



**Comune di Gragnano Trebbiense**  
Provincia di Piacenza

**Polo P.I.A.E. n° 10 "I Sassoni" - Sub-Comparto Q3**  
**CAVA CROCETTA 5**

# PROGETTO ESECUTIVO

**Progetto:**

studio Lusignani

via Arata 18-20, 29122 Piacenza

tel. e fax 0523.454120

e.mail: [glusig@tin.it](mailto:glusig@tin.it)

---

**Relazione Tecnica**

---

Maggio 2022

## INDICE

Premessa . . . . .	pag.	4
Inquadramento territoriale. . . . .	pag.	5
Inquadramento catastale. . . . .	pag.	6
Caratteri geomorfologici dell'area. . . . .	pag.	8
Lineamenti geologici dell'area. . . . .	pag.	15
Caratteristiche litostratigrafiche . . . . .	pag.	18
Caratteristiche granulometriche. . . . .	pag.	25
Descrizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni . . . . .	pag.	29
Caratterizzazione sismica dell'area. . . . .	pag.	30
Modello geotecnico del sottosuolo. . . . .	pag.	41
Idrografia . . . . .	pag.	42
Idrogeologia . . . . .	pag.	44
Alimentazione e modello concettuale dell'acquifero . . . . .	pag.	52
Caratteristiche di Vulnerabilità Naturale dell'Acquifero . . . . .	pag.	52
PTA . . . . .	pag.	56
Descrizione del progetto . . . . .	pag.	58
Vincolistica da Piani di Settore . . . . .	pag.	59
Variante PIAE 2017. . . . .	pag.	59
Variante PAE 2021. . . . .	pag.	62
Pianificazione territoriale e vincoli ambientali . . . . .	pag.	66
PTCP . . . . .	pag.	66
PAI. . . . .	pag.	67
Piano gestione rischio alluvioni. . . . .	pag.	68
SIC - ZSC "Basso Trebbia" IT 4010016. . . . .	pag.	70
DLGS 42/2004. . . . .	pag.	72
Descrizione dei rilevamenti. . . . .	pag.	76
Calcolo del cubaggio . . . . .	pag.	81
Modalità di coltivazione e profondità di scavo . . . . .	pag.	84
- Barriere anti rumore e/o accumuli temporanei terreno agrario. . . . .	pag.	85
- Aree di rispetto ai sensi del DPR 128/59. . . . .	pag.	85
Azioni di cantiere e di esercizio. . . . .	pag.	86
- Indicazione dell'utilizzo del materiale estratto. . . . .	pag.	86
- Descrizione dei programmi di cantiere. . . . .	pag.	86
Stabilità fronti scavo. . . . .	pag.	88
Trasporto Materiale Estratto . . . . .	pag.	96
Recupero morfologico. . . . .	pag.	97
Recupero naturalistico . . . . .	pag.	97

Operazioni al momento dell'impianto. . . . .	pag.	100
Programma di gestione opere a verde . . . . .	pag.	108
Computo metrico recuperi naturalistici all'interno della cava. . . . .	pag.	109
Computo metrico recuperi naturalistici da delocalizzare/monetizzare . . . . .	pag.	102
Preventivo di spese recupero ambientale . . . . .	pag.	102

## **ALLEGATI:**

- **Computo metrico recuperi naturalistici**

## **Premessa**

Gli indirizzi pianificatori in materia di attività estrattiva hanno previsto, già a partire dal PIAE 1993, che l'attività estrattiva in Comune di Gragnano si svolgesse in un unico polo ubicato in fregio al Fiume Trebbia, denominato Polo 10 "I Sassoni".

L'Amministrazione comunale di Gragnano Trebbiense con l'assunzione, ai sensi della LR 24/2017, della Variante PAE 2021 oltre a confermare le precedenti scelte pianificatorie effettuate dai PAE 1998, 2003, 2011, recepisce a livello comunale le previsioni e le direttive introdotte con la recente approvazione della Variante PIAE 2017 (approvata con Del. Cons. Prov. n.39 del 30/11/2020).

In particolare pianifica all'interno del Comparto Q un sub comparto denominato Q3 a cui assegna un quantitativo utile estraibile di 83.595 mc. Il SIA, di cui la presente istanza costituisce endo procedimento, nell'ambito della redistribuzione delle volumetrie fra i comparti incrementa la sua potenzialità estraibile a 91.050 mc in modo da esaurirla.

Ciò premesso il presente progetto esecutivo è volto ad ottenere l'autorizzazione all'escavazione, ai sensi dell'art. 13 della LR 17/91, della cava denominata "Crocetta 5" coincidente con il sub comparto Q3 del PAE.

Il presente progetto è stato redatto seguendo le disposizioni contenute nello Studio di impatto ambientale nonché le indicazioni contenute nella Variante PAE 2021, che risulta particolarmente coerente con i sopraccitati strumenti.

## Inquadramento territoriale

La cava è ubicata nella porzione centro meridionale del Polo ad una quota media di circa 83 m s.l.m.; il suo confine orientale è delimitato dal corso del rio Tre Rivi, quello occidentale dal rio Vescovo mentre quello meridionale dalla strada comunale dei Grevosi. L'alveo del F. Trebbia scorre a oltre 500m verso est. Il nucleo abitato di Molino Frati è di proprietà dei concedenti il diritto di scavo.

Dal punto di vista cartografico l'area di futura attività estrattiva è individuabile nella Tavoletta I.G.M. Scala 1:25.000 "PIACENZA OVEST" (F. 60 III° QUADRANTE S.E.) e nella Sezione C.T.R. Scala 1:10.000 161160 "GOSSOLENGO". Le coordinate baricentriche U.T.M. del Comparto sono state di seguito calcolate:

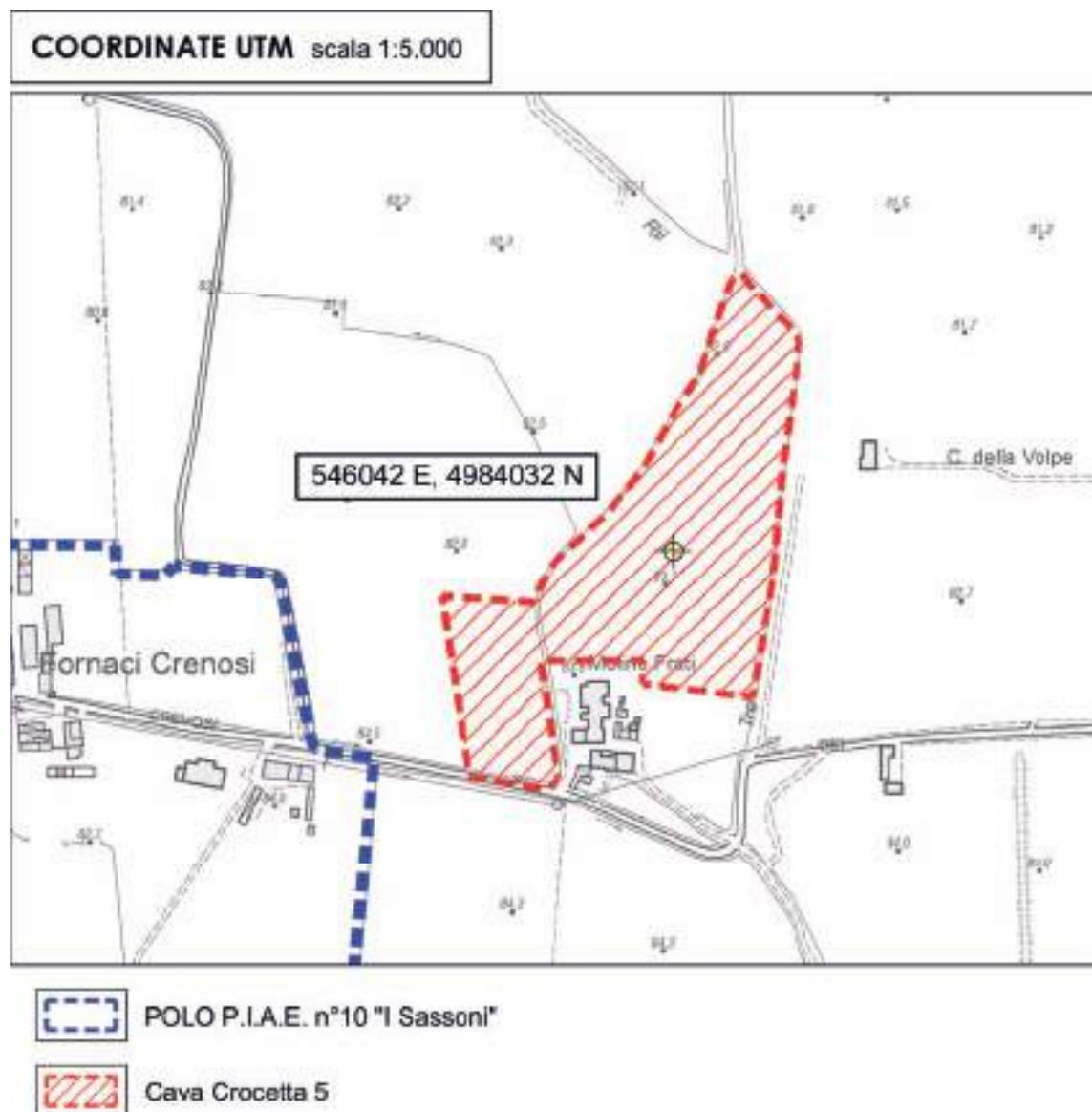


Fig. n°1: Ubicazione baricentro per il calcolo delle coordinate UTM

## Inquadramento catastale

I terreni oggetto di intervento estrattivo risultano iscritti al Catasto del Comune di Gragnano Trebbiense al Foglio N°16 mappali N°68, 69 e 70 (parte) e la superficie complessiva perimetrata è pari a mq. 34.7 ha (vedi stralcio "PLANIMETRIA CATASTALE" scala 1:5.000). Il presente schema riassuntivo illustra la situazione relativa alla disponibilità dei terreni oggetto di intervento estrattivo.

Tab. 1 Le particelle oggetto di intervento estrattivo

FOGLIO	MAPPALE	SUP.MQ	PROPRIETA'	IN DISPONIBILITA'
16	68	6.580	Ballotta C.	EDILSTRADE FRANTUMATI SNC
	69	530	Ballotta C.	EDILSTRADE FRANTUMATI SNC
	70 p	27.650	Ballotta C.	EDILSTRADE FRANTUMATI SNC
Totale		34.760		



Foto n°1: Ortofoto da volo SAPR

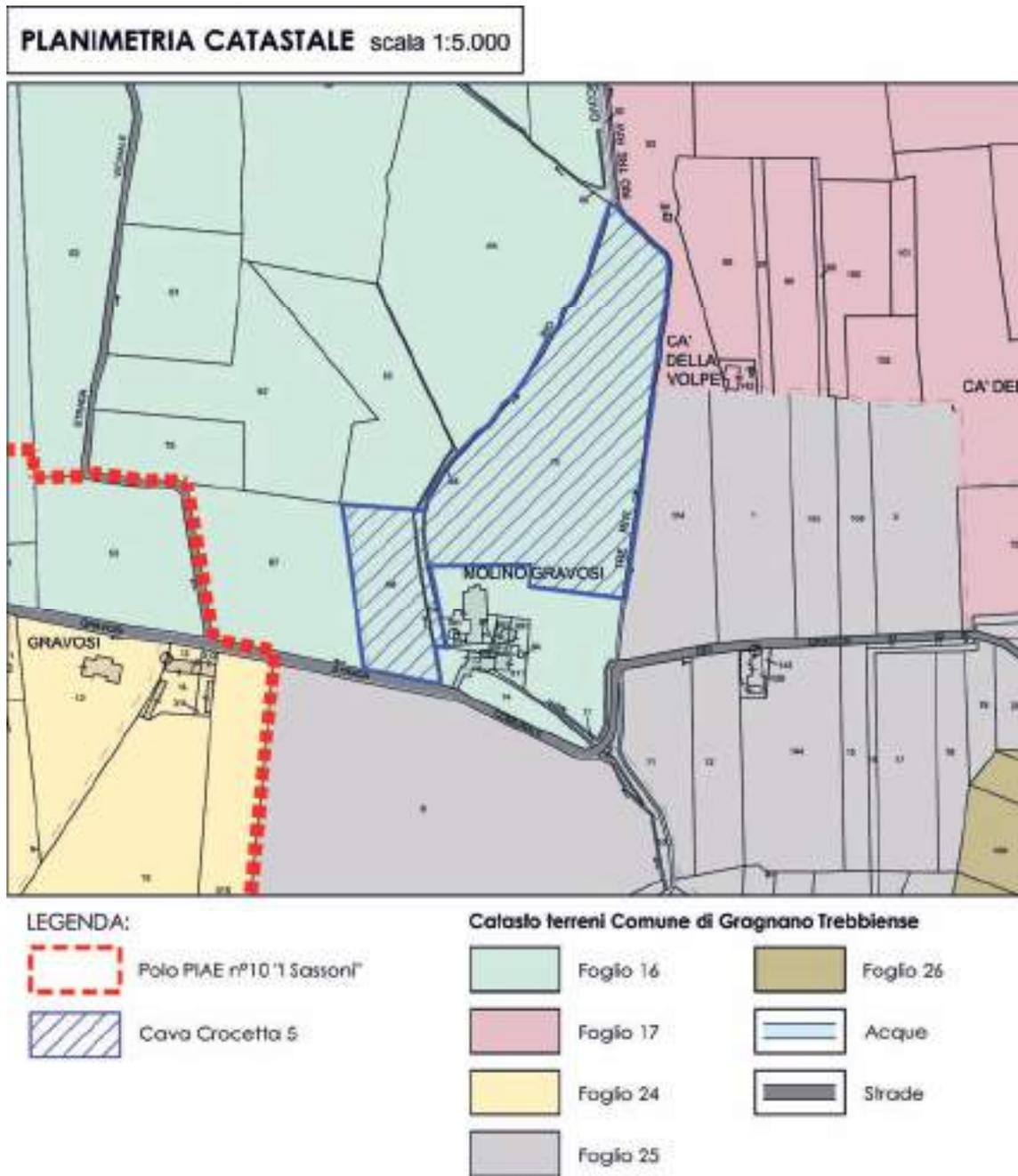


Fig. n°2: Stralcio Planimetria Catastale

## Caratteri Geomorfológicos dell'Area

Il sistema alluvionale del F.Trebbia, cui appartiene l'area indagata, dal punto di vista geomorfologico è sostanzialmente suddivisibile in:

**ZONA DI PIANURA:** ovvero "fascia di meandreggiamento recente" occupata essenzialmente dal ricettore principale (F.Po.) manca una vera e propria zona di "bassa pianura" come invece si sviluppa ad es. ad est del T.Nure (Fig.3) e ciò risulta collegabile al fatto che in questo tratto di territorio piacentino il percorso del F.Po si snoda in relativa vicinanza del margine appenninico.



Fig. n°3: Stralcio della Carta Altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Regione Emilia Romagna ( da Tellini et alii 1995 – modificato)

**ZONA DI CONOIDE:** Tale deposito si origina in quanto il corso d'acqua prima incanalato in una stretta valle (settore montano), allo sbocco in pianura,

potendosi espandere in un'area più aperta e con gradiente topografico sensibilmente diminuito, tende a perdere velocità e quindi capacità di trasporto con relativo abbandono dei materiali più grossolani. Generalmente il profilo radiale di una conoide alluvionale, quella del F.Trebbia presenta una pendenza  $< 0.001$ , si può suddividere in segmenti:

Apicale: comprende un canale principale ed è la zona dove in genere si determinano i maggiori spessori. La zona apicale della conoide del F.Trebbia si individua nel tratto Rivergaro-Caratta

Intermedia: caratterizzata da più canali distributori. Nel caso del F.Trebbia si identifica con il tratto che va da Caratta fino a monte della città di Piacenza

Distale o Piede: caratterizzata da canali sempre meno incisi e deposizione del fine. Per il F.Trebbia si estende fino alla scarpata di erosione del F.Po.

In questo tipo di conoide detto di "clima umido" la corrente fluviale è sempre attiva ma le divagazioni e le variazioni di regime del corso d'acqua non sono i soli responsabili del processo di aggradazione (accrescimento in senso verticale) e progradazione (accrescimento in senso radiale-longitudinale) in quanto questi processi risultano variamente influenzati da altri fattori.

Nel caso in esame lo sviluppo verticale è stato decisamente influenzato dai movimenti tettonici sinmorfo-genetici. La conoide del F.Trebbia è definita infatti di tipo multiplo in quanto costituita da più conoidi elementari sovrapposti. La conoide wurmiana, più recente, si può considerare in fase evolutiva terminale cioè in estinzione in quanto il corso d'acqua che l'ha generata oggi risulta incassato entro le proprie alluvioni e con regime tale da ritenere incompatibile, nell'attuale sistema morfoclimatico, la possibilità di divagazioni fluviali. La stessa posizione marginale del fiume rispetto al ventaglio della conoide e la sua direzione N-S deviata rispetto a quella della zona in tramontana (SW-NE), sono il risultato di movimenti tettonici (basculamento in direzione NW della zona appenninica, subsidenza differenziale nella zona della sinclinale di Gragnano-Gariga).

Nel processo di costruzione della sua conoide, le divagazioni in senso radiale del F.Trebbia sono testimoniate dalle seguenti emergenze morfologiche:

- da una brusca interruzione della scarpata principale del Po in corrispondenza del tratto Stazione ferroviaria- Loc. Dossi riferibile ad un antico percorso del corso d'acqua che doveva prima scorrere con direzione SW-NE lungo l'allineamento Niviano-Settima-S.Lazzaro e di cui resta una significativa scarpata;
- dalla presenza di un'ulteriore interruzione della scarpata di Po nella zona di

Calendasco-Co Trebbia Vecchia (anche il toponimo è significativo) accompagnata verso monte, a sud della Strada Statale, da due scarpate fluviali parallele e digradanti, riferibili ad un paleoalveo del F. Trebbia creatosi a seguito di una diversione fluviale avvenuta nella zona di conoide intermedia.

Per definizione la carta geomorfologica è un elaborato ove sono rappresentate con opportune simbologie gli effetti erosivi o deposizionali che i diversi processi morfogenetici hanno prodotto su un determinato territorio.

Nel caso in esame, i dati riportati nello stralcio della "CARTA GEOMORFOLOGICA", già a corredo del SIA 2020, sono riferiti alle forme prodotte dai due principali processi morfogenetici nei relativi sistemi:

Tabella n° 2

PROCESSI	AGENTE MORFOGENETICO
Naturali	Esogeno: acque correnti superficiali ed incanalate
Antropici	Uomo

Le forme ed i depositi rappresentati nella sopraccitata cartografia sono distinti in base all'agente morfogenetico che li ha prodotti, ai meccanismi evolutivi ed allo stato di attività. La carta risulta quindi rappresentativa dei fenomeni geomorfologici più significativi nell'attuale sistema morfoclimatico.

Su base morfodinamica sono state messe in evidenza le "forme attive" rispetto a quelle ormai stabilizzate ulteriormente distinte in "non attive" (ma riattivabili in occasione di eventi eccezionali) e "relitte" ovvero formatesi in condizioni climatiche diverse ed attualmente non ripetibili o che hanno portato a termine la loro evoluzione.

Si è inoltre voluto sottolineare l'importanza dei processi antropici non solo in termini di modificazioni direttamente prodotte sul paesaggio ma anche in relazione agli squilibri indotti sul sistema, che ne hanno condizionato l'evoluzione.

Si rileva inoltre che:

DATI TOPOGRAFICI: sono stati desunti dalla cartografia di base e sono limitati alle curve di livello con eventuali correzioni in corrispondenza delle modificazioni del rilievo successive al rilevamento della carta.

DATI LITOLOGICI E STRUTTURALI: nella carta non sono stati indicati i depositi quaternari per ragioni di chiarezza rappresentativa in quanto trattasi di unità in zona di pianura già cartografate nel dettaglio in altra cartografia a corredo del presente SIA.

MORFOCRONOLOGIA: poiché il fine dell'analisi geomorfologia era di produrre una cartografia di sintesi in cui si potesse leggere l'evoluzione delle forme prodotte

dall'agente geomorfico principale, ovvero il F.Trebbia; si sono utilizzate cartografie storiche dal cui confronto con la topografia attuale è stato possibile datare alcune forme ed in carta è stato indicato l'anno del rilievo di riferimento.

La grafica di rappresentazione scelta rispetta i criteri generali indicati dal Gruppo di geomorfologia del C.N.R (Panizza, 1972) con le opportune integrazioni e modificazioni in funzione dell'utilizzo specifico e delle particolari condizioni geomorfologiche locali.

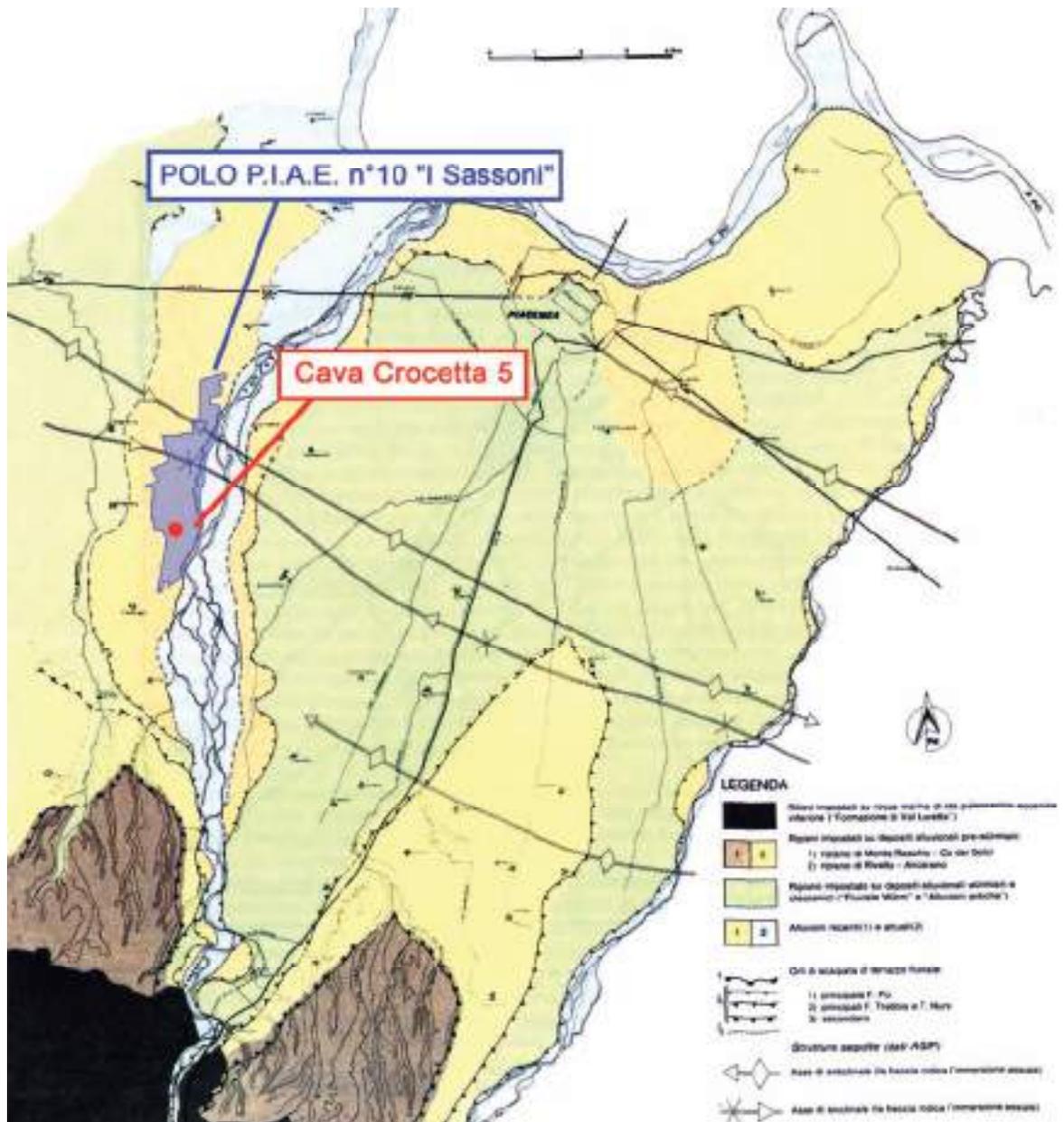


Fig. n°4: Aspetti geomorfologici della conoide del F. Trebbia (da Marchetti G., Dall'Aglio P.L., 1982)

## Processi fluviali

L'area studiata appartiene alla zona intermedia della conoide wurmiana ove la geometria idraulica del canale è del tipo braided cioè a canali (sinuosità

<1,5; L/H>40).

Questo ambiente è caratterizzato da tassi di sedimentazione e portate estremamente variabili con canali multipli che cambiano velocemente posizione, la pendenza e la portata permettono il trasporto di materiali grossolani (ghiaioso-sabbiosi) mentre le dimensioni dei clasti tendono a diminuire con aumento della cernita, da monte verso valle . Le barre longitudinali si accrescono a seguito di una perdita di competenza (capacità di trasporto dei ciottoli più grossolani) della corrente. L'effetto è quello della restrizione della sezione obbligando la corrente ad erodere lateralmente (allargamento del canale ).

Questa tendenza all'erosione di sponda è evidenziata in carta nel tratto che sottende la località Campedello di sotto e nel tratto a monte della difesa radente ubicata presso Mamago di sotto, in sponda sinistra, mentre in sponda destra riguarda tutto il tratto che sottende l'ex zona militare e più a valle il tratto di fiume che sottende l'area di Polo dall'ex Cantiere Dromo fino a Case Trebbia anche se in quest'ultimo caso si tratta di un fenomeno strettamente legato agli effetti della corrente in occasione di eventi di piena a carattere stagionale e pertanto non persistente.

Dal confronto tra cartografie relative a rilievi dal 1977 ad oggi si è evidenziato un assetto sostanzialmente stabile del letto ordinario del F.Trebbia; l'alveo inciso risulta fissato sia come ubicazione sia come sezione in conseguenza della tendenza all'approfondimento del canale attivo.

Altre forme cartografate risultano:

- INATTIVE ovvero fissate e stabili riattivabili solo in occasione di eventi eccezionali;
- RELITTE non riattivabili in alcun caso.

Alla stessa stregua i canali fluviali sono stati censiti planimetricamente e classificati dal punto di vista morfodinamico operando un confronto tra le varie carte storiche a disposizione al fine di definire la tendenza evolutiva del corso d'acqua. In particolare i canali indicati come "relitti" non hanno allo stato attuale evidenze morfologiche in quanto interessati da successivi fenomeni deposizionali e quindi sono stati cartografati solo grazie all'analisi delle precedenti cartografie storiche.

La stessa metodica ha reso possibile definire il limite della regione fluviale datato al 1821-1822 in quanto le evidenze morfologiche della relativa scarpata fluviale si limitano al tratto a nord di Case Trebbia ove si è mantenuta in quanto ripresa in periodi successivi.

Nella "CARTA GEOMORFOLOGICA" SCALA 15.000, di seguito allegata, è stato inoltre indicato il limite tra l'unità alluvionale terrazzata ed i depositi di conoide di

cui pure geneticamente è parte. Tale limite ha più un significato paesaggistico che morfologico in quanto sostanzialmente definisce il limite della regione fluviale intesa come ambito unitario sede dei fenomeni erosivo-deposizionali e naturalistico-ambientali connessi alla dinamica evolutiva del corso d'acqua.

Trattasi di una forma positiva a debole convessità evidenziata dall'andamento delle curve di livello ed elevata di pochi decimetri rispetto alla pianura circostante. La sua posizione all'interno di un'area di conoide (i dossi fluviali nell'area padana si sviluppano in prevalenza nelle zone di bassa pianura), la litologia dei depositi (prevalentemente grossolana) non differente da quella dei depositi circostanti e non ultimo il suo sviluppo trasversale, la rendono "anomala" rispetto alle definizioni riportate in letteratura.

Risulta invece ben inquadrabile nel contesto locale ovvero rispetto alle vicende storiche del F.Trebbia; essa si trova infatti collocata in posizione mediana tra l'alveo attuale ed il paleoalveo Niviano-Settima-S.Lazzaro.

Tale dosso pertanto viene a coincidere con il corpo centrale della conoide ovvero con il suo culmine.



## Lineamenti geologici dell'area

L'assetto geologico dell'area è determinato dal succedersi di cicli erosivo-deposizionali che, nel corso del Quaternario continentale, contribuirono al colmamento ed alla modellazione dell'area attualmente corrispondente alla Pianura Padana.

Durante il Quaternario continentale gli eventi morfogenetici e deposizionali che hanno dato origine alla corrispondente serie di aggradazione/progradazione che caratterizza la formazione della coltre deposizionale, deriva da un succedersi di situazioni di squilibrio (Ricci Lucchi et al., 1982) generate dall'alternarsi di cicli glaciali responsabili di altrettante variazioni del livello di base (livello del mare) con conseguenti fasi alterne di accrescimento e di erosione queste ultime definite da superfici di discordanza (discontinuità) e terrazzamento individuabili anche nell'area di pianura studiata.

Il ciclo quaternario continentale risulta suddivisibile in due sequenze deposizionali separate da una discontinuità "minore":

SINTEMA EMILIANO - ROMAGNOLO INFERIORE (0.65-0.35/0.45 MA): è stata individuata solo nel sottosuolo e corrisponde alla "Formazione Della Val Luretta" (Thanetiano-Ypresiano). Trattasi di un'unità deposta in ambienti sedimentari di piana alluvionale, bacino interfluviale e conoide distale. Litologicamente si tratta di depositi prevalentemente limosi e limoso-argillosi con intercalati livelli ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi localmente preponderanti in corrispondenza di paleoapparati fluviali principali.

SINTEMA EMILIANO - ROMAGNOLO SUPERIORE (0.35/0.45-ATTUALE): è caratterizzata da depositi che testimoniano il persistere di marcata subsidenza post-tettonica (Unità di Agazzano, esterna all'area studiata, Pleistocene medio,) seguiti da strutture e depositi che indicano una fase di prevalente sollevamento della catena con conseguente erosione e terrazzamento delle unità precedenti (in ordine cronologico dalla più antica Unità di Niviano (80000-19000b.p.) ed esterna all'area, Unità di Carestia (19000-7500b.p.), Unità di Idice (7500 b.p.-IV-VII sec d.C.), Unità di Budrio (post IV-VII sec d.C.)) . La litologia dei depositi è prevalentemente grossolana di ambiente di conoide alluvionale ghiaiosa, con passaggio a limi prevalenti di interconoide con rare intercalazioni di sabbie e ghiaie.

Il substrato geolitologico dell'area in esame, secondo la C.G.I. scala 1:100.000, secondo la più recente "CARTA GEOLOGICA DELLA PIANURA", basata sulla nuova ricostruzione stratigrafica adottata dalla RER<sup>1</sup>, che distingue unità

---

<sup>1</sup> dagli studi per la realizzazione della nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 in corso di realizzazione

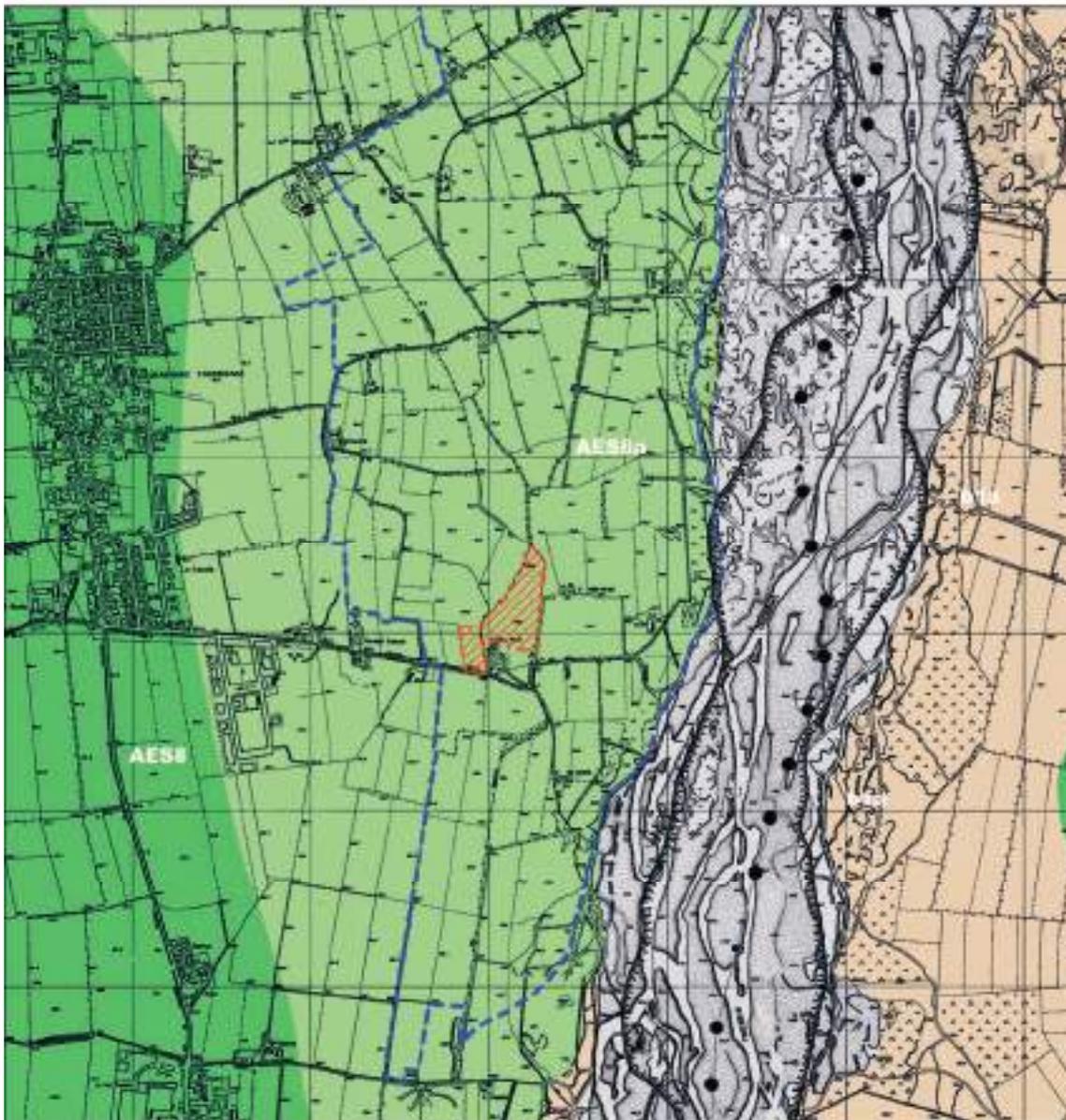
allostratigrafiche legate a cicli di eventi deposizionali (UBSU o sintemi<sup>2</sup>), appartiene ai depositi intravallivi terrazzati e di conoide dell'Unità di Modena (AES8a in carta citata).

In particolare i materiali oggetto di scavo sono costituiti da depositi alluvionali a litologia ghiaiosa con matrice limoso-sabbiosa e copertura limoso-argillosa discontinua e comunque di limitato spessore (vedi "CARTA GEOLOGICA" scala 1:15.000 di seguito allegata).

---

<sup>2</sup> che corrispondono a unità stratigrafiche delimitate da superfici di discontinuità

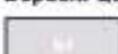
### CARTA GEOLOGICA scala 1:20.000



#### LEGENDA:

-  POLO P.L.A.E. n°10 "I Sassoni"
-  Cava Crocetta 5
-  Orlo di scarpata fluviale attiva

#### Sistema Emiliano Romagnolo Superiore:

-  **Unità di Modena:**  
Ghiale prevalenti e sabbie, ricoperte da esigua coltre limo argilloso (Olocene)
-  **Subsistema di Ravenna:**  
Ghiale sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi (Pleistocene Sup. - Olocene)
-  **Depositi Quaternari Intervallivi:**  
**Depositi alluvionali in evoluzione:**  
Ghiale sabbiose dell'avea attiva (Olocene media)
-  **Depositi alluvionali recenti:**  
Ghiale a matrice sabbiosa, a luoghi ricoperte da un'esigua coltre limosa di colore brunostra (Pleistocene Olocene)

## Caratteristiche litostratigrafiche

I depositi alluvionali presenti all'interno del polo P.I.A.E. n° 10 si configurano quali interessanti risorse litominerarie; le ghiaie sabbiose costituiscono, in relazione alle loro peculiarità granulometriche e mineralogiche, materiali inerti di elevato pregio.

Ai fini della valutazione delle potenzialità quali-quantitative della cava si è fatto riferimento a n° 46 trincee esplorative a mezzo escavatore idraulico eseguite dal ns Studio nell'aprile 2022 nell'ambito degli approfondimenti archeologici coordinati dalla Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Parma e Piacenza. L'esame della "CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE" scala 1:4.000 di seguito riportata mostra come lo spessore massimo di copertura sia stato rilevato nella porzione centro orientale del sub comparto dove ha raggiunto 2 m (vedi trincea Q31). L'elaborazione computerizzata tridimensionale dell'andamento della coltre di copertura ha permesso di stimare una copertura media su tutta il cava pari a 1,3m.



*Foto n°2: Fasi dell'esecuzione della campagna di indagine*

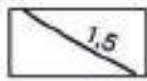
# Cava Crocetta 5

## Carta del tetto delle ghiaie

scala 1:3.000



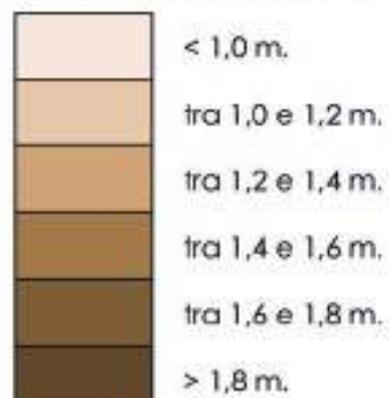
### LEGENDA:

-  Polo PIAE n°10 "I Sassoni"
-  Cava Crocetta 5
-  Isopache dello spessore di copertura

### Indagini eseguite:

-  Trincee esplorative (2022)

### Spessore della copertura:



**TRINCEE**  
**Indagine Archeologica - 28/04/2022**

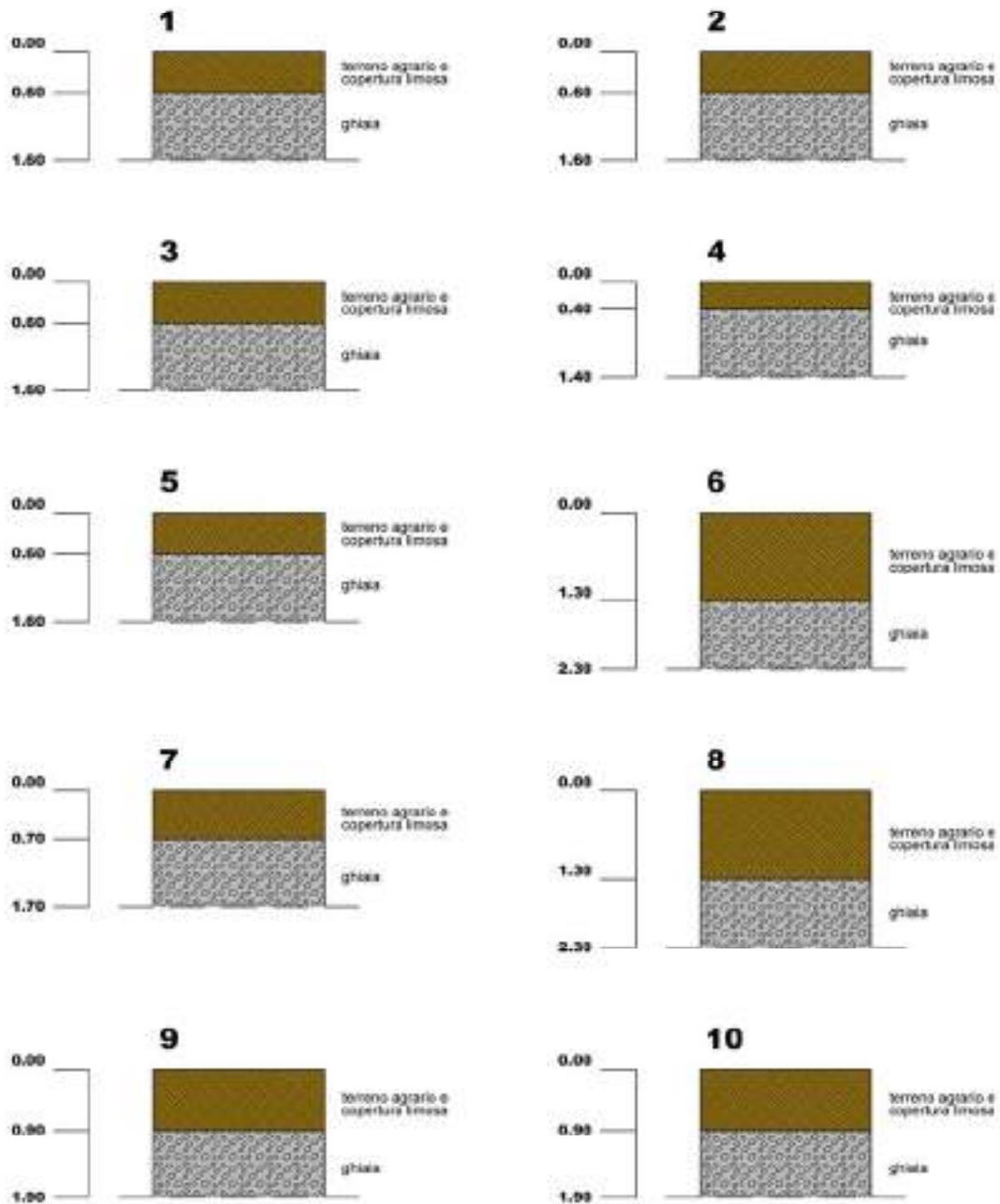


Fig. n°5: Le stratigrafie desunte dalle trincee geognostiche eseguite

**TRINCEE**  
**Indagine Archeologica - 28/04/2022**

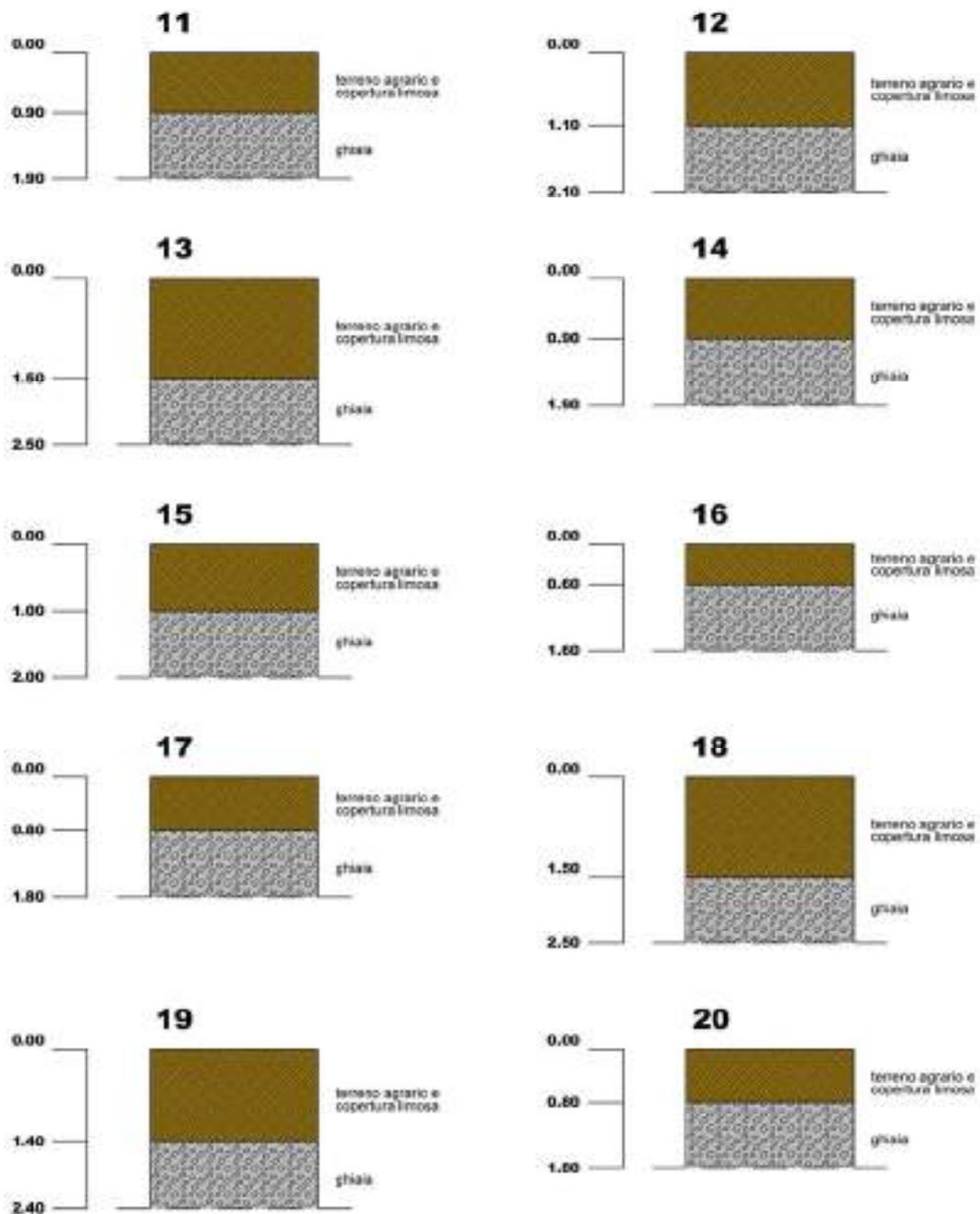


Fig. n°6: Le stratigrafie desunte dalle trincee geognostiche eseguite

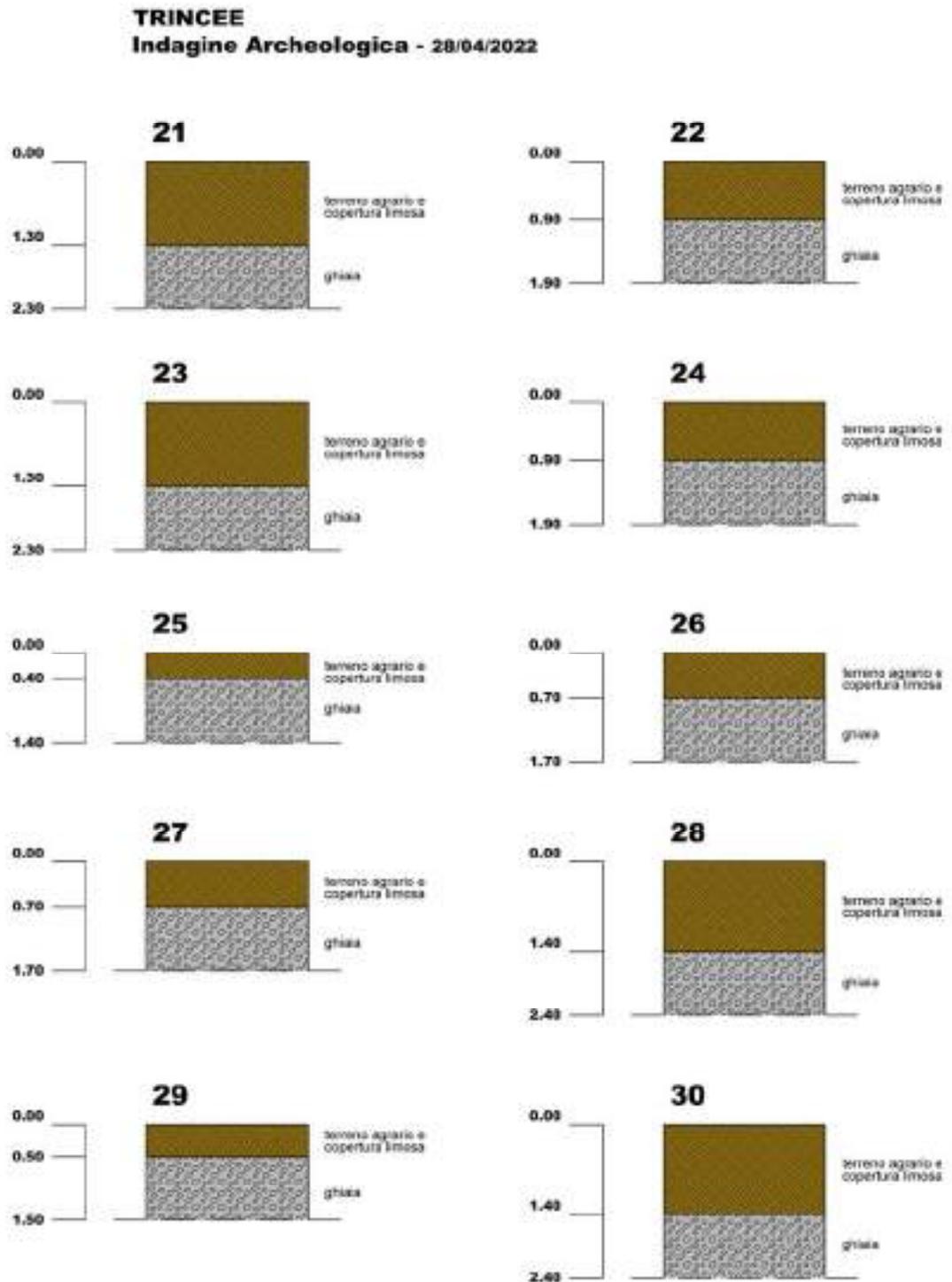


Fig. n°7: Le stratigrafie desunte dalle trincee geognostiche eseguite

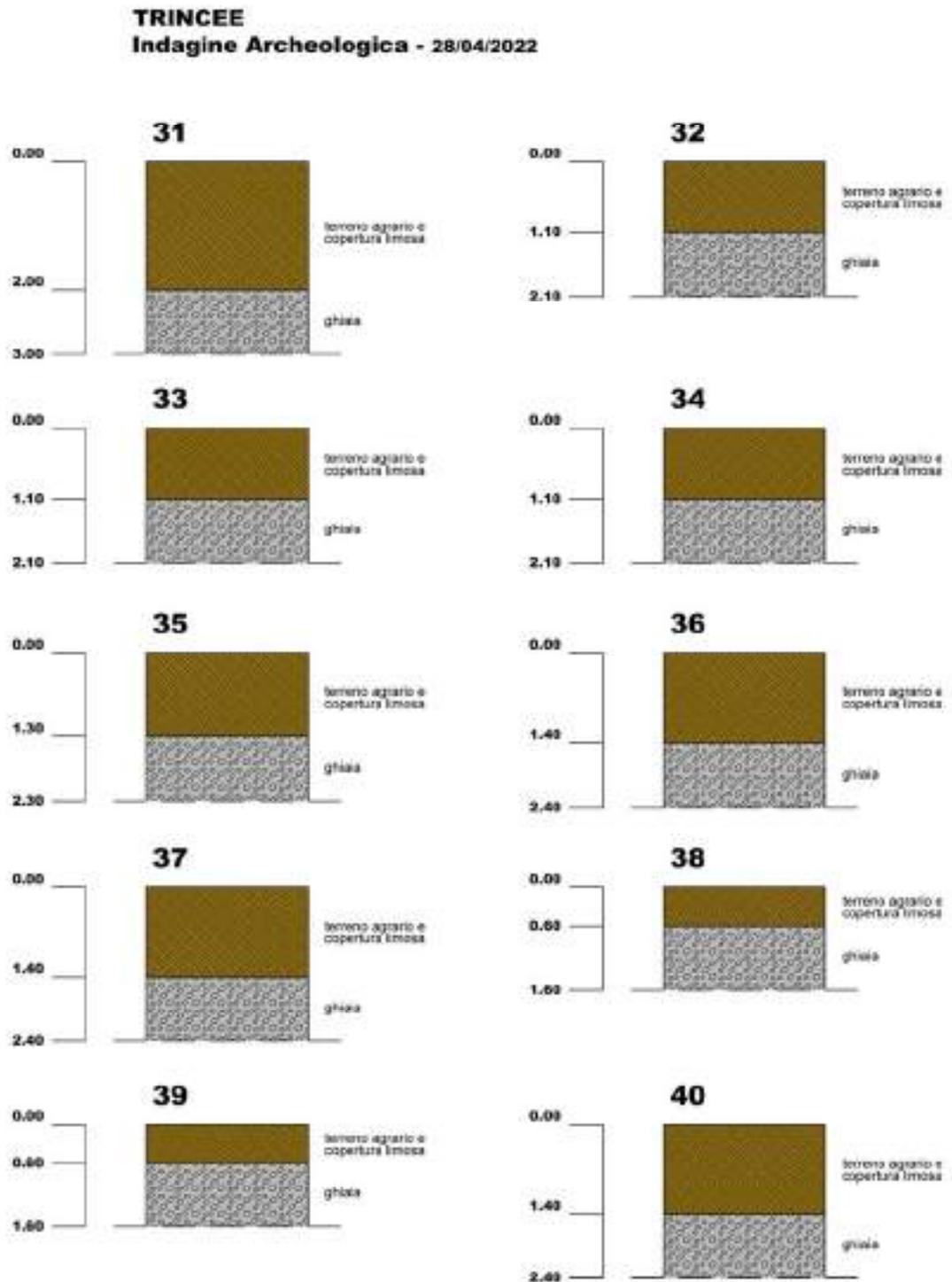


Fig. n°8: Le stratigrafie desunte dalle trincee geognostiche eseguite

**TRINCEE**  
**Indagine Archeologica - 28/04/2022**

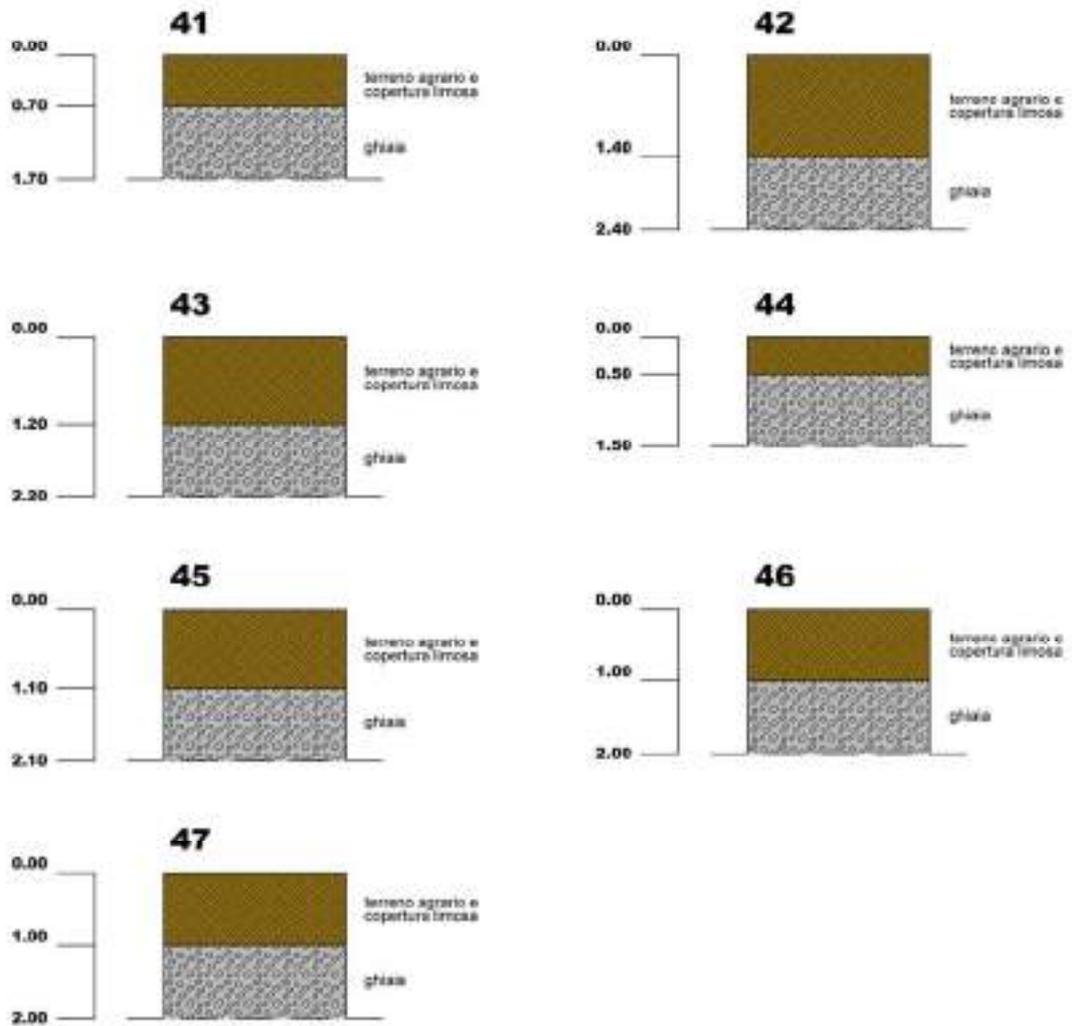


Fig. n°9: Le stratigrafie desunte dalle trincee geognostiche eseguite

## **Caratteristiche granulometriche dei materiali estratti**

Le ghiaie oggetto di futuro scavo sono di età olocenica caratterizzate dalla presenza di una matrice prevalentemente sabbiosa e/o limo sabbiosa. Trattasi di ghiaie petrograficamente eterogenee che rispecchiano la natura del substrato presente nelle aree di alimentazione appenniniche; la composizione è prevalentemente formata da litologie calcaree, calcaree marnose ed arenacee ecc.. I ciottoli presentano un buon grado di arrotondamento dovuto principalmente alla loro dinamica deposizionale nonché alla distanza del bacino di alimentazione.

Al fine di meglio dettagliare, dal punto di vista granulometrico, i materiali oggetto di futura escavazione si è fatto riferimento a quanto riportato nella VIA 2020 dove in occasione dell'esecuzione di alcune trincee geognostiche vennero eseguite analisi granulometriche su 3 campioni rappresentativi delle ghiaie. I campioni, dopo una loro riduzione a mezzo quartatura e successiva essiccazione, vennero sottoposti ad analisi granulometrica per via secca utilizzando una serie di crivelli (ad aperture circolari) e setacci (a maglie quadrate) delle seguenti dimensioni:

*31,5mm, 16mm, 8mm, 4mm, 2mm, 1mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm, 0,074mm*

Come si può notare dalle curve granulometriche di seguito riportate tutti i campioni analizzati appartengono secondo la classificazione A.A.S.H.O al "Gruppo A1-a".

Si può osservare che la percentuale del residuo al setaccio di diametro 2mm, indicante il passaggio tra ghiaie e sabbie, è estremamente elevato e (mai inferiore a 76%).

Il passante al setaccio n°200 (apertura 0,074 mm) è talmente basso da escludere una eventuale analisi supplementare dei limiti di Attemberg per la valutazione delle caratteristiche della componente fine della matrice.

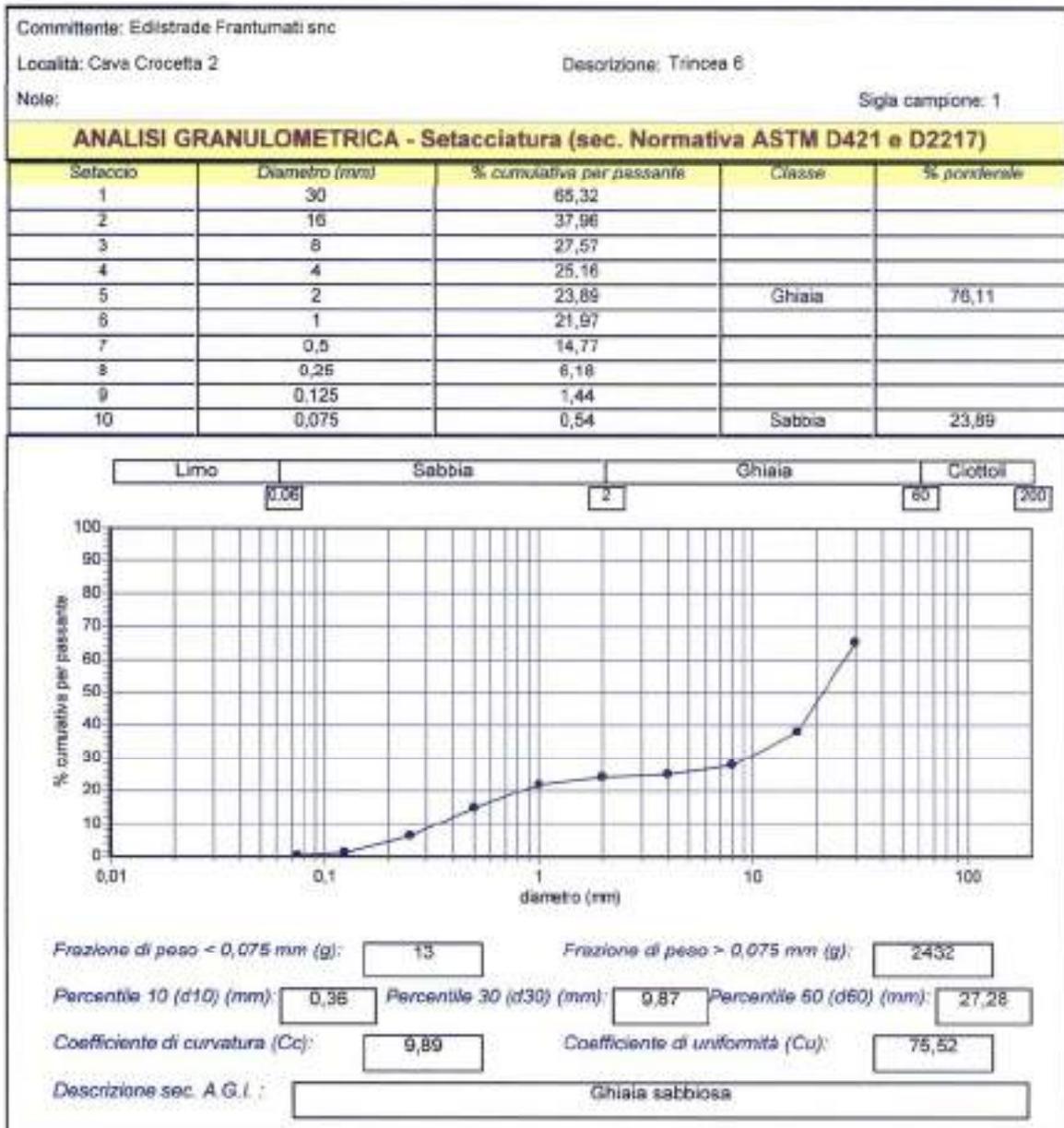


Fig. n°10: Risultati analisi granulometrica campione n°1

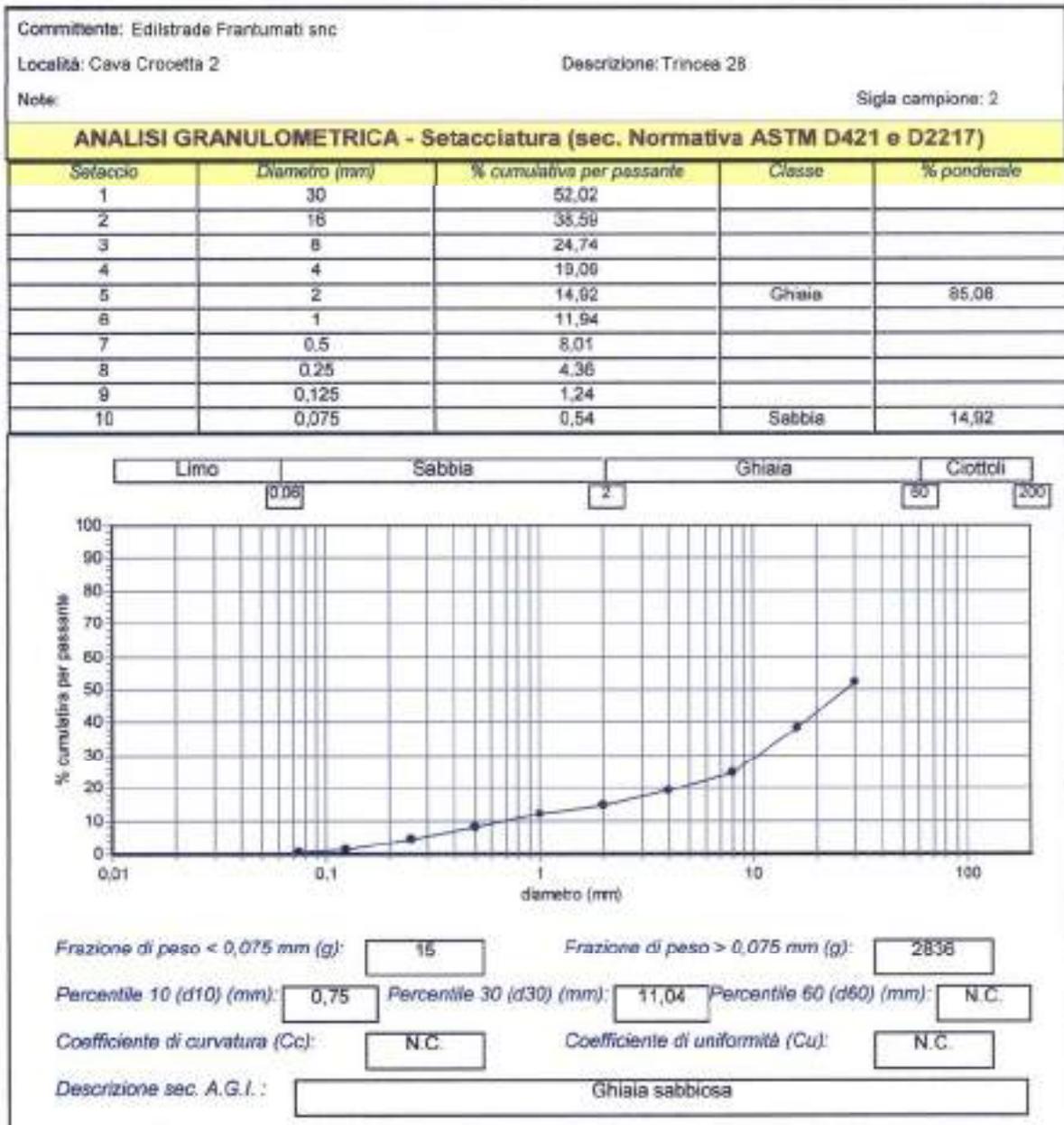


Fig. n°11: Risultati analisi granulometrica campione n°2

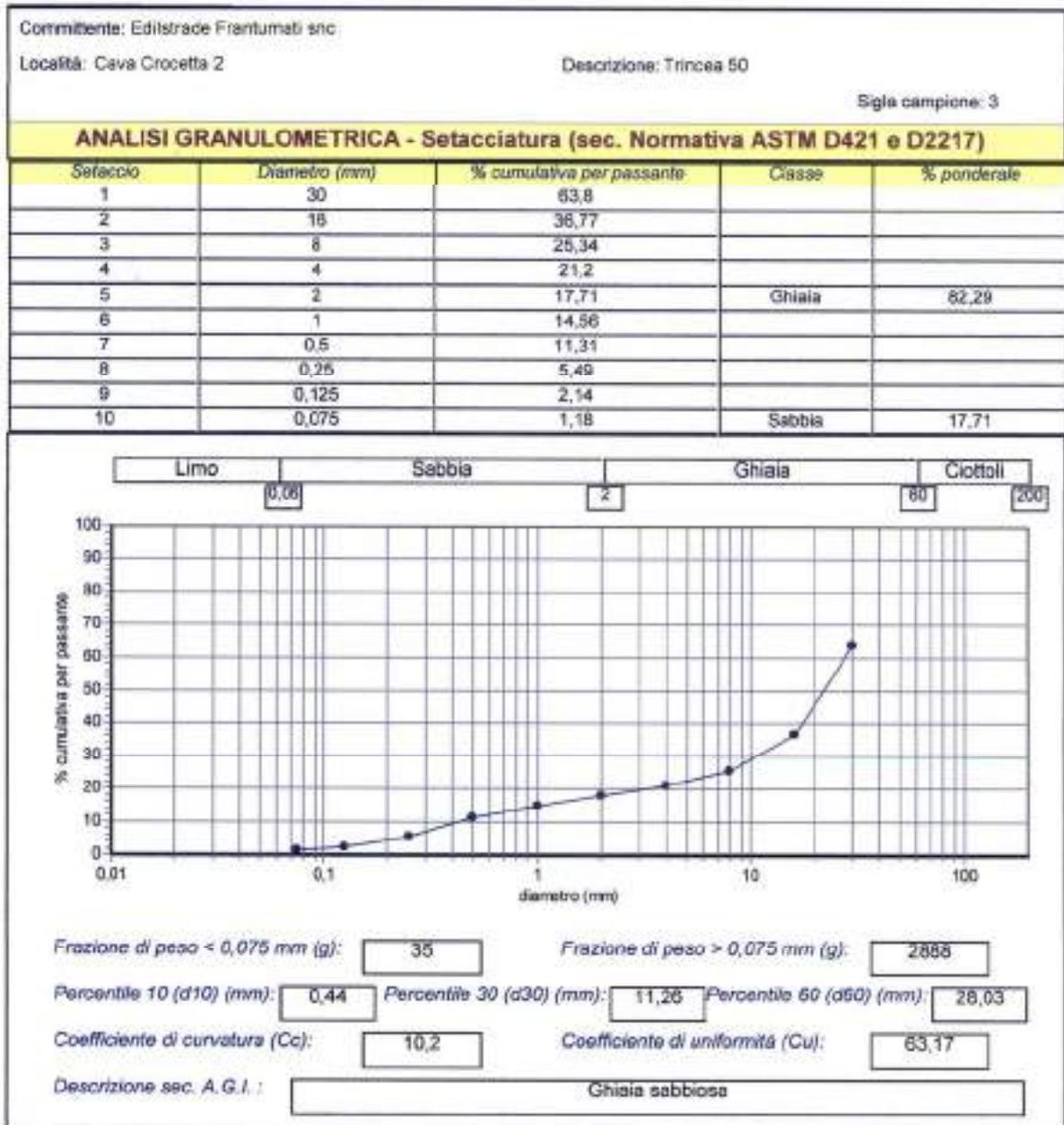


Fig. n°12: Risultati analisi granulometrica campione n°3

## Descrizione delle Caratteristiche Geotecniche dei Terreni

Al fine di verificare le caratteristiche geotecniche del sottosuolo che sarà interessato dagli scavi, alcune delle trincee geognostiche precedentemente descritte sono state approfondite fino a circa 5 m dal p.c.; unitamente alle osservazioni sui fronti di scavo aperti nella limitrofa cava "Crocetta 4", hanno permesso di constatare che, sul "breve termine" ed in assenza di infiltrazioni idriche, le pareti degli scavi, per altezze dell'ordine di 5 metri si potrebbero mantenere stabili anche con elevati angoli di scarpa.

Esse hanno anche evidenziato la presenza di un sottosuolo ben addensato costituito da ghiaia e ciottoli a matrice sabbiosa il comportamento meccanico è di tipo incoerente e di rapido drenaggio.

In base al criterio di SANGLERAT ("*Cours prat. de mec. Des sols*", Table III, pag. 194) è possibile valutare l'angolo di attrito  $\Phi_p$  interno del sottosuolo incoerente e scarsamente compressibile.

$$\Phi_p = 36 + \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 = 44^\circ$$

dove:

$\Phi_1 = +6$  addensamento: ben addensato

$\Phi_2 = -3$  forma dei grani: arrotondati

$\Phi_3 = +2$  dimensione dei grani: ghiaia e ciottoli con sabbia

$\Phi_4 = +3$  granulometria: estesa

## Caratterizzazione Sismica dell'Area

Come già ampiamente trattato nei precedenti SIA approvati, la Regione Emilia-Romagna non è esente da attività sismo-tettonica; la sua sismicità in riferimento a quella nazionale, può essere definita "*media*"; questa classificazione trova riscontro nel fatto che i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala MCS.

I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell'Appennino romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5) sono il margine appenninico padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco dorsale ferrarese e il "*crinale appenninico*".

Recentemente l'INGV ha mappato il territorio nazionale in zone sismogenetiche e tale zonazione viene chiamata ufficialmente "ZS9", da cui si rileva che la zona in esame ricade nella parte settentrionale della sismogenetica n. 911 (Tortona-Bobbio).

La Zona Sismogenetica 911 rappresenta la porzione più esterna ed occidentale della fascia in compressione dell'Appennino settentrionale, caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica Adria) sotto il sistema di catena nell'arco appenninico settentrionale (placca tettonica Northern Apenninic Arc), con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE. I terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a  $M_d = 4,1$ ; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo "Mmax" compresi tra 5,68 e 6,14

## Analisi di disaggregazione

Lo studio di disaggregazione di ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, permette di individuare per l'area in esame, il *range* della coppia magnitudo-distanza che incide maggiormente sulla sismicità dell'area.

Tra i differenti metodi da utilizzare, si è optato per l'impiego delle mappe interattive di pericolosità sismica, presenti sul sito dell'*Istituto di Geofisica e Vulcanologia di Milano* (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>); nelle figure successive vengono riprodotti i risultati del procedimento di disaggregazione di ag e le coppie magnitudo/distanza dei terremoti che apportano i maggiori danni nell'area, in funzione della percentuale della pericolosità. Tale elaborazione indica che gli eventi che contribuiscono alla sismicità dell'area sono

contraddistinti da una magnitudo compresa tra 4,0 e 6,0, con valori medi di circa 4,81 e distanze epicentrali inferiori a 50 km, con valori medi di 14,5 km.

Gruppo di Lavoro per la redazione delle mappe di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Figura 2 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

Fig. n°13: Zonizzazione sismogenetica ZS9

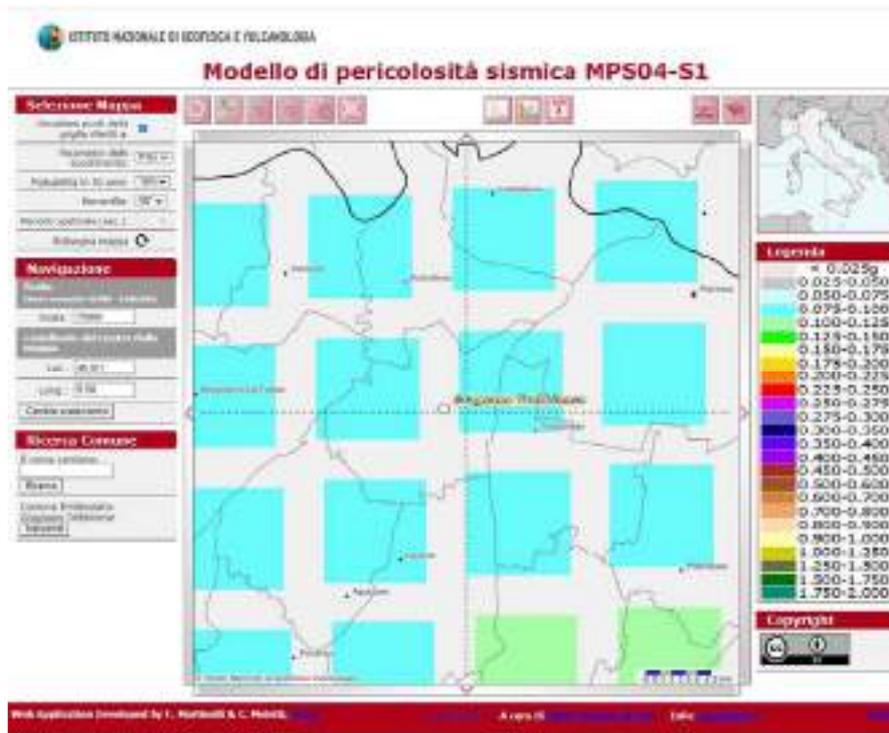


Fig. n°14: Carta della pericolosità sismica del territorio regionale espressa in accelerazione orizzontale di picco con periodo di ritorno 475.

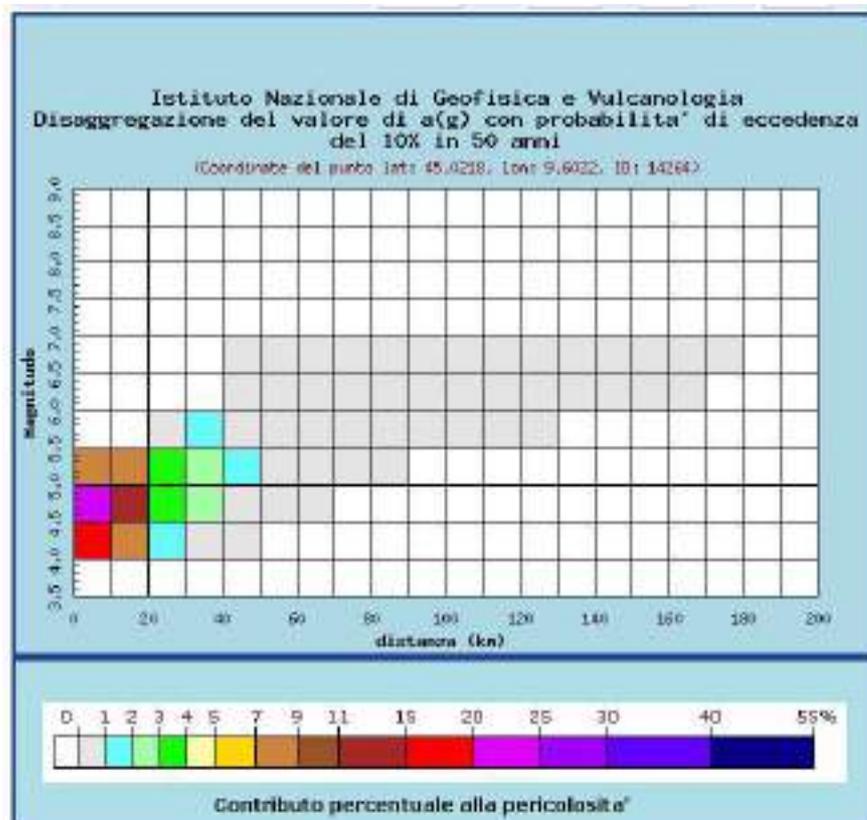


Fig. n°15: ati di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo e distanza)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di accadenza del 10% in 50 anni [Coordinate del punto lat: 45.0218, lon: 9.6022, ID: 14204]										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	18.000	23.800	8.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	7.840	14.200	7.490	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	1.390	3.710	3.010	0.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.348	2.020	2.430	1.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.005	0.497	1.260	0.869	0.193	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.078	0.574	0.643	0.300	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.002	0.176	0.374	0.270	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.037	0.172	0.170	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.004	0.085	0.116	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.077	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.047	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.028	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4,810	14,500	0,754

Fig. n°16: Valori di magnitudo-distanza con relativa probabilit  di accadimento del 10% in 50 anni

### Stendimento sismico con procedura M.A.S.W.

Per definire, in conformit  alle NTC 2018, la velocit  delle onde trasversali o di taglio entro i primi 30 metri di profondit , si   fatto riferimento allo stendimento sismico multicanale con procedura Masw eseguito dallo scrivente in occasione della redazione del "Progetto esecutivo" per la cava "Camparello di Sopra".

Questa prova ha permesso di misurare le velocit  sismiche delle onde superficiali di Rayleigh a diverse frequenze dovute al fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati: analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocit  di fase delle onde Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda<sup>3</sup>,   stato possibile determinare, per mezzo di una procedura di inversione numerica, la variazione delle velocit  delle onde di taglio S con la profondit .

<sup>3</sup> o della frequenza che   inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda

La tecnica Masw ha consentito un'accurata e dettagliata ricostruzione della distribuzione delle velocità delle onde S fino ad una profondità di oltre 30 metri.

La determinazione delle onde di taglio Vs, tramite le misure delle onde superficiali Rayleigh, è particolarmente indicata per suoli altamente "attenuanti" quale l'area in esame, poiché la percentuale di energia convertita in onde Rayleigh è di gran lunga predominante (67%), rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

Da segnalare come l'utilizzo delle prospezioni sismiche Masw non sia condizionato o limitato, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità: la propagazione delle onde di Rayleigh è funzione principalmente delle Vs, e in misura minore dalle onde Vp e dalla densità.

La strumentazione che è stata impiegata è un sismografo a 24 canali collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4,5 Hz, con spaziatura tra i geofoni di 2 m, 0,131 ms. di acquisizione e offset minimo 5 m.

I dati così acquisiti sono stati elaborati con il software "WinMasw 4.1.1. Pro<sup>4</sup>" per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (Vs) . Lo stendimento effettuato ha consentito di individuare nell'area in esame, 7 successivi e distinti sismostrati: per ciascuno strato individuato è stato ricavato il valore stimato del suo spessore e delle corrispondenti velocità di propagazione delle onde trasversali o di taglio Vs e delle onde longitudinali Vp, oltre che della densità e dei moduli elastici del materiale.

### **Comportamento meccanico del sottosuolo desunto dalla prova M.A.S.W.**

Come sopra segnalato, oltre ai valori di velocità di propagazione delle onde trasversali o di taglio, lo stendimento sismico ha consentito altresì di stimare la densità, il modulo elastico e di taglio iniziali (ovvero a piccole deformazioni) ed il coeff. di Poisson di ciascuno dei sismostrati individuati nel sottosuolo.

I valori del modulo elastico iniziale Eo possono essere utili a stimare il modulo elastico equivalente Es: infatti tali parametri sono tra loro correlabili per mezzo del coefficiente di degradazione del modulo elastico, che vale (come illustrato al paragr. 5.5.6. ed alla fig.68 in FHWA - Federal Highway Administration, dell'aprile 2002):

$$E/E_0 = 1 - (q/q_{lim})^{0,3} = 1 - (1/F_s)^{0,3}$$

ove E = modulo di Young

---

<sup>4</sup> determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime

$E_0$  = modulo elastico iniziale

$q$  = carico unitario applicato sul piano di sedime della fondazione

$q_{lim}$  = carico limite a rottura del terreno di fondazione

$F_s = q_{lim}/q$  = coeff. di sicurezza a rottura

Il concetto di coeff. di sicurezza a rottura  $F_s$  è in qualche misura superato dalle nuove NTC ispirate all'Eurocodice, in quanto esso è applicato anche ai parametri geotecnici; con tale avvertenza, si può assumere  $F_s=R_2=1,8$  per la combinazione A2+M2+R2,  $F_s=R_3=2,3$  per la combinazione A1+M1+R3 delle NTC 2018.

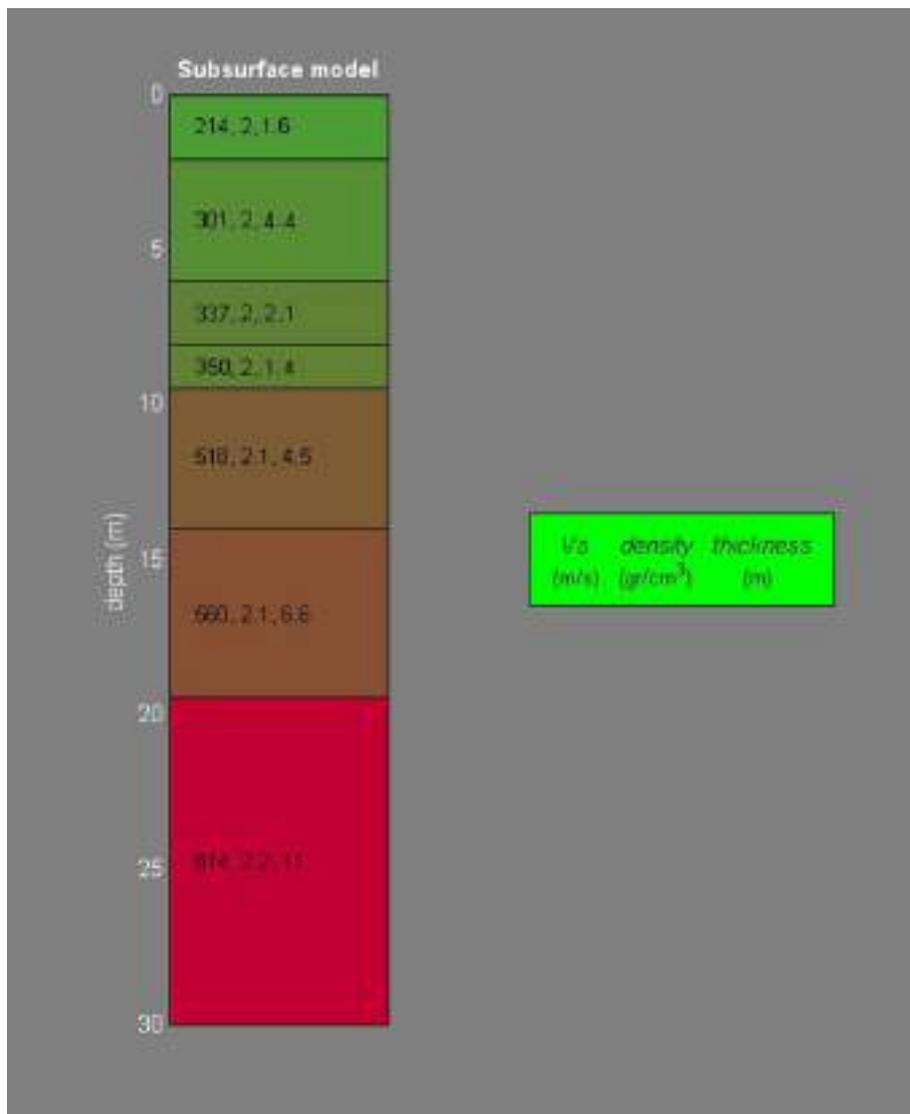


Fig. n°17: Sismostratigrafia desunta dalla prova MASW

Il rapporto  $E/E_0$  risulta più sfavorevole riferendosi ad  $F_s=R_2=1,8$ : per tale coeff. di sicurezza risulta  $E/E_0 = 0,16$  cui corrisponde un modulo elastico equivalente (cfr. FHWA 2002, eq.50):

$$E_s = (E/E_0) \times E_0 = 0,16 \times E_0$$

Come illustrato nella tabella allegata, con tale correlazione si sono calcolati i valori del modulo  $E_s$  per ciascuno dei sismostrati individuati dallo stendimento MASW sulla base dei corrispondenti valori di  $E_o$ ; il valore del modulo  $E_s$  aumenta con la profondità passando da 84 MPa nel sismostrato della copertura, innalzandosi fin'oltre i 300 MPa nei sismostrati basali cui corrisponde il substrato ghiaioso più compatto.

Noti i valori di  $E_s$  e del coeff. di Poisson "v" del terreno, si può stimare il coeff. di Winkler con la relazione:

$$K_b = E_s / [B \times (1 - v^2)]$$

e per il terreno in esame, essendo  $v \approx 0,35$  ed  $E_s$  variabile tra 68 (nello strato superficiale) a oltre 300 MPa, risulta

$$K_b \approx 1600/B \text{ espresso } \text{kg/cm}^3.$$

Analogamente ad  $E_o$ , anche il modulo di taglio  $G_o$  aumenta con la profondità, passando da 193 nel sismostrato della copertura a circa 300 MPa nei sismostrati ghiaio-sabbiosi ed innalzandosi oltre i 800 MPa nei sismostrati basali; tenendo conto che, in terreni sciolti, il modulo medesimo espresso in MPa può essere stimato in funzione del valore N60 che si ricaverebbe da prove S.P.T. in foro di sondaggio con la correlazione empirica:

$$G_o = 15,56 \times (N60)^{0,68}$$

si può stimare il corrispondente valore N60, che varia da circa 14 nella coltre argillosa di copertura a oltre 30 nei sismostrati prevalentemente ghiaiosi.

In funzione di quest'ultimo parametro si può calcolare la corrispondente pressione unitaria limite  $PI$  che si misurerebbe in prove pressiometriche in foro; come illustrato in VIGGIANI: "Fondazioni" (Ed. Hevelius, 2000) essa vale:

- $PI \approx N60/15$  in terreni limo-argillosi
- $PI \approx N60/20$  in argille molto compatte e/o rocce marnose e in terreni ghiaiosi addensati

Infine noto N60, si possono stimare la densità relativa e l'angolo d'attrito di picco del sottosuolo ghiaioso, assimilabile ad un mezzo incoerente, con le note correlazioni:

$$D_r = (N160/60)^{0,5}$$

ove  $N160 = N60 \times 3 / (2 + \sigma'_{vo})$  = valore normalizzato alla pressione atmosferica, essendo  $\sigma'_{vo}$  la pressione geostatica effettiva alla profondità considerata espressa in KPa ;

$$\varphi'_p = 20^\circ + (15,4 \times N160)^{0,5}$$

e da tali parametri con il criterio di BOLTON si può altresì calcolare il valore dell'angolo d'attrito drenato a volume costante  $\phi'_r = f(D_r, \sigma'_{vo}, \phi'_p)$ .

Con le più recenti correlazioni empiriche valide per le prove S.P.T. si è potuto verificare che, a fronte del summenzionato valore N60, l'angolo d'attrito drenato di picco del sottosuolo ghiaio-sabbioso può raggiungere i 50°, mentre quello a volume costante non scende sotto i 32,4°.

Nella tabella di seguito allegata vengono riassunti i dati desunti dalla prova: il valore di Vs del primo sismostrato corrisponde alla coltre coesiva di copertura, mentre i successivi strati, ben individuano il sottosuolo compatto costituito dagli orizzonti incoerenti di natura ghiaiosa e sabbiosa, caratterizzato da Vs di oltre 300 m/sec.

Il valore Vs<sub>30</sub> (in base alla quale si definisce la categoria di sottosuolo, in conformità alle NTC2018), è pari a 466 m/s.

**Comune di Gragnano Trebbiese - Comparto Camparello di sopra - Velocità Vs e moduli elastici del sottosuolo indagato dalla linea sismica MASW**

velocità di propagazione delle onde trasversali o di taglio: Vs  
 modulo di taglio a piccole deformazioni: G<sub>0</sub> = ρ × (Vs)<sup>2</sup> = ρg × (Vs)<sup>2</sup>  
 coeff. di Poisson: ν = E(ν)  
 modulo di Young a piccole deformazioni: E<sub>0</sub> = 2 × G<sub>0</sub> × (1 + ν)  
 modulo elastico equivalente: E<sub>s</sub> = E<sub>0</sub> × [1 - (1/F<sub>s</sub>)<sup>2</sup>] = 0,16 × E<sub>0</sub> per F<sub>s</sub> = σ<sub>vm</sub> / γ(RQ) = 1,6  
 modulo elastico equivalente: E<sub>s</sub> = E<sub>0</sub> × [1 - (1/F<sub>s</sub>)<sup>2</sup>] = 0,20 × E<sub>0</sub> per F<sub>s</sub> = σ<sub>vm</sub> / γ(RQ) = 2,0  
 pressione geostatica verticale al centro dello strato considerato: σ<sub>vo</sub>  
 V<sub>el</sub> = V<sub>el</sub> × (R<sub>el</sub>/V<sub>el</sub>)<sup>0,005</sup> = velocità delle onde trasversali normalizzata alla posizione R<sub>el</sub>=100 kHz (per verifica liquefazione: cfr. NCEER 2001)  
 N60 = (E<sub>0</sub>/15,50)<sup>0,66</sup>; N45 = N60 × 3/(2 + σ<sub>vo</sub>) con σ<sub>vo</sub> in kPa; D<sub>r</sub> = (N60/V<sub>el</sub>)<sup>0,66</sup>; F<sub>s</sub> = coeff. di occupazione liquefazione per lo S<sub>L</sub>/ cfr. NCEER 2001 (F<sub>s</sub> < 1) = strato non liquefabile  
 φ<sub>p</sub> = 20° + (13,4 × N60)<sup>0,05</sup>; φ<sub>r</sub> = f(σ<sub>vo</sub>, D<sub>r</sub>, φ<sub>p</sub>) cfr. BOLTON; s<sub>vs</sub> = f(N60, F<sub>s</sub>, φ<sub>r</sub>); s<sub>vs</sub> = f(σ<sub>vo</sub>, φ<sub>r</sub>)

spessore strati	Prof. strati	sp/colta strati	Vs strati	G <sub>0</sub> strati	ν strati	E <sub>0</sub> strati	E <sub>s</sub> strati	σ <sub>vo</sub> strati	F <sub>s</sub> strati	φ <sub>p</sub> strati	φ <sub>r</sub> strati	s <sub>vs</sub> strati	φ <sub>r</sub> strati	σ <sub>vo</sub> strati	F <sub>s</sub> strati	φ <sub>p</sub> strati	φ <sub>r</sub> strati	s <sub>vs</sub> strati						
0,0	1,96	214	190	0,36	524	84	105	81,8	2,08	486	567	argilla	-	26	-	-	-	2,40	1,26	3,84	0,19			
2,9	2,1	1,56	361	458	0,34	690	110	136	38,9	7,98	302	731	ghiaia	51	24	81	100%	18,4	34,4	34,1	3,19	1,2	3,83	0,32
4,1	6,2	2,51	418	551	0,32	937	150	187	26,9	13,25	352	836	ghiaia	51	100	81	100%	18,4	36,8	36,1	3,52	1,2	4,03	0,50
1,4	8,1	2,51	418	556	0,36	993	141	171	26,8	17,42	350	855	ghiaia	51	90	81	100%	18,4	36,7	36,1	4,48	1,2	5,37	0,42
9,3	9,3	2,08	318	412	0,36	754	124	155	28,2	28,55	418	1111	ghiaia	51	100	81	100%	18,4	37,8	37,1	6,78	1,2	6,10	0,68
1,5	14,0	2,12	322	422	0,36	782	127	157	28,0	32,22	425	1134	ghiaia	51	100	81	100%	18,4	38,8	38,1	8,75	1,2	8,10	0,72
18	25,8	2,14	314	414	0,36	757	124	155	28,0	32,32	425	1134	ghiaia	51	100	81	100%	18,4	38,1	38,1	6,78	1,2	8,10	0,68
			Vs <sub>30</sub> = 466																					

Tab. n°3

**Assetto stratigrafico**

Sulla base della prova Masw eseguita nella cava "Camparello di sopra", oltre che sulla base dei contenuti del "Quadro conoscitivo" a corredo del PSC, all'intero territorio comunale viene attribuito, fino alla profondità di 30 m dal piano di campagna, il seguente profilo stratigrafico:

- coltre di copertura costituita da argille e limi olocenici di spessore compreso da un minimo di meno di 1 m ad un massimo di 5 m;
- substrato ghiaioso in prevalente matrice sabbiosa di diverse decine di metri di spessore.

In base a quanto rilevato dalla prova MASW appositamente eseguita (Vs30 = 466 m/s) ed in accordo con quanto contenuto nel PSC approvato, si può

concludere che il territorio comunale sia caratterizzato da velocità delle onde di taglio comprese fra  $378 < V_{s30} < 497$  m/s.

Per tutto quanto sopra esposto il sottosuolo può essere classificato alla CATEGORIA B.

### Pericolosità sismica del sito

Come descritto in precedenza, il moto sismico generato da un terremoto dipende dalle particolari condizioni locali, legate a caratteristiche stratigrafiche e topografiche; per ogni sito devono essere pertanto valutate l'amplificazione stratigrafica e l'amplificazione topografica che l'azione sismica di base subisce per effetto delle condizioni locali.

L'areale in studio non presenta particolari effetti sismici locali: conformemente alla "CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI SISMICI LOCALI", Tav. A4.2 del PTCP 2007, rientra nei "depositi alluvionali ghiaiosi e limosi con  $V_{s30} < 800$  m/s", caratterizzati da un "effetto di sito" corrispondente alla sola "amplificazione litologica".

Per la definizione della pericolosità sismica di base è stata valutata la  $a_g$ , sulla base delle coordinate geografiche (latitudine-longitudine) baricentriche del polo.

Nella tabella allegata si sono riportati i valori (desunti dal foglio di calcolo "Spettri NTC-ver.1.0.3." del C.S.L.P. in funzione delle coordinate geografiche del sito in esame), dei parametri  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale),  $T_c^*$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per il sito in esame per tempi di ritorno  $T_r$  variabili da 30 a 682 anni, cui corrisponde una probabilità di superamento  $P_{vr}\%$  variabile dall'81 al 5% in 35 anni.

#### località Cava Crocetta 4 - comune di Gragnano Trebbiense (PC)

categoria di sottosuolo: tipo

**B**

coordinate del sito: Lat. 45,01444°

Long. 9,58466°

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  elaborati per vita di riferimento VR = 35 anni

tempo di ritorno $T_r$ anni	probabilità di eccedenza in 35 anni %	parametri del sito per sottosuolo di tipo A			amplificazione stratigrafica		amplificazione topografica $S_t$	amplificazione $S = S_s \times S_t$	accelerazione al suolo $a_{max} = a_g \times S$
		$a_g$ g	$F_0$	$T_c^*$ sec	$S_s$	$C_c$			
30 = SLO	81	0,032	2,525	0,205	1,200	1,510	1,000	1,200	0,038
35 = SLD	63	0,034	2,539	0,210	1,200	1,486	1,000	1,200	0,041
50	50	0,039	2,568	0,223	1,200	1,455	1,000	1,200	0,047
71	39	0,045	2,521	0,247	1,200	1,447	1,000	1,200	0,054
98	30	0,051	2,533	0,253	1,200	1,432	1,000	1,200	0,062
141	22	0,059	2,547	0,267	1,200	1,424	1,000	1,200	0,071
332 = SLV	10	0,084	2,503	0,281	1,200	1,414	1,000	1,200	0,100
682 = SLC	5	0,110	2,483	0,288	1,200	1,409	1,000	1,200	0,132
1732	2								

Tab. n°4: Le accelerazioni al suolo in base ai relativi tempi di ritorno

### **Amplificazione topografica**

Ciò premesso il Polo insiste in area del tutto pianeggiante: in conformità alla Tab.3.2.IV delle NTC 2018 il sito è ascrivibile alla categoria topografica T1 cui corrisponde, ai sensi della Tab.3.2.VI delle NTC medesime, un coefficiente di amplificazione topografica:

$$St = 1,0$$

### **Categoria di sottosuolo e coeff. di amplificazione stratigrafica**

In base alla prova sismica eseguita (stendimento MASW) il sottosuolo è rappresentato da depositi di origine alluvionale ghiaio-sabbiosi e ciottolosi almeno nei primi 30 metri di profondità e che presentano valori di  $V_{s30}$  pari a 466 m/s; in tale situazione, il sottosuolo è ascrivibile alla categoria B definita al c.3.2.2. delle NTC 2018 da cui in base alla Tab.3.2.V delle NTC 2018 si assume:

- coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$ :

$$1,00 \leq (1,40 - 0,40 \times F_o \times a_g/g) \leq 1,20$$

- coefficiente  $C_c$ :

$$1,10 \times (T_c^*)^{-0,20}$$

e nella tabella di seguito allegata sono riportati i relativi valori in funzione di  $T_r$ ; in particolare, per  $T_r = 332$  anni risulta  $S_s = 1,2$ .

### **Accelerazione orizzontale massima attesa al sito**

Da quanto sopra deriva che l'accelerazione orizzontale massima al suolo sulla verticale del Polo per lo stato limite SLV è pari a:

$$a_{max} = a_g \times S = 0,084 \times 1,2 = 0,100 \text{ g}$$

Nelle elaborazioni effettuate, tale valore di accelerazione è stato utilizzato per la verifica della stabilità dei fronti di scavo.

### **Propensione alla liquefazione del suolo**

Benché i depositi ghiaio-sabbiosi siano saturi d'acqua a circa 8-9 metri di profondità, le loro caratteristiche granulometriche escludono la possibile insorgenza di tale rischio.

Inoltre, come riportato in "Liquefaction resistance of soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops" (YOUDE e IDRIS, Jour. Geotech. & Env. Eng., april 2001), essi non sono soggetti a liquefazione, indotta dal sisma di progetto, dal momento che i valori delle onde di taglio  $V_{s1}$  (normalizzati alla pressione atmosferica: cfr. tabella allegata) sono superiori al valore di soglia di 215 m/s.



## Modello geotecnico del sottosuolo

Tutto ciò premesso, il sottosuolo oggetto di intervento, è stato schematicamente discretizzato in due principali orizzonti di cui si riportano le principali caratteristiche geotecniche che saranno utilizzate per i calcoli di stabilità dei fronti:

### COLTRE SUPERFICIALE LIMOSA

Spessore medio :	1.3 metri
Peso di volume naturale sopra falda:	$\gamma = 1,9$ tonn/mc
Coesione non drenata	$C_u \approx 0,1$ Kg/cmq
Angolo di attrito drenato	$\phi' \approx 29^\circ$
Velocità di propagazione delle onde trasversali	$V_s \approx 140$ m/s

### SOTTOSUOLO INCOERENTE GHIAIOSO

Spessore medio :	oltre 10 metri
Peso di volume naturale sopra falda:	$\gamma = 1,9$ tonn/mc
Densità relativa	$D_r \approx 70\%$
Angolo di Attrito di picco	$\phi_p \approx 44^\circ$
Angolo di Attrito a volume costante	$\phi_{cv} \approx 32^\circ$
Velocità di propagazione delle onde trasversali	$V_s > 300$ m/s



Foto n°3: Le ghiaie oggetto di scavo

## Idrografia

L'idrografia di superficie è regolata quasi esclusivamente dalla presenza del F. Trebbia che costituisce la via naturale di deflusso per lo smaltimento delle acque piovane dell'intero bacino, e svolge il suo corso ad oltre 500 m di distanza verso est dall'area di intervento. Il Fiume nel tratto compreso fra Casaliggio ed il capoluogo presenta un andamento con direzione Sud – Nord ed è caratterizzato da un alveo inciso di ampiezza pari a circa 500 m.

Una delle caratteristiche principali del territorio agricolo di Gragnano e dei Comuni limitrofi è senz'altro il sistema di sfruttamento delle acque del bacino del F. Trebbia, attraverso una fitta rete di canalizzazioni, frutto degli interventi di miglioramento fondiario, che per secoli ha disegnato e organizzato il paesaggio.

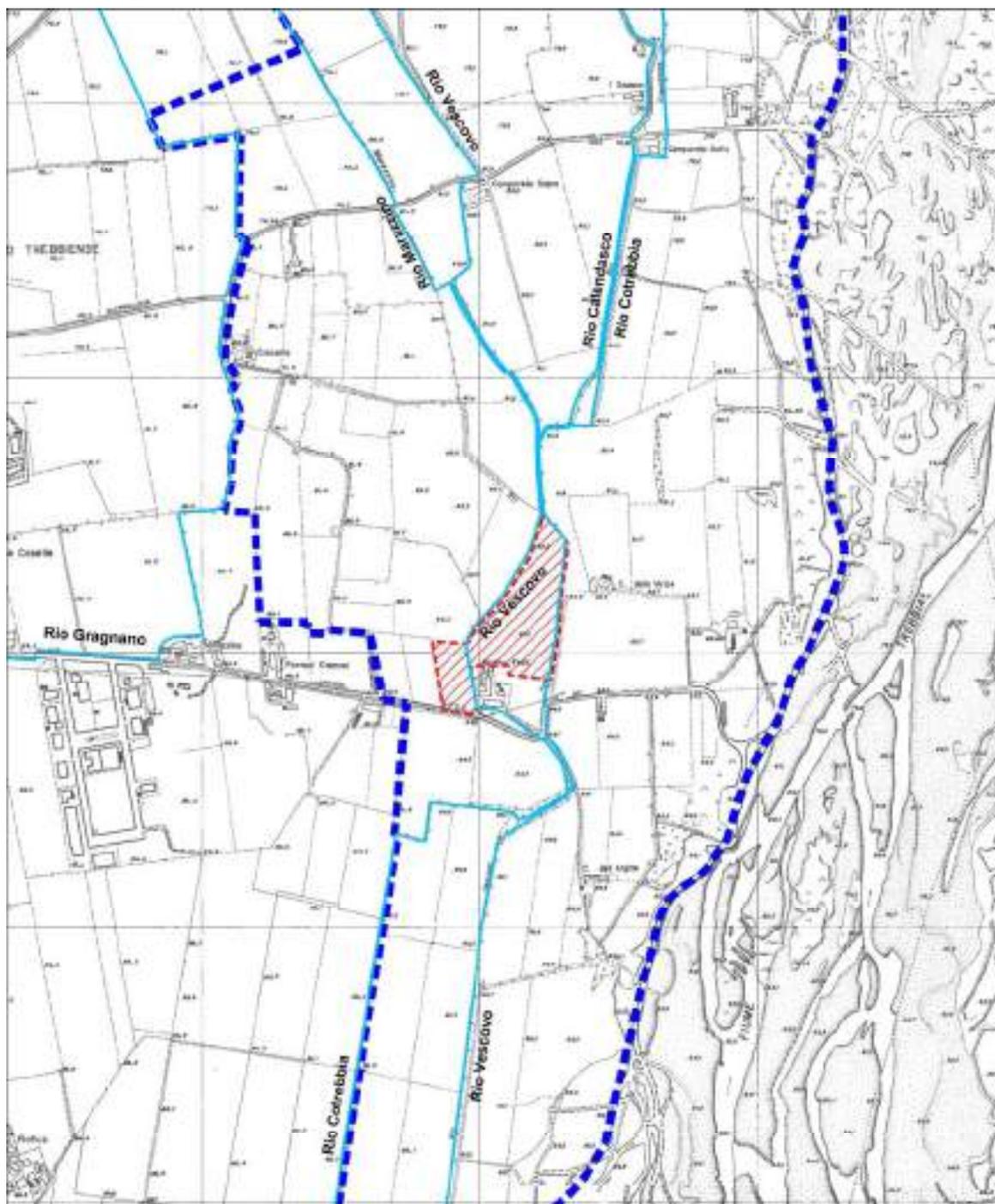
Dette opere risultarono necessarie fin dai tempi antichi in special modo al fine di assicurare ai terreni agricoli della zona sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia e una adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti dell'estate.

Il controllo e la gestione delle acque è sempre stato un fattore socio-economico predominante in quanto condizionava la pratica agricola e soprattutto l'utilizzo dei numerosi mulini presenti nella pianura.

Attualmente il compito della manutenzione e dell'esercizio di tale complesso sistema idraulico è lasciato al "*Consorzio di Bonifica di Piacenza*" ente costituito dalla Regione Emilia Romagna nel 1987 per garantire il recapito e lo scolo delle acque zenitali onde evitare ristagni ed impaludamenti o la sofferenza idraulica ai terreni.

Nell'ambito irriguo del Trebbia (esteso per circa 30.000 ha) il Consorzio utilizza le acque superficiali e di sub alveo del Fiume per una portata di circa 6 mc/sec. Le acque derivate affluiscono agli adduttori principali (in sinistra idrografica rappresentato dal Rio Comune) e da questi agli appositi manufatti (dividendi) dai quali si dipartono i canali distributori (in sinistra sono 15). Le fluenze del F. Trebbia vengono per altro integrate da un volume annuo proveniente dall'invaso del Brugneto in provincia di Genova

L'idrografia di superficie, nell'immediato intorno dell'area di futuro scavo è regolata dalla presenza del rio Vescovo e del rio Tre Rivi che delimitano rispettivamente in confini occidentale ed orientale della cava.



LEGENDA:

- |   |                                |   |  |
|---|--------------------------------|---|--|
|  | POLO P.I.A.E. n°10 "I Sassoni" |  | Rete di adduzione primaria<br>(Consorzio Bonifica di Piacenza) |
|  | Cava Crocetta 5                |   |  |

Fig. n°19: Carta della idrografia di superficie

## Idrogeologia

La valutazione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area è un importante elemento di analisi in relazione sia alla valutazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi, sia per la verifica della profondità massima raggiungibile dagli scavi al fine di evitare l'interferenza indotta con la sottostante falda freatica.

Il settore di pianura sul quale insiste l'area del polo P.I.A.E. n°10 "I Sassoni" appartiene al dominio deposizionale del F.Trebbia ed in particolare si colloca nella parte mediana della sua conoide wurmiana. L'apice della stessa è posizionato allo sbocco nella pianura presso Rivergaro ad una quota di circa 131 m.s.l.m ed a circa 20 Km dalla foce.

A valle la conoide si sviluppa secondo la classica forma sub-triangolare di larghezza massima di circa 8 Km.

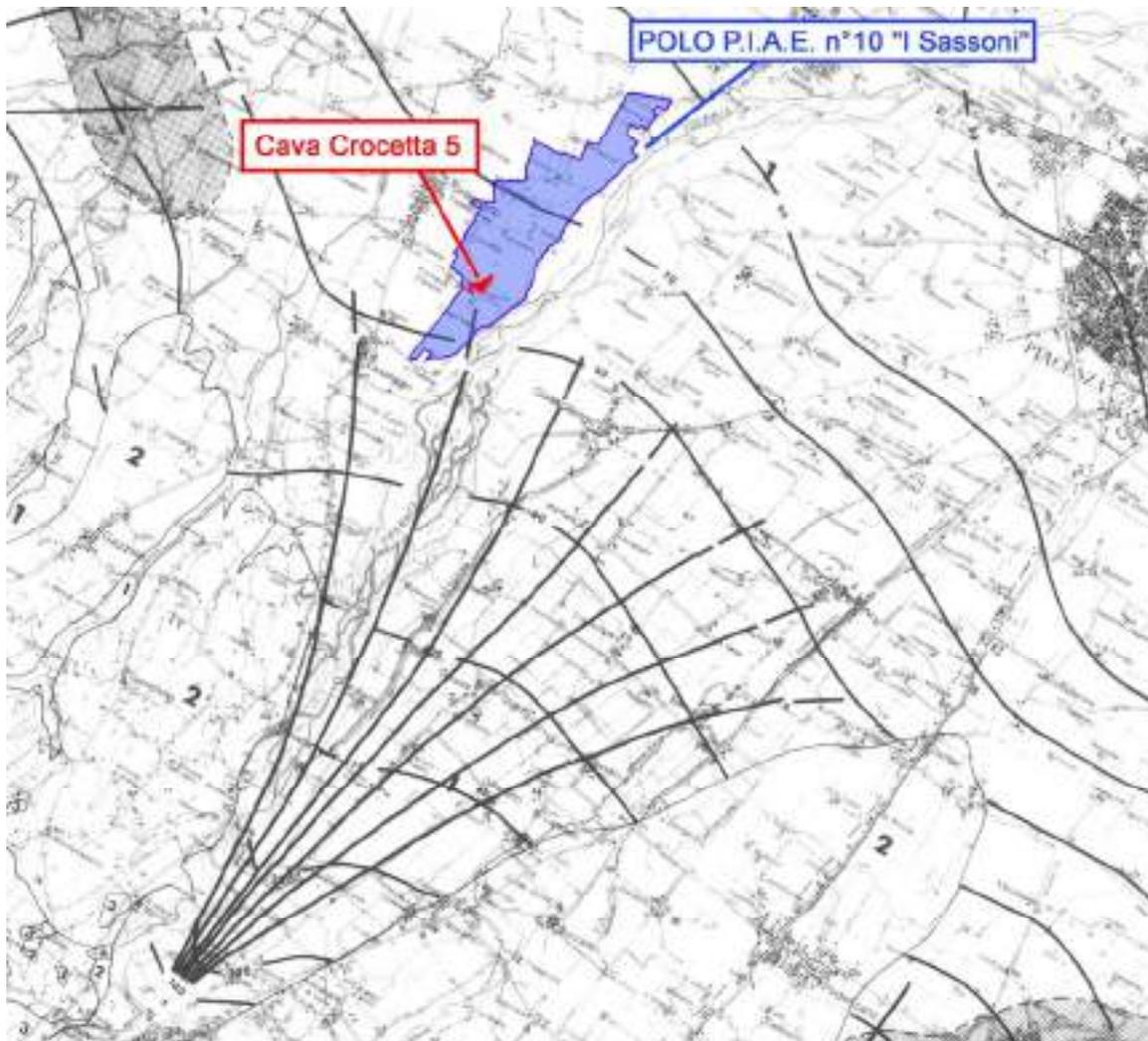


Fig. n°20: La conoide del F. Trebbia (tratta da PIAE Tav 2 dicembre 1991)

Il sottosuolo è costituito da litotipi ghiaiosi a matrice sabbiosa, conglomerati e sabbie prevalenti con intercalazioni di materiali a granulometria più fine organizzati in strati lenticolari di spessore variabile che costituiscono nel loro insieme il corpo acquifero principale sfruttato a scopi idropotabili. Si è quindi in presenza di un acquifero monostrato con valori di trasmissività molto elevati. In profondità si passa a depositi pre-quadernari caratterizzati da bassa permeabilità ove è stata rilevata la presenza di acque salmastre.

La permeabilità dei sedimenti ghiaiosi che costituiscono il comparto estrattivo in studio, è piuttosto elevata. Le acque meteoriche, dato il ridotto spessore di terreno vegetale presente, si infiltrano nel sottosuolo e raggiungono la falda freatica.

Allo scopo di ricavare l'andamento della superficie piezometrica e le caratteristiche del deflusso idrico sotterraneo, si è fatto riferimento a tre campagne di rilevamento, eseguite dallo scrivente, che hanno permesso di misurare<sup>5</sup>, e di monitorare nel tempo, in condizioni indisturbate, i livelli statici di alcuni pozzi esistenti limitrofi all'area di intervento.

Il censimento ha comportato il rilevamento di n°26 pozzi distribuiti in un areale (15 kmq). Le caratteristiche delle captazioni analizzate nell'area sono illustrate in Tabella 1, nella quale sono elencati i valori di soggiacenza riferiti al Novembre 2002 e Dicembre 2002 già a corredo del PAE 2003 e quelli del Maggio 2004 al SIA 2004. Le misurazioni, restituite sotto forma di curve isopotenziali, con il metodo della "Triangolazione", hanno permesso di allestire le sotto riportate carte ove sono evidenziati i pozzi corrispondenti ai punti di misura ed anche quelli non risultati accessibili all'atto delle indagini:

- "CARTA IDROGEOLOGICA NOVEMBRE '02" scala 1:10.000
- "CARTA IDROGEOLOGICA DICEMBRE '02" scala 1:10.000
- "CARTA IDROGEOLOGICA MAGGIO '04" scala 1:10.000

Per il tracciamento delle isofreatiche si è adottata un'equidistanza pari ad 1 metro: ciò si è reso necessario per meglio rappresentare l'andamento della superficie piezometrica in funzione del gradiente idraulico. L'analisi morfologica delle superfici così individuate ha permesso di determinare l'orientamento degli assi principali di flusso idrico sotterraneo (campo di moto della falda) ed i rapporti idraulici fra la falda e il corso del F.Trebbia.

---

<sup>5</sup> le campagne di misura eseguite sono state realizzate con finestre temporali ridotte ( max 2 giorni)

TAB. n°5

CAMPAGNA			NOVEMBRE 2002		DICEMBRE 2002		MAGGIO 2004	
Pozzo	Località	Quota p.c.	Soggiacenza	Livello statico	Soggiacenza	Livello statico	Soggiacenza	Livello statico
1	COLOMBARONE	69.5 m.	12.5 m.	57.0 m.	-	-	10.1 m.	59.4 m.
2	VILLANOVA	69.8 m.	13.8 m.	56.0 m.	-	-	9.8 m.	60 m.
3	NOCE	67.5 m.	10.8 m.	-	-	-	-	-
4	VILLA MARCELLINI	71.8 m.	14.1 m.	57.7 m.	-	-	10.5 m.	61.3 m.
5	IL PILASTRO	73.5 m.	15.0 m.	58.5 m.	-	-	11.1 m.	62.4 m.
6	C.na CLUOSO	74.7 m.	15.5 m.	59.2 m.	13.6 m.	61.1 m.	14.1 m.	60.6 m.
7	IL DAZIO	75.5 m.	14.2 m.	61.3 m.	11.2 m.	64.3 m.	7.1 m.	68.4 m.
8	SORDELLO	75.5 m.	14.2 m.	61.3 m.	-	-	7.8 m.	67.7 m.
9	C.na MONTECCHINO	76.5 m.	12.8 m.	61.0m.	11.8 m.	64.7 m.	9.7 m.	66.8 m.
10	BELVEDERE	78.6 m.	15.8 m.	62.8 m.	13.2 m.	65.4 m.	11.8 m.	66.8 m.
11	IL MOLINO	78.9 m.	-	-	-	-	-	-
12	IL MOLINO	78.3 m.	-	-	-	-	10.9 m.	67.4 m.
13	LAGO VITTORIA	79.3 m.	-	-	-	-	8.3 m.	71 m.
14	CAMP. DI SOPRA	80.3 m.	16.0 m.	64.3 m.	-	-	9.4 m.	70.9 m.
15	C.na GRAGNANESE	77.0 m.	-	-	-	-	-	-
16	CROCETTA	80.8 m.	-	-	12.4 m.	68.4 m.	11.8 m.	69 m.
17	C.na SCAZZINA	82.8 m.	16 m.	66.8 m.	-	-	10.7 m.	72.1 m.
18	FORNACI CRENOSI	84.5 m.	-	-	-	-	11.5 m.	73 m.
19	MOLINO FRATI	83.6 m.	-	-	13.0 m.	70.6 m.	7.8 m.	75.8 m.
20	C.na VOLPE	83.0 m.	17.6 m.	65.4 m.	13.1 m.	69.9 m.	6.7 m.	76.3 m.
21	C.na DELL'ARGINE	84.5 m.	-	-	-	-	7.3 m.	77.2 m.
22	MAMAGO DI SOTTO	69.8 m.	14.5 m.	55.3 m.	8.0 m.	61.8 m.	7.5 m.	62.3 m.
23	M. DALLAGIOVANNA	72.2 m.	15 m.	57.2 m.	12.5 m.	59.7 m.	12.2 m.	60 m.
24	DITTA MARBERT	84.0 m.	17m.	67.0 m.	13.4 m.	70.6 m.	12.9 m.	71.1 m.
25	DITTA STERILTOM	87.6 m.	18.2 m.	69.4 m.	15.3 m.	72.3 m.	12.8 m.	74.8 m.
26	I SASSONI	79.2 m.	13.3 m.	65.9 m.	11.9 m.	67.3 m.	-	-

### Campagna di misura NOVEMBRE 2002

Il periodo dell'anno in cui vennero raccolti i dati fu caratterizzato da modeste precipitazioni e l'elaborato predisposto è quindi da considerarsi come descrittivo di un periodo di basso piezometrico.

Analizzando l'andamento della superficie freatica così ricostruita si evince come il tetto della falda nell'area oggetto di futuro intervento sia collocato a circa

16 metri dal p.c. La direzione preferenziale di flusso è rivolta verso i quadranti Nord-Nord orientali. Le curvature delle isofreatiche mostrano chiaramente come il F. Trebbia svolga un'azione drenante nei confronti della falda. Il gradiente idraulico, risulta abbastanza uniforme attestandosi intorno ad un valore di circa 0,25%.

### **Campagna di misura DICEMBRE 2002**

Questa rilevazione, particolarmente ravvicinata rispetto la precedente, venne appositamente eseguita in quanto coincise con il termine di un periodo particolarmente piovoso che investì la provincia di Piacenza fra la fine di Novembre e l'inizio di Dicembre 2002. La situazione idrogeologica rappresentata infatti è caratterizzata da un alto piezometrico e le condizioni che si realizzano sono quelle di corso d'acqua alimentante la falda. La situazione è ben evidenziata dalla marcata inflessione delle isofreatiche in coincidenza dell'alveo del F. Trebbia.

Il tetto della falda nel periodo autunnale risultò collocato mediamente a circa 12 m dal piano di campagna e la direzione preferenziale di flusso è verso Nord Nord-ovest.

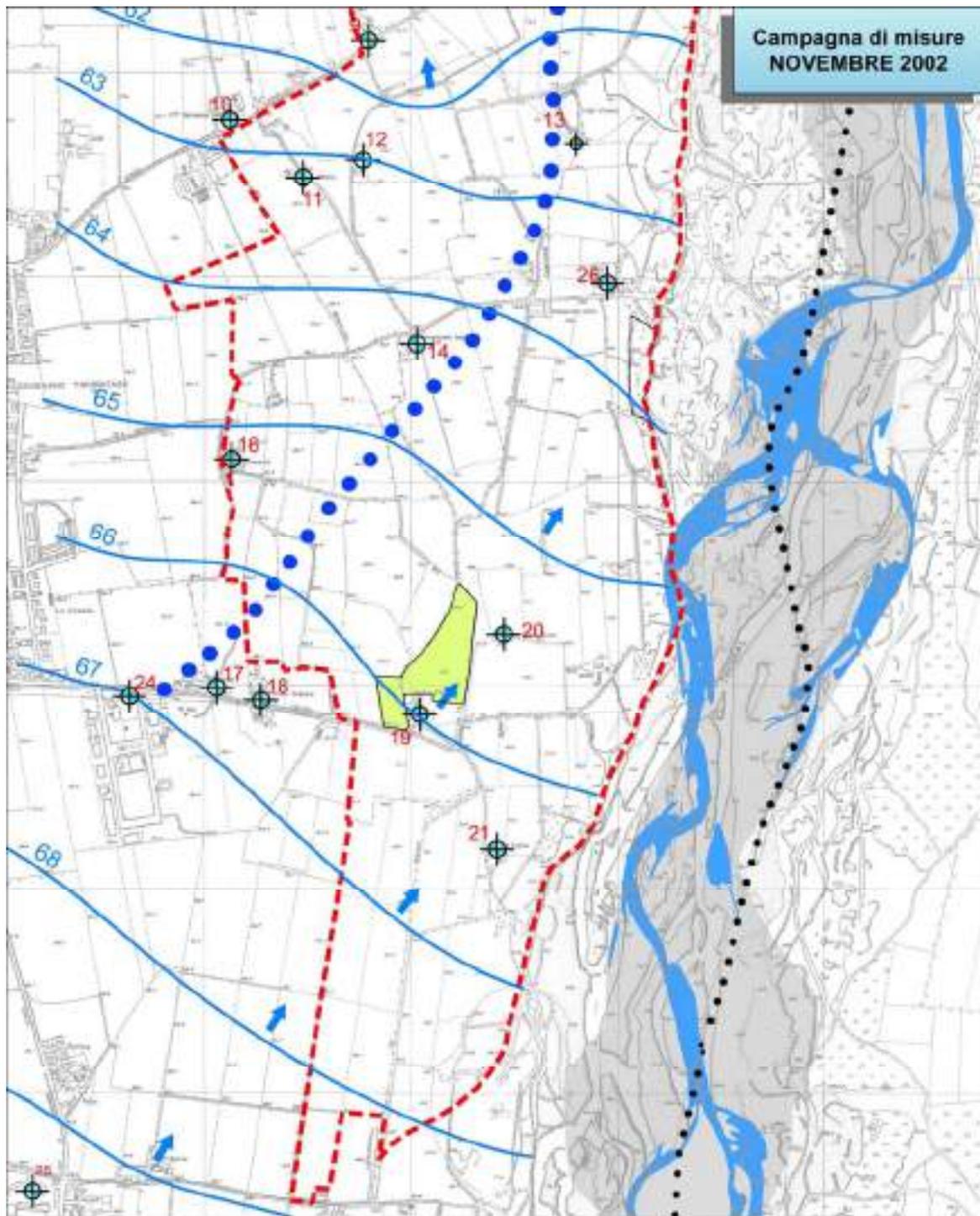
### **Campagna di misura MAGGIO 2004**

La campagna di misura eseguita appositamente in occasione della redazione del SIA 2004 venne eseguita nella terza settimana di Maggio<sup>6</sup> e concise con l'arrestarsi di un periodo di intense precipitazioni che investirono tutta la provincia.

Il tetto della falda, in base a tali rilevazioni risultò collocato a circa 7 m dal piano di campagna; la direzione preferenziale di flusso venne individuata verso Nord. Il gradiente idraulico nell'area indagata si attestava attorno a 0,7% valore tipico delle porzioni mediane delle conoidi alluvionali. La situazione idrogeologica rappresentata nell'allegata "CARTA IDROGEOLOGICA MAGGIO '04" è caratterizzata da alto piezometrico e le condizioni che si realizzano sono quelle di corso d'acqua alimentante la falda. La situazione è ben evidenziata dalla marcata inflessione delle isofreatiche in coincidenza dell'alveo del F. Trebbia.

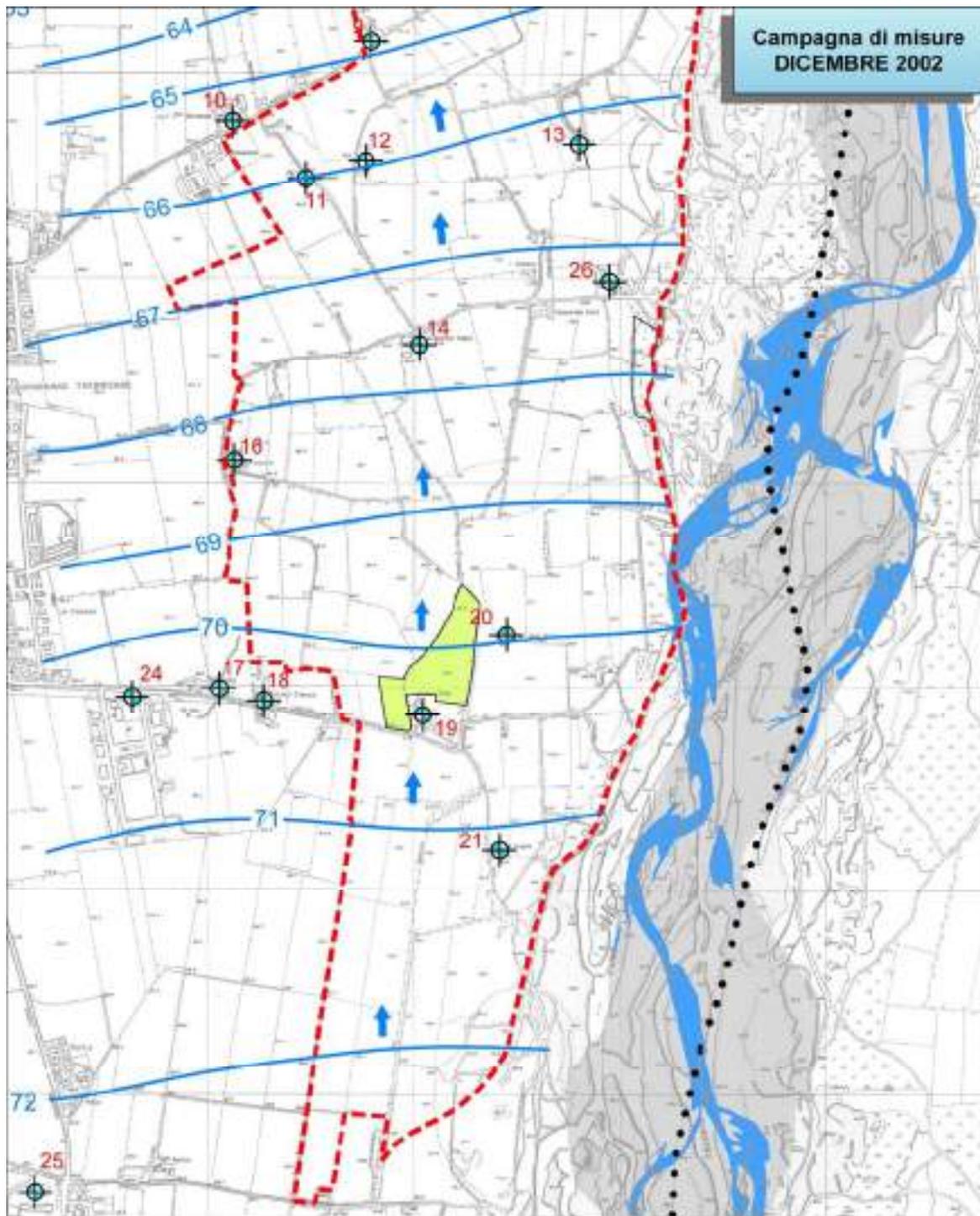
---

<sup>6</sup> questa campagna può essere riferita al massimo piezometrico primaverile



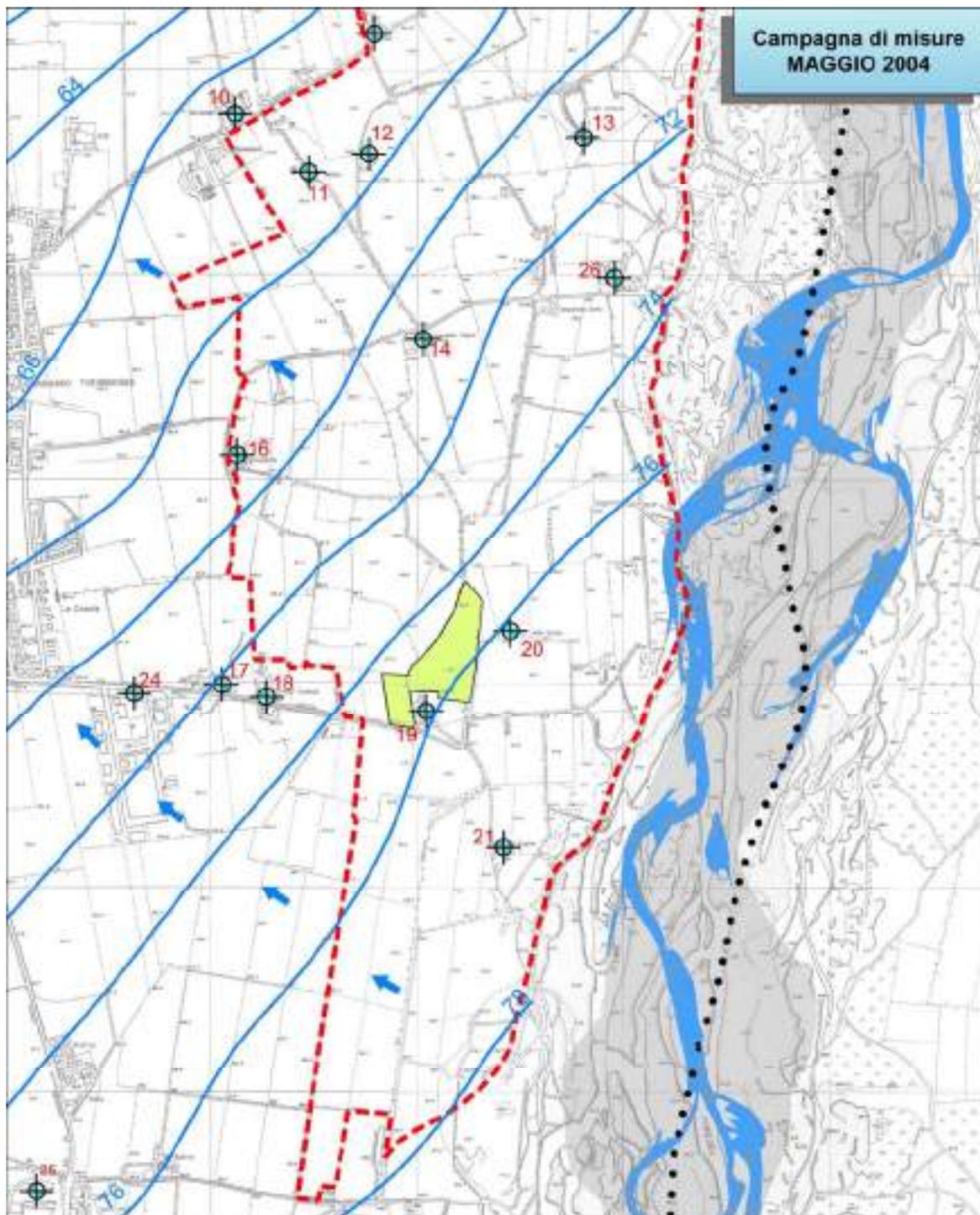
**LEGENDA**

- |   |                                 |   |  |  |  |
|---|---------------------------------|---|--|--|--|
|  | POLO P.I.A.E. n° 10 "I Sassoni" |  | Principali assi di drenaggio sotterraneo |  | Pozzo privato ad uso idropotabile utilizzato per le misure freatiche |
|  | Cava Crocetta 5                 |  | Isolinee in m. s.l.m. (equidistanza 1 m) |  | Greto fluviale   |
|   |                                 |  | Sperisque sotterraneo                    |  |  |



**LEGENDA**

- |   |  |   |
|---|--|---|
|  POLO P.I.A.E. n° 10 "I Sassoni" |  Principale asse di drenaggio sotterraneo |  Pozzo privato ad uso idropotabile utilizzato per le misure freatiche |
|  Cava Crocetta 5                 |  Isolinee in m. s.l.m. (equidistanza 1 m) |  Greto fluviale   |



**LEGENDA**

- |   |  |   |
|---|--|---|
|  POLO P.I.A.E. n° 10 "I Sassoni" |  Principale asse di drenaggio sotterraneo |  Pozzo privato ad uso idropotabile utilizzato per le misure freatiche |
|  Cava Crocetta 5                 |  Isoipse in m. s.l.m. (equidistanza 2 m)  |  Greto fluviale   |

## Conclusioni

Comparando i risultati emersi dalle varie campagne di misura si può concludere che le condizioni maggiormente gravose dal punto di vista idrogeologico siano sicuramente quelle rilevate immediatamente dopo l'evento meteorologico delle prime settimane di maggio 2004. Come si evince dalla cartografia redatta, il F.Trebbia svolge un'azione di alimentazione della prima falda che in questo periodo dell'anno si presenta in fase di basso piezometrico.

L'impulso di alimentazione, data anche l'alta trasmissività dell'acquifero e la sua elevata temporanea capacità di immagazzinamento genera un particolare innalzamento delle isopieze nelle sole aree limitrofe al corso d'acqua.

Da tutto quanto sopra esposto, vista la profondità massima di scavo (5 m) in riferimento alla minima soggiacenza misurata (7m), si può senz'altro ritenere che l'intervento estrattivo sia compatibile con la realtà idrogeologica dei luoghi.



Foto n°4: Un tipico pozzo a camicia utilizzato per le misure freaticometriche ubicato in loc. Crocetta

## **Alimentazione e Modello Concettuale dell'Acquifero**

Le modalità di alimentazione dell'acquifero nell'area studiata sono state definite sulla base del comportamento idrodinamico riferito alla variazione dei livelli statici nei pozzi esaminati. Il principale contributo all'alimentazione dell'acquifero nella zona di studio è da ricercarsi nelle acque di alveo e di subalveo del Fiume Trebbia, nonché dagli apporti provenienti da monte.

Non ultimo il contributo della infiltrazione efficace degli apporti meteorologici facilitata dalla ridotta potenza della coltre di copertura e dall'elevata permeabilità delle ghiaie costituenti il primo sottosuolo.

Dai risultati di alcune prove Lefranc eseguite nelle aree golenali del F. Trebbia, nei pressi del polo PIAE n°7 Cà di Trebbia, sono emersi valori di permeabilità compresi tra  $1,06 \times 10^{-4}$  m/s e  $2,30 \times 10^{-3}$  m/s del tutto equiparabili ai valori di permeabilità dei depositi ghiaiosi oggetto del presente studio.

## **Caratteristiche di Vulnerabilità Naturale dell'Acquifero**

Al fine di verificare il grado di vulnerabilità naturale della zona in riferimento alle modificazioni che comporterà l'intervento in progetto si è redatta la "CARTA DELLA VULNERABILITÀ NATURALE" di seguito riportata.

Tale elaborato consente di definire, in assenza di un pregresso carico antropico, l'impatto che situazioni permanenti, periodiche o occasionali possono indurre sulle caratteristiche delle acque sotterranee e di porre in evidenza, in funzione delle caratteristiche dei terreni di superficie e delle condizioni idrogeologiche, la possibilità di penetrazione e diffusione nell'acquifero sottostante di inquinanti liquidi o idroveicolati.

A tal scopo si è fatto riferimento agli studi pubblicati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) del C.N.R. nell'ambito del programma VAZAR1, in cui la valutazione del grado di vulnerabilità è basata su alcuni fattori geologici ed idrogeologici di seguito elencati:

### **IDROLITOLOGIA:**

Fornisce indicazioni circa il tipo e grado di permeabilità orizzontale e verticale a partire dalla Carta della litologia di superficie. In riferimento alle caratteristiche di permeabilità dei terreni di superficie sono state individuate n° 4 unità.

### **PROFONDITA' DEL TETTO DELL'ACQUIFERO:**

L'eventuale presenza di una copertura a bassa permeabilità costituisce un elemento di protezione per la falda in esso contenuta. Il limite convenzionale è stato fissato a 10 m da p.c. , termine al disotto del quale, a parità di condizioni, si considera una riduzione del rischio potenziale di inquinamento. Nell' Allegato

S10, "CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE" scala 1:1.000 si evidenzia come entro l'area interessata dalla futura attività estrattiva il tetto delle ghiaie sia ad una profondità media stimabile in circa 1,3 metri e le condizioni idrogeologiche siano quelle di falda a pelo libero.

#### SOGGIACENZA DELLA FALDA:

Tale parametro è relazionato alla tipologia di falda presente: confinata o freatica. Nella zona in esame la falda ha carattere freatico, nelle condizioni di massimo impinguamento, può raggiungere al massimo una profondità di 7 m circa.

La ricostruzione delle caratteristiche litologiche di superficie è stata possibile grazie alla disponibilità dell'Ufficio Tecnico Comunale che ha permesso di accedere a:

- risultati dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche allegati alla Relazione Geologica, (redatta dal dott. Geol. E. Menozzi) a corredo della Variante Generale al PRG (1993).
- dati stratigrafici riportati nel PAE 1997 e nella successiva Variante 1999
- risultati delle trincee geognostiche a mezzo escavatore idraulico effettuate in occasione della stesura delle richieste di autorizzazione alla coltivazione di cave sia all'interno che all'esterno del Polo PIAE.

A supporto di tale mole di dati si sono aggiunti gli approfondimenti di carattere stratigrafico (sondaggi e penetrometrie) eseguiti in occasione della redazione dei SIA 2004, 2011 e 2020 approvati. In considerazione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area sono state quindi distinte le seguenti classi di vulnerabilità:

Grado estremamente elevato: alveo ghiaioso e ciottoloso del F. Trebbia con falda affiorante;

Grado elevato: a tale classe sono stati attribuiti tutti i depositi golenali con falda a profondità fino a 5 metri circa dal p.c. Trattasi aree che non presentano coperture limo argillose al di sopra dei litotipi ghiaiosi e che rappresentano zone di ricarica dell'intero sistema acquifero e sono caratterizzate da alti coefficienti di infiltrazione.

Grado alto: tale classe individua le aree ove il primo acquifero è ricoperto da depositi con granulometria variabile dai limi e limi argillosi di spessori inferiori a 10 metri. A tale classe viene attribuito il sottosuolo presente nell'area di intervento. Trattasi infatti di alluvioni grossolane del F. Trebbia (ghiaiose-sabbiose) scarsamente ricoperte da depositi limo-argillosi a più bassa permeabilità.

Grado indefinito: a tale classe sono state ascritte le aree urbanizzate, in quanto risultano di difficile caratterizzazione ai fini della vulnerabilità naturale, ma potenzialmente a rischio.

L'esame della "CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO" di seguito riportata permette di evidenziare come l'alveo del Fiume Trebbia sia stato classificato a grado "estremamente elevato", mentre il terrazzo costituente l'area oggetto di futuro scavo, può essere definita a "grado alto", in quanto, in numerose zone la copertura limo argillosa si presenta di esiguo spessore e non è in grado di garantire un sufficiente grado di protezione alla falda.

Grado di vulnerabilità					Litologia di superficie	Profondità del tetto delle ghiaie	Caratteristiche acquifero
EE	E	A	M	B			
				B	Argilla Limo	> 5 m > 10 m	falda a pelo libero o confinata confinata
			M		Argilla Limo Limo Sabbia	< 5 m > 10 m < 10 m > 10 m	libera libera confinata confinata
		A			Limo	< 10 m	libera
	E				Sabbia e/o Ghiaia	< 10 m	libera
EE					Alveo ciottoloso	0 m	falda affiorante

EE = estremamente elevato, E = elevato, A = alto, M = medio, B = basso

Fig n°21: Schema utilizzato per la valutazione del grado di vulnerabilità

### VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO scala 1:10.000

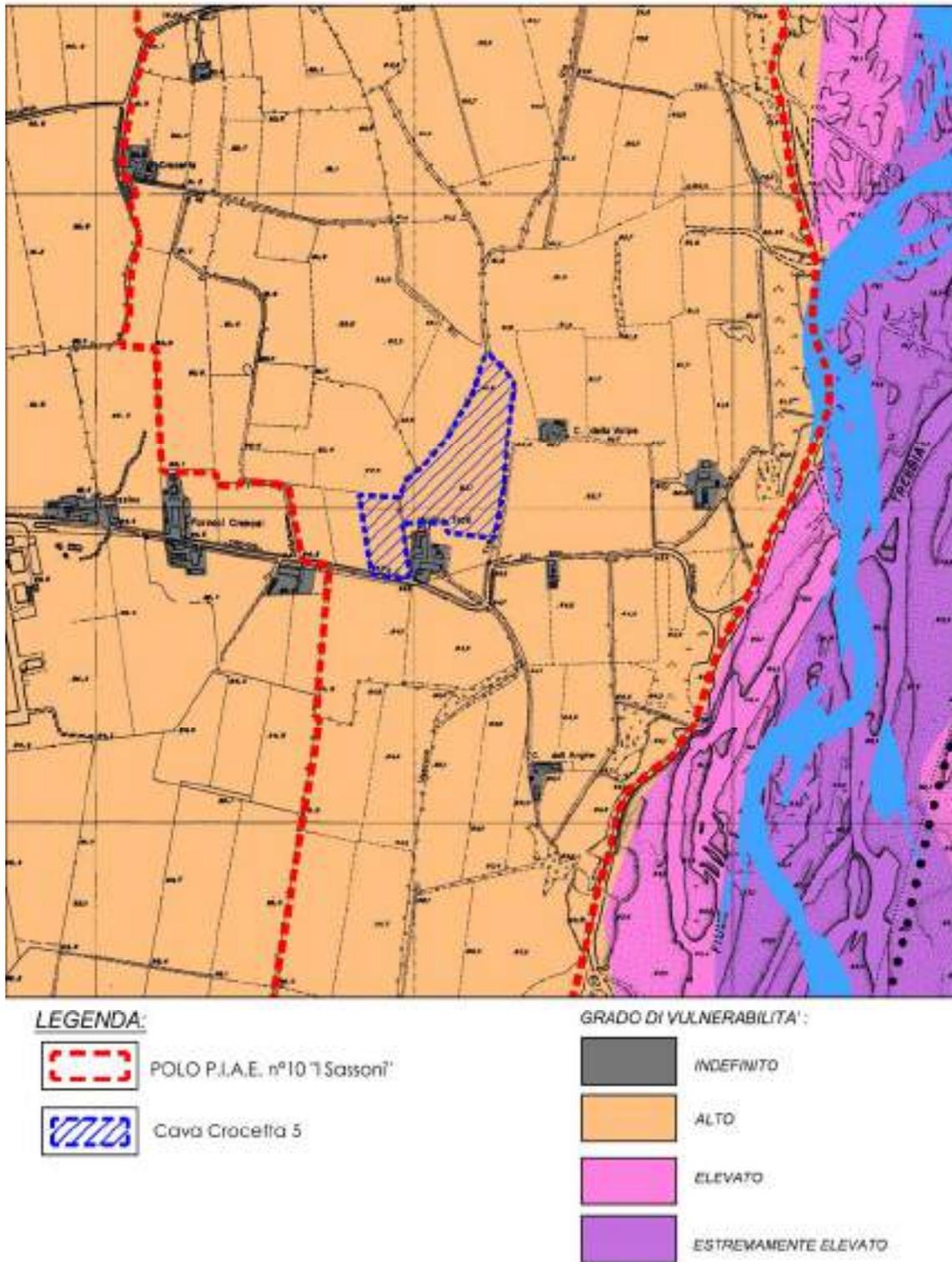


Fig. n°22: "Carta della Vulnerabilità dell'Acquifero"

## Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Con l'approvazione del "Piano di Tutela delle Acque", da parte dell'Assemblea Legislativa con deliberazione n°40 del 21/12/2005, la Regione Emilia Romagna ha sancito che nel contesto ambientale regionale tutta la pianura contiene corpi idrici significativi a cui ha riconosciuto una diversa importanza gerarchica.

Gli studi e gli approfondimenti relativi al modello concettuale dell'acquifero regionale hanno portato ad una definizione dei corpi idrici maggiormente significativi fra cui, per la provincia di Piacenza, ricordiamo:

Tab. n°6: Elenco corpi idrici significativi della Provincia di Piacenza

CONOIDI ALLUVIONALI APPENNINICHE		
MAGGIORI	INTERMEDIE	MINORI
Trebbia	Tidone – Luretta	Chiavenna
Nure	Arda	-

La RER con l'approvazione del PTA ha dato concreta attuazione ai dettami dell'art. 21 del D.Lgs 152/99 nell'individuazione e nella disciplina, fra le altre, delle "aree di protezione della risorsa idrica sotterranea nel territorio pedecollinare e di pianura". A tale riguardo nella TAVOLA n°1 "AREE DI RICARICA" scala 1: 250.000, a corredo del sopra menzionato strumento, il territorio regionale è stato suddiviso in 4 specifici settori:

### SETTORE A

Area caratterizzata da ricarica diretta della falda: generalmente presente a ridosso della pedecollina, idrogeologicamente è identificabile con un sistema monostrato, contenente una falda freatica, in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione.

### SETTORE B

Area caratterizzata da ricarica indiretta della falda: generalmente presente tra il settore A e la pianura, idrogeologicamente è identificabile con un sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica segue una falda semi-confinata in collegamento per drenanza verticale.

### SETTORE C

Area caratterizzata da scorrimento superficiale delle acque di infiltrazione: è presente in continuità al settore A e B, morfologicamente si identifica come il sistema di dilavamento e scorrimento delle acque superficiali dirette ai settori di ricarica, la loro importanza dipende dalle caratteristiche litologiche, di acclività e dal regime idrologico della zona.

### SETTORE D

Area di pertinenza degli alvei fluviali: tipica dei sistemi in cui acque sotterranee e superficiali risultano connesse mediante la presenza di un "limite alimentante" ovvero dove la falda riceve un'alimentazione laterale.

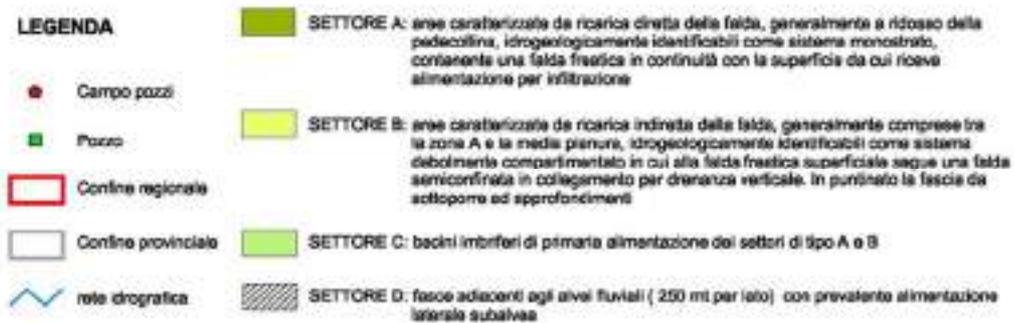
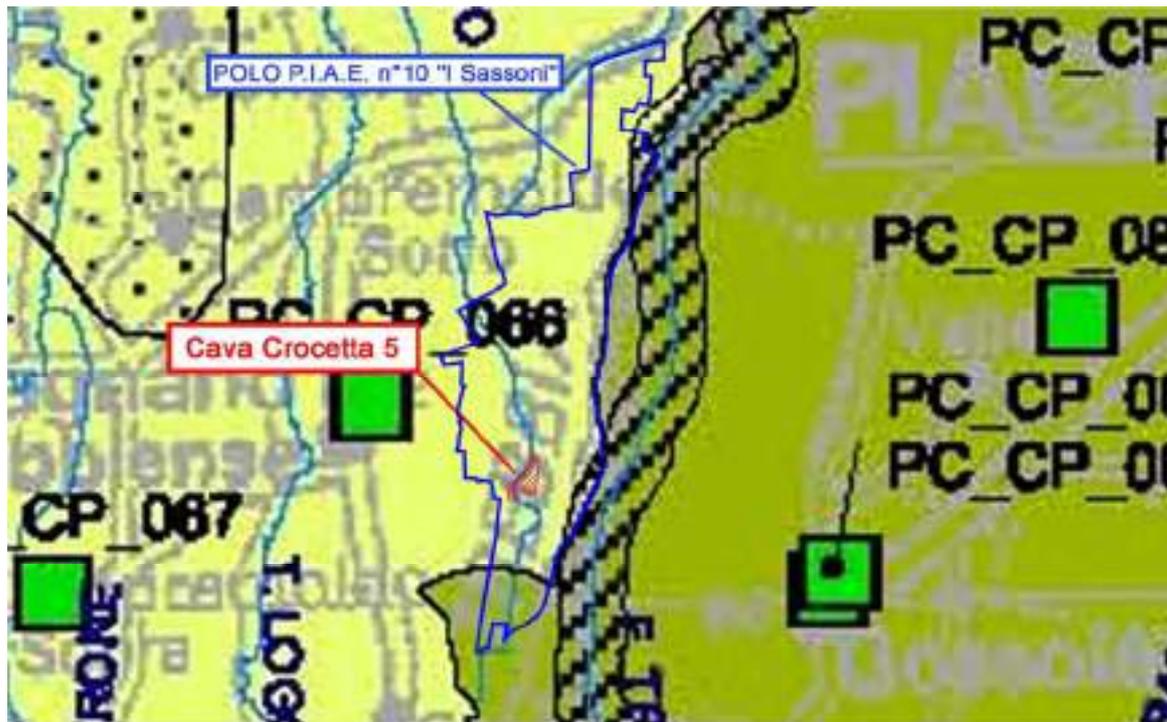


Fig. n°23: Stralcio Tavola 1 PTA

Tutto ciò premesso l'area d'intervento estrattivo ricade, come è possibile osservare dallo stralcio della Tav. 1 allegata al PTA, nel Settore B.

In detto settore, in merito all'intervento in studio, ai sensi dell'art 45 delle NTA

- le attività estrattive non devono comportare rischi di contaminazione della falda
- non sono ammessi tombamenti delle fosse di cava con terreni eccedenti i limiti di qualità di cui alla colonna A del D.M. 471/99<sup>7</sup> come meglio evidenziato nel capitolo inerente il Recupero Ambientale.

<sup>7</sup> sostituito dalla "colonna A dell'Allegato 5 parte integrante del D.Lgs 152/2006 così come modificato dal D.Lgs 4/2008 e D.Lgs 128/2010"

## Descrizione del progetto

La Variante PAE 2021 destina all'escavazione all'interno del "Comparto Q" il "sub comparto Q3" per una volumetria massima estraibile pari a 83.595 mc; il SIA, di cui il presente progetto costituisce endo procedimento, nell'ambito della redistribuzione delle volumetrie<sup>8</sup> fra i vari comparti estrattivi ha incrementato tale volumetria a 91.050 mc in modo da esaurirne la potenzialità. La destinazione finale dell'area sarà agricola con implementazione delle "Siepi in ambito agricolo".



Foto n°5: Ortofoto che evidenzia l'area di intervento

<sup>8</sup> prevista ai sensi dell'art. 6 "Poli estrattivi" comma 3 delle NTA della Variante PAE 2021

## Vincolistica da piani di settore

### PIAE 2017

In data 30 novembre 2020 il Consiglio Provinciale con delibera n°39 approvava la Variante al Piano Infraregionale delle Attività Estrattive della Provincia di Piacenza (PIAE 2017) che costituisce parte integrante del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP, v. art. 12 LR 36/88).

Il Piano ha riconfermato sia il Polo N°10 I Sassoni che il polo n°11 "Vignazza".

#### Bacini ad uso plurimo

La Variante PIAE 2017 ha ritenuto di consentire ai comuni che avessero già pianificato le previsioni PTCP<sup>9</sup>, e che ne ravvisassero la necessità, di intraprendere una variante al PAE al fine di rinunciare alla pianificazione di tali bacini.

#### Volumi resi disponibili al Polo 10 I Sassoni

Il PIAE 2017 nella sua programmazione ha stralciato i volumi riferiti alla realizzazione dei bacini ad uso plurimo (1.100.00mc) da realizzarsi entro il perimetro del polo n°10 I Sassoni e, contestualmente, ha destinato una ulteriore volumetria pari a 500.000 mc al polo.

Cava	Volume totale	Cava abilitata a produzione generale	Forme di recupero	Cava abilitata per attività estrattive	Inglese abilitata	Cava abilitata a estrazione	Forme di recupero
02 I SASSONI - Cava Trebbiana	3.800.000	38.000					
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 001	700.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 002	300.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 003	3.000.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 004	1.300.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 005	400.000	38.000					
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 006	40.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 007	1.900.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 008	1.900.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 009	600.000						
02 I SASSONI - Cava Trebbiana - Cava 010	1.900.000	8					

Fig. n°24: Tabella a corredo del PIAE che evidenzia la pianificazione effettuata dal PIAE

Nel caso del Polo 10 I Sassoni, ai sensi dell'art. 33 "Limiti per la tutela delle acque" (comma 1), la profondità massima di scavo consentita deve mantenersi almeno 1 metro al di sopra della quota di minima soggiacenza raggiunta dalla prima falda negli ultimi 10 anni. Tale scelta pianificatoria è stata assoggettata a Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale (VALSAT), in coerenza con i contenuti della L.R. n°20/2000.

Ai sensi dell'art. Art. 39 "Limiti di carattere viabilistico" (comma 8) Le strade di servizio alle cave dovranno essere allacciate alla rete stradale pubblica mediante accessi segnalati, indicativamente larghi almeno 6 m ed asfaltati per almeno 50 m dal punto di accesso. Gli accessi previsti e opportunamente segnalati saranno gli unici abilitati al passaggio di automezzi pesanti in entrata e in uscita dalle cave.

<sup>9</sup> in recepimento del PIAE 2011

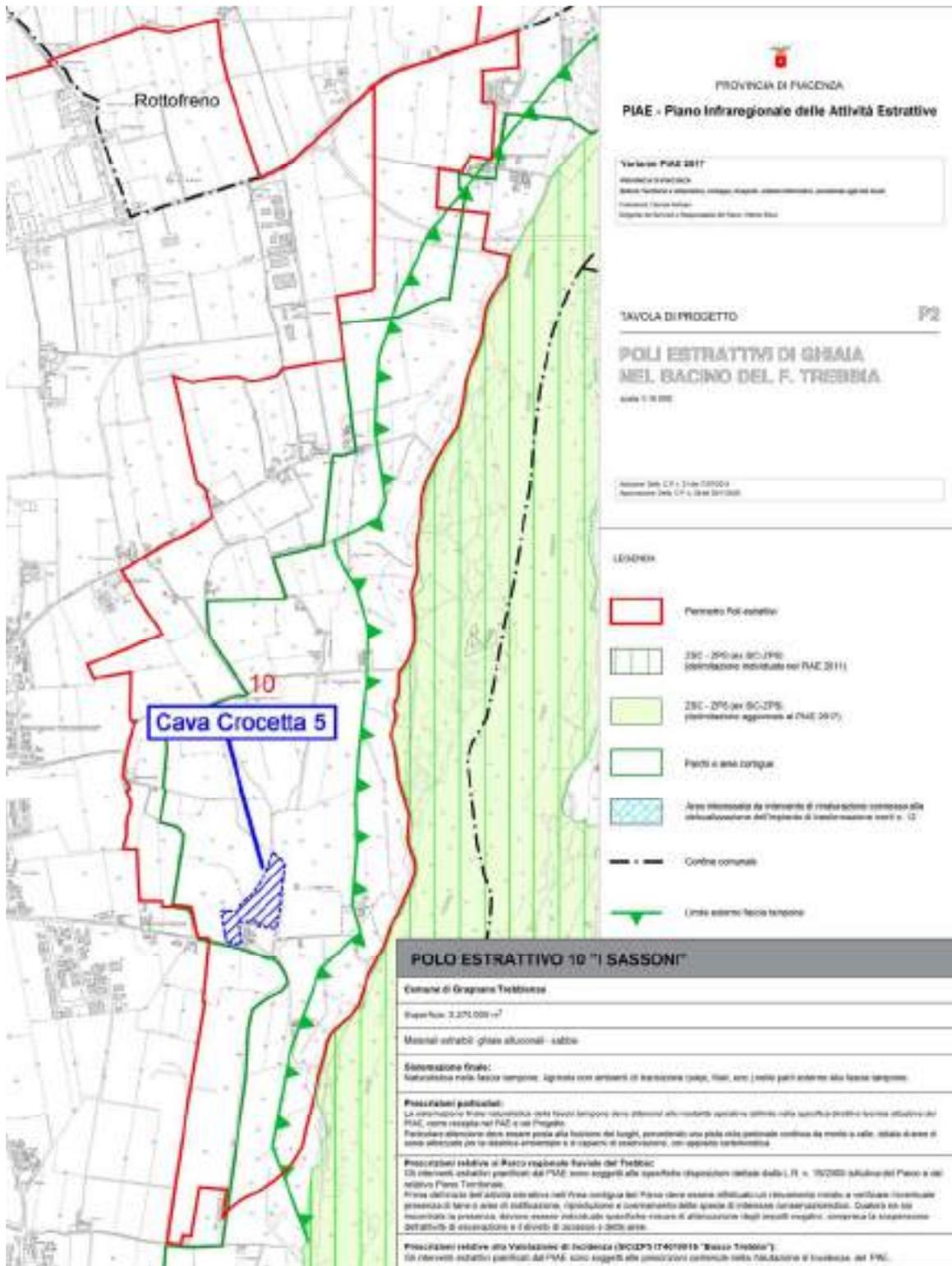


Fig. n°25: Stralcio TAV. P2 a corredo del PIAE 2021

Ai sensi dell'Art. 42 "Disposizioni generali per la sistemazione finale" (comma 8) le opere di sistemazione naturalistica di carattere vegetazionale previste dal progetto estrattivo devono garantire l'abbattimento in 10 anni della CO<sub>2</sub> emessa dai mezzi utilizzati per la coltivazione della cava e per il trasporto del materiale estratto sino al punto di immissione sulla rete viaria pubblica con caratteristiche

compatibili con il transito dei mezzi pesanti. Alla compensazione della CO2 prodotta contribuiscono anche le sistemazioni di carattere vegetazionale eventualmente delocalizzate ai sensi del comma 13. Il progetto di sistemazione finale deve definire le opere finalizzate alla compensazione delle emissioni di CO2, secondo i criteri definiti nelle direttive tecniche attuative del PIAE.

Al comma 9 del medesimo articolo viene prescritto che *"le opere di sistemazione naturalistica di carattere vegetazionale devono essere oggetto di opportuna **manutenzione** da parte dell'operatore autorizzato, del proprietario o, se diverso, da parte del gestore delle aree interessate, per **almeno 5 anni** dal collaudo. Gli obblighi relativi alla gestione delle opere a verde, come previsti dai progetti estrattivi, sono definiti nell'ambito della procedura di VIA o Screening e oggetto dell'autorizzazione convenzionata, che deve individuare i soggetti preposti alla gestione delle aree rinaturalizzate"*.

Ai sensi dell'art 14 comma 1 delle NTA del PIAE *"I progetti relativi agli ambiti e ai comparti estrattivi individuati dal PIAE e/o PAE devono essere sottoposti alle procedure di screening o VIA"*.

### **VARIANTE P.A.E. 2021 (in salvaguardia)**

A seguito dell' approvazione della Variante PIAE 2017 (delibera N° C.P. n° 39 del 30/11/2020) il Comune di GRAGNANO TREBBIENSE in adeguamento alle previsioni ed ai contenuti di tale strumento sovra comunale, ha assunto, ai sensi della LR 24/2017, la Variante PAE 2021 con delibera C.C. n°18 del 9/05/22.

In ottemperanza con quanto previsto dalla L.R. 17/91 e s.m.i. detto strumento ha specificato:

- l'esatta perimetrazione e le potenzialità estrattive delle aree individuate nel polo PIAE n°10 I Sassoni;
- i comparti estrattivi immediatamente attivabili e quelli di futura attuazione;
- le modalità di coltivazione e di sistemazione finale dei comparti estrattivi del Polo n°10;
- le modifiche ai recuperi ambientali delle cave attive Crocetta 3 e Crocetta 4;
- le modalità di gestione delle aree, con riguardo alle azioni per ridurre al minimo gli impatti ambientali;
- la viabilità da utilizzarsi per il trasporto dei materiali;
- riconferma la localizzazione dell'impianto fisso di lavorazione di lavorazione inerti n°27;
- le Norme Tecniche di Attuazione;

### Lo stralcio dei bacini pianificati dal PTCP e riconfermati dalla Variante PIAE/PAE 2011

La variante PAE 2011 recepì le considerevoli previsioni connesse agli invasi pianificati dal PTCP come misura per il risparmio idrico, scaturite dai provvedimenti d'urgenza anti-siccità assunti dal Presidente della Regione (atto n. 151/2008), nella sua veste di Commissario delegato per la crisi idrica (OPCM n. 3598/2007), particolarmente risentita proprio nel comprensorio irriguo del Trebbia.

Si trattava di 2 bacini individuati nella porzione centro occidentale del Polo 10 e destinati all'estrazione rispettivamente di 750.000 m<sup>3</sup> di ghiaie in loc. Crocetta e 350.000 m<sup>3</sup> di ghiaie in loc. Il Molino; la Variante PAE 2011 pianificò detti bacini all'interno di due distinti comparti estrattivi denominati rispettivamente Comparto "Q" - Comparto "R".

Nel 2020 una porzione del comparto Q venne assoggettata a procedura di VIA approvata con Del. G.C. n°67 del 1/8/2020 e successivamente venne autorizzata la coltivazione della cava oggetto della presente istanza (denominata "Crocetta 4") che sta portando alla creazione di una porzione del pianificato lago

"Crocetta"<sup>10</sup>. La ditta esercente la cava già in fase di iter di approvazione della valutazione di impatto ambientale si impegnò, nel caso in cui l'approvazione della Variante PIAE 2017 avesse portato ad una modifica della tipologia di restauro ambientale autorizzata, ad adeguarsi<sup>11</sup>, predisponendo idonea documentazione tecnica.

Con l'approvazione della Variante PIAE 2017 l'Amministrazione Provinciale, ha ritenuto di consentire ai comuni, che avessero già pianificato le previsioni PTCP<sup>12</sup> in recepimento del PIAE 2011 e che ne ravvisassero la necessità, di intraprendere una variante al PAE al fine di rinunciare a tale pianificazione.

Preso atto di un tale indirizzo, il comune di Gragnano Trebbiense con la VARIANTE al PAE 2021 recentemente assunto ha stralciato la pianificazione di tali laghi ed in particolare:

- ha modificato il recupero ambientale dell'intero comparto Q portandolo a recupero all'uso agricolo;
- ha ripianificato il comparto R con recupero all'uso agricolo
- porta la profondità massima di scavo per entrambi i comparti a 5m dal p.c.

In merito ai quantitativi originariamente destinati dal PIAE 2011 a tali comparti, ed espressamente destinati alla realizzazione di invasi per esigenze idrauliche e idriche, ne deriva che tali volumetrie risulterebbero in questo modo decadute.

A tale riguardo le volumetrie già autorizzate (196.405 mc) per la cava Crocetta 4 sono state riconfermate dalla Variante PAE 2021 ma attingendo a quelle rese disponibili al Polo "I Sassoni" dalla Variante PIAE 2017 (500.000mc). Le restanti (303.595 mc) sono state pianificate in parte nel "Comparto R" (220.000mc) e parte per l'ampliamento verso sud del Comparto Q (sub comparto Q3 83.595mc).

Tab. n°7

COMPARTO		Strumento pianificatorio	Stato attuativo	Volumetrie riconfermate (ghiaie alluvionali)	Procedura a cui è stato sottoposto
Q2	Cava Crocetta 4	PAE 2011	attiva	196.405 mc <sup>13</sup>	VIA App. Del. G.C. n°67 del 01/08/2020

### Modalità di coltivazione

E' stato riconfermato che la coltivazione avvenga con l'ausilio di escavatore idraulico che deve procedere preliminarmente all'asportazione del terreno agrario e al suo accumulo in aree disponibili separatamente da altri materiali sterili.

<sup>10</sup> che, in previsione della modifica al recupero così come proposta dall'Amministrazione comunale, per altro confermata con l'approvazione della variante PAE 2021, presenta una profondità massima di scavo limitata a 5 m dal p.c.

<sup>11</sup> ovviamente dopo il recepimento di detta previsione da parte dello strumento comunale

<sup>12</sup> in recepimento del PIAE 2011

<sup>13</sup> alla data di redazione della Vraiante PAE 2021 le volumetrie residue ancora da escavare ammontavano a 117.843 mc

L'escavazione deve mantenersi almeno 1 metro al di sopra della quota di minima soggiacenza raggiunta, negli ultimi 10 anni.

Ai sensi dell'art. 18 "*Limiti di profondità*" delle NTA della Variante PAE 2021 la profondità massima raggiungibile dagli scavi non potrà comunque essere superiore a 5m.

#### Modalità di recupero ambientale

La sistemazione finale prevede la restituzione delle aree di intervento all'originario uso agricolo; i lavori presuppongono il riempimento delle fosse di scavo, in modo da garantire il raccordo morfologico con le superfici agricole circostanti, ripristinando la rete dei fossi di scolo e garantendo pendenze tali da agevolare le pratiche agronomiche.

I materiali da utilizzarsi per il recupero morfologico dovranno essere naturali provenienti da scavi, sbancamenti, cave di prestito, MPS, End & Waste o comunque materiali idonei ai sensi del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 s.m.i.. In attuazione dell'art. 45 delle NTA del PTA (approvato con Delib. N°40 dell'Assemblea Legislativa il 21/12/2005) il materiale utilizzato per i riempimenti dovrà in ogni modo rispettare i limiti di cui alla colonna A dell'Allegato 5 parte integrante del D.Lgs 152/2006 così come modificato dal D.Lgs 4/2008 e D.Lgs 128/2010.

Ai sensi dell'art. 23, comma 6, "Disposizioni generali per la sistemazione finale", per le aree di cava deve essere previsto il recupero naturalistico di una predefinita superficie minima ed in particolare:

- per il comparto Q ricadente nell'area contigua del Parco regionale fluviale del Trebbia<sup>14</sup> la superficie minima di recupero naturalistico deve corrispondere ad almeno il 25% dell'area di intervento estrattivo vero e proprio;

---

<sup>14</sup> ma esterna alla fascia tampone

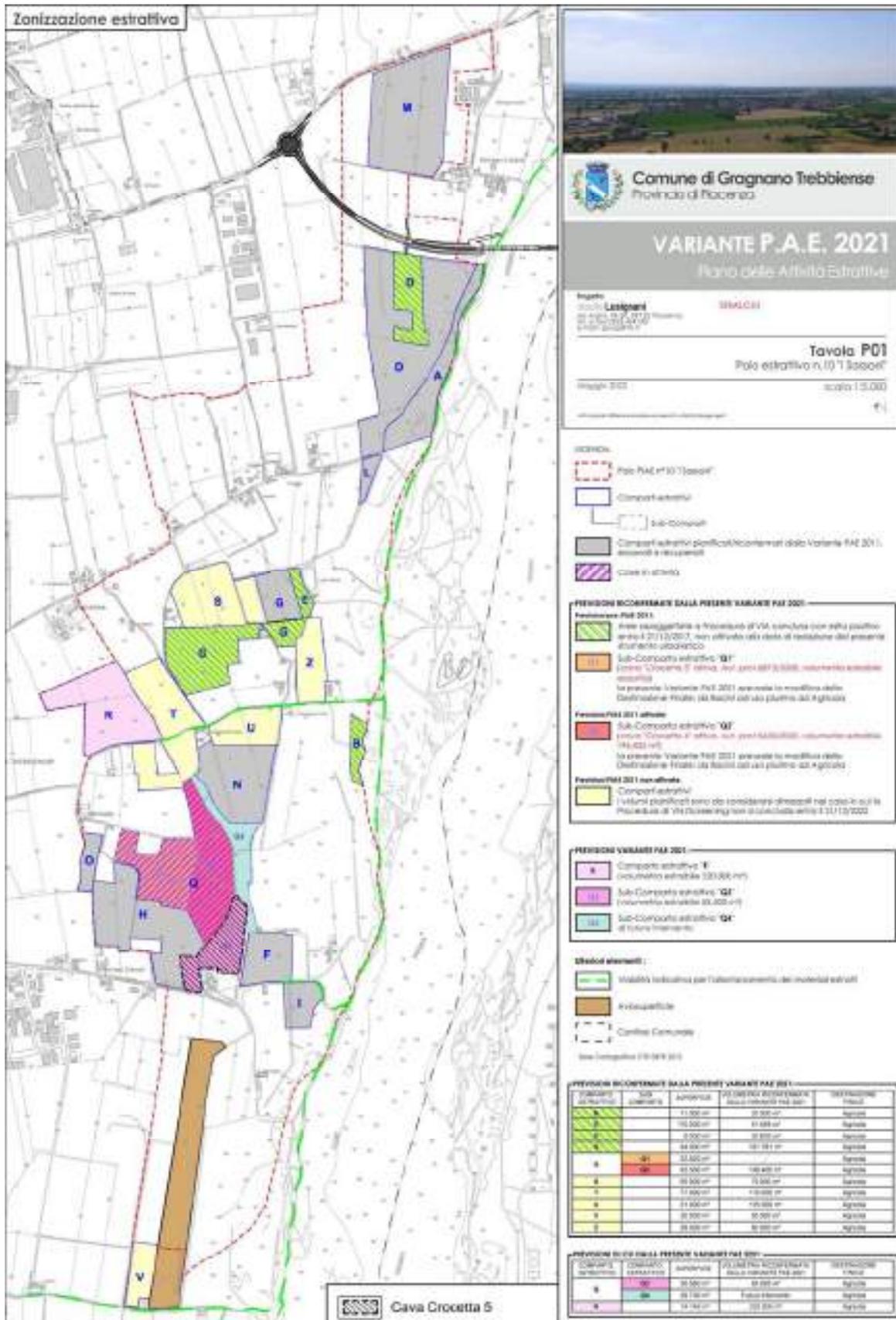


Fig. n°26: Tavola P1 a corredo della Variante PAE 2021





PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Dall'analisi degli stralci riportati si evince come l'areale interessato dalla cava, relativamente al "**Reticolo naturale Principale**" (RP), non ricada in area allagabile, a cui non è quindi associato alcun livello di pericolosità né di rischio.

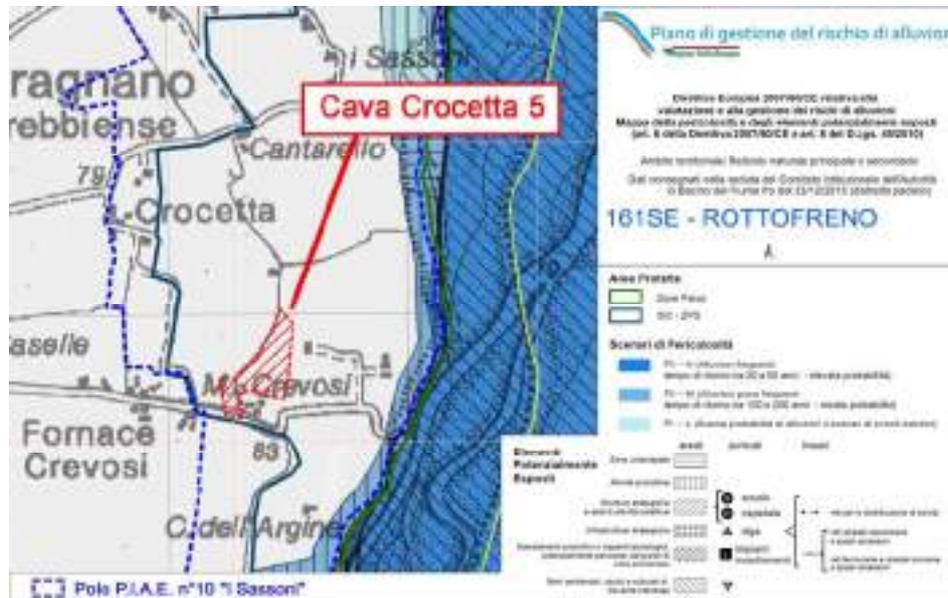


Fig. n°29: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Naturale Principale e Secondario; come si può notare la cava non è interessata da alcuno scenario di pericolosità.

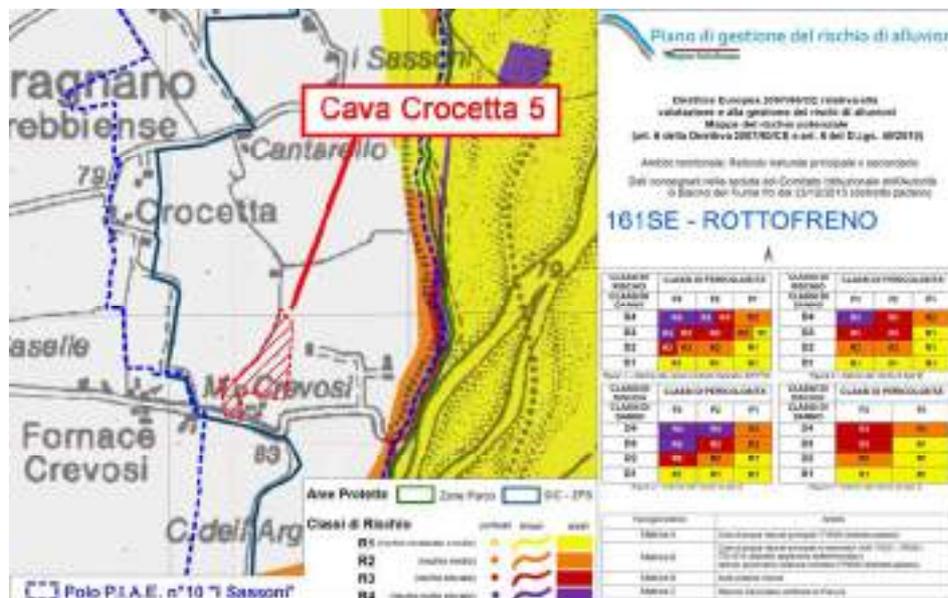


Fig. n°30: Inquadramento dell'area in studio su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Naturale Principale e Secondario; come si può notare la cava non è interessata da alcuna classe di rischio.

Anche in merito al **"Reticolo secondario di pianura"** (RSP) l'analisi della specifica cartografia evidenzia come la cava non sia caratterizzata da scenari di pericolosità e classi di rischio per eventuali allagamenti dovuti all'idrografia secondaria che caratterizza il territorio in studio.

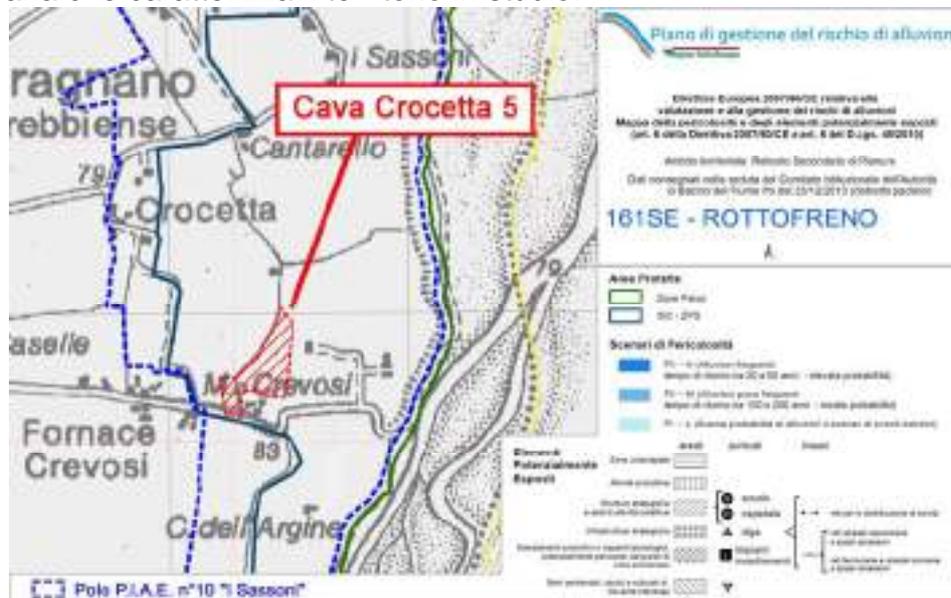


Fig. n°31: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura; come si può notare la cava non è interessata da alcuno scenario di pericolosità.

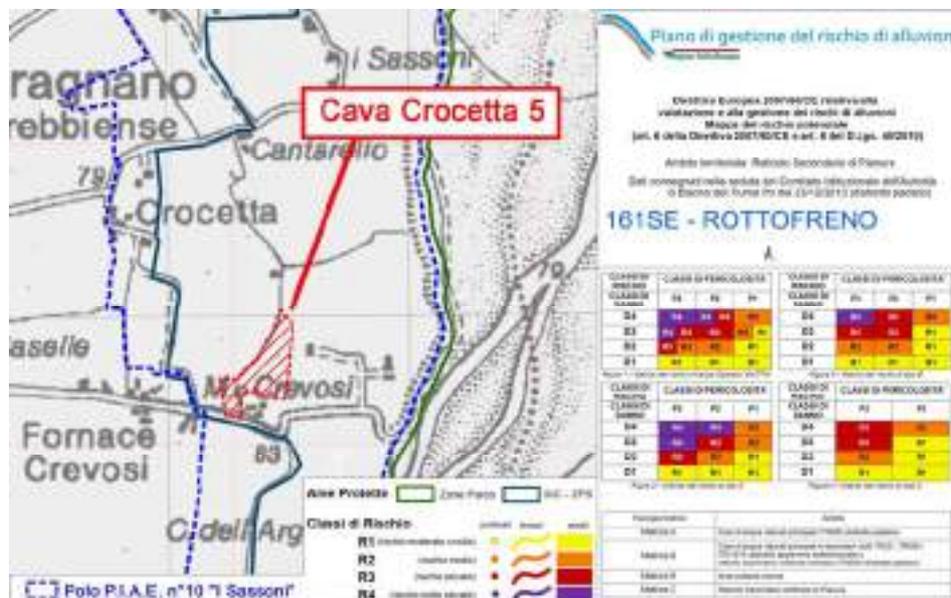


Fig. n°32: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura; come si può notare la cava non è interessata da alcuna classe di rischio.

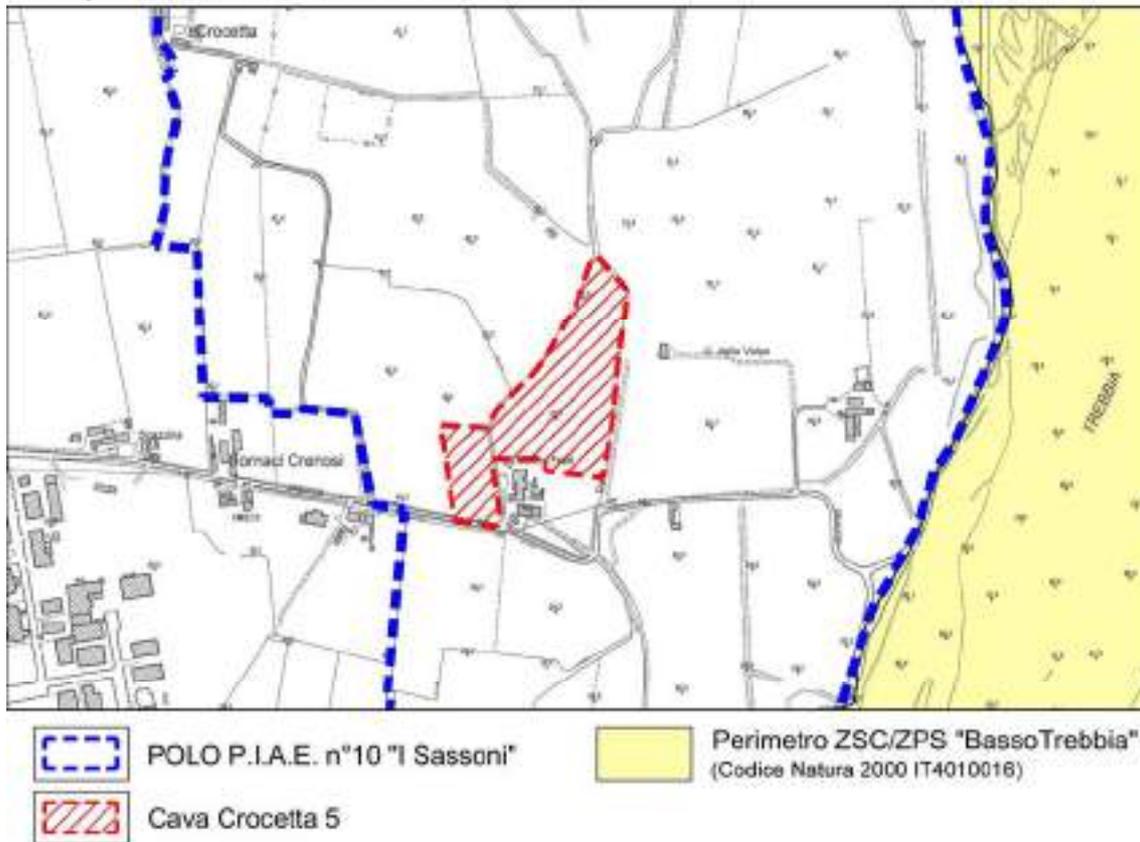
## ZSC/ZPS "BASSO TREBBIA" (IT4010016) E PARCO REGIONALE FLUVIALE DEL TREBBIA

La cava, nel suo punto più prossimo, dista oltre 380 metri dal ZSC/ZPS "BASSO TREBBIA" (IT4010016); la ditta futura esercente la cava è aderente al Consorzio G.S.T. che ha in concessione<sup>15</sup> l'utilizzo e la manutenzione del tratto di viabilità demaniale necessario all'allontanamento del materiale estratto. Per quanto concerne il Parco regionale Fluviale del Trebbia il comparto ricade in area contigua: in merito al comma 8 dell'art. 5 "*Disposizioni generali del Parco*" della legge istitutiva del parco, l'intervento estrattivo previsto **necessita** dell'ottenimento del nulla osta da parte dell'Ente Parco.

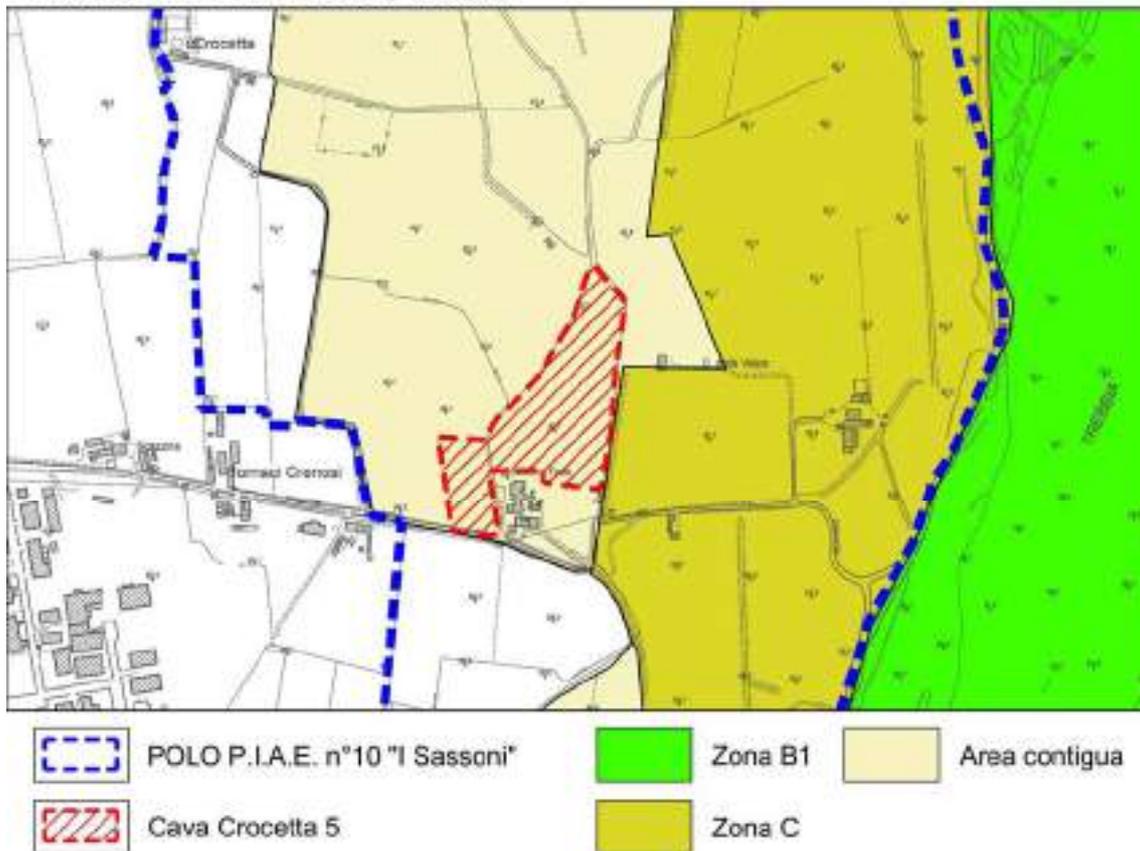
---

<sup>15</sup> che già ha previsto l'espletamento della Valutazione di Incidenza

**ZSC/ZPS "BASSO TREBBIA"** scala 1:10.000



**PARCO DEL TREBBIA** scala 1:10.000



## D.LGS. 22 GENNAIO 2004 N° 42 "CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO"

L'All. n° S08 "Carta DLgs 42/2004" scala 1:5.000 evidenzia le aree vincolate, ai sensi del sopra citato Decreto Legislativo, in un adeguato intorno del sub comparto; in merito ai vari elementi tutelati si specifica quanto segue:

### Immobili ed aree di notevole interesse pubblico

Nel territorio indagato non sono presenti aree ed immobili così classificati.

### Aree ed immobili assegnate a Università agrarie e aree gravate da usi civici

Nel territorio indagato non sono presenti aree ed immobili così classificati.

### Immobili a vincolo monumentale

Nel territorio indagato non sono presenti aree ed immobili così classificati.

### Fiumi torrenti e corsi d'acqua

Come verificato anche con l'ausilio del Webgis del "Patrimonio Culturale dell'Emilia-Romagna" (di cui si riporta stralcio), il comparto risulta esterno alle aree di cui al comma 1 dell'articolo 142, lettera c), del D.Lgs. 42/2004 (fascia di 150 m misurata in senso orizzontale dalle sponde del F. Trebbia).

### Territori coperti da foreste e boschi

Nell'area indagata non sono presenti superfici boscate ai sensi del D.Lgs 227/2001.

### Zone di Interesse archeologico

A seguito di autorizzazione da parte Ministero per i beni e le attività culturali - Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Parma e Piacenza (prot. 34.43.04/3182/2022 del 22 aprile 2022) in data 28 aprile 2022 è stata eseguita dalla ditta Malena snc una preventiva indagine volta a verificare l'esistenza di reperti archeologici all'interno dell'area di intervento. Le operazioni sono consistite nella realizzazione di saggi stratigrafici (in numero di 47) a profondità variabile fino al raggiungimento e dal tetto del substrato ghiaioso sterile presente. L'esecuzione dei saggi effettuati, anche nelle porzioni dove lo spessore della copertura dei limi e delle argille si presentava maggiore, non ha dato segnali di rischio archeologico.

Le risultanze dell'approfondimento scientifico eseguito sono state inoltrate alla Soprintendenza dei beni archeologici dell'Emilia Romagna (PR) e si è in attesa del rilascio del relativo nulla osta all'intervento.

### Aree ed immobili comunque sottoposti a tutela dal PTCP

I nuclei abitati nell'intorno studiato non sono iscritti nell'"Elenco delle località sedi di insediamenti storici principali";

Parchi e Riserve nazionali e regionali

L'area perimetrata ricade all'interno del Parco Fluviale regionale del Trebbia istituito in base alla LR 19/2009 (area vincolata ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera f "parchi e riserve nazionali e regionali")

Tutto ciò premesso l'intervento in oggetto **necessita** l'ottenimento della Autorizzazione paesaggistica da parte dell'autorità competente (comune di Gragnano Trebbiense).

Il SIA è corredato da apposita Relazione Paesaggistica.

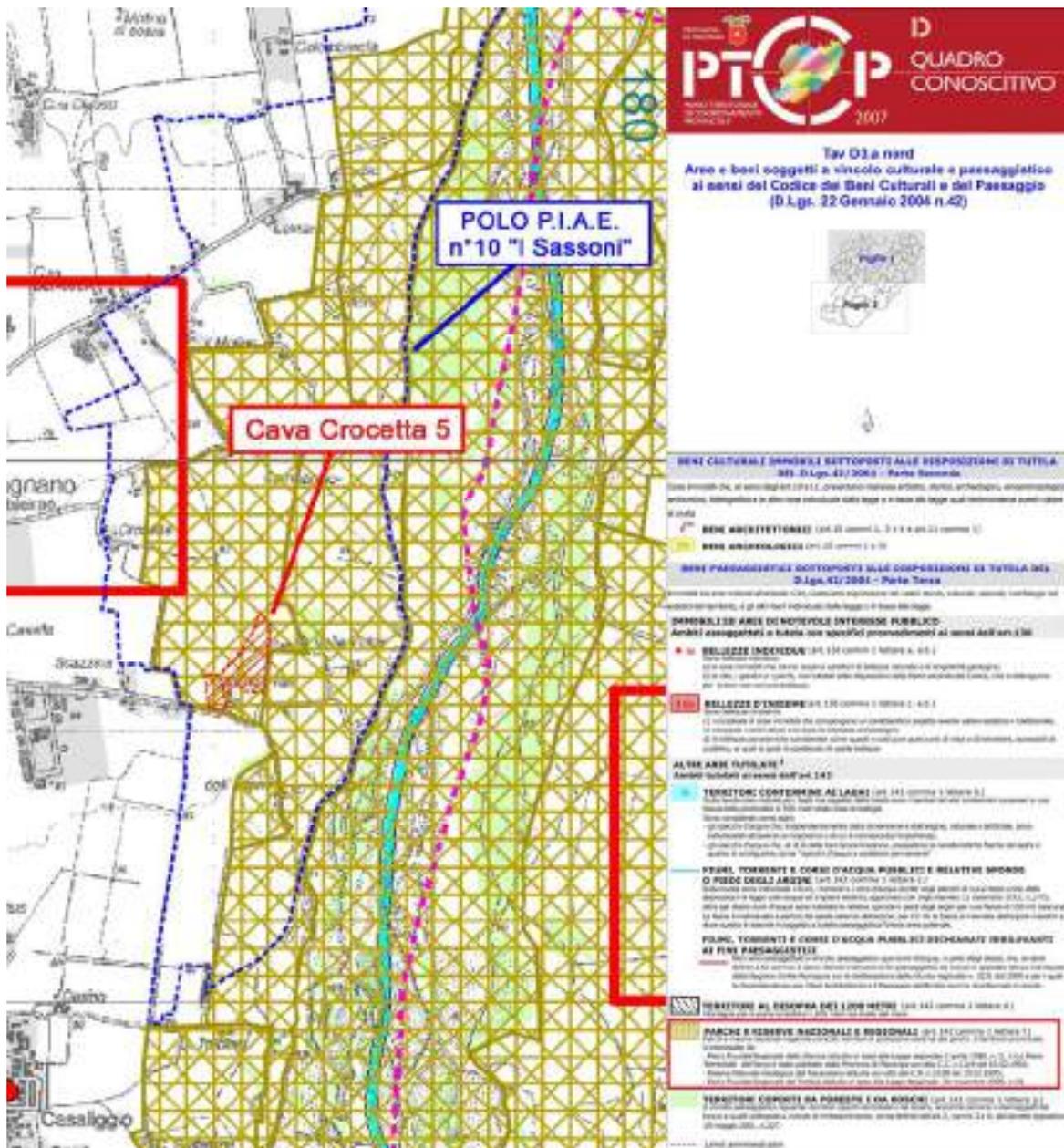


Fig. n°33: Stralcio TAV D3.A Nord a corredo del PTCP 2007

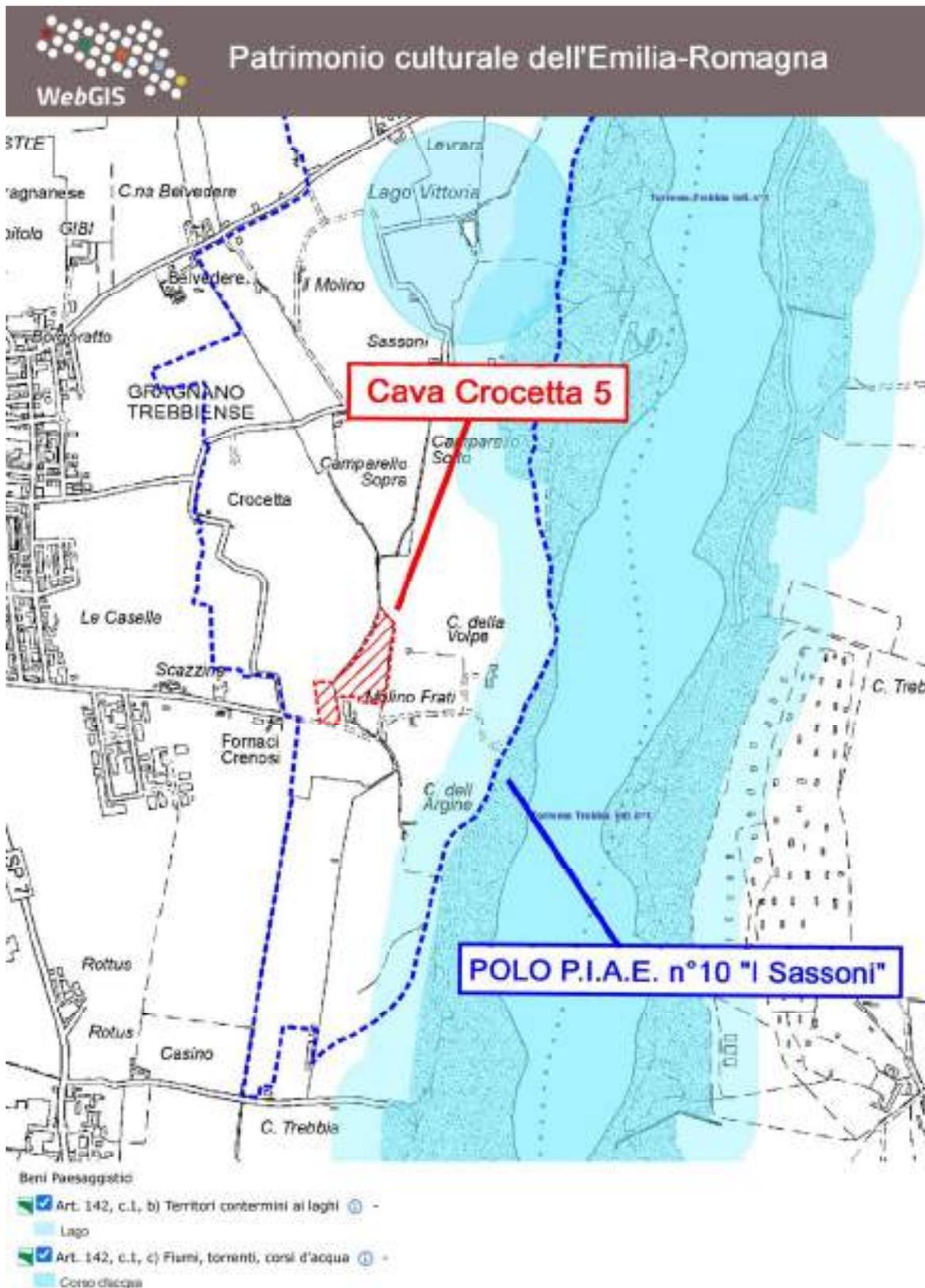


Fig. n°34: Stralcio dei contenuti del Webgis del "Patrimonio Culturale dell'Emilia-Romagna" per l'intorno indagato

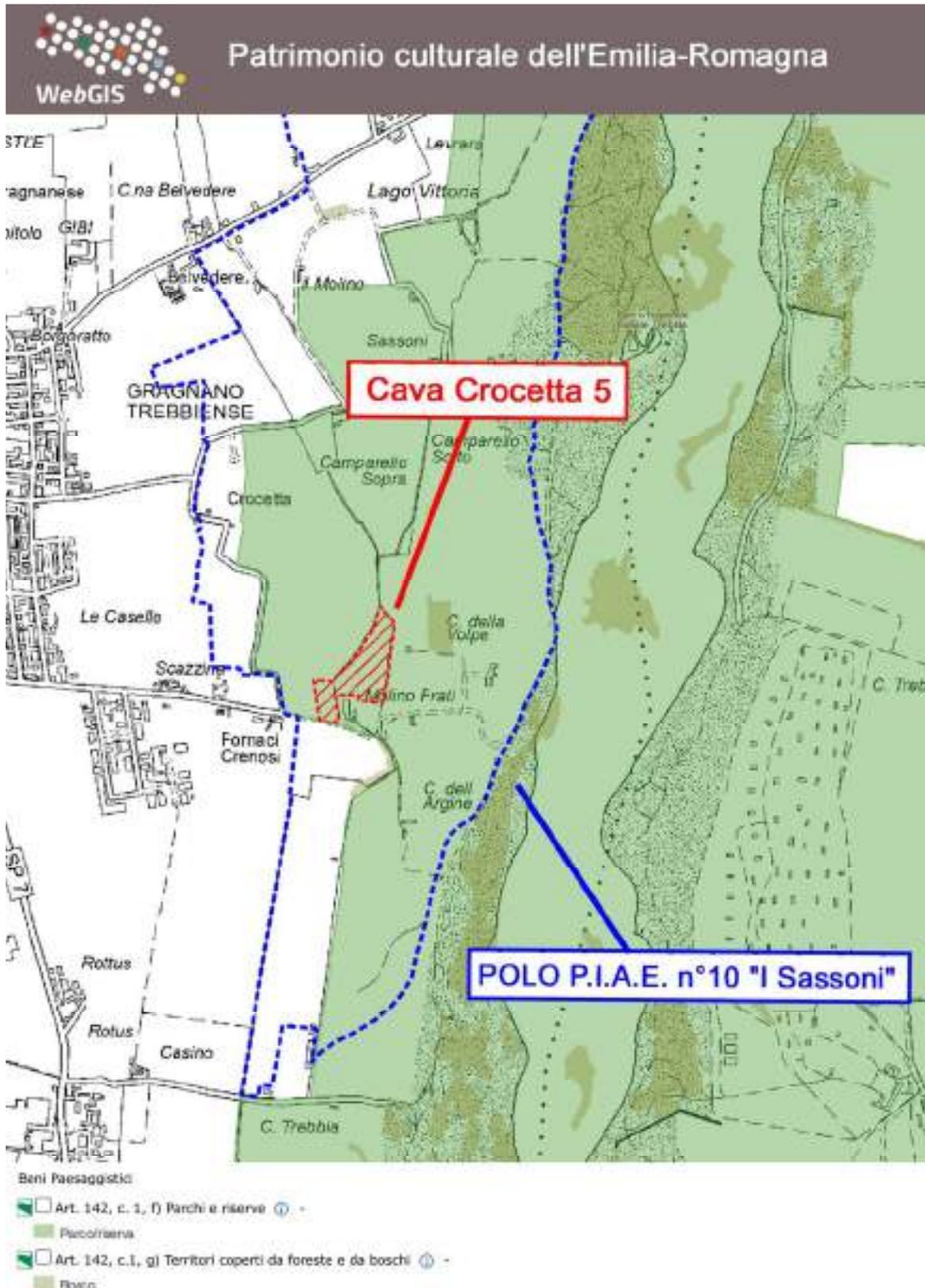


Fig. n°35: Stralcio dei contenuti del Webgis del "Patrimonio Culturale dell'Emilia-Romagna" per l'intorno indagato

## **DESCRIZIONE DEI RILEVAMENTI**

Al fine di avere un quadro preciso della situazione topografica della cava è stato eseguito nel mese di febbraio 2022 a cura del Geom. Stefano Bianchi un rilievo che si è esteso per un totale di circa 7 Ha.

I rilevamenti sono stati effettuati con l'ausilio di stazione totale robotizzata "Geomax zoom 90-1" di precisione angolare pari a 1 secondo centesimale e lineare di 1 mm e stazione GPS con ricevitore GNSS 555 canali (Geomax Zenith 35 Pro).

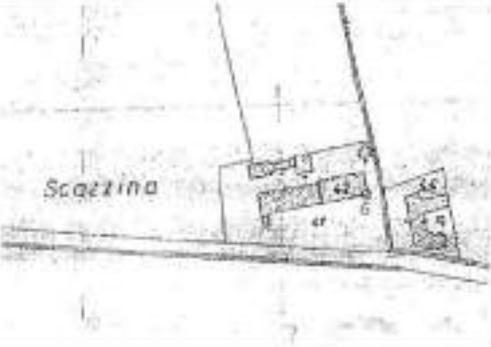
I rilievi, riferiti a punti fiduciali catastali di cui si forniscono le relative monografie, sono stati restituiti a scala 1:1.000 (vedi Tav. E05 - Rilievo quotato scala 1:1.000).

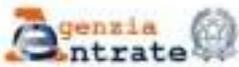


*Foto n°6: Particolare della strumentazione utilizzata per i rilievi topografici*

<b>Punto Fiduciale</b>		<b>02/0160/E132</b>	
 <b>Agenzia del Territorio</b>		 <b>Ufficio Provinciale di PIACENZA</b>	<b>Sportello di Comune di GRAGNANO TREBBIENSE</b>
<b>Comune:</b> GRAGNANO TREBBIENSE <b>Sezione:</b>		<b>Foglio:</b> 016 <b>Particella/e:</b> 17	<b>Allegato:</b> 0
Coordinate e quote	<b>Cassini-Soldner</b> X: -32908,684 Y: 5042,261 Origine: Affidabilità: 50	<b>Gauss-Broga</b> Nord: Est: Fuso:	<b>Quota e.l.m</b> 73,900 Affidabilità: 54
Riferimenti	<b>Planimetrico:</b> SPIGOLO D. FABBRICATO (LOG. IL MULINO) <b>Altimetrico:</b> QUOTA PUNTO A TERRA		
Fotografato o scatto prospettico			
Estratto di mappa			
Note	<b>Intuito:</b> 30-07-2012 <b>Verificato:</b> <b>Annullato:</b>		

<b>Punto Fiduciale</b>		<b>04/0160/E132</b>	
		Ufficio Provinciale di <b>PIACENZA</b>	Sportello di Comune di <b>GRAGNANO TREBBIENSE</b>
Comune: <b>GRAGNANO TREBBIENSE</b> Sezione:		Foglio: <b>015</b> Particella/e: <b>27</b>	Allegato: <b>0</b>
Coordinate e quota	Cassini-Soldner X: 33471,835 Y: 5890,393 Origine: Area (Età): 58	Gauss-Boaga Nord: Est: Fuso:	Quota s.l.m. 3339 Area (Età): 04
Riferimenti	Planimetrico: <b>SPIGOLO REC. FABBRICATO</b> Altimetrico: <b>QUOTA TERRENO ALLA BASE DELLO SPIGOLO</b>		
Fotografia a colori prospettica			
Estratto di mappa			
Data	Emitte: <b>17-01-2017</b> Verificato: Annullato:		

<b>Punto Fiduciale</b>		<b>06/0160/E132</b>		
 Agenzia del Territorio		Ufficio Provinciale di <b>PIACENZA</b>	Sportello di Comune di <b>GRAGNANO TREBBIENSE</b>	
Comune: <b>GRAGNANO TREBBIENSE</b> Sezione:	Foglio: <b>016</b> Particellare: <b>42</b>	Allegato: <b>0</b>		
Coordinate e quote	Cassini-Soldner	Gauss-Boaga	Quota s.l.m	UTM-WGS84
	X: <b>-34039,396</b>	Nord:	9999,000	Nord:
	Y: <b>5836,917</b>	Est:		Est:
	Origine:	Fuso:		Fuso:
	Attendibilità: <b>50</b>		Attendibilità: <b>54</b>	Q. elliss.:
Riferimenti	Planimetrico: <b>SPIGOLO S.E. FABBRICATO (LDC. SCAZZINA)</b>			
	Altimetrico: <b>PIANO MARCIAPIEDE</b>			
Fotografia e schizzo prospettico				
Estratto di mappa				
	Particellari			
Note	Istituto: <b>11-05-2010</b>			
	Verificato:			
	Annullato:			

<b>Punto Fiduciale</b>		<b>07/0160/E132</b>	
		Ufficio Provinciale di <b>PIACENZA</b>	
Sportello di Comune di <b>GRAGNANO TREBBIENSE</b>			
Comune: <b>GRAGNANO TREBBIENSE</b> Sezione:		Foglio: <b>016</b> Particella/e: <b>50</b>	Allegato: <b>0</b>
Coordinate e quote	Cassini-Soldner X: -34662 Y: 5665 Origine: Affidabilità: 12	Gauss-Boaga Nord: Est: Fuso:	Quota s.l.m. <b>998,056</b> UTM-WGS84 Nord: Est: Fuso: Q. elliss.:
Riferimenti	Planimetrico: <b>SPIGOLO S.E. FABBRICATO</b> Altimetrico: <b>MARCAPEDI</b>		
Fotografia e schizzo prospettico			
Estratto di mappa			
Particella			
Note	Istituto: <b>24-03-2015</b> Verificato: Annullato:		

## Calcolo del Cubaggio

Le modalità di coltivazione della cava "CROCETTA 5" fanno riferimento alle indicazioni tecniche ed alle prescrizioni contenute nelle N.T.A. della Variante P.A.E. 2021.

Il calcolo del cubaggio del materiale estraibile è stato effettuato sulla base del "Rilievo Quotato" Tav. P07 scala 1:1.000 eseguito dal Geom. Stefano Bianchi<sup>16</sup>.

L'area di pertinenza della cava risulta pari a 34.760 mq; la superficie utilizzabile ai fini dell'escavazione si riduce, al netto delle aree di rispetto non derogabili a mq 30.558.

Trattandosi di un'area sub-pianeggiante, prevedendo che l'escavazione raggiunga la profondità max di m 5,0 dal p.c. (utile 3.7 m), il volume di ghiaie utilizzabili, dedotto il materiale lasciato in posto al fine di attribuire un'inclinazione<sup>17</sup> di sicurezza alle scarpate di scavo, risulta pari a circa 91.050 metri cubi.

Da quanto sopra la resa del giacimento risulta quindi pari a 2.61 (mc/mq).

La metodologia utilizzata per il calcolo della volumetria estraibile si è basata sul Codice di calcolo "AUTOCAD Civil 3D" tramite la restituzione del modello tridimensionale a prismoidi<sup>18</sup> del terreno "*ante operam*" (*Digital Terrain Model*).

Considerate le modalità di scavo, è stato elaborato il modello tridimensionale la cui fusione con il precedente ha permesso di calcolare il volume totale dello scavo (vedi allegato).

A questo punto, in base agli spessori della coltre di copertura limosa che ricopre il banco di ghiaia è stato elaborato un ulteriore modello tridimensionale la cui fusione con il precedente ha permesso di calcolare le volumetrie utili estraibili.

La Tav. E07 - Piano di coltivazione planimetria scala 1:1.000 e la Tav. E08 - Piano di coltivazione sezioni scala 1:500 illustrano graficamente il programma di escavazione nelle sue fasi temporali (5 anni).

Il quantitativo medio annuo di materiale da estrarre è stimato in 18.200 mc circa; la direzione di scavo per la porzione a sud della pista privata di allontanamento del materiale estratto sarà da sud verso nord mentre per quella a nord da nord verso sud.

Di seguito viene riportata la scheda riassuntiva della cava con le principali caratteristiche in sintonia con le limitazioni di cui sopra.

---

<sup>16</sup> allegato al Progetto autorizzato

<sup>17</sup> 32°

<sup>18</sup> i punti quotati vengono uniti da segmenti a formare una rete continua di triangoli irregolari

Tab. n°8: Dati riassuntivi dell'intervento estrattivo

Superficie totale della cava (mq)	34.760
Aree di rispetto totali (mq)	15.917
Aree di rispetto non derogabili (mq)	4.202
Aree di rispetto da escavare in deroga all'art. 104 DPR 128/59 (mq)	11.715
Superficie di scavo utile (mq)	30.558
Profondità max scavo dal p.c. (m)	5
Spessore medio terreno agrario/copertura (m)	1.3
Spessore utile di scavo (m)	3.7
Volume totale dello scavo (mc)	131.040
Volume agrario/copertura da movimentare (mc)	39.990
Volume utile da asportare (mc)	91.050
Volumi materiali necessari per il recupero ambientale progettato	
Volume agrario/copertura esistente in loco (mc)	39.990
Volume di materiale di provenienza esterna per il recupero (mc)	91.050
Totale volume necessario per recuperi	131.040

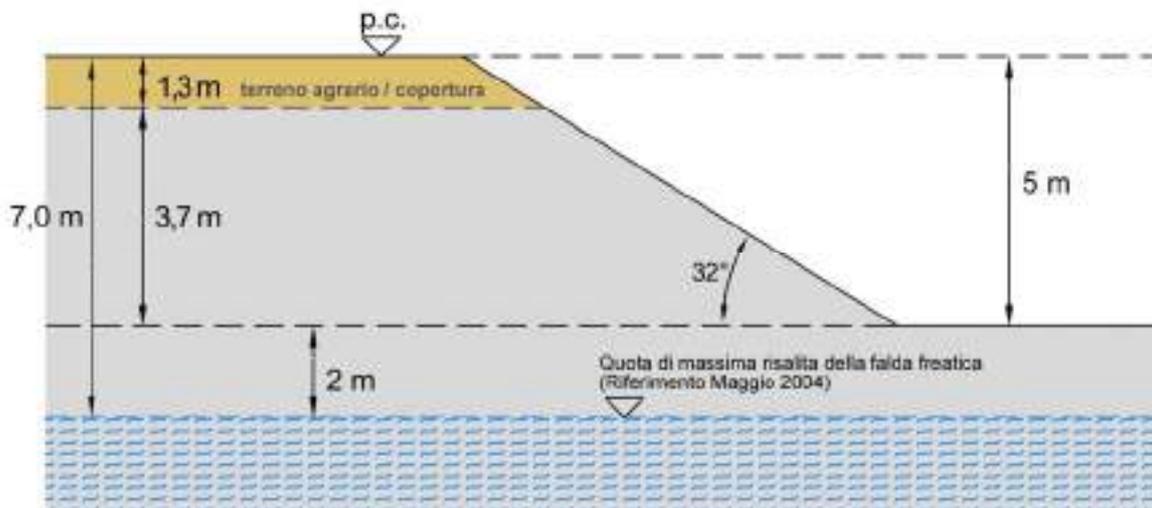
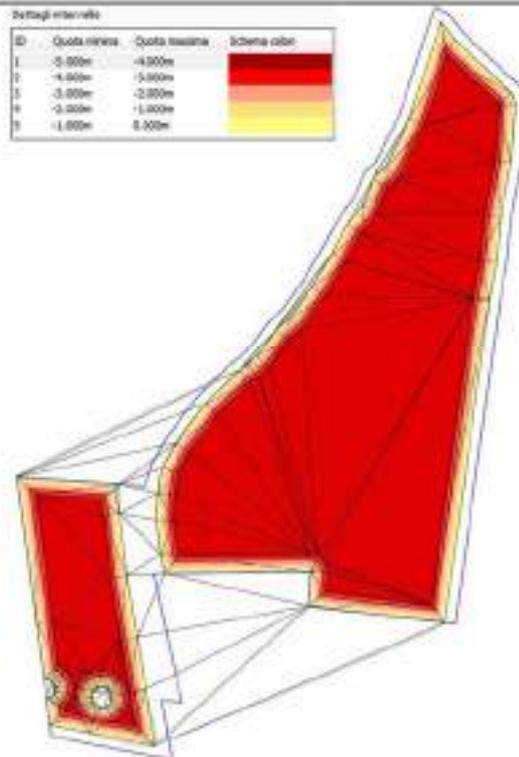


Fig. n°36: Geometria dello scavo

### Schema di calcolo volume totale dello scavo



### Schema di calcolo volume utile estraibile

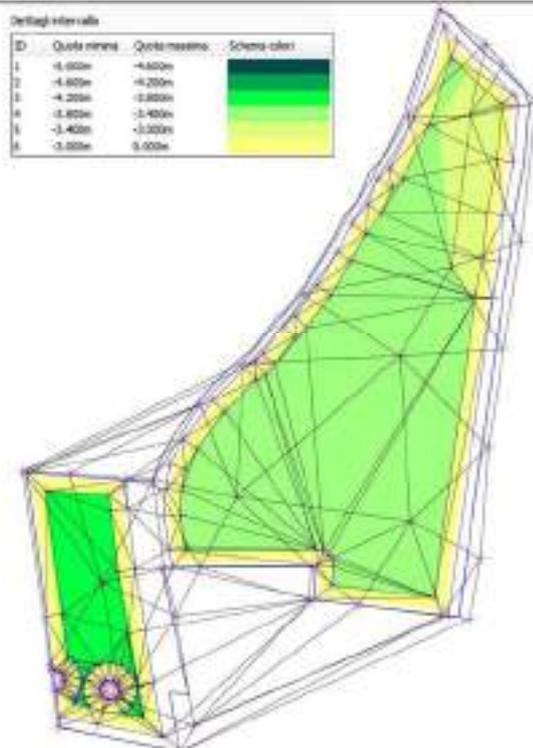


Fig. n°37: Modello tridimensionale elaborato per il calcolo delle volumetrie totali di scavo

## Modalità di coltivazione e profondità di scavo

La profondità massima di scavo progettuale per la cava è fissata in 5 mt dall'attuale piano di campagna per la quale è assolta la prescrizione di cui all'art. n. 18 delle NTA della Variante P.A.E. 2021 vigente.

In pratica le modalità di coltivazione saranno le seguenti:

1. conformemente alle Norme di Polizia Mineraria, il fronte in escavazione verrà dotato di idonea recinzione e munito di appositi cartelli indicatori; sarebbe opportuno che per tali operazioni venisse scartata la possibilità di utilizzo di reti in PVC colorate, che, oltre a male inserirsi nel contesto paesaggistico dei luoghi, risultano poco permeabili alla fauna selvatica. E' da preferirsi l'utilizzo di fili di acciaio con sostegni in legno/metallo.
2. si procederà preliminarmente all'asportazione dello strato di agrario con utilizzo prioritario del materiale di risulta per la realizzazione delle barriere antirumore e polveri, lungo il confine meridionale del comparto, ed il rimanente sarà accumulato in altre aree disponibili, separatamente da materiali sterili, al fine di un'idonea conservazione<sup>19</sup>;
3. l'escavazione procederà fino alla profondità dal p.c. prevista dal presente progetto (5,0 m dall'attuale p.c) prevedendo splateamenti di circa 2,5m di altezza;
4. la coltivazione della superficie destinata al 3° anno non sarà iniziata senza aver ultimato il recupero di quella escavata durante il 1° anno ed iniziato il recupero di quella relativa al 2° anno;
5. nel corso dell'escavazione al fronte attivo di avanzamento potrà essere conferita una pendenza massima di 50°; tale pendenza è da considerarsi di sicurezza per solo detto fronte in attività.
6. nel corso dell'escavazione ai fronti temporaneamente abbandonati o perimetrali all'area di intervento dovrà essere conferita una pendenza non superiore a 32°.
7. prima dell'inizio dell'asportazione del terreno agrario di ogni singolo lotto d'intervento, dovrà essere realizzato lungo il confine di "monte" dell'area di scavo un fosso di guardia (di dimensioni pari a circa 60 cm x 60 cm) al fine di evitare che acque di origine agricola possano, riversandosi nelle aree di

---

<sup>19</sup> Per quanto concerne la conservazione e ristesa del terreno agrario si fa riferimento all'art. Art. 23 "Disposizioni generali per la sistemazione finale" delle NTA della Variante PAE 2021

effettivo scavo, infiltrarsi facilmente nel sottosuolo e raggiungere la falda freatica.

### **Barriere antirumore e/o accumuli temporanei di terreno agrario**

La distanza a cui saranno spinti gli scavi dai fabbricati di Molino dei Frati, per altro dei concedenti il diritto di scavo, rende necessario prima dell'inizio dell'intervento vero e proprio, che venga realizzato lo stoccaggio degli sterili e del terreno agrario lungo il confine meridionale del comparto estrattivo. Tale barriera consentirà di limitare la diffusione di polveri e rumore verso tale nucleo abitato. L'ubicazione di dette opere è individuato sulla TAV. E05 "Rilievo Quotato" - Scala 1:1.000. Vista la natura del materiale costituente tali accumuli è presumibile che in brevissimo tempo le loro superfici risulteranno inerbiti anche senza l'ausilio di particolari tecniche di rinverdimento, minimizzando quindi anche la propagazione delle polveri e dei rumori.

### **Aree di rispetto ai sensi del DPR 128/59**

Il sub comparto Q3 è delimitato lungo il suo confine meridionale dalla strada comunale dei Grevisi dal cui ciglio è stata prevista una distanza di 20m derogabile, ai sensi del DPR 128/59, a 5m; sempre nella porzione meridionale, a poche decine di metri dalla summenzionata strada comunale, è presente il tracciato, aereo, di linea telefonica dai cui sostegni (in legno) dovrà essere mantenuta un'area di rispetto pari a 20m anch'essa derogabile a 5.

Lungo il confine orientale ed occidentale l'area è delimitata rispettivamente dai tracciati del Rio Tre Rivi e Vescovo, corsi d'acqua appartenenti alla rete primaria di distribuzione del Consorzio di Piacenza; da dette opere idrauliche è stata prevista un'area di rispetto pari a 20 metri derogabile a 5m.

Il PAE, riprendendo il tracciato dalla cartografia a corredo del PSC, ha individuato una linea acquedottistica che interferirebbe con l'area di intervento immediatamente a nord di Molino Frati; a seguito di notizie avute dall'ufficio tecnico comunale detta condotta è stata recentemente spostata lungo la strada comunale dei Crevisi.

### **Indicazione dell'utilizzo previsto del materiale estratto**

I materiali naturali ricavati troveranno il loro impiego principalmente nella produzione di calcestruzzi, conglomerati bituminosi. Trattasi infatti di inerti ad elevata qualità che date le loro caratteristiche meccaniche sono idonei ad usi pregiati.

## **Azioni di cantiere e di esercizio**

### **Descrizione dei Programmi di Cantiere**

Le ditte esercenti le cave tendono di solito ad ubicare e dimensionare i cantieri in riferimento alla volumetria del materiale da escavare, alla richiesta di materiale, alle attrezzature necessarie per l'estrazione ed al personale addetto, il tutto seguendo un profilo sia funzionale che economico.

Innanzitutto si fa rilevare che trattasi di cantiere impostato all'estrema semplicità in quanto il materiale sarà spedito come tout venant all'Impianto di trattamento e selezione inerti di proprietà sito in loc. Molino Nuovo comune di Gazzola. Non sono previste costruzioni per ricovero macchine ed attrezzature.

### MEZZI UTILIZZATI IN CANTIERE

I cantieri saranno dotati di:

a) Macchine operatrici

N°1 Escavatore idraulico,

N°1 trattore cingolato

N° 1 Autobotte per innaffio antipolvere:

N° 1 Fuoristrada 4 x 4 utilizzato per gli spostamenti all'interno dell'area di cantiere.

N°1 cisterna per rifornimento carburante montata su camioncino (mobile) omologata.

b) Automezzi per il trasporto del materiale estratto

### PERSONALE

Il personale impiegato nel cantiere sarà presumibilmente di N° 2 unità ed il sorvegliante dotato di telefono cellulare; l'orario di lavoro sarà di 10 ore al giorno per circa 200/220 giorni all'anno. Il personale addetto raggiungerà il cantiere con autoveicoli propri. Tutti i mezzi saranno muniti di radio ricetrasmittente, estintore e cassetta medica di primo soccorso. Il cantiere sarà munito della segnaletica prevista dalla vigente normativa, mentre l'area di escavazione verrà recintata, come richiesto dall'art. n°23 delle NTA del P.A.E. Il cantiere sarà dotato di box prefabbricati adibiti a spogliatoio, servizi igienici di tipo chimico e cassetta medica.

### MANUTENZIONI

La manutenzione ordinaria dei mezzi avverrà all'interno del cantiere. Per manutenzione ordinaria si intendono operazioni di controllo e verifica eseguite dall'operatore stesso, che consentano di tenere in condizioni di efficienza operativa il mezzo. Essa sarà organizzata secondo i criteri predittivi consigliati dalle varie

case costruttrici. Tali operazioni saranno oggetto di procedure che prevedono anche l'istituzione di apposito registro di annotazione per singola macchina. Per contro le manutenzioni straordinarie saranno affidate agli stessi fornitori delle macchine o comunque a personale qualificato esterno e saranno eseguite presso le sede della azienda esercente la cava. La competenza e l'idoneità dei fornitori, che offriranno le prestazioni specialistiche di cui sopra, saranno accertate e documentate preventivamente ed attestate dalla compilazione di schede predisposte allo scopo.



Foto n°7: Particolare dei servizi igienici normalmente utilizzati nei cantieri edili

## Stabilità Fronti di Scavo

Le verifiche analitiche sono state svolte col metodo dell'equilibrio limite ed in particolare applicando le formule proposte da Fellenius, Bishop (semplificato) e Jambu (semplificato) a reticolo di centri.

Le procedure di analisi di stabilità di seguito proposte consistono nella stima di un coefficiente di sicurezza alla traslazione e/o alla rotazione del volume di materiale compreso fra la scarpata di scavo ed una superficie di taglio potenziale imposta.

Il calcolo prende in considerazione tutte le forze e/o i momenti agenti lungo questo piano di taglio, fornendo una valutazione della stabilità della scarpata attraverso le equazioni d'equilibrio fornite dalla statica.

Il coefficiente di sicurezza globale del pendio/scarpata viene calcolato attraverso il rapporto fra la resistenza di taglio massima disponibile lungo la superficie di rottura e gli sforzi tangenziali mobilitati lungo tale piano:

### Metodo di Fellenius.

Con il metodo di Fellenius si pone la condizione che le forze agenti sulle superfici di separazione dei conci (forze di interstriscia) siano trascurabili.

E' un metodo basato sull'equilibrio dei momenti agenti.

$$N_j = W_{\text{concio}(i)} \cos \alpha_j;$$

dove

$W_{\text{concio}(i)}$  = peso del volume di terra compreso nel concio i-esimo;

$\alpha_j$  = inclinazione della base del concio i-esimo;

$N_j$  = componente normale alla base del concio di  $W_{\text{concio}(i)}$ .

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro della superficie circolare di scivolamento potenziale del pendio nonché il contributo dovuto alla presenza di falda idrica, si può scrivere:

$$F_{sic} = \sum C_j L_{\text{concio}(i)} + (N_j - h_{\text{falda}(i)} L_{\text{concio}(i)}) \text{tg } \varphi_j / \sum W_{\text{concio}(i)} \text{ sen } \alpha_j;$$

in cui:

$h_{\text{falda}(i)}$  = altezza della falda rispetto alla base del concio i-esimo;

Il metodo di Fellenius conduce generalmente a sottostime di FS rispetto a metodi più rigorosi, soprattutto in terreni coesivi e/o sovra-consolidati e per superfici profonde; l'errore è comunque sempre in favore della sicurezza.

### **Metodo Bishop (semplificato).**

Con il metodo di Bishop semplificato si pone la condizione che le forze verticali agenti sulle superfici di separazione dei conci siano trascurabili. Di conseguenza i conci interagiscono fra di loro solo attraverso forze orientate lungo l'orizzontale; anche questo è un metodo basato sull'equilibrio dei momenti agenti. Viene supposto che la superficie potenziale di scivolamento sia circolare. La resistenza al taglio massima disponibile lungo la superficie potenziale di rottura e' data, per singolo concio da:

$$T_{i \max} = X_i / (1 + Y_i / F_S);$$

dove

$$X_i = (c + (g \times h - g_W \times h_W) \times \operatorname{tg} \varphi) \times dx / \cos \alpha$$

$g_W$  = peso di volume dell'acqua;

$h_W$  = altezza dell'acqua sulla base del concio;

$dx$  = lunghezza del concio lungo l'orizzontale;

$\alpha$  = inclinazione del concio sull'orizzontale.

$$Y_i = \operatorname{tg} \alpha \times \operatorname{tg} \varphi$$

### **Metodo Janbu (semplificato).**

Con il metodo di Janbu semplificato si pone la condizione che le forze verticali agenti sulle superfici di separazione dei conci siano trascurabili; i singoli conci interagiscono fra di loro quindi solo attraverso forze orientate lungo l'orizzontale.

Questo metodo, a differenza di quello di Bishop, consente di verificare superfici potenziali di scivolamento di forma qualsiasi.

La resistenza al taglio massima disponibile lungo la superficie potenziale di rottura e' data, per ogni singolo concio, da:

$$T_{i \max} = X_i / (1 + Y_i / F_S);$$

dove

$$X_i = [c + (g \times h - g_W \times h_W) \times \operatorname{tg} \varphi] \times [1 + (\operatorname{tg} \varphi)^2] \times dx$$

$g_W$  = peso di volume dell'acqua;

$h_W$  = altezza dell'acqua sulla base del concio;

$dx$  = lunghezza del concio lungo l'orizzontale;

$\alpha$  = inclinazione del concio sull'orizzontale.

$$Y_i = \operatorname{tg} \alpha \times \operatorname{tg} \varphi$$

La resistenza al taglio mobilitabile lungo il piano di taglio e' per ogni concio data da:

$$T_{i \text{ mob}} = Z_i$$

Dove

$$Z_i = g \times h \times dx \times \text{tg } \alpha$$

Il coefficiente di sicurezza del pendio viene espresso come segue:

$$F_s = \sum(i=1-n)T_{i \text{ max}} / \sum(i=1-n)T_{i \text{ mob}}$$

### **DM 17 gennaio 2018**

In base alle Nuove Norme Tecniche sulle costruzioni", di cui al D.M.17 gennaio 2018, la verifica di sicurezza di un profilo o fronte di scavo (cfr. paragr. 6.8. pag. 201 del D.M. citato); il progetto deve definire un profilo di scavo tale che risultino rispettate le prescrizioni di cui al § 6.2.4 e la verifica di sicurezza deve essere condotta con modalità analoga a quella indicata per i manufatti di materiali sciolti.

Il progetto deve tener conto dell'esistenza di eventuali sovraccarichi in prossimità dello scavo e deve esaminare l'influenza dello scavo sul regime delle acque superficiali; inoltre le azioni dovute al terreno, all'acqua e ai sovraccarichi, anche transitori, devono essere tenute in debito conto in modo da pervenire alle condizioni più sfavorevoli.

Le verifiche infine, devono essere condotte nei confronti degli stati limite ultimi (ed in particolare allo stato limite di salvaguardia della vita SLV) e devono essere effettuate secondo l'Approccio 1, Combinazione 2: (A2 + M2 + R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

### **Sollecitazioni sismiche.**

Al fine di considerare l'influenza delle sollecitazioni sismiche sulla stabilità delle scarpate si è utilizzato il metodo pseudostatico che ipotizza l'azione di un sisma come un sistema di forze sul pendio di intensità e verso costante per tutta la durata dell'evento sismico. Questo metodo presenta il vantaggio di essere di facile applicazione in quanto gli unici dati richiesti in questo caso sono l'accelerazione sismica massima orizzontale

Come meglio descritto nel Capitolo 2.2.6 "Caratterizzazione sismica dell'area" a corredo le Quadro di riferimento Ambientale, l'accelerazione orizzontale massima al suolo sulla verticale della cava in esame per lo stato limite SLV è stata valutata pari a:

$$a_{\text{max}} = ag \times S = 0,084 \times 1,2 = 0,100 \text{ g}$$

Ciò premesso la quantificazione dell'effetto di un sisma sulla stabilità di una scarpata o di un versante viene effettuata supponendo che, durante l'intervallo di tempo in cui si ha la manifestazione dell'evento sismico, su ogni singolo concio

venga applicata una forza orizzontale, applicata al baricentro del concio e diretta verso l'esterno, di modulo uguale a:

$$F_{sisma} = k_c W_i$$

dove

$k_c$  = coefficiente sismico dato da  $0,5 A_{go} S$  ;

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

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

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

$$F_s = \frac{Forze_{stab}}{Forze_{instab} + \sum F_{sisma} \cos \alpha_i + \sum 0.5 F_{sisma} \sin \alpha_i}$$

Il coefficiente di sicurezza del pendio viene espresso come segue:

$$F_s = \sum(i=1-n) T_j \max / \sum(i=1-n) T_j \text{mob}$$

### Comportamento meccanico delle litologie individuate e parametri geotecnici utilizzati.

TERRENO VEGETALE E ALLA COLTRE LIMOSA DI COPERTURA (medio 1,3 m):

- Comportamento meccanico: coesivo
- Peso di volume naturale sopra falda:  $\gamma = 1,9$  tonn/mc
- Coesione non drenata  $C_u = 0,1$  Kg/cm<sup>2</sup>
- Modulo Edometrico  $E_{ed} = 34$  kg/cm<sup>2</sup>
- Velocità di propagazione delle onde trasversali  $V_s \approx 140$  m/s

SOTTOSUOLO INCOERENTE GHIAIOSO

- Comportamento meccanico: incoerente
- Peso di volume naturale sopra falda:  $\gamma = 1,9$  tonn/mc
- Densità relativa  $D_r \approx 70\%$
- Angolo di Attrito di picco  $\phi_p \geq 44^\circ$
- Angolo di Attrito residuo  $\phi_r \geq 32,4^\circ$
- Coesione  $C = 0$
- Coesione apparente<sup>20</sup>  $C' = 0,2$  Kg/cm<sup>2</sup>
- Velocità di propagazione onde trasv.  $V_s \approx 300$  m/s

<sup>20</sup> L'umidità naturale contenuta in un deposito incoerente è definita "umidità di contatto"; la tensione superficiale che si genera spinge i granuli gli uni contro gli altri con una forza  $P$  nota come "pressione di contatto". L'aderenza prodotta da tale pressione fa sì che i materiali costituenti il deposito incoerente sembrino dotati di una certa coesione definita "apparente". Detta coesione non appena l'ammasso viene saturato o subisce essiccazione si annulla. L'effetto meccanico di questo fenomeno dipende dalla densità relativa del deposito; se questa è alta la coesione apparente è tale da conferire all'ammasso una resistenza di taglio tale per cui le scarpate possono, sul breve termine, mantenersi in condizioni di equilibrio anche con elevati angoli di scarpa (vedi "Terzaghi Peck" – Geotecnica UTET 1979).

### Verifiche stabilità dei fronti profilati a 32° (temporaneamente abbandonati/perimetrali all'area di scavo)

Sulla base dei criteri e dei parametri sopraindicati sono state predisposte le sezioni e i relativi calcoli così come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

A commento dei risultati ottenuti si può osservare come il coefficiente di sicurezza risulti, per tutte le sezioni verificate, ben al di sopra del minimo richiesto dalla sopraccitata normativa ( $F_s \geq 1,1$ ).

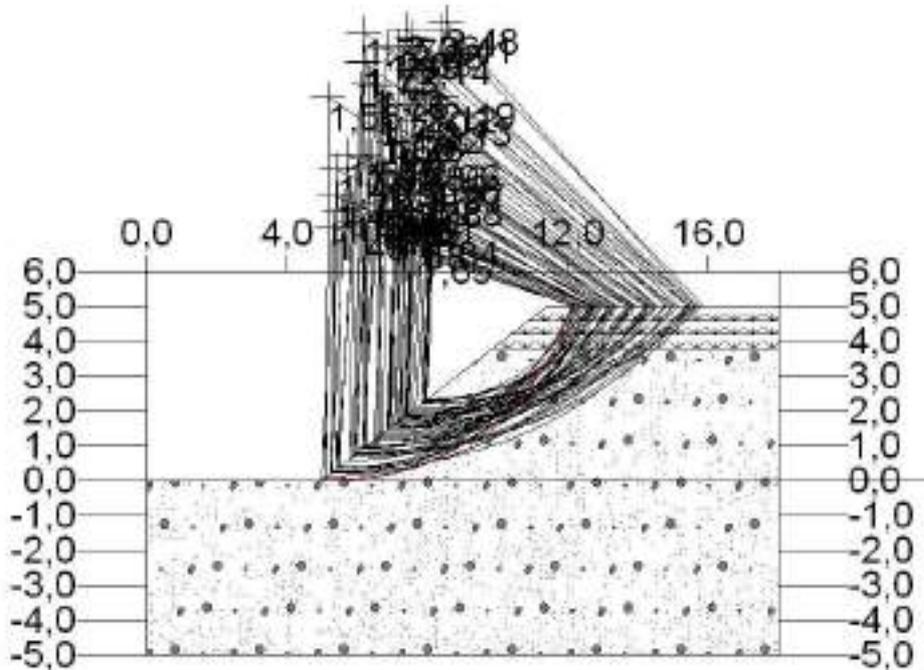


Fig. n°38: Superfici di scivolamento calcolate con angolo di scarpa fronte pari a 32°

Caratteristiche della superficie critica.

Metodo di calcolo:	Bishop
Normativa di riferimento	D.M.17/1/18
Approccio	1
Combinazione 2	A2+M2+R2
Superfici di taglio considerate	50
Coef. di sicurezza minimo:	1,35
Numero conci:	10
Acc.sismica orizzontale (g):	0,100
Acc.sismica verticale (g):	0,05

### Parametri geometrici della superficie critica.

Conci	Lungh.(m)	In.base(°)	Volume(mc)
1	0.72	0.4	0.202
2	0.73	6.1	0.579
3	0.74	11.9	0.903
4	0.76	17.8	1.172
5	0.79	23.9	1.38
6	0.84	30.3	1.52
7	0.9	37.1	1.578
8	1.02	44.7	1.53
9	1.21	53.5	1.297
10	1.71	65	0.559

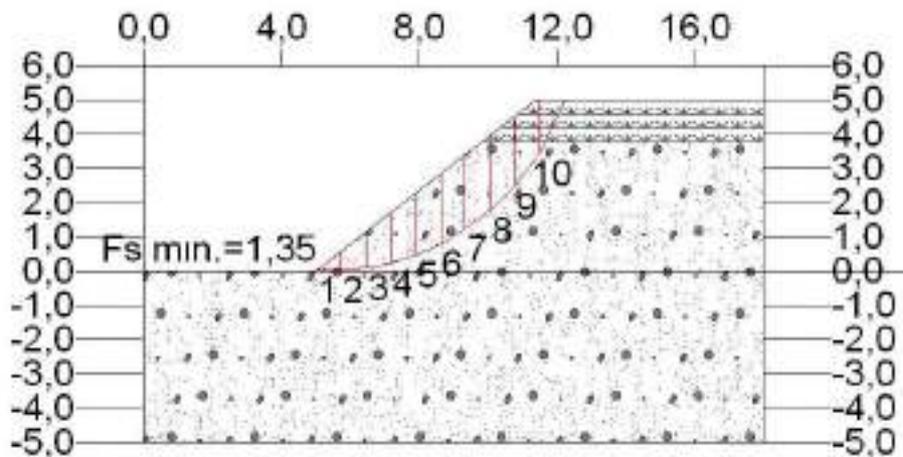


Fig. n°17: Superficie di scivolamento critica emersa dal calcolo

### Verifiche stabilità dei fronti di scavo in fase di esercizio (breve termine).

Considerando le modalità di scavo che prevedono la realizzazione di splateamenti di max 2,5 metri di altezza, al fine di individuare la pendenza da conferire al solo fronte di scavo attivo, di seguito si sono eseguite verifiche di stabilità incrementando progressivamente l'angolo di scarpa del gradone e considerando la presenza di un sovraccarico, posizionato sul ciglio superiore del fronte attivo, esemplificativo della presenza di un escavatore<sup>21</sup> di 23.000 Kg; ai fini della sicurezza è stata altresì considerata la fase di carico in cui il contrappeso fosse rivolto verso l'esterno<sup>22</sup>.

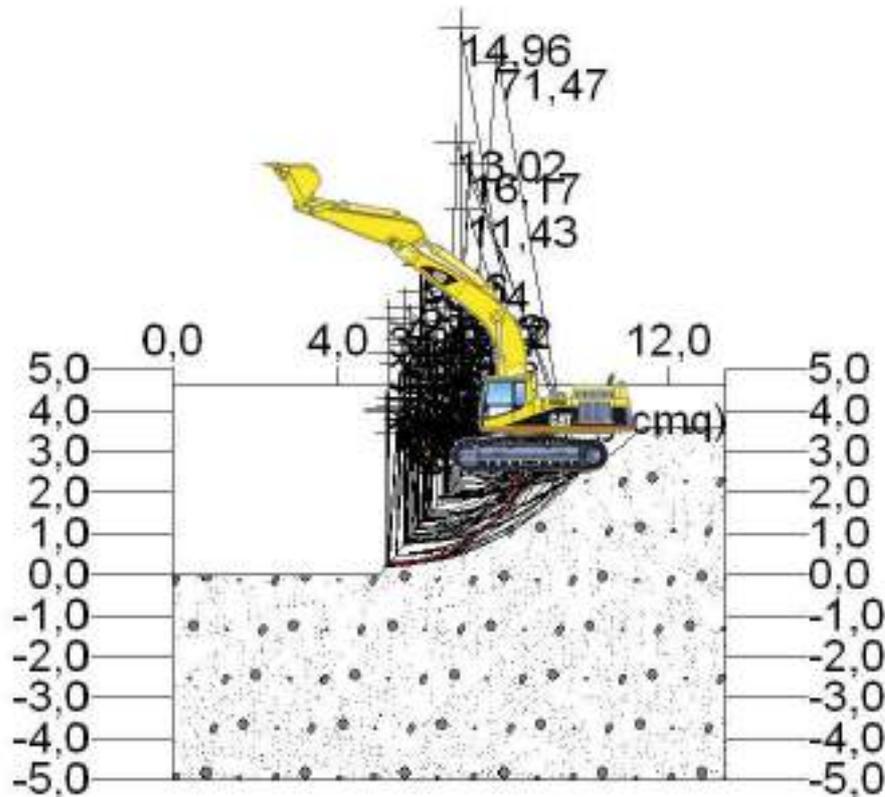


Fig. n°39: Superfici di scivolamento verificate

Solo sul breve termine i fronti di scavo attivi, a seguito delle verifiche effettuate, potranno quindi conservarsi stabili anche con scarpate di max 50° purchè in assenza di infiltrazioni idriche o quant'altro che possa compromettere le caratteristiche geotecniche dei materiali.

<sup>21</sup> tipo Cat 323 Hp140

<sup>22</sup> tutto il carico gravante su un unico cingolo e quindi considerando un'impronta dimezzata

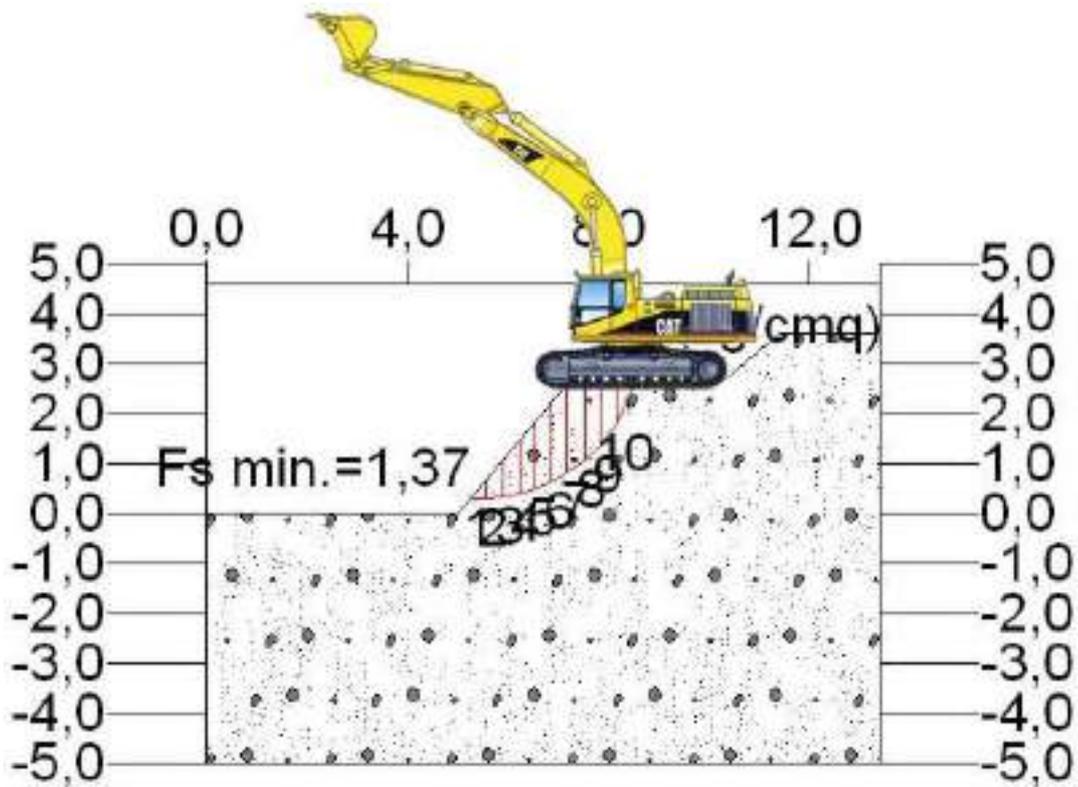


Fig. n°40: Superficie critica emersa dal calcolo

Caratteristiche della superficie critica.

Metodo di calcolo:	Jambu sempl.
Normativa di riferimento	D.M.11/3/88
Superfici di taglio considerate	50
Coef. di sicurezza minimo:	1.37
Numero conci:	10
Acc.sismica orizzontale(g):	0.100
Acc.sismica verticale(g):	0,05

Parametri geometrici della superficie critica.

Conci	Lungh.(m)	In.base(°)	Volume(mc)
1	0.32	-0.5	0.062
2	0.32	5.3	0.182
3	0.33	11.1	0.291
4	0.34	17.1	0.389
5	0.35	23.3	0.474
6	0.37	29.8	0.529
7	0.40	36.8	0.505
8	0.45	44.4	0.415
9	0.54	53.3	0.294
10	0.77	65.1	0.112

## Trasporto del materiale estratto

La favorevole ubicazione della futura cava nei confronti della strada camionale lungo Trebbia permetterà di limitare al massimo l'impatto ambientale generato dal traffico veicolare indotto sulla viabilità comunale.

Sarà utilizzata la medesima una pista temporanea attualmente utilizzata per allontanare il materiale estratto dalla limitrofa cava Crocetta 4.

Detta viabilità di servizio<sup>23</sup> permette di raggiungere agevolmente la "pista lungo Trebbia", attraverso la ex cava "Cà della Volpe" ed un tratto di circa 250 m di comunale dei Crevosi. L'allegato grafico E01 - Inquadramento territoriale scala 1:10.000 meglio inquadra l'ambito estrattivo nel contesto viario esistente. Trattasi di un'ampia pista camionabile, posta in sinistra idrografica del F. Trebbia, predisposta ed utilizzata da parecchi decenni, dalle ditte estrattrici di inerti, le quali provvedono anche alla sua manutenzione. La ditta Edilstrade Frantumati è aderente al "Consorzio GST" che detiene la Concessione (n°4183 del 27/10/2016 in fase di rinnovo) per l'utilizzo del tratto di pista demaniale in questione.

Gli automezzi procedendo verso sud, dopo circa 3,3 km raggiungeranno il cantiere di selezione inerti Edilstrade-Frantumati s.n.c. ubicato in Loc. Molino Nuovo (Comune di Gazzola).



Foto n°8: Particolare del tratto di pista mantenuta dalla Edilstrade frantumati snc

---

<sup>23</sup> realizzata su proprietà privata

## Recupero morfologico

Il recupero dei luoghi è previsto a mezzo ritombamento totale delle depressioni di risulta dall'escavazione. I materiali da utilizzarsi per il recupero morfologico dovranno essere naturali provenienti da scavi, sbancamenti, cave di prestito, MPS, End & Waste o comunque materiali idonei ai sensi del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 s.m.i.. In attuazione dell'art. 45 delle NTA del PTA (approvato con Delib. N°40 dell'Assemblea Legislativa il 21/12/2005) il materiale utilizzato per i riempimenti dovrà in ogni modo rispettare i limiti di cui alla colonna A dell'Allegato 5 parte integrante del D.Lgs 152/2006 così come modificato dal D.Lgs 4/2008 e D.Lgs 128/2010.

## Recupero naturalistico

(vedi Tav. E09 - Recupero ambientale planimetria scala 1:1.000)

La destinazione finale dell'area sarà agricola con implementazione delle "siepi in ambito agricolo"; la cava risulta esterno alla "Fascia tampona" del F. Trebbia ma interno al Parco Regionale Fluviale del Trebbia e conseguentemente la progettazione ha seguito quanto previsto dal Criterio 5 di cui all'Allegato 6.1 del PIAE. In base a quanto prescritto dalle NTA del PAE le superfici minime oggetto di recupero naturalistico devono ammontare a mq 7.639 (25% dell'area di effettivo scavo) di cui il 6% (1.833 mq) sono necessariamente da realizzarsi entro il perimetro della cava. La restante parte (19%) potrebbe essere delocalizzata seguendo i dettami di cui all'art. 23 comma 6 e 13 delle NTA della Variante PAE 2021.

Tab. n°9: Superficie di recupero naturalistico prevista dalla Variante PAE 2021

	Superficie totale oggetto di scavo	Aree totali recupero naturalistico (25%)	Recuperi minimi in cava (6%)	Recuperi di possibile delocalizzazione/monetizzazione (19%)
	(mq)	(mq)	(mq)	(mq)
Sub comparto Q3	30.558	7.639	1.833	5.806

Il progettato recupero naturalistico (siepi arboreo arbustive + un piccolo boschetto mesofilo nella porzione settentrionale del comparto) prevede il 6% degli interventi (mq 1.833) all'interno del perimetro della cava mentre la restante parte (19% = 5.806 mq) da delocalizzare/monetizzare.

La siepe borderà il confine sud orientale della cava e il tratto in fregio alla comunale dei Crevosi per una lunghezza complessiva di 225 ml. Il modulo che verrà utilizzato è rispondente ai dettami dell'Allegato 6.10 fig. n°10 del PIAE 2011.

- Modulo: 1 fila arbusti, 1 fila di alberi, 1 fila di arbusti
- Ampiezza trasversale: 6 m

- Sesto di impianto: arbusti distanti sulla fila m 2 e alberi distanti sulla fila m 5.
- Densità di investimento: ogni 10 metri di siepe 2 alberi e 10 arbusti

L'ingombro laterale della siepe così progettata sarà mediamente di m 6 per una superficie totale di 1350 mq; la sua altezza, una volta che le piante avranno raggiunto la fase di maturità, sarà di circa m 12 -15.

Tab. n°10 – specie arboree da impiegare per la realizzazione della siepe arboreo arbustiva in accordo con quanto indicato dall'allegato 6.1 del PIAE 2011

			Numero Esemplari
<b>Alberi</b>	Roverella ( <i>Quercus pubescens</i> )	25%	17
	Acer ( <i>Acer camperstre</i> )	25%	17
	Orniello ( <i>Fraxinus ornus</i> )	25%	17
	Olmo ( <i>Ulmus minor</i> )	25%	19
Totale			70

Tab. n°11 – specie arbustive da impiegare per la realizzazione della siepe arboreo arbustiva in accordo con quanto indicato dall'allegato 6.1 del PIAE 2011

			Numero Esemplari
<b>Arbusti</b>	Nocciolo ( <i>Corylus avellana</i> )	25%	84
	Sanguinello ( <i>Cornus sanguinea</i> )	25%	84
	Viburno ( <i>Viburnum lantana</i> )	25%	84
	Frangola ( <i>Frangula alnus</i> )	25%	84
Totale			336

Al fine di raggiungere la superficie minima prevista dal PAE è stato progettato l'impianto di un piccolo nucleo boscato mesofilo di 483 mq nella porzione settentrionale del comparto. Per la costituzione di tali impianti saranno messe a dimora specie che garantiscano fioriture e fruttificazioni in periodi diversi dell'anno al fine di assicurare una prolungata disponibilità di cibo ad insetti, uccelli e mammiferi. Tipologia di impianto naturalistico: cenosi arboreo arbustiva mesofila

Dimensione della maglia: m 12 X 12

Sesto di impianto: Esemplari arbustivi distanziati 1 metro fra loro distribuiti a gruppi di tre ed esemplari arborei distanziati fra loro di 4 metri

N. di piante per modulo: n. di alberi 9 n. arbusti 22

Densità di investimento per ettaro: n. 630 alberi e 1540 arbusti (da cui densità complessiva circa 2.170/ha)

I nuovi impianti eseguiti all'interno del comparto saranno in totale 522.

E' fatto divieto il ricorso ad esemplari di *Robinia pseudoacacia* essenza ritenuta infestante; in merito alle specie *Crataegus*, ai sensi della Determina n. 4373 del 15/03/2021 da parte del Servizio Fitosanitario Regionale, il loro impianto è stato vietato a data da destinarsi .

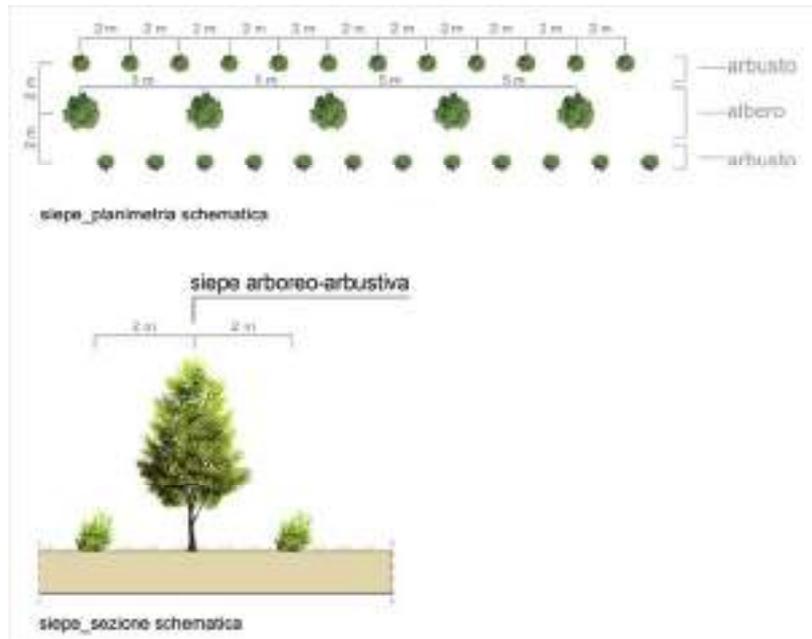


Fig. n°41: Schema di progetto della siepe

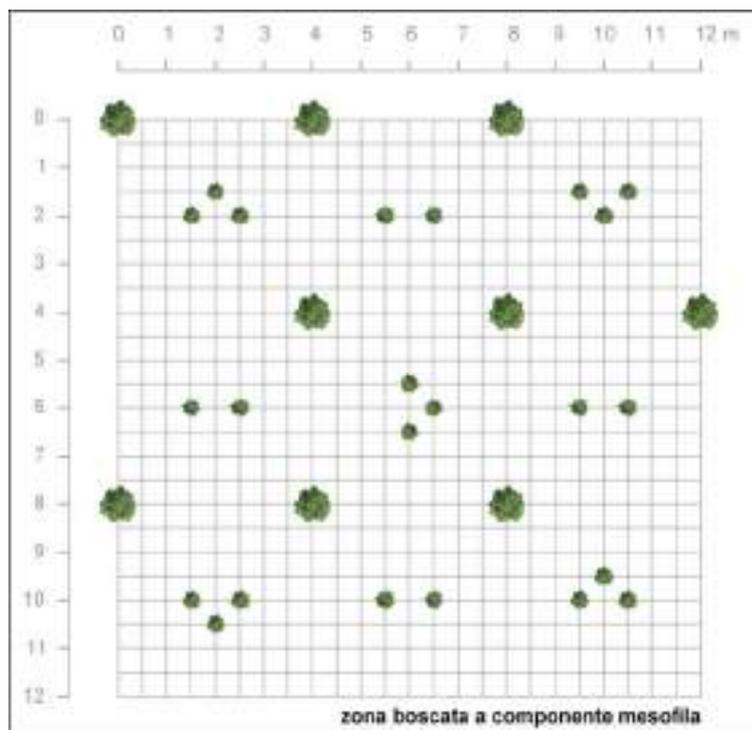


Fig. n°42: Schema di progetto del bosco mesofilo

Tab. n°12 – specie arboree da impiegare per la realizzazione dei nuclei boscati mesofili in accordo con quanto indicato dall'allegato 6.1 del PIAE 2011

		Frequenza	Numero Esemplari
Alberi	Roverella ( <i>Quercus pubescens</i> )	25%	5
	Acerò ( <i>Acer camperstre</i> )	25%	5
	Orniello ( <i>Fraxinus ornus</i> )	25%	5
	Olmo ( <i>Ulmus minor</i> )	25%	5
		Totale	20

Tab. n°13 – specie arbustive da impiegare per la realizzazione dei nuclei boscati mesofili in accordo con quanto indicato dall'allegato 6.4 del PIAE 2011

		Frequenza	Numero Esemplari
Arbusti	Nocciolo ( <i>Corylus avellana</i> )	25%	24
	Sanguinello ( <i>Cornus sanguinea</i> )	25%	24
	Viburno ( <i>Viburnum opalus</i> )	25%	24
	Fusaggine ( <i>Euonymus europaeus</i> )	25%	24
	Totale		96

## Operazioni al momento dell'impianto

L'impianto del materiale vegetale dovrà essere effettuato durante il periodo di riposo vegetativo, preferibilmente all'inizio dell'inverno. Il calendario dei lavori potrà essere dilatato qualora si ricorresse a materiale vivaistico in fitocella o contenitore; materiale che offre semplicità di stoccaggio e manipolazione durante i lavori di impianto. L'età e le dimensioni delle piantine saranno variabili da specie a specie, in funzione della rapidità di accrescimento della specie. Si consiglia l'impiego di materiale di età e altezza massima rispettivamente di 3 anni e 150 cm.

Le tecniche di impianto del materiale seguiranno le modalità riassumibili nelle seguenti fasi:

- concimazione di fondo con ammendante organico;
- aratura superficiale per interrimento dello stesso;
- leggera fresatura se necessaria (in funzione del tipo di terreno);
- fornitura e posa in opera di quadrati fitobiodegradabili /dischi in fibra naturale per pacciamatura tipo Isoplant Ø cm 45 e loro fissaggio a terra;
- ricalzo e compressione manuale del terreno attorno alle radici contestualmente alla disposizione di ciottoli o sabbia;
- cannettatura delle piantine e posa di protezione antilepre tipo "tubo Shelter"<sup>24</sup>, attorno ad ogni piantina e loro fissaggio;

Tutti gli esemplari dovranno essere posti in buche di dimensioni adatte, prevedendo l'eventuale ricambio totale o parziale di terra mediante l'utilizzo di materiale speciale quali torba e concime a cessione programmata e dotati, se necessario, di colletti antilepre e di controventatura in pali tutori di pino scortecciato e trattato.

Sarà opportuno verificare preventivamente le caratteristiche morfologiche e sanitarie del materiale vivaistico da utilizzare. Occorrerà eseguire nella stagione successiva all'impianto la sostituzione delle fallanze. Per la realizzazione delle superfici prative occorrerà preferibilmente utilizzare, come indicato dall' Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Occidentale, fiorume derivato da prati naturali spontanei e/o prati stabili oppure, in sub ordine, miscugli commerciali per prati polifiti.

<sup>24</sup> ove possibile sono da preferirsi shelter a rete rigida autoportante



cui all'ex Allegato n°6 del PIAE 2011 riconfermato dalla Variante PIAE 2017; si sottolinea che i valori sono stati aggiornati con quanto riportato nel "Prezziario regionale per opere interventi in agricoltura" di cui alla DGR 1224 del 26/7/2021.

Tab. n°15

Voce di spesa	Costo IVA esclusa €	Costo IVA inclusa €
Lavorazioni e impianti	5.381	<b>10.954</b>
Manutenzioni	3.598	
Totale	8.979	

## Computo metrico recuperi naturalistici da delocalizzare o monetizzare

E' opportuno premettere che l'area oggetto di intervento è stata storicamente utilizzata a scopi agricoli e la pianura in cui si inserisce è ritenuta fra le più fertili della provincia di Piacenza. A tale riguardo al fine di limitare la eccessiva riduzione della superficie utilizzabile a fini agricoli il Progetto ha previsto, così come consentito dall'art. 23.comma 14 delle NTA del PAE vigente, la delocalizzazione/monetizzazione di parte dei recuperi naturalistici secondo le modalità che l'Amministrazione comunale vorrà indicare in fase autorizzativa (vedi specifico computo metrico allegato in calce alla presente relazione).

Tab. n°16

Voce di spesa	Costo IVA esclusa €	Costo IVA inclusa €
Lavorazioni e impianti	10.297	<b>22.240</b>
Manutenzioni	7933	
Totale	18.230	

## Preventivo di spesa recupero ambientale

- Ripresa del terreno agrario/copertura dai cumuli depositati nell'ambito di cava e riempimento e livellamento delle superfici mc 39.990 x € 1,5 .....	€ 59.850=
- Fornitura materiali da riempimento di provenienza esterna mc 91.050 x € 4.0 .....	€ 364.200=
- Interventi a Verde .....	€ 7.711=
- Delocalizzazioni/monetizzazioni interventi a verde.....	€ 18.230=
- Assistenza e controllo agronomico dello stato di avanzamento delle opere di ripristino, stesura di relazione annuale 5 anni x € 2.500. ....	€ 12.500=
	€ 462.491=

CAVA DI GHIAIA

# **CROCETTA 5**

**Progetto esecutivo**

**Dettaglio computi metrici  
recuperi naturalistici  
interni alla cava**

*Studio Lusignani*

*servizi di geologia ingegneria ed ambiente*

## Cava Crocetta 5

### INTERVENTI DI RECUPERO INTERNI AL PERIMETRO (siepe)

#### PREPARAZIONE TERRENO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.75.1	Lavorazione del terreno	ha	<b>0,18</b>	€ 651,00	<b>€ 117</b>
A.p.	6	Fornitura e spandimento di ammendante organico (3kg/m <sup>2</sup> ) da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale (larghezza 1m)	ha	<b>0,18</b>	€ 823,00	<b>€ 148</b>
P.r.	E10.42	Squadratura dell'appezzamento e picchettatura (senza strumenti ottici)	ha	<b>0,18</b>	€ 657,00	<b>€ 118</b>

**TOTALE € 384**

#### IMPIANTO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
A.p.	12	Apertura manuale di buche in terreno con scarsa presenza di scheletro di media consistenza, cm 40x40x40	cad	<b>406</b>	€ 1,87	<b>€ 759</b>
P.r.	E10.21.2	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 60 cm.	cad	<b>406</b>	€ 1,90	<b>€ 771</b>
P.r.	E10.43.4	Pacciamatura quadrati fitobiodegradabili /dischi tipo Isoplant Ø cm 45	cad	<b>406</b>	1,4	<b>€ 568</b>
P.r.	E10.55.3	Cilindro di materiale plastico ( <i>tree shelter</i> ) per la protezione delle giovani piantine dagli animali selvatici; in opera.	cad	<b>406</b>	€ 1,20	<b>€ 487</b>
P.r.	E10.57.1	Tutore in bambù, altezza fino a 120 cm	cad	<b>406</b>	€ 0,40	<b>€ 162</b>
P.r.	E10.45.1	Collocamento a dimora di latifoglia in contenitore, compresa la ricolmatura con compressione del terreno (escluso la fornitura della pianta)	cad	<b>406</b>	€ 2,10	<b>€ 853</b>

**TOTALE € 3.601**

#### MANUTENZIONE 1° anno

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (20%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura delle piantine	cad	<b>80</b>	€ 4,30	<b>344</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>80</b>	€ 2,50	<b>200</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,36</b>	€ 50,70	<b>18</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione	l	<b>16.240</b>	€ 0,02	<b>325</b>

**TOTALE 887**

**MANUTENZIONE 2° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (10%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>40</b>	€ 4,30	<b>172</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di conifera o latifolia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>40</b>	€ 2,50	<b>100</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,36</b>	€ 50,70	<b>18</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>16.240</b>	€ 0,02	<b>325</b>
<b>TOTALE</b>						<b>615</b>

**MANUTENZIONE 3° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (10%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>40</b>	€ 4,30	<b>€ 172</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di conifera o latifolia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>40</b>	€ 2,50	<b>€ 100</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,36</b>	€ 50,70	<b>€ 18</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione	l	<b>16.240</b>	€ 0,02	<b>€ 325</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 615</b>

**MANUTENZIONE 4° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,36</b>	€ 50,70	<b>€ 18</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>16.240</b>	€ 0,02	<b>€ 325</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 343</b>

**MANUTENZIONE 5° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,36</b>	€ 50,70	<b>€ 18</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>16.240</b>	€ 0,02	<b>€ 325</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 343</b>

Impianti                   € 3.985  
 Manutenzioni           € 2.803  
**TOTALE               € 6.788**

## Cava Crocetta 5

### INTERVENTI DI RECUPERO INTERNI AL PERIMETRO (bosco mesofilo)

#### PREPARAZIONE TERRENO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.75.1	Lavorazione del terreno	ha	<b>0,05</b>	€ 651,00	€ 33
A.p.	6	Fornitura e spandimento di ammendante organico (3kg/m <sup>2</sup> ) da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale (larghezza 1m)	ha	<b>0,05</b>	€ 823,00	€ 41
P.r.	E10.42	Squadratura dell'appezzamento e picchettatura (senza strumenti ottici)	ha	<b>0,05</b>	€ 657,00	€ 33

**TOTALE € 107**

#### INERBIMENTO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
A.p.	188	Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate idonee al sito inclusa la preparazione del piano di semina	m <sup>2</sup>	<b>483</b>	€ 0,58	€ 280

**TOTALE € 280**

#### IMPIANTO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
A.p.	12	Apertura manuale di buche in terreno con scarsa presenza di scheletro di media consistenza, cm 40x40x40	cad	<b>116</b>	€ 1,87	€ 217
P.r.	E10.21.2	Semenzale di latifolia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 60 cm.	cad	<b>116</b>	€ 1,90	€ 220
P.r.	E10.43.4	Pacciamatura quadrati fitobiodegradabili /dischi tipo Isoplant Ø cm 45	cad	<b>116</b>	1,4	€ 162
P.r.	E10.55.3	Cilindro di materiale plastico ( <i>tree shelter</i> ) per la protezione delle giovani piantine dagli animali selvatici; in opera.	cad	<b>116</b>	€ 1,20	€ 139
P.r.	E10.57.1	Tutore in bambù, altezza fino a 120 cm	cad	<b>116</b>	€ 0,40	€ 46
P.r.	E10.45.1	Collocamento a dimora di latifolia in contenitore, compresa la ricolmatura con compressione del terreno (escluso la fornitura della pianta)	cad	<b>116</b>	€ 2,10	€ 244

**TOTALE € 1.029**

**MANUTENZIONE 1° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (20%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>23</b>	€ 4,30	<b>99</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>23</b>	€ 2,50	<b>58</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,1</b>	€ 50,70	<b>5</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>4.640</b>	€ 0,02	<b>93</b>
<b>TOTALE</b>						<b>254</b>

**MANUTENZIONE 2° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (10%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>11</b>	€ 4,30	<b>47</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di conifera o latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>11</b>	€ 2,50	<b>28</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,1</b>	€ 50,70	<b>5</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>4.640</b>	€ 0,02	<b>93</b>
<b>TOTALE</b>						<b>173</b>

**MANUTENZIONE 3° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
A.p.	E10.50.1	Risarcimento (10%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>11</b>	€ 4,30	<b>€ 47</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di conifera o latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>11</b>	€ 2,50	<b>€ 28</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,1</b>	€ 50,70	<b>€ 5</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>4.640</b>	€ 0,02	<b>€ 93</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 173</b>

**MANUTENZIONE 4° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,1</b>	€ 50,70	<b>€ 5</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>4.640</b>	€ 0,02	<b>€ 93</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 98</b>

**MANUTENZIONE 5° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>0,1</b>	€ 50,70	<b>€ 5</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>4.640</b>	€ 0,02	<b>€ 93</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 98</b>

Impianti           € 1.416  
Manutenzion       € 795  
**TOTALE       € 2.211**

CAVA DI GHIAIA

# **CROCETTA 5**

**Progetto esecutivo**

**Dettaglio computi metrici  
recuperi naturalistici  
da delocalizzare**

## Cava Crocetta 5

### INTERVENTI DI RECUPERO DA DELOCALIZZARE

#### PREPARAZIONE TERRENO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.75.1	Lavorazione del terreno	ha	<b>0,58</b>	€ 651,00	<b>€ 378</b>
A.p.	6	Fornitura e spandimento di ammendante organico (3kg/m <sup>2</sup> ) da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale (larghezza 1m)	ha	<b>0,58</b>	€ 823,00	<b>€ 477</b>
P.r.	E10.42	Squadratura dell'appezzamento e picchettatura (senza strumenti ottici)	ha	<b>0,58</b>	€ 657,00	<b>€ 381</b>

**TOTALE € 1.236**

#### IMPIANTO

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
A.p.	12	Apertura manuale di buche in terreno con scarsa presenza di scheletro di media consistenza, cm 40x40x40	cad	<b>1276</b>	€ 1,87	<b>€ 2.386</b>
P.r.	E10.21.2	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 60 cm.	cad	<b>1276</b>	€ 1,90	<b>€ 2.424</b>
P.r.	E10.43.4	Pacciamatura quadrati fitobiodegradabili /dischi tipo Isoplant Ø cm 45	cad	<b>1276</b>	€ 1,40	<b>€ 1.786</b>
P.r.	E10.55.3	Cilindro di materiale plastico ( <i>tree shelter</i> ) per la protezione delle giovani piantine dagli animali selvatici; in opera.	cad	<b>1276</b>	€ 1,20	<b>€ 1.531</b>
P.r.	E10.57.1	Tutore in bambù, altezza fino a 120 cm	cad	<b>1276</b>	€ 0,40	<b>€ 510</b>
P.r.	E10.45.1	Collocamento a dimora di latifoglia in contenitore, compresa la ricolmatura con compressione del terreno (escluso la fornitura della pianta)	cad	<b>1276</b>	€ 2,10	<b>€ 2.680</b>

**TOTALE € 11.318**

#### MANUTENZIONE 1° anno

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (20%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>254</b>	€ 4,30	<b>1.092</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>254</b>	€ 2,50	<b>635</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>1,16</b>	€ 50,70	<b>59</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione	l	<b>51.040</b>	€ 0,02	<b>1.021</b>

**TOTALE 2.807**

**MANUTENZIONE 2° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (10%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>127</b>	€ 4,30	<b>546</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>127</b>	€ 2,50	<b>318</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>1,16</b>	€ 50,70	<b>59</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>51.040</b>	€ 0,02	<b>1.021</b>
<b>TOTALE</b>						<b>1.943</b>

**MANUTENZIONE 3° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	E10.50.1	Risarcimento (10%) mediante sostituzione di piantine non attecchite, compreso ogni onere ma esclusa la fornitura di delle piantine	cad	<b>127</b>	€ 4,30	<b>€ 546</b>
P.r.	E10.21.3	Semenzale di latifoglia in fitocella (F2) / contenitore altezza fusto superiore a 100 cm.	cad	<b>125</b>	€ 2,50	<b>€ 313</b>
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>1,16</b>	€ 50,70	<b>€ 59</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione	l	<b>51.040</b>	€ 0,02	<b>€ 1.021</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 1.938</b>

**MANUTENZIONE 4° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>1,16</b>	€ 50,70	<b>€ 59</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>51.040</b>	€ 0,02	<b>€ 1.021</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 1.080</b>

**MANUTENZIONE 5° anno**

Prezziario	Voce	Descrizione	U.d.m.	Quantità	Costo unitario	Costo totale
P.r.	D20.15.2	Sfalcio (2 interventi)	ha	<b>1,16</b>	€ 50,70	<b>€ 59</b>
A.p.	03:03	Acqua per irrigazione (4 interventi)	l	<b>51.040</b>	€ 0,02	<b>€ 1.021</b>
<b>TOTALE</b>						<b>€ 1.080</b>

Impianti € 12.554  
 Manutenzioni € 8.847  
**TOTALE € 21.402**