

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
PER IL PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE DELLA  
CAVA "GHIARELLA"  
DELL'AMBITO ESTRATTIVO COMUNALE OMONIMO  
COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)

FASCICOLO B

INQUADRAMENTO PROGETTUALE  
PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE  
B.6' PIANO DI GESTIONE RIFIUTI DA ATTIVITA'  
ESTRATTIVE

Maggio 2014

Revisione gennaio 2015

PROPONENTE

GRANULATI DONNINI S.P.A  
VIA CAVE MONTORSI, 27/A  
41126 SAN DAMASO (MO)  
C.F. E P.IVA 02242950364  
TEL 059.468681 FAX 059.468145  
LEGALE RAPPRESENTANTE MARIA DONNINI

GRUPPO DI LAVORO

Coordinamento del progetto: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

Dott.ssa Geol. Laura Fantoni

Ing. Andrea Bergonzini

Dott. Agr. Roberto Salsi

Tecnico competente in acustica Dott.ssa Michela Malagoli

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| Indice .....   | 1  |
| PREMESSA .....   | 2  |
| 1. Quadro normativo .....  | 3  |
| 2. Breve descrizione del progetto .....  | 4  |
| 3. Piano di gestione rifiuti di estrazione .....   | 6  |
| 4. Caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito .....                       | 12 |
| Caratteristiche geologiche .....   | 12 |
| Caratteristiche idrogeologiche .....   | 13 |
| <i>Vulnerabilità degli acquiferi</i> .....   | 13 |
| <i>Caratteristiche geotecniche</i> .....   | 14 |
| 5. Procedure di controllo e monitoraggio, misure di prevenzione di inquinamento per acqua e aria |    |
| 16   |    |

## PREMESSA

Il presente piano di gestione rifiuti da attività estrattive è redatto su incarico della Sig.ra Maria Donnini, Amministratore Delegato della Ditta Granulati Donnini S.p.A., con sede a San Damaso di Modena, in Via Cave Montorsi 27/A, C.F. e P.IVA 02242950364, Ditta proprietaria dei terreni costituenti la Cava “Ghiarella”, inclusa nell’AEC omonimo in Comune di San Cesario sul Panaro.

Il piano di gestione rifiuti è redatto in ottemperanza a quanto previsto dal D.lgs. n.117 del 30/05/2008 “Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie” ed accompagna il Piano di Coltivazione e Sistemazione (PCS) della Cava “Ghiarella”.

Il piano di gestione rifiuti è redatto in ottemperanza a quanto previsto dal D.lgs. n.117 del 30/05/2008 “Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie” ed accompagna il piano di adeguamento ambientale dell’impianto di selezione e lavorazione inerti.

I contenuti del presente piano di gestione rifiuti da attività estrattive sono:

- Caratterizzazione dei rifiuti e stima dei quantitativi prodotti
- Descrizione delle operazioni di produzione e trattamento
- Caratteristiche idrogeologiche, geologiche e geotecniche del vuoto di coltivazione
- Procedure di controllo e monitoraggio, misure di prevenzione di inquinamento per acqua e aria

Nel presente piano viene considerata cautelativamente l’ipotesi di scavo massimo, che comporta una maggiore disponibilità in cava di materiale disponibile per il ripristino (cappellaccio e scarti o sterili) ed una maggior deficit, da cui consegue una maggiore importazione di terre dall’esterno.

## I . QUADRO NORMATIVO

A partire dal 22.7.2008 è entrato in vigore il D.Lgs. 117/2008, concernente la gestione dei rifiuti delle industrie estrattive, in attuazione della direttiva 2006/21/CE in materia di rifiuti industriali.

Il decreto in oggetto dispone, dunque, misure, procedure ed azioni volte alla prevenzione ed alla minimizzazione degli effetti nocivi all'ambiente ed alla salute umana, derivanti dalla gestione dei rifiuti prodotti dalle **industrie estrattive**, ovvero *“tutti gli stabilimenti e le imprese impegnati nell'estrazione, superficiale o sotterranea, di risorse minerali a fini commerciali, compresa*

*l'estrazione per trivellazione o il trattamento del materiale estratto”*, la cui gestione è svolta

all'interno del sito e nelle strutture di deposito, come rispettivamente definiti alle lettere r) e hh) del comma 1, art. 3.

Il decreto si applica ai **rifiuti di estrazione**, ossia “derivanti dalle attività di prospezione o di ricerca, di estrazione, di trattamento e di ammasso di risorse minerali e dallo sfruttamento delle cave”. Di contro sono esclusi dall'ambito di applicazione della norma, e restano di conseguenza assoggettati alla disciplina settoriale vigente:

- i rifiuti che non derivano direttamente da operazioni di prospezione o di ricerca, di estrazione e di trattamento di risorse minerali e dallo sfruttamento delle cave, quali rifiuti alimentari, oli usati, veicoli fuori uso, batterie ed accumulatori usati;
- i rifiuti derivanti dalle attività di prospezione o di ricerca, di estrazione e di trattamento in offshore delle risorse minerali;
- l'inserimento di acque e il reinserimento di acque sotterranee quali definiti all'art. 104, commi 2-4, del D. Lgs. 152/2006 (Codice Ambiente), nei limiti autorizzati da tale articolo;
- i rifiuti radioattivi ai sensi del D. Lgs. 230/1995.

Viene previsto un regime semplificato nel caso di produzione di rifiuti inerti e della torba e alla terra non inquinata derivanti dalle operazioni di prospezione, ricerca, di estrazione, di trattamento e stoccaggio (non si applicano gli art. 7, 8, 11 c. 1 e 3, art. 12, art. 13 c. 6, art. 14 e art. 16.); un regime di riduzione degli adempimenti e deroga da parte dell'autorità competente in

particolari casi di deposito di rifiuti non pericolosi derivanti dalla prospezione e dalla ricerca di risorse minerali, di rifiuti inerti non pericolosi (art. 2, c. 4 e c. 5).

L'art. 5 dispone che l'**operatore**, ossia il soggetto preposto alla gestione dei rifiuti di estrazione, elabori un piano di gestione dei rifiuti di estrazione volto alla minimizzazione, al trattamento, al recupero mediante riciclaggio, riutilizzo o bonifica e lo smaltimento sicuro dei rifiuti stessi, nel rispetto del principio dello sviluppo sostenibile basandosi sulle migliori tecniche disponibili e considerando la salvaguardia ambientale sia nella progettazione che nella realizzazione, uso e manutenzione di tutte le strutture di deposito dei suddetti rifiuti (art. 4 e art. 5).

Tale **piano è presentato come sezione del piano globale dell'attività estrattiva**, predisposto per l'ottenimento dell'autorizzazione all'attività medesima da parte dell'autorità competente, ed è **riesaminato ogni 5 anni** o comunque modificato qualora subentrino modifiche sostanziali nel funzionamento della struttura di deposito dei rifiuti di estrazione o nel tipo di rifiuti di estrazione depositati. Le eventuali modifiche sono notificate all'autorità competente.

## 2. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Di seguito si riassume l'intervento estrattivo in progetto, per completezza si rimanda al Fascicolo B2 "Relazione illustrativa" e tavole di progetto.

La cava "Ghiarella" ricade nell'AEC omonimo in Comune di san Cesario sul Panaro..

Il Piano di Coltivazione e Sistemazione della cava prevede l'asportazione preliminare del cappellaccio, ovvero la terra non inquinata, ricavata dallo strato più superficiale del terreno durante le attività di estrazione (come definita all'art. 3 comma 1 punto e) del D.lgs. 117/2008).

A seguire sarà effettuata in 3 anni di scavo e due passate successive l'estrazione di un volume complessivo di scavo pari a 324.654 m<sup>3</sup>, da cui si ricaveranno 214.981 m<sup>3</sup> di ghiaia utile e 37.937 m<sup>3</sup> di sterili.

Il progetto di sistemazione prevede il recupero a fini naturalistici, con il riuso nel sito degli sterili reperiti in cava, con importazione di altri materiali dall'esterno, come definito in fase di Accordo preliminare.

La ricomposizione morfologica e ambientale del sito avverrà con il rinfianco delle scarpate in ghiaia utilizzando il cappellaccio e gli sterili reperiti in cava, oltre a terre idonee conferite dall'esterno.

### 3. PIANO DI GESTIONE RIFIUTI DI ESTRAZIONE

In conformità al D.Lgs. n° 117 del 30/05/08 saranno di seguito considerati rifiuti di estrazione i materiali derivanti dallo sfruttamento della cava “Ghiarella”, definiti all’art. 3 comma 1 lettera d), “rifiuti di estrazione”, e diversi da quelli definiti all’art. 3 comma 1 lettere e), “terra non inquinata”, ed f), “risorsa minerale o minerale”.

Il presente Piano di gestione dei rifiuti di estrazione è finalizzato alla ricollocazione degli stessi nei vuoti prodotti dall’attività estrattiva, al fine della ricomposizione morfologica dell’area di cava, ai sensi degli artt. 5 (comma 2 punto 3) e 10 del D.Lgs. n° 117/2008.

Il piano di coltivazione della cava “Ghiarella” prevede l’escavazione di materiali inerti (ghiaie e terre) di origine alluvionale, la cui quantificazione precisa potrà avvenire solo in fase esecutiva, per un quantitativo stimato totale di circa 324.654 m<sup>3</sup>, così costituiti e quantificati:

- ~214.981 m<sup>3</sup> di ghiaie e sabbie che rappresentano il giacimento vero e proprio e il materiale primario oggetto di commercializzazione (art. 3 comma 1 lettera f), risorsa minerale o minerali per l’edilizia);
- ~37.937 m<sup>3</sup> di sterili o scarti, costituiti dalle lenti argillose e limose di origine alluvionale intercluse nell’ammasso ghiaioso; questi rappresentano di fatto i rifiuti di estrazione derivanti dalla coltivazione ai sensi dell’art. 3 comma 1 lettera d), definiti come “sterili” alla lettera l) del medesimo articolo.
- ~71.736 m<sup>3</sup> di materiali terrosi (cappellaccio), derivanti dal terreno di copertura al giacimento ghiaioso (art. 3 comma 1 lettera e), terra non inquinata).

La volumetria complessiva di terreni recuperabili durante l’escavazione ed utilizzabili per le operazioni di sistemazione morfologica, è quindi stimata in 109.673 m<sup>3</sup> (cappellaccio e sterili).

| CAVA      | VOLUME CAPPELLACCIO<br>m <sup>3</sup> | VOLUME SCARTO 15%<br>m <sup>3</sup> | VOLUME DISPONIBILE<br>PER IL PROGETTO DI<br>RECUPERO<br>m <sup>3</sup> |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| GHIARELLA | 71.736                                | 37.937                              | 109.673  |

In considerazione delle volumetrie necessarie per eseguire il ripristino e stimate pari a circa 145.545 m<sup>3</sup> avremo pertanto il seguente bilancio complessivo tra terreni necessari per il ripristino e disponibili (cappellaccio e terreni di scarto).

| VOLUME COMPLESSIVO<br>NECESSARIO PER IL<br>RECUPERO<br>m <sup>3</sup> | VOLUME DISPONIBILE<br>PER IL PROGETTO DI<br>RECUPERO<br>m <sup>3</sup> | DEFICIT<br>m <sup>3</sup> |
|---|--|---------------------------|
| 145.545   | 109.673  | -35.872                   |

Il deficit nel materiale necessario alla risistemazione finale dell'area di cava è quindi pari a 35.868 m<sup>3</sup>. Per coprire tale deficit, nei lavori di recupero saranno utilizzati esclusivamente terreni naturali provenienti dall'esterno dell'ambito, previa caratterizzazione qualitativa dei litotipi ed indicazione della qualità e della provenienza secondo quanto previsto dal PAE vigente, nonché facendo riferimento alle normative di settore (terre e rocce di scavo) di cui al D.Lgs. 152/2006 e successivo D.Lgs. 4/2008, DM 161/2012, Legge 98/2013.

L'area di intervento e più specificatamente le aree di scavo, per quanto conosciuto nel breve periodo, non sono state oggetto di interventi di bonifica o di attività pericolose, se non le normali attività agricole.

Il materiale primario estratto (214.981 m<sup>3</sup>), rappresentato da ghiaie e sabbie, è utilizzato come prodotto lavorato, "frantumato" e "vagliato", per misti stabilizzati, per il confezionamento del calcestruzzo e per conglomerati bituminosi, talora impiegato come "tout venant" per sottofondi e riempimenti.

Le ghiaie sono composte da litotipi calcarei, calcareo-marnosi ed arenacei, con granulometria variabile, con presenza di una matrice prevalentemente limo-sabbiosa e sabbiosa. Tali materiali appartengono, secondo la classificazione A.A.S.H.O., al tipo "A1a" e presentano buone qualità sia per sottofondazioni sia per la produzione di calcestruzzi e conglomerati bituminosi.

Per quanto riguarda il cappellaccio, esso presenta uno spessore variabile tra 1 m e 3 m.

I "rifiuti di estrazione" definiti come "sterili" preventivati nella presente fase estrattiva (stimati in 37.941 m<sup>3</sup>) sono rappresentati da materiali terrosi, costituiti prevalentemente da



argille o limi argillosi o limi-sabbiosi, sotto forma di lenti o livelletti di spessori variabili da alcuni decimetri al metro ed estensione limitata interclusi al giacimento ghiaioso. Si tratta di depositi naturali a granulometria fine legati alle differenti condizioni fluvio-dinamiche tipiche dei corsi d'acqua nelle zone di conoide dell'alta pianura modenese.

La presenza di lenti terrose prevalentemente argillose o limose all'interno del giacimento ghiaioso comporta necessariamente la loro rimozione/asportazione in quanto esse determinano uno scadimento qualitativo del materiale ghiaioso e difficoltà di gestione degli impianti di frantumazione e selezione degli inerti lapidei (ghiaie e sabbie). Pertanto, durante la fase di escavazione del giacimento ghiaioso, l'eventuale affioramento delle lenti terrose comporta la necessità di separazione, asportazione, a mezzo di escavatore meccanico, ed accumulo in loco al fine del successivo ripristino della cava; se la separazione degli sterili non fosse possibile in fase di scavo, essa potrebbe avvenire in frantoio, con conseguente riduzione dei volumi di materiali terrosi in cava rispetto alle presenti stime, a fronte di apposita descrizione dei materiali estratti da parte della ditta esercente nella relazione annuale.

Le caratteristiche fisiche e chimico-mineralogiche potranno essere valutate e determinate di volta in volta in fase di escavazione una volta portati in affioramento.

Gli sterili rinvenuti, prevalentemente argillosi e limosi, frammisti a ghiaie e sabbie, per le loro caratteristiche granulometriche e tessiturali non trovano un adeguato mercato al di fuori dell'ambito di cava, mentre risultano perfettamente idonei alla realizzazione dei riempimenti e/o del recupero della cava stessa o delle aree estrattive vicine.

Lo sterile asportato non subisce sostanziali modifiche volumetriche in fase di ricollocazione, in quanto generalmente riutilizzato alla base dei riporti durante la fase di ripristino del vuoto di cava.

Gli sterili precedentemente definiti e quantificati possono essere classificati come rifiuti di estrazione inerti, in quanto i terreni di che trattasi, sterili costituiti prevalentemente da terre e ghiaie

- non subiscono alcuna disintegrazione o dissoluzione o altri cambiamenti significativi che potrebbero comportare eventuali effetti negativi per l'ambiente o alla salute umana;
- non presentano rischi di autocombustione e non sono infiammabili;

- non presentano sostanze potenzialmente nocive per l'ambiente o per la salute, in particolare As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V e Zn; o quantomeno il tenore di tali sostanze è sufficientemente basso da non comportare, nel breve e nel lungo termine, rischi significativi per le persone o per l'ambiente;
- nel processo di produzione dei rifiuti di estrazione sopra definiti (escavazione meccanica del materiale) non viene attuato nessun trattamento degli stessi né utilizzata alcuna sostanza o prodotto potenzialmente nocivo per l'ambiente o la salute umana;
- per le loro caratteristiche chimico fisiche, granulometriche e tessiturali, siano essi collocati provvisoriamente in cumulo o in via definitiva a ripristino, non danno luogo a percolati che possano deteriorare lo stato delle acque sotterranee

Durante la coltivazione, per limitare le movimentazioni, i materiali terrosi o rifiuti di estrazione asportati saranno collocati via via in prossimità o sui luoghi di utilizzo, quali il fondo cava o le zone di ritombamento. Il materiale, prima del suo utilizzo definitivo, potrà eventualmente essere provvisoriamente stoccato in cumuli, nelle aree appositamente identificate. Suddetti depositi provvisori saranno cartografati all'interno della relazione annuale.

Le modalità di accumulo dei materiali terrosi manterranno sempre condizioni di stabilità sufficienti a garantire l'incolumità del personale e dei luoghi. I materiali sono collocati all'interno dell'area di cava recintata e con divieto di accesso ai non addetti ai lavori.

Gli sterili definiti come rifiuti di estrazione inerti rinvenuti nelle fasi estrattive, saranno utilizzati, ai sensi dell'art. 10 comma 1 del D.Lgs. n° 117/2008, ai fini di ripristino e ricostruzione per la ripiena parziale dei vuoti prodotti dall'attività estrattiva nella cava, come rappresentato nelle tavole del Piano di coltivazione; sarà garantita la stabilità dei fronti di deposito dei rifiuti di estrazione, nonché l'assenza di inquinamento del suolo e delle acque sotterranee e superficiali.

Considerate le modalità di ripristino della cava, si prevede il totale utilizzo degli sterili costituenti "rifiuti di estrazione", come sopra quantificati e classificati (37.941 m<sup>3</sup>), a parziale ripiena del vuoto di cava creato dall'escavazione e finalizzati al ripristino della stessa.

Essi saranno collocati negli strati più profondi dei riporti di fondo cava o delle scarpate; successivamente verranno ricoperti dal terreno naturale di copertura, appositamente stoccato, che completerà la sistemazione ed il ripristino della cava.

Tra i materiali utili agli interventi sopra descritti risultano, oltre ai citati sterili, i materiali terrosi costituenti il terreno di copertura (71.736 m<sup>3</sup>). Lo strato più superficiale di coltura (terreno vegetale), sarà accantonato e mantenuto separato dai restanti materiali terrosi. Saranno effettuati depositi provvisori e brevi propedeutici ai ripristini in aree individuate sul fondo cava.

Gli sterili e il cappellaccio, come già introdotto, rientrano nella categoria denominata “terra non inquinata” come definita al punto e) dell’art. 3 del D.Lgs. 117/2008, ai sensi di quanto stabilito all’articolo 186 decreto legislativo n. 152 del 2006, e sono quindi equiparati alle “Terre e rocce da scavo”, e per essere definiti tali come tali devono soddisfare quanto previsto dai punti a, b, c, d, f e g del comma 1 dell’art. 186 del D.Lgs. 152/2006.

Si prevede quindi che tali terreni di natura limo-argillosa siano direttamente utilizzati per il riempimento parziale dei vuoti prodotti dall’attività estrattiva.

Per quanto riguarda le terre che saranno conferite dall’esterno, a copertura del deficit volumetrico previsto per il completamento del progetto di sistemazione morfologica, al fine di verificare che il loro impiego non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, sarà prevista una loro caratterizzazione ai sensi della Tabella 1 colonna A dell’Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs. 152/2006, preventivamente al conferimento in cava.

In particolare dovrà essere effettuata la determinazione analitica presso laboratorio chimico dei seguenti parametri: Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene, Idrocarburi Leggeri C < 12 e Idrocarburi pesanti C > 12. I valori dovranno rispettare i limiti fissati dalla colonna A, Tabella 1, dell’Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs. 152/2006.

I risultati saranno inseriti nella relazione annuale

Ai sensi degli artt. 3 e 7 del D.Lgs. n° 117/2008 sono definiti:

- **operatore** della gestione dei rifiuti di estrazione come sopra definiti e classificati la ditta GRANULATI DONNINI SpA con sede a San Damaso di Modena in Via Cave Montorsi 27/a;
- detentore dei rifiuti di estrazione e produttore degli stessi, la ditta GRANULATI DONNINI SpA presso la cava “Ghiarella” sita in Via Ghiarella, a San Cesario sul Panaro;
- **sito o area di cantiere** la cava “Ghiarella” sita in Via Ghiarella in Comune di San Cesario sul Panaro;

La ditta GRANULATI DONNINI SpA, in qualità di operatore, gestore e detentore presso la cava “Ghiarella” nomina un proprio responsabile dei lavori e della sicurezza per l'intera fase di produzione e gestione dei rifiuti e ripristino della cava, nella figura del Direttore Responsabile per la cava di cui sopra, come da documento allegato al progetto.

#### 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE DEL SITO

Di seguito sono brevemente descritte le Caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito, che sono più ampiamente analizzate ai fascicoli D ed E, ai quali si rimanda.

##### *Caratteristiche geologiche*

La zona in esame è caratterizzata da unità geologiche quaternarie appartenenti alla Successione neogenico-quadernaria del margine padano, ed in particolare dai depositi alluvionali quadernari della conoide del Fiume Panaro.

Affiora nello specifico l'unità di Modena (AES8a) che rappresenta la porzione superiore dell'allomembro di Ravenna ed è qui definita sulla base della presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione con profilo minore di 100 cm. Esso, non decarbonatato, è articolato negli orizzonti A, Bw, C, e A, C (entisuoli e inceptisuoli), con colore Munsell di alterazione dell'orizzonte BC nella pagina 2,5Y (grigio-giallastro).

L'allunità di Modena fu già cartografata in queste aree da Gasperi et alii (1989) e definita da Cremaschi & Gasperi (1989) come sedimenti depositi in seguito ad episodi alluvionali che seppellirono la città romana di Mutina tra il VI e il VII secolo d.C.. L'allunità, caratterizzata da uno spessore di alcuni metri, è costituita, come l'allomembro di Ravenna, da depositi grossolani in corrispondenza dei corsi d'acqua principali ed ai piedi della catena e da depositi fini nelle aree più distali. I depositi attribuiti a questa unità si rinvencono generalmente in prossimità delle aste fluviali e corrispondono al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive.

Per quanto riguarda i depositi dei fiumi Secchia e Panaro si può osservare come non esista una scarpata tra i depositi a dominante ghiaiosa dell'unità di Modena e quelli precedenti, appartenenti alla porzione pre- VI secolo d.c. dell'allomembro di Ravenna.

La geometria dei depositi ghiaiosi è generalmente nastriforme con distribuzione irregolare nelle aree comprese tra i due fiumi principali. Spesso non è agevole identificare il corso d'acqua che ha dato origine al deposito; in particolare nel tratto che va dal F. Secchia al Tiepido, sono presenti alcuni corpi posti a profondità variabile che possono essere attribuiti dubitativamente ai torrenti Tiepido, Grizzaga e Fossa, con spessori inferiori ai 5m e, frequentemente, inferiori anche ai 2m. I depositi del F. Panaro sono presenti solo nella parte

nordorientale del foglio, ultime propaggini di un corpo tabulare esteso prevalentemente a est del corso fluviale attuale. Le ghiaie attribuite all'unità di Modena sono sempre affioranti e costituiscono depositi a geometria nastriforme in posizione prossima ai percorsi attuali dei fiumi che li hanno prodotti. La loro distribuzione coincide nella carta geologica e nella carta del tetto delle ghiaie. Il loro spessore è di pochissimi metri per i torrenti minori, mentre per i due fiumi principali supera i 5 metri.

### *Caratteristiche idrogeologiche*

L'area si colloca nella parte terminale della conoide alluvionale del fiume Panaro, sul confine occidentale della stessa, nella quale la situazione idrogeologica si presenta come un sistema plurifalda multistrato. L'assetto idrogeologico dell'area è rappresentato da corpi acquiferi prevalentemente ghiaiosi, separati da livelli limo-argillosi (acquitardi).

Lo studio dei pozzi che attraversano interamente le unità geologiche affioranti nella zona e l'analisi di carotaggi, hanno permesso di individuare chiaramente le alternanze cicliche di spessore pluridecamentrico, costituite da depositi prevalentemente fini di piana alluvionale passanti a depositi prevalentemente grossolani di conoide alluvionale. Nella zona si riconoscono una falda di tipo freatico superficiale, limitata inferiormente da un substrato praticamente impermeabile, alimentata direttamente per infiltrazione superficiale dalle precipitazioni meteoriche, e da una serie di falde più profonde caratterizzate dalla presenza di acquiferi in pressione appartenenti ad un sistema di tipo multistrato. I cicli riconosciuti nel sottosuolo sono quattro ed hanno uno spessore massimo di 70 – 80 metri ciascuno. Essi corrispondono a quattro complessi acquiferi (A1, A2, A3 e A4). Il primo dal basso è caratterizzato da un livello fine particolarmente esteso e potente (sino a 40 metri). Tale livello è composto da limi ed argille di piana alluvionale che proseguono verso monte fin in prossimità del margine appenninico. La base di questo livello poggia in contatto netto sui depositi ghiaiosi di conoide o delta conoide di AEI, e costituisce quindi il limite inferiore di questa unità.

### *Vulnerabilità degli acquiferi*

Il P.A.E. del Comune di Modena, definisce le diverse porzioni di territorio del comune in classi di vulnerabilità e per la cava "Ghiarella" il grado di vulnerabilità è generalmente basso, passando a elevato solo nella porzione meridionale della cava. La vulnerabilità all'inquinamento

della falda a danno delle acque profonde è alta soprattutto durante le fasi di scavo, quando il livello acquifero viene privato del terreno superficiale di protezione.

L'escavazione in una zona come per quella in esame può comportare un incremento del rischio di inquinamento per la falda, sia durante le operazioni di scavo che, successivamente, al ripristino.

Nella zona in esame l'attività estrattiva andrà ad interessare il primo livello ghiaioso. È evidente quindi che si andrà ad intaccare l'acquifero più superficiale, la cui vulnerabilità aumenterà notevolmente. Va sottolineato che l'acquifero superficiale non viene sfruttato per usi idropotabili, infatti, in tutta l'area in esame, risulta visibilmente compromesso da inquinamenti di tipo chimico e biologico, conseguenti alle attività agricole e produttive presenti nella zona. Inoltre si tratta di una falda in condizioni di "quasi isolamento" per quanto riguarda il fiume Panaro e gli acquiferi sottostanti e che nell'area di interesse non presenta un'interconnessione diretta con le falde più profonde.

Il primo acquifero in pressione, sfruttato da un discreto numero di pozzi presenti in zona, è rappresentato da uno strato di ghiaie posto a circa 25 - 30 m di profondità e, comunque, preceduto in senso stratigrafico da orizzonti a componente argillosa poco permeabili. Essi si distribuiscono con continuità nell'area di cava, creando un discreto isolamento e, quindi, una sufficiente protezione dell'acquifero stesso. Acquiferi più profondi e sfruttati dalla maggioranza dei pozzi in zona, sono posti alle profondità di 60-70 m ed ancora 90-100 m, in tal caso, a maggior ragione, protetti da interstrati argillosi impermeabili.

### *Caratteristiche geotecniche*

Al fine di verificare le condizioni di stabilità dei fronti di scavo in progetto, sia quelle della fase di coltivazione che di ripristino e, quindi, di quantizzare le caratteristiche geomeccaniche dei materiali che andranno a costituire le pareti di abbandono e quelle di scavo, sono stati assegnati parametri geotecnici derivanti sia da osservazioni eseguite su pareti di scavo abbandonate da diversi anni e impostate nel medesimo materiale, sia da bibliografia relativa a precedenti lavori eseguiti in quest'area e che avevano concretizzato tali dati sia da indagini di laboratorio sia estrapolandoli dai risultati penetrometrici.

Per i materiali limo-sabbiosi di copertura si assume:

$$Y = 2.07 \text{ t/m}^3$$

$$C_u = 0,65 \text{ Kg/cm}^2$$

Per quanto riguarda i materiali ghiaiosi, essi mostrano frequentemente, in corrispondenza di pareti abbandonate, un profilo sub verticale per diversi metri di altezza e, al piede, un deposito di materiali accumulatisi per rotolamento naturale. L'angolo assunto da questi sedimenti "a riposo" è, mediamente, di 30°; tale valore può essere assunto come angolo di attrito, ma, da solo, non giustificherebbe la stabile permanenza delle pareti verticali. Infatti ciò che consente il miglior accatastamento dei sedimenti è l'effetto "a incastro" dei singoli ciottoli oltre che un seppur lieve valore di coesione dovuto alla presenza di matrice fine. Note bibliografiche, che attingono a valutazioni in back analysis, hanno stimato tale valore pari a circa 0,098 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per i materiali ghiaiosi si assumono quindi:

$$Y = 2,2 \text{ t/m}^3$$

$$\varphi = 35^\circ$$

Per quanto riguarda i materiali fini limo sabbiosi costituenti la copertura asportata in questa zona da utilizzarsi, dopo rimaneggiamento, per le sagomature di ripristino, si possono assumere i segg. dati:

$$Y = 2,07 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 0,43 \text{ kg/cm}^2.$$

Quest'ultimo dato si ottiene dal valore derivato precedentemente dalle verifiche penetrometriche ridotto di 1/3 in considerazione del rimaneggiamento subito dalla messa in posto.



## 5. PROCEDURE DI CONTROLLO E MONITORAGGIO, MISURE DI PREVENZIONE DI INQUINAMENTO PER ACQUA E ARIA

L'operazione non presenta rischi per l'ambiente, in quanto si tratta di terra di copertura non inquinata, pertanto i rifiuti di estrazione impiegati sono di fatto di provenienza del sito stesso.

L'assenza di effetti negativi sull'ambiente e sulla salute umana sarà comunque garantita dalle analisi chimiche di caratterizzazione, che saranno eseguite sulle terre conferite dall'esterno, ed anche dalle analisi idrochimiche periodiche sulle acque sotterranee, e dai monitoraggi sulla componente atmosfera, previsti dal programma di monitoraggio allegato al SIA, oltre ai sopralluoghi sull'area per la definizione delle aree di stoccaggio provvisorio.

I risultati saranno inseriti nella relazione annuale.

I terreni conferiti dall'esterno avranno caratteristiche idonee all'uso, garantite da analisi chimiche di laboratorio che dovranno essere fornite o effettuate preliminarmente al conferimento dei materiali in cava, secondo le specifiche prima descritte. La stabilità sarà garantita dal fatto che gli sterili saranno compattati in strati successivi e mantenuti a pendenze compatibili con le caratteristiche geotecniche dei materiali.