50 di 68

Sulla superficie sarà distribuita una coltre di terreno agrario (derivante dagli strati superficiali del suolo originario) dello spessore omogeneo di 50 cm.

Il sistema irriguo sarà a scorrimento superficiale e l'organizzazione delle sistemazioni idraulico agraria del terreno del fondo della cava sarà ad ala semplice.

La nuova rete irrigua sarà così organizzata: dalla canalizzazione principale già esistente (dorsale), che non subirà modifiche, verrà costruita una derivazione all'angolo nord che scenderà sul fondo della cava e si distenderà sul lato NO per circa 420 m.

Da questa si staccheranno ortogonalmente due canalette irrigue ad andamento NO-SE, con bocchette a stramazzo, che irrigheranno due appezzamenti di circa 6÷7 ha ognuno (210÷230 m x 280 m) i quali potranno essere a loro volta suddivisi in ulteriori unità colturali con scoline e/o arginelli.

Per il collegamento dell'opera di presa al fondo cava sono stati previsti 73 m di tubazione in acciaio bitumato avente diametro nominale di 250 mm. Al termine della condotta forzata sarà posato un pozzetto dissipatore cubico in cls di lato interno pari a 1,20 m.

Le canalette per la distribuzione dell'acqua sul fondo cava, da realizzarsi con elementi in cls prefabbricati del tipo descritto in *Fig. 6* e in *Tab. 8*, avranno un'estensione complessiva pari a 940 m.

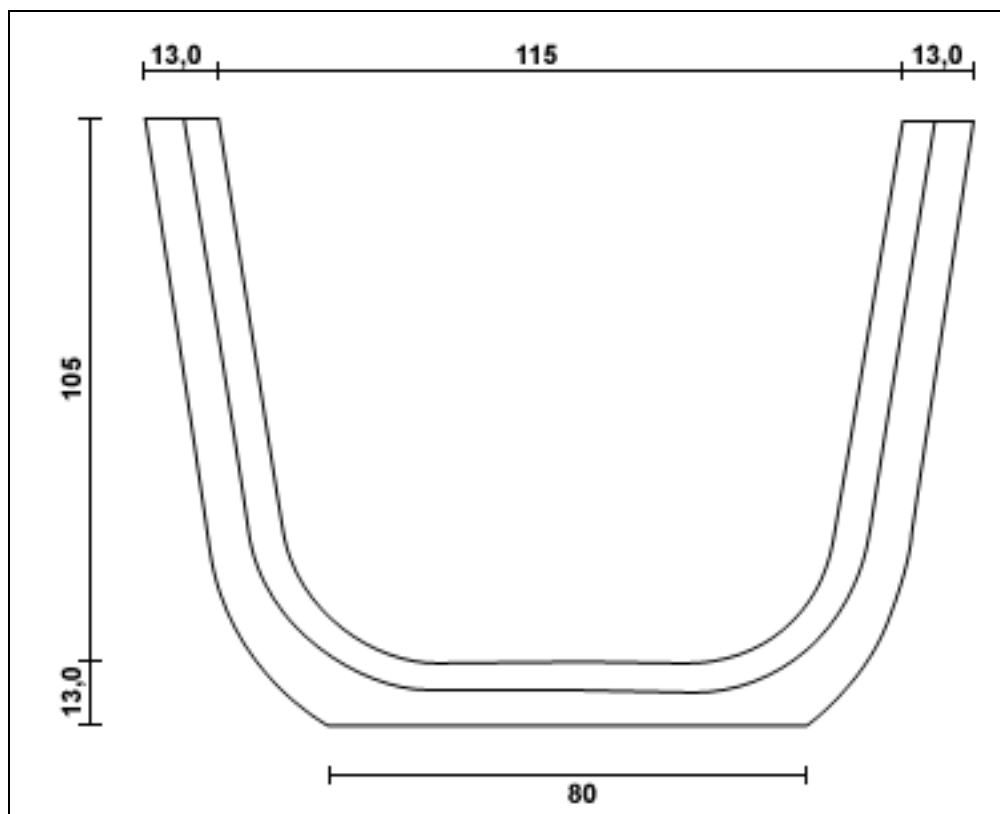


Fig. 6 – Canaletta prefabbricata in cls

PESO ELEMENTO	Kg. 2.550					
LUNGHEZZA ELEMENTO	mt. 5,00 + 0,10					
AREA LIQUIDA	mq. 1,05					
CONTORNO BAGNATO	ml. 2,82					
PENDENZE:	0,5 ‰	1,0 ‰	1,5 ‰	2,0 ‰	2,5 ‰	3,0 ‰
LITRI / SEC:	990	1400	1710	1975	2210	2420

Tab. 8 – Caratteristiche della canaletta prefabbricata in cls



5.4.2 Recupero naturalistico delle scarpate e delle fasce di rispetto

A seguito della riprofilatura delle scarpate e della ricollocazione di terreno vegetale verranno a costituirsi aree acclivi date dalle scarpate, intervallate da banche in piano. L'obiettivo dell'intervento di recupero selezionato in questo caso presenta triplice funzione:

- Paesaggistico, volto a mascherare con strutture vegetazionali le scarpate vive;
- Naturalistico, mediante il reinserimento di specie arboreo arbustive autoctone, ad elevata valenza anche faunistica;
- Ricreativo, mediante l'utilizzo delle aree piantumate e delle banche intermedie;

L'obiettivo prefissato verrà raggiunto utilizzando tecniche di ingegneria naturalistica in grado sia di massimizzare l'attecchimento delle singole piante, quando di consolidare al meglio le scarpate vive. Per tali motivi le attività di recupero vegetazionale saranno differenziate in base alla collocazione. Verranno impiegate tecniche omogenee e tradizionali sulle fasce di rispetto e sulle banche intermedie, mentre sulle scarpate gli interventi saranno tipici dell'ingegneria naturalistica.

Interventi di preparazione del suolo di impianto

Nelle aree pianeggianti e facilmente lavorabili gli interventi inizieranno con azioni preventive di sistemazione e preparazione del suolo che comporteranno:

- Livellatura del terreno con trattrice da 75 – 100 HP.
- Scarificazione o rippatura con trattrice da 75 – 100 HP sino ad una profondità di 70 cm.
- Spargimento del concime di fondo con spandiconcime azionato da trattrice.
- Aratura leggera eseguita con trattrice da 75 – 100 HP sino ad una profondità di 40 cm.
- Fresatura incrociata con trattrice da 100 – 120 HP.

In tal modo verrà a consolidarsi una superficie d'impianto omogenea e con caratteristiche di lavorabilità ottimali.

Le attività di preparazione del suolo seguiranno il seguente cronoprogramma:

<i>mesi</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>
Livellamento								
Scarificazione , aratura								
Concimazioni letamiche								
Preparazione del suolo								

Tab. 9 – Cronoprogramma delle attività di preparazione del suolo



Sulle aree di scarpata invece non viene previsto alcun tipo di intervento di preparazione del suolo oltre alla ricollocazione di uno strato di 50 cm. di terreno vegetale.

Selezione e collocazione del materiale vegetale

Sia la scelta delle specie da utilizzare che le modalità di impianto sono state operate sulla base di diversi fattori, fra i quali i principali sono dati da:

- Natura del suolo dopo l'esecuzione degli interventi di riqualificazione morfologica.
- Possibilità di esecuzione di interventi di manutenzione
- Caratteristiche di acclività
- Fascia fitoclimatica interessata

Altri criteri di selezione delle specie sono stati i seguenti:

- utilizzo di specie con ampia valenza quali consolidatrici;
- utilizzo di specie di interesse per la fauna;
- utilizzo di specie ad ampia valenza paesaggistica.

Le differenti zone di intervento sia per le caratteristiche di morfologia che di lavorabilità prevedono l'utilizzo di specie diverse o quantomeno l'applicazione di percentuali diverse delle varie specie.

La tabella successiva chiarisce sia gli elenchi delle specie, che le loro percentuali ed infine le zone di collocazione di ciascuna di esse.

zone	Alto fusto	Medio fusto	Arbusti
<i>Percentuale sul tipo e specie selezionata</i>			
Sommità della scarpata e fasce di rispetto	18% Farnia, 12% Carpino bianco, 12% Acero campestre, 18% Ciliegio.	6% Melo selvatico, 10% Olmo minore, 4% Ontano nero.	4% Prugnolo, 4% Biancospino monogyna, 2% Sanguinello, 4% Nocciolo, 2% Ligustro, 2% Sambuco nero, 2% Fusaggine.
Banche intermedie	24% Farnia, 8% Carpino bianco, 8% Pioppo bianco, 16% Acero campestre, 24% Ciliegio.	4% Melo selvatico, 12% Olmo minore, 4% Ontano nero.	
Scarpate vive	(fascinate di salice bianco con arbusti)		20% Prugnolo, 10% Biancospino monogyna, 20% Lantana, 10% Crespino, 20% Ligustro, 10% Sambuco nero, 10% Fusaggine.



Il materiale vegetale arboreo e arbustivo selezionato avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

Nome Italiano	Nome scientifico	Caratteristiche	Altezza media In cm.	ecotipo
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	Astoni radicati	200	Pianura lombarda
Farnia	<i>Quercus robur</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Acer campestre	<i>Acer campestre</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Carpino bianco	<i>Carpinus betulus</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Ciliegio	<i>Prunus avium</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Ontano nero	<i>Alnus glutinosa</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Melo selvatico	<i>Malus sylvestris</i>	Vaso	60 – 70	Pianura lombarda
Crespino	<i>Berberis vulgaris</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Lantana	<i>Viburnum lantana</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Ligustro	<i>Ligustrum vulgare</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Sambuco nero	<i>Sambucus nigra</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda
Fusaggine	<i>Euonimus aeuropaeus</i>	Vaso	50 - 60	Pianura lombarda

Le sementi per l'inerbimento e le piantine da piantare saranno certificate conformemente alle disposizioni vigenti in materia, di seguito citate:

- 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”.

Il postime sarà di età 1/2 anni, con fusto regolare, chioma equilibrata e ben conformata esente da malattie, attacchi parassitari, ferite, scortecciature, strozzature da legature, e quant'altro possa alterarne lo sviluppo.

Le singole piante ad eccezione di quelle collocate sulle scarpate verranno dotate di:

- cannetta segnaposto,
- shelter protettivo al fine di prevenire danni da fauna selvatica
- apposita struttura pacciamante.

In questo ultimo caso la scelta è caduta su appositi dischi in cartone (Cartonmulch) biodegradabili, con tempo di deperimento di circa 2 anni e diametro di 50 cm.



Sesti e distanze di impianto

Alla sommità della scarpata, nelle fasce di rispetto, è stato previsto, fra le file, un sesto regolare di 3,50 m che consente la comoda esecuzione degli interventi di manutenzione. Sulla singola fila, invece, verranno mantenute distanze fra due entità successive mediamente di 3 – 3,50 metri, senza tuttavia rispettare una particolare regolarità spaziale. Ciò permetterà, almeno da una visuale rispetto al limite di cava, di dissimulare la naturale scompostezza della formazione.

Il sesto sopradescritto, e raffigurato in Fig. 7 corrisponde ad una densità di 880 piante per ettaro.

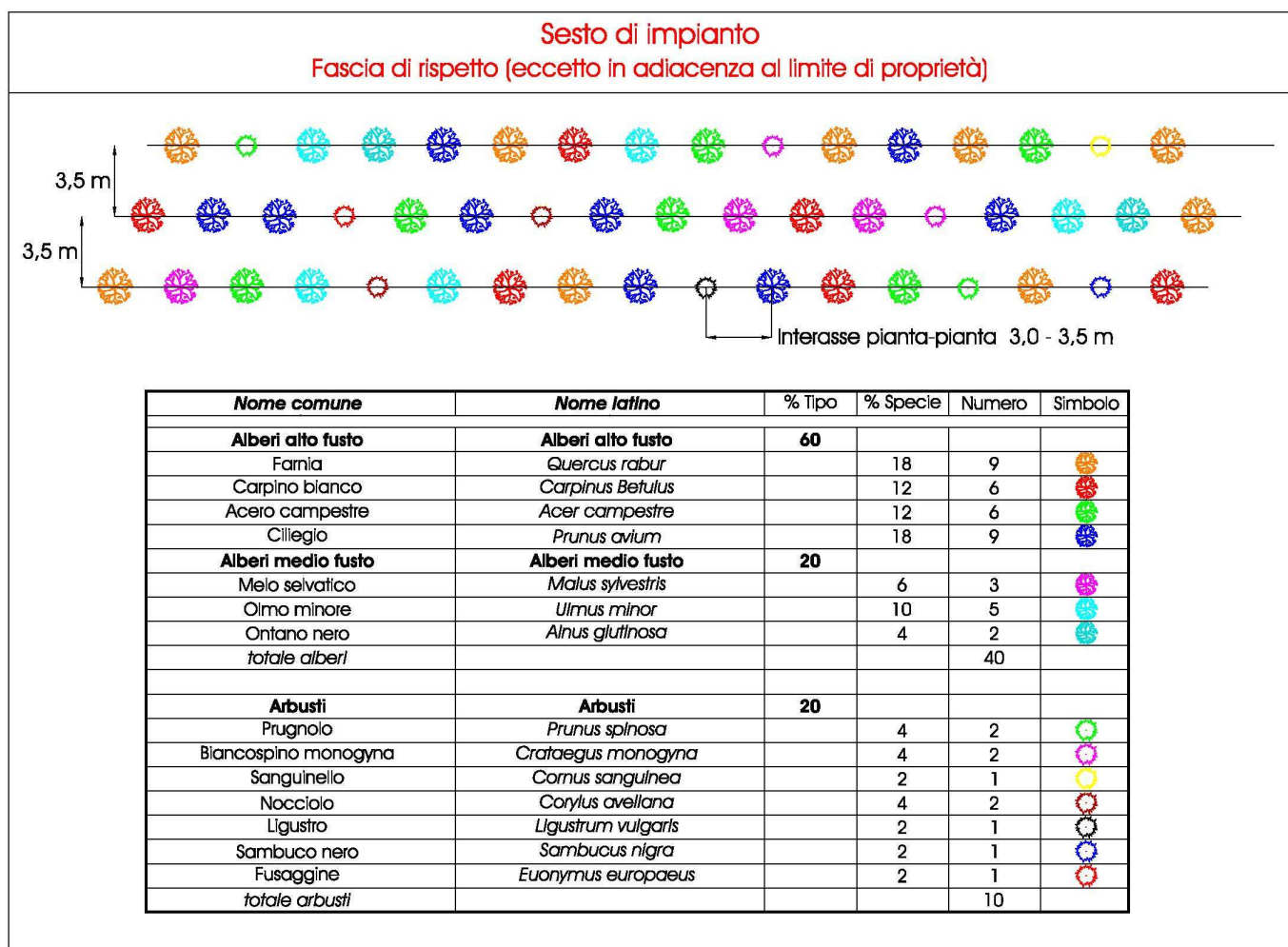


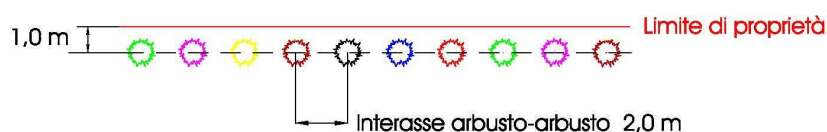
Fig. 7 – Sesto d'impianto nelle fasce di rispetto (eccetto in adiacenza al limite di proprietà)

Sempre sulle fasce di rispetto, nelle adiacenze dei limiti di proprietà ove le distanze imposte dai Regolamenti di Polizia Rurale impedirebbero la collocazione di entità di alto fusto andranno



realizzati dei filari arbustivi, anch'essi a 3,5 m l'uno dall'altro, ma con distanza sulla fila mediamente di soli 2 metri (cfr. Fig. 8; sesto corrispondente a 1040 piante per ettaro).

Sesto di impianto In adiacenza al limite di proprietà

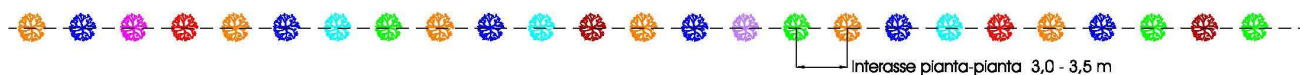


Nome comune	Nome latino	% Tipo	% Specie	Numero	Simbolo
Arbusti	Arbusti	100			
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>		20	2	
Biancospino monogyna	<i>Crataegus monogyna</i>		20	2	
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>		10	1	
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>		20	2	
Ligustro	<i>Ligustrum vulgare</i>		10	1	
Sambuco nero	<i>Sambucus nigra</i>		10	1	
Fusaggine	<i>Euonymus europaeus</i>		10	1	
<i>totale arbusti</i>				10	

Fig. 8 – Sesto d'impianto in adiacenza al limite di proprietà

Per quanto concerne le banche, di norma, verrà collocato un filare arboreo sul lato esterno di ciascuna di esse, a circa 0,50 m dalla sommità della scarpata sottostante (cfr. Fig. 9).

Sesto di impianto Banche intermedie



Nome comune	Nome latino	% Tipo	% Specie	Numero	Simbolo
Alberi alto fusto	Alberi alto fusto	80			
Farnia	<i>Quercus robur</i>		24	6	
Carpino bianco	<i>Carpinus betulus</i>		8	2	
Rovere	<i>Quercus petraea</i>		8	2	
Acero campestre	<i>Acer campestre</i>		16	4	
Ciliegio	<i>Prunus avium</i>		24	6	
Alberi medio fusto	Alberi medio fusto	20			
Melo selvatico	<i>Malus sylvestris</i>		4	1	
Olmo minore	<i>Ulmus minor</i>		12	3	
Pado	<i>Prunus padus</i>		4	1	
<i>totale</i>				25	

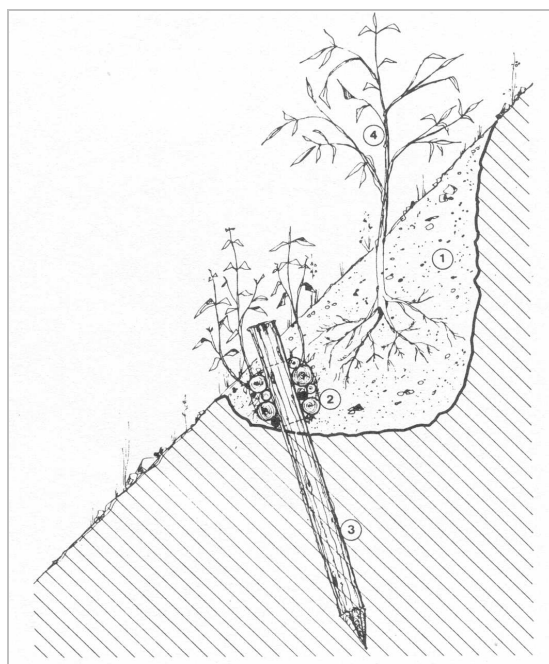
Fig. 9 – Sesto d'impianto sulle banche intermedie



Sulle scarpate, invece, si interverrà con tecniche di ingegneria naturalistica, applicando la metodica delle “fascinate con piantine” si tratta di fascine di salice bianco costituite da 10 – 20 verghe di un metro di lunghezza, legate a fascina, interrate e ancorate con paletti di legno infissi in contropendenza.

A monte di ciascuna fascina viene collocato un elemento arbustivo, a radice nuda o in vaso, secondo lo schema proposto in *Fig. 10*.

L'intera buca viene quindi riempita con terreno vegetale.



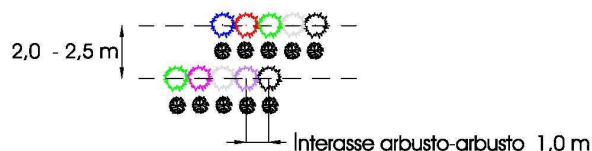
**Fig. 10 –Fascinata con piantine – 1 = terreno vegetale; 2 = fascina di salice;
3 = paletto di castagno; 4 = arbusto radicato**

I salici garantiscono un rapido effetto di rinverdimento e al contempo concorrono a migliorare le caratteristiche edafiche del sito, nonché a consolidare la scarpata.

Verranno in tal modo costituite file formate da fascine continue e con una distanza fra le file di 2 – 2,5 m a partire dalla base di ciascuna scarpata (cfr. *Fig. 11*), per un'estensione complessiva pari a 11.865 m.



Sesto di impianto Scarpate vive



Nome comune	Nome latino	% Tipo	% Specie	Numero	Simbolo
Salice bianco	<i>salix alba</i>				●
Arbusti	Arbusti	100			
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>		20	2	●
Biancospino monogyna	<i>Crataegus monogyna</i>		10	1	●
Lantana	<i>Viburnum lantana</i>		20	2	●
Crespino	<i>Berberis vulgaris</i>		10	1	●
Ligustro	<i>Ligustrum vulgaris</i>		20	2	●
Sambuco nero	<i>Sambucus nigra</i>		10	1	●
Fusaggine	<i>Euonymus europaeus</i>		10	1	●
<i>totale</i>				10	

Fig. 11 – Sesto d'impianto sulle scarpate

Lo schema successivo evidenzia come il mascheramento della scarpata sia totale con proposizione di una struttura vegetazionale ascrivibile al bosco:

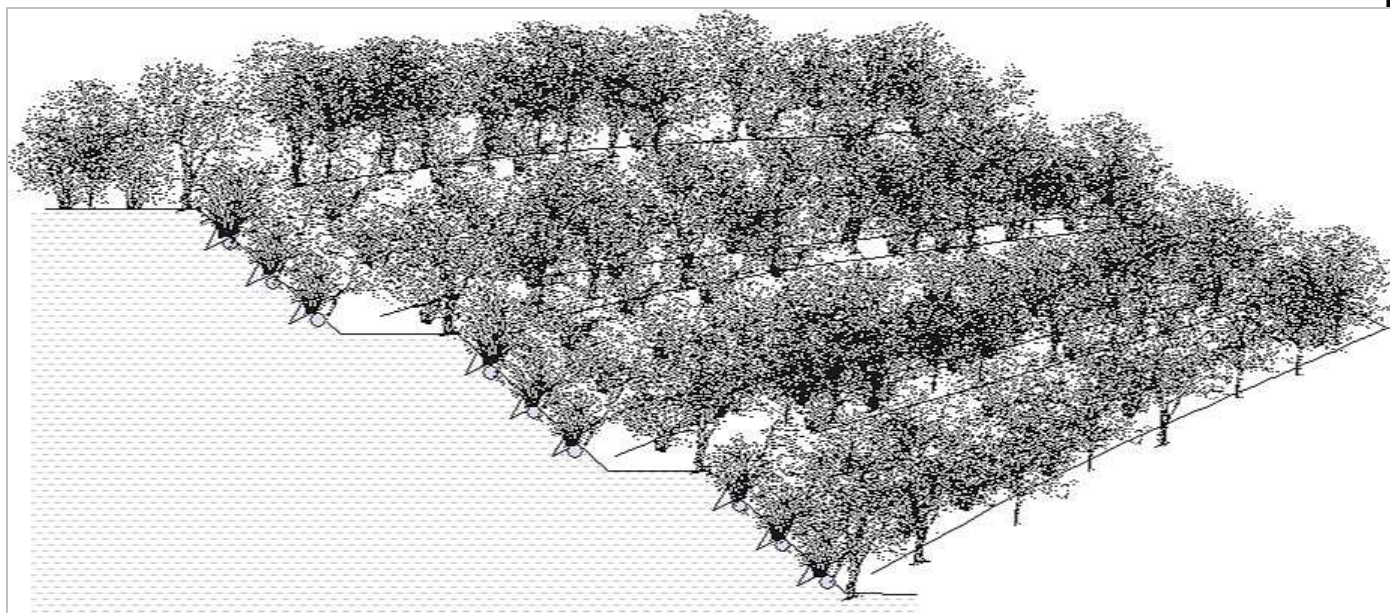


Fig. 12 – Sistemazione a verde della scarpata



Interventi di manutenzione degli impianti arboreo arbustivi

Di norma gli interventi di recupero verranno iniziati subito al termine della singola fase di coltivazione. Il recupero morfologico (rimodellamento delle scarpate e ricollocazione del suolo agrario) verrà eseguito al termine degli interventi di coltivazione, nel medesimo anno e sino al febbraio successivo, quindi seguiranno gli interventi di recupero vegetazionale della medesima area che avranno termine entro la primavera, di norma entro la fine di marzo anche in base all'andamento climatico stagionale.

Costituito l'impianto forestale sulla singola parcella sarà possibile eseguire interventi di bagnatura a pioggia con tempi di permanenza sulla singola porzione di 1 ora per ogni applicazione, replicabili 4 volte durante la stagione vegetativa.

Peraltro, data la struttura di impianto nelle aree pianeggianti che consente l'utilizzo di macchine operatrici standard, verranno eseguiti nei primi 5 anni, compreso quello dell'impianto, gli interventi di manutenzione descritti di seguito.

La fresatura e/o trinciatura fra le file eseguita con trattore da 100 – 120 HP consentirà di rimuovere la vegetazione erbacea infestante, la prima fresatura agirà prolungando i tempi di ricolonizzazione, al fine di limitare la competizione con le giovani piantine.

Dal 3° anno verrà invece applicato lo sfalcio della vegetazione erbacea lasciando sul posto il materiale di risulta con funzione di pacciamatura naturale e per mantenere un maggiore tenore di umidità al suolo. In tal modo negli ultimi due anni inizierà a consolidarsi anche il cotico erboso.

anno	Interventi di pulitura		Interventi di bagnatura	Altri interventi
	scarpate	Fasce di rispetto e banche		
Impianto	nessuno	Fresatura (3 appl.)	Bagnatura localizzata (4 appl. a pioggia)	
1°	nessuno	Fresatura (1 appl.) Trinciatura (2 appl.)	Bagnatura localizzata (4 appl. a pioggia)	Sostituzione delle fallanze (max. 10%)
2°	nessuno	Fresatura (1 appl.) Trinciatura (2 appl.)	Bagnatura localizzata (4 appl. a pioggia)	Sostituzione delle fallanze (max. 10%)



anno	Interventi di pulitura		Interventi di bagnatura	Altri interventi
	scarpate	Fasce di rispetto e banche		
3°	nessuno	Fresatura (1 appl.) Sfalcio (2 appl.)	Bagnatura localizzata (4 appl. a pioggia)	
4°	nessuno	Sfalcio (3 appl.)	Bagnatura localizzata (4 appl. a pioggia)	

Dal 4° anno successivo all'impianto non verranno più eseguiti interventi di manutenzione lasciando l'area all'evoluzione naturale.

5.5 QUANTIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI RECUPERO NATURALISTICO

Di seguito viene riportato il computo delle attività di recupero previste e descritte nei paragrafi precedenti

5.5.1 Movimenti terra

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Mobilizzazione del suolo agrario, accantonamento e cura	m ³	0,45	99.324	44.695,80
Riparto e regolarizzazione del suolo agrario	m ³	0,75	104.815	78.611,25
TOTALE				123.307,05



5.5.2 Formazione superfici boschive sulle fasce di rispetto

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Livellamento del terreno eseguito con trattrice da 75 a 100 Hp	ha	334,14	1,47	490,42
Scarificazione o rippatura con trattrice da 75 a 100 HP a una profondità di circa 70 cm su terreni pianeggianti con pendenze inferiori al 20%	ha	90,12	1,47	132,27
Concimazione di fondo compreso l'acquisto del concime, il carico, lo spargimento con l'ausilio di uno spandiconcime azionato con trattrice	ha	149,00	1,47	218,69
Aratura leggera eseguita con trattrice da 75 a 100 HP.	ha	90,12	1,47	132,27
Fresatura incrociata eseguita con trattrice da 100 - 120 Hp per la preparazione superficiale del terreno	ha	103,00	1,47	151,17
Tracciamento degli schemi di impianto	ha	258,23	1,47	379,00
Acquisto di piantine forestali in contenitore di altezza tra i 15 e i 100 cm.	n°	1,45	1.292	1.872,79

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
62 di 68

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Acquisto e posa di protezioni shelters	n°	1,00	1.292	1.291,58
Messa a dimora di piantine in contenitore o a radice nuda con l'ausilio di una trivella montata su trattore da 75 Hp e apertura di buche profonde mediamente di 40-50 cm e larghe 30-50 cm escluso l'acquisto delle piante.	n°	1,50	1.292	1.937,36
TOTALE				6.605,55

5.5.3 Formazione arbusteti sulle fasce di rispetto

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Livellamento del terreno eseguito con trattore da 75 a 100 Hp	ha	334,14	1,74	582,14
Scarificazione o rippatura con trattore da 75 a 100 HP a una profondità di circa 70 cm su terreni pianeggianti con pendenze inferiori al 20%	ha	90,12	1,74	157,01

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
63 di 68

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Concimazione di fondo compreso l'acquisto del concime, il carico, lo spargimento con l'ausilio di uno spandiconcime azionato con trattrice	ha	149,00	1,74	259,59
Aratura leggera eseguita con trattrice da 75 a 100 HP.	ha	90,12	1,74	157,01
Fresatura incrociata eseguita con trattrice da 100 - 120 Hp per la preparazione superficiale del terreno	ha	103,00	1,74	179,45
Tracciamento degli schemi di impianto	ha	258,23	1,74	449,89
Acquisto di piantine forestali in contenitore di altezza tra i 15 e i 100 cm.	n°	1,45	1.812	2.627,24
Acquisto e posa di protezioni shelters	n°	1,00	1.812	1.811,89
Messa a dimora di piantine in contenitore o a radice nuda con l'ausilio di una trivella montata su trattrice da 75 Hp e apertura di buche profonde mediamente di 40-50 cm e larghe 30-50 cm escluso l'acquisto delle piante.	n°	1,50	1.812	2.717,83

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
64 di 68

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
TOTALE				8.942,03

5.5.4 Rivegetazione scarpate

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Fascinata con arbusto	m	9,80	11.865	116.277,00
Acquisto di piantine forestali in contenitore di altezza tra i 15 e i 100 cm	n°	1,45	1.093	1.585,33
Acquisto e posa di protezioni shelters	n°	1,00	1.093	1.093,33
Messa a dimora di piantine in contenitore o a radice nuda con l'ausilio di una trivella montata su trattore da 75 Hp e apertura di buche profonde mediamente di 40-50 cm e larghe 30-50 cm escluso l'acquisto delle piante.	n°	1,50	1.093	1.640,00
TOTALE				120.595,67



5.5.5 Fossi e canali

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Fosso perimetrale	m	0,50	1820	910,00
Canalette in cls a sezione rettangolare (base 80 cm)	m	40,00	940	37.600,00
Opera di presa	n°	5.000,00	1	5.000,00
Condotta forzata	m	50,00	73	3.650,00
Pozzetto dissipatore	n°	160,00	1	160,00
TOTALE				47.320,00

5.5.6 Manutenzioni (anno impianto)

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Bagnatura a pioggia	ha	100,00	12,84	1.283,96
Fresatura o sfalcio	ha	80,00	9,63	770,38
TOTALE				2.054,34

5.5.7 Manutenzioni (primo anno)

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Sostituzione delle fallanze (boschi)	ha	348,00	0,15	51,08
Sostituzione delle fallanze	ha	411,00	0,17	71,60

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
66 di 68

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
(arbusteti)				
Bagnatura a pioggia	ha	100,00	12,84	1.283,96
Fresatura o sfalcio	ha	80,00	9,63	770,38
TOTALE				2.177,02

5.5.8 Manutenzioni (secondo anno)

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Sostituzione delle fallanze (boschi)	ha	348,00	0,15	51,08
Sostituzione delle fallanze (arbusteti)	ha	411,00	0,17	71,60
Bagnatura a pioggia	ha	100,00	12,84	1.283,96
Fresatura o sfalcio	ha	80,00	9,63	770,38
TOTALE				2.177,02

5.5.9 Manutenzioni (terzo anno)

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Bagnatura a pioggia	ha	100,00	12,84	1.283,96
Fresatura o sfalcio	ha	80,00	9,63	770,38

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
67 di 68

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
TOTALE				2.054,34

5.5.10 Manutenzioni (quarto anno)

Descrizione voci	Unità di misura	Prezzo unitario (Euro)	Quantità	Importo Euro
Bagnatura a pioggia	ha	100,00	12,84	1.283,96
Fresatura o sfalcio	ha	80,00	9,63	770,38
TOTALE				2.054,34

5.5.11 Riepilogo dei costi per il riassetto ambientale

Descrizione attività	Importo Euro
movimenti terra	123.307,05
formazione superfici boschive	6.605,55
formazione arbusteti	8.942,03
rivegetazione scarpate	120.595,67
fossi e canali	47.320,00
manutenzioni (anno impianto)	2.054,34
manutenzioni (primo anno)	2.177,02
manutenzioni (secondo anno)	2.177,02
manutenzioni (terzo anno)	2.054,34
manutenzioni (quarto anno)	2.054,34

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20708_02

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROCA0000150Rev.
0Foglio
68 di 68

Descrizione attività	Importo Euro
TOTALE	317.287,34

5.5.12 Calcolo della garanzia fideiussoria

Il calcolo della garanzia fideiussoria è stato effettuato secondo quanto indicato nella D.G.R. VII/7857 del 25 gennaio 2002:

$$G = 3 \frac{V}{D} T + R$$

dove:

G = ammontare della garanzia fideiussoria, espressa in euro;

V = volume complessivo autorizzato espresso in metri cubi;

D = durata della autorizzazione in anni;

T = tariffa, stabilita ai sensi dell'Art. 25 della L.R. 14/98, espressa in euro (D.C.R. IV/1090 del 27 ottobre 2004);

R = ammontare delle spese previste per il riassetto ambientale espresso in euro;

da cui si calcola:

$$G = 3 \frac{3.280.749mc}{4anni} 0,41Euro + 317.287,34Euro = 1.326.117,59Euro$$