

Provincia di Modena
Comune di San Cesario sul Panaro



- PROCEDURA DI V.I.A. -

PROGETTO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE DI UNA CAVA
DI GHIAIA DENOMINATA CAVA SOLIMEI 2

SOGGETTO ATTUATORE

C.I.L.S.E.A. Soc. Coop.

Via Martin Luther King, 4/A
41122 Modena (MO)
tel. 059/252308

Legale rappresentante: Degli Esposti Guglielmo

C.I.L.S.E.A. SOC. COOP.
Via M. L. King, 4/A
41100 MODENA
P. IVA - 00239010366

Gruppo di lavoro

TECNICO RESPONSABILE:

Dott. Geol. Alessandro Maccaferri

V.le Caduti in Guerra, 1
41121 - Modena (MO)

Tel. : 059/226540 - E-mail: maccafe@tin.it

ASPETTI VEGETAZIONALI:

Dott. For. Paolo Filetto

ASPETTI ARIA E RUMORE:

Dott. Geol. Marcello Mattioli



Fascicolo 2

Relazione Geologica
Idrogeologica
Giacimentologica

Gennaio 2014

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	7
4	LITOSTRATIGRAFIA	11
5	IDROGRAFIA SUPERFICIALE	14
6	IDROGEOLOGIA.....	18
7	CARATTERISTICHE IDROCHIMICHE	33
8	VERIFICHE DI STABILITA' DELLE SCARPATE DI SCAVO E SISTEMAZIONE	41

DOTT. ALESSANDRO MACCAFERRI
- GEOLOGO -

Studio:

V.le Caduti in Guerra, 1
41121 Modena
Tel. 059/226540 - Fax. 059/4398943
Cell. 335-7053511 - E-mail: maccafe@tin.it

1 PREMESSA

Su incarico della ditta C.I.L.S.E.A. Soc. Coop. si è provveduto alla stesura della presente relazione geologica-idrogeologica e giacimentologica a supporto della procedura di V.I.A. del Piano di Coltivazione e sistemazione della Cava Denominata "Cava Solimei 2" ubicata nell'Ambito estrattivo Solimei, in comune di San Cesario sul Panaro, a ridosso del confine con il comune di Castelfranco Emilia.

Il presente Piano fa seguito all'Accordo ex art. 24 della L.R. 7/2004, stipulato tra il soggetto attuatore, la ditta CILSEA, e il Comune di San Cesario sul Panaro, in data 18.12.2013.

In particolare, nella presente relazione, si sono effettuate indagini geognostiche volte alla caratterizzazione geologica, idrogeologica e giacimentologica dell'area oggetto d'intervento e di un suo significativo intorno; si è caratterizzata la risorsa oggetto di sfruttamento nonché evidenziate le caratteristiche di vulnerabilità dei corpi acquiferi sotterranei e la compatibilità ambientale dell'area in rapporto al progetto proposto.

Per la stesura della presente relazione si è fatto ampio riferimento alle indagini ed ai dati elaborati in occasione dei progetti e piani precedenti, oltre a delle indagini e rilievi appositamente eseguiti sulla nuova area estrattiva.

L'attività estrattiva interessa la parte orientale dell'Ambito estrattivo, con la profondità di scavo prevista pari a -10 m dal piano di campagna naturale.

Il progetto di ripristino complessivo prevede il ritombamento di tutta l'area a piano campagna ribassato, una opportuna regimazione delle acque interne e una destinazione finale prevista a zona di interesse paesaggistico-ambientale.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame è ricompresa nella porzione orientale dell'Ambito Estrattivo "Solimei", ambito che ricomprende nella sua porzione occidentale la cava vecchia denominata "Solimei", a tutt'oggi già completamente risistemata e collaudata.

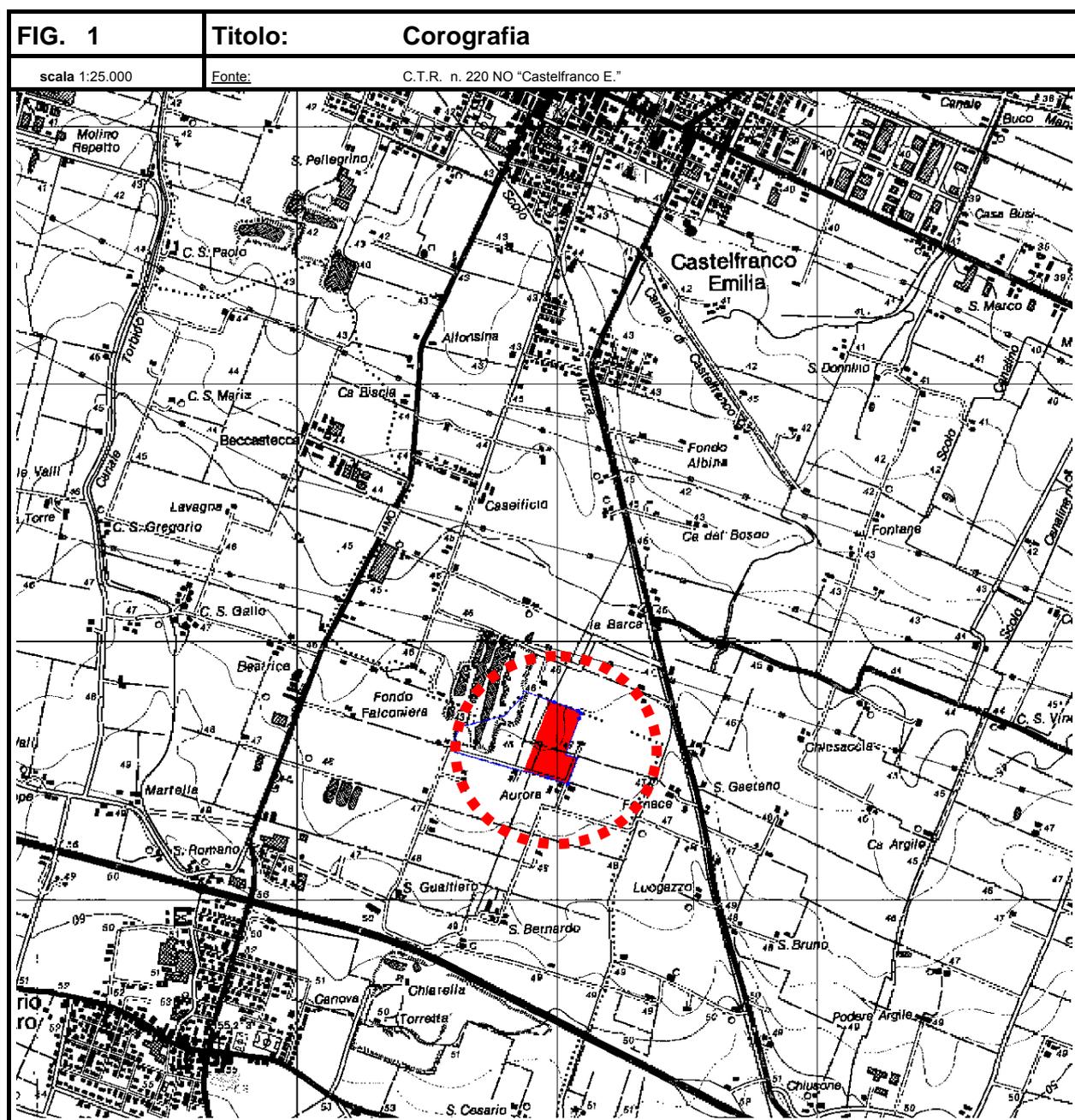
L'area in oggetto si colloca nell'alta pianura modenese, al confine tra il Comune di Castelfranco e quello di San Cesario; risulta situata a nord est dell'abitato di San Cesario in destra orografica del fiume Panaro.

Nell'intorno sono presenti alcuni nuclei abitati di modeste dimensioni denominati La Barca, Santa Lucia Nuova, Aurora, ecc .

L'ambito è delimitato a sud dalla Strada privata di collegamento con via Ghiarella, a nord dal confine comunale con Castelfranco Emilia, ovest dalla ex-cava Solimei ed a est da aree agricole.

Il centro abitato più vicino è quello di S. Cesario s./P. a sud, dal quale dista circa 1 Km, e secondariamente quello di Castelfranco Emilia a nord, dal quale dista circa 1.5 Km.

Cartograficamente l'area risulta compresa nella Tavola C.T.R. a scala 1:25.000 n. 220NO "Castelfranco Emilia" (Fig. 1), e nell'Elemento C.T.R. a scala 1:5.000 n.220012 "Case Baietti" (Fig. 2). Nella fig. 3 viene riportata la cartografia al 5000 con la situazione morfologica aggiornata. Nel settore ovest dell'ambito è presente la cava Solimei attuale, già completamente risistemata e collaudata; nella porzione est si ritrova la zona per la quale si prevede la nuova attività estrattiva in ampliamento. Attualmente quest'ultima è sede di attività agricole.



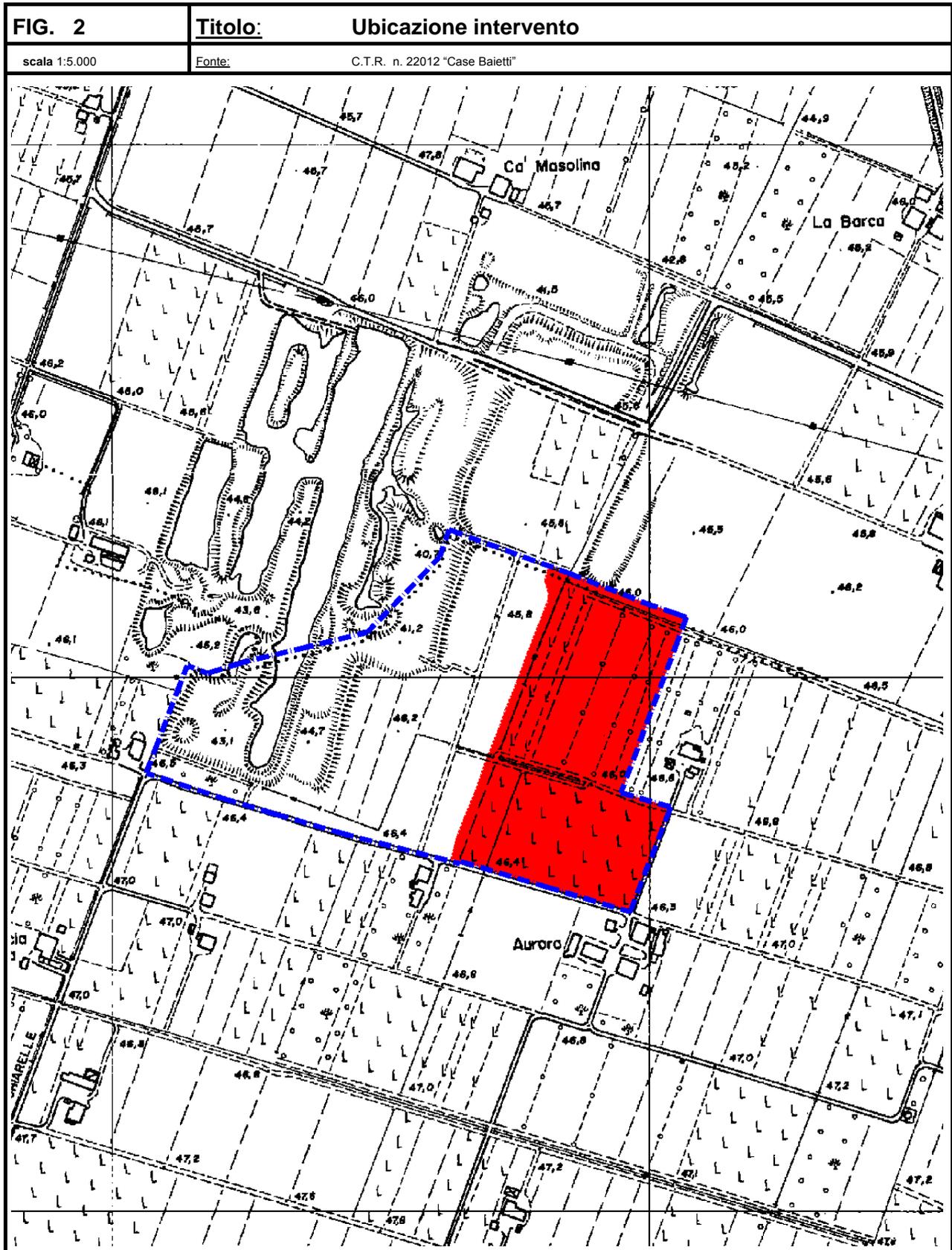
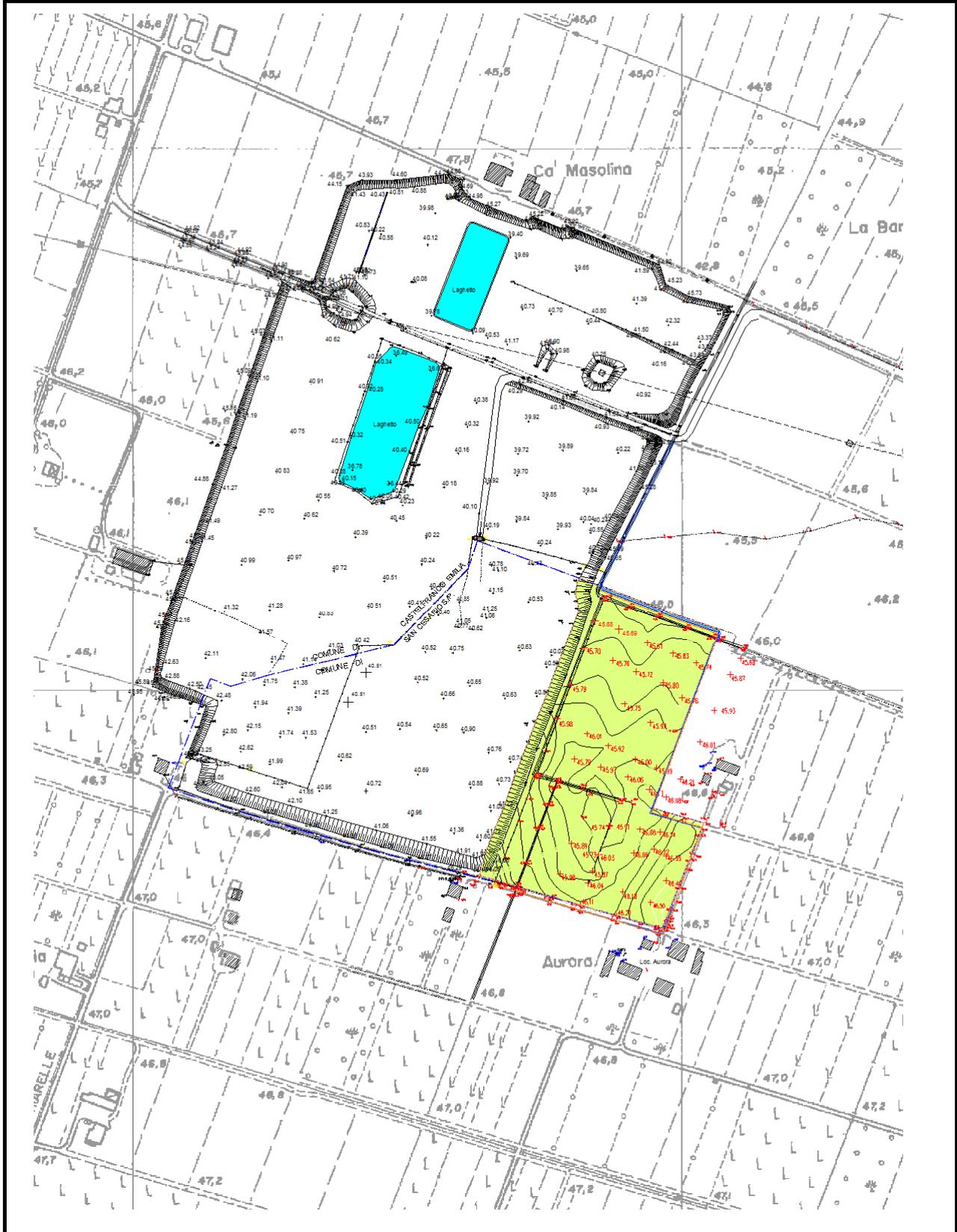


FIG. 3

Titolo: Ubicazione intervento – estratto tavola stato di fatto

scala 1:5.000

Fonte: C.T.R. n. 22012 "Case Baietti" modificato



3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

L'area in esame si colloca nella parte centro-meridionale del bacino subsidente Plio-quadernario Padano, e più in particolare nel settore Appenninico in diretta relazione al Po e ai suoi affluenti di destra (Fig. 4).

Il fiume Panaro è uno dei corsi d'acqua di provenienza appenninica corresponsabile del colmamento dell'ampio bacino subsidente di età Pliocenico-Quaternaria della Pianura Padana.

Tale fiume, nella parte di pianura medio-alta, che a partire dai rilievi collinari si estende circa fino alla località S. Anna, scorre al di sopra di un ampio ventaglio di depositi grossolani (ghiaie e sabbie) e, attraverso l'infiltrazione di subalveo, alimenta le falde freatiche.

L'area in studio si colloca nella zona intermedia della conoide, a sud della piana alluvionale propriamente detta, che si estende dalla conoide distale sino al fiume Po; la transizione tra conoidi alluvionali e piana alluvionale corrisponde all'incirca, per il fiume Panaro, all'attuale transizione tra sistema a canali anastomizzanti e sistema a meandri.

Da un punto di vista geologico i terreni presenti appartengono, in termini deposizionali, al conoide recente del fiume Panaro; tali terreni di età olocenica, di origine alluvionale, a granulometria variabile, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino, la cui profondità varia gradualmente da circa 200 m verso l'Appennino ai 350-400 m poco a nord della città di Modena.

Il sottostante substrato marino affiora verso il margine collinare a Sud, in corrispondenza dell'allineamento Vignola-Maranello-Sassuolo, dove per cause tettoniche viene rapidamente ribassato, andando ad immergersi al di sotto della copertura alluvionale.

La base dei terreni Pliocenici si attesta a circa -2.500 m di profondità, tendente ad approfondirsi man mano che si procede verso Nord anche fino a -6.000 m in corrispondenza di Bomporto.

La situazione strutturale evidenzia pieghe, con vergenza N-NE, associate a faglie inverse che accompagnano il margine appenninico padano.

L'attuale corso del Fiume Panaro, come quasi tutti i corsi d'acqua padano-appenninici, incide il conoide in posizione marginale, spostato verso Ovest, in seguito a movimenti tettonici recenti riconducibili alla struttura della "Dorsale Ferrarese".

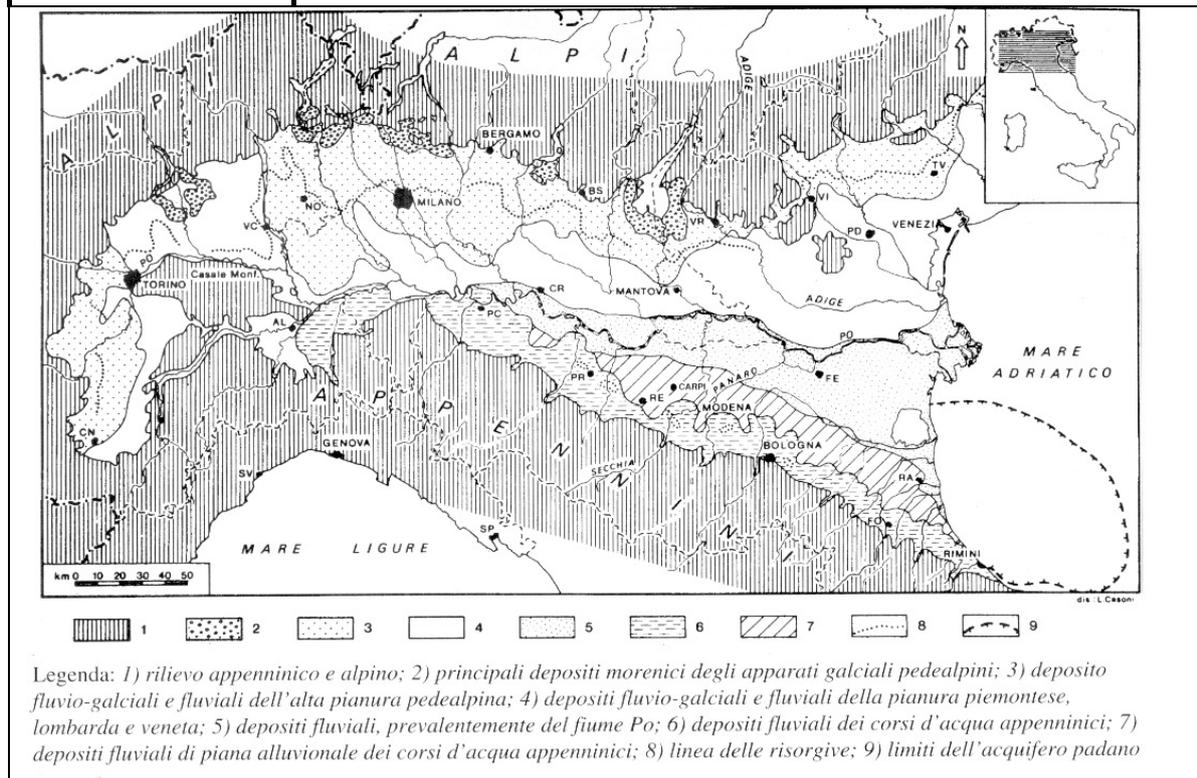
Si è in presenza dunque di un bacino sedimentario, che ha subito una notevole azione di subsidenza, controllata dai movimenti tettonici suddetti che sono stati accertati con fasi pre-Wurm, pre-Riss e probabilmente anche un pre-Mindel.

Tali movimenti sarebbero segnalati, anche in epoca storica con un graduale "spostamento" da parte della "Dorsale Ferrarese", della rete idrografica superficiale; inoltre, è da ricordare che assieme al fiume Panaro, hanno subito deviazioni il Po ed il Secchia rispettivamente verso Nord e verso Ovest.

La tettonica, soprattutto Quaternaria, deve aver influenzato lo sviluppo del conoide del fiume Panaro, determinandone lo spostamento del margine sinistro verso Ovest.

FIG. 4

Titolo: Carta Geologica schematica.



Nell'area di studio i materiali alluvionali che costituiscono la conoide del fiume Panaro presentano spessori variabili fino ad oltre 200 m e complessivamente sono costituiti da un'alternanza di livelli ghiaiosi e limo-argillosi, in percentuale pressoché uguale.

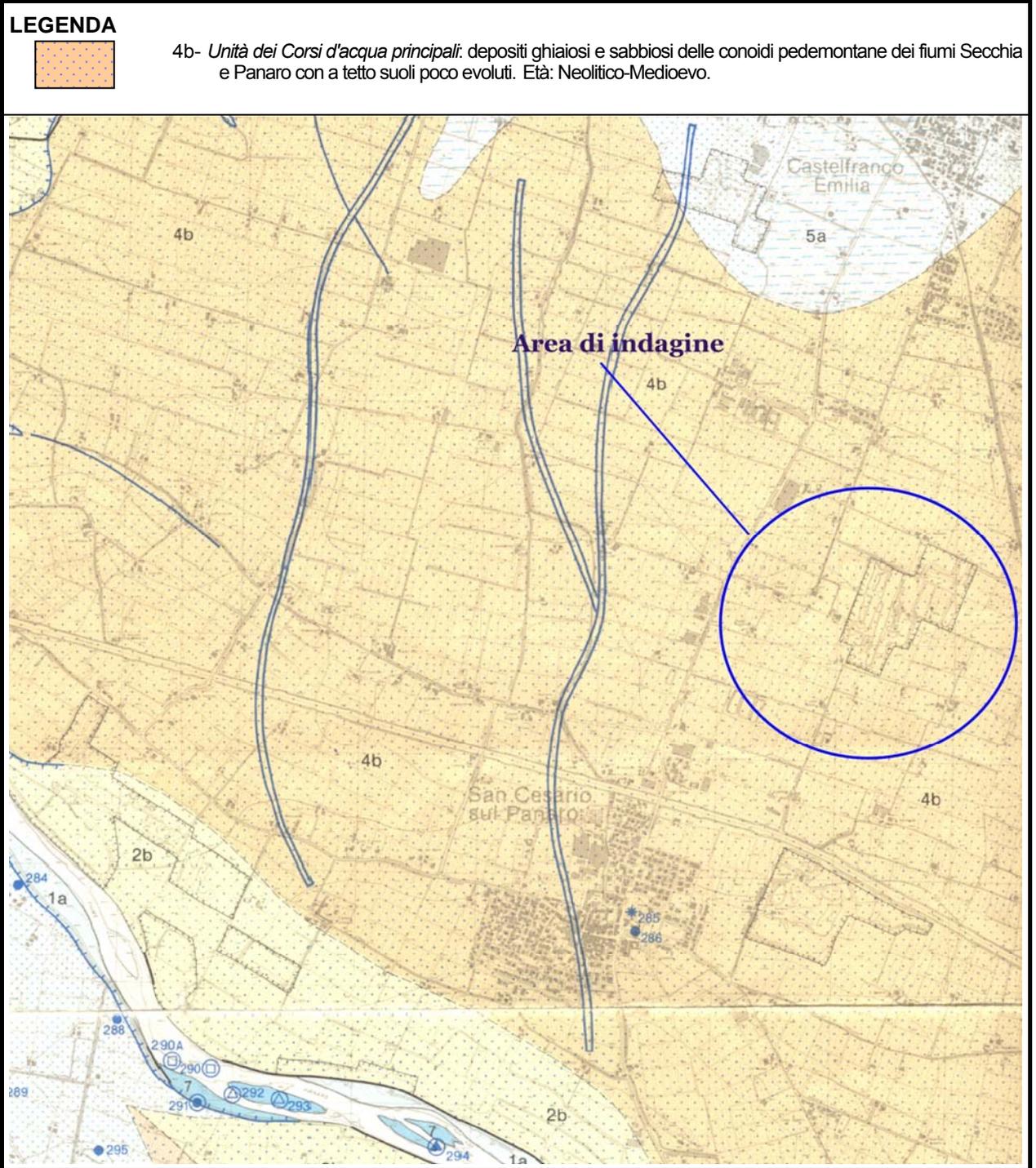
Tali depositi hanno un'età compresa tra il Pleistocene medio e l'Olocene, impostati su di un substrato affiorante verso il margine collinare, costituito da formazioni marine, prevalentemente argillose, datate Pliocene-Pleistocene inferiore.

Nella parte a monte della conoide, da Vignola a S. Cesario s/P., i depositi alluvionali sono costituiti principalmente da ghiaie con matrici variamente limo-sabbiose (apice della conoide); procedendo poi verso nord compaiono e si fanno sempre più consistenti intercalazioni limose e argillose (parte intermedia della conoide); nella zona di pianura alluvionale le ghiaie scompaiono e sono sostituite da sabbie presenti in sottili livelli lentiformi entro sequenze prevalentemente limo-argillose.

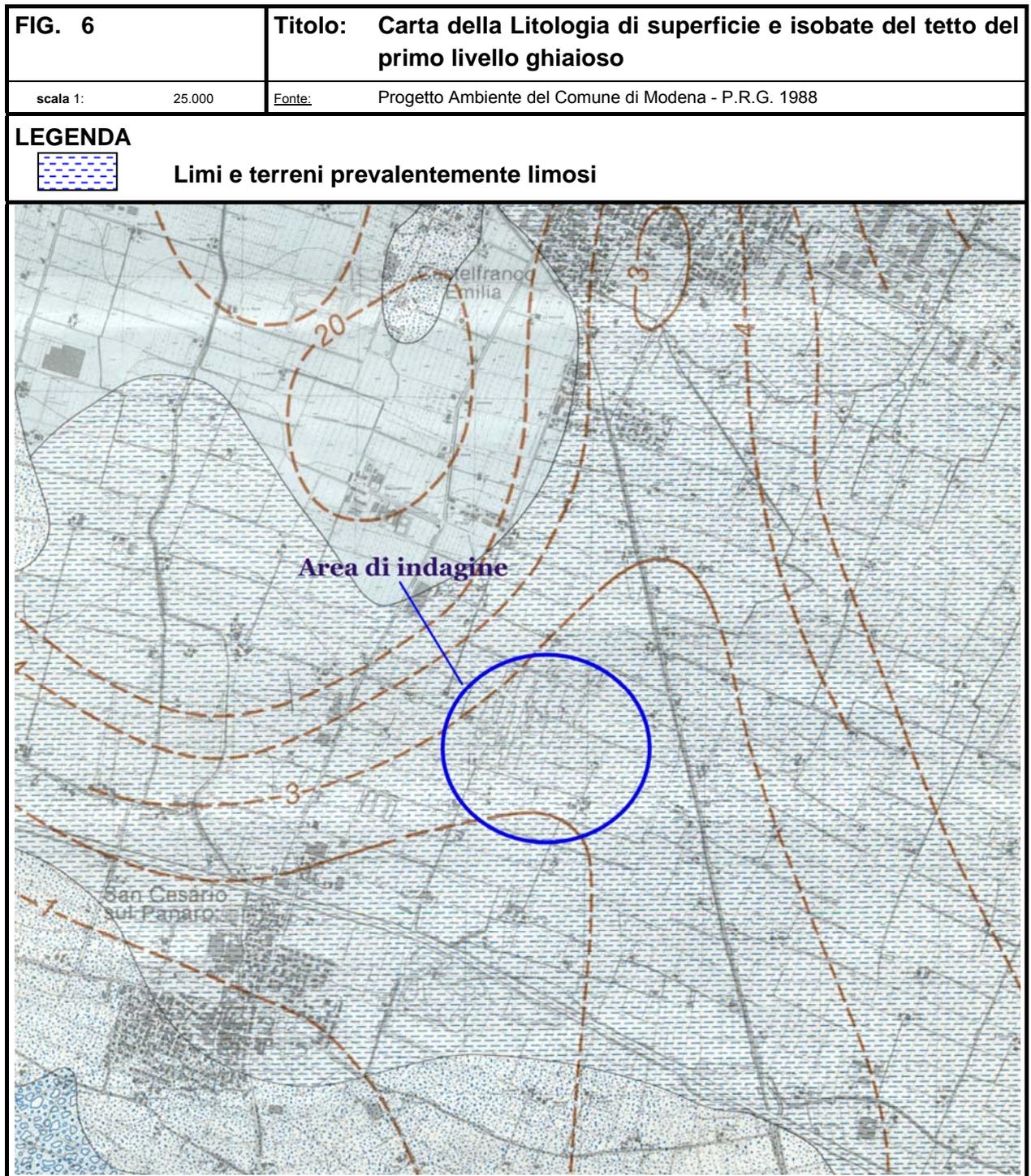
In figura 5 viene riportata la "Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura modenese" (Università di Geologia di Modena - Gasperi 1987).

La loro collocazione cronostratigrafica è stata ottenuta utilizzando, oltre gli usuali metodi della geologia, criteri paleopedologici e per le unità oloceniche, i rapporti con i siti archeologici.

FIG. 5	Titolo: Carta Geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro.
scala 1: 25.000	Fonte: G. Gasperi



L'area in oggetto ricade all'interno dei depositi appartenenti all' "Unità dei corsi d'acqua principali": trattasi di depositi ghiaiosi e sabbiosi della conoide pedemontana del fiume Panaro, con al tetto suoli alluvionali poco evoluti, il cui periodo di deposizione coincide con il Neolitico-Romano.



Litologicamente sono presenti terreni prevalentemente argillosi e limo-argillosi (Fig. 6 -"Carta della Litologia di superficie e isobate del tetto del primo livello ghiaioso"), con talora intercalazioni limose, mentre sono quasi assenti terreni granulometricamente più grossolani, i quali compaiono a circa 3-5 m di profondità dal piano di campagna.

In particolare, le indagini effettuate hanno evidenziato la presenza di terreni superficiali prevalentemente limosi e limo-argillosi, a luoghi frammisti a terreni più fini argillosi, che si presentano con spessori variabili compresi circa tra 1 e 5 metri; talvolta tale strato risulta

seguito da uno sottostante strato sabbioso con matrice limosa, che si presenta però discontinuo sia arealmente che verticalmente.

Da un punto di vista litostratigrafico avremo quindi terreni fini prevalenti con intercalati strati granulometricamente più grossolani, sotto forma di lenti e bancate di variabile spessore ed estensione.

Da un punto di vista morfologico la zona in studio si presenta pianeggiante caratterizzata da una buona regolarità planimetrica; sono, inoltre, presenti da numerosi interventi antropici, l'uomo, infatti, attualmente si qualifica come unico agente morfogenetico.

La morfologia dell'area, tipica della fascia di media pianura modenese, risulta interessata solo localmente, a larga scala, da dossi e avvallamenti, che testimoniano le antiche divagazioni dei corsi d'acqua; l'andamento risulta quasi perfettamente pianeggiante con pendenze molto basse verso NNE, nell'ordine del 1-2 per mille con quote medie di 40-41 m s.l.m.

4 LITOSTRATIGRAFIA

Per la caratterizzazione litostratigrafica del giacimento è stata eseguita una indagine geognostica costituita da n. 4 carotaggi continui spinti sino alla profondità massima di circa 10 m dal piano campagna, più 8 sondaggi con escavatore meccanico spinti sino alla profondità variabile del tetto della ghiaia; i carotaggi sono ubicati come da allegato 1, nel quale si riportano anche le relative stratigrafie.

Tali carotaggi sono stati spinti fino alla profondità corrispondente all'intercettazione dello strato argilloso presente fra il primo e il secondo banco ghiaioso, che in media è risultata essere pari a 10 m dal p.d.c.

Come si evidenzia dalle stratigrafie riportate in allegato, la profondità di tale strato si approfondisce da ovest ad est; di seguito riportiamo una tabella riepilogativa da cui si può desumere l'andamento descritto.

N° sondaggio	S1	S2	S3	S4
Profondità tetto delle ghiaie (in m dal p.d.c.)	3,47	2,25	2,50	0,90
Profondità base delle ghiaie (in m dal p.d.c.)	10.30	10.00	10.20	9.00

N° sondaggio	Pa	Pb	Pc	Pd	Pe	Pf	Pg	Ph
Profondità tetto delle ghiaie (in m dal p.d.c.)	4	3,5	3,3	3,3	3,7	4,6	5	4,6

Nel sondaggio n. 4 ubicato, infatti, nella parte meridionale della zona di futuro ampliamento, si rileva lo strato argilloso a 9.0 metri dal p.d.c. fino ad arrivare a profondità leggermente superiori ai 10 m nel sondaggio n.1 (ubicato ad est).

Tale andamento è confermato dai sondaggi realizzati nella cava Solimei adiacente, in cui il tetto del primo strato ghiaioso è stato rilevato a circa 6 metri dal p.d.c..

Da analisi di dettaglio dei carotaggi continui e dalle indagini eseguite in occasione del progetto esecutivo della cava Solimei si evidenzia, quindi, come la base dello strato di ghiaia abbia, una inflessione procedendo da ovest verso est con conseguente approfondimento dello strato impermeabile.

Tale strato che definisce, anche, il passaggio dalla falda, così detta, superficiale a quella in pressione, rappresenta, quindi, il limite rispetto al quale si ipotizzerà la massima escavazione nell'area in ampliamento alla cava Solimei.

In quest'ultima la profondità di scavo autorizzata è di 6 m dal p.d.c., come abbiamo già detto, a causa della presenza a quella profondità dello strato impermeabile; l'analisi svolta, per l'area in oggetto ha invece evidenziato la presenza di tale strato a profondità maggiori pari a circa 10 metri.

A tale profondità può essere, quindi, ipotizzato lo scavo, mantenendo buone garanzie di protezione per l'acquifero principale.

All'interno della cava Solimei, infatti, i sondaggi avevano evidenziato la presenza di uno spessore di argilla di almeno 6 m; nella zona oggetto di richiesta di ampliamento si può, quindi, ipotizzare uno spessore leggermente inferiore ma comunque dell'ordine di alcuni metri.

In tutti i quattro sondaggi si nota, inoltre, ad una profondità variabile da 5 a 8 metri il passaggio da ghiaia di colore grigio con matrice sabbiosa a quella di colore marrone, di diametro inferiore, e con matrice limosa, indicatore di una variazione dell'ambiente di sedimentazione.

Sulla base delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti, considerando la frazione fine contenuta nel banco ghiaioso, riferibile alla matrice, oltre ai sottili livelletti argillosi e limosi in lenti più o meno continue, si è stimata una percentuale di sterile, riferita al banco di ghiaia, pari al 15%.

Tale stima dello scarto di interstrato è stata effettuata dall'analisi cassette dei sondaggi eseguiti sull'area. In particolare tale valutazione ha fornito i risultati riportati nella tabella seguente in cui viene definito lo spessore dei livelli sterili presenti, lo spessore del banco ghiaioso estraibile, e le relative percentuali.

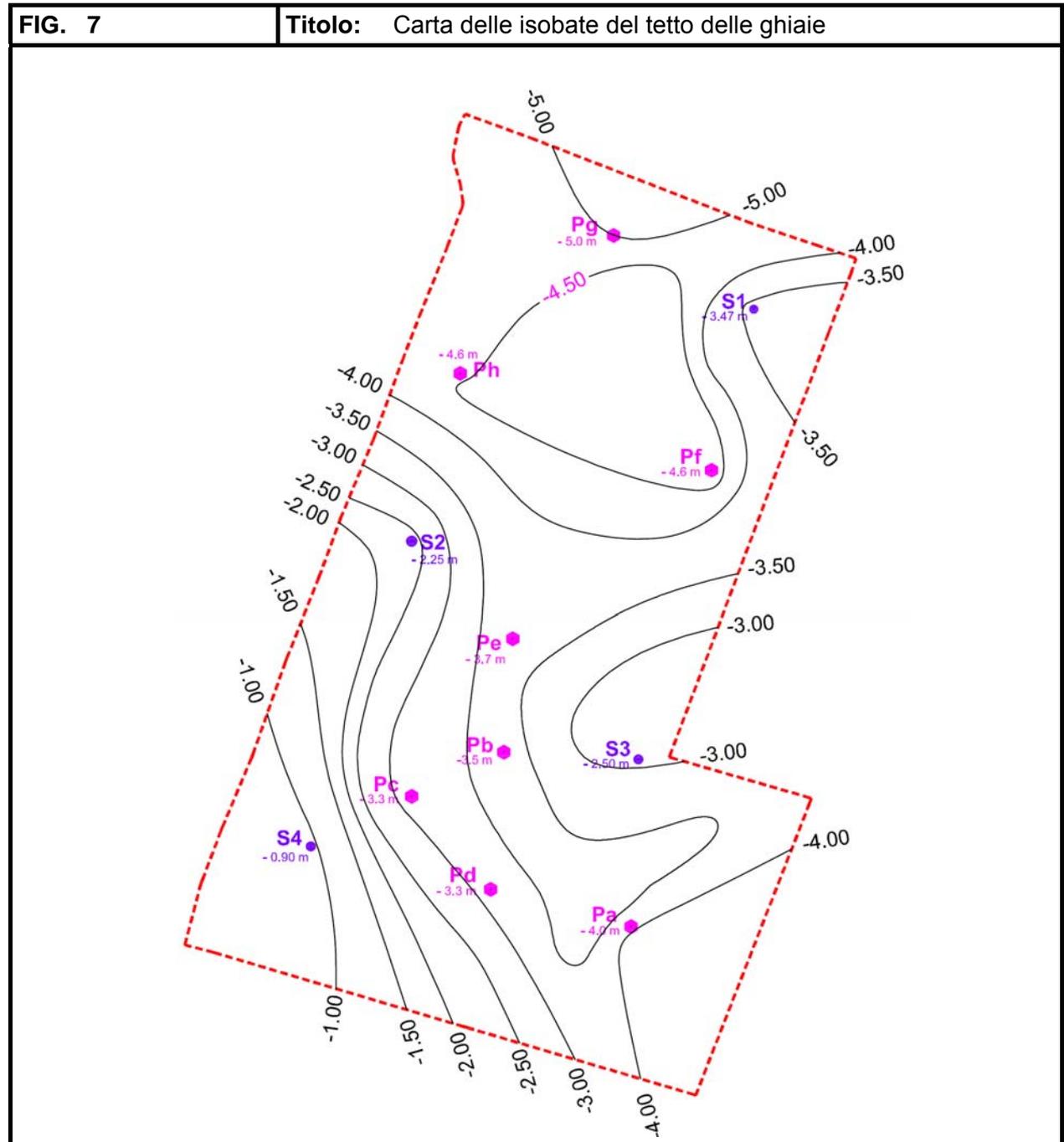
SONDAGGIO	Spessore Sterile (m)	Spessore totale banco ghiaioso estraibile (m)	% scarto interstrato
S1	1.02	6.53	15.62
S2	1.31	7.75	16.90
S3	1.20	7.50	16.00
S4	1.11	8.10	13.70
		% media totale	15.55

Tale percentuale media trova conferma nel fatto che l'ambiente deposizionale dei depositi ghiaiosi di questo giacimento, che risultano di pezzatura mediamente contenuta, è quello di

conoide distale, in cui si alternano energie di trasporto molto variabili, ed è quindi frequente la possibilità di rinvenimento di livelli di materiali più fini limosi e limo sabbiosi.

I risultati della elaborazione dei dati ottenuti evidenzia un aumento della profondità del tetto ghiaioso da SO a NE (fig. 7).

Analogamente, anche per quanto riguarda lo spessore del banco ghiaioso, si conferma un aumento di spessore dal settore sud a quello nord.



5 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

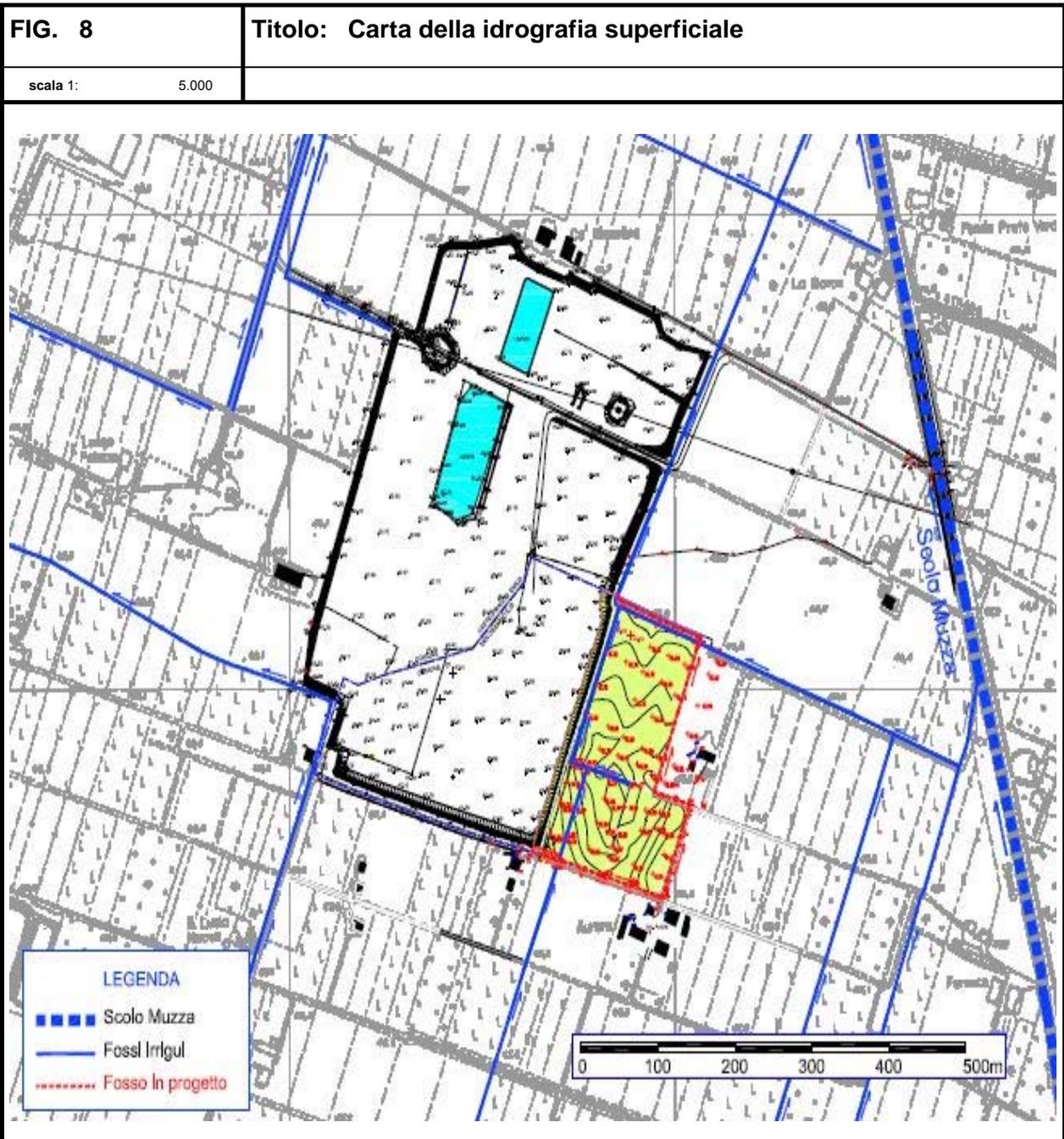
L'elemento idrografico principale dell'area in esame è il fiume Panaro che scorre a sud dell'area a circa 2 Km dalla stessa; il collettore principale dell'area è rappresentato dallo Scolo artificiale diversivo Muzza (Fig. 8). Per quanto riguarda il F. Panaro, esso presenta un letto inciso entro le proprie alluvioni, risultando più basso del piano campagna circostante, con dislivelli nell'ordine di diversi metri; solo recentemente, cessata l'attività estrattiva in alveo, il corso d'acqua si sta avviando verso una ripresa delle proprie caratteristiche idrauliche, con una diminuzione dell'azione erosiva ed un innalzamento dell'alveo.

La posizione depressa dell'alveo del fiume garantisce le aree circostanti dal pericolo di esondazioni, garanzia supportata anche dalla mancanza di eventi calamitosi recenti.

Lo scolo diversivo Muzza presenta un orientamento S-SE e N-NW, incrocia la fitta rete di fossi drenanti che scorrono secondo le linee di massima pendenza.

Il Cavo Muzza raccoglie le acque di scolo meteoriche di una vasta area geograficamente ubicata a valle di Bazzano, compresa nel bacino idrografico del fiume Panaro, occupando una superficie complessiva di circa 19 Km² e confluisce nel fiume Panaro in prossimità di Ponte Sant'Ambrogio ad Est di Modena.

Nel Cavo Muzza oltre alle acque di scolo superficiali in passato è stato utilizzato come collettore di scarico di alcune attività industriali e agricole, e dai collettori fognari degli abitati di Bazzano, Piumazzo e Castelfranco Emilia.

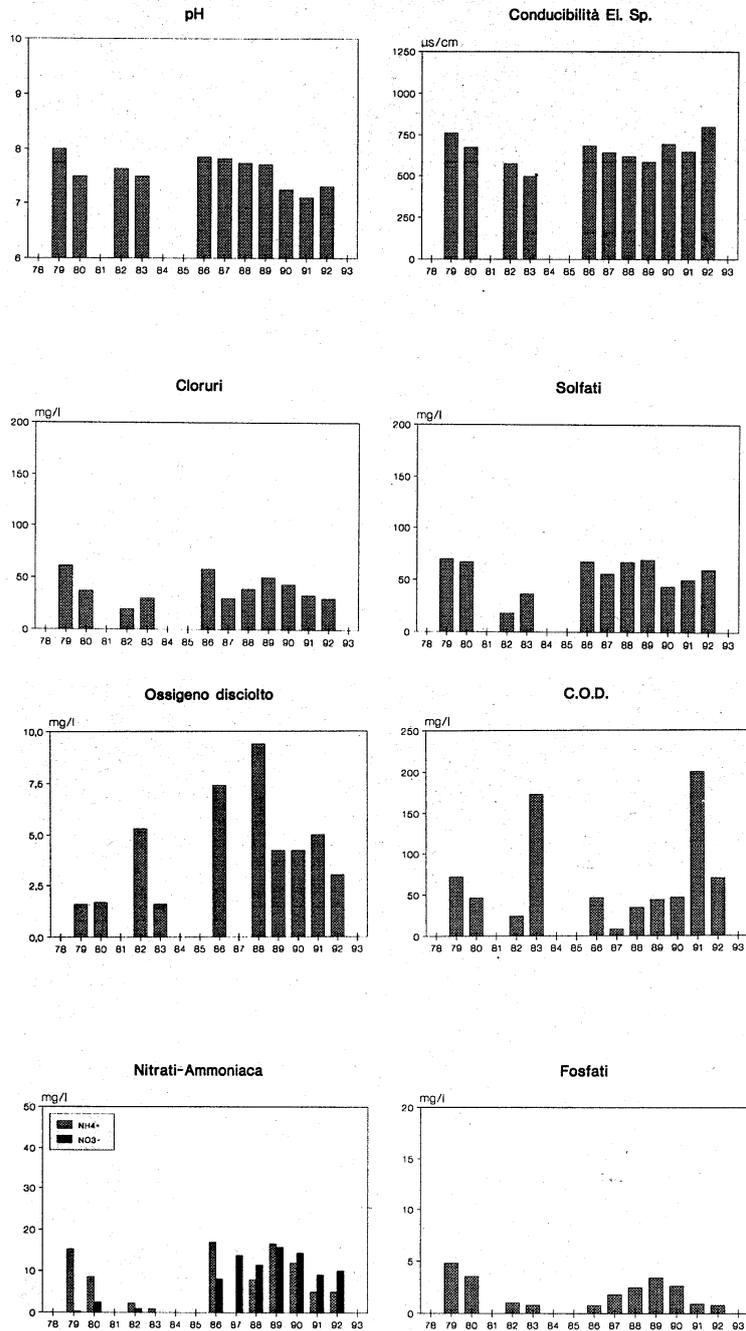


Le portate medie del torrente variano da un massimo di circa 430 l/s ad un minimo di 42 l/s corrispondenti ad una portata media di circa 120 l/s. Non sono presenti lungo tale corso d'acqua elementi paesaggistico-ambientali di rilievo.

Le caratteristiche qualitative ed idrochimiche delle acque dello scolo Muzza sono estremamente variabili nel tempo come è evidenziato dall'andamento di alcuni parametri chimici riportati di seguito (Fig. n° 9) e riferiti alla località S.Anna in cui è stata installata nel 1979 una stazione di rilevamento.

FIG. 9

Titolo: Parametri chimici dello scolo Muzza

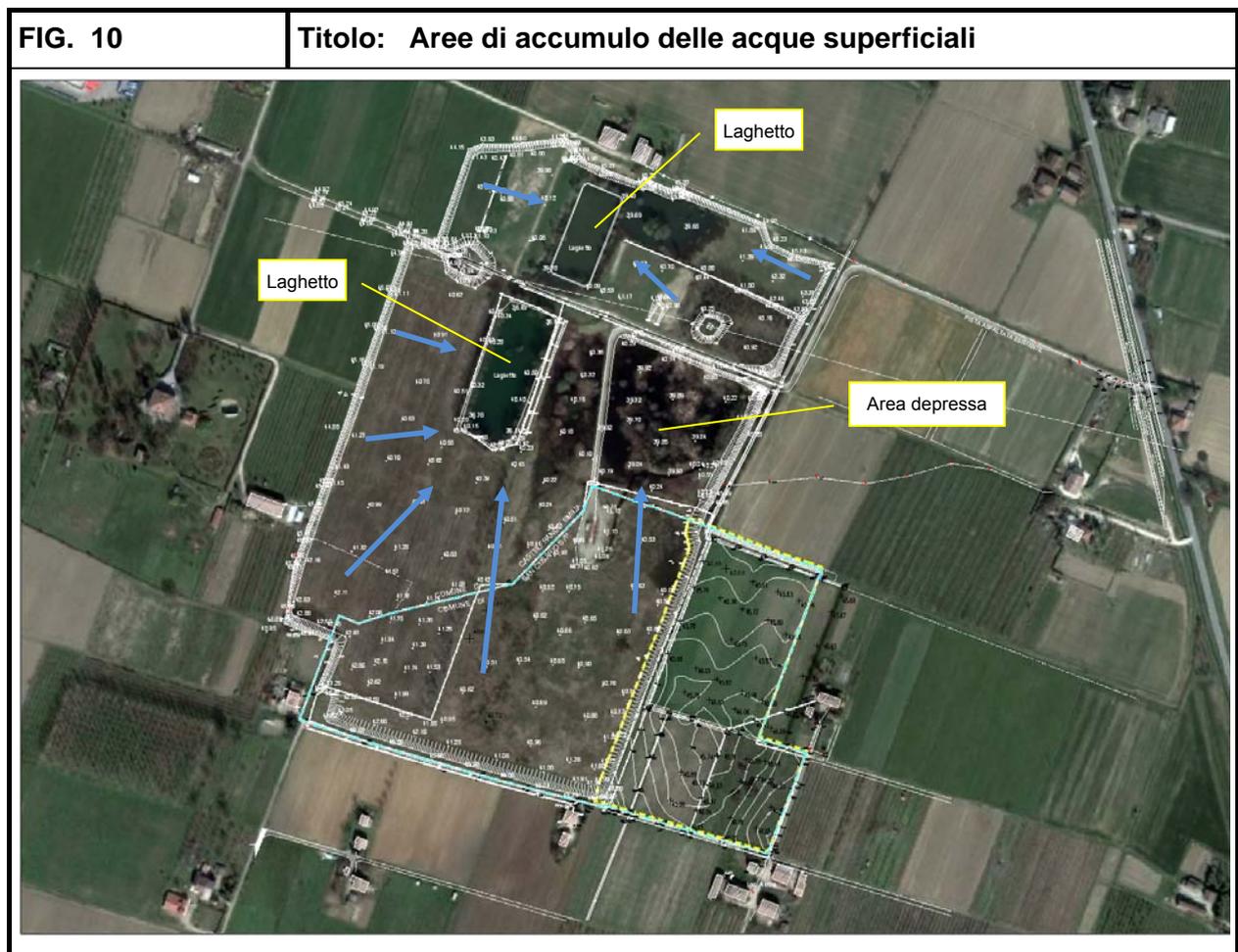


Più dettagliatamente i parametri analitici descrittivi dell'inquinamento di carattere organico quali COD, O_2 disciolto, Azoto e Fosfati, evidenziano variazioni da valori caratteristici di corpi idrici di buona qualità sufficienti a garantire la vita acquatica, a valori tipici di collettori fognari.

La cava Solimei 2 è inserita all'interno del reticolo drenante descritto, interferendo direttamente con un fosso irriguo ad andamento SW-NE, che attraversa l'area di cava e si immette direttamente, con la stessa direzione, nello scolo presente a ridosso della scarpata di sistemazione, proseguendo sempre, in Comune di Castelfranco Emilia, nelle immediate vicinanze della scarpata che delimita le aree di passata attività estrattiva.

Allo stesso modo si interferisce con un fosso irriguo e di scolo presente sul lato settentrionale dell'area di cava che scorre con direzione SE-NW.

Al fine di ridurre l'impatto sul sistema idrico superficiale ed evitare l'ingressione delle acque all'interno della cava, si è prevista la realizzazione di un fosso perimetrale che intercetterà a sud il fosso che sarà interrotto, e che proseguendo sul perimetro orientale dell'area di cava scaricherà direttamente le acque all'interno del fosso settentrionale esistente ad andamento SE-NW. In tale posizione sarà operato anche un piccolo spostamento di quest'ultimo verso nord, per poi ricollegarsi al reticolo esistente.

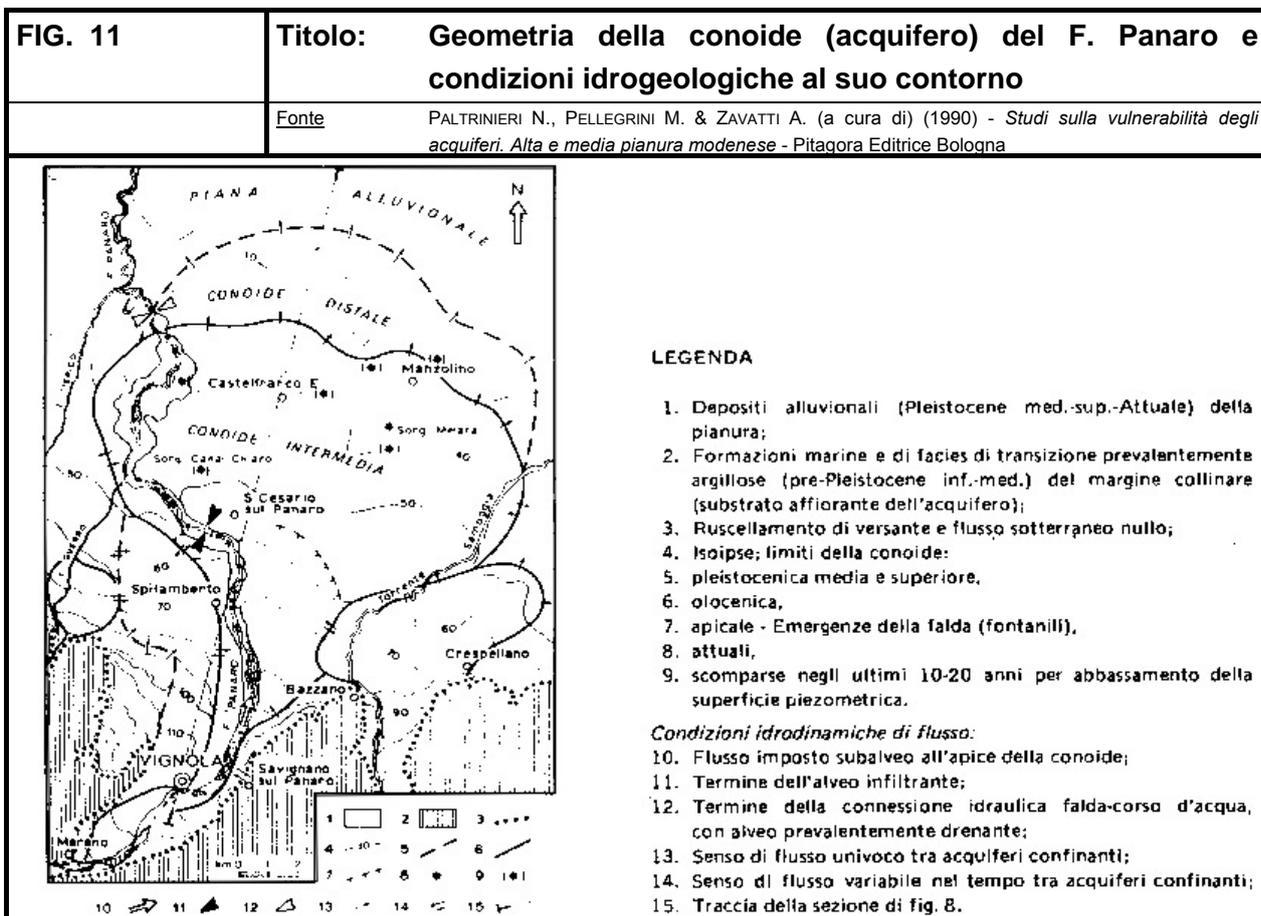


Il drenaggio interno dell'area di ex-cava è totalmente affidato all'attuale pendenza del terreno di ripristino con il convogliamento delle acque meteoriche eccedenti all'interno di due laghetti, ed in parte in una zona maggiormente depressa, presenti sul territorio Comunale di Castelfranco Emilia (fig. 10).

Tali laghetti interferiscono direttamente con il primo livello acquifero.

6 IDROGEOLOGIA

Da un punto di vista idrogeologico la zona si colloca nella parte mediana del conoide del fiume Panaro, a forma grossomodo triangolare, con l'apice nella zona di Marano-Vignola e la terminazione immediatamente a Nord di Castelfranco Emilia (Fig. 11).

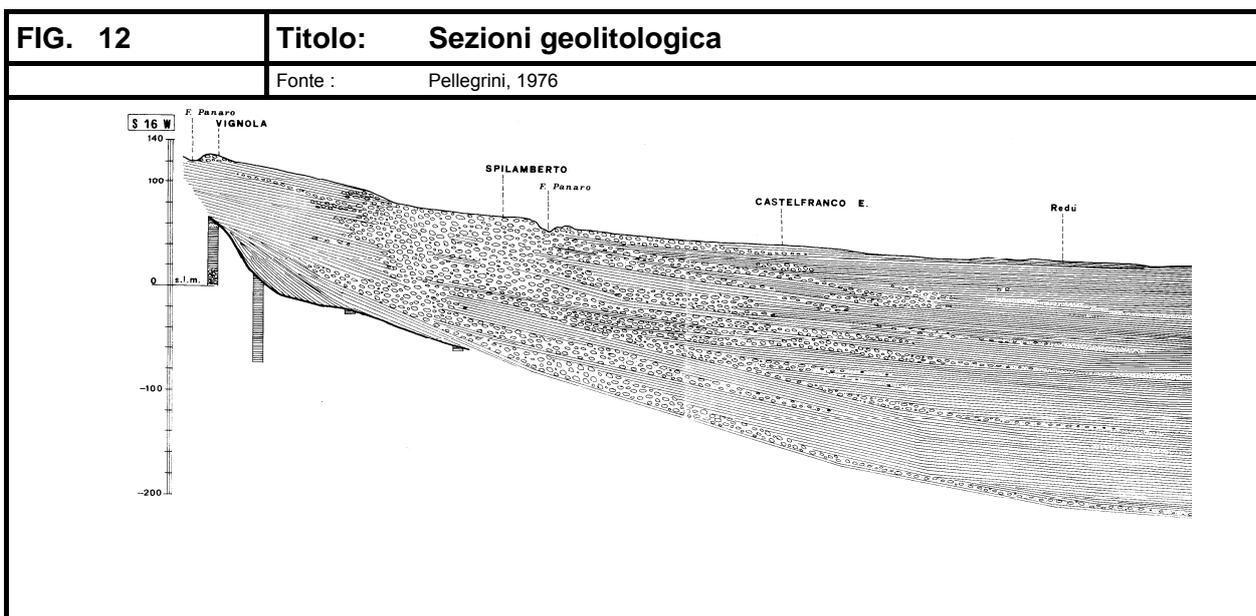


Le facies di deposizione continentale sovrastanti a quelle marine e di transizione sono infatti costituite dalle conoidi pedemontane, deposte prevalentemente dal fiume Panaro e dal Torrente Samoggia al cui fronte si sviluppa una piana alluvionale a prevalente accrescimento verticale.

La conoide del fiume Panaro si protende fino al margine dell'alta pianura, con composizione prevalente ghiaiosa nelle zone più rilevate (zona apicale) per poi essere alternate a depositi a matrice più fine man mano che si prosegue verso nord, con localmente zone a matrice sabbiosa-limosa o limosa-sabbiosa, corrispondente ad antichi tracciati fluviali.

La conoide nel suo complesso rappresenta la sovrapposizione di più conoidi alluvionali di diversa età: le più antiche si riferiscono al Pleistocene medio e superiore, mentre le più recenti, che ricoprono la quasi totalità delle sottostanti sono riferibili all'Olocene.

I materiali alluvionali presentano spessore e composizione variabile. Nella parte alta della conoide, da Vignola a S.Cesario, si hanno depositi prevalentemente ghiaiosi mentre procedendo verso nord le intercalazioni limose e limo-argillose diventano più consistenti sino ad arrivare alla piana alluvionale dove scompaiono le ghiaie e i livelli permeabili sono rappresentati da sabbie in sottili livelli entro sequenze limo-argillose prevalenti. Per quanto concerne lo spessore della coltre alluvionale si passa da qualche metro a Vignola a 200 metri e oltre a Castelfranco Emilia e Manzolino (Fig. 12).

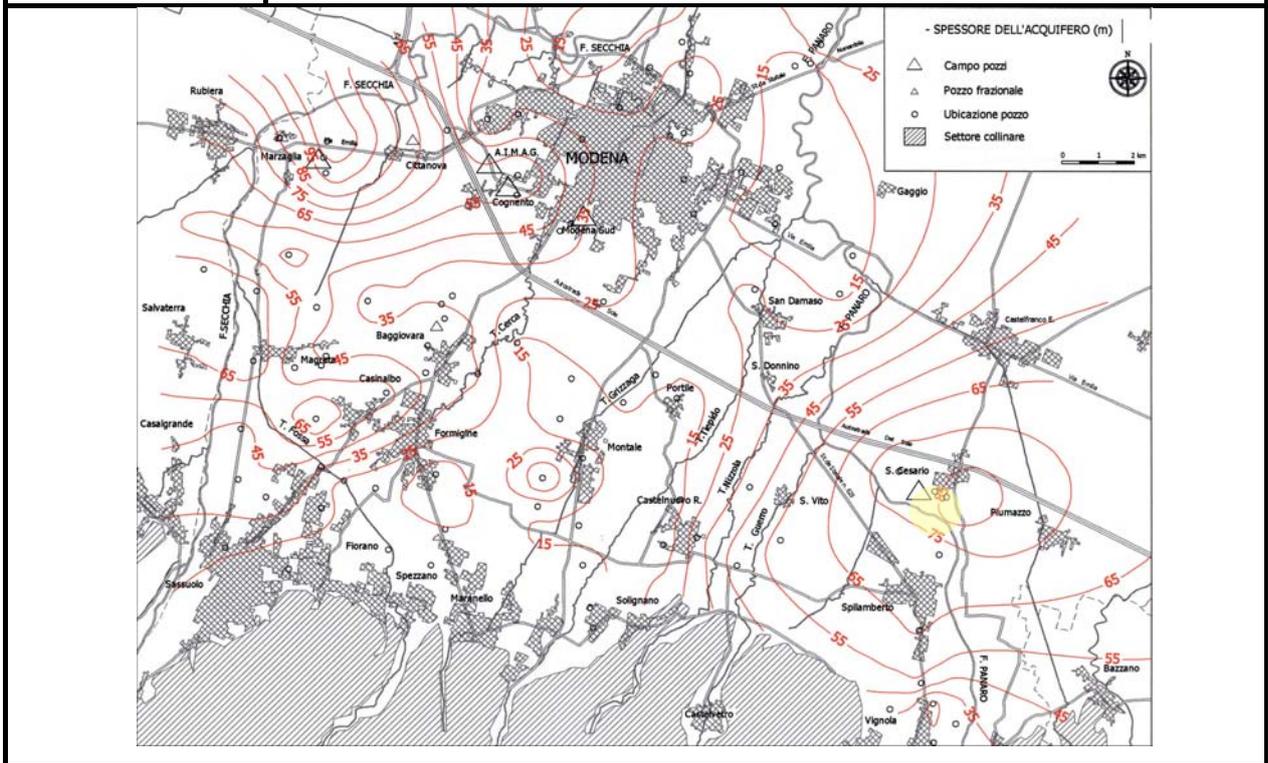


Da un punto di vista idrogeologico la porzione in esame della conoide alluvionale del fiume Panaro risulta caratterizzata da diversi strati ghiaiosi, differenziati da intercalazioni limo-argillose variamente interdigitate, che costituiscono un unico complesso sistema acquifero identificabile come un sistema pluristrato, in cui setti a scarsa permeabilità differenziano localmente le diverse falde.

Secondo quanto emerge da recenti studi effettuati da ARPA (Aree di salvaguardia delle captazioni idriche - Linee guida, 2003) lo spessore dell'acquifero sfruttabile raggiunge nella zona in esame valori massimi di circa 65 m (Fig. 13).

FIG. 13 Titolo: **Spessore dell'acquifero principale**

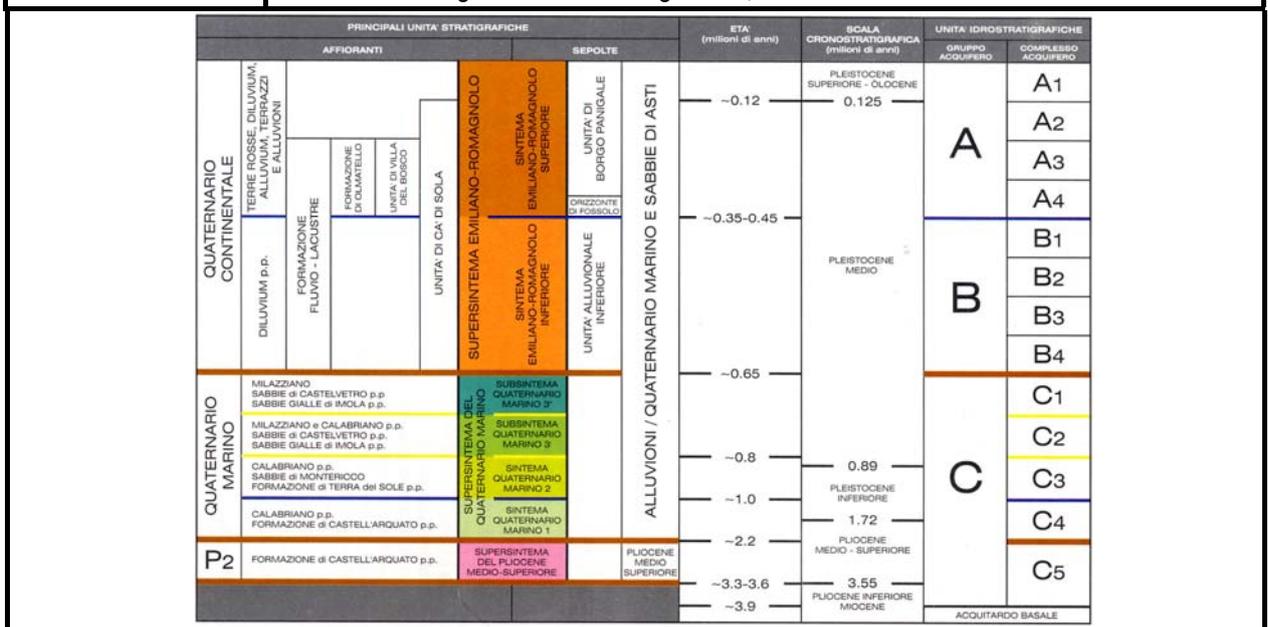
Fonte: *ARPA, 2003*



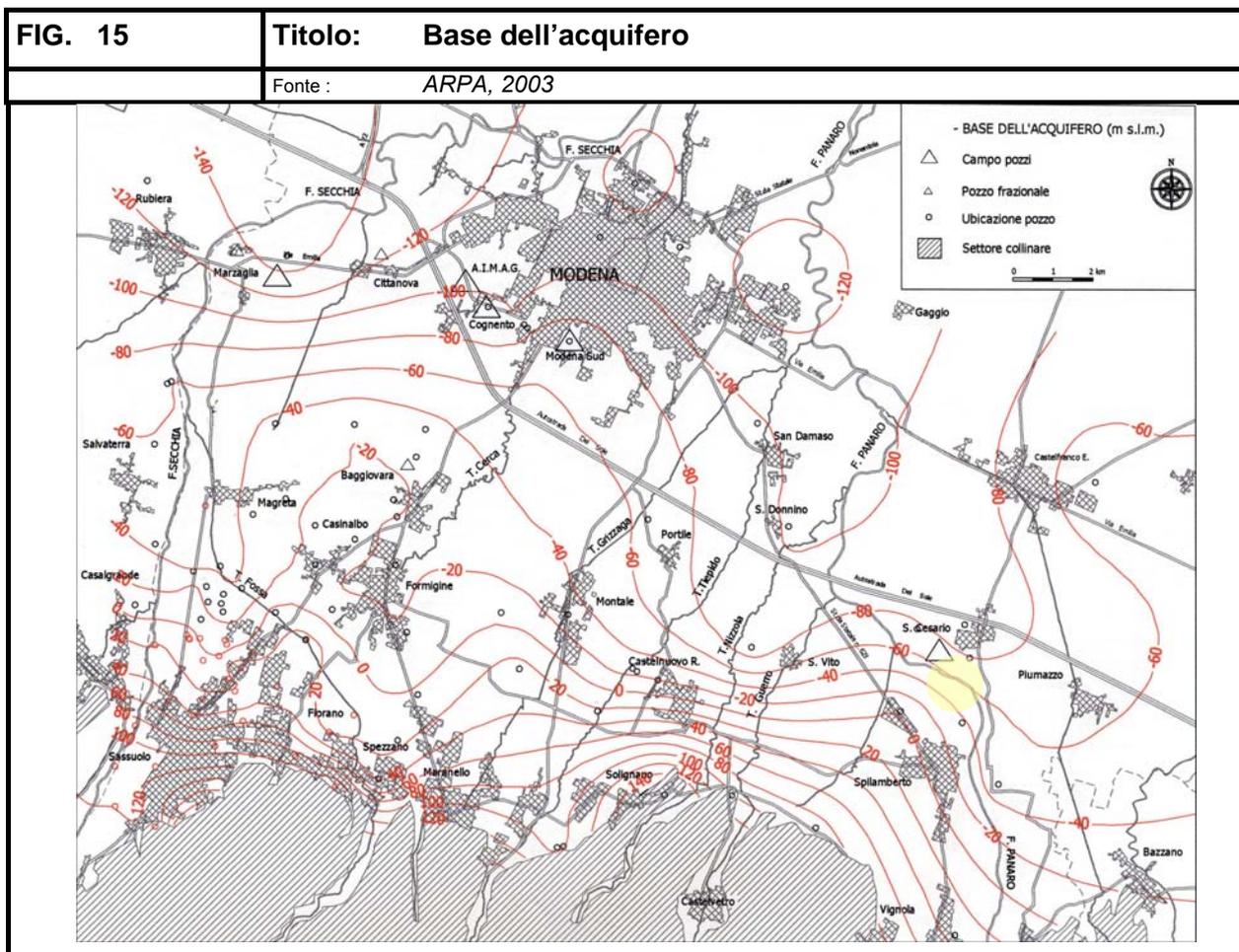
Gli studi effettuati dalla Regione Emilia-Romagna-ENI Agip, 1998, hanno consentito di individuare sull'intero bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola le sequenze deposizionali e le unità idrostratigrafiche, e sulla base della figura 14 si ritiene che gli orizzonti acquiferi presenti nella zona di studio possono essere ricondotti al Gruppo acquifero "A".

FIG. 14 Titolo: **Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico**

Fonte: *Regione Emilia Romagna-ENI, 2003*



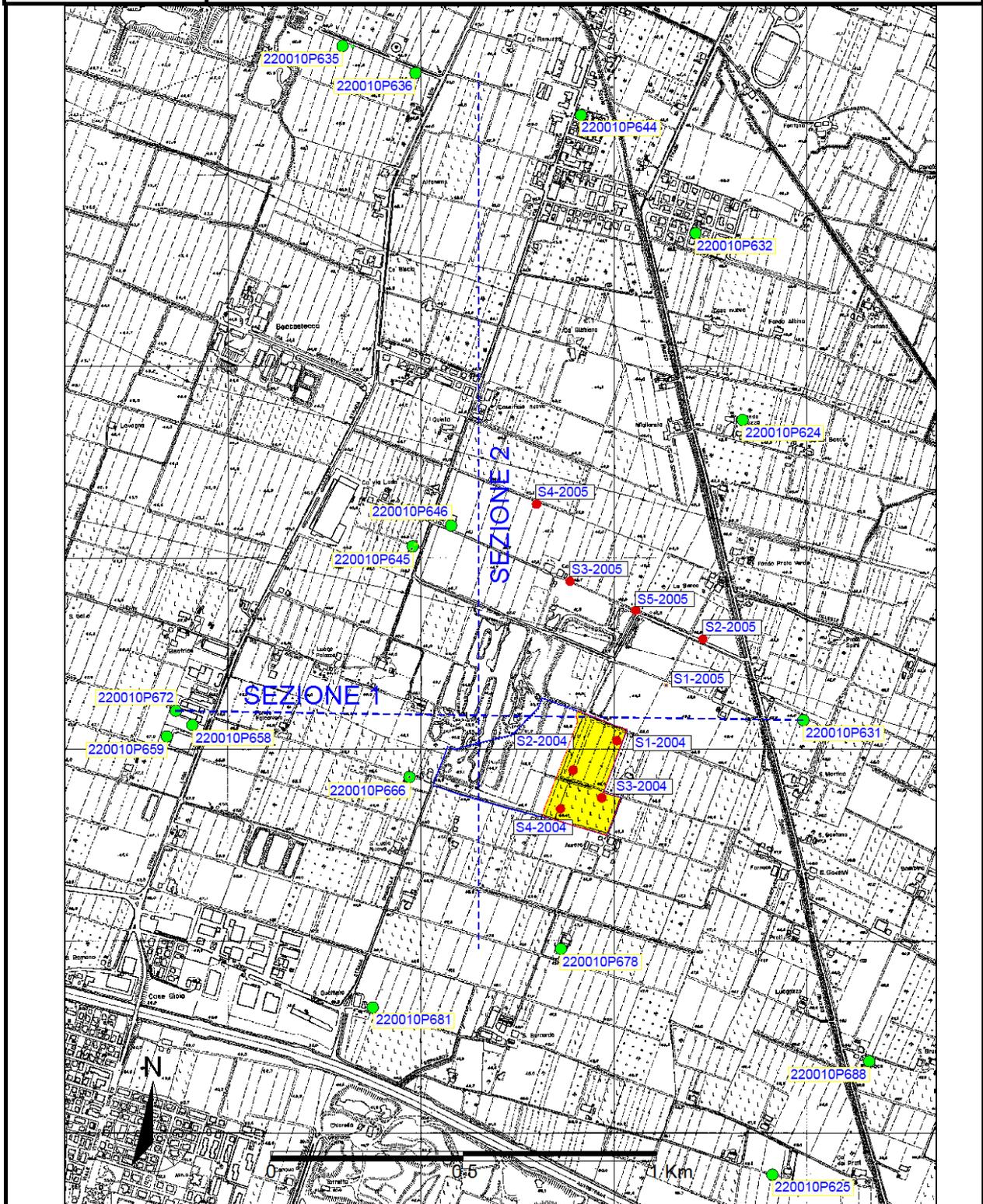
Questa unità è sovrapposta a una litozona prevalentemente argillosa (unità idrogeologica argilloso-sabbiosa) nella quale si rinvencono acquiferi sabbiosi e più raramente ghiaioso-sabbiosi, con falde aventi facies tipicamente ridotte (e in alcuni casi salmastre), e non captate per gli usi potabili. Tale unità idrogeologica costituisce la base del sistema acquifero principale (Fig. 15) e può essere ricondotta all'unità del Gruppo acquifero "B".



Per la ricostruzione della struttura idrogeologica degli orizzonti acquiferi presenti si è innanzitutto operata una ricerca bibliografica al fine di raccogliere i dati stratigrafici esistenti, ed in particolare sono stati raccolte le stratigrafie dei pozzi esistenti, di 5 sondaggi effettuati immediatamente a nord dell'area in esame denominati S1-2005, S2-2005, S3-2005, S4-2005 e S5-2005 (Allegato 2) oltre a quelli direttamente effettuati sull'ambito estrattivo S1-2004, S2-2004, S3-2004, S4-2004 (Allegato 1) ubicati come da figura 16.

FIG. 16

Titolo: Ubicazione pozzi e sondaggi



In particolare sono state elaborate 2 sezioni idrogeologiche nell'area di interesse (Figg. 17 e 18) ubicate come da figura 16, che permettono di descrivere con dettaglio la struttura del sottosuolo nell'area dell'ambito estrattivo sino alla profondità massima di circa 120 m dal p.d.c., raggiunta dai pozzi acquedottistici di via Loda.

FIG. 17

Titolo: Sezione 1 EST-OVEST

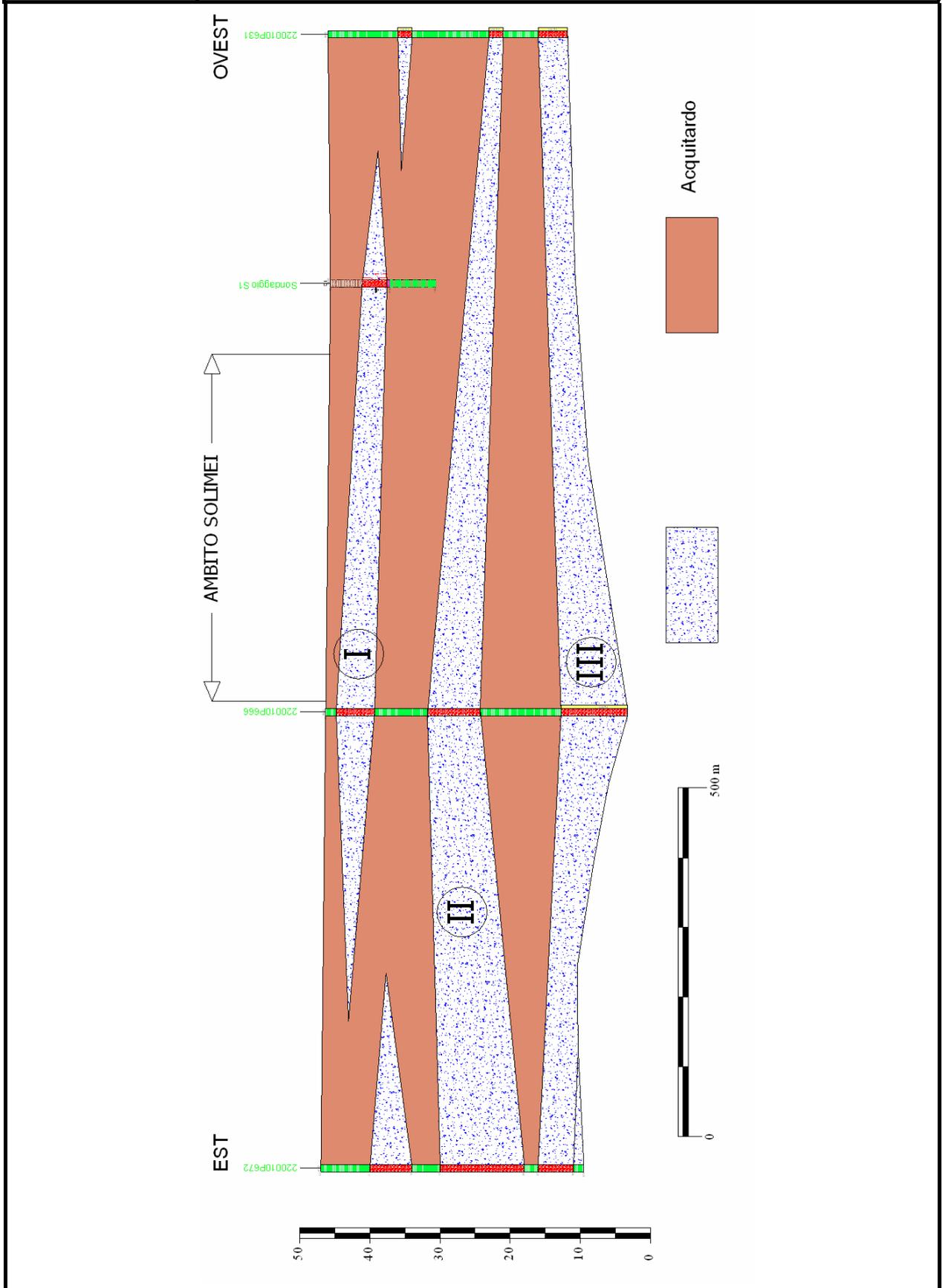
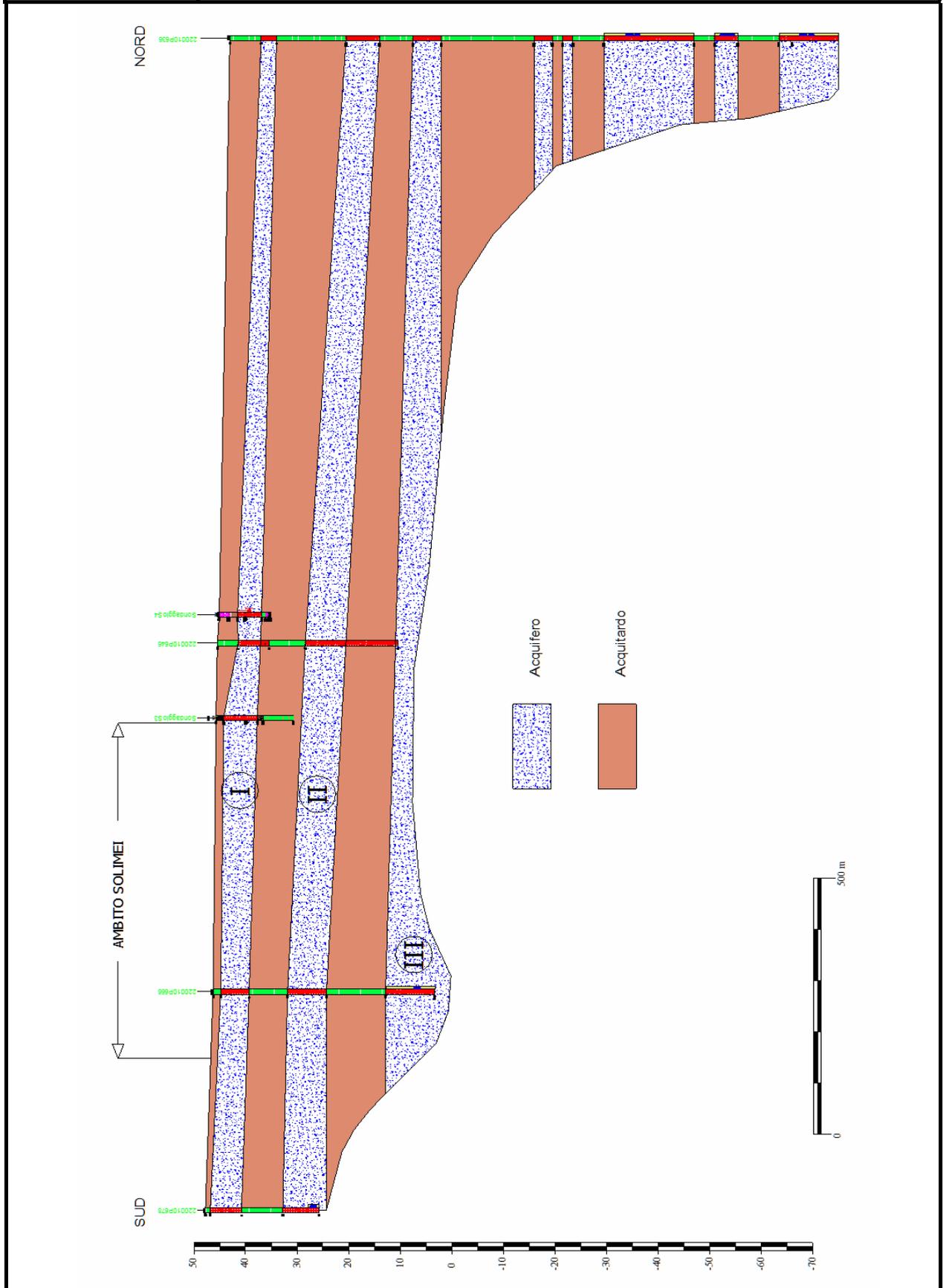


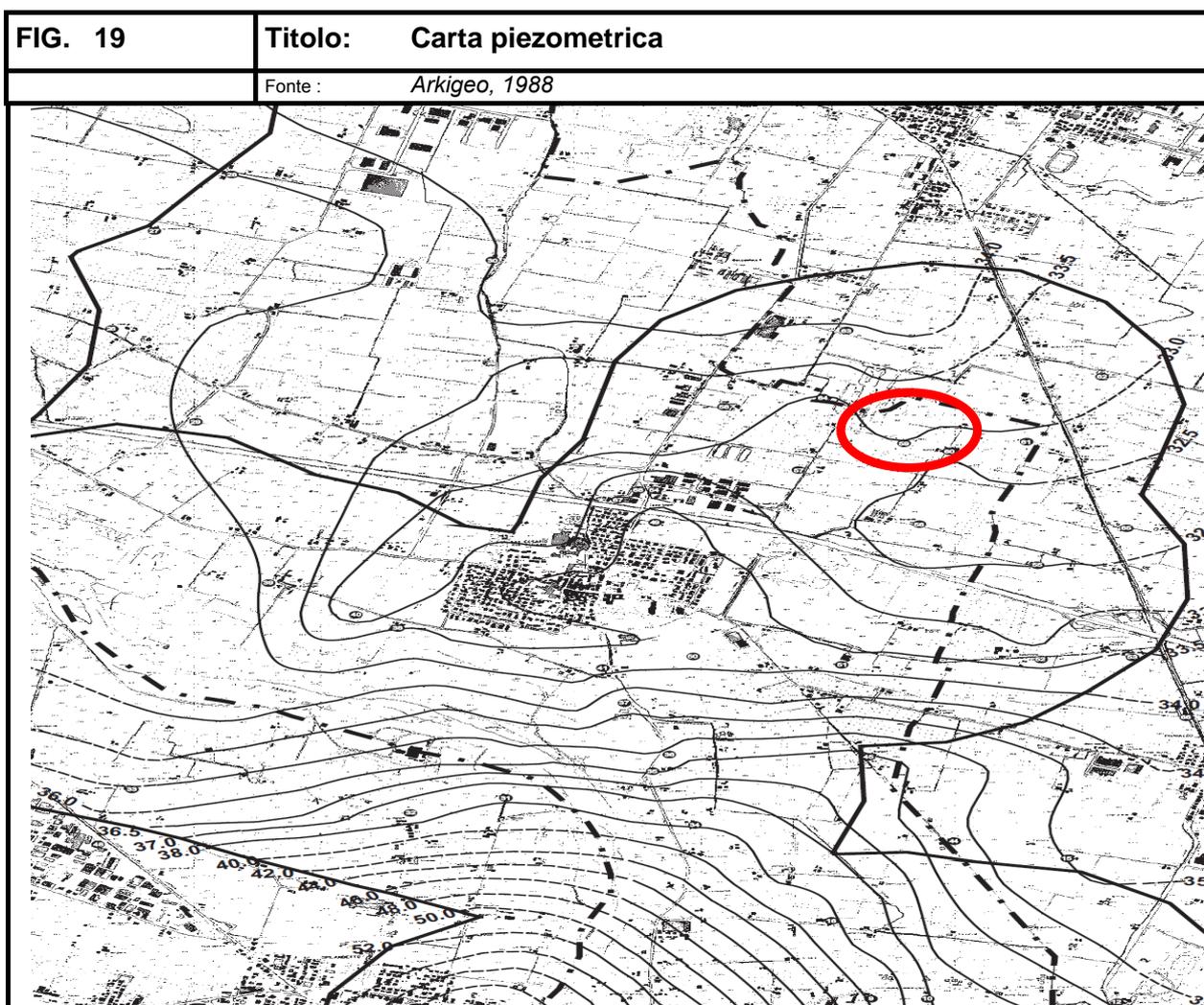
FIG. 18

Titolo: Sezione 2 NORD-SUD



La sezione 1 descrive in dettaglio la geometria del sottosuolo in direzione Est-Ovest, mentre la sezione 2 si estende da Sud a Nord. Le sezioni elaborate individuano nell'area dell'ambito estrattivo la presenza di tre acquiferi ghiaiosi, suddivisi da livelli limo-argillosi. Il primo acquifero ghiaioso (A0), che presenta spessori solitamente inferiore a 8 metri, ha una estensione laterale limitata di poco superiore a 1 Km, e una buona continuità in senso sud-nord spingendosi sino al centro abitato di Castelfranco Emilia con una sensibile riduzione dello spessore che raggiunge i 3 metri. Tale acquifero è sede di una falda libera, che affiora direttamente nei laghetti presenti negli avvallamenti di ex-cava limitrofi all'area di indagine nel Comune di Castelfranco Emilia.

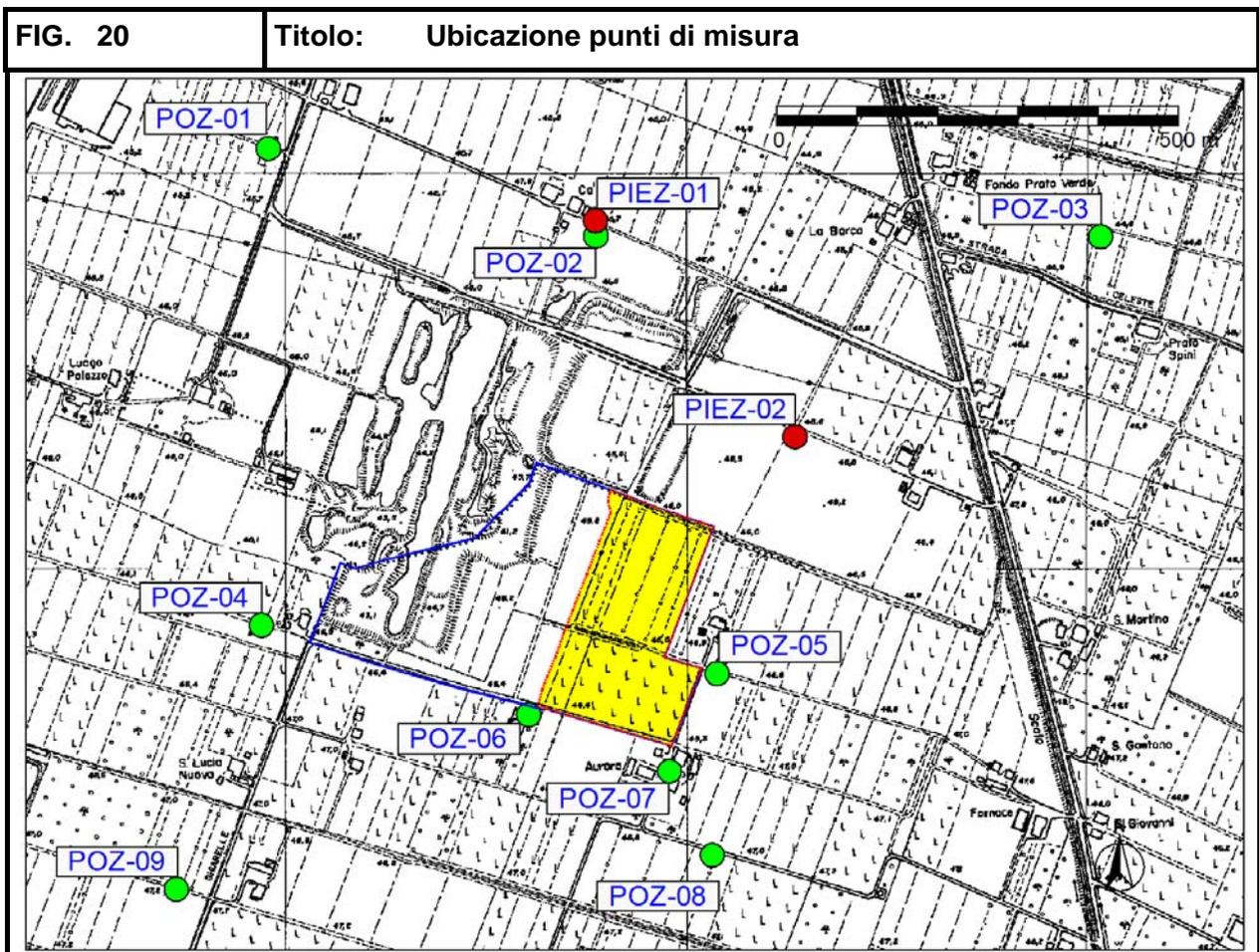
Tale acquifero è separato da quello sottostante da un livello argilloso che presenta in corrispondenza dell'Ambito estrattivo spessori sempre superiori ai 7 metri. Gli acquiferi I e II (A1) individuati sono sede di una falda in pressione, e risultano quelli direttamente captati dai pozzi ad uso irriguo presenti con una certa frequenza in tutto il territorio esaminato e che raggiungono in zona una profondità variabile tra 30 e 50 metri, e la cui alimentazione è da ricollegare prevalentemente in modo diretto al Fiume Panaro e secondariamente dal territorio compreso tra gli abitati di S.Cesario e Spilamberto.



Per quanto concerne le caratteristiche piezometriche della falda in pressione si segnala un rilievo piezometrico effettuato nei mesi di Ottobre e Novembre 1998 dallo Studio Geologico Arkigeo di Bastiglia ed esteso a tutto il territorio comunale di S. Cesario s/P..

La restituzione di una carta piezometrica (Fig. 19) evidenzia nel settore meridionale del territorio il ruolo infiltrante del fiume Panaro a vantaggio della falda, con le curve piezometriche che tendono gradualmente ad appiattirsi procedendo verso Nord, a dimostrazione di un cambiamento strutturale dell'acquifero con la comparsa di livelli impermeabili che differenziano la falda che passa da "freatica" a in "pressione".

Nell'ambito del presente studio, nell'ottobre 2011 è stata effettuata una misurazione dei livelli statici di alcuni pozzi e piezometri esistenti nell'immediato intorno dell'ambito estrattivo, individuati in figura 20, e che ha fornito i risultati riportati nella tabella 1.



Denominazione	Tipologia	Profondità (m)	Quota p.d.c. (metri s.l.m.)	Soggiacenza (metri)	Piezometria (metri s.l.m.)
POZ-01	Pozzo	21	45.30	-7.68	37.62
POZ-02	Pozzo	> 35	45.70	-8.10	37.60
PIEZ-01	Piezometro	15	45.70	-6.51	39.19
POZ-O3	Pozzo	> 40	44.60	-6.76	37.84
PIEZ-02	Piezometro	15	45.60	-7.73	37.87
POZ-04	Pozzo	43	46.35	-8.55	37.80
POZ-05	Pozzo	40	46.40	-8.20	38.20
PIEZ-06	Pozzo	23	46.70	-5.95	40.75
POZ-O7	Pozzo	40	46.80	-9.80	37.00
POZ-08	Pozzo	??	46.90	-9.78	37.12
POZ-09	Pozzo	??	47.20	-10.00	37.20

Tabella 1 – Dati rilievo piezometrico (Ottobre 2011)

Nella fig. 21 viene riportata l'andamento piezometrico della falda profonda in pressione in corrispondenza dell'ambito estrattivo che evidenzia una direzione di flusso N-NO, con un gradiente molto modesto pari a circa l'1‰ che ripercorre grosso modo quello del piano campagna, con valori di soggiacenza (Fig. 22) di poco superiore a 8 metri.

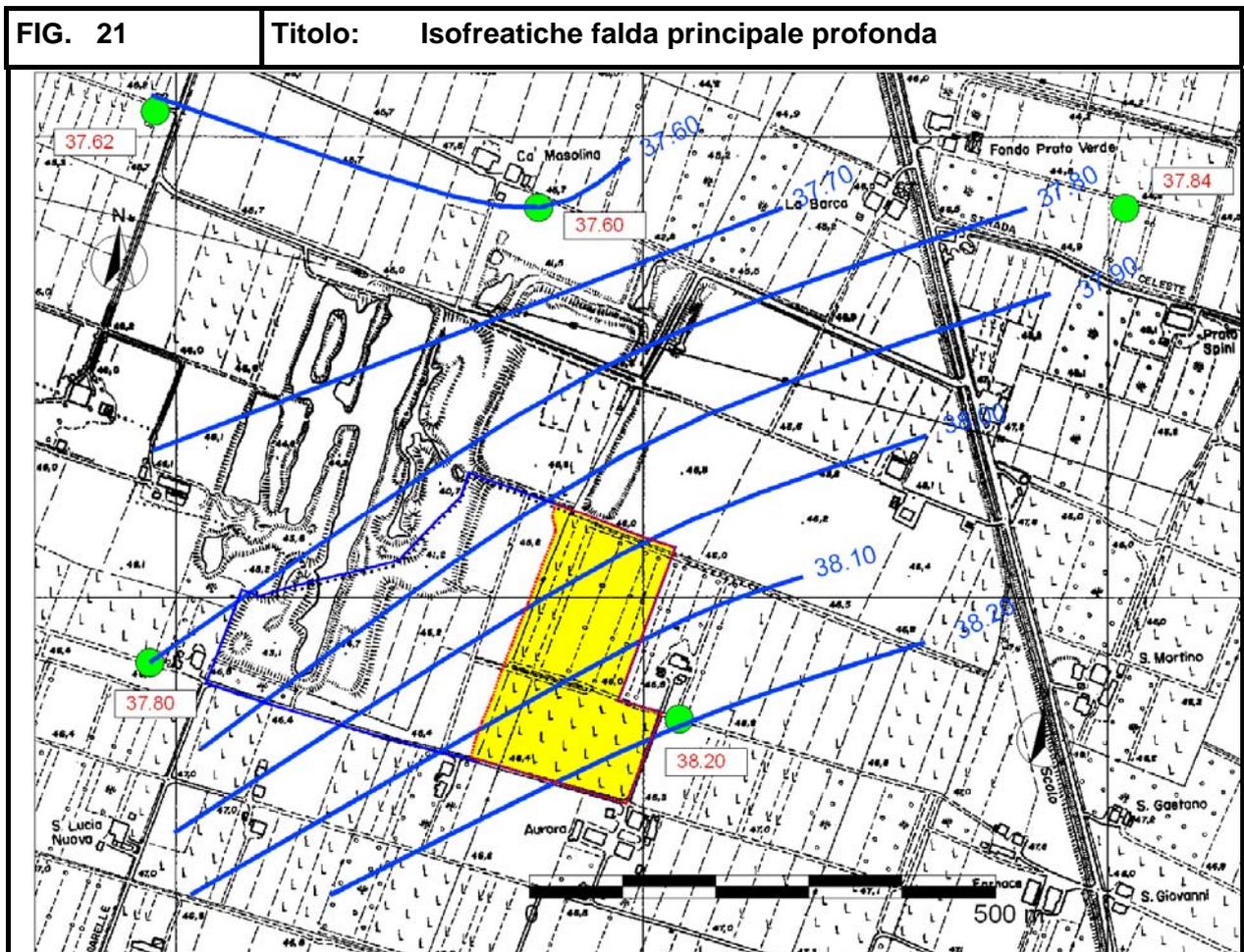
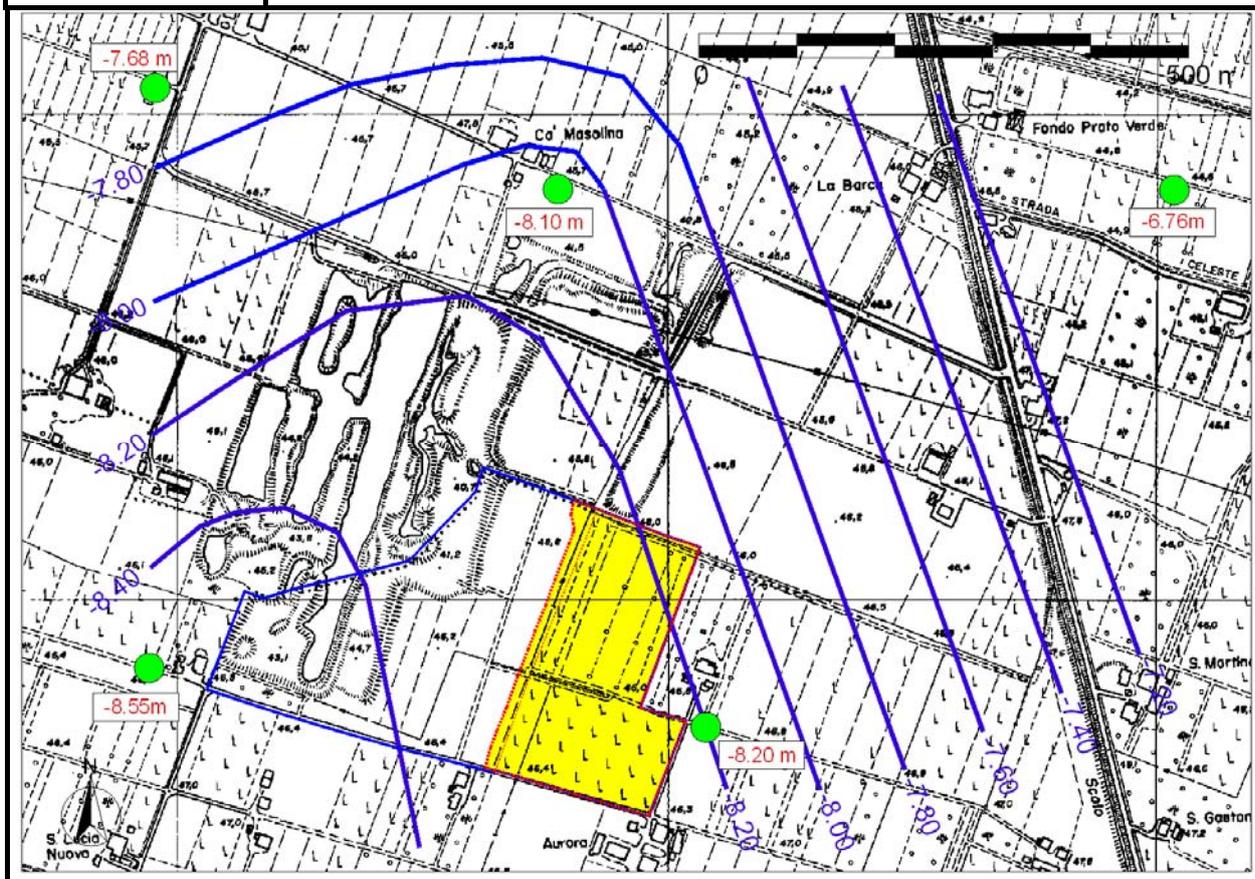


FIG. 22

Titolo: Soggiacenza falda principale profonda

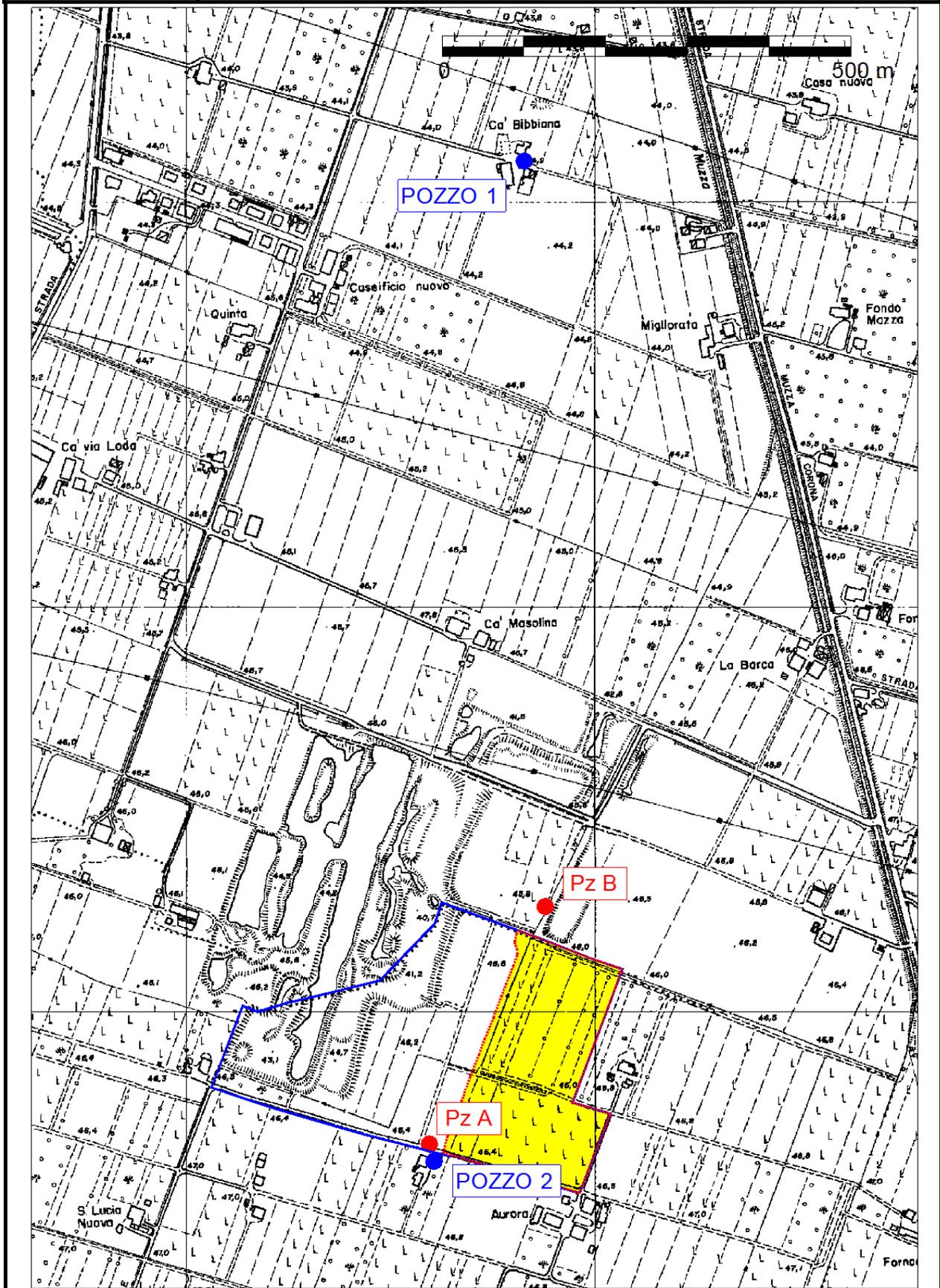


Per quanto concerne la falda superficiale gli scarsi punti di misura diretta (Piez-01 e Piez-02) collocati immediatamente a valle dell'Ambito estrattivo non hanno consentito una ricostruzione del suo andamento. Si evidenzia come il livello della falda superficiale nel punto denominato Piez-01 è pari a 39.19 m s.l.m., mentre quello direttamente misurato in un pozzo collocato ad una distanza di pochi metri (POZ-02) è pari a 37.60 m s.l.m. con una differenza di quota pari 1.59 metri, che conferma come il livello argilloso impermeabile presente differenzia idraulicamente le due falde individuate, e la mancanza di interconnessioni verticali tra falda "freatica" e quella in "pressione" sottostante.

Tale aspetto è evidente dai rilievi piezometrici effettuati dal 2004 sulla rete di monitoraggio della Cava Solimei ricompresa nel settore occidentale dell'ambito estrattivo. Tale rete (fig. 23) è costituita da due piezometri per il monitoraggio della falda superficiale attestati all'interno del 1° livello argilloso, posto a circa 6/7 m di profondità dal p.c., ed attrezzati sia per le misure dei livelli piezometrici, sia per il prelievo di campioni d'acqua; per la falda profonda erano stati individuati due pozzi ("pozzo 1 e 2"), il pozzo 1 collocato a nord in località "Bibbiana" e il pozzo 2 a monte immediatamente a sud dell'ambito estrattivo.

FIG. 23

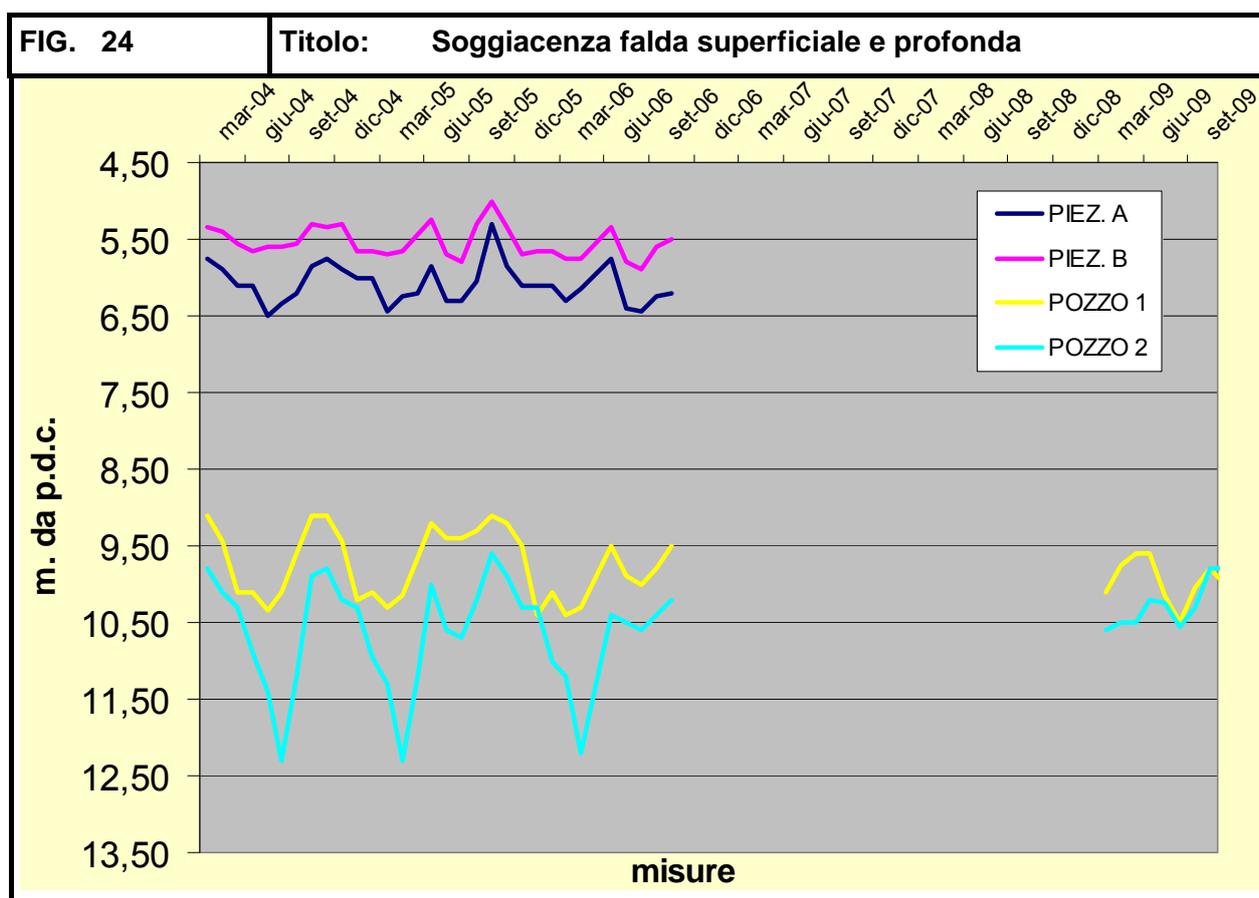
Titolo: Rete di monitoraggio esistente

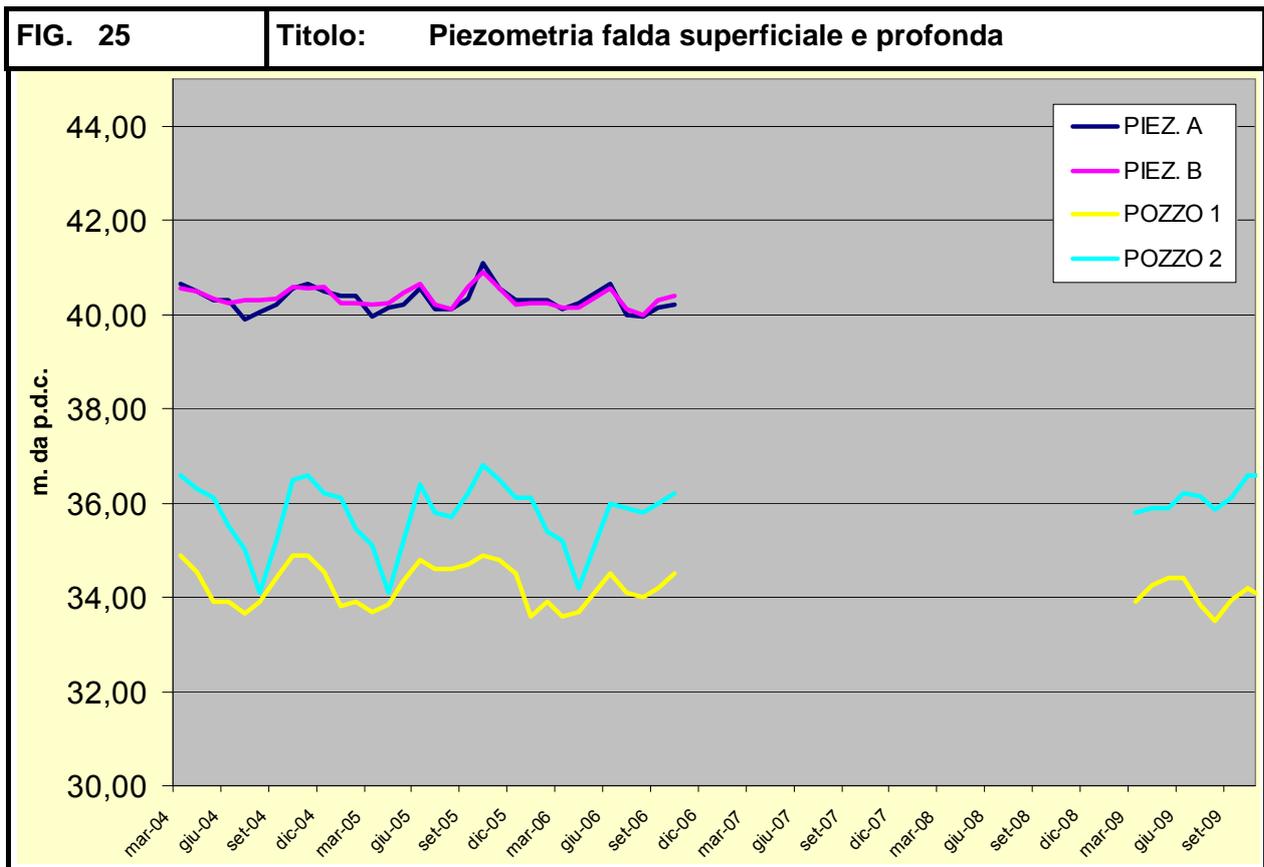


Per il monitoraggio delle acque durante la fase di esercizio dell'attività estrattiva della Cava Solimei si è effettuato il seguente programma di campionamento:

- con cadenza mensile si sono effettuate le misure piezometriche su tutti i punti della rete;
- con cadenza trimestrale si è effettuata la determinazione di temperatura, pH e conducibilità su tutti i punti della rete;
- con cadenza semestrale si sono rifatti i prelievi di acque sotterranee, successivamente sottoposti a nuove analisi per la determinazione dei seguenti parametri: pH, temperatura, conducibilità, cloruri, nitriti, nitrati, ammoniaca, ossidabilità, solfati, alcalinità, durezza, sodio, potassio, magnesio, calcio e idrocarburi disciolti o emulsionati.

Tale programma è stato attuato per il piezometro B per il controllo della falda superficiale, e sul pozzo 1 per quella profonda. Nella figure seguenti viene riportato l'andamento piezometrico e della soggiacenza che evidenzia la netta differenziazione tra le due falde, che presentano comunque andamenti paragonabili.





Si evidenzia come nel 2009 non si sia rilevata acqua nei due piezometri che captano la falda superficiale.

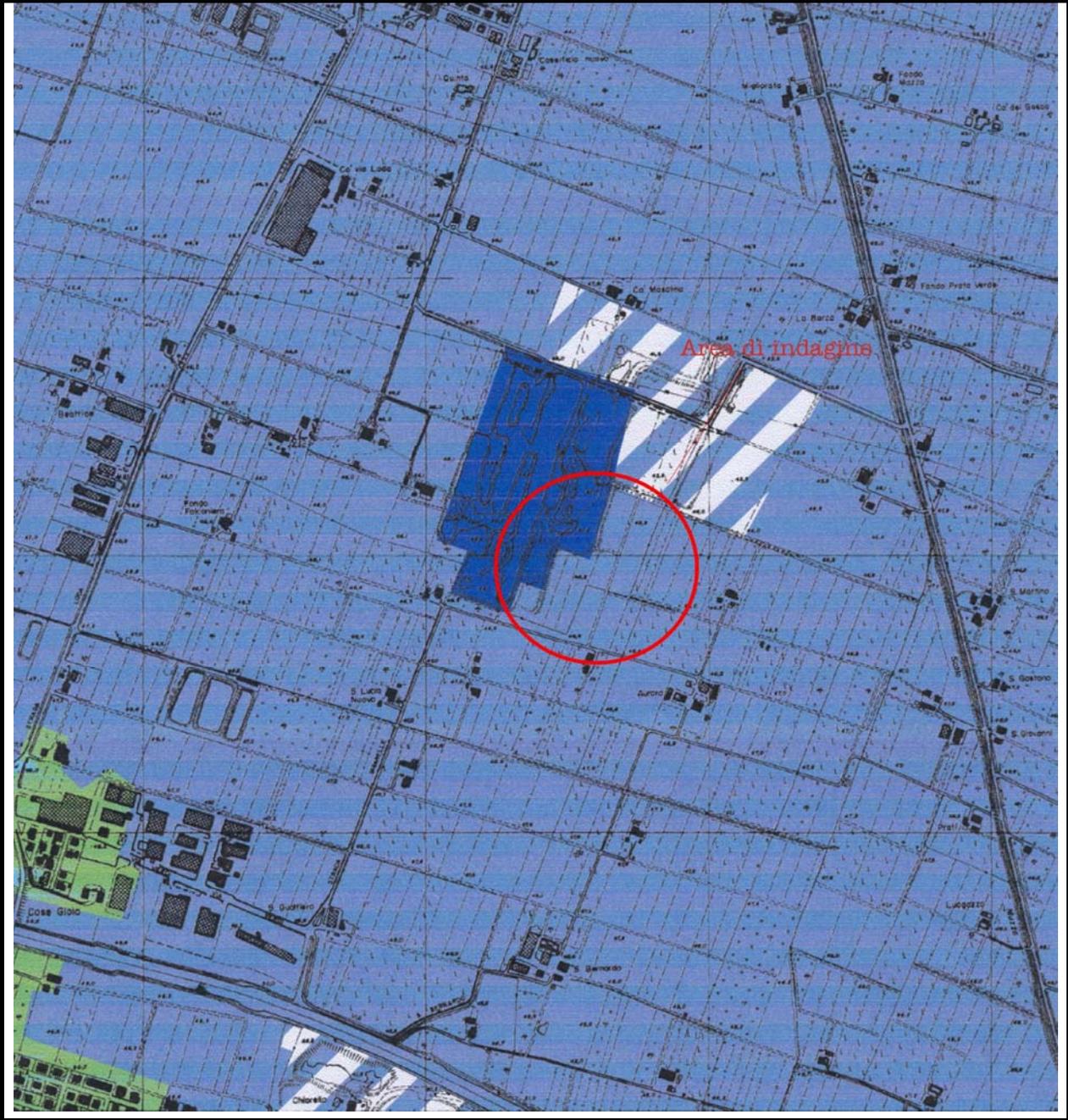
Considerando la Carta della Vulnerabilità dell'acquifero principale riportata nel PTCP l'area in studio è classificata a grado "basso" (Fig. 26); la falda principale è, infatti, divisa e, quindi, protetta da quella superficiale da uno strato argilloso che, in prossimità della cava Solimei, arriva a 6 metri di spessore.

FIG. 26 **Titolo: Carta della vulnerabilità dell' acquifero principale**

scala 1: 10.000 Fonte: PTCP

Legenda:

Grado di vulnerabilità	Grado di vulnerabilità zone estrattive
 BB (Molto Basso) - Zone di media pianura	 BB (Molto Basso)
 B (Basso)	 B (Basso)
 M (Medio)	 M (Medio)
 A (Alto)	 A (Alto)
 E (Elevato)	 E (Elevato)
 EE (Estremamente Elevato)	 EE (Estremamente Elevato)



Pertanto si può concludere affermando che dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata da diversi livelli di acquiferi, uno più superficiale a circa -6 m dal p.d.c. e uno più profondo a circa -13 m dal piano di campagna, separati da uno spesso strato argilloso (che arriva fino a spessori di 6 m) rinvenuto nel sondaggio a carotaggio continuo nella cava Solimei.

Lo studio idrogeologico effettuato porta ad affermare che fra le due falde (freatica e in pressione) non ci sia collegamento.

7 CARATTERISTICHE IDROCHIMICHE

Le acque sotterranee profonde della zona in esame si possono classificare come bicarbonatiche-alcalino terrose con solfati, più francamente calciche nella parte sud al margine del conoide.

Sul piano idrochimico generale le carte delle isocone, desunte da "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi - 2" a cura di A. Zavatti, e riportate di seguito evidenziano la correlazione tra le caratteristiche delle acque sotterranee e quelle superficiali.

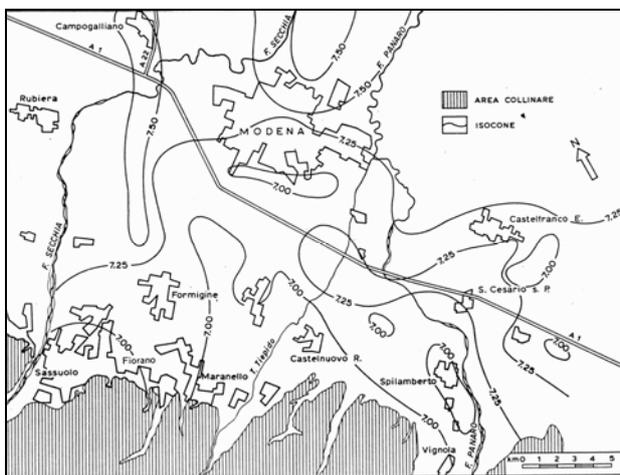


Fig. 27 - Distribuzione areale del pH (Nov. 1988)
1)

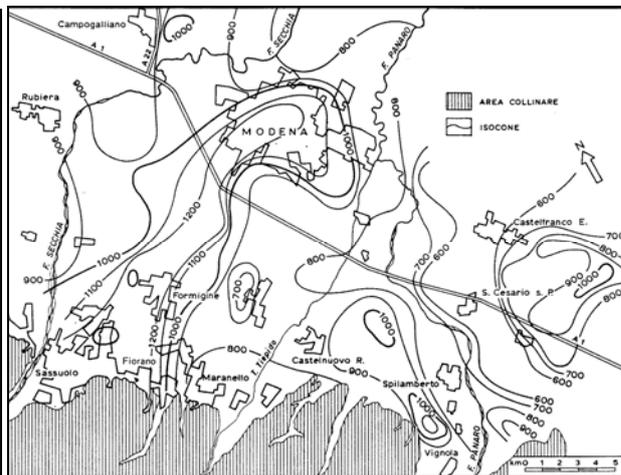


Fig. 28 - Distribuzione area della conducibilità Elettrica specifica (µScm-1)

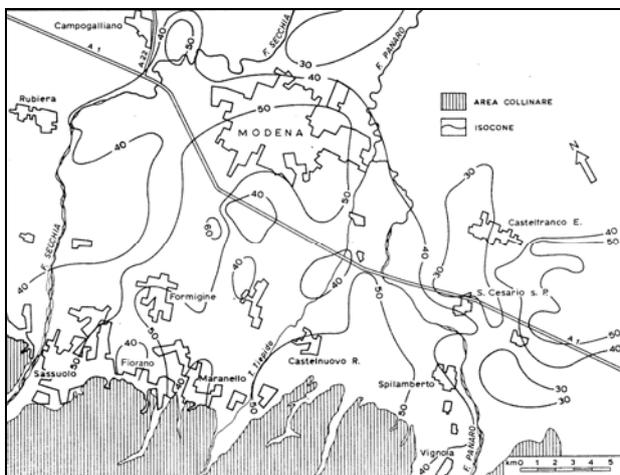


Fig. 29 - Distribuzione areale della Durezza (°F) (Nov. 1988)

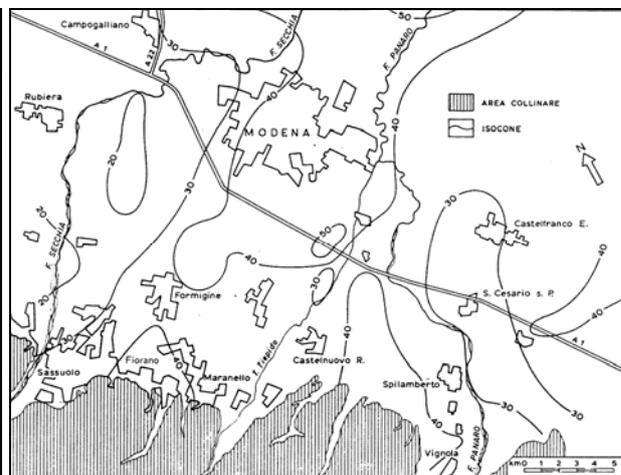


Fig. 30 - Distribuzione areale di HCO3 (°F) (Nov. 1988)

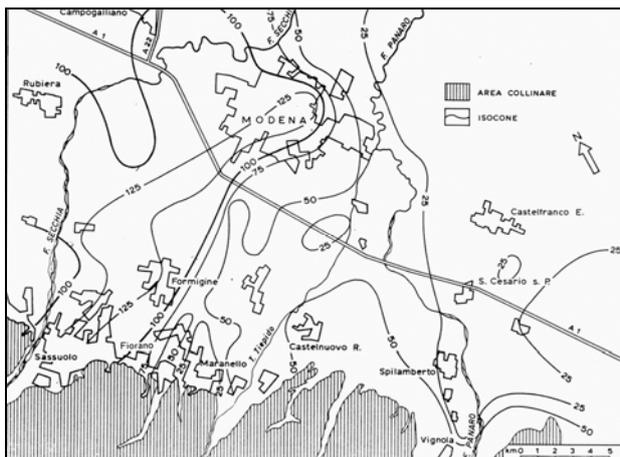


Fig. 31 - Distribuzione areale dei Cloruri (mg/l) (Nov. 1988)

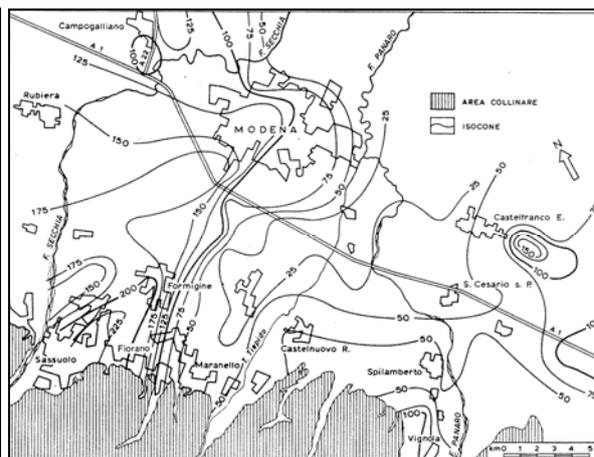


Fig. 32 - Distribuzione areale dei Solfati (mg/l) (Nov. 1988)

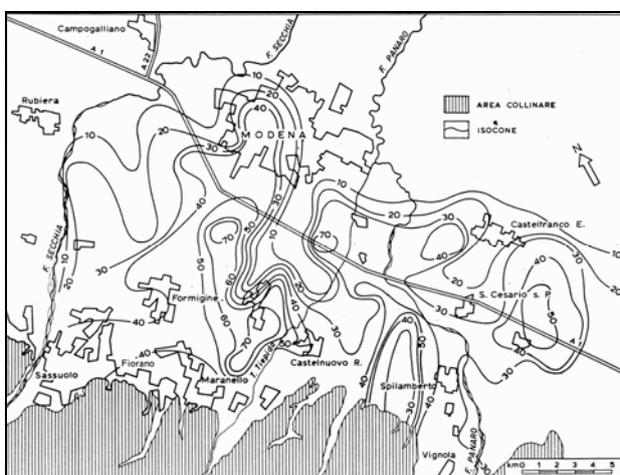


Fig. 33 - Distribuzione areale dei Nitrati (mg/l) (Nov. 1988)

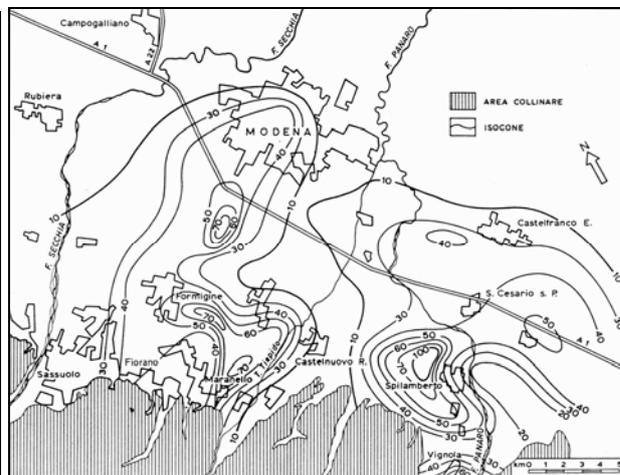


Fig. 34 - Distribuzione areale dei Nitrati (mg/l) (Mag. 1989)

Tali carte mostrano le due principali alimentazioni dell'acquifero: l'infiltrazione meteorica, che attraversa il suolo arricchendosi di componenti anche inquinanti e che tende ad aggredire parte dei sedimenti calcarei aumentando la concentrazione di calcio e quindi la durezza; le dispersioni fluviali che contribuiscono alla ricarica della falda, caratterizzandone il chimismo direttamente ma anche indirettamente tramite la diluizione degli altri apporti.

Il chimismo delle acque sotterranee è quindi fortemente condizionato dagli aspetti più strettamente idrogeologici, ma anche dall'elevato carico antropico che grava su questo territorio.

Per alcuni pozzi si evidenziano affioramenti grosso modo paralleli al corso del fiume, infatti l'influenza di questo sembra determinante nei confronti del chimismo dell'acqua di falda.

Esso ne regola l'equilibrio termico, infatti il fiume presenta temperature medie annue comprese tra 11 e 12 °C, la falda invece ha temperature leggermente più elevate (13 °C) per effetto della temperatura più elevata delle acque di infiltrazione della superficie topografica rispetto a quella della media montagna.

In generale i parametri considerati tendono a variare gradualmente man mano che ci si allontana dal fiume evidenziando così le condizioni marcatamente infiltranti del corso d'acqua.

E' questo il caso della conducibilità che aumenta da 300 $\mu\text{s}/\text{cm}$ fino a 900 $\mu\text{s}/\text{cm}$, valori che confrontati con quelli del fiume (240 $\mu\text{s}/\text{cm}$) indicano infiltrazioni dal fiume stesso.

Anche gli andamenti dei bicarbonati, cloruri e solfati ricalcano l'azione alimentante del fiume nei confronti della falda.

Per quanto riguarda i nitrati è fuori dubbio che essi rappresentino il parametro di maggiore interesse per le acque sotterranee delle conoidi pedeappenniniche, costituendo l'indicatore di inquinamento, in particolare modo nell'area in esame a causa dell'intenso carico antropico a cui è sottoposta.

Sommando, infatti, le concimazioni azotate alla intensiva pratica dello spandimento dei liquami di origine zootecnica si apportano quantitativi di azoto superiori alla capacità ricettiva delle colture che, una volta oltrepassato il suolo, giungono nello strato non saturo ed in seguito in falda.

Non a caso, infatti, esistono aree in cui la concentrazione di nitrati supera il limite di potabilità fissato per legge a 50 mg/l.

E' quindi evidente l'effetto diluente, sulle concentrazioni di nitrati in falda, del fiume Panaro; si hanno, infatti, valori mediamente più bassi in prossimità dell'area fluviale, che tendono ad aumentare all'allontanarsi da essa.

L'andamento delle concentrazioni dei parametri considerati, nella parte sud dell'abitato di S.Cesario, tende ad aumentare man mano che ci si allontana dal fiume, che quindi conferma la propria condizione infiltrante.

Nella porzione centro-settentrionale del territorio comunale le isocone evidenziano un'area, allungata rispetto all'asse sud-nord, con basse concentrazioni degli elementi chimici considerati.

Tali concentrazioni tendono ad aumentare ai margini orientale ed occidentale dell'area sopra citata.

Un tale comportamento idrochimico è da ricollegare alla presenza, in profondità, di consistenti depositi ghiaiosi ad elevata tramissività rispetto a quelli che si trovano sui margini degli stessi.

Tali depositi rientrano tra quelli costituenti il conoide del fiume Panaro e non sono legati ad un singolo episodio deposizionale (paleoalveo), ma solo il risultato di un lungo processo evolutivo del conoide stesso nel tempo.

Questi ultimi non rappresentano quindi un paleoalveo come quello di età romana individuato dall'allineamento "Cava Ghiarella" – "Cava Solimei" – parte orientale abitato di Castelfranco.

In quest'ultimo caso le ghiaie sono superficiali rispetto alle precedenti e sono prive di falda ed è per questo che i parametri di falda non evidenziano particolari variazioni se non legate alle falde imposte su depositi più profondi.

Dai dati desunti dal rapporto Arpa 2003 sulla stato degli acquiferi della Regione Emilia Romagna in riferimento alla situazione delle conoidi del Panaro e del Samoggia si evidenzia come la distribuzione areale di nitrati (Fig. 35) presenta una diminuzione delle concentrazioni in prossimità del fiume Panaro, dovuta come già detto per altre conoidi alla componente di alimentazione del fiume stesso, e due porzioni ad elevata concentrazione, sia in destra che sinistra Panaro. Complessivamente nella conoide del Panaro il trend di concentrazione dei

nitriti è in aumento di circa 0.4 mg/l/anno, in cui si riscontrano picchi dei valori massimi con oscillazioni quinquennali.

I cloruri (Fig. 36) riflettono parzialmente la distribuzione dei nitriti, con minori concentrazioni in prossimità del corso d'acqua (10-20 mg/l) e punti di misura anomali in prossimità di fonti urbane e/o agricole (50-120 mg/l). Nella figura 37 si può osservare per i solfati una distribuzione più omogenea, elevata fino alle porzioni distali della conoide.

Il manganese e il ferro (Figg. 38 e 39) presentano valori rilevanti solo nella parte medio distale della conoide del Panaro, mentre risultano abbondanti nella conoide del torrente Samoggia.

Il carico inquinante da composti organoalogenati (Fig. 40) si verifica nelle aree pedemontane della conoide del Panaro a causa dell'elevata pressione antropica e per la presenza di diffusi insediamenti industriali-artigianali in un'area ad elevata permeabilità.

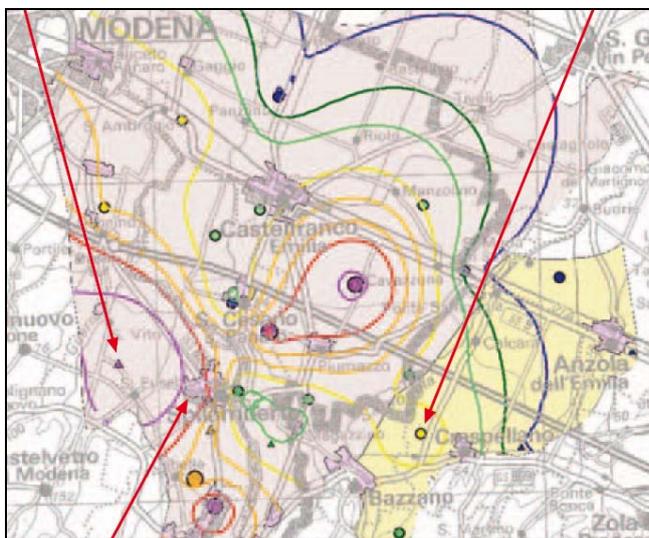


Fig. 35 – Concentrazioni medie nitrati (mg/l)

Distribuzione	Stazioni di misura	
	acquifero principale (A)	acquifero profondo (B e C)
1	<5	<5
5	5 - 10	5 - 10
10	10 - 20	10 - 20
20	20 - 30	20 - 30
30	30 - 40	30 - 40
40	40 - 50	40 - 50
50	50 - 300	50 - 300
60		
70		

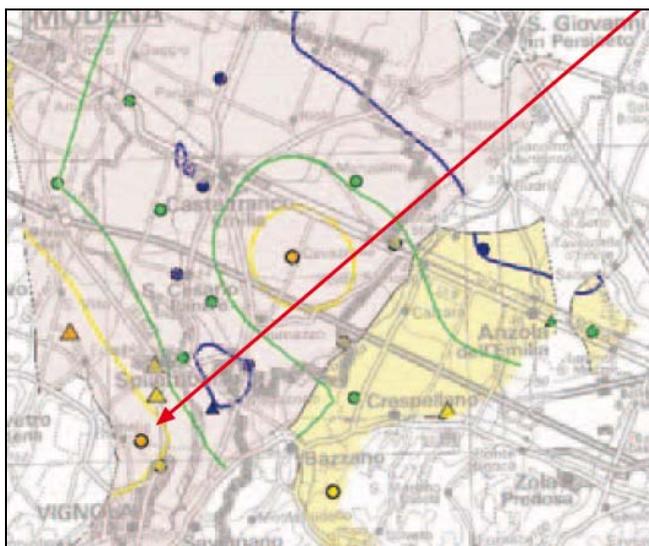


Fig. 36 – Concentrazioni medie cloruri(mg/l)

Distribuzione	Stazioni di misura	
	acquifero principale (A)	acquifero profondo (B e C)
10	1 - 10	1 - 10
25	10 - 25	10 - 25
50	25 - 50	25 - 50
100	50 - 100	50 - 100
250	100 - 250	100 - 250
1000	250 - 1500	250 - 1500

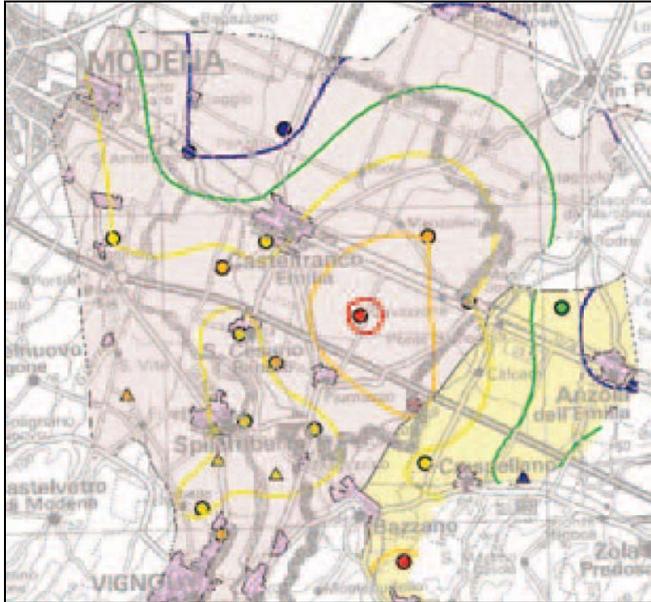


Fig. 37 – Concentrazioni medie solfati (mg/l)

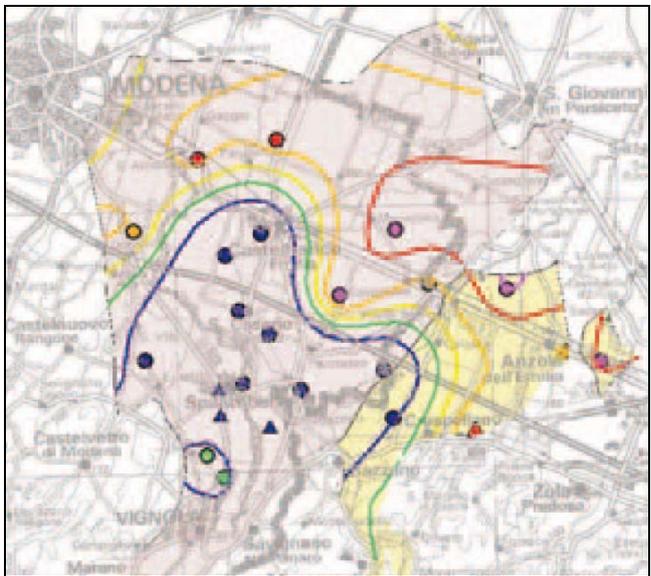
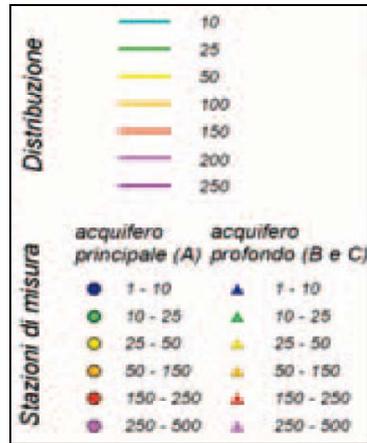


Fig. 38 – Concentrazioni medie manganese (microg/l)

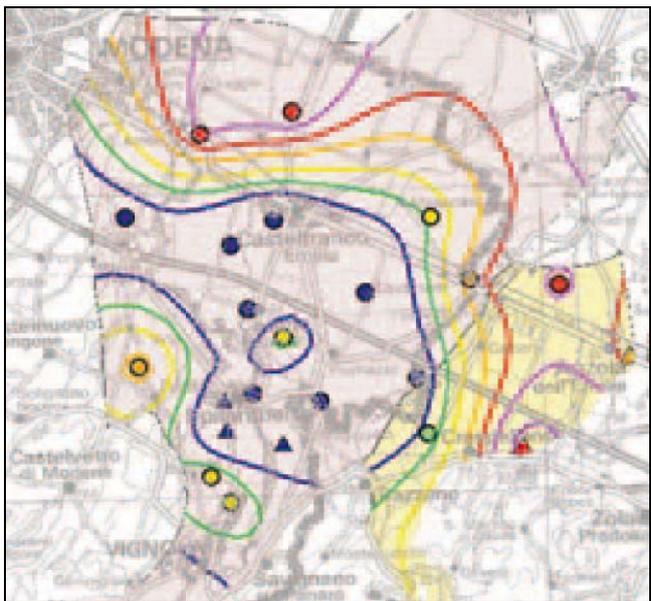
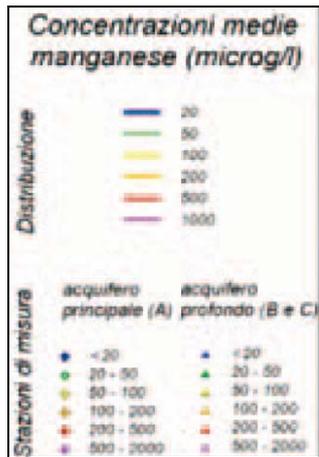
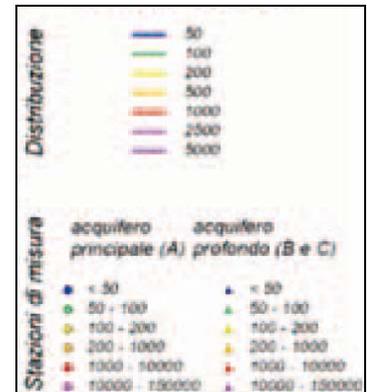


Fig. 39 – Concentrazioni medie ferro (microg/l)



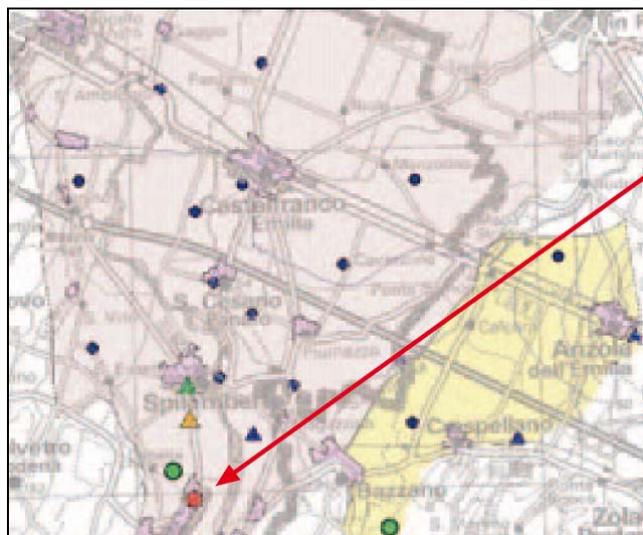
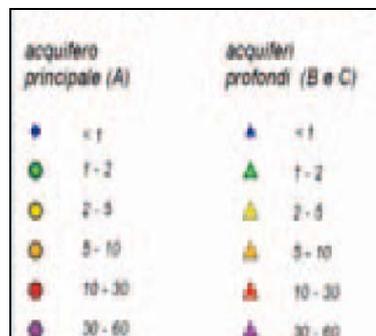


Fig. 40 – Concentrazioni organoalogenati totali (microg/l)



Per la caratterizzazione fisico-chimica delle acque sotterranee nell'immediato intorno dell'ambito estrattivo si è fatto riferimento alle analisi chimiche effettuate nella rete di monitoraggio descritta in precedenza dal 2003 al 2009, è che ha fornito i risultati riportati nella tabella seguenti (Tabella 2 e 3). Le figure 41, 42 e 43 mostrano l'andamento delle misure trimestrali di pH, Conducibilità elettrica e temperatura.

ANALISI FALDA PROFONDA – POZZO 1					
Parametri rilevati	mag-05	ott-05	mag-06	ott-06	ott-09
PH	7,5	7,67	7,39	7,27	7,21
Conducibilità specifica a 20°C (μ S/cm)	620	622	937	490	1020
Cloruri come Cl (mg/L)	20,7	22,8	19,7	10	24,4
Nitriti come NO ₂ (mg/L)	<LQ	<LQ	0,22	<LQ	<LQ
Nitrati come NO ₃ (mg/L)	8,48	10,8	26	21,7	21,7
Ammoniaca come NH ₄ (mg/L)	<LQ	<LQ	<LQ	1,36	<LQ
Ossidabilità (come O ₂ consumato) (mg/L)	0,4	<LQ	0,44	<LQ	1,4
Solfati come SO ₄ ⁻ (mg/L)	102	20,2	152	47,3	183
Alcalinità totale meq/L	342	335	525	275	8,3
Durezza totale °F	32,8	36,5	58,9	25,7	59,6
Sodio come Na (mg/L)	16,4	15,1	14,8	11,1	18,9
Potassio come K (mg/L)	2,9	2,68	2,38	1,7	6,71
Magnesio come Mg (mg/L)	17,3	19,5	28,3	12,9	36,1
Calcio come Ca (mg/L)	103	114	189	81,5	179
Oli Minerali	<LQ	-	-	-	-
Idrocarburi alifatici leggeri C<12 espressi come n-decano (μg/L)	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Idrocarburi alifatici pesanti C>12 espressi come n-dodecano (μg/L)	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tabella 2 – Analisi chimiche falda profonda

ANALISI FALDA SUPERFICIALE - PIEZOMETRO B							
Parametri rilevati	set-03	ott-04	mag-05	ott-05	mag-06	ott-06	ott-09
pH	7,83	7,05	7,56	7,41	6,92	7,19	7,23
Conducibilità specifica a 20°C (μ S/cm)	995	710	754	672	1062	1255	988
Cloruri come Cl (mg/L)	37,6	14,2	18,2	14,8	35,5	20,3	19,6
Nitriti come NO ₂ (mg/L)	3,61	2,35	0,36	<LQ	<LQ	2,27	<LQ
Nitrati come NO ₃ (mg/L)	48,7	6,84	3,15	0,3	1,8	1,72	<LQ
Ammoniaca come NH ₄ (mg/L)	1,09	5,45	17,2	8,43	71,9	62,3	79
Ossidabilità (come O ₂ consumato) (mg/L)	16	336	8,8	8,8	134	46	245
Solfati come SO ₄ ⁻ (mg/L)	182	78,3	75,6	13,7	55,8	93,8	37,2
Alcalinità totale meq/L	561	34,5	464	451	956	805	11,8
Durezza totale °F	39,9	234	36,5	39	39	63,6	27
Sodio come Na (mg/L)	16,8	11,2	10,3	9,78	12,1	13,4	16,9
Potassio come K (mg/L)	9,25	19,8	18,6	13,7	23	27,3	13,4
Magnesio come Mg (mg/L)	19,3	31,8	10,4	12,3	10,4	19,6	15,2
Calcio come Ca (mg/L)	128	883	129	136	139	222,2	83,1
Oli Minerali	<LQ	-	<LQ	-	<LQ	-	-
Idrocarburi alifatici leggeri C<12 espressi come n-decano (μg/L)	-	<LQ	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Idrocarburi alifatici pesanti C>12 espressi come n-dodecano (μg/L)	-	<LQ	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tabella 3 – Analisi chimiche falda superficiale

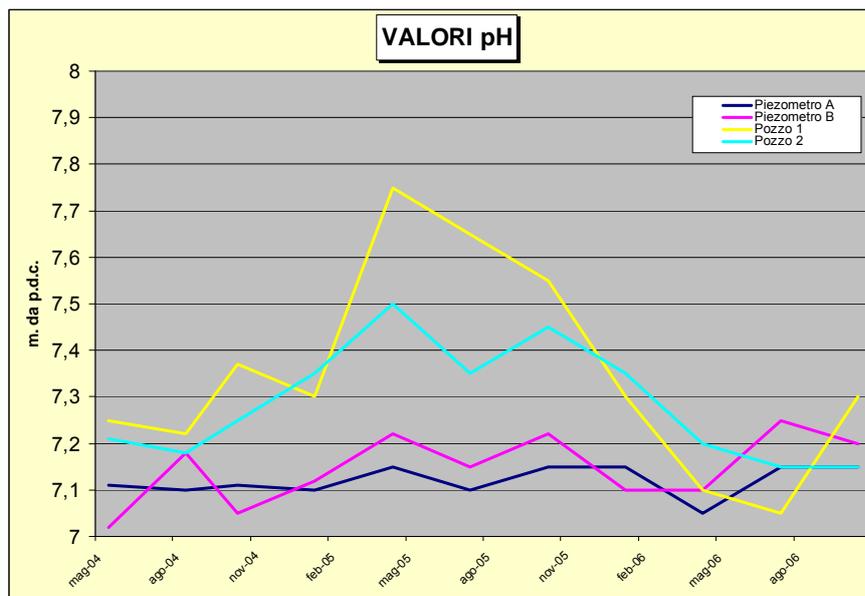


Fig. 41 – Andamento valori di pH

Fig.42 – Andamento valori di conducibilità ($\mu\text{S/cm}$)

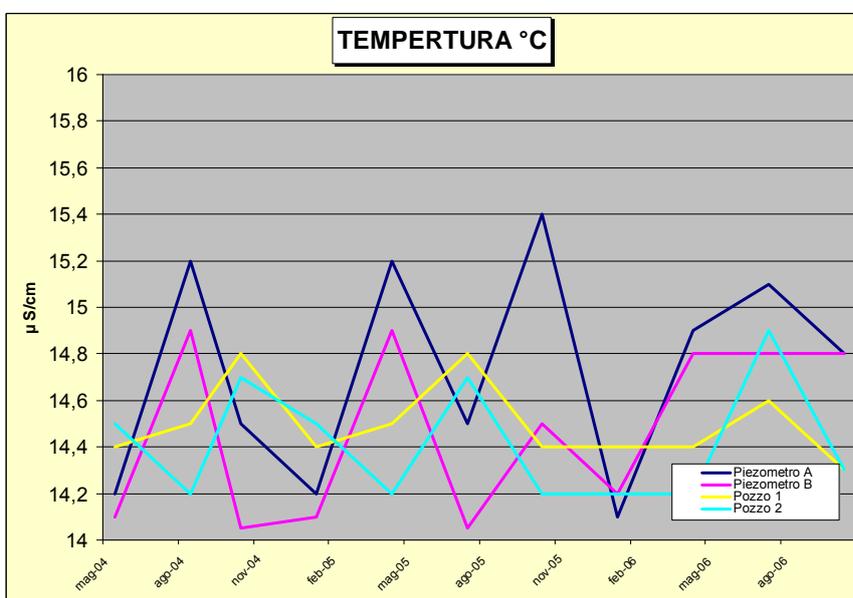
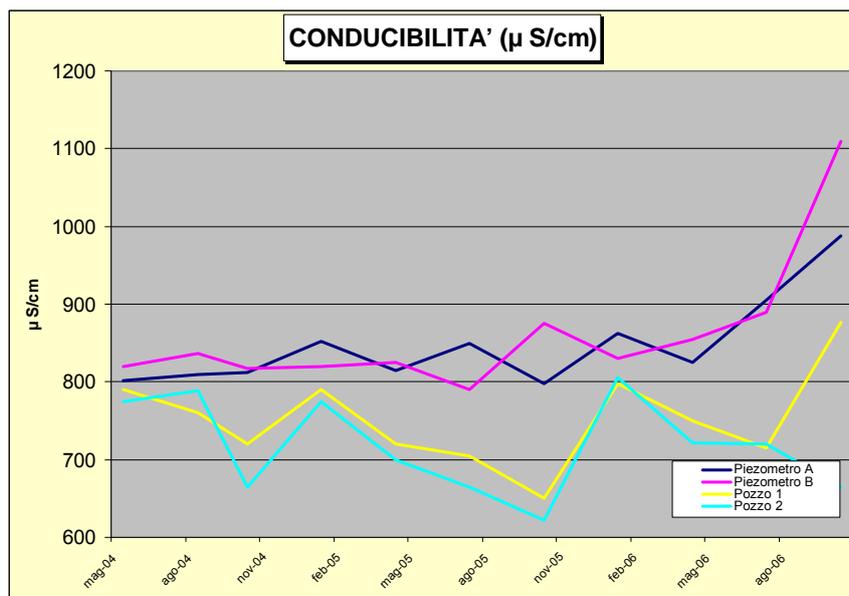


Fig. 43 – Andamento valori di temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Le acque della falda superficiale presentano valori di pH inferiori a quelli della falda profonda, che unitamente a più elevati valori di conducibilità elettrica, evidenziano un apporto rilevante di acque maggiormente aggressive dalla superficie topografica, che aumenta chiaramente nelle aree con presenza di cave di ghiaia. Le temperature della falda superficiale risultano avere variazioni maggiori rispetto a quelle della falda profonda, risentendo maggiormente delle escursioni termiche stagionali.

Evidente risulta lo stato di scadimento qualitativo delle acque della falda superficiale, con la presenza di elevati tenori di ammoniaca, che indicano un inquinamento dovuto da materia organica in decomposizione, e quasi sempre assente nella falda profonda; valori di concentrazione maggiore di potassio nella falda superficiale possono essere ricondotti all'utilizzo sul suolo di fertilizzanti chimici per arricchirlo di elementi nutritivi.

Non si rilevano in entrambe le acque di falda sostanze quali gli idrocarburi alifatici sia leggeri che pesanti, che potrebbero essere indicativi di un inquinamento da parte delle macchine operatrici in cava.

Le analisi chimiche effettuate durante l'esercizio dell'attività estrattiva non rilevano sostanziali differenze con quelle effettuate prima dell'inizio dell'attività estrattiva, e nel complesso evidenziano una situazione di stabilità dei diversi parametri analizzati e quindi l'assenza di compromissioni direttamente imputabili all'attività estrattiva.

8 VERIFICHE DI STABILITA' DELLE SCARPATE DI SCAVO E SISTEMAZIONE

In riferimento alla scheda dell'ambito estrattivo Cava Solimei, contenuta nelle NTA del PAE vigente, la profondità di scavo massima sarà di 10 m dal piano campagna naturale.

Per l'elaborazione delle geometrie di scavo si è fatto riferimento alle NTA del PAE vigente; per quanto riguarda le scarpate in ghiaia dei fronti di scavo saranno adottate inclinazioni, in accordo con quanto previsto dalle norme del PAE vigente, di 45° (1/1) con un dislivello massimo di 5 m. Alla profondità di 5 m dal p.d.c. le scarpate saranno interrotte da una banca orizzontale larga 5 m per poi riprendere, sempre con un'inclinazione di 45°, per altri cinque metri di dislivello.

Con l'entrata in vigore delle NTC 2008 viene modificato sostanzialmente l'approccio delle verifiche di stabilità dei fronti di scavo. A tale proposito nel par. C6.8.6 della Circ. 2/2/2009 n.617 viene sottolineato che "C6.8.6 FRONTI DI SCAVO - I fronti di scavo indicati nella norma cui si riferiscono le presenti istruzioni attengono ad esempio a scavi di fondazioni, trincee stradali o ferroviarie, canali ecc. Per gli aspetti non trattati nelle NTC nei riguardi dei fronti di scavo di miniere e cave ci si riferisca alla specifica normativa."

La normativa a cui si fa riferimento è costituito dal DPR 128/56 "Norme di polizia delle miniere e delle cave" e D.Lgs. 624 del 25 Novembre 1996, che pur dettando specifiche norme manca di riferimenti specifici per la progettazione e gestione dei cantieri estrattivi in termini di stabilità dei fronti di scavo. Ne consegue che l'unico riferimento è quindi rappresentato dalle NTC 2008, con l'estensione delle norme in esso contenute al caso delle attività estrattive.

La nuova normativa prevede nel caso di fronti di scavo e pendii artificiali l'esecuzione di verifiche di sicurezza con il metodo degli stati limite, che rappresenta la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il metodo dei coefficienti parziali di sicurezza espresso dalla seguente equazione:

$$R_d \geq E_d$$

dove

Rd = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

Ed = valore di progetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto delle azioni

Nel caso di fronti di scavo e delle opere di materiali sciolti le verifiche agli stati limite previste devono essere condotte secondo l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2), con R2 = 1.1, con i valori di progetto della resistenza dei terreni che sono determinati, a partire dai valori caratteristici, con l'applicazione di coefficienti parziali secondo le seguenti formule:

$$\phi_d = \tan^{-1}(\tan\phi_k/1.25)$$

$$c'_d = c'_k/1.25$$

$$C_{ud} = C_{uk}/1.4$$

$$\gamma_d = \gamma_k$$

con

ϕ_k = valore dell'angolo di attrito interno (valore caratteristico)

ϕ_d = angolo di attrito interno (valore di progetto)

c'_k = coesione drenata (valore caratteristico)

c'_d = coesione drenata (valore di progetto)

C_{uk} = coesione non drenata (valore caratteristico)

C_{ud} = coesione non drenata (valore di progetto)

γ_k = peso di volume (valore caratteristico)

γ_d = peso di volume (valore di progetto)

Per quanto riguarda i terreni in esame si è ritenuto cautelativamente di considerare i seguenti valori di progetto.

Terreni limo argillosi di copertura	Terreni ghiaiosi
$\phi_d = 12.00^\circ - c'_d = 0.20 \text{ Kg/cmq}$	$\phi_d = 30^\circ - c'_d = 0.06 \text{ Kg/cmq}$

. Azione sismica di progetto

Per la determinazione dell'azione sismica di progetto si sono utilizzati i seguenti parametri:

Sito in esame.

latitudine: 44,571874 longitudine: 11,052045

Classe: 1 -- Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1ID: 16504 Lat: 44,5595 Lon: 11,0353 Distanza: 1908,805

Sito 2ID: 16505 Lat: 44,5609 Lon: 11,1054 Distanza: 4397,378

Sito 3ID: 16283 Lat: 44,6109 Lon: 11,1034 Distanza: 5948,737

Sito 4ID: 16282 Lat: 44,6095 Lon: 11,0333 Distanza: 4438,546

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B Periodo di riferimento: 35 anni
Categoria topografica: T1 Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,050 g
Fo: 2,484
Tc*: 0,256[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 35 [anni]
ag: 0,054 g
Fo: 2,491
Tc*: 0,260[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 332 [anni] -
ag: 0,141 g
Fo: 2,398 -
Tc*: 0,294[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 682 [anni]
ag: 0,186 g
Fo: 2,411
Tc*:0,301 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200	Cc: 1,440	St: 1,000
Kh: 0,012	Kv: 0,006	Beta: 0,200
Amax: 0,591 m/sec ²		

SLD:

Ss: 1,200	Cc: 1,440	St: 1,000
Kh: 0,013	Kv: 0,006	Beta: 0,200
Amax: 0,630 m/sec		

SLV:

Ss: 1,200	Cc: 1,410	St: 1,000
Kh: 0,041	Kv: 0,020	Beta: 0,240
Amax: 1,665 m/sec		

SLC:

Ss: 1,200	Cc: 1,400	St: 1,000
Kh: 0,053	Kv: 0,027	Beta: 0,240
Amax: 2,183 m/sec ²		

Verifiche stabilità parete di scavo

La valutazione della stabilità delle scarpate di scavo è stata effettuata attraverso il programma di calcolo SSAP 2010 (Slope Stability Analysis Program), utilizzando il modello di calcolo di Morgenstern e Price (1965), ricercando la superficie di scivolamento critica, cioè quella a cui corrisponde il valore minore del Fattore di sicurezza (FS).

E' stata effettuata la verifica nei riguardi dello stato limite, applicando l'approccio 1 - combinazione 2, e i valori di resistenza di progetto prima definiti, ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente (figg. 44 e 45):

Verifica	Condizione	FS calcolato	R2	FS finale
Scarpata di scavo	Statica - SLU	1.318	1.1	1.19 > 1
Scarpata di scavo	dinamica - SLV	1.250	1.1	1.14 > 1

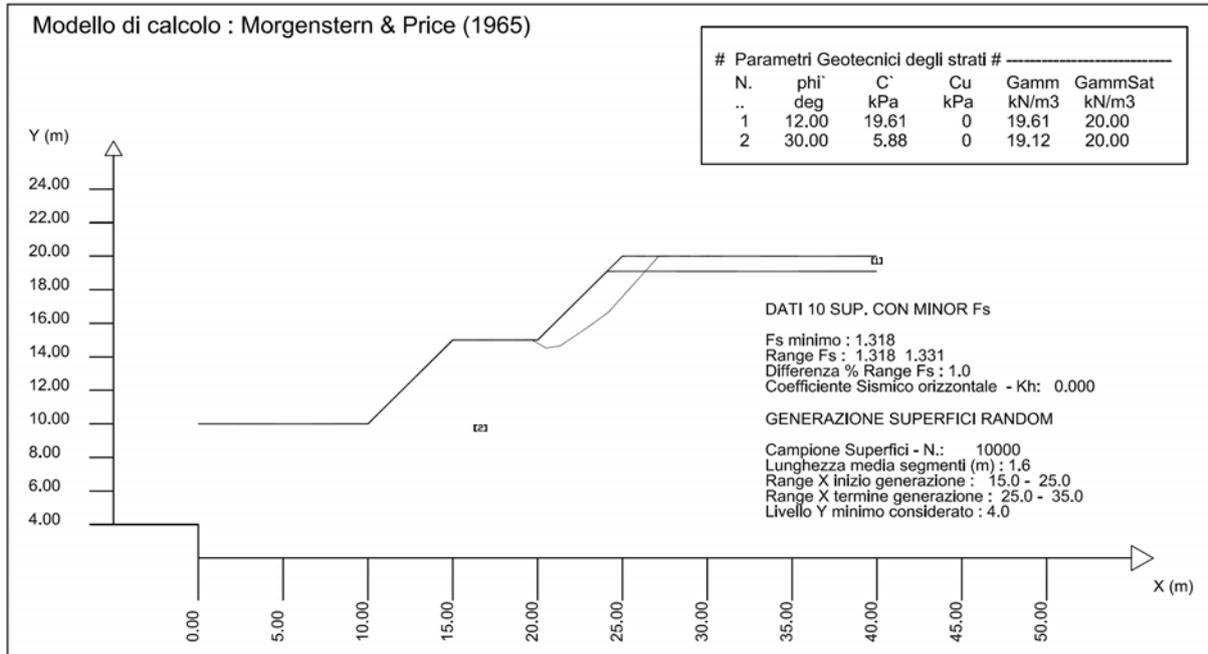


Fig. 44 - Risultati analisi di stabilità in condizioni statiche

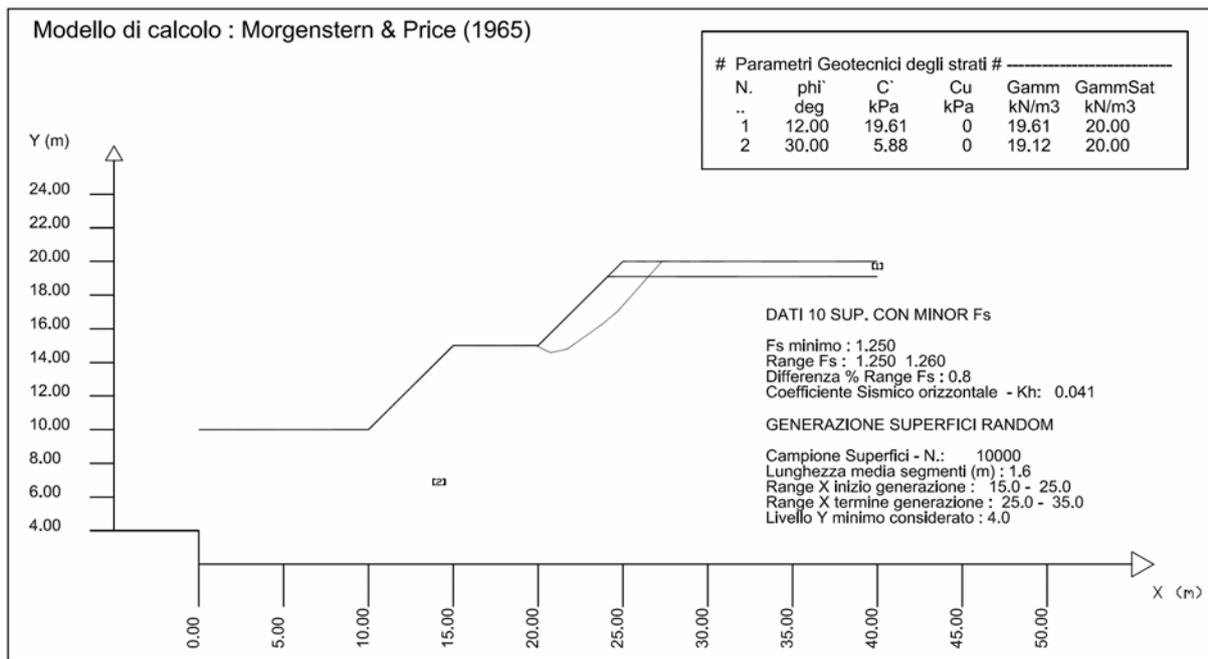


Fig. 45 - Risultati analisi di stabilità in condizioni dinamiche

Si sono inoltre effettuate le verifiche di stabilità della parete di scavo in prossimità della strada privata esistente, considerando il massimo avvicinamento degli scavi ad una distanza minima di 2.60 metri, ed un sovraccarico stradale cautelativo pari a 20 kN/m². Si sono ottenuti i risultati riportati nella tabella seguente, che escludono una interferenza diretta tra il sovraccarico stradale e la scarpata di scavo (figg. 46 e 47).

Verifica	Condizione	FS calcolato	R2	FS finale
Scarpata di scavo	Statica - SLU	1.326	1.1	1.20 > 1
Scarpata di scavo	Sismica - SLV	1.266	1.1	1.15 > 1

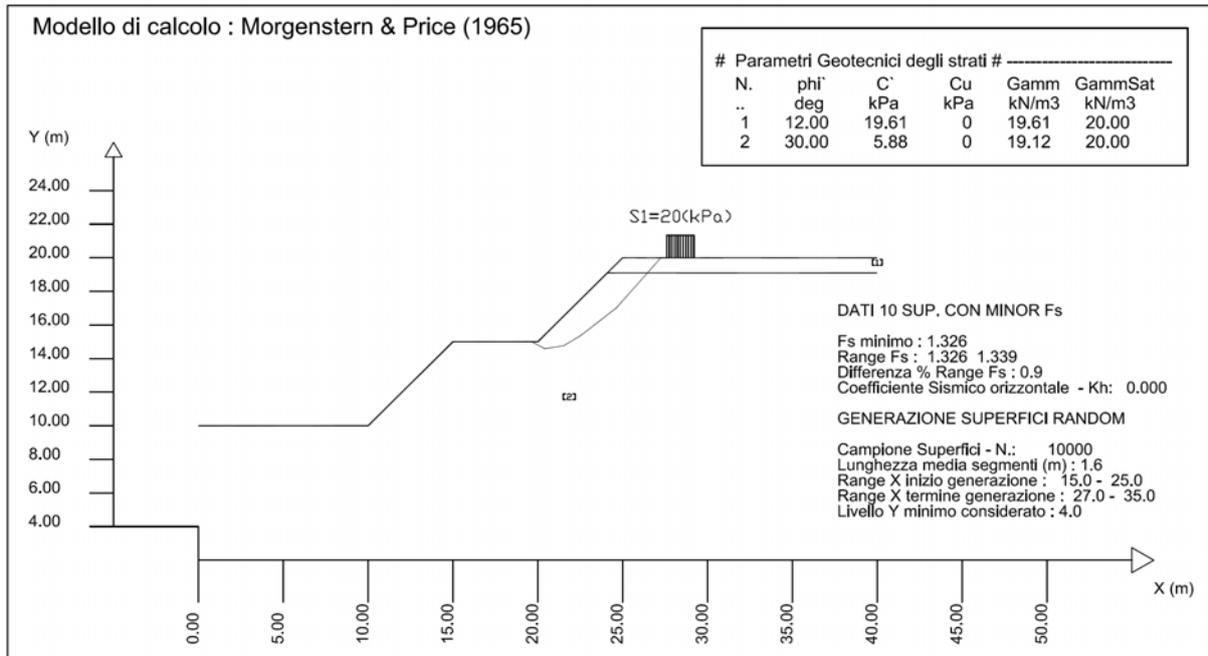


Fig.46 - Risultati analisi di stabilità in condizioni statiche

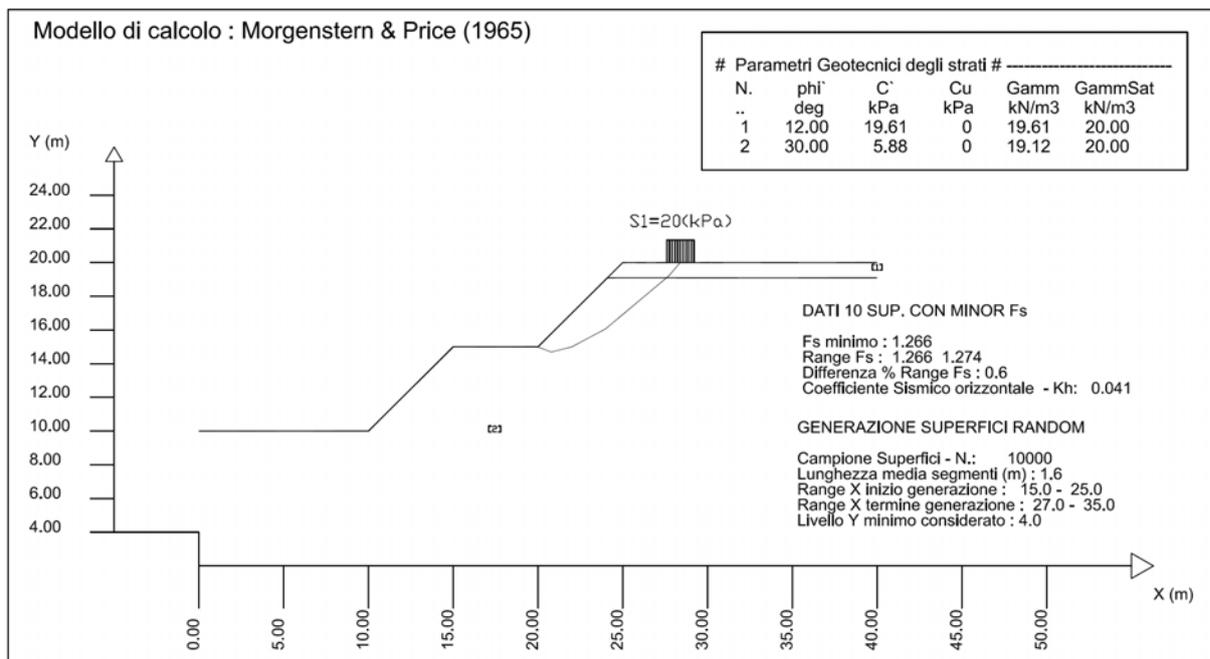


Fig.47 - Risultati analisi di stabilità in condizioni dinamiche

Verifiche stabilità parete di sistemazione

Per quanto concerne le pareti di ripristino queste ultime presentano altezza massime di circa 5.00 metri, con angoli di scarpa pari a 20°.

Per le scarpate di ripristino morfologico (Fig. 49) si sono determinati i parametri geotecnici minimi che devono essere assicurati per garantire il raggiungimento di un coefficiente di sicurezza previsto dalle NTC 2008, ottenendo un valore di coesione pari a 0.06 Kg/cm² e angolo di attrito pari a 8°, valori facilmente raggiungibili con la normale compattazione meccanica del terreno durante la stesura.

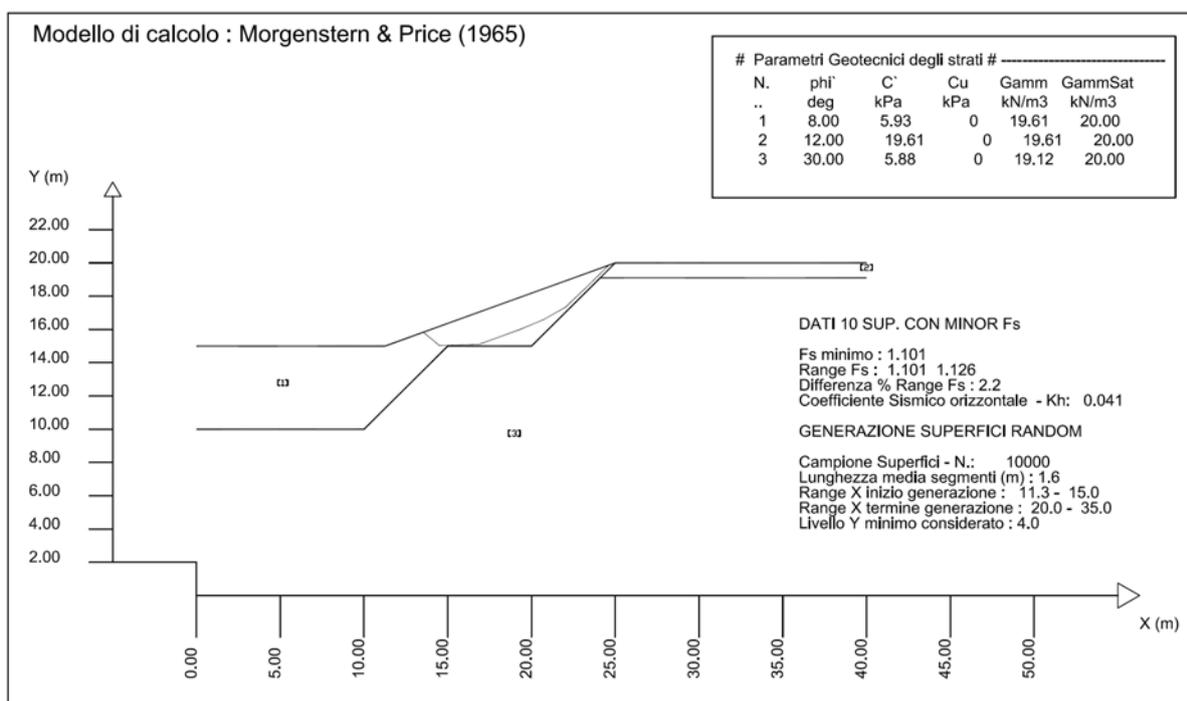


Fig. 49 - Risultati analisi di stabilità in back analysis (condizioni dinamiche)

Gennaio 2014

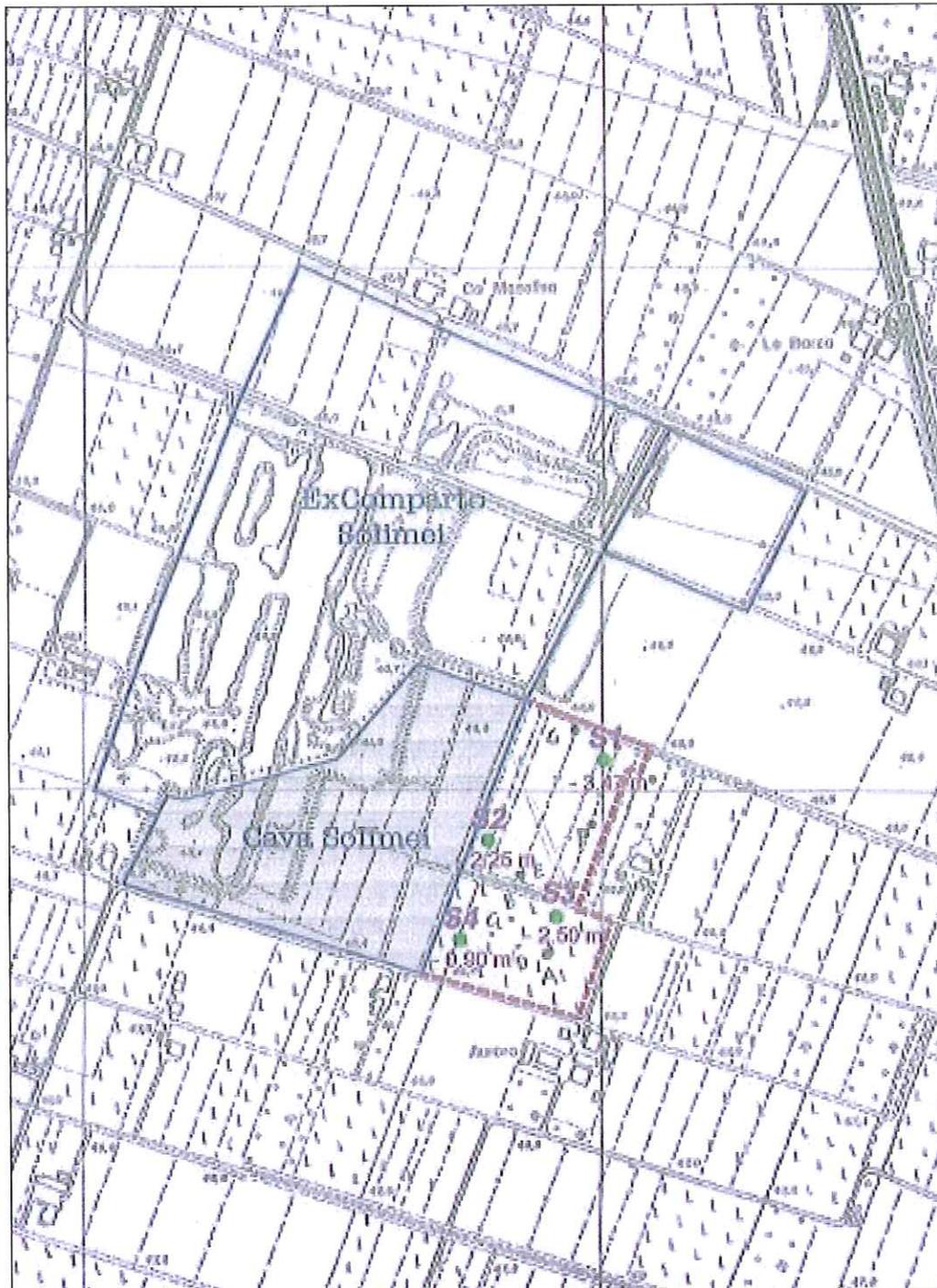


ALLEGATI

1 - LITOSTRATIGRAFIA SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO
ESEGUITI SULL'AREA DELLA CAVA SOLIMEI 2

2 - LITOSTRATIGRAFIA SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO
ESEGUITI A NORD DELL'AREA DELL'AMBITO

- STRATIGRAFIE SONDAGGI ESEGUITI SULL'AREA DELL'AMBITO SOLIMEI -



Riferimento: Committente: CILSEA	Sondaggio: S 1
Località: S. Cesario sul Panaro Cantiere: Cava Solimei	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: INTERGEO S.r.l.	Data: 12/05/2004
Coordinate:	Redattore: Dott. Rino Guadagnini
Perforazione: Carotaggio continuo	

σ mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	prove in foro	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T. Pt	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1									Argilla limosa di colore marrone, consistente, con sottili livelli limosi. Presenza di picchiettature carboniose e sparsi calcinelli.	
				1.32									Limo argilloso debolmente sabbioso a tratti sabbioso, di colore marrone, consistente. Presenza di picchiettature carboniose.	
				2										
				2.60									Sabbia medio-fine di colore marrone in matrice limosa.	1
				3										
				3.47									Ghiaia eterometrica, poligenica, sabbiosa di colore marrone, da subarrotondata ad arrotondata con diametro medio di 1 cm e massimo di 4 cm, asciutta.	
				4										
				4.15									Ghiaia eterometrica, poligenica debolmente sabbiosa di colore grigio, da subarrotondata ad arrotondata con diametro medio di 1,5 cm e massimo di 5 cm.	
				5										
				5.50									Ghiaia eterometrica, poligenica di colore marrone in matrice limosa, da subarrotondata ad arrotondata, con diametro medio di 1,5 cm con rari e sparsi ciottoli.	
				6										
				7										
				8										
				9										
				10										
				10.30										
				10.50									Argilla limosa di colore grigio-azzurro.	

Riferimento: Committente: CILSEA	Sondaggio: S 2
Località: S. Cesario sul Panaro Cantiere: Cava Solimei	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: INTERGEO S.r.l.	Data: 12/05/2004
Coordinate:	Redattore: Dott. Rino Guadagnini

Perforazione: Carotaggio continuo

σ mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	prove in foco	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			DESCRIZIONE	Cass.		
										m	S.P.T.	Pt m				
				0.60									Argilla debolmente limosa, marrone, consistente con piccoli e sparsi calcinelli.			
				1									Argilla limosa debolmente sabbiosa, di colore marroncino con picchiettature carboniose, mediamente consistente.			
				1.50									Sabbia medio-fine di colore marroncino con sparsi elementi ghiaiosi.			
				2									Ghiaia poligenica, eterometrica di colore grigio, debolmente sabbiosa da subarrotondata ad arrotondata con diametro medio di 1,0-1,5 cm, con sparsi e rari ciottoli.		1	
				2.25												
				3												
				4												
				5												
				6												
				7												
				8												2
				8.00									Ghiaia poligenica, eterometrica di colore marrone con sabbia in matrice limosa, con diametro medio di 1,0-1,5 cm, con sparsi e rari ciottoli.			
				9												
				10												
				10.00									Argilla limosa grigio-azzurro, mediamente consistente.			
				10.50												

Riferimento: Committente: CILSEA	Sondaggio: S 3
Località: S. Cesario sul Panaro Cantiere: Cava Solimei	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: INTERGEO S.r.l.	Data: 12/05/2004
Coordinate:	Redattore: Dott. Rino Guadagnini
Perforazione: Carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	prova in foro	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T. Pt	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1							1.00	Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore marrone.	
				2							1.80	Limo sabbioso a tratti fortemente sabbioso di colore marrone.	
				3							2.50	Sabbia medio-fine limosa di colore marrone.	1
				4							3.30	Ghiaia poligenica, eterometrica di colore marroncino, debolmente sabbiosa in matrice limosa, da subarrotondata ad arrotondata con diametro massimo di 2 cm.	
				5									
				6									
				7									
				8							7.80	Ghiaia poligenica, eterometrica di colore marrone, arrotondata, umida, con diametro medio di 1,5 cm con rari e sparsi ciottoli.	2
				9									
				10							10.20		
											10.50	Argilla limosa grigio-azzurra.	

Riferimento: Committente: CILSEA	Sondaggio: S 4
Località: S. Cesario sul Panaro Cantiere: Cava Solimei	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: INTERGEO S.r.l.	Data: 12/05/2004
Coordinate:	Redattore: Dott. Rino Guadagnini
Perforazione: Carotaggio continuo	

σ mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	prove in foro	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	Pt	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1									0.70	Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore marrone con sottili livelletti carboniosi.	
				1									0.60	Sabbia medio-fine limosa di colore marrone con sparse picchiettature carboniose.	
				2										Ghiaia eterometrica, poligenica debolmente sabbiosa di colore marroncino, debolmente umida, arrotondata, con diametro medio di 1,0-1.5 cm, con rari e sparsi ciottoli.	1
				3											
				4											
				5											
				5									5.20	Ghiaia eterogenea, poligenica, sabbiosa, umida, di colore marrone, con diametro medio di 1,5 cm, con rari e sparsi ciottoli.	
				6											
				6									6.15	Ghiaia eterometrica, poligenica, limosa, molto umida, di colore marrone, con diametro medio di 1,5-2 cm, con rari e sparsi ciottoli.	2
				7											
				8											
				9											
				9									9.00	Argilla limosa di colore grigio-azzurra con rari e sparsi elementi ghiaiosi.	
				10											
				10									9.70	Argilla grigio-azzurra mediamente consistente.	
				10									10.50		

- STRATIGRAFIE SONDAGGI 2005 ESEGUITI A NORD DELL'AREA DELL'AMBITO SOLIMEI -

