



Comune di
SANT'ILARIO D'ENZA

PROGETTAZIONE GENERALE

STUDIO BININI ARCHITETTI & INGEGNERI ASSOCIATI

via Gazzata 4
Reggio Emilia

Dott. Ing. Tiziano Binini
Dott. Arch. Marco Denti
Dott. Ing. Isabella Caiti

CONSULENZA GEOLOGICA

GEOLOG s.c.

via Emilia all'Angelo 14
Reggio Emilia

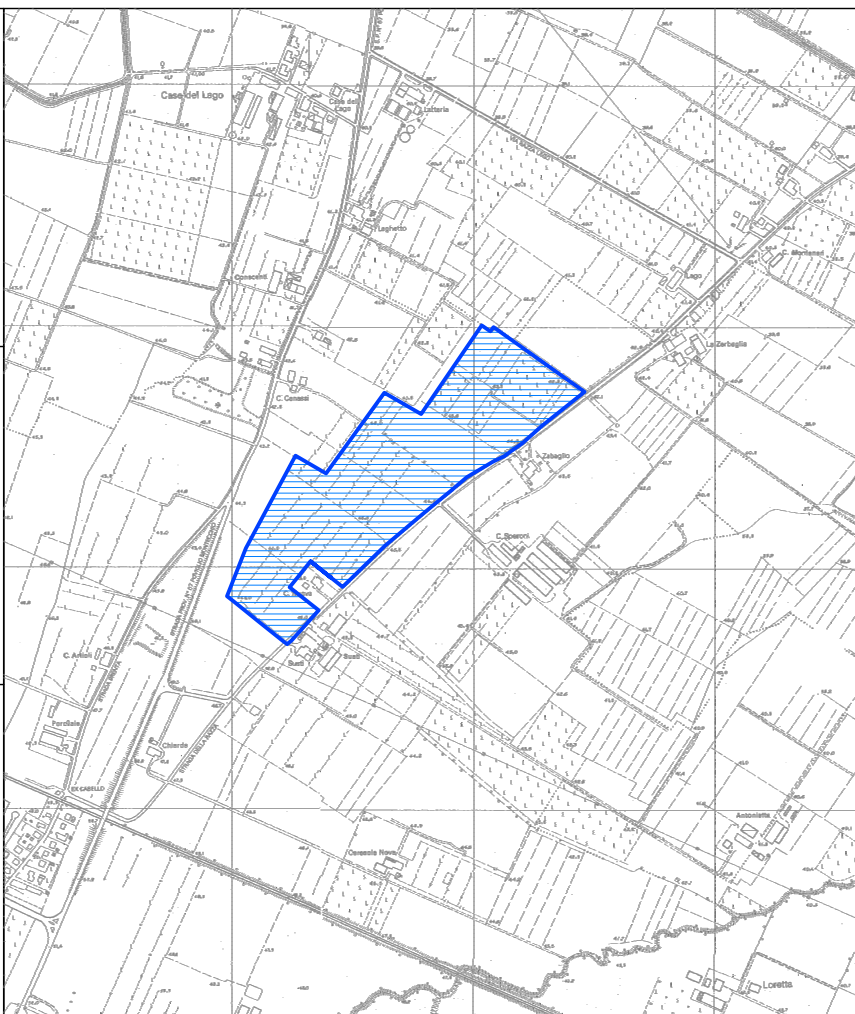
Dott. Geol. Roberto Farioli

CONSULENZA E PROGETTAZIONE AMBIENTALE

NATURMEDIA s.r.l.

via Donatello 3
Parma

Dott. Nat. Giuliano Gandolfi
Dott. Nat. Alessandro Petraglia



Committente: **COMUNE DI SANT'ILARIO D'ENZA**

439

Customer:

Pratica

Progetto: **P.A.E. - PIANO DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE DEL COMUNE DI SANT'ILARIO D'ENZA**

Project:

Scala

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA GENERALE**

Subject:

R.03

tavola

Aggiornamento	02					
	01					
	00	Emissione	VLТ	CTA	DNT	MARZO 2009
		Oggetto	Redazione	Verifica	Approvazione	Data

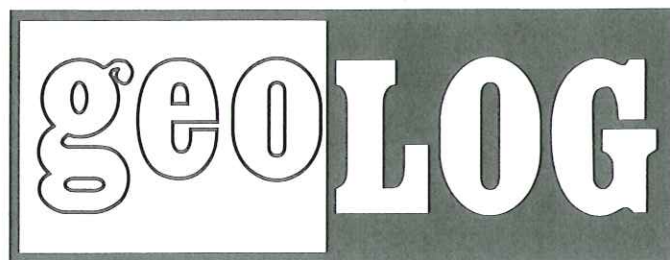
Progettazione generale:



Binini Partners S.r.l.
via Gazzata, 4
42121 Reggio Emilia
tel. +39.0522.580.578
tel. +39.0522.580.586

fax +39.0522.580.557
e-mail: info@bininipartners.it
www.bininipartners.it
C.F. e P.IVA e R.I. 02409150352
Capitale sociale euro 100.000 i.v.



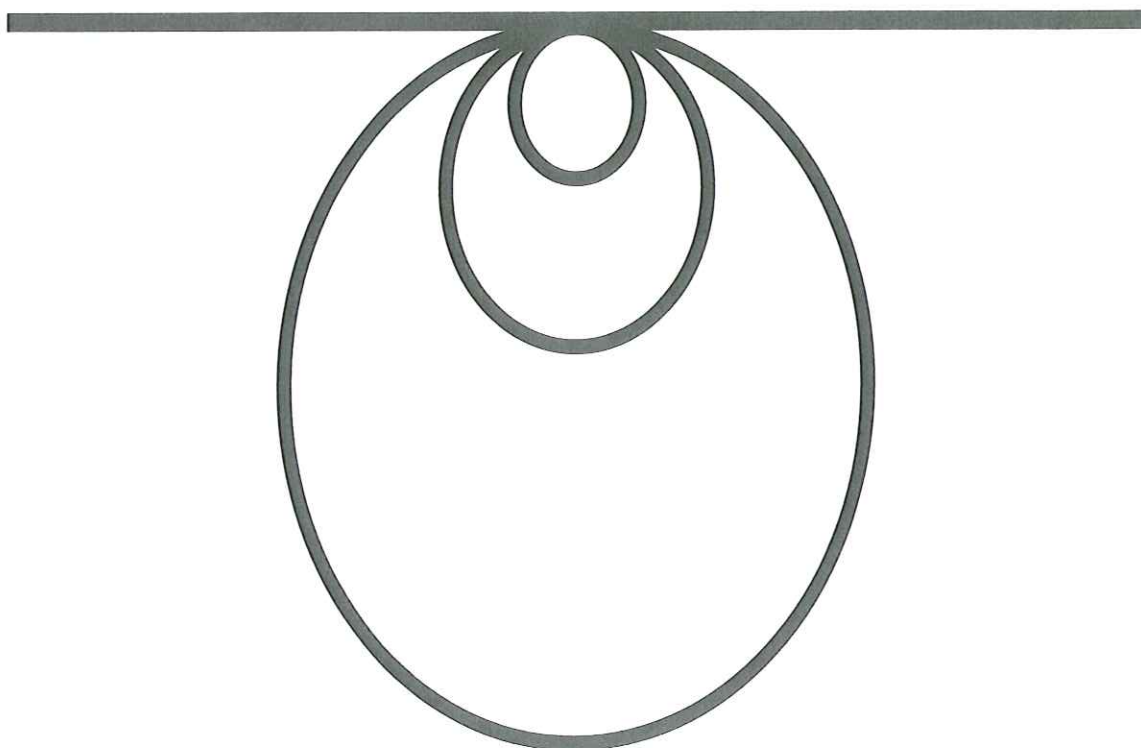


PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

**PIANO DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE
DEL COMUNE DI S. ILARIO D'ENZA**

Relazione geologico-tecnica generale

Marzo 2009





SOCIETÀ COOPERATIVA

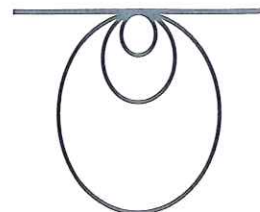
40123 BOLOGNA - VIA M. D'AZEGLIO, 74

TEL. 051.331209 - FAX 051.331209

42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14

TEL. 0522.934730 - FAX 0522.387989

N. iscriz. Albo Coop. A152436 - R.E.A. di BO 232167 - PART. IVA 00896920378



COMUNE DI S. ILARIO D'ENZA

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

PIANO DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE

Relazione geologico-tecnica generale

Marzo 2009

Indice

GEOLOGIA APPLICATA

1. PREMESSA pag. 1

2. GEOLOGIA " 2

GEOFISICA

2.1. Substrato " 2

2.2. Conoide di deiezione " 2

3. ASSETTO STRATIGRAFICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO. " 3

GEOTECNICA

3.1. Raccolta dati " 3

3.2. Rappresentazione dati " 5

4. TETTONICA " 6

5. SUBSIDENZA " 8

IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA

6. MORFOLOGIA " 9

7. SISMICA " 10

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE ATTUALI (2008)..... " 13

MODELLI MATEMATICI

8.1. Sondaggi a rotazione (SR1 – SR2)..... " 13

8.2. Sondaggi con escavatore..... " 16

8.3. Prova penetrometrica statica (CPT 1)..... " 17

9. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFICHE.. " 19

10. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE..... " 21

10.1. Copertura..... " 21

10.2. Ghiaia..... " 22

11. IDROGEOLOGIA..... " 23

11.1. Dati pregressi..... " 23



SOCIETÀ COOPERATIVA

40123 BOLOGNA - VIA M. D'AZEGLIO, 74
TEL. 051.331209 - FAX 051.331209

42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14
TEL. 0522.934730 - FAX 0522.387989



N. iscriz. Albo Coop. A152436 - R.E.A. di BO 232167 - PART. IVA 00896920378

	11.2. Indagini attuali.....	"	26
	11.2.1. Censimento pozzi.....	"	26
	11.2.2. Misure del livello freatico.....	"	26
	11.2.3. Osservazioni sulla tipologia dell'acquifero.....	"	27
	12. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO E TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	"	29
	12.1. Geometrie e permeabilità degli strati insaturi.....	"	30
	12.1.1. Coltre superficiale.....	"	30
GEOLOGIA APPLICATA	12.1.2. Ghiaie.....	"	30
	12.2. Geometrie e permeabilità degli strati saturi.....	"	30
	12.2.1. Alternanze di base.....	"	31
GEOFISICA	12.2.2. Acquifero.....	"	31
	12.3. Potenziali fonti di inquinamento della risorsa idrica.....	"	31
	12.4. Effetto della coltivazione sul grado di vulnerabilità.....	"	32
GEOTECNICA	12.5. Monitoraggio della qualità delle acque.....	"	33
	13. ANALISI DI STABILITA'.....	"	33

IDROGEOLOGIA E
IDROLOGIA

Allegati

MODELLI MATEMATICI

STRATIGRAFIE SONDAZZI E CERTIFICATI DI LABORATORIO -
TECNOFISICA s.n.c. (RELAZIONE APRILE 2001)

STRATIGRAFIE SONDAZZI - (ECORISORSE RELAZIONE APRILE 2003)

STRATIGRAFIE DEI POZZI

1. PREMESSA

Nell'ambito del Piano delle Attività Estrattive del Comune di S. Ilario d'Enza (RE), GeoLog si è occupata delle tematiche di carattere geologico-stratigrafico, morfologico, geoidrologico e sismico, con particolare riguardo agli aspetti applicativi connessi alle previste coltivazioni.

In esame è l'area di P.I.A.E. denominata Polo EN106 Calerno; l'ubicazione del settore è resa nella foto satellitare di figura 1.



Figura 1

Nel lavoro sono dapprima affrontati gli argomenti di ordine geologico, geomorfologico e sismico a livello generale. Per questa fase si è consultata la bibliografia specialistica, analizzata la serie dei lavori precedentemente condotti in zona, e presa visione delle carte geologiche nonché delle foto aeree disponibili.

In un secondo tempo, sulla scorta d'indagini specifiche, sono circostanziate le condizioni stratigrafiche delle aree d'interesse e valutati gli assetti degli acquiferi superficiali; in ottemperanza alle Normative in vigore sono altresì espresse valutazioni sulla stabilità dei fronti di scavo.

Le tavole sono nel dossier "*Analisi Geologiche – Tav. 05*".

Ulteriori affinamenti sono nella relazione connessa al Piano di Coordinamento Attuativo, condotto in quanto nel comparto potrebbe operare più di una Ditta esercente.



2. GEOLOGIA

Il quadro geologico generale del territorio di S. Ilario d'Enza può essere descritto come un profondo substrato marino (propaggine settentrionale dei rilievi appenninici) sul quale si è impostata una serie di sedimenti continentali d'età quaternaria, per buona parte rappresentata dal conoide di deiezione del Torrente Enza.

Di seguito si illustrano le Unità citate con particolare riguardo ai depositi più recenti, le cui porzioni sommitali racchiudono i volumi d'interesse estrattivo.

2.1. Substrato

Il basamento è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre (Pliocene – Pleistocene inf.).

Si tratta di un deposito di mare profondo, formato da peliti debolmente marnose, localmente siltose, di colore grigio-azzurro, massive od a stratificazione poco evidente.

Ricca in fossili (gasteropodi, lamellibranchi, coralli ecc ...), questa Unità ha una potenza variabile da poche centinaia ad oltre mille metri.

2.2. Conoide di deiezione

Con questo termine s'intende l'accumulo dei sedimenti di un corso d'acqua al suo ingresso in pianura.

Al diminuire della pendenza, la corrente perde energia trattiva rilasciando i solidi in sospensione.

Il progressivo rallentamento determina una classazione granulometrica dei materiali, come dire che i ciottoli restano più a monte delle sabbie, i limi più a valle di queste ed infine decantano le argille dove l'acqua ristagna.

Durante gli episodi esondativi, il deposito e l'associata classazione avvengono anche in direzione trasversale all'alveo, cosicché ciascun nuovo apporto assume in sezione una forma vagamente lenticolare, con materiali via via più fini procedendo dall'asse alla periferia.



Dunque i sedimenti finiscono di preferenza lungo la fascia in fregio al corso, che pertanto tende a sopraelevarsi e ad ostacolare il deflusso del corso d'acqua, inducendo questo a migrare in zone circostanti più depresse.

Giacché lo sbocco dalla valle montana rimane fisso, il ripetersi nel tempo di tali divagazioni crea inevitabilmente sulla pianura un accumulo a forma di ventaglio, detto conoide, dove si alternano alvei abbandonati, fasce rivierasche e colmate di esondazione.

Se il corso d'acqua trova nel raccordo pedemontano un sostanziale equilibrio tra apporti sedimentari ed erosione, la dinamica del conoide si arresta.

Al contrario, se i processi geologici regionali forzano il sollevamento della catena montuosa o inducono la subsidenza della pianura, il conoide prende corpo in profondità, con ventagli più recenti sovrapposti ad analoghi più antichi.

Questo è in sostanza il quadro emerso dalle perforazioni nell'edificio sedimentario del Torrente Enza, che nasce a San Polo e si ispessisce procedendo verso nord fino a raggiungere alcune centinaia di metri a valle della via Emilia.

La carta geologica d'Italia inquadra il settore nell'ambito del "Diluvium antico", un deposito caratterizzato da alluvioni argillose della media Pianura, con lenti limose e ghiaiose sparse.

Il termine testè richiamato appartiene alla tradizione geologica. Attualmente, le estensioni e le denominazioni dei vari corpi litologici sono state in parte rivisitate dal Programma CARG (Nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000).

Tale cartografia, emessa dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli* della Regione Emilia Romagna, è stata definita integrando rilevamenti di base effettuati alla scala 1:10.000 con una nutrita serie di stratigrafie ed analisi di laboratorio.

Un estratto è in tavola 1, la legenda riporta per esteso la definizione aggiornata dell'Unità geologica presente nel settore.

3. ASSETTO STRATIGRAFICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO

3.1. Raccolta dati

Un quadro oggettivo dell'assetto stratigrafico non può che far riferimento a sondaggi di tipo diretto.

Le prove considerate sono quelle penetrometriche, i carotaggi ed i pozzetti con escavatore.

Non sono state prese in esame le stratigrafie "da pozzo", apprezzabili per ricostruzioni a grande scala, un po' meno per quelle di dettaglio, così come sono omesse le prospezioni geofisiche, la cui interpretazione è spesso opinabile.

Relativamente al comparto d'interesse, i dati sono tratti da studi preliminari effettuati in passato per accertare la potenzialità del giacimento ghiaioso.

Nell'Aprile 2001, Tecnogeofisica s.n.c. effettuò 4 carotaggi¹ spinti ad una profondità variabile tra -9 e -11 m dal piano campagna, nel corso dei quali furono condotte prove di penetrazione standard (SPT), prove di permeabilità Lefranc e prelevati campioni successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio.

Due anni dopo (Aprile 2003), Ecorisorse richiese 3 sondaggi con escavatore. Di questi sono note le stratigrafie ma purtroppo non si conosce la posizione, è solo dato sapere che il settore indagato occupa la parte settentrionale del Polo EN 106.

Un manoscritto non datato riporta infine 3 stratigrafie tratte da sondaggi con escavatore effettuati da Sefrag nel comparto meridionale.

L'ubicazione dei vari punti sondati e la zonizzazione del Polo è in figura 2.

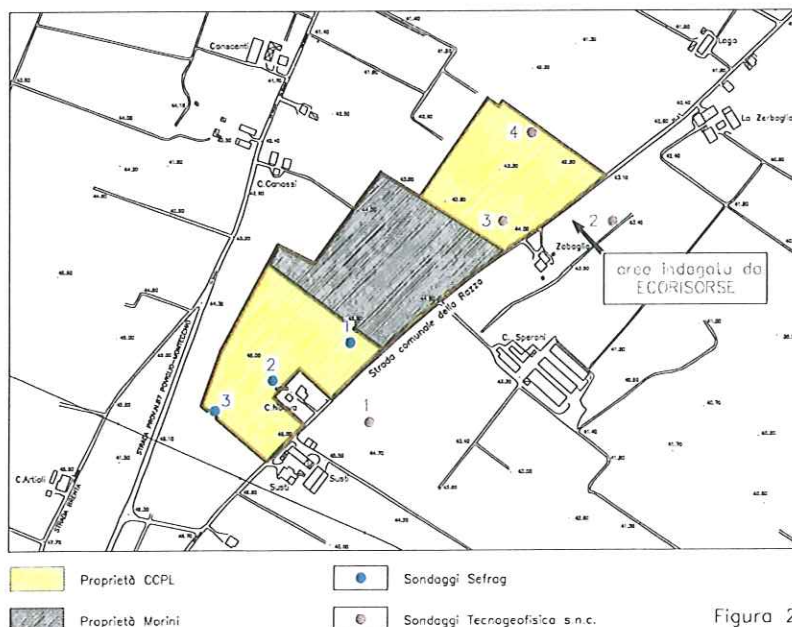


Figura 2

¹ Di questi, solo due furono eseguiti entro il limite del Polo EN 106; i restanti ebbero luogo sulla fascia immediatamente a SE della strada comunale Razza.



Le stratigrafie rilevate ed i certificati di laboratorio pervenuti al nostro Studio, compaiono in allegato a fondo testo.

Non ho inserito i dati Sefrag, di lettura incerta. Da quelle descrizioni litologiche sembra comunque che le terre incoerenti costituiscano una lente spesso poco più di 6 m, celata in superficie da una sottile cotenna argilloso-limosa ($0.7 \div 1.8$ m).

Per allargare le conoscenze ad un intorno abbastanza ampio, sono state raccolte informazioni anche sui settori del territorio comunale circostanti l'area di cava.

L'ulteriore ricerca ha preso in esame indagini condotte nei dintorni per fini estrattivi, parte dei dati a supporto del P.R.G., alcuni lavori del settore Viabilità e Strade della Provincia di Reggio Emilia, nonché studi di Colleghi effettuati per la progettazione di edifici abitativi.

I certificati di queste ultime fonti sono omessi in quanto le relative prove non insistono sui comparti d'interesse estrattivo.

3.2. Rappresentazione dati

La tavola 2 riporta i dati puntuali desunti dalle stratigrafie analizzate.

Per rappresentare in modo sintetico le litologie si è fatto uso di diagrammi a torta, discriminando gli strati coesivi o pseudo coerenti (argille – limi – limi sabbiosi) da quelli attribuibili a paleoalveo (sabbie – sabbie ghiaiose e ghiaie).

Nella restituzione grafica sono stati omessi sottili orizzonti incoerenti isolati entro terre fini e viceversa.

La litologia è schematizzata fino ad una profondità massima di 20 m rispetto al piano campagna; le informazioni fornite da sondaggi che eccedono tale quota sono quindi tralasciate.

Ogni diagramma è rappresentativo di una prova o di un gruppo di prove aventi il medesimo andamento.

Ci si è astenuti da qualsiasi tentativo di interpolazione dei dati puntuali, ritenendo che l'effettivo andamento litologico non possa risultare da una maglia di terebrazioni così disuniforme.



4. TETTONICA

Come anticipato, il substrato della Pianura è costituito dalle strutture sepolte dell'Appennino.

Nel settore in esame, tali strutture sono caratterizzate da un sistema di pieghe, faglie inverse ed accavallamenti a vergenza NNE che disegnano una serie di anticlinali con interposte sinclinali.

Un'idea dell'andamento a scala regionale del fenomeno è resa nella rappresentazione di figura 3; il documento circostanzia l'assetto delle coltri sepolte ed evidenzia che alle dislocazioni "pianura-vergenti", si sommano faglie secondo direzioni che seguono i corsi d'acqua appenninici.

Queste ultime scompongono in senso trasversale i corrugamenti del substrato e delle coltri sovrainposte, creando concetti che si comportano in modo differenziale sotto gli impulsi delle fasi orogenetiche.

Rimandando per i dettagli alla bibliografia specialistica, si sottolinea l'importanza della frammentazione delle strutture sepolte e delle relative coperture ad opera del sistema di faglie e fratture trasversali appartenenti alla "linea dell'Enza".

Soprattutto tra il Pleistocene sup. e l'Olocene, le porzioni "libere" subiscono spostamenti verticali di varia entità, disallineamenti significativi degli assi e lievi rotazioni intorno a questi ultimi.

I fenomeni descritti hanno una valenza significativa ai fini applicativi: la neotettonica, proseguita in età storica ha condizionato i percorsi dei fiumi, da cui è dipesa la distribuzione della ghiaia.

La "frammentazione" del substrato e le sollecitazioni imposte alle varie sue parti hanno infatti giocato in modo da provocare un abbassamento relativo delle porzioni occidentali del territorio rispetto a quelle orientali.

Il risultato è stata una migrazione dei corsi d'acqua verso Ovest. Si può così immaginare che mentre il Torrente Enza si avvicinava al confine Parmense, i corsi d'acqua che prima erano dislocati in quel tratto di territorio guadagnavano posizioni più Occidentali.

Il sistema deposizionale del conoide, già di per sé complesso, è dunque stato interessato da intrecci dove gli alvei relitti dei fiumi traslati ad Ovest potevano essere "catturati" da nuove linee di drenaggio.

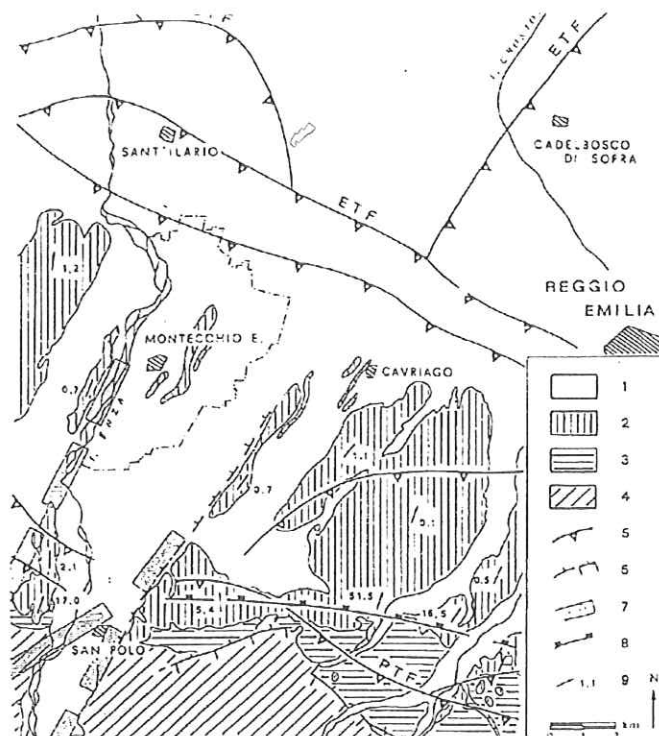


Figura 3 - Carta strutturale del margine appenninico nell'area dell'Enza (Bernini e Papani, 1987). In rosso è il perimetro del Polo estrattivo

LEGENDA

- 1) depositi fluviali (Olocene – Wurm)
- 2) terrazzi continentali (Pleistocene sup.-Pleistocene inf.)
- 3) depositi marini (Pleistocene inf.-Pliocene)
- 4) substrato (Messiniano inf.-Cretacico)
- 5) thrusts sepolti
- 6) faglie di superficie con immersione (frecce) e lato abbassamento (trattini)
- 7) linee trasversali di ordine maggiore
- 8) flessura evidenziata dalla morfologia
- 9) pendenza in % dei terrazzi

Ricostruzioni paleogeografiche attestano che l'Enza interseca antichi tracciati del Fiume Parma all'altezza di S. Ilario e poco a valle di Montecchio. Sulle divagazioni esistono documenti storici che testimoniano di una direttrice attiva nell'VIII secolo tra i terrazzi pleistocenici di Montecchio e Bibbiano.

La figura 4 illustra alcune tracce.

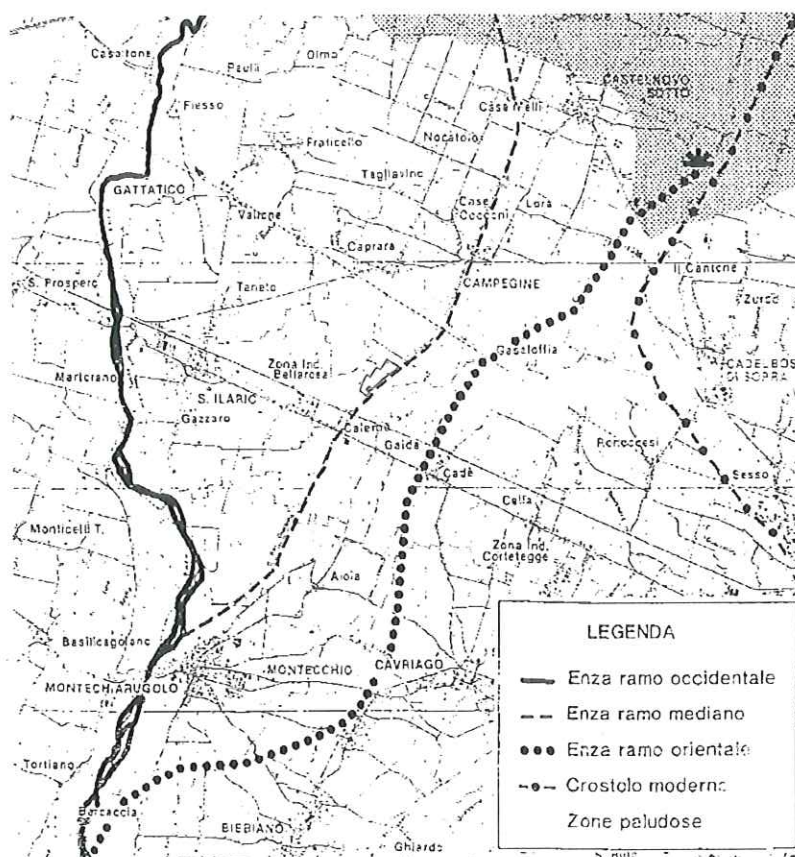


Figura 4 - Idrografia del F. Enza alla vigilia dell'anno 1000 (da Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia). In rosso è il perimetro del Polo estrattivo

5. SUBSIDENZA

Secondo la cartografia tematica, durante il Pleistocene Medio - Olocene, il territorio in esame è al margine meridionale di un ampio settore soggetto a subsidenza.

Recenti studi sulla neotettonica del bacino padano indicano che tuttora la fascia pedemontana tende a sollevarsi, mentre l'intero comparto di pianura sta subendo un abbassamento dell'ordine del millimetro/anno.

Alle variazioni per cause tettoniche si aggiungono sovente i cedimenti dei suoli più superficiali per desaturazione, nonché quelli che si originano quando emungimenti superiori alle possibilità di ricarica provocano una depressione duratura della falda.

Fenomeni di questo genere, possono generare deformazioni anche superiori di quelle indotte per cause tettoniche.

6. MORFOLOGIA

Dai rilievi topografici di dettaglio, risulta che il territorio in esame è all'incirca compreso tra 45.50 e 41.50 m s.l.m.

A larga scala le forme delle campagne sono lievemente ondulate e presentano una debole pendenza verso NNE, con un gradiente topografico medio intorno allo 0.5%.

La cartografia tematica evidenzia un'ampia depressione (di cui ora non si ha più traccia) poco a SW del Polo in esame, e più precisamente nel comparto tra Via Brenta e la Provinciale 67,

Una ricerca basata sulle riprese aeree del settore ha evidenziato che verso la metà degli anni '70 erano in atto lavori di scavo; dalle foto scattate durante una ricognizione nel 1980 si riconoscono ancora i segni dell'intervento (ai toni scuri della campagna naturale si contrappone un colore più chiaro dei settori lavorati); un'ortofotopiano risalente al '94 testimonia che già a quel tempo il ripristino si era completato; oggi quel campo risulta coltivato.

L'estensione indicativa del settore in argomento è riportata in figura 5.

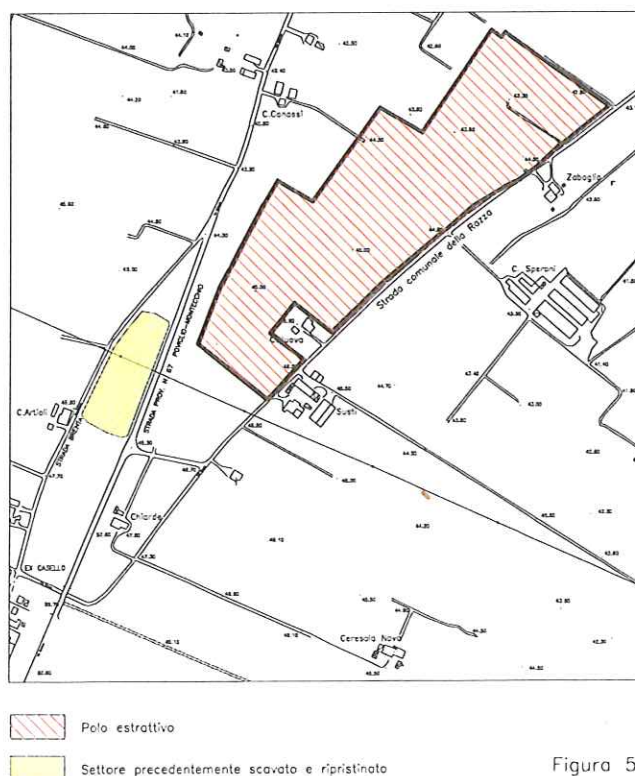


Figura 5



7. SISMICA

La tabella che segue, tratta dal CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI (CPTI04), elenca gli eventi nell'intorno del Comune di S. Ilario d'Enza.

Anno	Località	Magnitudo macrosismica
1383	Parma	4.00
1409	Parma	4.30
1438	Parmense	5.40
1465	Reggio E.	4.60
1547	Reggio E.	4.80
1572	Parma	4.80
1591	Reggio E.	4.30
1608	Reggio E.	4.30
1628	Parma	4.80
1661	Montecchio	4.80
1732	Parma	4.30
1738	Parma	4.80
1774	Parma	4.30
1818	Langhirano	5.10
1831	Reggiano	5.10
1832	Reggiano	5.10
1857	Parmense	4.60
1873	Reggiano	4.60
1904	Reggiano	4.30
1913	Val di Taro	3.75
1915	Reggio E.	4.30
1921	Borgo Val di Taro	3.75
1926	Reggiano	3.19
1934	Borgo Val di Taro	4.30
1937	Parma Ovest	4.30
1950	Reggiano	3.19
1967	S. Polo	4.30
1970	S. Polo	4.30
1971	Parmense	5.10
1975	Borgo Val di Taro	4.00
1983	Parmense	4.60
1987	Reggiano	4.30
1988	Reggiano	4.30
2000	Reggiano	4.46

Tabella 1

Secondo recenti studi, la geometria e la cinematica di alcune faglie neotettoniche sono compatibili con le registrazioni dei terremoti, tanto da farle ritenere discontinuità potenzialmente attive.

La figura 6 (da Camassi e Stucchi, 1977) mostra gli epicentri, le intensità macrosismiche e le zone sismogenetiche (in grigio) dell'Italia centro-settentrionale.

Relativamente a queste ultime, Calerno ricade sul bordo della n. 30, che fa parte della zolla padano-adriatico-ionica in via di subduzione sotto la catena appenninica.

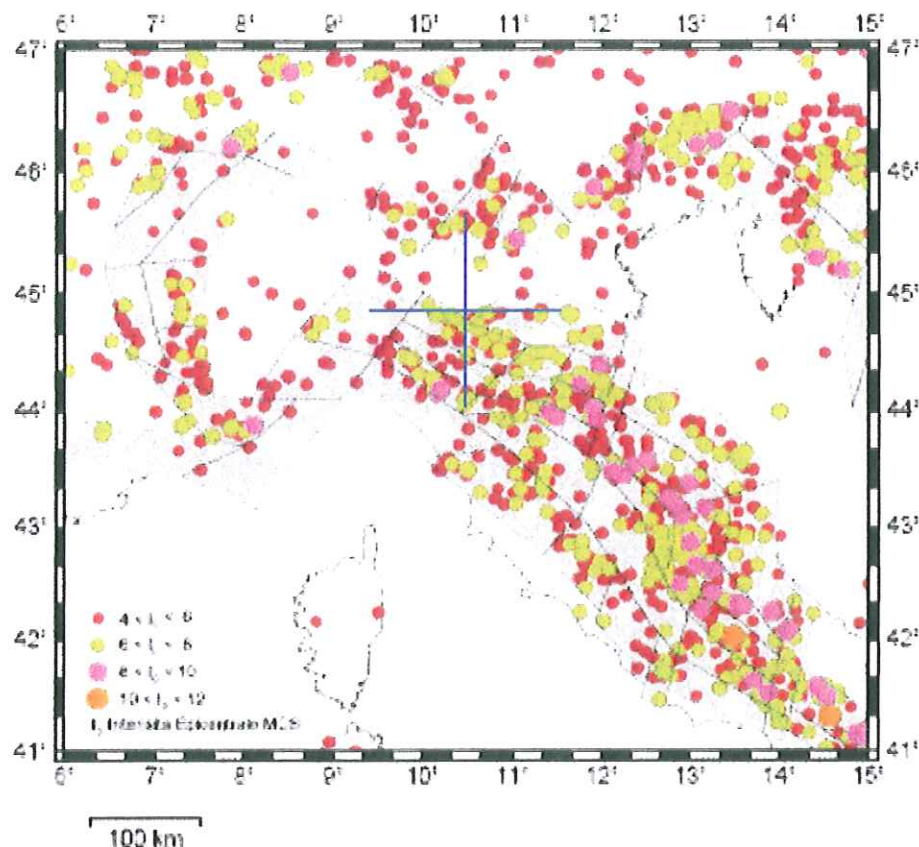


Figura 6

Il Comune di S. Ilario d'Enza, considerato non sismico fino al 1984, risulta ora compreso tra le aree di 3^a categoria (rif. Ordinanza n°3274 del 20 Marzo 2003), a cui si associano accelerazioni orizzontali comprese tra 0.05g e 0.15g.

Relativamente agli strumenti territoriali ed urbanistici, dal 23 ottobre 2005 è fatto obbligo di *“valutare la compatibilità delle previsioni in essi contenute con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di protezione civile, sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana”*.

Nel caso in esame, trattandosi di un'area entro cui gli scavi creano fronti soggetti a potenziali fenomeni gravitativi, sarà posta particolare attenzione alle condizioni di equilibrio dei paramenti.

Come si evince dalle analisi geologico-tecniche riportate di seguito, la compatibilità delle previsioni con l'obiettivo proposto deve ritenersi verificata.



Per concludere, si accenna brevemente al rischio "liquefazione".

Col termine "liquefazione" s'intende la diminuzione di resistenza al taglio di un terreno saturo privo di coesione a seguito dell'intervento di forze esterne, fino al raggiungimento di una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Fenomeni del genere sono stati registrati soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di media e bassa densità ed a granulometria uniforme, mentre nelle ghiaie e nelle sabbie grossolane l'elevata permeabilità inibisce l'incremento della pressione dei pori, annullando a tutti gli effetti il problema.

I depositi argillosi, considerata la natura coesiva, si possono di fatto considerare non liquefacibili.

In sintesi la liquefazione di un terreno è il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori: le condizioni del terreno (fattore predisponente) e la sismicità (fattore scatenante).

Riguardo al suolo, la verifica della suscettibilità a liquefazione secondo la nuova normativa antisismica può essere omessa se:

- gli strati potenzialmente a rischio sono oltre - 15 m dal piano campagna;
- la sabbia presenta un contenuto in argilla superiore al 20% con indice di plasticità maggiore di 10,
- oppure un contenuto in limo superiore al 35% e resistenza $N_i(60)$ maggiore di 20,
- oppure una frazione fine trascurabile e resistenza $N_i(60)$ maggiore di 25.

Per $N_i(60)$ s'intende il valore della resistenza penetrometrica misurato nella prova SPT, normalizzato ad uno sforzo efficace di confinamento di 100 kPa e ad un fattore di rendimento energetico dell'attrezzatura pari a 0,6.

Relativamente alla sismicità, si può trascurare il pericolo liquefazione quando i terremoti attesi in un periodo di 475 anni sono di intensità $I < VIII$ MCS con valori di picco di accelerazione $a_{max} < 0.15g$.

Dati i valori associati al sito in esame, le stime sulla "liquefazione" possono essere omesse.



8. INDAGINI GEOGNOSTICHE ATTUALI (2008)

Per acquisire le necessarie informazioni sulla litologia e sulle caratteristiche geomeccaniche del sito è stata organizzata una campagna geognostica a mezzo di carotaggi, pozzetti con escavatore meccanico ed una penetrometria.

I punti di indagine riguardano esclusivamente i settori di proprietà CCPL, essendo il comparto centrale occupato in parte da vigneti e comunque al momento non disponibile per intraprendere l'attività estrattiva.

L'ubicazione delle prove è in tavola 3.

8.1. Sondaggi a rotazione (SR1 – SR2)

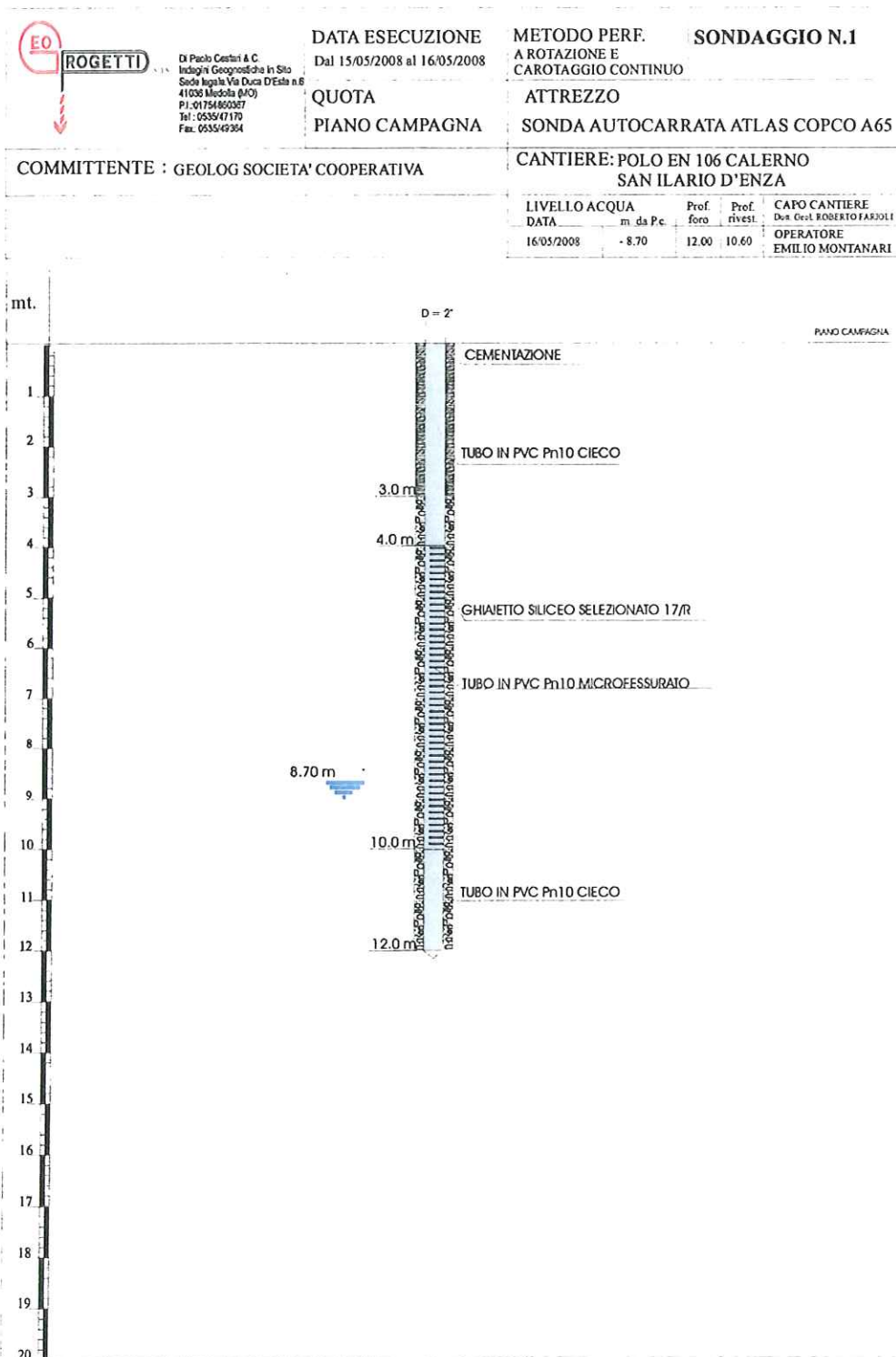
Queste prospezioni, oltre a consentire tests geotecnici sui materiali attraversati, hanno permesso di ottemperare alle Norme del Piano Comunale delle Attività Estrattive (P.A.E.) circa la realizzazione di un sistema di monitoraggio sulla qualità delle acque sotterranee.

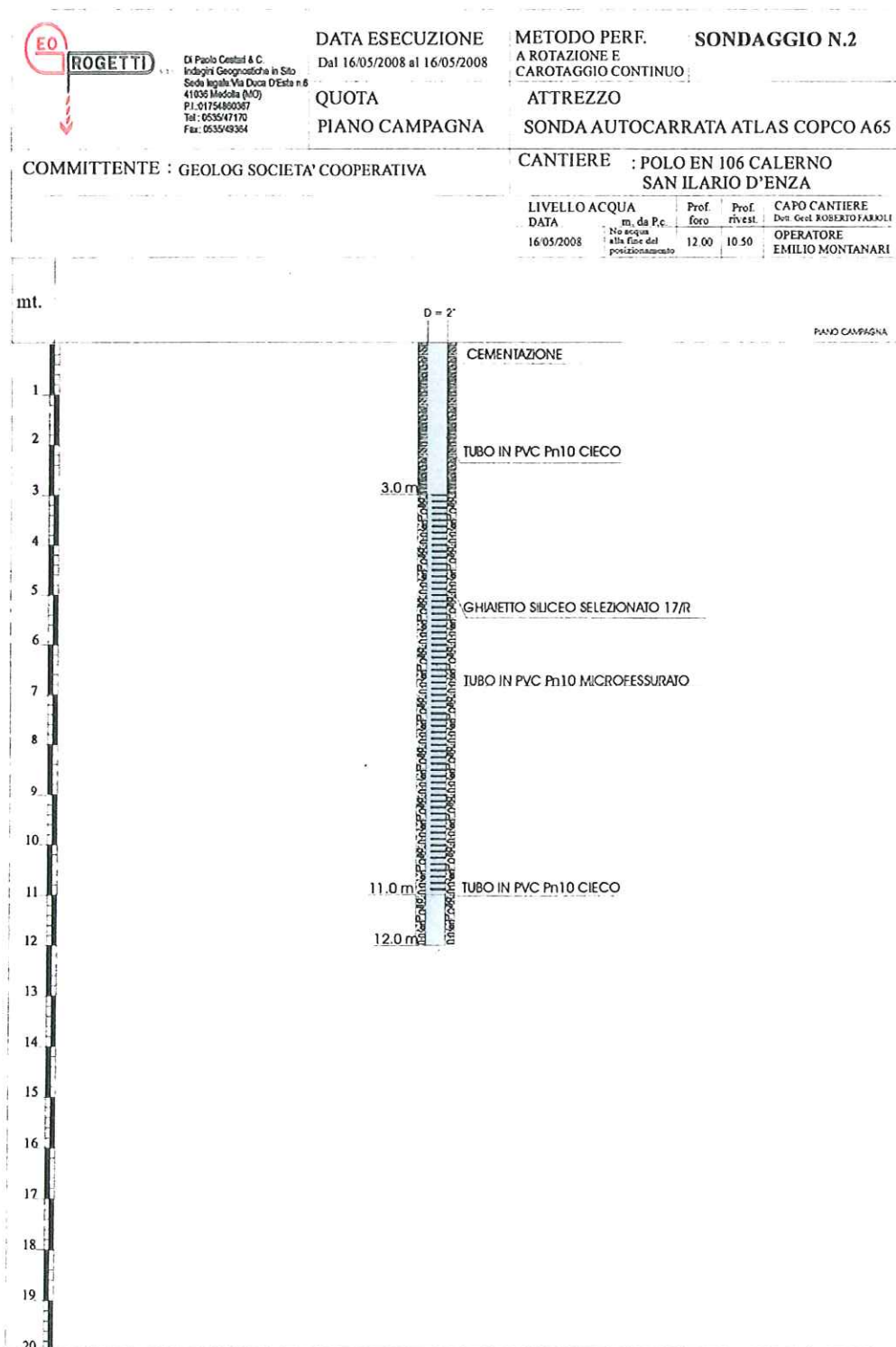
Si è utilizzata una sonda Atlas Copco mod. Mustang A 65, gli avanzamenti sono stati protratti fino ad una profondità di -12 m dal piano campagna e condotti sistematicamente a secco senza uso di polimeri.

Sugli orizzonti coesivi si sono effettuati punzonamenti al pocket penetrometer (p.p.).

Lo Standard Penetration Test, riservato ai materiali ghiaiosi, è stato condotto mediante attrezzatura normalizzata Nenzi, impiegando la scarpetta con puntale apribile Raimond; quanto alle modalità si è fatto riferimento alle raccomandazioni A.G.I.

Per consentire il monitoraggio periodico della qualità dell'acqua, entro i fori è stato inserito un piezometro semplice. Il tubo ha un diametro di 2" ed è microfessurato con tagli di 0.2 mm ad eccezione di un tratto sommitale lungo 4 m e di un tratto lungo 2 m alla base, entrambi ciechi. Il materiale (PVC-U) è conforme alle prescrizioni della Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02/12/78. La collocazione dei dreni è riportata nelle schede che seguono. Come si vede si è evitato l'impiego di filtri in tessuto non tessuto, che notoriamente arrestano il passaggio di alcuni inquinanti.







Le stratigrafie sono riportate nelle tavole 4 e 5 secondo la modulistica GeoLog. I certificati emessi dal Laboratorio² sono comunque a disposizione.

Sotto il profilo litologico, se il primo carotaggio ha confermato i risultati delle precedenti prove condotte in zona, il secondo ha evidenziato la totale assenza di ghiaie.

Si deve dedurre che il paleoalveo ghiaioso da sfruttare non si estende oltre lo spigolo NW del polo estrattivo ma è limitato all'interno di quest'ultimo.

8.2. Sondaggi con escavatore

I saggi con escavatore meccanico sono stati predisposti per osservare a piena scala la successione dei depositi superficiali³, effettuare misure speditive, recuperare campioni, fotografare trincee e materiale estratto.

Il programma, che inizialmente prevedeva un rinfittimento delle prove solo nel settore che il carotaggio SR2 aveva rivelato essere privo di ghiaia, è stato modificato in corso d'opera.

Si è infatti deciso di serrare la maglia delle terebrazioni anche su parte del comparto confinante con la viabilità principale, dato che nella zona nord nessun livello d'interesse estrattivo è stato intercettato dalle trincee.

Ovviamente, il fine del maggior numero di prove era quello di delineare il limite occidentale del corpo ghiaioso sepolto.

Le schede relative ai pozzetti sono nelle tavole 6 ÷ 27.

Sulla sinistra di ogni elaborato trova spazio la stratigrafia; la parte destra è riservata alle immagini più significative ed alle note di campagna.

Entro gli scavi 4-7-10-12-15 è stato inserito un piezometro semplice avente 25 mm di diametro.

² Delle prove si è occupata Geoprogetti s.a.s. di Medolla (MO), Ditta che opera nell'attività di prove geotecniche in situ concessionata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

³ Con la macchina messa a disposizione è stato possibile indagare il sottosuolo fino ad una profondità massima intorno a -6 m.



8.3. Prova penetrometrica statica (CPT 1)

A fianco del pozzetto esplorativo 18 ho eseguito una prova penetrometrica statica (CPT) fino a -10 m dal piano campagna, per appurare se la mancanza di ghiaia caratterizzava anche il volume sottostante a quello indagato dall'escavatore.

Le caratteristiche tecniche dello strumento sono richiamate nelle note sottostanti.

PENETROMETRO STATICO – DINAMICO “DINASTAR”

peso della massa battente (M)	30 kg	peso di ogni singola asta (P)	3.6 kg
corsa in caduta libera (H)	20 cm	sezione trasversale punta a perdere (A)	10 cm ²
diametro delle aste di perforazione	28 mm	peso della testata d'infissione (m)	26 kg

- Il contrasto necessario all'avanzamento statico della punta ("dutch mantle cone" standard) è dato dall'attrito che si sviluppa tra i terreni ed il particolare manicotto Dinastar.
- Nel corso della prova, tra una lettura statica e la successiva, l'infissione della batteria di sondaggio si effettua in modo dinamico.
- Vengono registrati due valori: il primo è relativo al numero di colpi (N_m) per un approfondimento di 10 cm del manicotto; il secondo indica la resistenza statica alla punta (q_c). Quest'ultimo è misurato da una cella di carico estensimetrica ad alta precisione da 2500 kg di portata ed è visualizzato sul display di una centralina elettronica.
- Il valore della resistenza di attrito laterale locale (f_s) si misura a partire dal dato dinamico (N_m) mediante la formula:

$$f_s = \frac{M^2 \cdot H \cdot N_m}{S \cdot 10 \cdot (M + m + T + \sum P)} \cdot 0.5$$

- dove S e T sono rispettivamente la superficie del manicotto di ancoraggio e il peso del puntale soggetto ad azione dinamica.
 - La superficie usuale del manicotto di ancoraggio, pari a 500 cm², può essere aumentata di 200 o 400 cm² mediante apposite giunzioni. A lato si riportano i relativi pesi.
- | | |
|-----------------------|----------|
| S 500 cm ² | T 6.7 kg |
| S 700 cm ² | T 7.1 kg |
| S 900 cm ² | T 7.5 kg |
- Può accadere che l'attrito sviluppato sul manicotto sia insufficiente a contrastare la discesa della punta per cui il manicotto si disancora e risale nel foro. Il valore del parametro f_s è allora quello che si legge sul display, mentre la resistenza alla punta è ovviamente maggiore di f_s . In questi casi si procede a due letture dinamiche, misurando prima i colpi necessari per "richiudere" il puntale e poi quelli che occorrono per far avanzare il puntale "chiuso" di altri 10 cm. Particolari elaborazioni consentono di ottenere la resistenza dinamica (r_d) dei terreni che hanno precluso l'avanzamento statico e di ottenere quindi q_c in modo indiretto mediante il rapporto:

$$q_c = r_d / \beta$$

con β generalmente compreso tra 1.8 e 2.2

- Il fenomeno del disancoraggio è segnalato in corso di restituzione grafica con una freccia la cui lunghezza indica il valore di q_c presunto.

Il sondaggio è stato condotto con manicotto da 500 cm²; i dati di campo sono stati elaborati ponendo $\sum P = 0$



Entro il foro di prova ho poi installato un piezometro semplice per rilevare il livello piezometrico nel tempo.

Le misure della resistenza statica alla punta (q_c), l'attrito sul manicotto di frizione (f_s) ed il rapporto q_c/f_s sono diagrammate nella tavola 28.

L'interpretazione della prova è ottenuta tramite un programma di calcolo specifico che restituisce in forma grafica la litologia ed una serie di parametri geomeccanici (tavola 29).

La classifica litologica è ottenuta in accordo con Schmertmann, 1978. Nella derivazione dei parametri meccanici e della storia tensionale si sono divisi in modo drastico i materiali incoerenti da quelli coesivi, con riferimento ad un valore discriminante del rapporto q_c/f_s ; il calcolo riguarda:

- il probabile andamento della tensione litostatica effettiva σ'_{v0} ;
- l'angolo di resistenza al taglio in termini efficaci φ' per le terre giudicate incoerenti;
- la resistenza al taglio in termini totali (ovvero la coesione non drenata c_u per $\varphi = 0$) relativa alle terre giudicate coesive;
- il rapporto di sovraconsolidazione OCR (vale a dire il rapporto tra la tensione di preconsolidazione σ'_p e quella litostatica σ'_{v0}) laddove si dispone della stima di c_u .

L'angolo φ' è ottenuto in accordo con Durgunoglu e Mitchell, 1975; c_u deriva da correlazioni di Sanglerat, 1972, adattate ai terreni locali sulla scorta di nostre esperienze; in particolare, limitatamente all'unità di misura in bar:

$$c_u = \lambda(q_c - \sigma'_{v0}) / (q_c/4 + 15)$$

con $\lambda = 0.75$ per i loams,

$\lambda = 1.00$ per le argille "magre"

$\lambda = 1.25$ per le argille "grasse"

$\lambda = 1.50$ per le torbe



Relativamente ad OCR, si ricorda che per le terre coesive esso esprime lo scostamento tra la consistenza misurata e quella che occorrerebbe attendersi nel medesimo terreno qualora la consolidazione fosse avvenuta per effetto del solo carico litostatico. $OCR > 1$ indica uno stato precompresso, dovuto qui ad essiccamento sinsedimentario.

La relazione utilizzata per la stima del rapporto è la seguente:

$$c_u / \sigma'_{v0} = (0.23 \pm 0.04) OCR^{0.8} \quad (\text{Ladd e Foot, 1974}).$$

9. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFICHE

Il quadro generale risultante dalle terebrazioni mostra una bancata ghiaiosa ricoperta da depositi a granulometria fine; alla base di questa riprendono sequenze di materiali coesivi intercalate a livelli sabbiosi.

La compagine incoerente raggiunge spessori di $6 \div 8$ m; non mancano ovviamente le eccezioni: in corrispondenza del pozzetto 20 lo strato di ghiaia supera di poco 3.5 m; la stessa cosa si ripete, pur con geometrie leggermente diverse, nei settori indagati dai pozzetti 7 e 12.

Quanto riscontrato entro la trincea 7 rappresenta un caso peculiare ai fini del lavoro: il sottile spessore è dato dalla rastremazione del paleoalveo ghiaioso che a breve distanza verso NW si chiude (il bordo è stato osservato nel saggio 2), lasciando spazio a terreni limoso argillosi.

Il limite citato, in base ai sondaggi effettuati, ha la direzione indicata in figura 9.

Le caratteristiche litologiche della ghiaia non sono uniformi: la matrice, in genere sabbiosa, localmente diviene limo-argillosa⁴. Talora sono poi presenti strati di sabbia a granulometria medio-fine che raggiungono potenze massime dell'ordine di $0.7 \div 0.8$ m.

⁴Nelle schede dei pozzetti, tali orizzonti sono campiti in colore rosso

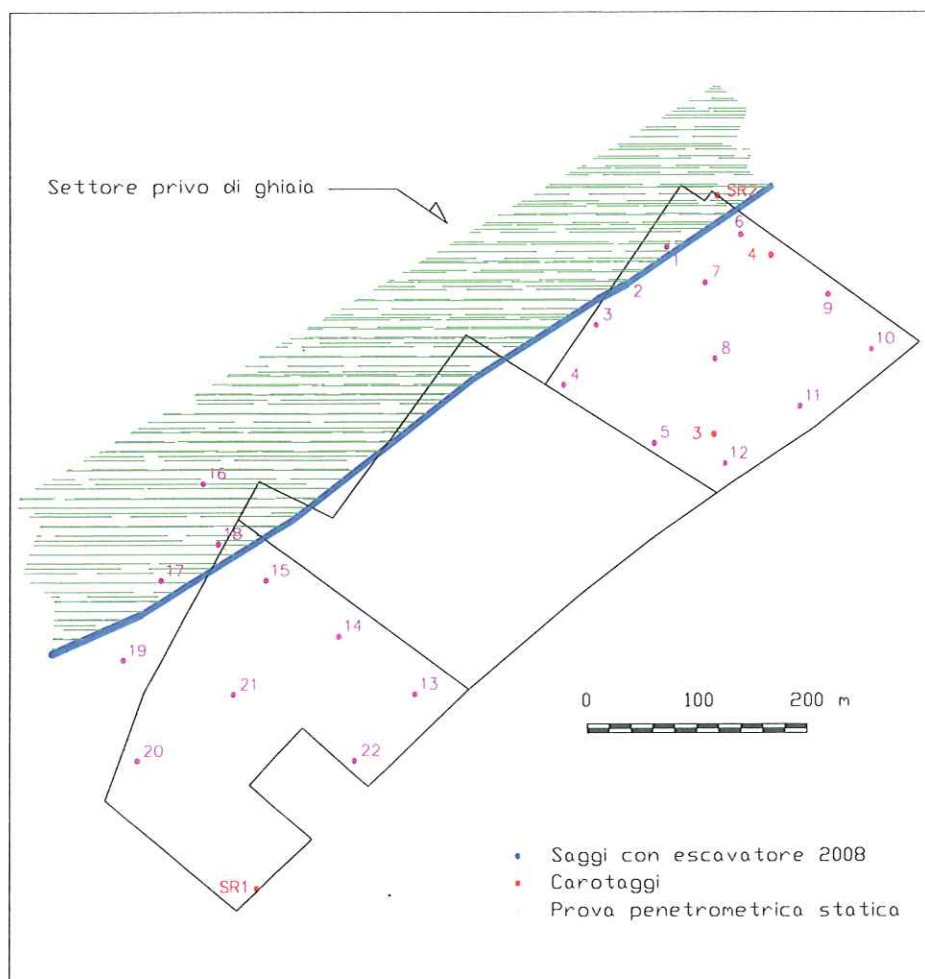


Figura 7

Le terre di copertura sono costituite da uno strato superiore "vegetale" spesso circa mezzo metro, quindi da limi e argille, talora a debole componente sabbiosa. La potenza complessiva del cappellaccio, in genere compresa tra 1 e 2 m, tende a ridursi nelle vicinanze del bordo sud del comparto centrale.

La compagine che limita inferiormente le ghiaie, come si è detto, è rappresentata da alternanze di argille limose e limi argillosi con subordinati livelli di sabbia saturi.

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è visualizzato in quattro sezioni interpretative riportate nelle tavole 30 e 31.

Per snellire il disegno e renderlo idoneo ai fini operativi, le classi litologiche sono state raggruppate nei seguenti termini:



- terreno vegetale
- ghiaia in matrice sabbiosa
- ghiaia in matrice limo argillosa
- sabbia
- limi e argille prevalenti

Osservando la sezione 1 si nota che nei pressi della viabilità provinciale le ghiaie sono affioranti. Ciò può spiegarsi con l'avvallamento del suolo in quel settore, forse dovuto a movimentazioni terra attuate in tempi passati.

10. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

L'interesse ricade sulle prestazioni dei suoli di copertura e delle ghiaie. L'analisi delle caratteristiche meccaniche delle frazioni coesive di base sono pertanto omesse.

10.1. Copertura

La bancata superficiale, stante la serie di misure con penetrometro tascabile effettuata sugli spezzoni di carota e sui fronti di scavo, risulta caratterizzata da valori della coesione non drenata generalmente compresi tra 80 e 180 kPa (si ricorda che il numero espresso nelle tavole è la resistenza a compressione semplice, pari al doppio della c_u).

L'elaborazione dei risultati CPT indica che fino a -2.5 m dal piano campagna i valori c_u sono compresi tra 70 e 100 kPa, pur con sporadici cali a 50 kPa poco oltre -2 m, mentre per quote superiori si collocano tra 80 e 140 kPa.

A tali valori corrispondono rapporti di sovraconsolidazione marcati: la grafica di tavola 29 mostra che ai metri sovrastanti le ghiaie competono OCR sistematicamente superiori a 5, dunque materiali di consistenza da dura a molto dura.

Il motivo della compattezza rilevata è in gran parte imputabile alla disidratazione.

La meccanica del fenomeno merita un accenno.



Il motore è la tensione superficiale dell'acqua residua tra i granuli del terreno, forza di per sé piccola, ma complessivamente rilevante laddove la superficie d'applicazione è amplificata dalla granulometria.

Nelle argille e nei limi, gli elementi minerali hanno dimensioni minime e pertanto massimo risulta l'effetto della desaturazione, tanto da ingenerare nella compagine riduzioni di volume e fratture.

Il senso della disamina ha un fine applicativo. Il risultato del fenomeno è infatti un corpo senza dubbio di buona consistenza, ma tutt'altro che isotropo. In altri termini, le caratteristiche meccaniche delle singole zolle non possono estendersi all'ammasso.

Per tener conto dello stato di fatturazione, riteniamo che la resistenza al taglio disponibile in condizioni efficaci attinga ai seguenti termini:

coesione intercetta $c' = 10 \text{ kPa}$
 angolo d'attrito interno $\varphi' = 25^\circ$

Il peso di volume è intorno a 2.0 Mg/m^3 .

10.2. Ghiaia

Come mostra la figura 8, i valori N_{SPT} risultano alquanto dispersi.

Se si escludono i valori fuori scala, si ricavano densità relative per lo più comprese tra il 60% ed il 90% (Gibbs-Holtz, 1957), dunque angoli d'attrito interno φ variabili da 42° a 46° .

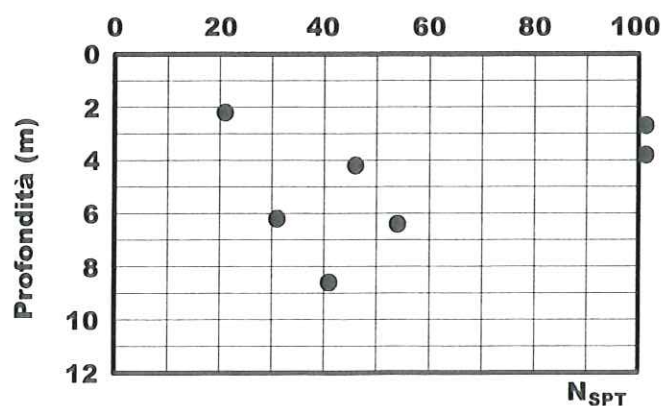


Figura 8 – Insieme dei valori N_{SPT} tratti dalle campagne geognostiche del 2001 e del 2008



Per mettere in conto l'effetto scala prodotto dai ciottoli che eccedono la dimensione del puntale, sembra opportuno assumere $\varphi = 40^\circ$ per grandi deformazioni (Durgunoglu e Mitchell, 1975) e mantenere il valore di picco prossimo a 45° .

Il peso di volume è da valutarsi intorno a 1.8 Mg/m^3 .

D'altra parte, si osserva che le pareti dei pozzetti si sono autosostenute per altezze di 5 m con pendenze prossime a 90° .

Se le prestazioni del materiale fossero governate esclusivamente dall'attrito tra i grani, ciò non sarebbe possibile; la compagine dovrebbe infatti disporsi secondo pendenze tutt'al più uguali a φ .

Occorre dunque pensare che la matrice, ancorché di varia natura, e la tessitura del deposito, fungano da legante e conferiscano al complesso risorse aggiuntive.

Verifiche condotte in altre circostanze su materiali simili, portarono a stimare che la resistenza al taglio di tali litologie è data dalla coppia di valori:

$$\varphi' = 40^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}.$$

Inoltre fu appurato che modificando in qualche misura il valore di φ , la coesione intercetta non subisce modifiche sostanziali; nella fattispecie, c' risulta 8 kPa se si considera un valore dell'angolo di attrito coincidente con quello di picco (45°), mentre sale a 12 kPa per $\varphi = 35^\circ$.

11. IDROGEOLOGIA

11.1. Dati pregressi

Nel 2005 Geolog effettuò uno studio per valutare le possibili interferenze tra le attività estrattive previste in sede di Variante Generale al P.I.A.E. ed i fontanili in destra Enza.



In quell'occasione fu eseguita una campagna volta a definire il livello piezometrico nei pozzi della zona e la quota idrometrica dei fontanili.

Per uno sguardo d'insieme e per un'idea delle misure effettuate, riporto in tavola 32 i dati raccolti nel corso di quell'indagine.

Per le misure in pozzo, volendo restituire qualche elemento di giudizio sull'attendibilità delle medesime, sembrò opportuno operare una diversificazione nelle seguenti tipologie:

- pozzo a camicia (distinguendo quello tradizionale che conserva le caratteristiche originarie, da quello approfondito con tubo);
- pozzo tubolare a diametro medio-piccolo, che contempla quelli ad uso domestico e quelli impiegati nelle aziende zootecniche;
- pozzo tubolare uso irriguo - zootecnico con diametro compreso tra 120 e 400 mm.

Solo parte degli elementi ispezionati risultò utile: diversi pozzi a camicia risultavano tombati o sigillati, mentre la maggior parte di quelli tubolari erano chiusi in sommità da flange prive di fori entro cui infilare il freatimetro.

Per i pozzi a camicia, una misura che segue di poco un prelievo è segnalata come incerta, così come è segnalata incerta la tipologia in assenza di informazioni precise in merito da parte del titolare.

Nel caso di pozzi secchi, si riporta la quota di fondo misurata rispetto al piano campagna; tale quota, in qualche raro caso, non coincide con la profondità dello scavo originario causa il parziale tombamento.

Nella carta tematica ho lasciato i numeri identificativi attribuiti allora (la numerazione riguarda solo i pozzi per così dire utili, che hanno cioè permesso stime sul livello idrico o sulla quota di fondo).

L'elaborazione grafica mostra che il settore d'interesse è costellato di opere di captazione, che tuttavia consentono poche misure.

Dai dati disponibili si ricava che la soggiacenza del livello piezometrico al piano campagna è mediamente intorno a 8.5 m.

Interessante osservare che numerosi pozzi a camicia sono risultati secchi, segno che la falda freatica ha subito nel tempo abbassamenti significativi.

Il settore è stato oggetto di altri studi che hanno reso informazioni utili dal punto di vista idrogeologico; elenco brevemente i più significativi.

L'indagine condotta da Tecnogeofisica s.n.c. comprese 3 prove tipo Lefranc a carico costante; due di queste riguardarono le ghiaie del giacimento, che risultarono caratterizzate da coefficienti di permeabilità k dell'ordine di $3.5 \cdot 10^{-3}$ cm/s, la terza interessò le alternanze di base, da cui si stimò k intorno a $1.5 \cdot 10^{-4}$ cm/s.

La relazione "I fontanili della pianura reggiana – Comuni di Gattatico e Campegine", datata Marzo 1991 e redatta da Geoprospecting s.r.l., contiene una serie di dati su alcuni pozzi del settore e misure piezometriche risalenti al Dicembre 1990.

I livelli piezometrici misurati in quell'occasione differiscono di poco rispetto a quelli indicati in tavola 32. Di quel lavoro si riporta la carta delle isopieze, da cui risulta una direzione dei deflussi sotterranei verso SE (figura 9).

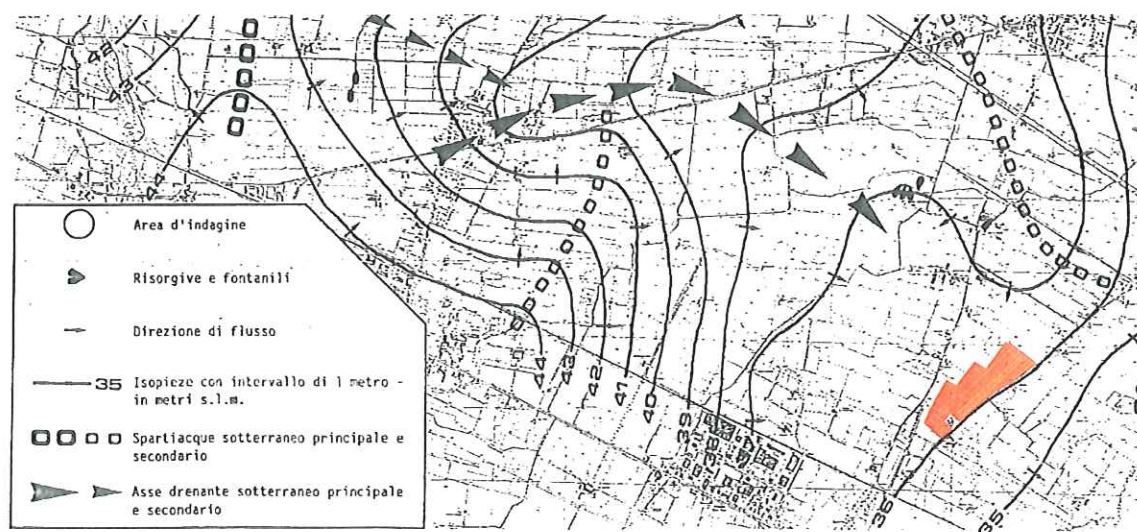


Figura 9

Da ricordare infine lo "Studio idrogeologico ambientale del territorio Comunale di S. Ilario d'Enza" (Dr. Gian Pietro Mazzetti, Dr. Ivano Campagnoli, Dr. Marco Cavazzuti, Dr. Alberto Iotti, Dr. Maurice Vuillermin, 1983), utile soprattutto per i risultati di alcune prove specifiche sui tempi di filtrazione.



In quell'occasione furono eseguite due prove di permeabilità in situ in prossimità di C. Artioli⁵ ed una prova Stanudin poco a monte di C. Nuova⁶.

Le prime sono state condotte con permeametro a carico variabile, a profondità compresa tra - 0.5 e -0.8 m dal piano campagna, ed hanno reso un valore della velocità di infiltrazione equivalente a 0.46 m/g; la seconda, che sfrutta le potenzialità dei metodi geoelettrici, ha indicato una velocità reale dei deflussi idrici (o velocità di circolazione laterale) compresa tra 1.1 e 1.32 m/g.

11.2. Indagini attuali

Per arricchire il quadro, ho preso visione della recente bibliografia in materia e raccolto le stratigrafie di alcuni pozzi realizzati nel comparto.

Una campagna di misure piezometriche ha poi permesso di aggiornare la situazione relativamente all'assetto idrogeologico locale.

11.2.1. Censimento pozzi

Nel caso specifico, di particolare aiuto sono state le informazioni fornite dal Servizio Tecnico Bacini Enza, Panaro e Secchia (Regione Emilia Romagna).

Le stratigrafie d'interesse sono state ridisegnate secondo il nostro standard e allegate a fondo testo; la numerazione è quella utilizzata dal catasto R.E.R.

La posizione degli elementi con successione litologica nota è in tavola 33.

11.2.2. Misure del livello freatico

Il 20 Giugno 2008 ho rilevato il livello piezometrico nei pozzi immediatamente circostanti l'area di studio e nei fori SR1 ed SR2.

Riferite le misure alla quota del mare ho poi tracciato le isopieze congruenti.

⁵ Edificio ad ovest dell'innesto di via della Razza sulla viabilità principale

⁶ Edificio sito nella rientranza che il perimetro di cava compie sul lato SE



Quanto emerso è evidenziato in tavola 33. L'aumento del passo tra le curve 37 e 38, essendo il settore a NW del polo quasi privo di misure, è fissato anche per analogia con studi idrogeologici precedenti⁷.

Per avere informazioni sull'oscillazione del livello piezometrico, le misure del 20 Giugno furono precedute e seguite da letture a volte ravvicinate. Gli ultimi monitoraggi sono stati estesi anche ai tubi finestrati dei pozzetti e nel foro CPT 1.

Le misure sono in tabella 2.

Data	sr1	sr2	p4	p7	p10	p12	cpt1
16/05/2008	-8,7						
04/06/2008	-8,21	-4,27					
20/06/2008	-8,2	-4,19					
27/06/2008		-4,28		-5,4			
03/07/2008	-8,07	-4,35	-5,53	-4,94		-5,57	
17/07/2008	-6,77	-2,12	-4,32	-4,85	-5,04	-3,91	-4,91
28/07/2008	-6,95	-2,75	-4,52	-4,11	-4,83	-4,24	-5,24
01/08/2008	-6,91	-2,14	-4,42	-4,02	-4,96	-4,31	-5,32

Tabella 2

11.2.3. Osservazioni sulla tipologia dell'acquifero

Recenti controlli sui pozzi a camicia prossimi al perimetro del polo, hanno evidenziato che questi restavano secchi nonostante i livelli piezometrici fossero soggetti a risalite particolarmente marcate, come quelle registrate nella seconda metà del Luglio 2008.

Da semplici considerazioni sulle quote relative, emerge che non sussiste corrispondenza tra falda freatica e livello piezometrico.

Ulteriori riscontri avvallano questa deduzione.

⁷ Il riferimento è alle isopieze dalla Geoprospecting s.r.l. (figura 9) ed a quelle delineate nello "Studio idrogeologico e ambientale sull'interferenza delle attività estrattive con il sistema dei fontanili" (Dr. Mario Mambrini, Dr. Roberto Farioli, 2005), qui omesse.



In primo luogo le ghiaie incontrate nel corso del sondaggio SR1 sono risultate "asciutte", mentre il livello piezometrico è risalito all'interno di queste.

Inoltre nessuna manifestazione idrica si è osservata entro le trincee, neppure nella settima, sebbene prossima al sondaggio SR2 ed avente una quota di fondo scavo più bassa rispetto a quella piezometrica misurata in foro.

Infine, le resistenze del CPT1 non subiscono alcun calo in corrispondenza del livello idrico, anzi esprimono in quella zona compattezze marcate, in contrasto con la presenza di una falda che dovrebbe garantire il tenore idrico ed evitare eccessive sovraconsolidazioni.

Il motivo di queste misure freatiche "superficiali" risiede nel fatto che i sondaggi più profondi hanno intercettato livelli permeabili contenenti acqua in pressione (tali potrebbero essere gli episodi sabbiosi tra -9.5 e -12 m), limitati superiormente da orizzonti coesivi con caratteristiche di bassa permeabilità.

La rimozione della colonna di terreno ha provocato la "decompressione" del serbatoio, cosicché l'acqua è potuta risalire nel foro fino ad arrestarsi una volta raggiunto l'equilibrio tra la pressione atmosferica e quella propria della falda "imprigionata".

La superficie piezometrica di figura 33 è dunque fittizia e non indica la reale profondità dell'acqua sotto la superficie.

In questo quadro, i livelli idrici misurati nei piezometri dei pozzetti esplorativi palesano la presenza di interstrati argilloso-limosi alla base delle prime ghiaie; in pratica, quelle misure sono relative ad esigue lame d'acqua "sospese" sui livelli impermeabili più superficiali, alimentate direttamente dalle precipitazioni atmosferiche.

Essendo da escludere che i sottili strati sabbiosi a cui si è fatto cenno poc'anzi rappresentino un acquifero produttivo, occorre pensare che la falda vera e propria, intesa come serbatoio utilizzabile per fini idropotabili, risieda oltre il volume indagato dai carotaggi.

Informazioni sul quadro idrostratigrafico profondo non possono che derivare dalle perforazioni recenti per lo sfruttamento della risorsa acqua.

Nelle successioni sedimentarie Plio-Pleistoceniche sono stati individuati tre acquiferi principali, denominati Gruppo Acquifero A, B e C⁸.

⁸ da "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" della R.E.R. ENI – AGIP (1998).



Il Gruppo A è quello più superficiale e sfruttato in modo intensivo; il B è quello intermedio, sfruttato solo localmente, il C è il più profondo e risulta raramente captato.

Alla base della sequenza è il cosiddetto Acquitardo Basale, un substrato complessivamente impermeabile che inibisce, di fatto, la circolazione idrica.

Per rappresentare lo spessore degli acquiferi più superficiali relativamente al settore d'interesse, è stato predisposto l'elaborato di tavola 34, la traccia di sezione è in tavola 33.

Il disegno ha considerato le isobate dei limiti basali dei Gruppi A e B fissate nella bibliografia specialistica; le interfacce tra i complessi superficiali del Gruppo A sono state definite sulla scorta di alcune stratigrafie di pozzi Enia.

Per completezza si sono sovrapposte le successioni litologiche disponibili. Tutte le verticali esterne alla traccia di sezione sono riportate sulla medesima secondo proiezioni ortogonali.

Come si evince dall'elaborato grafico, le perforazioni condotte nei pressi dell'area di studio interessano il complesso più superficiale del Gruppo A, rispetto al piano campagna, il tetto del primo acquifero produttivo è posto intorno a -16 m.

Ai fini applicativi, la normativa impone che tra quest'ultimo ed il fondo cava deve sussistere un franco di almeno 1.5 m.

Quote di fondo scavo a -8 m nel settore sud e -6 m in quello nord, sufficienti per estrarre i quantitativi previsti in sede di P.I.A.E., garantiscono dunque il rispetto del regolamento.

12. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO E TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La salvaguardia dell'acquifero in termini qualitativi, presuppone la conoscenza dei processi che si susseguono dal momento in cui un inquinante attraversa il suolo, guadagna la falda produttiva e si propaga tramite i flussi idrici sotterranei.

Per una stima del fenomeno, oltre a considerare la geometria e le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero, occorre mettere in conto lo spessore dei vari strati costituenti l'insaturo, il saturo e le relative permeabilità.



La disamina che segue intende fornire un panorama dei fattori che favoriscono la contaminazione, in modo da creare una base utile ai lavori di dettaglio che saranno effettuati a supporto dei Piani di Coltivazione.

12.1. Geometrie e permeabilità degli strati insaturi

Nel caso in esame va considerato il cosiddetto cappellaccio, cioè la parte superficiale che ricopre il giacimento e la ghiaia d'interesse estrattivo.

12.1.1. Coltre superficiale

Le stratigrafie indicano che il pacco è costituito da limo argilloso con varie percentuali di argilla e sabbia, la potenza media è intorno a 1.5 m.

La copertura è però assente sul fronte occidentale, nel settore immediatamente a valle del distributore e in più zone è ridotta ad una pellicola di pochi decimetri.

12.1.2. Ghiaie

Lo spessore della compagine è da stimarsi mediamente intorno a 6.5 m.

Circa la natura del sedimento, già trattata nel capitolo relativo alla stratigrafia, occorre ribadire che il materiale è tutt'altro che omogeneo.

La tessitura del deposito, osservata direttamente sui fronti di cava e sulle pareti delle trincee condotte, varia da zona a zona.

In termini di drenaggio, l'ostacolo principale è dovuto ad alcuni orizzonti, la cui distribuzione è casuale, dove la matrice è composta da frazioni limoso argillose rilevanti.

12.2. Geometrie e permeabilità degli strati saturi

La zona satura è rappresentata dalle alternanze di argille, limi e sabbie, oltre che dalle ghiaie che costituiscono l'acquifero vero e proprio, il cui tetto è intorno a -16 m.



12.2.1. Alternanze di base

La sequenza di strati coesivi a livelletti sabbiosi intercalati è spesso circa 8 m.

Alle diverse granulometrie dei vari strati si associano proprietà idrauliche differenti: i livelli limo-argillosi saranno caratterizzati da capacità di drenaggio modeste, gli episodi sabbiosi risulteranno a permeabilità relativamente elevata.

Per tale complesso si può ammettere una filtrazione comunque contenuta: il moto in verticale è impedito dai livelli argillosi, secondo le linee di deflusso è facile immaginare che l'ostacolo sia imputabile alla forma lenticolare degli episodi sabbiosi.

12.2.2. Acquifero

Sono da mettere in conto permeabilità relativamente elevate; la direzione dei deflussi è orientata sostanzialmente verso est.

12.3. Potenziali fonti di inquinamento della risorsa idrica

Il perimetro dell'area di cava è per metà lambito da campi coltivati e per l'altra metà dalla viabilità principale e locale (S.P. 67 NW e strada della Razza a SE).

Un'eventuale contaminazione potrebbe dunque derivare dai prodotti impiegati in agricoltura, dato che lo smaltimento dell'acqua che si riversa sulle strade è garantito dai fossi che le bordano.

Ovviamente il rischio maggiore si corre nel momento in cui lo scavo raggiunge la massima profondità, visto che manca la protezione del suolo e più sottile è il franco insaturo.

D'altra parte, i perimetri delle aree di cava sono obbligatoriamente cintati da fossi di guardia intesi a scongiurare l'ingresso di inquinanti veicolati all'esterno, così come sono previste procedure per evitare la dispersione di carburanti e lubrificanti dei mezzi d'opera impiegati all'interno.

Ciò premesso, va osservato che un'eventuale contaminazione avrebbe carattere episodico, che i processi depurativi nel sottosuolo porterebbero ad una riduzione del carico inquinante e che solo qualche elemento di natura chimica potrebbe persistere nel tempo ed avere la possibilità di diffondersi.

12.4. Effetto della coltivazione sul grado di vulnerabilità

Lo schema di figura 10 pone a confronto una probabile configurazione finale con l'assetto originale.

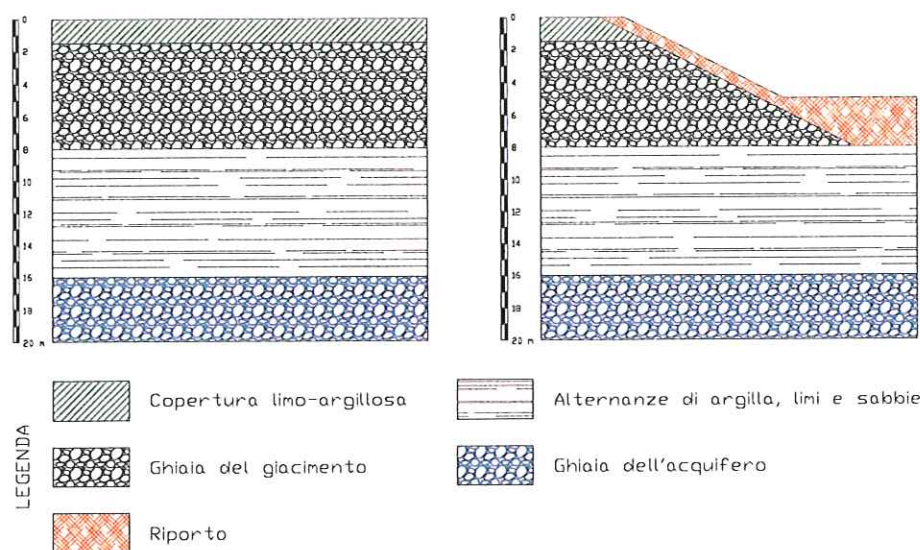


Figura 10

Se da una parte si asporta il franco di ghiaia superiore, dall'altra aumenta lo spessore che "protegge" il materiale sottostante.

Nel caso lo strato ricollocato avesse le medesime caratteristiche tessiturali del cappellaccio, il bilancio sulla vulnerabilità risulterebbe spostato verso termini più ottimistici, nella considerazione che il quantitativo della nuova coltre, ai fini della riduzione complessiva della percolazione idrica, sopprimerrebbe ampiamente alla sottrazione di ghiaia.

In termini pratici occorre considerare tuttavia che il riparto non avrà le caratteristiche del terreno preesistente.

Gli strati che rivestiranno il fondo e le pareti saranno porzioni del cappellaccio, probabilmente scarti della lavorazione degli inerti, materiali per loro natura sciolti e quindi poco prestazionali sotto il profilo della tenuta idraulica.

Se si dispone questo materiale secondo stese sommarie, evitando cioè compattazioni spinte per conferire basse permeabilità all'ammasso, sarà garantito un recupero dell'ambiente ottimale sotto il profilo idrogeologico, questo perché non si



alterano in misura sostanziale gli attuali bilanci sugli apporti per filtrazione attraverso i campi. Occorre infatti notare che la coltre attuale non è "a tenuta"; al contrario, a luoghi è assente ovvero ridotta in spessore, cosicché parte delle acque di pioggia ha modo di raggiungere il tetto delle ghiaie, percolare in esse e formare lame d'acqua al contatto con le litologie impermeabili sottostanti.

12.5. Monitoraggio della qualità delle acque

Per avere riscontri sull'argomento occorrerà che la Ditta con diritto di scavo proceda alle verifiche del caso e inoltri i responsi di laboratorio alle autorità competenti.

Vista la presenza di una zona anticamente scavata e ritombata ad W del comparto meridionale del polo, conviene che prelievi abbiano luogo qualche tempo prima dell'inizio dei lavori, così da disporre di un "bianco" utile a fronte di eventuali inquinamenti pregressi.

13. ANALISI DI STABILITA'

L'apertura di fosse modifica il quadro tensionale nei terreni al contorno, nel senso di richiedere loro un maggior impegno meccanico; ciò evidentemente riduce la stabilità dei declivi, per cui s'impone una verifica in merito.

Secondo gli indirizzi progettuali, le pendenze dei fronti di scavo saranno 1/2 e 2/3 rispettivamente dal piano campagna a -2 m e da -2 m al fondo del giacimento.

L'evidenza a piena scala offerta dalle scarpate stabili dei saggi effettuati indica che la geometria scelta garantisce ampi margini di sicurezza.

Occorre tuttavia esplicitare in termini quantitativi tale affermazione.

Visto l'ambito del lavoro, il calcolo è stato semplificato ammettendo una pendenza unica e l'esclusiva presenza di materiali ghiaiosi, situazione peraltro palesata in corrispondenza del pozzetto 19. A questi è attribuito un angolo d'attrito interno pari a 40° ed una coesione intercetta c' di 10 kPa.

L'altezza complessiva del paramento è pari a 8 m, la massima prevista per l'intero polo estrattivo.

Non si considera alcun sovraccarico.



Quanto all'effetto sismico, i dati c_u ed N_{SPT} pongono il suolo nella categoria B o tutt'al più C, classi che, unitamente all'attribuzione dell'area alle zone 3, portano a fissare le accelerazioni orizzontali e verticali di progetto per fronti di scavo rispettivamente a $\pm 0.094 g$ e $\pm 0.047 g$.

Sfruttando uno specifico codice (STABL, della Purdue University - Indiana), si è calcolato il fattore di stabilità minimo secondo il metodo Bishop-Modificato per superfici di potenziale rottura ad andamento circolare.

Il risultato più critico ($F = 1.792$) relativo alla combinazione sfavorevole delle azioni è esposto sinteticamente nella figura 11. I dati numerici della verifica sono a seguire.

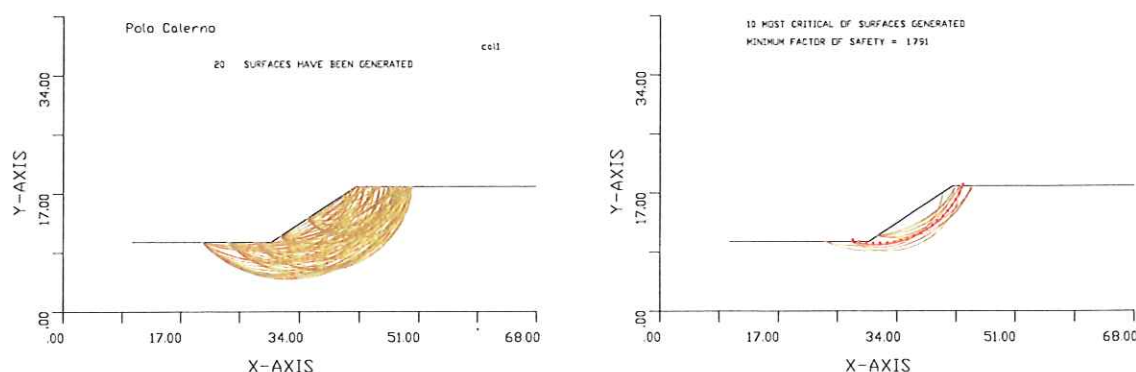


Figura 11

PROBLEM DESCRIPTION Polo Calerno
Input file : call

BOUNDARY COORDINATES

3 TOP BOUNDARIES

3 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (MT)	Y-LEFT (MT)	X-RIGHT (MT)	Y-RIGHT (MT)	SOIL TYPE BELOW BND
1	10.00	10.00	30.00	10.00	1
2	30.00	10.00	42.00	18.00	1
3	42.00	18.00	68.00	18.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (T/MC)	SATURATED UNIT WT. (T/MC)	COHESION INTERCEPT (T/MQ)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (T/MQ)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	1.8	1.8	1.0	40.0	.00	.0	1

A HORIZONTAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT OF .094 HAS BEEN ASSIGNED
A VERTICAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT OF -.047 HAS BEEN ASSIGNED
CAVITATION PRESSURE = .0 T/MQ

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED.
100 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

20 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 5 POINTS EQUALLY SPACED

ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 20.00 MT.
AND X = 35.00 MT.

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 40.00 MT.
AND X = 50.00 MT.

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 MT.
1.00 MT. LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.



FOLLOWING IS DISPLAYED THE MOST CRITICAL OF THE TRIAL
FAILURE SURFACES EXAMINED

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 21
COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (MT)	Y-SURF (MT)
1	27.50	10.00
2	28.47	9.77
3	29.46	9.62
4	30.46	9.54
5	31.46	9.54
6	32.46	9.61
7	33.45	9.76
8	34.42	9.98
9	35.38	10.28
10	36.31	10.65
11	37.20	11.09
12	38.07	11.59
13	38.89	12.16
14	39.67	12.79
15	40.40	13.47
16	41.07	14.21
17	41.68	15.00
18	42.24	15.83
19	42.73	16.70
20	43.15	17.61
21	43.30	18.00

*** 1.792 ***

Il termine di confronto è $F = 1.3$, che la Normativa consolidata pone come riferimento della stabilità per interventi edificatori.

Nella figura sono richiamati i dati in ingresso, i risultati e due disegni, di cui quello a destra riporta tutte le superfici di verifica, quello a sinistra le 10 più critiche con evidenziata quella a fattore minimo.

Ovviamente la stabilità andrà ad aumentare col tombamento della cava.



**STRATIGRAFIE SONDAGGI
E
CERTIFICATI DI LABORATORIO**

TECNOGEOFISICA s.n.c. (RELAZIONE APRILE 2001)

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITÀ kg/cm ²	TORVALE kg/cm ²	SPT (colpi)
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,90				0,0	Argilla con piccoli frustoli carboniosi e sparse concrezioni calcaree (1/2 mm) di colore nocciola scuro e presenza di livelletti limosi, molto consistente.	2,55	1,2	
	1,20					Limo nocciola ricco di concrezioni calcaree (1/2 mm), media consistenza.	>6	1,64	
	1,40					Sabbia con ghiaia medio fine di colore nocciola.	>6		
	2,50					Ghiaia media e fine con sabbia (consistente), clasti spigolosi (φ max. 1/2 cm), calcarei e calcareo marnosi di colore grigio e grigio scuro. Sono presenti incrostazioni e tracce di cementazione su alcuni clasti. Verso la base tende a prevalere la componente sabbiosa di colore nocciola.			
2	4,00				Lofranc 1.1	Ghiaia medio grossolana con sabbia medio fine, clasti calcarei grigio scuri (φ max. 6/8 cm) la matrice sabbiosa è di colore nocciola (urnido). Sui clasti sono presenti tracce di cementazione, i ciottoli si presentano subarrotondati e subordinatamente subappiattiti.			
	4,40					Ghiaia media e fine con matrice limosa di colore nocciola. Clasti calcarei e calcareo arenaceo quarzosi, di colore grigio scuro. Ciottoli subarrotondati con patine di cementazione.			
3	4,70				c2	Limo argilloso nocciola con inclusi clasti calcarei grigi sparsi (φ > 1 cm)			
	5,80					Ghiaia medio grossolana calcarea, in matrice sabbiosa, di colore grigio chiaro, con clasti subarrotondati (φ = 8/10 cm).			
4	6,00				6,20	Sabbia e sabbia debolmente limosa nocciola con inclusi locali ciottolotti calcarei (φ = 0,5 cm).	4,3	1,82	
	6,40					Argilla grigio scuro, consistente.	2,3	1,16	
5	7,00					Alternanze limoso argillose di colore nocciola con frustoli carboniosi e concrezioni nerastre. Alla base livelletti sabbiosi fini nocciola con noduli ocreaci.	2,0	0,86	
	7,60					Argilla grigio nocciola, ricca di noduli ocreaci e piccoli frustoli carboniosi (livelletto di sabbia fine da 7,3 a 7,4 m p.c.).	1,35	0,76	
6	7,90					Sabbia pulita nocciola, poco consistente.	1,3	0,88	
	8,20						2,1	1,04	
7	8,50					Livello argilloso grigio.	1,3	0,72	
	9,00					Sabbia fine grigia.	1,0	0,48	
8	9,40					Alternanze sabbioso limose di colore grigio.	0,9	0,5	
	9,60					Argilla nerastra con piccole concrezioni calcaree.	0,4	0,14	
9	9,90					Limo grigio scuro.	0,5	0,22	
	11,00					Sabbia fine grigia.	0,6	0,3	
10						Argilla grigia con locali venature limoso sabbiose.	0,4	0,36	
							0,7	0,46	
							0,55	0,44	
							0,5	0,38	
							0,3	0,14	
							1,1	0,56	
							0,9	0,68	

disegno				COMPLESSA			
tutolo		Schoda descrizione strategica					
PERSONE RESPONSABILI		data	inviata da	RUE COMITATO		Riv. 181/0006	
responsabile	Dott. Federico Olivi			SILENZA		5 marzo 2001	7 marzo 2001
responsabile	Dott. Renato Sacchetti	9-apr-01	0	Dott. Riccardo Triches			
responsabile	Dott. Riccardo Triches			Dott. Riccardo Triches			

TECNICO RESPONSABILE Ing. Paolo L. ARMANDO DI NERI (RE) tel. 059/632802 cell. 0376746473 E-mail: tecnogun@tinco.it		DATA ESECUZIONE 05/03/01	METODO PERFOR. CAROTTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 2
COMMITTENTE CCPL		QUOTA Piano campagna	ATTREZZI carotiere semplice ϕ 101 mm rivestimenti ϕ 127 mm	
LOCALITA' S. Ilario d'Enza (RE)		PIEZOMETRO Assente		
PROVE DI PERMEABILITA'	CAMPIONI SPT DISTURBATO INDISTURBATO		LIVELLO ACQUA DATA 05/03/01	PROF. FORO 4,50 9,00 0,00
			ASSISTENTE Dott. Olivi F.	OPERATORE Dott. Sacchetti R.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET spunt.	TORVAIRE spunt.	SPT spunt.
			Tipo	NUM. PROF.				
1	0,80				Argilla nocciola, consistente, con livelletti limoso sabbiosi.	2,5		
	1,00				Limo con limo sabbioso alla base, di colore nocciola, ricco di frustoli carboniosi e molto consistente.	1,6		
	1,30				Ghiaia media e fine in matrice sabbiosa. Clasti subappiattiti e subarrotondati calcarei grigio scuri.	5		
2						4,5		
3					Ghiaia media, con clasti grossolani ($\phi = 5/8$ cm) di colore grigio, subappiattiti e subarrotondati, calcareo marnosi e calcareo arenitici fini. E' presente un livello di sabbia media nocciola da 1,3 a 1,4.			
4	3,90				Ghiaia medio grossa (ϕ max. 8/10 cm) con clasti calcarei di colore grigio e arenaceo fini di colore nocciola, subarrotondati. A 4,2 /4,4 sono presenti clasti con patine manganesifere e nerastre.			
5	4,50				Ghiaia con matrice limoso sabbiosa nocciola, clasti subappiattiti e subarrotondati calcarei e calcarenitici di colore grigio.			
6	4,90				Ghiaia grossolana (ϕ max. 5/7 cm) con clasti calcarenitici grigi, subarrotondati, alla base matrice sabbioso limosa nocciola.			
7	6,40				Sabbia nocciola poco consistente.			
8	6,70				Ghiaia grossa calcareo arenacea di colore grigio nocciola.			
9	7,00				Ghiaia media e fine in matrice sabbioso limosa nocciola.			
10	7,30				Argilla grigia con livelli limosi.	1,2	0,64	
	7,90				Sabbia fine e sabbia limosa grigia.	1,0	0,6	
	8,10					0,5	0,36	
	8,80				Argilla grigia con incluse locali concrezioni calcaree centimetriche.	0,1	0,1	
	9,00					0,5	0,28	
					Sabbia grigio scuro con livelli centimetrici sabbioso limosi.	1,2	0,64	
						1,3	0,8	
						0,9	0,5	

Disegno titolo	Scheda descrizione stratigrafica data 05/03/01		USCITA data 05/03/01	Prv 161/001 data 05/03/01	7 marzo 2001
Autore Dott. Federico Olivi	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01
Verifica Dott. Renato Sacchetti	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01
Approvazione Dott. Riccardo Triches	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01	data 05/03/01

TECNOGEOFISICA S.p.A. Via Garibaldi 41042 CAMPI (MO) Tel. 059/632066 fax 059/632774 E-mail: tecnogeo@tecnofisica.it		DATA ESECUZIONE 06/03/01	METODO PESTOR CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 3
QUOTA Piano campagna		ATTREZZI carotiere semplice ϕ 101 mm rivestimenti ϕ 127 mm		
COMMITTENTE CCPL		PIEZOMETRO Assente		
LOCALITA' S. Ilario d'Enza (RE)		LIVELLO ACQUA DATA MI SOTTO		
PROVE DI PERMEABILITA'	CAMPIONI SPT DISTURBATO INDISTURBATO	PROF. FORO 12,00	PROF. RIVEST. 7,50	ASSISTENTE Dott. Olivi F. OPERATORE Dott. Sacchetti R.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROF. FORO	PROF. RIVEST.	ASSISTENTE	OPERATORE
			TIPO	NUM.	PROF.					
1	1,00					Argilla nocciola, molto consistente, presenza di sparsi frustoli carboniosi e locali concrezioni calcaree.	2,2	0,72		
2	2,00					Ghiaia grossa ($\phi = 7/10$ cm), con clasti calcarei e calcarenitici grigi, subarrotondati, immersi in pasta di fondo limoso argillosa di colore nocciola molto consistente.	2,7	1,08		
	2,50			1	2,2-2,65	Ghiaia media ($\phi = 1/3$ cm) con clasti subappiattiti, calcarei e arenacei, in pasta di fondo argillosa nocciola scuro.	4,1	1,16		
3	3,60					Ghiaia grossolana ($\phi > 10$ cm) calcarea, subappiattita, in pasta di fondo limoso argillosa di colore nocciola.	3,9	1,72		
4	4,60			2	4,0-4,45	Ghiaia medio grossa calcarea e calcarenitica grigio verde, in pasta di fondo limoso argillosa di colore nocciola.				
5	5,40					Ghiaia grossa ($\phi = 10/12$ cm) e medio fine ($\phi = 1/3$ cm), calcarea e calcareo arenitica con patine di ossidazione.				
6	6,80			3	6,0-6,45	Ghiaia media e fine, con clasti subappiattiti e subarrotondati, calcarei e calcarenitici. Alla base livello di clasti grossolani.				
7	7,40					Argilla grigia con all'interno livelli di ghiaio fine.				
8	8,00					Argilla grigia mediamente consistente.				
9	9,40					Argilla grigia, consistente, con locali livelli carboniosi e concrezioni calcaree millimetriche.	1,3	0,76		
							1,35	0,76		
							1,6	0,74		
							0,5	0,42		
							1,5	0,8		
							1,4	0,82		
							0,85	0,54		
							1,5	0,72		
							1,1	0,54		
							0,3	0,14		
							0,45	0,2		
10	10,20					Alternanze limoso sabbiose e sabbioso limose di colore grigio.	0,8	0,36		
							0,9	0,62		
	12,00						0,6	0,42		

Scheda descrizione stratigrafica		DATA 5 marzo 2001		FINE LAVORI 17 marzo 2001	
DIRETTORE Dott. Federico Olivi	RESPONSABILE Dott. Renato Sacchetti	DATA 9 apr-01	DATA 0	RESPONSABILE Dott. Riccardo Triches	DATA 17 marzo 2001

TECNICA/INSTRUMENTAZIONE (M. 1) (M. 2) (M. 3) (M. 4) (M. 5) (M. 6) (M. 7) (M. 8) (M. 9) (M. 10) (M. 11) (M. 12) (M. 13) (M. 14) (M. 15) (M. 16) (M. 17) (M. 18) (M. 19) (M. 20) (M. 21) (M. 22) (M. 23) (M. 24) (M. 25) (M. 26) (M. 27) (M. 28) (M. 29) (M. 30) (M. 31) (M. 32) (M. 33) (M. 34) (M. 35) (M. 36) (M. 37) (M. 38) (M. 39) (M. 40) (M. 41) (M. 42) (M. 43) (M. 44) (M. 45) (M. 46) (M. 47) (M. 48) (M. 49) (M. 50) (M. 51) (M. 52) (M. 53) (M. 54) (M. 55) (M. 56) (M. 57) (M. 58) (M. 59) (M. 60) (M. 61) (M. 62) (M. 63) (M. 64) (M. 65) (M. 66) (M. 67) (M. 68) (M. 69) (M. 70) (M. 71) (M. 72) (M. 73) (M. 74) (M. 75) (M. 76) (M. 77) (M. 78) (M. 79) (M. 80) (M. 81) (M. 82) (M. 83) (M. 84) (M. 85) (M. 86) (M. 87) (M. 88) (M. 89) (M. 90) (M. 91) (M. 92) (M. 93) (M. 94) (M. 95) (M. 96) (M. 97) (M. 98) (M. 99) (M. 100)		DATA ESECUZIONE 6-7/03/2001	METODO PERFORAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO 4
QUOTA Piano campagna		ATTREZZI carotiere semplice ϕ 101 mm rivestimenti ϕ 127 mm		
COMMITTENTE CCPL		PIEZOMETRO Assente		
LOCALITA' S. Ilario d'Enza (RE)		LIVELLO ACQUA DATA 14/06/00 MET. USATO chiuso a 4,5 PROF. FORO 9,00 PROF. RIVEST. 3,00		
PROVE DI PERMEABILITA'		CAMPIONI SFT DISTURBATO INDISTURBATO		ASSISTENTE Dott. Olivi F. OPERATORE Dott. Sacchetti R.

ml	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROF. FORO	PROF. RIVEST.	ASSISTENTE	OPERATORE
			TPO	NUM.	PROF.					
1	0,40					Limo sabbioso e sabbia limosa di colore bruno, consistente.	>8	>6		
	0,80					Argilla nocciola, consistente, ricca di frustoli carboniosi.	>6	>6		
	1,00					Limo nocciola con alla base un livello sabbioso e ciottolotti calcarei subappiattiti.	>6	>6		
2	2,50					Ghiaia grossa con locali livelli sabbiosi fini di colore nocciola. Clasti calcarei e calcarenitici subarrotondati di colore grigio.				
	3,20					Ghiaia media con ciottoli calcarei grigi e calcarenitici grigio nocciola, in matrice limosa sabbiosa nocciola molto consistente.				
3	3,20					Ghiaia grossa con ciottoli ($\phi > 10$ cm) calcarenitici e arenacei grigio nocciola in scarsa matrice sabbiosa.				
	4,20					Ghiaia media e medio fine ($\phi = 1/4$ cm e $0,5/1$ cm), subappiattita, con patine di ossidazione manganesifere brune. Scarsa matrice sabbiosa, sabbioso limosa.				
4	5,70					Ghiaia medio grossa ($\phi = 3/8$ cm) e subordinati livelli di ghiaia fine, in matrice sabbiosa e sabbioso limosa.				
	6,70					Alternanze di limo sabbioso e sabbia limosa di colore grigio con locali e subordinati livelli limoso argillosi.	0,4 1,4 0,4 0,4 1,3 1,7			
5	7,80					Sabbia e sabbia limosa grigia con centimetrici livelli argillosi e limoso argillosi.	0,8 1,3 1,0 0,8			
	9,00									
6										
7										
8										
9										
10										

Scheda descrizione stratigrafica		DATA		PROF.	
data 6-apr-01	data 0	data 5-marzo-2001	data 17-marzo-2001	data Dott. Riccardo Triches	data Dott. Riccardo Triches

TECNOLOGIE S.p.A. Via Melita 2 41012 GALLI (MO)	Prova di immissione in foro n° 1.1		COMMITTENTE:
	SONDAGGIO:	1	CCCL
	DATA:	05/03/01	Via M.K. Gandhi, 8
	CANTIERE:	Calerno (RE)	Reggio Emilia

Caratteristiche prova: Tipo Lefranc a CARICO COSTANTE

Caratteristiche Sondaggio

livello acqua di riferimento assunto all'interno del foro (cm) 0 [da b. p.]
 profondità della colonna di rivestimento (cm) 0 [da pc]
 profondità della falda misurata all'interno del foro (cm) 530 [da pc]

Altezza bocca pozzo (cm) 0
 Diametro foro (cm) 10,1
 Diametro rivestimento (cm) 12,7
 Altezza dreno (cm) 620

relazione di Lefranc per il calcolo della conducibilità idraulica:

$$K = [q / (C_F \times h)] \quad \text{ove } C_F = 2,85 \times D \quad \text{se } L = 0$$

$$C_F = 2 \times \pi \times D \quad \text{se } L = D$$

$$\text{rel di M. Mandel: } C_F = 2 \times \pi \times D \times [((L/D)^2 - 1)^{0,5} / \ln[(L/D) + ((L/D)^2 - 1)^{0,5}] \quad \text{se } L > D$$

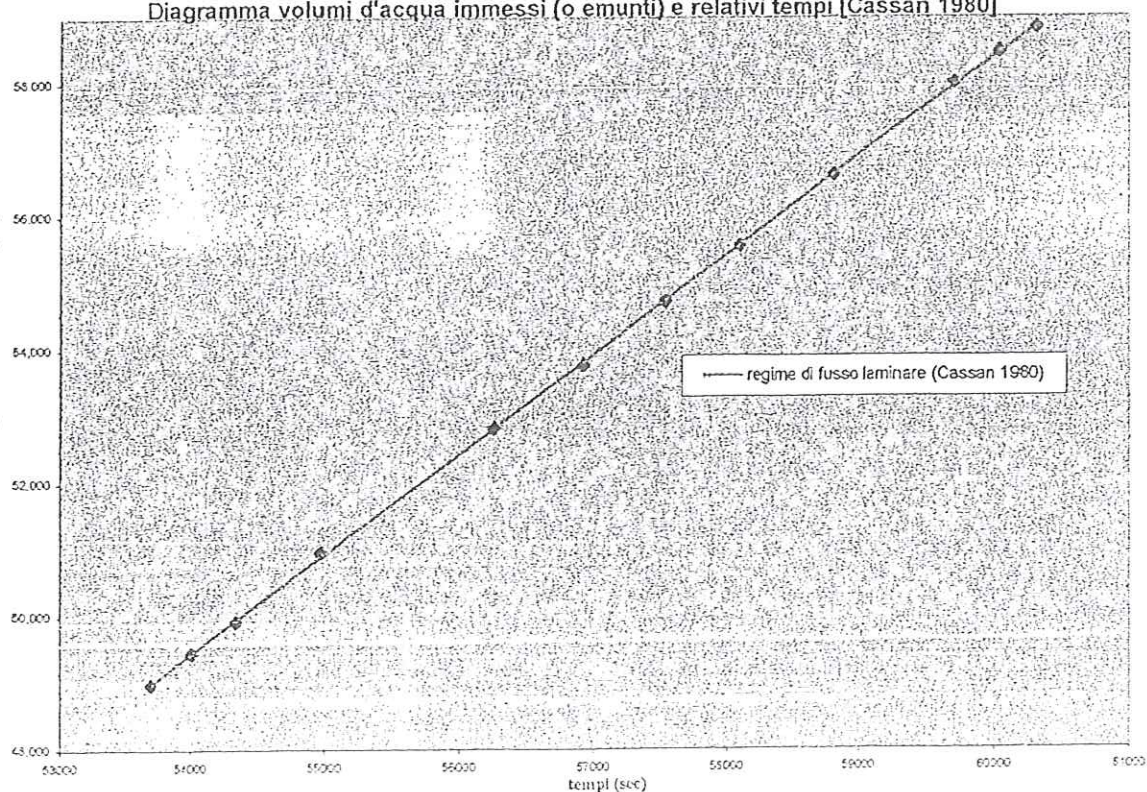
Dati prova rilevati in situ

ELABORAZIONE

DATA	ORA	MINUTI	SECONDI	H ₂ O imm. (m ³)
05/03/01	14	54	48	48,987
	15	0	10	49,453
	15	5	47	49,927
	15	16	23	50,959
	15	37	50	52,831
	15	48	49	53,763
	15	59	10	54,715
	16	8	19	55,540
	16	20	15	56,605
	16	35	9	58,005
	16	40	45	58,471
	16	45	10	58,837

t (sec)	q (m ³ /sec)	K (cm/s)	q (l/sec)	q (l/min)
53.688				
54.010	0,00145	3,372E-03	1,45	86,83
54.347	0,00141	3,277E-03	1,41	84,39
54.983	0,00162	3,781E-03	1,62	97,36
56.270	0,00145	3,389E-03	1,45	87,27
56.929	0,00141	3,295E-03	1,41	84,86
57.550	0,00153	3,572E-03	1,53	91,98
58.099	0,00150	3,502E-03	1,50	90,16
58.815	0,00149	3,466E-03	1,49	89,25
59.709	0,00157	3,649E-03	1,57	93,96
60.045	0,00139	3,232E-03	1,39	83,21
60.310	0,00138	3,218E-03	1,38	82,87

Diagramma volumi d'acqua immessi (o emunti) e relativi tempi [Cassan 1980]



IOCEPISCA S.p.A.
Via Italia 2
40061 (BO)

Prova di immissione in foro n° 3.1

SONDAGGIO: 3
DATA: 06/03/01
CANTIERE: Calero (RE)

COMMITTENTE:

CCDL
Via M.K. Gandhi, 8
Reggio Emilia

Prova: Tipo Lefranc a CARICO VARIABLE

Caratteristiche Sondaggio

Temperatura media acqua (gradi °) 15 [T°]
Diametro della colonna di rivestimento (cm) 760 [da pc]
Diametro della falda misurata all'interno del foro (cm) 563 [da pc]

Altezza bocca pozzo (cm) 10
Diametro foro (cm) 10,1
Diametro rivestimento (cm) 12,7
Altezza dreni (cm) 190

Formula di Lefranc per il calcolo della conducibilità idraulica:

$$K = [\pi \times r^2 / (C_L \times \Delta t)] \times \ln h_1/h_2 \quad \text{ove } C_L = L \quad \text{se } L \gg D$$

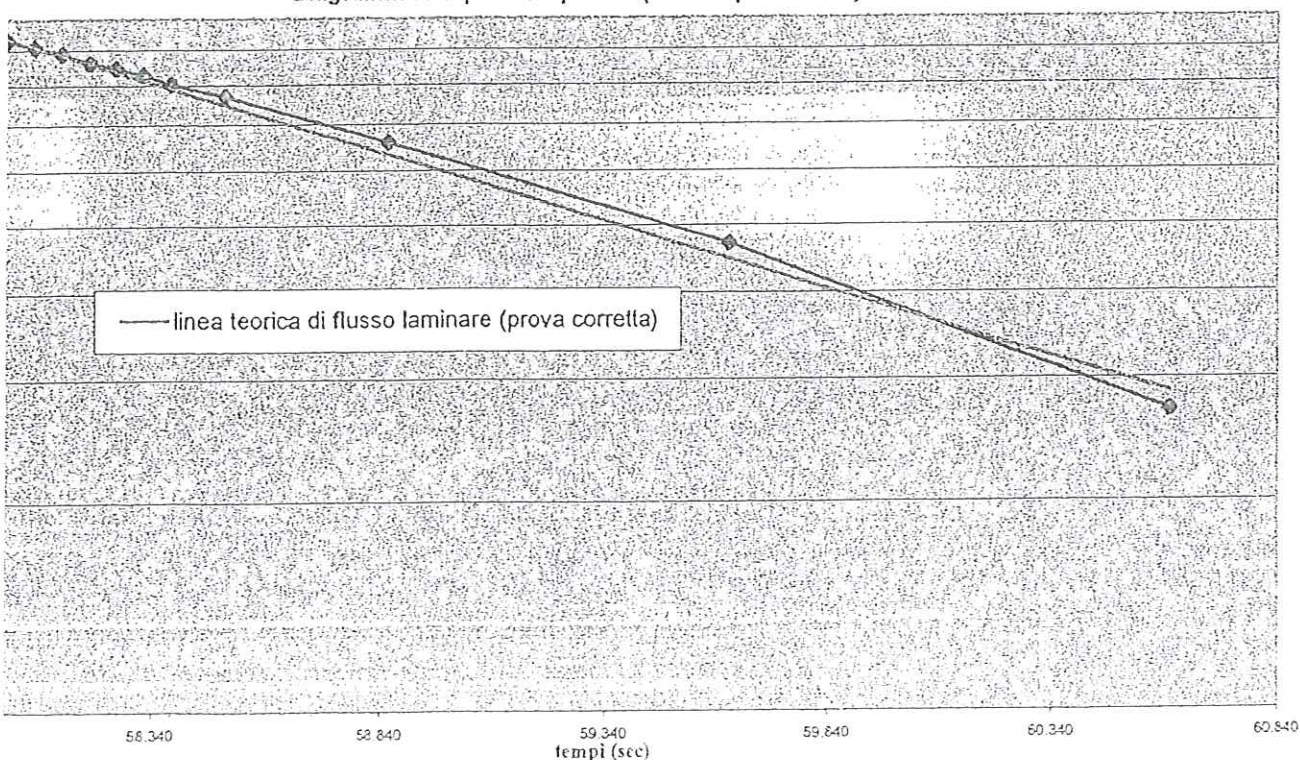
$$C_L = 2 \times \pi \times D + L \quad \text{se } L \leq D$$

Prova rilevati in situ

ELABORAZIONE

ORA	MINUTI	SECONDI	Abb. (cm)	t (sec)	ΔH (cm)	K (cm/s)	h/h ₀	H _m (cm)
16	4	0	0,00	57.840	573,00			
16	4	20	4,00	57.860	569,00	1,477E-04	0,993	571,00
16	4	30	6,80	57.870	566,20	2,080E-04	0,988	567,60
16	4	45	9,90	57.885	563,10	1,543E-04	0,983	564,65
16	5	0	13,00	57.900	560,00	1,552E-04	0,977	561,55
16	5	15	16,70	57.915	556,30	1,864E-04	0,971	558,15
16	5	30	20,30	57.930	552,70	1,825E-04	0,965	554,50
16	6	0	26,50	57.960	546,50	1,586E-04	0,954	549,60
16	6	30	33,10	57.990	539,90	1,708E-04	0,942	543,20
16	7	0	39,40	58.020	533,60	1,650E-04	0,931	536,75
16	8	0	51,10	58.080	521,90	1,558E-04	0,911	527,75
16	9	0	63,20	58.140	509,80	1,649E-04	0,890	515,85
16	10	0	78,50	58.200	494,50	2,142E-04	0,863	502,15
16	11	0	87,10	58.260	485,90	1,233E-04	0,848	490,20
16	12	0	97,60	58.320	475,40	1,535E-04	0,830	480,65
16	13	0	113,40	58.380	459,60	2,375E-04	0,802	467,50
16	15	0	131,80	58.500	441,20	1,436E-04	0,770	450,40
16	21	0	195,00	58.860	378,00	1,811E-04	0,660	409,60
16	33	40	303,00	59.620	270,00	1,867E-04	0,471	324,00
16	50	0	418,00	60.600	155,00	2,388E-04	0,271	212,50

Diagramma tempo di riequilibrio (Ciria Rep. 113/1986)



TECNODIAGNOSTICA S.p.A. Via Garibaldi 2 41121 CASALE (MO)	Prova di immissione in foro n° 4.1		COMMITTENTE: CCDL Via M.K. Gaudhi, 8 Reggio Emilia
	SONDAGGIO: 4		
	DATA: 06/03/01		
	CANTIERE: Calerno (RE)		

Caratteristiche prova: Tipo Lefranc a CARICO COSTANTE

Caratteristiche Sondaggio

livello acqua di riferimento assunto all'interno del foro (cm)	0	[da b. p.]	Altezza bocca pozzo (cm)	35
profondità della colonna di rivestimento (cm)	275	[da pc]	Diametro foro (cm)	10,1
profondità della falda misurata all'interno del foro (cm)		[da pc]	Diametro rivestimento (cm)	12,7
relazione di Lefranc per il calcolo della conducibilità idraulica:			Altezza dreno (cm)	30

$$K = [q / (C_F \times h)] \quad \text{ove } C_F = 2,85 \times D \quad \text{se } L = 0^M$$

$$C_F = 2 \times \pi \times D \quad \text{se } L = D$$

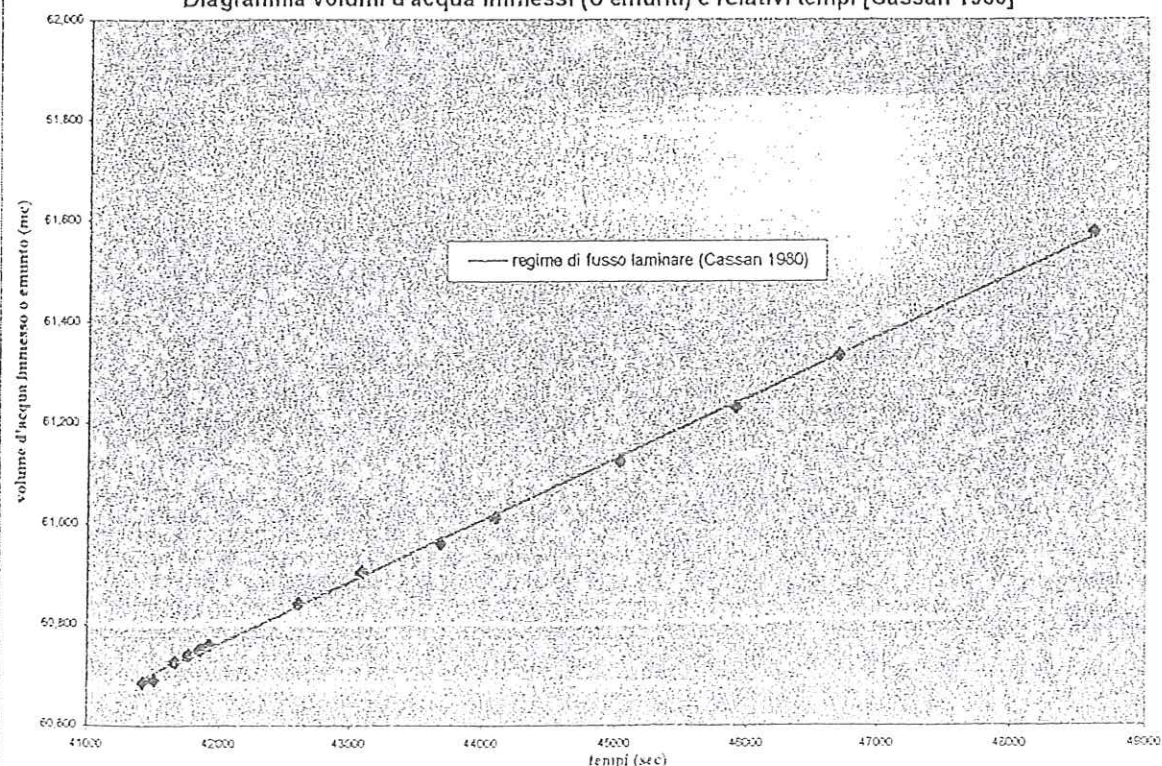
$$\text{rel di M. Mandel: } C_F = 2 \times \pi \times D \times [((L/D)^2 - 1)^{0.5}] / \ln[(L/D) + ((L/D)^2 - 1)^{0.5}] \quad \text{se } L > D$$

Dati prova rilevati in situ

ELABORAZIONE

DATA	ORA	MINUTI	SECONDI	H ₂ O imm.(m ³)	t (sec)	q (m ³ /sec)	K (cm/s)	q (l/sec)	q (l/min)
06/03/01	11	30	33	60,686	41.433				
	11	32	4	60,691	41.524	0,00005	1,595E-03	0,055	3,297
	11	34	47	60,727	41.687	0,00022	6,413E-03	0,221	13,252
	11	36	23	60,740	41.783	0,00014	3,932E-03	0,135	8,125
	11	37	47	60,751	41.867	0,00013	3,802E-03	0,131	7,857
	11	38	55	60,760	41.935	0,00013	3,843E-03	0,132	7,941
	11	50	15	60,843	42.615	0,00012	3,544E-03	0,122	7,324
	11	58	21	60,905	43.101	0,00013	3,704E-03	0,128	7,654
	12	8	15	60,961	43.695	0,00009	2,737E-03	0,094	5,657
	12	15	7	61,012	44.107	0,00012	3,594E-03	0,124	7,427
	12	30	45	61,123	45.045	0,00012	3,436E-03	0,118	7,100
	12	45	15	61,231	45.915	0,00012	3,604E-03	0,124	7,448
	12	58	26	61,333	46.706	0,00013	3,744E-03	0,129	7,737
	13	30	12	61,576	48.612	0,00013	3,702E-03	0,127	7,650

Diagramma volumi d'acqua immessi (o emunti) e relativi tempi [Cassan 1980]



LABORATORIO GEOTECNICO ADERENTE ALL'ALG.N. d'iscrizione 96

(Associazione Laboratori Geotecnici Italiani)

Dr. ANTONIO MUCCHI - Via Calvino 30/B, 44100 FERRARA - tel 0532 / 773749

ANALISI GRANULOMETRICA

W% 1.90

CCPL Sondaggio: da s1 a s4

CANTIERE: Calmo (RE) Campione: ghiaia grossolana

DATA: 19/03/2001 Prof. m: varie

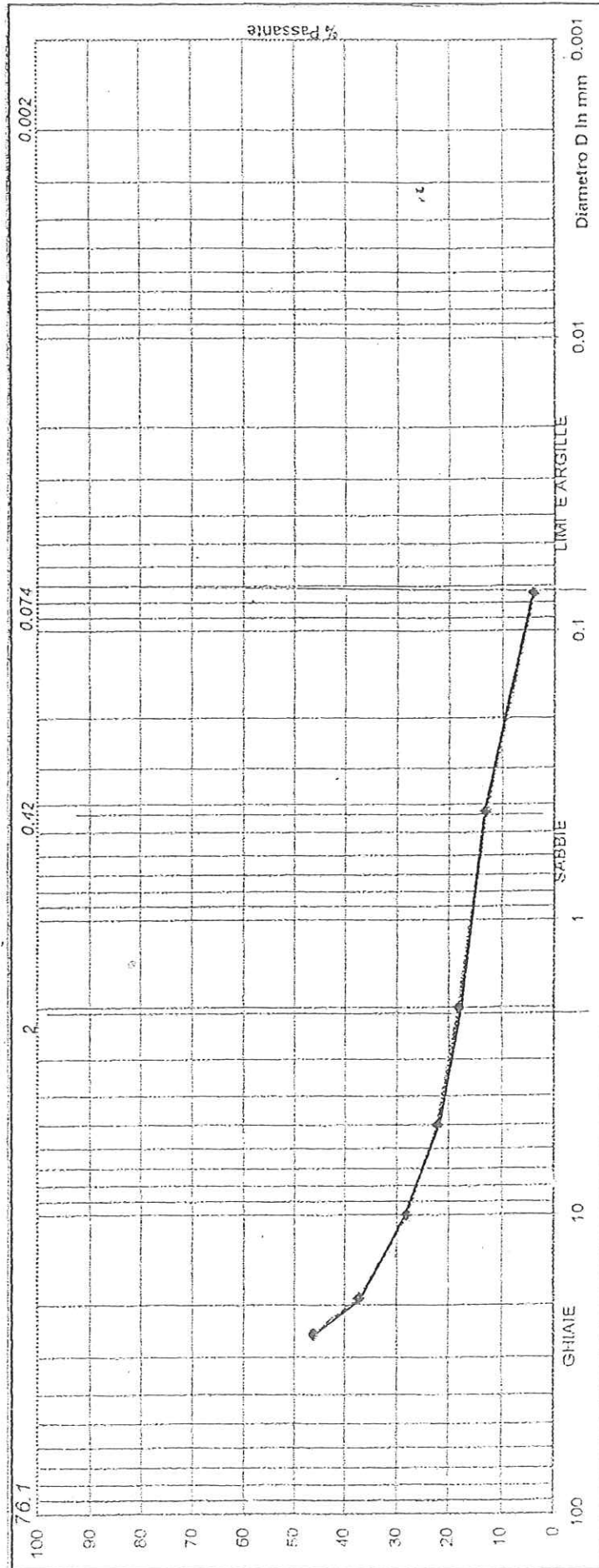
Prot. Lab. Geotecnico: 713/00 pag.1

ghiaia%	82
sabbia%	14
limo%	4

Il direttore del laboratorio

Dr. Mucchi Antonio

Class. CNR - UNI 10006 = A1a



LABORATORIO GEOTECNICO ADERENTE ALL'ALGI N. d'iscrizione 96

(Associazione Laboratori Geotecnici Italiani)

Dr. ANTONIO MUCCHI - Via Calvino 30/B, 44100 FERRARA - tel 0532 / 773749

ANALISI GRANULOMETRICA

W% 5.80

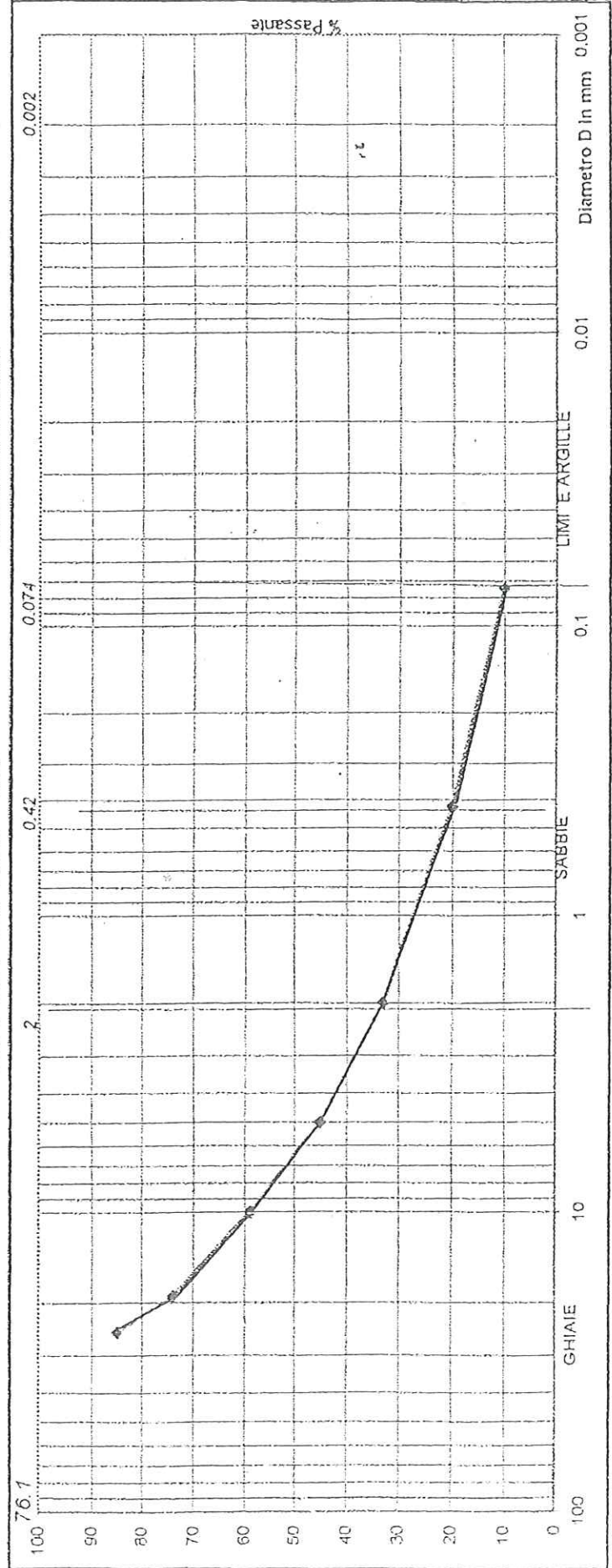
COMMITTENTE: CCPL
CANTIERE: Salerno (RE)
DATA: 19/03/2001
Prot. Lab. Geotecnico: 714/00 pag.1

Sondaggio: S4Ci
Campione: ghiaia media
Prof. m: 3.2-3.3

ghiaia%	68
sabbia%	22
limo%	10

Il direttore del laboratorio
Dr. Mucchi Antonio

Class. CNR - UNI 10006 = A1a





STRATIGRAFIE SONDAGGI

ECORISORSE (RELAZIONE APRILE 2003)

SONDAGGI				
SONDAGGIO N° 1		COMMITTENTE C.C.P.L.		
		LOCALITA' S. ILARIO - Calerno Sud		
DATA 05/03/01		METODOLOGIA UTILIZZATA sondaggio con escavatore		
NOTE		ATTREZZATURA		
		PIEZOMETRO		
		PROFONDITA' DELLA FALDA		
metri	quota da p.c.	simbologia	descrizione stratigrafica	campioni
			terreno superficiale	
1	0,10		ghiaia media e fine con terra	
	1,20		ghiaia media e fine con sabbia gialla	
2				
3				
4	4,10			
5			ghiaia medio grossolana calcarea in matrice sabbiosa di colore grigio chiaro	
	5,50			
6			ghiaia bagnata	
7	7,00		ghiaia in falda	
	7,50			
8			fine sondaggio	
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Studio di fattibilità per l'inserimento di aree estrattive nella variante generale di P.I.A.E. della Provincia di RE

Area CALERNO NORD (S. Ilario d'Enza RE)

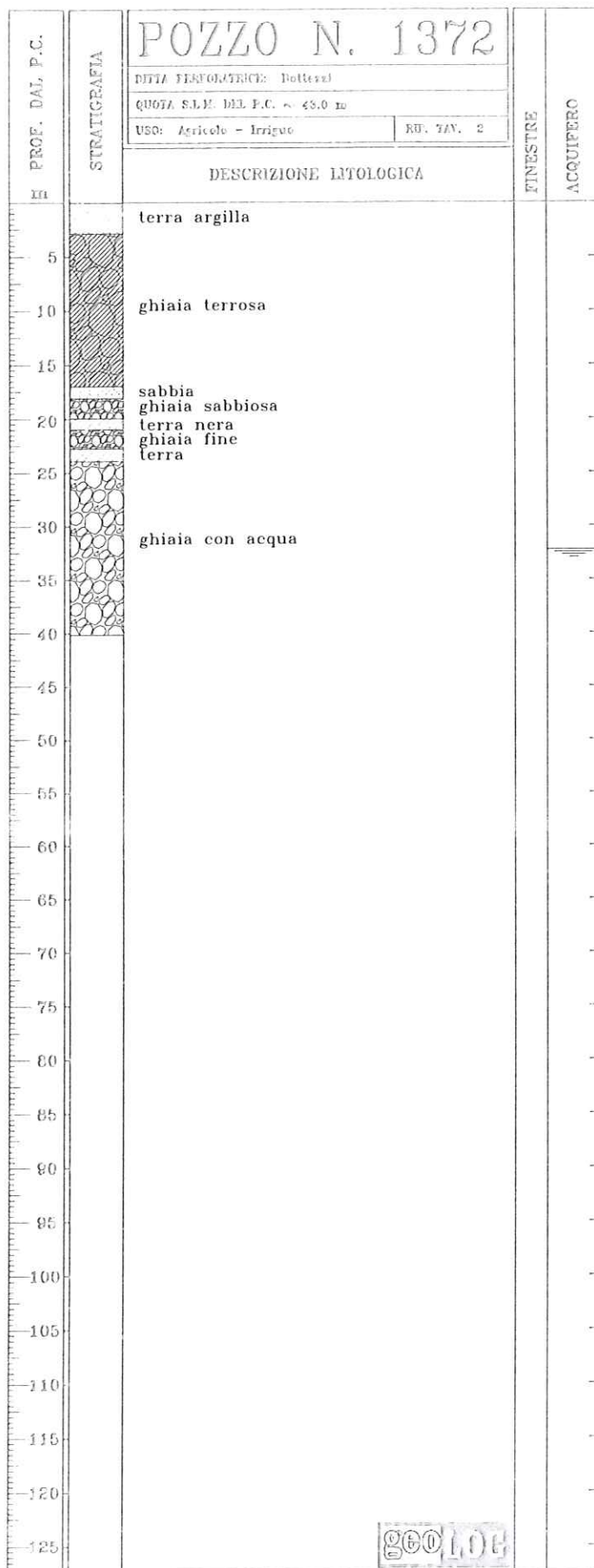
Relazione generale

SONDAGGI				
SONDAGGIO N 2		COMMITTENTE C C P L		
		LOCALITA' S. ILARIO -Calerno Sud		
DATA 05/03/01		METODOLOGIA UTILIZZATA sondaggio con escavatore		
NOTE		ATTREZZATURA		
		PIEZOMETRO		
		PROFONDITA' DELLA FALDA		
metri	quota da p.c.	simbologia	descrizione stratigrafica	campioni
1	0.90		terreno superficiale	
	1.30		ghiaia media e fine con terra	
2	1.90		ghiaia media e fine con sabbia gialla	
3			ghiaia media e fine con sabbia gialla	
4			ghiaia media e fine con sabbia gialla	
5	5.30		ghiaia media e fine con sabbia gialla	
6			ghiaia lavata	
7	7.50		argilla	
8			fine sondaggio	
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

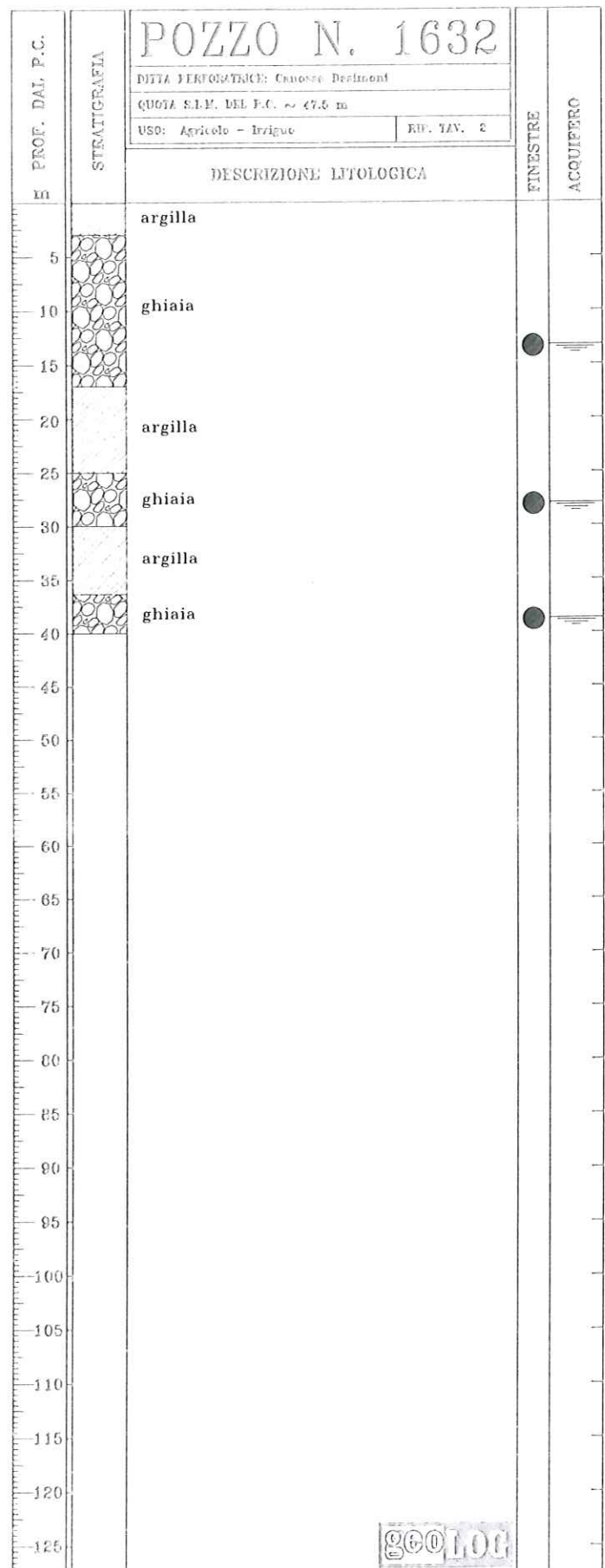
SONDAGGI				
SONDAGGIO N.3		COMMITTENTE C.C.P.L.		
		LOCALITA' S. ILARIO -Calerno Sud		
DATA 06/03/01		METODOLOGIA UTILIZZATA sondaggio con escavatore		
NOTE		ATTREZZATURA		
		PIEZOMETRO		
		PROFONDITA' DELLA FALDA		
metri	quota da p.c.	simbologia	descrizione stratigrafica	campioni
1			terreno superficiale	
2	1.80		ghiaia media e fine con terra	
	2.20			
3			ghiaia media e fine con sabbia gialla	
4				
	4.40			
5			ghiaia medio grossolana calcarea, in matrice sabbiosa di colore grigio chiaro	
	5.60			
6	6.05		ghiaia bagnata	
7				
			ghiaia in falda	
8	8.00			
9			fine sondaggio	
10				
11				
12				
13				
14				
15				



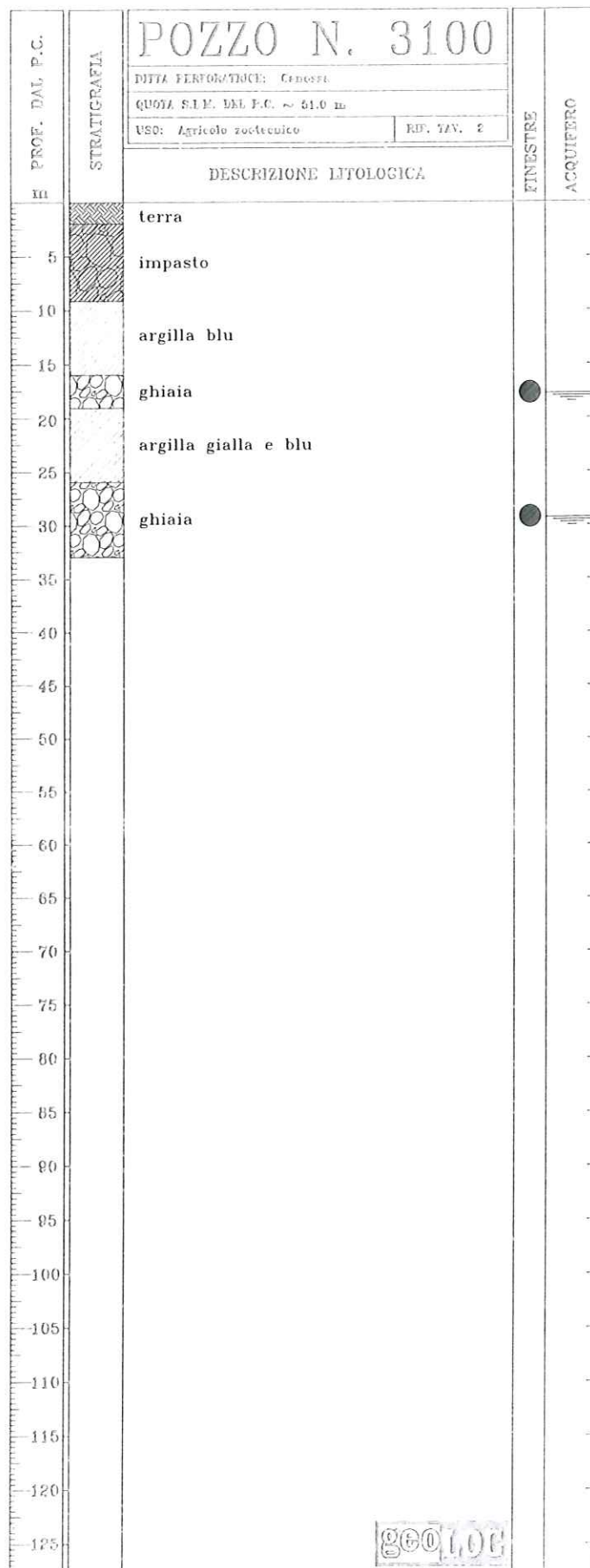
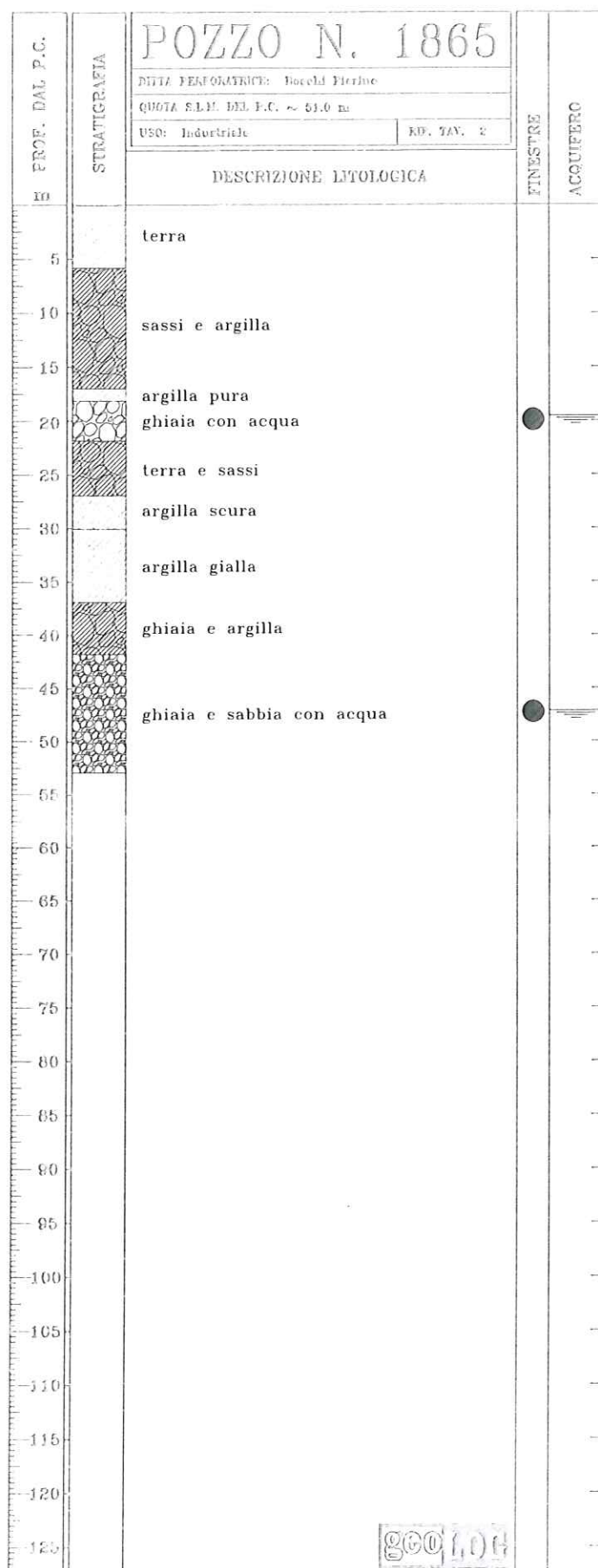
Stratigrafie dei pozzi censiti presso il
Servizio Tecnico Bacini Enza, Panaro e Secchia
(Regione Emilia Romagna)





geol. 104







geol. 104




PROF. DAL P.C.		POZZO N. 3279		FINESTRE	ACQUIFERO
STRATIGRAFIA		DITTA PERFORATRICE			
		QUOTA S.L.M. DEL P.C. ~ 41.5 m			
		USO: Agricolo - Irriguo	R.D. 1/V. 2		
DESCRIZIONE LITOLOGICA					
10		<div>argilla</div> <div>argilla blu</div> <div></div> <div>ghiaia mista ad acqua</div> <div>argilla rossa</div> <div></div> <div>ghiaia mista ad acqua</div>			
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85					
90					
95					
100					
105					
110					
115					
120					
125					

200104

geolo

PROF. DAL P.C.		STRATIGRAFIA	POZZO N. 3813		FINESTRE	ACQUIFERO
m			DITTA PERFORATRICE: Rigi Merlo			
			QUOTA S.L.M. DEL P.C. ~ 52.7 m			
			USO: Vari	RIF. TAN. 2		
DESCRIZIONE LITOLOGICA						
10			terra			
5			terra			
10			terra e sassi impasto			
15			terra e sassi impasto			
20			ghiaia			
25			terra gialla			
30			ghiaia			
35			terra gialla			
40						
45						
50						
55						
60						
65						
70						
75						
80						
85						
90						
95						
100						
105						
110						
115						
120						
125						



geolo

