COMUNE DI SAN CESARIO s/P
PROVINCIA DI MODENA

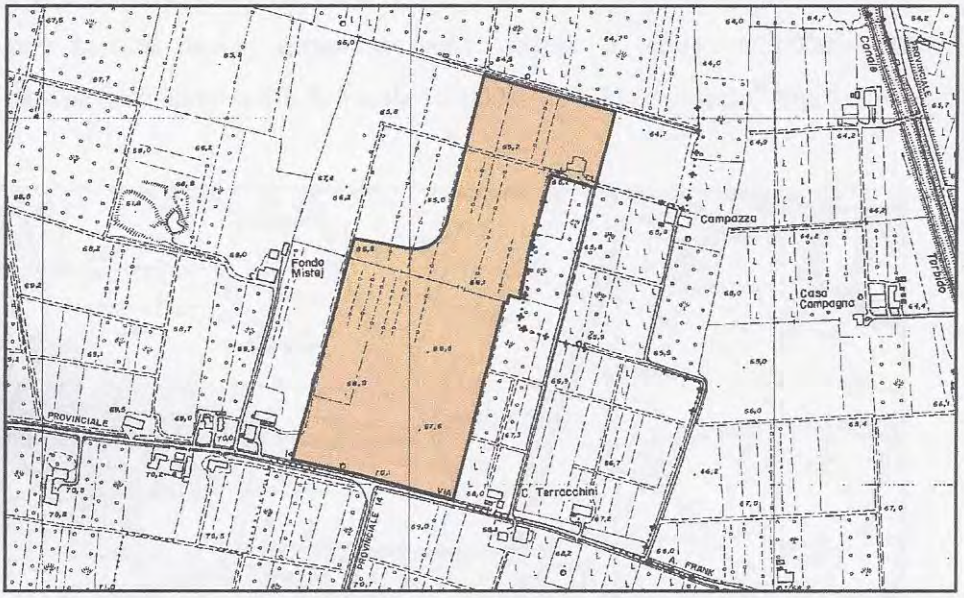
PROCEDURA DI VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.)
AI SENSI DELLA L.R. 9/99 E S.M. E I. POLO ESTRATTIVO N.9 "VIA GRAZIOSI"

PROGETTO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE DELLA CAVA
DI MATERIALE GHIAIOSO-SABBIOSO DENOMINATA

"CAVA CAMPAZZA"

Appendice **C.1**

PROGETTO DEFINITIVO DEL PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE



FASCICOLO n.05

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GIACIMENTOLOGICA

COMMITTENTE E PROPRIETA'

UNIONCAVE s.c. a r.l.
via Gramsci n.7
41058 Spilamberto (MO)

UNIONCAVE SCARL
Via Gramsci 7/A
41057 SPILAMBERTO (MO)
Part. IVA - 02445140365

Data:

Febbraio 2014

RESPONSABILE DEL PROGETTO: Geom. Lorenzo Lorenzoni
COORDINATORE DEL GRUPPO DI LAVORO: Dott. Agr. Rita Bega

GRUPPO DI LAVORO:

Geom. Lorenzo Lorenzoni
TOPOGRAFIA

Dott. Geol. Alberto Fiori
ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Dott. Michela Malagoli
RUMORE E QUALITA' DELL'ARIA

Dott. Agr. Rita Bega
PROGETTO RIPRISTINO VEGETAZIONALE
E ASPETTI AMBIENTALI

Geom. LORENZONI LORENZO - ALBO GEOMETRI Prov. MODENA N. 1882 d'iscriz. - SPILAMBERTO

ORDINE DOTTORI AGRONOMI DOTTORI FORESTALI - Dott. Agr. RITA BEGA N. 159 ALBO - MODENA

ORDINE DEI CHIMICI - Dott. MALAGOLI MICHELA N° 420 CHIMICO MODENA

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA - DOTT. ALBERTO FIORI - Ordine Geologi Emilia-Romagna GEOLOGO SEZ. A - N. 483 ALBO P.

1. DEFINIZIONE AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto di studio ricade completamente nel territorio comunale di San Cesario s/P. ed in particolare nella sua estremità sud; è limitata ad est dal Comune di Bazzano (BO) e a sud da quello di Savignano sul Panaro (MO). Risulta ricompresa tra due assi viari principali con a Nord la strada Comunale Martiri Artioli mentre a sud dista poche centinaia di metri dalla Strada Provinciale N. 14 (Via Graziosi).

Da un punto di vista altimetrico l'area presenta, nell'area destinata ad attività estrattiva, quote comprese tra i 67 m ed i 68 m circa sul livello del mare.

Cartograficamente la zona risulta compresa nella Tavola a scala 1:25.000 n. 220NO "Castelfranco Emilia" (Fig. 1) e nell'Elemento C.T.R. a scala 1:5.000 n. 220051 "Piumazzo" (Fig. 2).

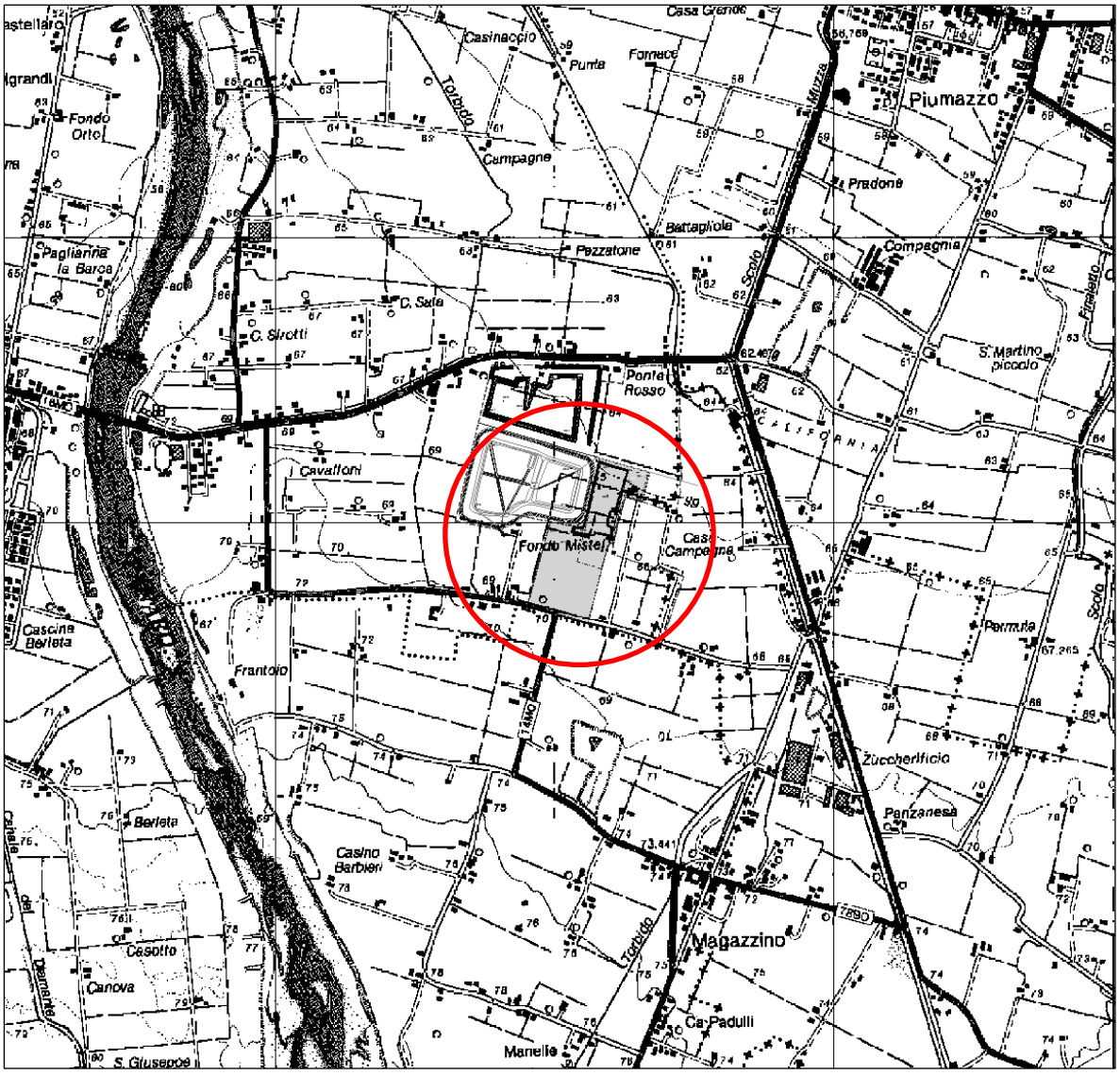


Figura 1 - Estratto C.T.R. scala 1:25.000

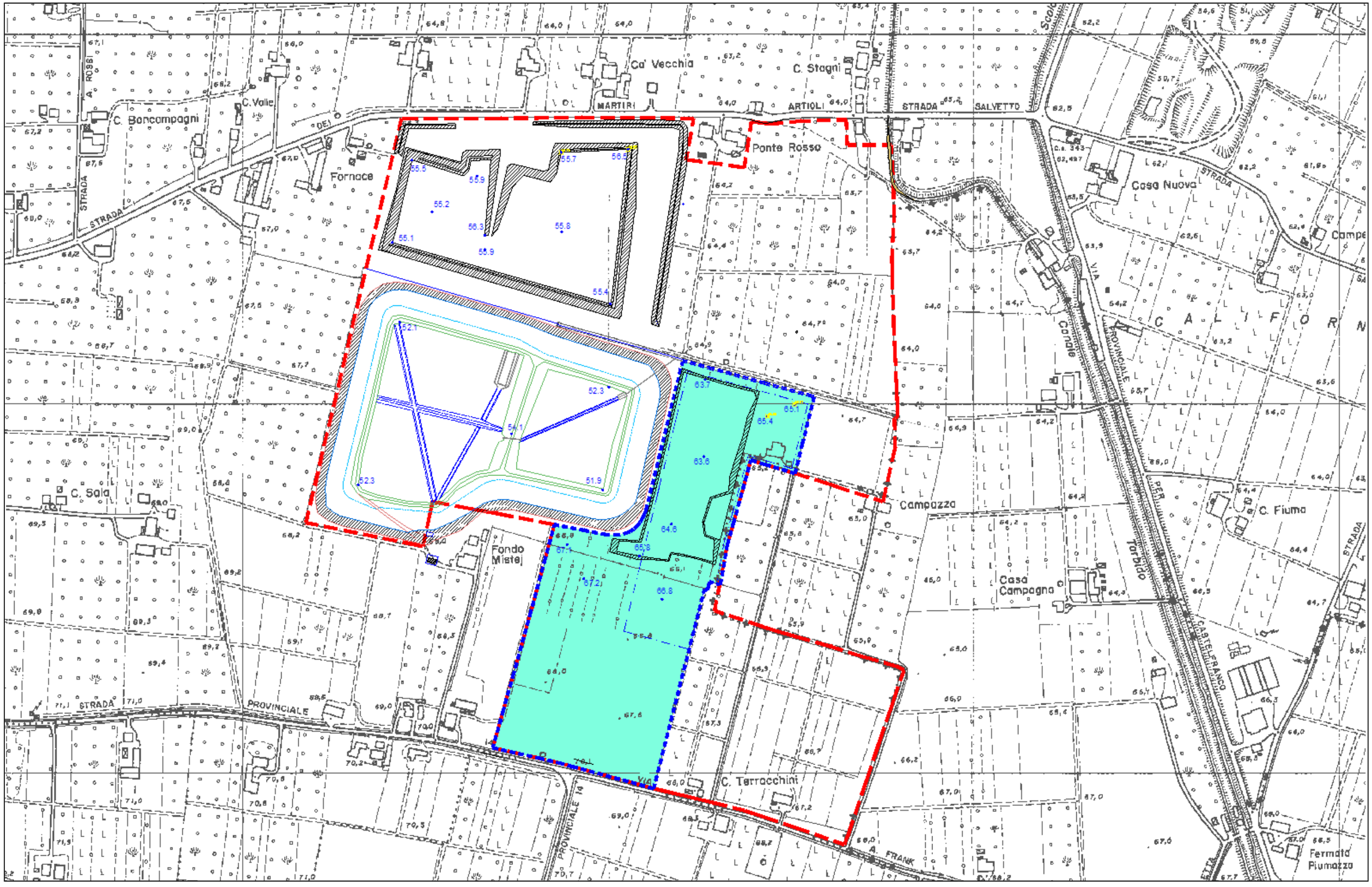
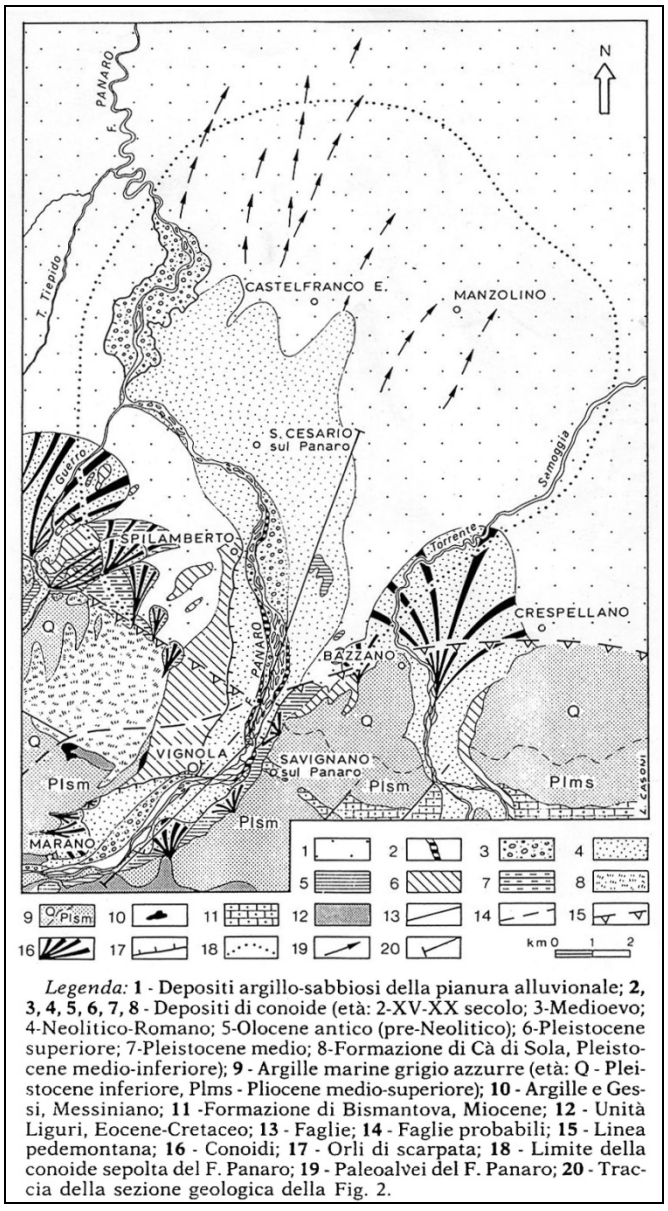


Figura 2 - Estratto C.T.R. scala 1:25.000

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La zona oggetto di studio appartiene geologicamente alla fascia pedeappenninica e si sviluppa in particolare nell'alta pianura Modenese a ridosso delle prime ondulazioni appenniniche (Fig. 3).



Legenda: **1** - Depositi argillo-sabbiosi della pianura alluvionale; **2, 3, 4, 5, 6, 7, 8** - Depositi di conoide (età: 2-XV-XX secolo; 3-Medioevo; 4-Neolitico-Romano; 5-Olocene antico (pre-Neolitico); 6-Pleistocene superiore; 7-Pleistocene medio; 8-Formazione di Cà di Sola, Pleistocene medio-inferiore); **9** - Argille marine grigio azzurre (età: Q - Pleistocene inferiore, Plms - Pliocene medio-superiore); **10** - Argille e Gessi, Messiniano; **11** -Formazione di Bismantova, Miocene; **12** - Unità Liguri, Eocene-Cretaceo; **13** - Faglie; **14** - Faglie probabili; **15** - Linea pedemontana; **16** - Conoidi; **17** - Orli di scarpata; **18** - Limite della conoide sepolta del F. Panaro; **19** - Paleoalvei del F. Panaro; **20** - Traccia della sezione geologica della Fig. 2.

Figura 3 - Carta geologica schematica dell'area del Fiume Panaro

La zona collinare, poco più a sud dell'area, è caratterizzata da terreni marini Pliocenici quaternari che si immergono rapidamente al di sotto della copertura alluvionale della zona di alta pianura, raggiungendo la profondità di oltre 300 m in località "S. Donnino". Anche la base dei terreni pliocenici si approfondisce verso nord ed in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto si rinviene a circa 1.500 m di profondità dal piano di campagna (fig. 4).

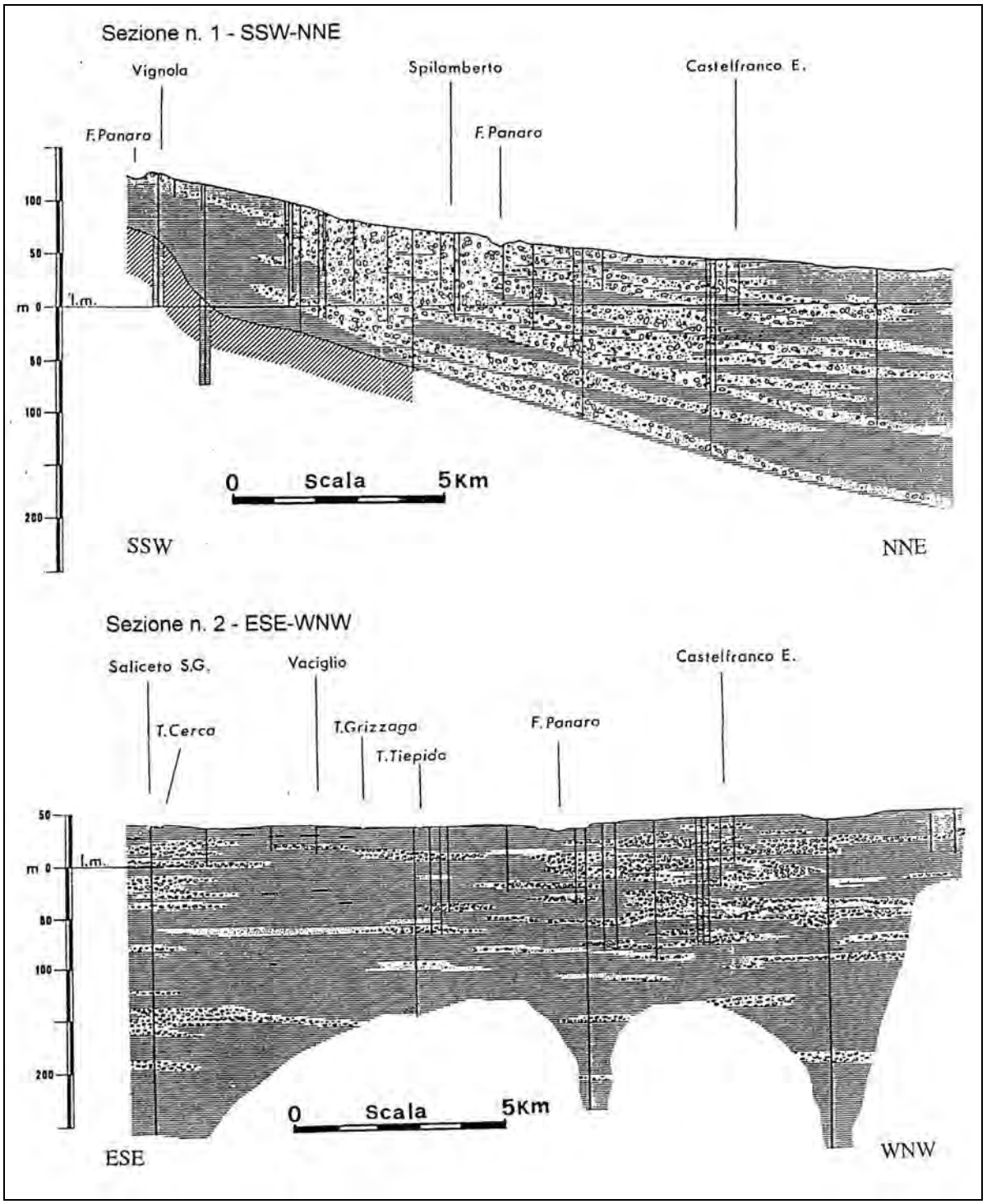


Figura 4 – Sezioni litostratigrafiche

L'apice del conoide del fiume Panaro si colloca poco a sud della località "Bocchirolo" in Comune di Savignano s/P., dove, in alveo, affiorano terreni pleistocenici di origine marina all'interno dei quali è stato ritrovato uno scheletro di "Elephans Meridionalis".

Tale passaggio stratigrafico si approfondisce poi verso nord ed in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto si trova a circa 60-80 m dal piano di campagna.

I terreni alluvionali recenti ed attuali sono costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche con matrice solitamente sabbioso-limosa, ma anche limo-argillosa (in profondità), non mancano però banchi, a volte potenti, di argille limose grigie o giallastre (fig. 5).

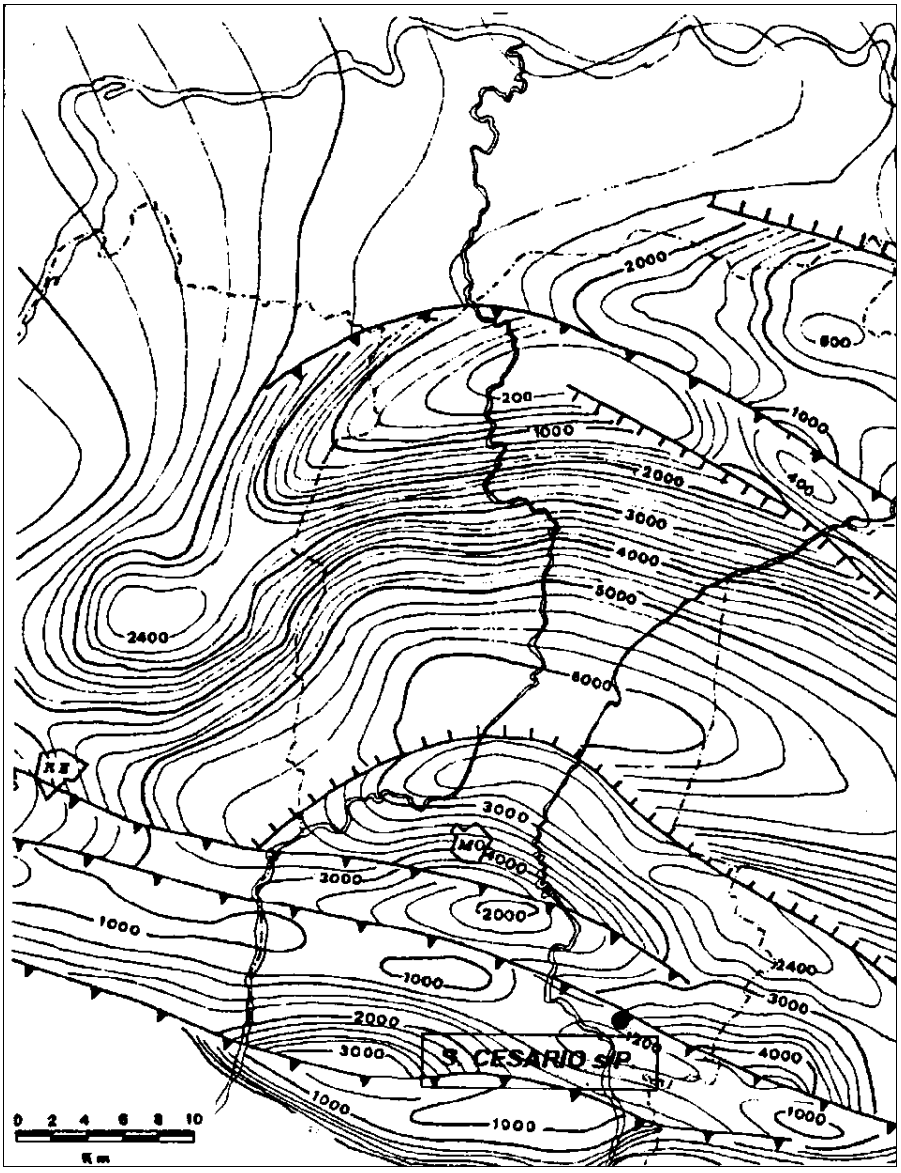


Figura 5 – Carta della base del pliocene

I terreni marini sottostanti, del Pliocene medio-superiore, sono costituiti dall'alternanza di argille, ghiaie e sabbie, con frequenti livelli conglomeratici e argille a colorazione bluastra.

I terreni pleistocenici si presentano tettonizzati, ma i dati a disposizione sono troppo scarsi per poterne definire le caratteristiche.

Siamo in corrispondenza di accentuate strutture (pieghe e faglie) con andamento N-NE, che sembrano interessare anche i livelli più profondi della copertura alluvionale.

I movimenti tettonici più marcati si individuano nella zona di cerniera tra montagna e pianura, che separa la zona a sud (catena appenninica in sollevamento) da quella a nord (pianura con prevalenti movimenti di accentuata subsidenza) (Fig. 6).

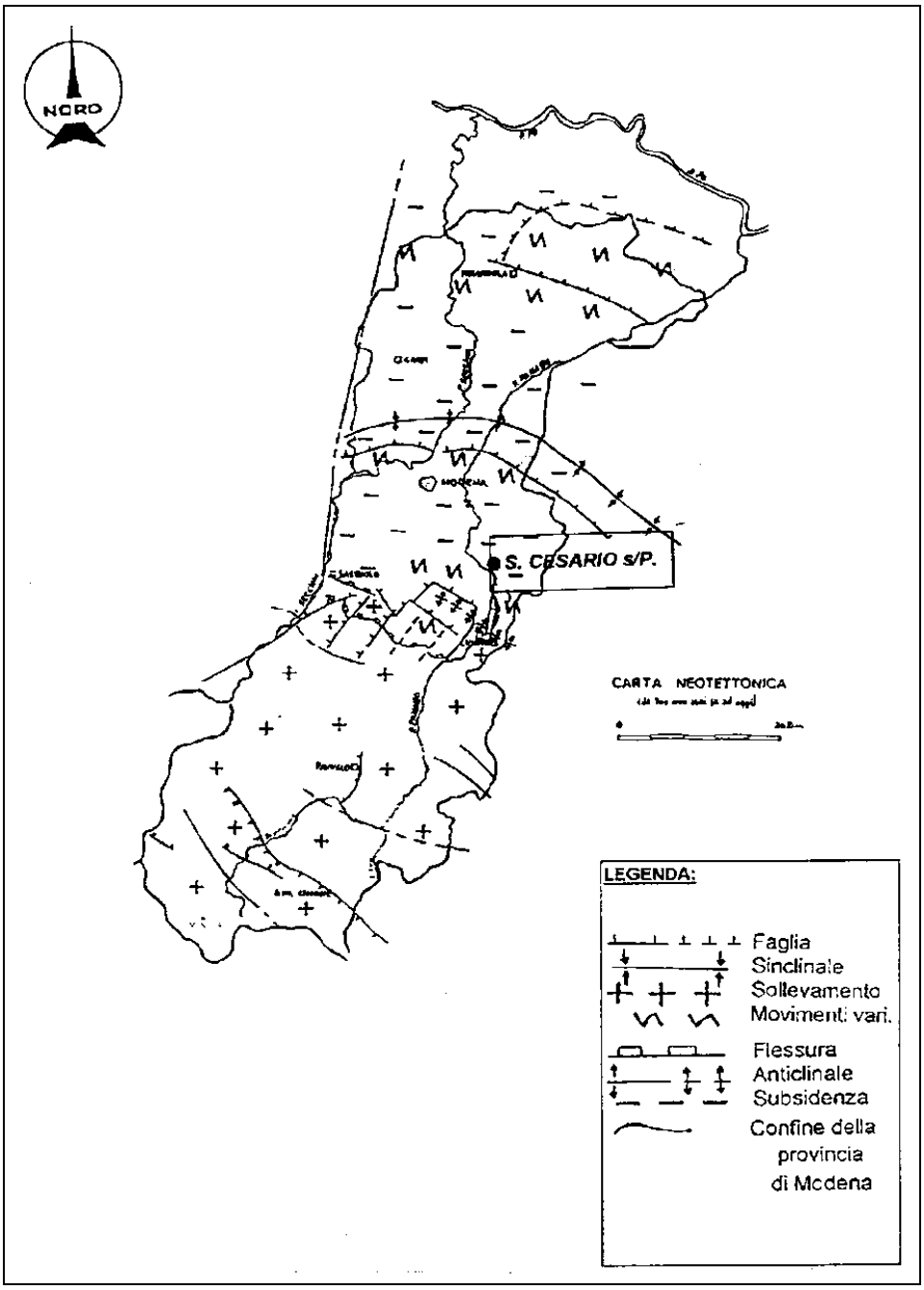


Figura 6 – Carta neotettonica

3. LITOLOGIA DI SUPERFICIE

Per la caratterizzazione della litologia di superficie si è fatto riferimento alla "Carta della litologia di superficie della pianura modenese" di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini (Fig. 7) .

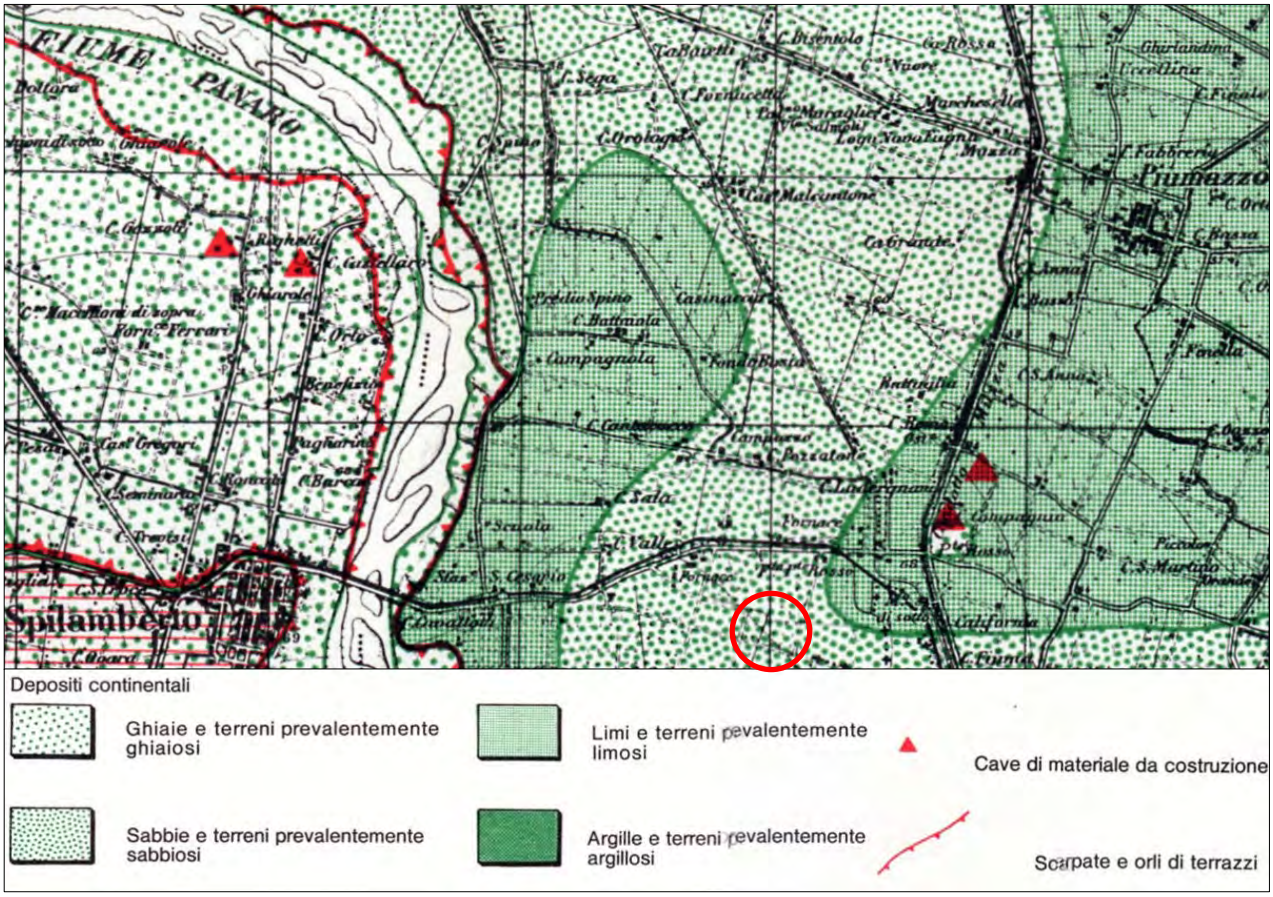


Figura 7 – Estratto dalla "Carta della litologia di superficie della pianura modenese" di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini – 1976 –

Nella zona oggetto del presente studio si osserva che ricade nella tipologia delle sabbie e terreni prevalentemente sabbiosi. Nei paragrafi successivi saranno studiati più nel dettaglio i caratteri pedologici e il livello del tetto delle ghiaie nell'area di futura escavazione.

A.3.1 PEDOLOGIA

La zona oggetto di studio ricade nell'unità pedologica *Cataldi franca limosa*/*Cataldi franca limosa a substrato franco ghiaioso* (CTL1/CTL6) caratteristica della piana pedemontana e collocata sui depositi di conoide dei fiumi Panaro e Secchia (fig. 8). Sono aree interessate in epoca romana o immediatamente post-romana da apporti sedimentari di modesta entità (0.5-1.5 metri di spessore) che consentono l'attuale individuazione della centuriazione. La pendenza varia da 0.5 a 1.0% ed il substrato è costituito da depositi alluvionali a composizione carbonatica (>25%) organizzati in corpi ghiaiosi con strati decimetrici a tessitura moderatamente grossolana e moderatamente fine alternati a livelli sabbiosi (Età- Neolitico/Romano).

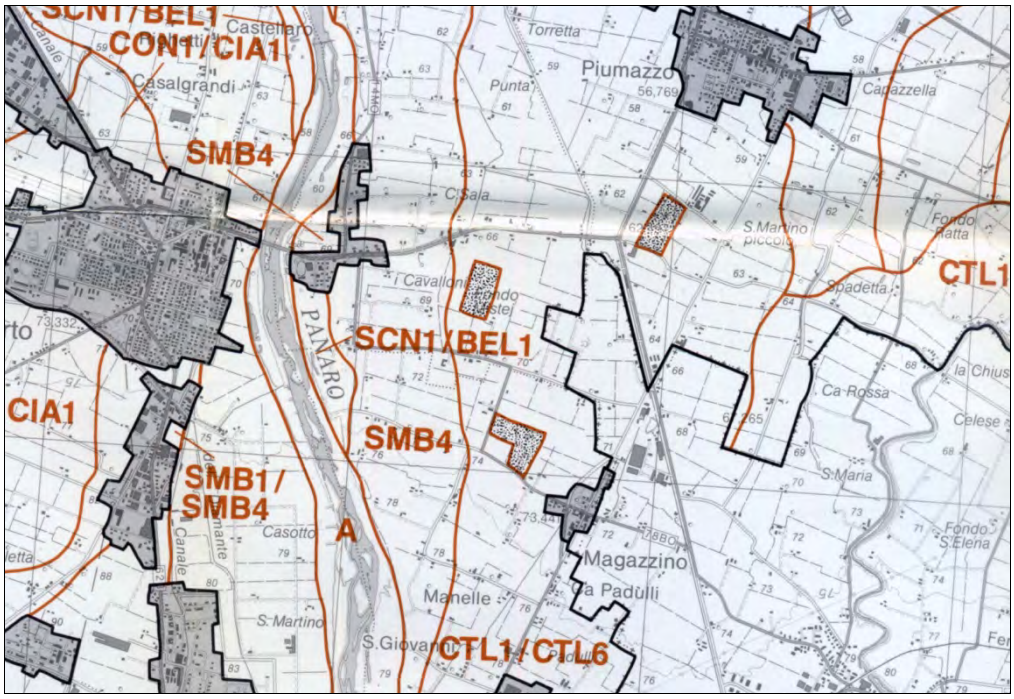


Figura 8 – Estratto dalla "Carta dei suoli della pianura modenese" RER-Provincia di Modena, 1993

I suoli Cataldi *fase franca limosa* hanno tipicamente l'orizzonte superficiale profondo da 40 a 80 cm a tessitura franca limosa, di colore bruno grigiastro scuro e scarsamente o moderatamente calcareo. L'orizzonte profondo, fino ad una profondità che varia da 80 a 100 cm è franco limoso di colore bruno viola, molto calcareo; oltre e fino a 120-140 cm è franco limoso, di colore bruno oliva con presenza di screziature bruno giallastre, molto calcareo e presenta da comuni ad abbondanti concrezioni di carbonato di calcio associate a comuni pellicole di carbonati. Questi suoli sono debolmente o moderatamente alcalini nell'orizzonte superficiale, moderatamente alcalini negli altri orizzonti.

I suoli Cataldi *fase franca limosa a substrato franco ghiaioso* differiscono dai precedenti per la presenza di ghiaia oltre 150 cm di profondità, più raramente a 130÷150 cm.

4. TETTO DELLE GHIAIE

Per la ricostruzione dell'andamento della superficie di separazione tra il cosiddetto "cappellaccio" ed il tetto del primo livello ghiaioso, si è fatto riferimento ai numerosi dati geognostici esistenti. In particolare in prossimità dell'area della cava Campazza sono stati eseguiti nel 2011, 39 prove penetrometriche dinamiche (allegato 1), nelle posizioni individuate nella fig. 9 che riporta anche le profondità del tetto delle ghiaie. Tali risultati sono stati completati dall'analisi diretta delle scarpate esistenti in 17 punti, ottenendo quindi un dettaglio di ottima precisione. L'elaborazione ha consentito la ricostruzione dettagliata delle isobate del tetto delle ghiaie (fig. 9), con valori di profondità che risultano prevalentemente compresi tra 1.25 e 2 metri, aumentando in corrispondenza del settore nord-orientale sino ad un massimo di poco superiore ai 3 metri. Si precisa che le sobate si riferiscono alle quote del piano di campagna originario e non si tiene quindi conto del fatto che sull'area di intervento parte del cappellaccio sia stato in precedenza asportato.

Per quanto concerne le caratteristiche stratigrafiche in profondità si è fatto riferimento a 3 sondaggi a carotaggio continuo effettuati nel 2003, ed ubicati immediatamente a ovest dell'area di cava. Questi ultimi (Allegato 2) evidenziano al di sotto dei terreni di copertura un banco ghiaioso rilevato sino alla massima profondità di indagine (15 metri), costituito in prevalenza da ghiaia arrotondata eterogenea ed eterometrica con ciottoli di dimensioni massime superiori ai 5 cm, immersi in matrice sabbioso-limosa, talora abbondante in piccoli strati. Da rilevare la presenza di alcuni livelli limosi e limo-sabbiosi di spessore variabile, e che non sono stati considerati nel calcolo delle volumetrie di ghiaia utili escavabili, in quanto non è stata accertata la loro continuità sull'area di cava.

All'interno del banco ghiaioso sono presenti "sterili" di interstrato in una percentuale del 15% come accertato nella relazione tecnica a corredo dell'accordo ex art. 24 relativo all'attuazione del Polo estrattivo n. 9 "Via Graziosi".

Tale assunzione deriva direttamente dalle stratigrafie dei sondaggi effettuati nel Polo e dalle osservazioni delle pareti di cava esistenti, che hanno evidenziato come all'interno del banco ghiaioso possono essere presenti orizzonti, più o meno continui, o lenti di materiali limosi, argillosi o comunque pelitici che costituiscono una frazione "sterile", di scarto, che riduce il volume del materiale utile rispetto al volume complessivo del materiale scavato. Si tratta in generale di lenti o di strati discontinui di materiale fine argilloso-limoso che è stato, come prima ricordato, stimato in una percentuale del 15% del materiale di escavazione.

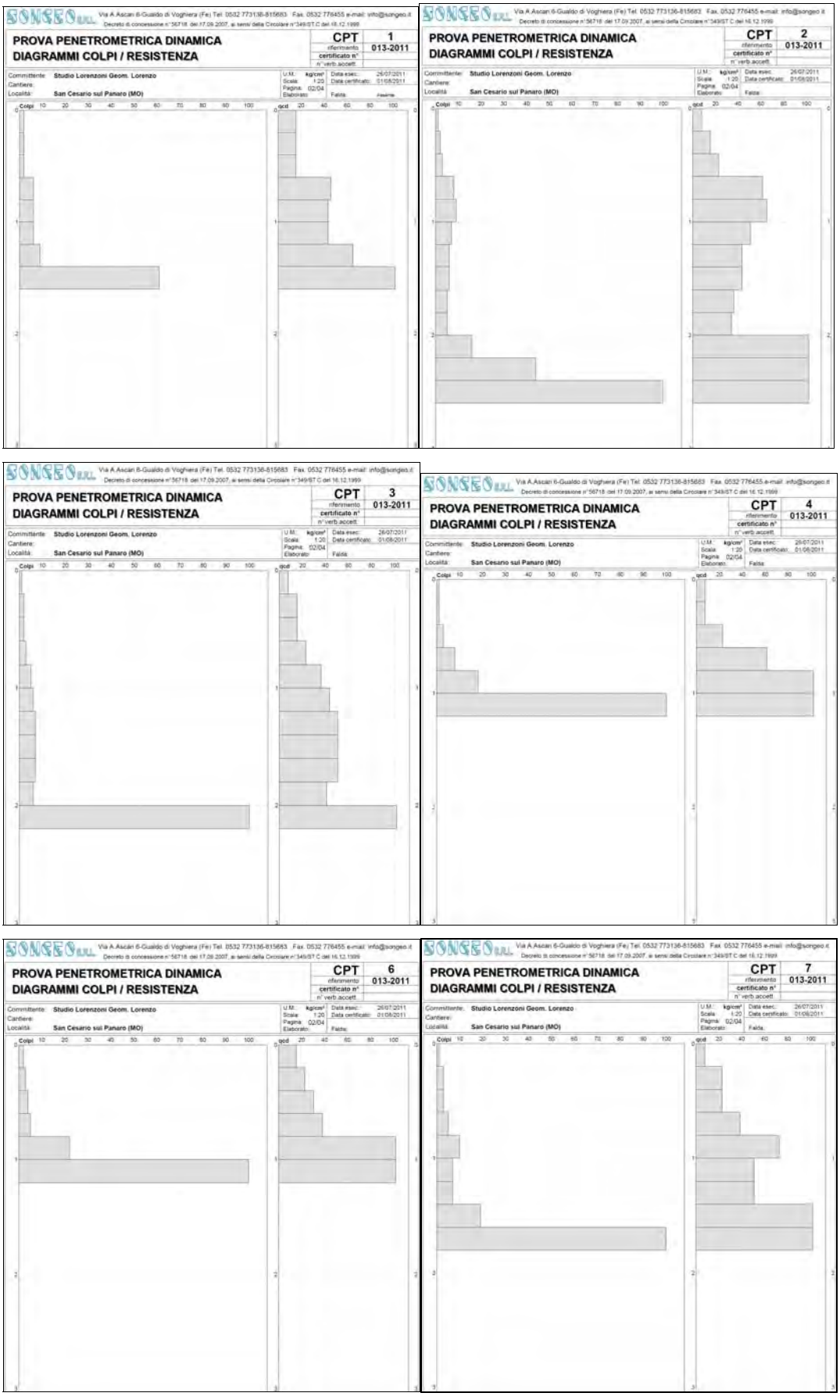


Figura 9 – Prove penetrometriche dinamiche (da 1 alla 6)

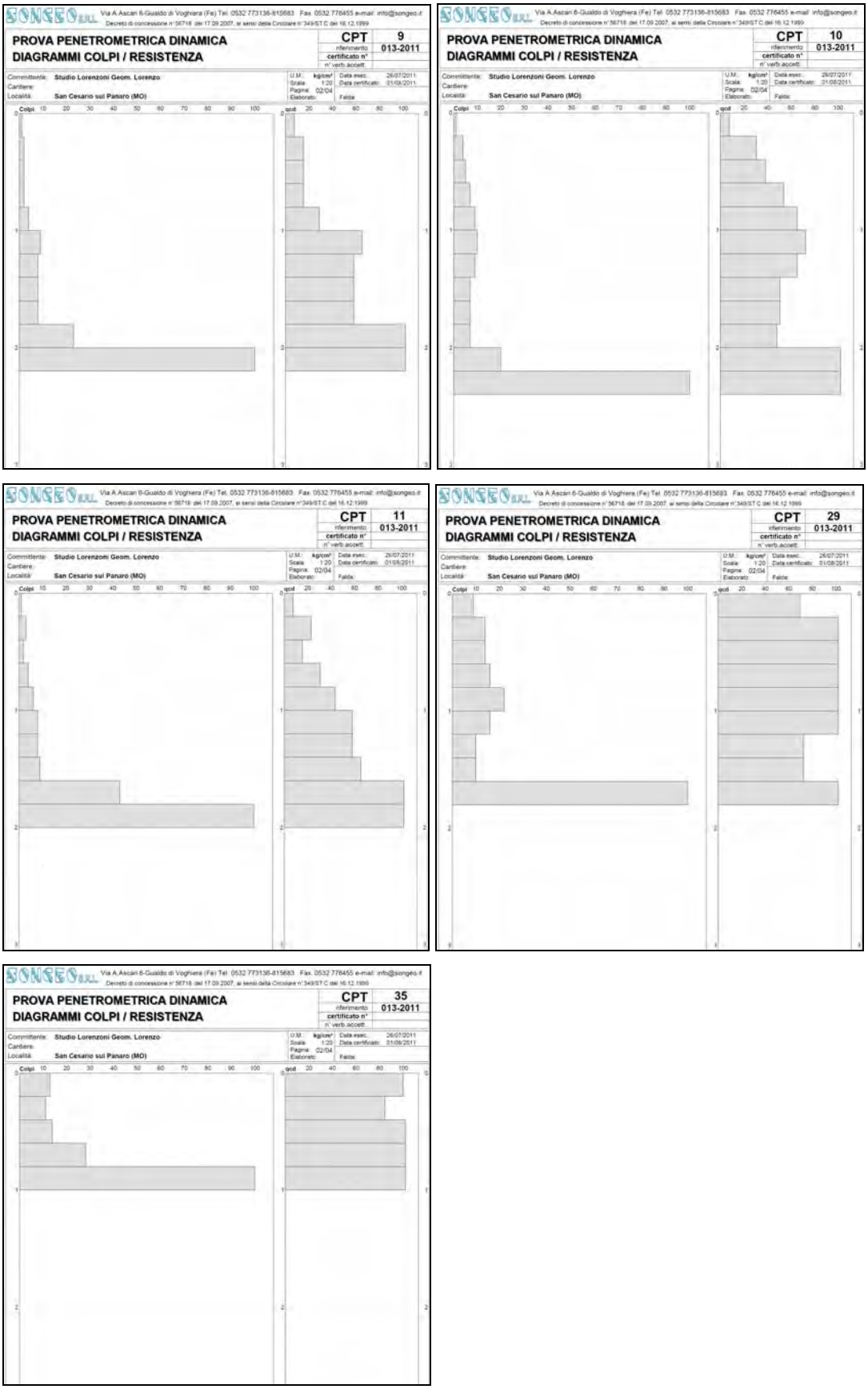


Figura 10 – Prove penetrometriche dinamiche (da 7 alla 11 - 29)

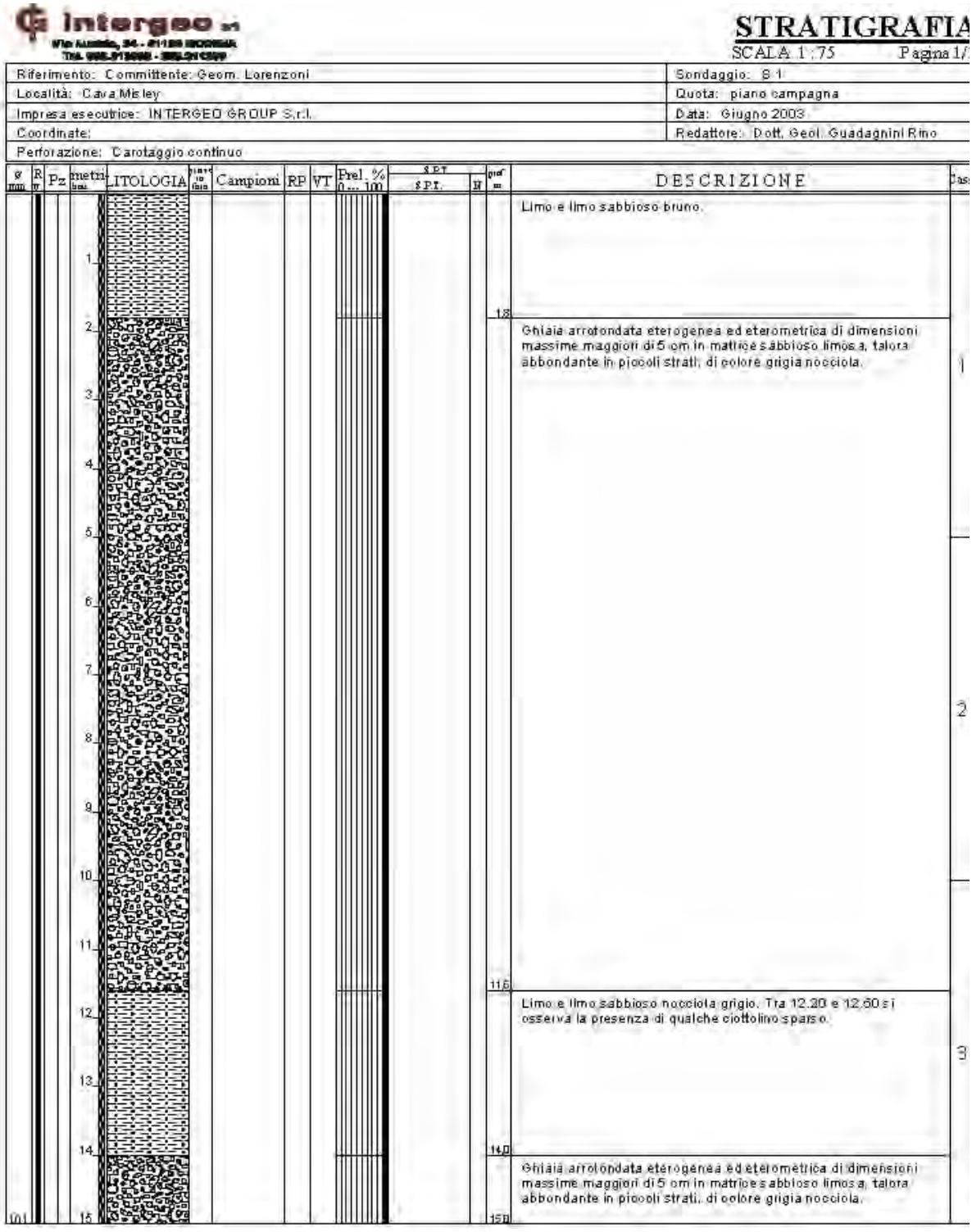


Figura 11 – Stratigrafia sondaggio S1_2003)

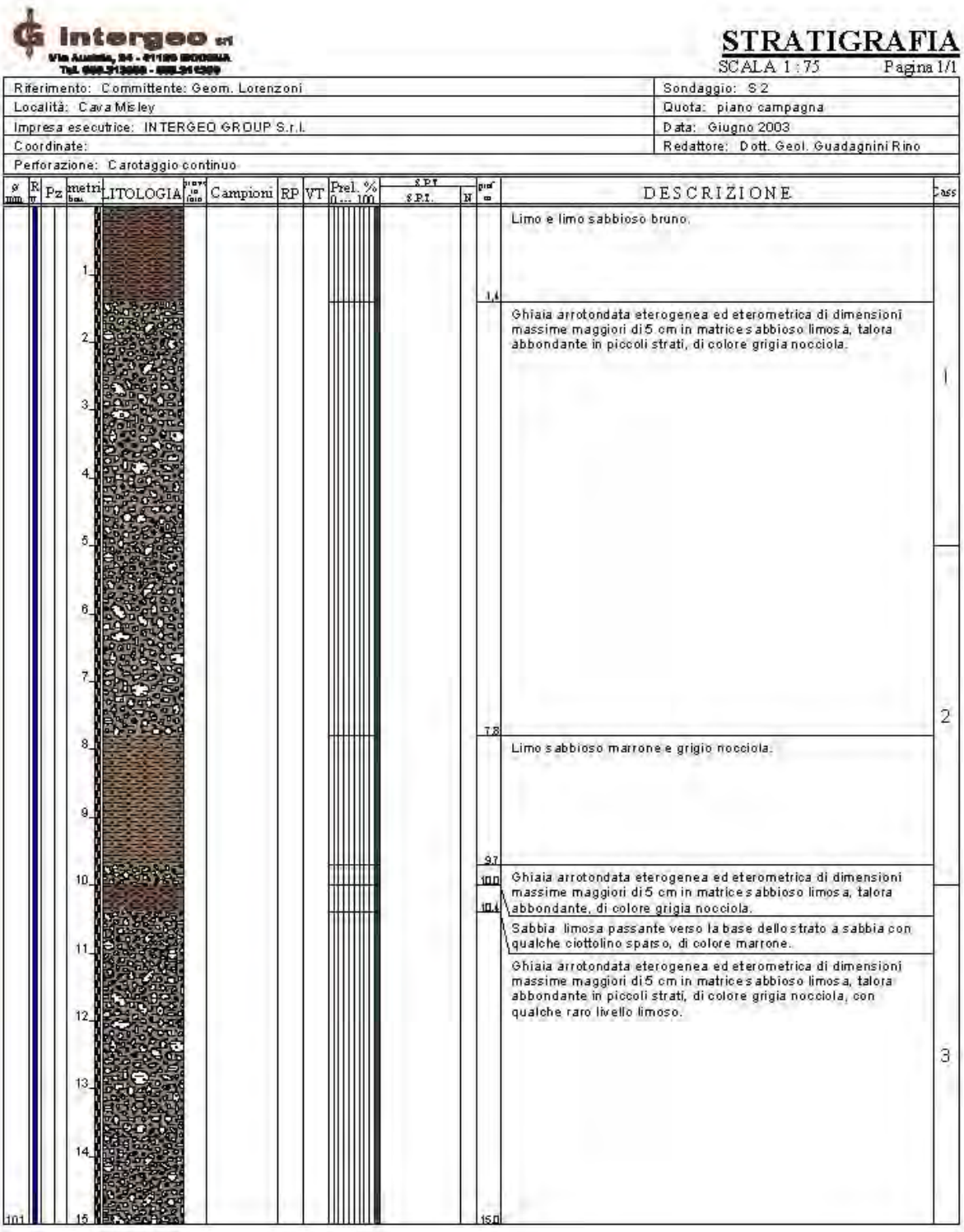


Figura 12 – Stratigrafia sondaggio S2_2003)

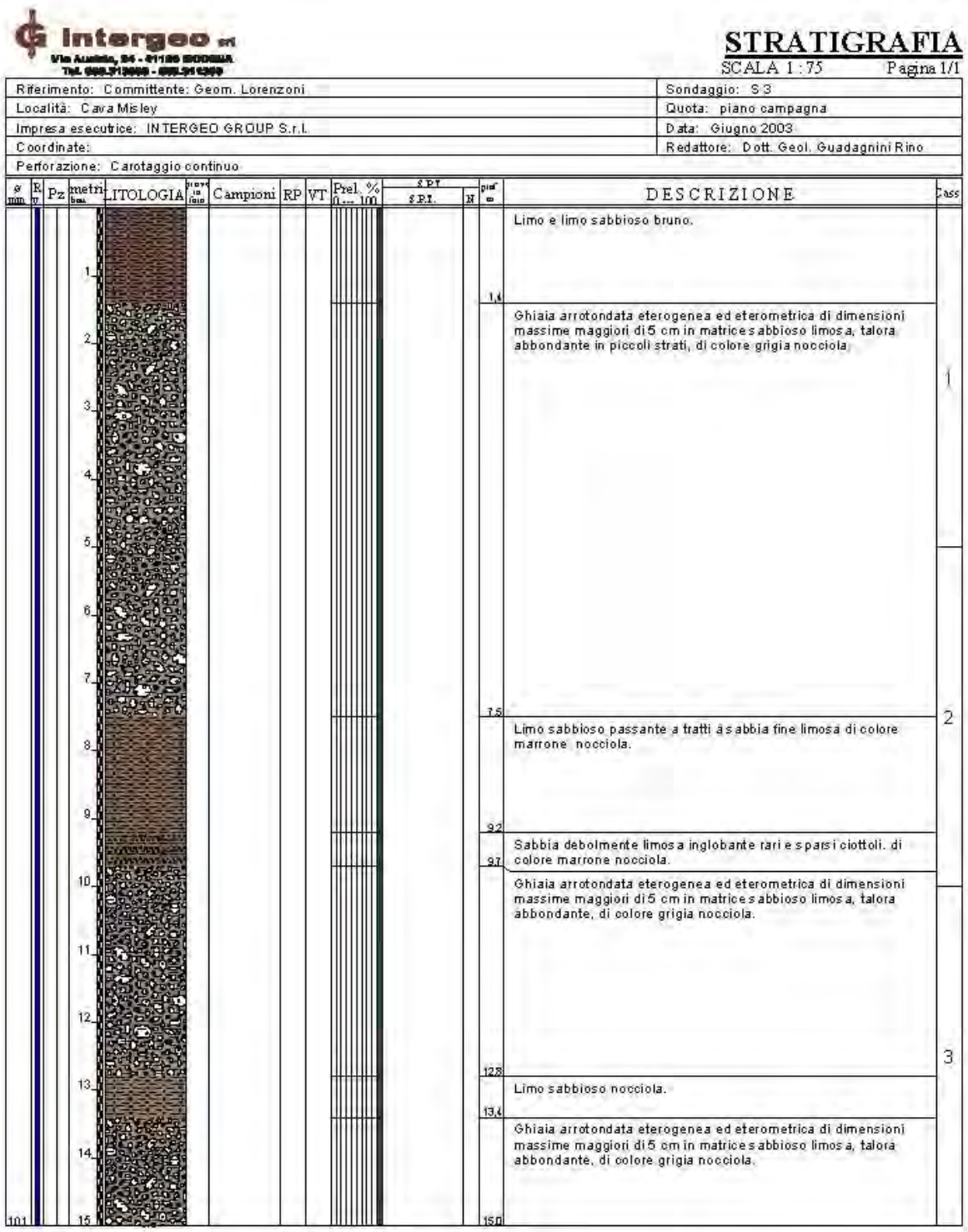


Figura 13 – Stratigrafia sondaggio S3_2003)

Fig. 14 - ISOBATE DEL TETTO DELLE GHIAIE

PERIMETRO POLO ESTRATTIVO
PERIMETRO CAVA CAMPAZZA
PERIMETRO AREA DI SCAVO
ISOBATE DEL TETTO DELLE GHIAIE
PERIMETRO POLO ESTRATTIVO

0 50 100 150 200 250 m

LEGENDA

- S5 — Ubicazione sondaggi a carotaggio continuo e relativo numero d'ordine
- 5 — Ubicazione prove penetrometriche dinamiche da bibliografia e relativo numero d'ordine
- 2a — Ubicazione prove penetrometriche dinamiche del 17/04/1996 e relativo numero d'ordine
- 5A — Ubicazione prove penetrometriche dinamiche del 06/03/2003 e relativo numero d'ordine
- 9E7 — Ubicazione sondaggi con escavatore meccanico e relativo numero d'ordine
- 4 — Ubicazione prove penetrometriche statiche del 2011 e relativo numero d'ordine
- Osservazioni dirette su pareti di scavo

Ogni punto riporta il valore di profondità del tetto delle ghiaie in metri

LOTTO 1
LOTTO 2
LOTTO 3
LOTTO 4
Fondo Mistej
C. Terracchini
PROVINCIALE
VIA

5. GIACIMENTOLOGIA

Per quanto concerne le caratteristiche giacimentologiche del materiale ghiaioso nell'area di escavazione si è fatto riferimento ai dati contenuti negli elaborati geologici del Piano Particolareggiato, ricavati sia dall'analisi dei campioni prelevati da sondaggi con escavatore meccanico e da quelli a carotaggio continuo eseguiti.

La ghiaia rinvenuta è caratterizzata da ciottoli di dimensioni massime di 25 cm e medie inferiori ai 10 cm, a forma sub-arrotondata e immersi in matrice sabbioso-limosa o limoso-sabbiosa.

Secondo lo studio citato la composizione dei clasti è risultato per la maggior parte da calcari e arenarie, di cui il 6% presenta alterazione superficiale compresa tra 3 e 5 mm ed il 10% presenti alterazione interna, con le seguenti percentuali delle diverse composizioni:

- Arenarie: 20%
- Calcari: 46%
- Calcilutite: 34%

Le analisi granulometriche effettuate su un campione prelevato nel sondaggio con escavatore denominato 9E3, ubicato come da fig. 9 immediatamente ad est dell'area di cava evidenziano una percentuale di passante al setaccio con apertura delle maglie di 2.00 mm e marcante il passaggio tra ghiaie e sabbie abbastanza elevata e pari al 37%, mentre il 22% è di limo passante al setaccio con apertura di 0.074 mm (passaggio tra sabbie e limi). Secondo la classificazione CNR-UNI 10006 tale campione appartiene al gruppo A1b ed è una ghiaia limoso-sabbiosa.

Le analisi sul campione prelevato nel sondaggio 9E5 evidenziano una percentuale di passante al setaccio di 2.0 mm marcante il passaggio tra ghiaie e sabbie del 73% di cui il 23% è di limo passante al setaccio con apertura di 0.074 mm (passaggio tra sabbie e limi). Secondo la classificazione CNR-UNI 10006 è appartenente al gruppo A1b ed è definito come sabbia ghiaioso-limosa.

Sulla frazione fine sono stati eseguiti i limiti di Atterberg, dai quali risulta che tale frazione è plastica in quanto Ip supera, anche se di poco, il 15%.

6. IDROGRAFIA

A.6.1 RETICOLO IDROGRAFICO

Il fiume Panaro rappresenta il corpo idrico fondamentale del territorio comunale di S. Cesario s/P. e costituisce anche il principale recapito delle acque di scolo delle aree circostanti. Il regime idraulico del fiume risulta mutevole e quindi si ha l'alternarsi, in ogni punto e nel tempo, di

erosione e sedimentazione e ciò fa cambiare continuamente l'aspetto dell'alveo, con rapidi spostamenti comunque contenuti all'interno delle opere di difesa esistenti.

L'importanza del fiume Panaro nell'economia del territorio è legata sia all'alimentazione di importanti falde idriche sotterranee sia al suo utilizzo per l'irrigazione.

Ad est dell'area scorre il canal Torbido, le cui acque derivano dal fiume Panaro nei pressi di Savignano e che attraversa l'abitato di Magazzino per poi proseguire fino a S. Cesario e oltre. Il Torbido oltre alla funzione irrigua, nel tempo ha svolto, e svolge tuttora, anche quella di collettore di acque reflue che divenendo a volte predominante ha causato un ingente degrado alle acque del canale stesso, a tal punto da renderle poco appetibili per primario uso irriguo.

Dal punto di vista idraulico il canal Torbido non ha influenza diretta con l'area estrattiva in esame. Sempre ad est del Polo estrattivo scorre lo Scolo Muzza, con andamento parallelo al Torbido, almeno per un breve tratto. Il Muzza ha orientamento S-SE/N-NW ed incrocia una fitta rete di fossi drenanti che scorrono secondo la linea di massima pendenza, cioè S-SW/N-NE.

Notizie di eventi calamitosi o di allagamenti che coinvolsero l'area in esame risalgono al 1966 quando, in occasione di precipitazioni intense, il fiume Panaro tracimò in sponda destra a Savignano sul Panaro (MO) e precisamente poco più a valle della località di Bocchirolo.

L'esondazione arrivò fino al Polo estrattivo oltrepassando anche Via Martiri Artioli. Bisogna precisare che all'epoca il fondo fiume non era ancora così ribassato, era infatti più alto di almeno un paio di metri rispetto all'attuale e che quella piena fu la massima mai registrata.

Nell'anno 1995 il Comune di S. Cesario s/P. ha segnalato al Prefetto degli episodi di allagamento locale, arealmente modesti, nella parte nord del Polo in corrispondenza del fosso costeggiante la Strada dei Martiri.

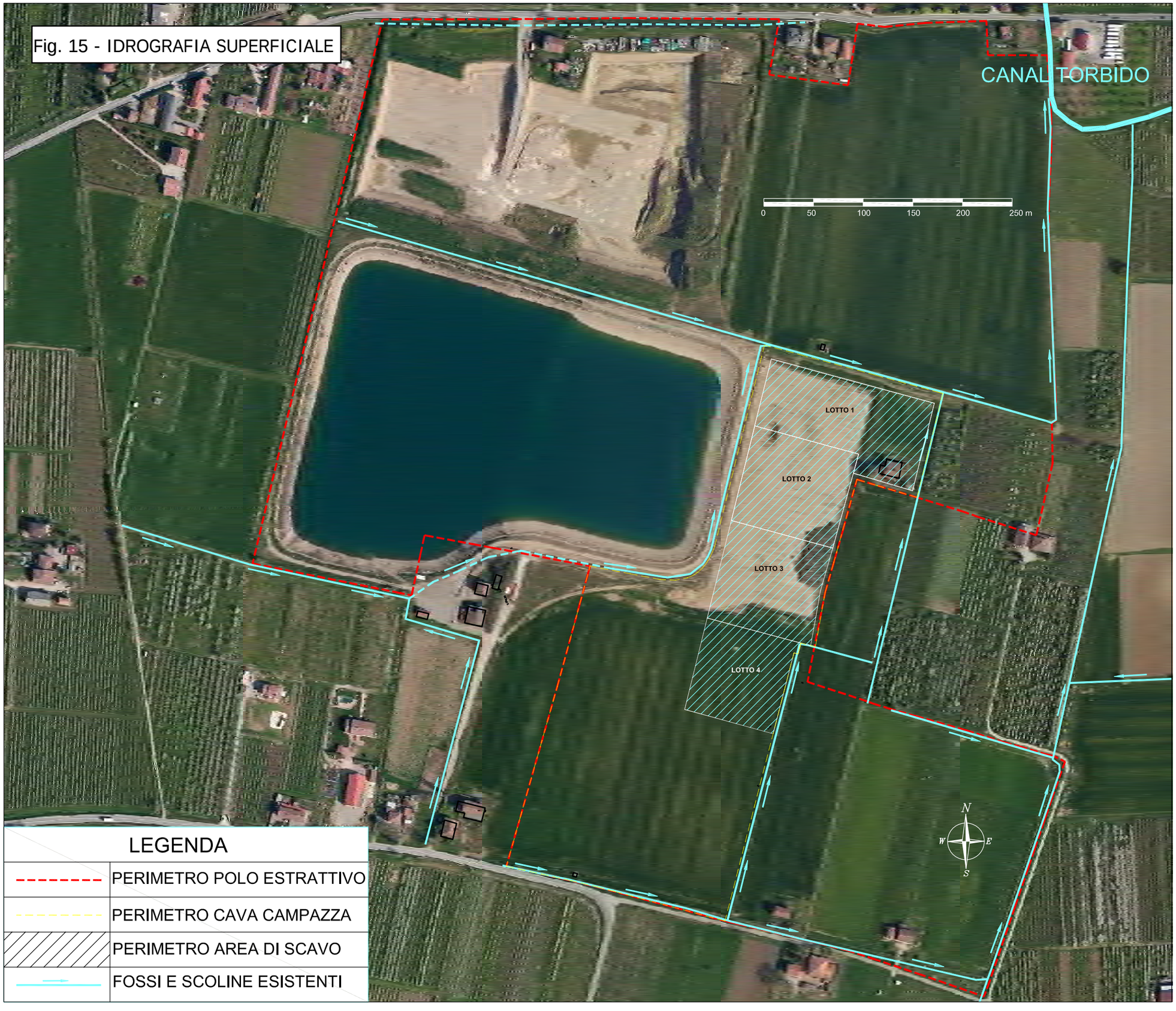
Il recente rifacimento della strada ha permesso il rimodellamento della sezione del fosso riducendo il rischio di allagamento.

Il reticolo idrografico secondario è costituito da una serie di fossi di scolo ad andamento parallelo da SSO verso NNE che recapitano le acque nel Canal Torbido, collegati da fossi ad andamento trasversale, come quelli che costeggiano la viabilità principale a nord (Via dei Martiri Artioli) e a sud (Provinciale 14 e sua prosecuzione verso est) (fig. 10).

Tale sistema di scolo è stato parzialmente modificato con la realizzazione del bacino irriguo che presenta un fosso lungo il lato meridionale e orientale, che confluisce in un altro trasversale che attraversa il polo estrattivo per poi confluire nel Canal Torbido.

L'attività estrattiva prevista non comporterà nessuna modifica al reticolo idrografico. E' prevista comunque la realizzazione di alcuni tratti di fossi perimetrali a ridosso dell'area di scavo nel settore meridionale per la raccolta ed allontanamento delle acque di dilavamento superficiali.

Fig. 15 - IDROGRAFIA SUPERFICIALE



7. IDROGEOLOGIA

A.7.1 GENERALITA'

La zona in esame è ubicata nella porzione apicale della conoide del fiume Panaro, e di conseguenza fa parte del suo sistema acquifero. Si tratta di un acquifero monostrato, il cui limite superiore corrisponde alla superficie freatica della falda, e che verso S.Cesario tende a compartimentarsi in più livelli acquiferi con la falda che diventa confinata. Evidente è la connessione idraulica tra falda e fiume con quest'ultimo che risulta, in questo tratto, prevalentemente infiltrante.

Secondo quanto emerge da studi recenti effettuati da ARPA (Fig. 11) lo spessore dell'acquifero sfruttabile raggiunge per la conoide del fiume Panaro valori massimi di circa 85 m nella zona di S.Cesario, e di circa 65 m nella zona in esame.

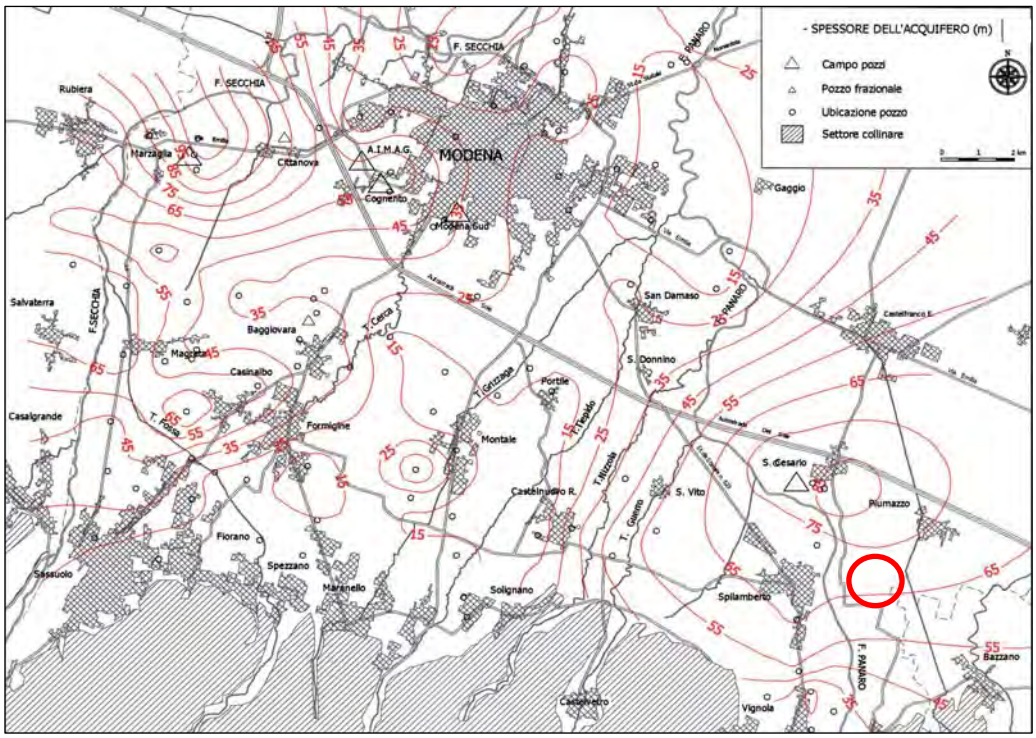


Figura 16 – Spessore dell'acquifero principale

Secondo quanto emerge dagli studi più recenti (Regione Emilia-Romagna-ENI Agip, 1998), gli orizzonti acquiferi captati dai pozzi possono essere ricondotti al Gruppo acquifero "A" (Fig. 12). Questa unità è sovrapposta a una litozona prevalentemente argillosa (unità idrogeologica argilloso-sabbiosa) nella quale si rinvengono acquiferi sabbiosi e più raramente ghiaioso-sabbiosi, con falde aventi facies tipicamente ridotte (e in alcuni casi salmastre), non captate per gli usi potabili.

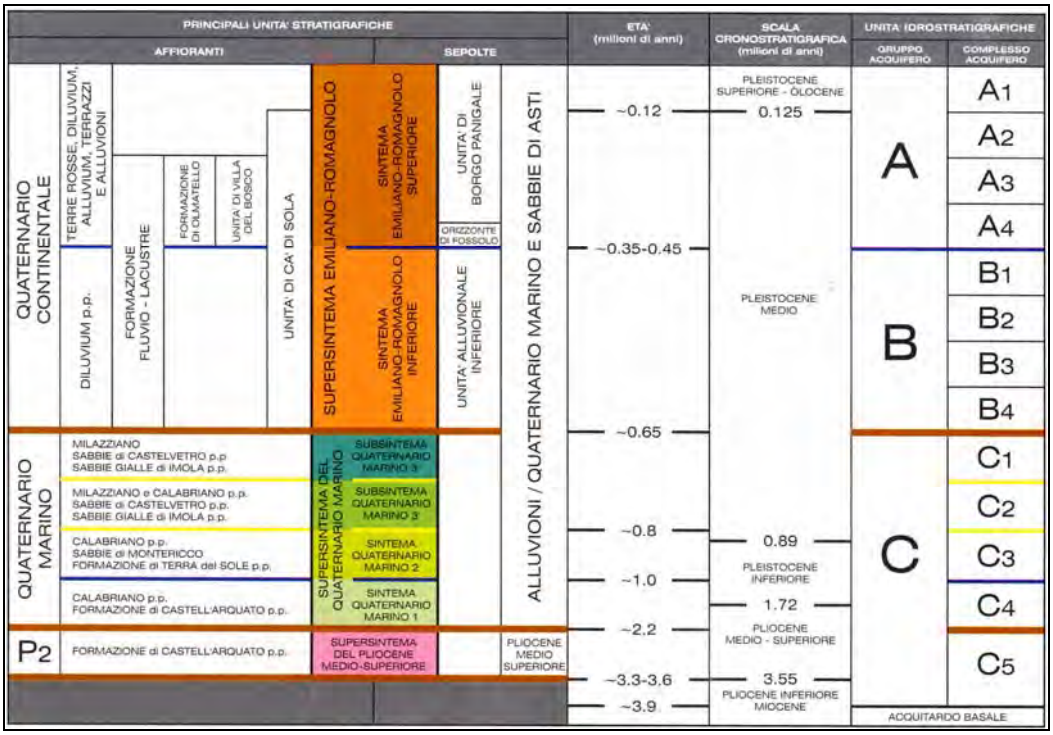


Figura 17 – Quadro geologico-stratigrafico e cronostratigrafico (Regione Emilia Romagna)

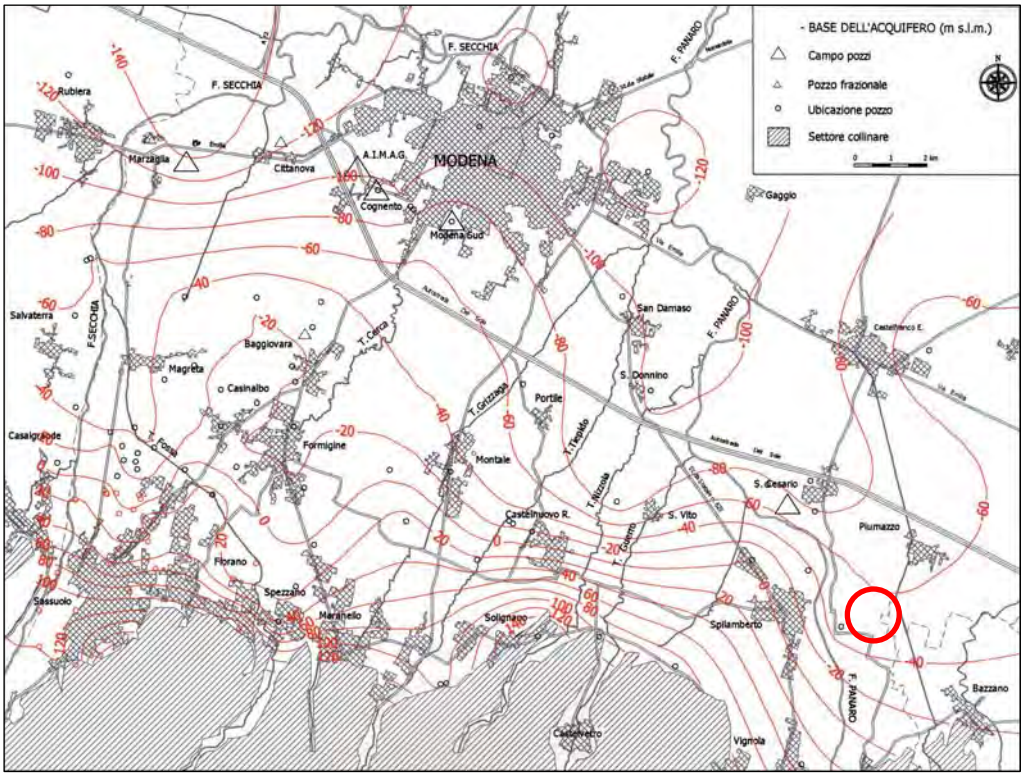


Figura 18 – Base dell'acquifero

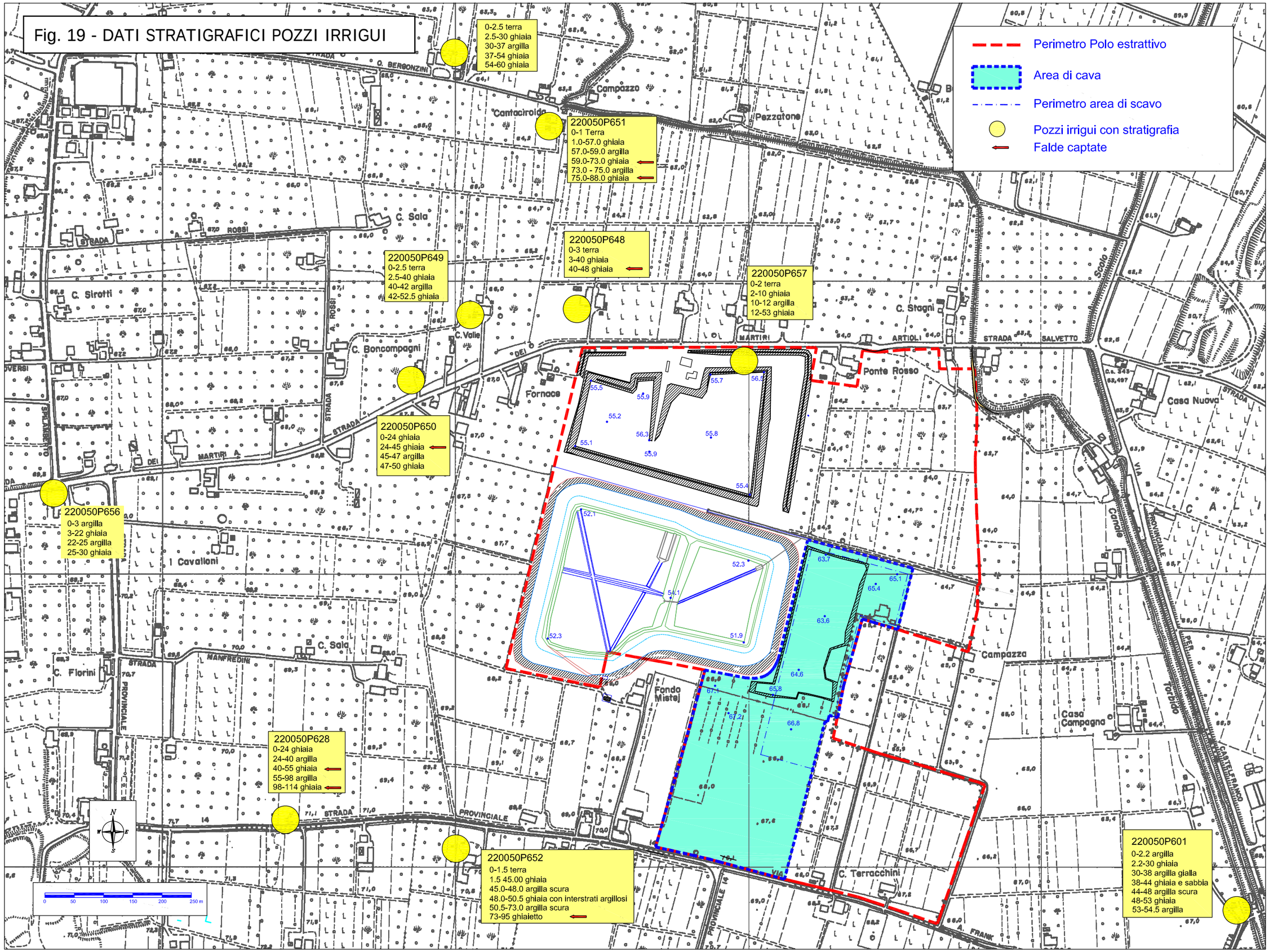
Tale unità idrogeologica costituisce la base del sistema acquifero principale che risulta collocato ad una profondità di circa 115 metri (Fig. 13) e, alla luce degli studi più recenti (Regione Emilia-Romagna-ENI Agip, 1998) può essere ricondotta all'unità del Gruppo acquifero "B".

A.7.2 **MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE**

L'analisi dei dati stratigrafici dei pozzi ad uso irriguo presenti nell'immediato intorno dell'area di cava (fig. 14), evidenzia la presenza di un primo acquifero ghiaioso (A0), che contiene all'interno una falda freatica, con spessori variabili anche di 40-45 metri, con alla base un orizzonte argilloso continuo con spessori molto variabili che lo separa dall'acquifero sottostante (A1).

Tale acquifero, captato dai numerosi pozzi a scopo irriguo presenti in zona, e prevalentemente grossolano, ha spessori dell'ordine di alcuni metri fino oltre la decina. Alcuni pozzi, che superano i 100 metri di profondità evidenziano una alternanza di strati ghiaiosi con livelli pelitici.

Fig. 19 - DATI STRATIGRAFICI POZZI IRRIGUI



A.7.3 **FALDA IN PRESSIONE**

Come già accennato tale falda viene captata direttamente dalla maggior parte dei pozzi ad uso irriguo presenti nella zona. Le caratteristiche piezometriche di tale falda è stato analizzato già nel Giugno 2003, per il Piano di Coltivazione e Sistemazione della Cava Saletta, ubicata immediatamente ad Ovest dell'area in esame, di cui in fig. 15 viene riportato l'andamento piezometrico.

La campagna piezometrica che ha comportato la misurazione di 8 pozzi i cui risultati sono riportati di seguito.

Pozzo n°	Quota m s.l.m.	Soggiacenza (m)	Quota falda m s.l.m.
1	67,50	21,00	46,50
2	70,00	21,50	48,50
3	70,00	20,80	49,20
4	67,20	21,50	45,70
5	69,00	19,90	49,10
6	64,00	18,05	45,95
7	66,00	19,44	46,56
8	63,20	16,60	46,60

Tabella 1 – Rilievo piezometrico di Giugno 2003

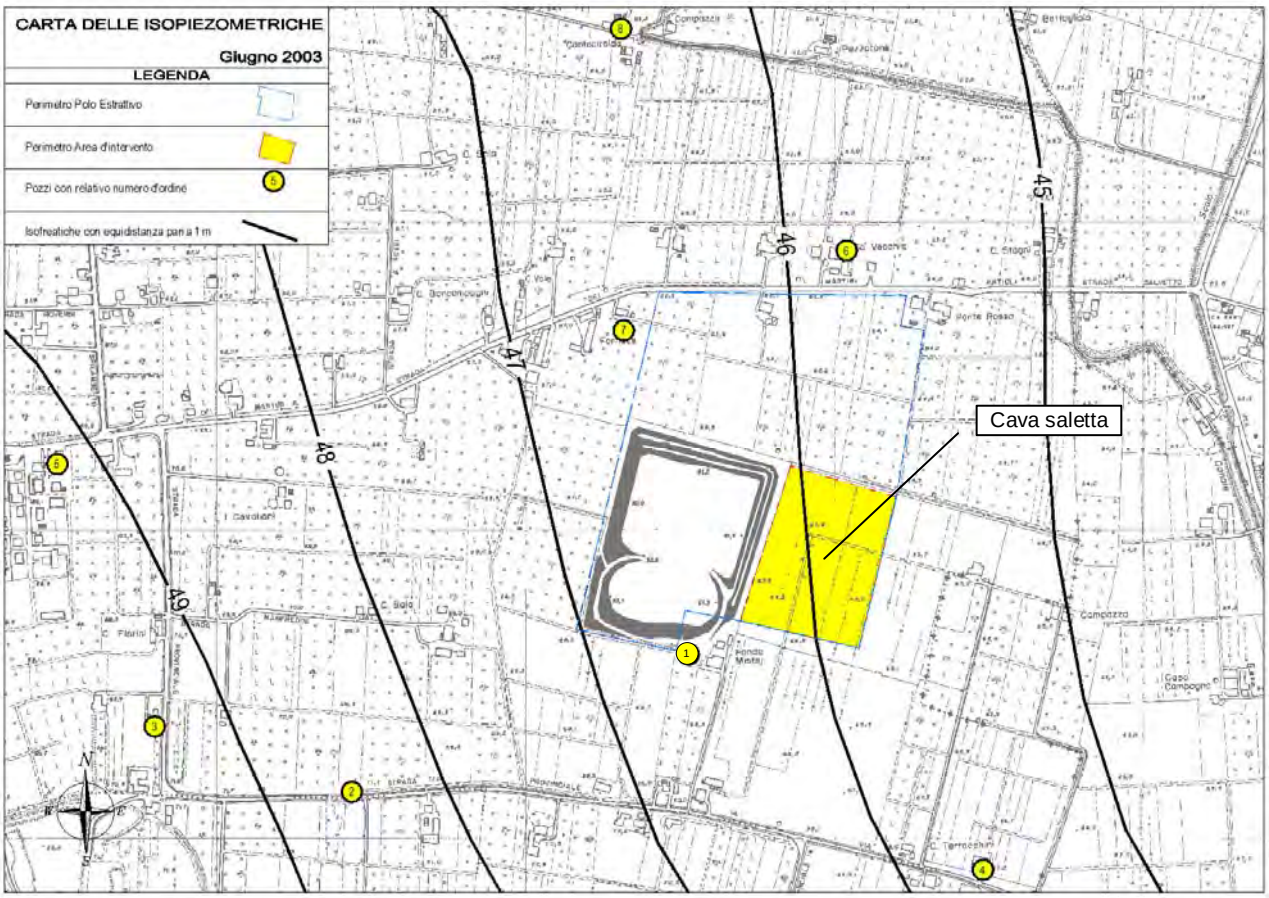


Figura 20 – Andamento piezometrico falda in pressione (Giugno 2003)

Tale cartografia evidenzia come le curve isopiezometriche decrescano da sud-ovest, con valori di 49 m a S-O, a valori a N-E di 45 m sul l.d.m., con una direzione prevalente delle linee di flusso orientata da W-SW verso E-NE, con gradienti medi dell'ordine di circa il 3 ‰.

In corrispondenza del fiume Panaro le linee di flusso sono divergenti, caratterizzando quindi una zona di alimentazione con direzione NE. In questo tratto infatti l'andamento delle isopiezometriche conferma il ruolo "disperdente" del fiume Panaro sulla falda con acque che si infiltrano in corrispondenza dell'alveo generando un rigonfiamento di falda che va ad alimentare le falde dell'intera conoide.

Nel Febbraio 2014 è stato effettuato un nuovo rilievo piezometrico su alcuni pozzi che ha fornito i risultati riportati nella tabella 2.

POZZO IRRIGUO	quota pdc m s.l.m.	Soggiacenza da pdc (m)	Piezometria m. s.l.m.	Coordinate Gauss-Boaga	
Pozzo A	68.00	19.40	48.60	1,662,765	4,932,791
Pozzo B	69.00	19.97	49.03	1,662,356	4,932,884
Pozzo C	64.80	16.60	48.20	1,662,748	4,933,446
Pozzo D	64.80	17.10	47.70	1,662,941	4,933,408
Pozzo E	67.80	19.55	48.25	1,662,910	4,932,526
Pozzo F	67.20	20.30	46.90	1,663,239	4,932,478
Pozzo G	64.40	19.02	45.38	1,663,662	4,932,736

Tabella 2 – Rilievo piezometri pozzo del 12/02/2014

La fig. 21 riporta l'andamento piezometrico che mostra caratteristiche similari a quello del 2003, con stessa direzione di flusso ed un gradiente lievemente superiore di circa 3.5 ‰.

Fig.21 - Andamento piezometrico falda in pressione (Febb. 2014)

Perimetro Polo estrattivo

Perimetro area di cava

Perimetro area di scavo

Pozzi di misura

45.50 Isopiezometriche falda in pressione

L'analisi dei livelli piezometrici di tale falda evidenziati dalle misure effettuate da ARPA dal 1988 al 2005 per due pozzi denominati MO3101 e MO5300 (figg. 17) appartenenti alla rete regionale di controllo, ed ubicati rispettivamente a ridosso del Fiume Panaro in sponda destra e più a nord tra Piumazzo e S.Cesario evidenzia un generale innalzamento delle falde.

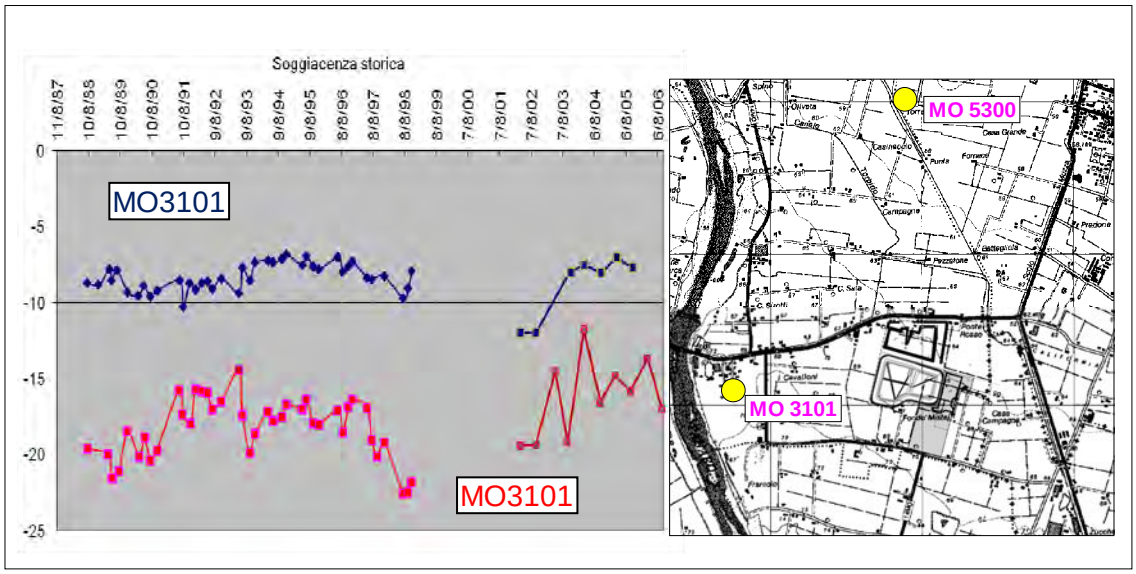


Figura 22 – Soggiacenza falda

Per il Comune di San Cesario nel periodo 1988-94, tale innalzamento è stato stimato ("*Studio Idrologico ed Idrogeologico relativo al Polo Estrattivo n. 9 "Via Graziosi""* redatto dal Dott.Geol.G.Gasparini nel 2011), in circa 20 cm/anno, che comunque sembrerebbe in aumento considerando le misure effettuate tra il 2002 e il 2006.

Tale recupero è evidente dalla tabella 3 che mette a confronto di dati piezometrici di due pozzi effettuati nel 1998, 2003 e 2014. Dalla seconda metà degli anni novanta sino agli inizi del 2000 la tendenza è stata quella di abbassamento rispetto al piano campagna del livello di falda, mentre da questo data in poi la stessa si è invertita registrando un graduale recupero.

Cod.pozzo 1998/2003/2014	Soggiacenza 1998	Soggiacenza 2003	Soggiacenza 2014
8/1/A	29.6	21.00	19.40
7/4/F	27.1	21.5	20.30

Tabella 3 – Confronto dati piezometrici

A.7.3.1 CHIMISMO ACQUE SOTTERRANEE

Sul piano idrochimico generale la cartografia estratta dal rapporto di ARPA 2011 sulla qualità delle acque sotterranee della Provincia di Modena evidenziano la forte correlazione esistente tra le caratteristiche delle acque sotterranee e quelle superficiali.

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.

La conducibilità (fig. 18) aumenta da 600 μs/cm fino a 900 μs/cm, valori che confrontati con quelli del fiume (240 μs/cm) indicano infiltrazioni dal fiume stesso. Nell'area in esame si registrano valori medi di conducibilità di circa 600 μS/cm, mentre il grado di durezza (fig. 19), riportata in gradi francesi, presenta valori medi nell'intorno di 30°F.

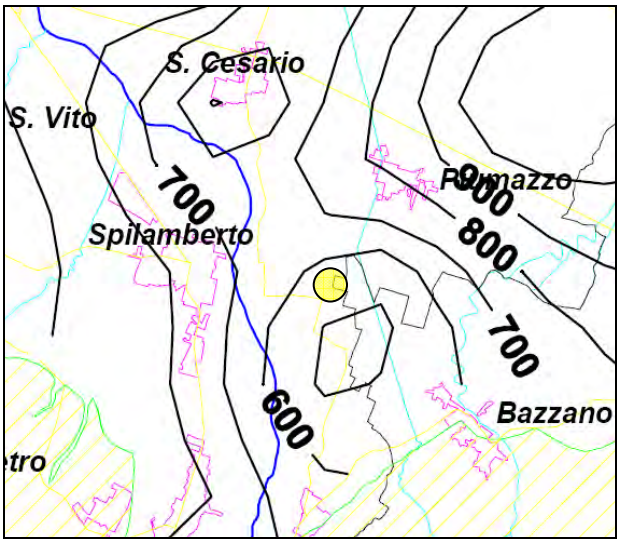


Figura 23 – Conducibilità (>S/cm) (media 2011)

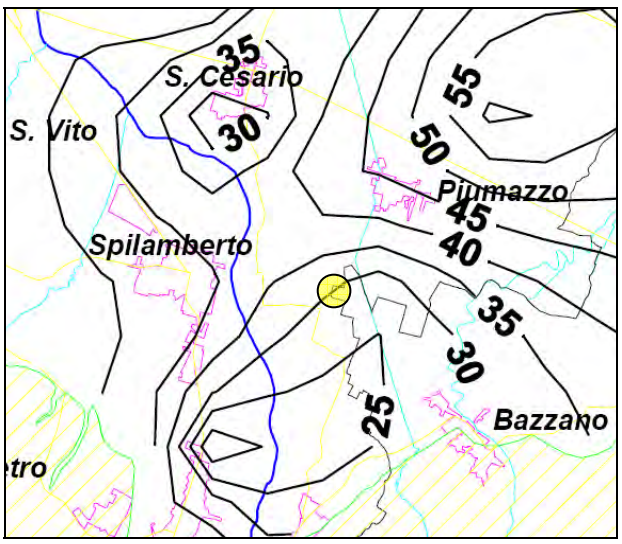


Figura 24 – Durezza (°F) (media 2011)

Anche gli andamenti dei cloruri e solfati (Figg. 20 e 21) ricalcano l'azione alimentante del fiume nei confronti della falda. Le concentrazioni dei solfati risultano moderate con valori medi intorno a 60 mg/l con tendenza all'aumento delle concentrazioni procedendo verso nord-Est; analogamente la distribuzione areale dei cloruri, mostra un andamento molto simile a quella dei solfati e rileva valori intorno ai 20 mg/l.

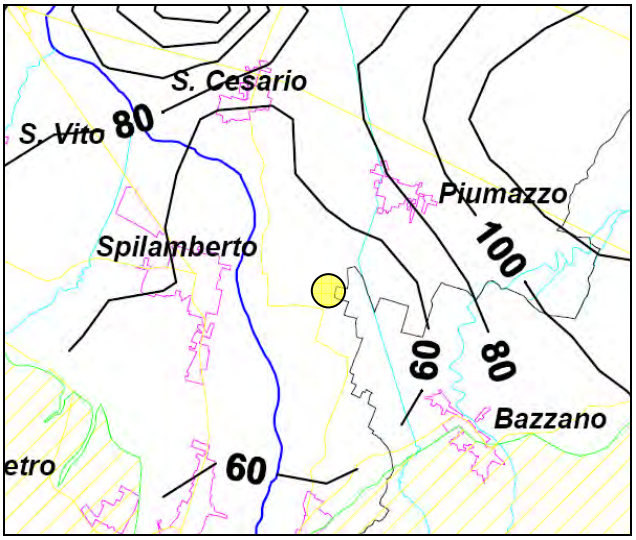


Figura 25 – Solfati (mg/l) (media 2011)

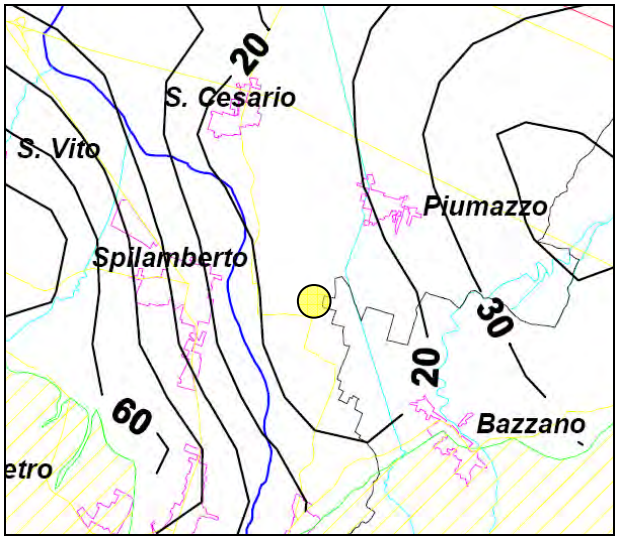


Figura 26 – Cloruri (mg/l) (media 2011)

Per quanto riguarda i nitrati (Fig. 22 e 23) è fuori dubbio che essi rappresentino il parametro di maggiore interesse per le acque sotterranee delle conoidi pedeappenniniche, costituendo un indicatore di inquinamento, in particolar 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.

É 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. Nell'area in esame le concentrazioni risultano pari a circa 35 mg/l.

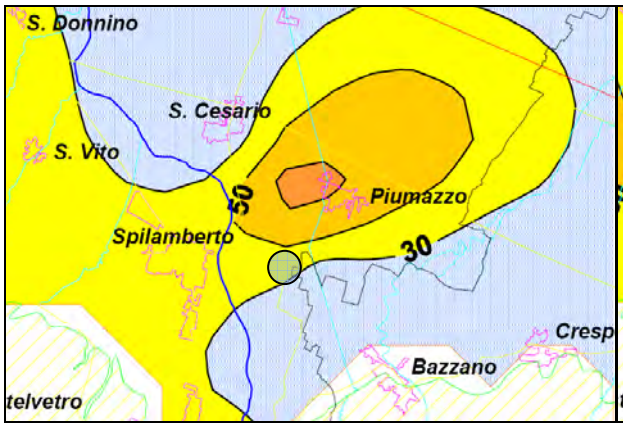


Figura 27 – Nitrati (mg/l) (media 2010)

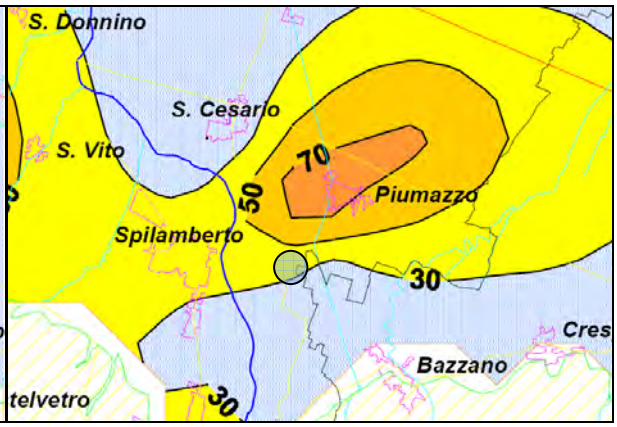


Figura 28 –Nitrati (mg/l) (media 2011)

A.7.4 **FALDA FREATICA**

Come già accennato la falda freatica è contenuta in un acquifero superficiale che presenta spessori di variabili con valori massimi di circa 40-45 metri, la cui alimentazione è legata principalmente agli apporti del fiume Panaro e secondariamente alle infiltrazioni efficaci dalla superficie.

Tale acquifero risulta separato dagli acquiferi sottostanti che contengono una falda in pressione, con i dati idrogeologici che evidenziano l'inesistenza di scambi idrici diretti. Ciò è di fatto confermato dalle differenze nei livelli piezometrici, e quindi dal confronto dei livelli statici della falda nei pozzi profondi con quelle effettuate nella rete di monitoraggio esistente nel Polo 9 della falda contenuta nell'acquifero A0 (fig. 29), che capta esclusivamente il primo acquifero freatico, sia dal confronto delle caratteristiche chimiche.

Figura 29 – Rete di monitoraggio esistente Polo 9

In data 07/02/2014 è stato effettuato un rilievo piezometrico sulla rete di monitoraggio, che ha fornito i risultati riportati nella tabella seguente.

PIEZOMETRO	quota Testa Piezometro (m s.l.m.)	quota pdc (m s.l.m.)	Piezometria (m s.l.m.)	Soggiacenza (metri)
PIEZ1	64.18	64.23	47.46	16.77
PIEZ2	65.54	65.25	50.64	14.61
PIEZ3	65.68	65.76	49.16	16.60
PIEZ4	66.80	66.99	51.87	15.12
PIEZ5	68.20	68.42	52.84	15.58
PIEZ6	69.54	69.64	51.46	18.18
PIEZ7	66.06	66.21	47.99	18.22

Tabella 4 – Dati piezometrici falda freatica (07/02/2014)

Tali dati hanno consentito di ricostruire l'andamento piezometrico di tale falda (fig. 30) evidenziando una direzione prevalente di flusso orientata da W verso est, con valori variabili da 52.5 a 47.5 m sul l.d.m., con gradienti medi dell'ordine di circa il 9‰.

Il confronto con la fig. 21, relativa all'andamento piezometrico della falda in pressione evidenzia come le quote della falda in pressione risultano inferiori rispetto a quella freatica, con valori variabili da 2 a 4 metri.

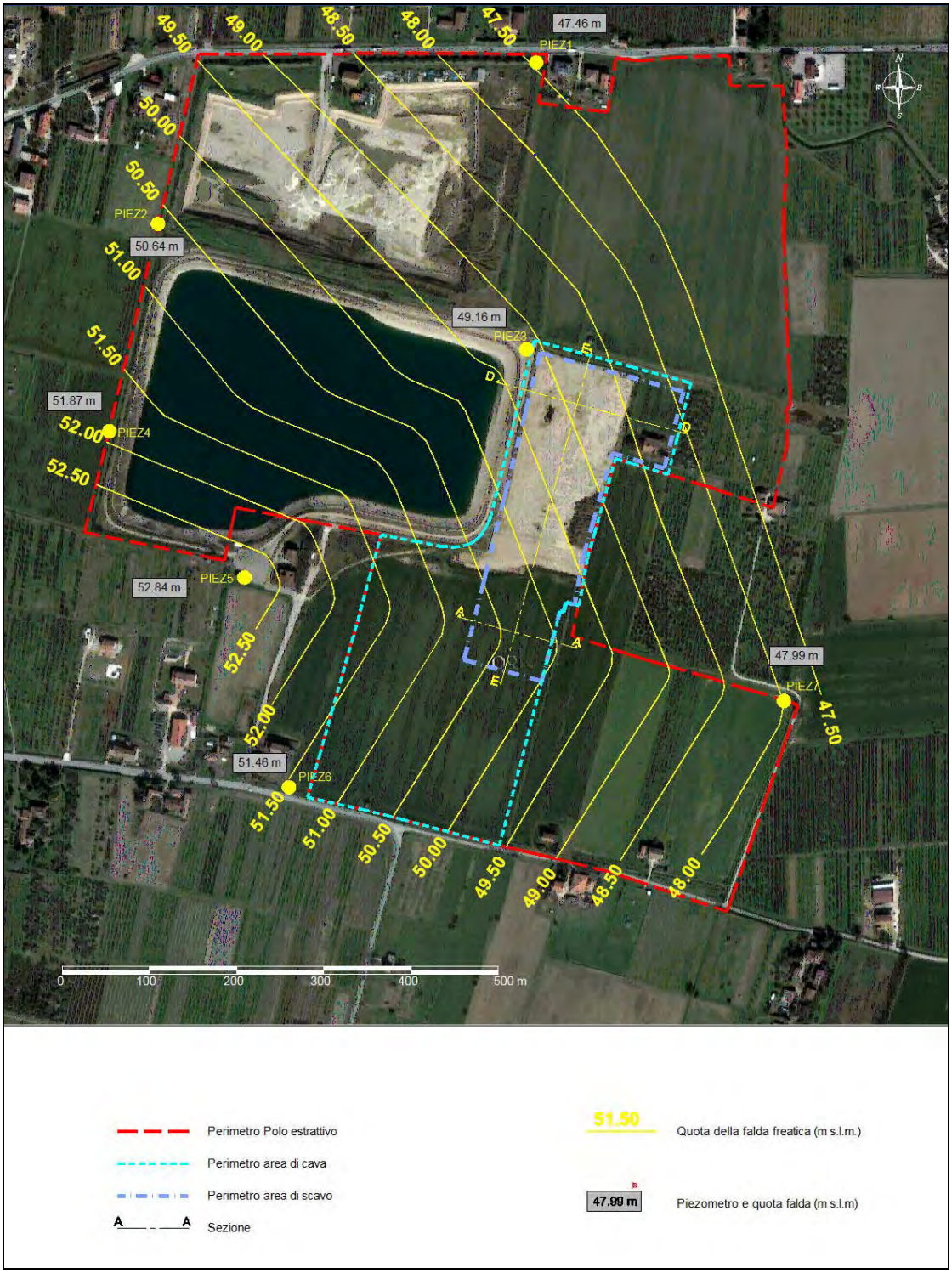


Figura 30 – Andamento piezometrico falda freatica (07/02/2014)

Da un punto di vista qualitativo, come descritto nello studio "*Studio Idrologico ed Idrogeologico relativo al Polo Estrattivo n. 9 "Via Graziosi"*, la falda freatica mostra in generale una qualità delle acque peggiore rispetto quelle profonde, riscontrando "*…. una forte variabilità sia nel tempo, ma soprattutto nello spazio, della concentrazione di determinate specie chimiche (in speciale maniera i nitrati) legata alla*

presenza di fattori locali di apporti significativi (allevamenti zootecnici, concimazioni, ecc.) che spesso si collocano poco a monte di quelle aree dove si riscontrano valori di concentrazioni molto alti".

Ad esempio la concentrazione dei nitrati nelle acque della falda freatica nei piezometri 1 (valle) e 2 (Monte) della rete di monitoraggio (fig. 31) evidenzia valori molto variabili nel tempo, che non trova riscontro nei valori della falda in pressione sottostante che è caratterizzata da una certa stabilità di tale parametro.

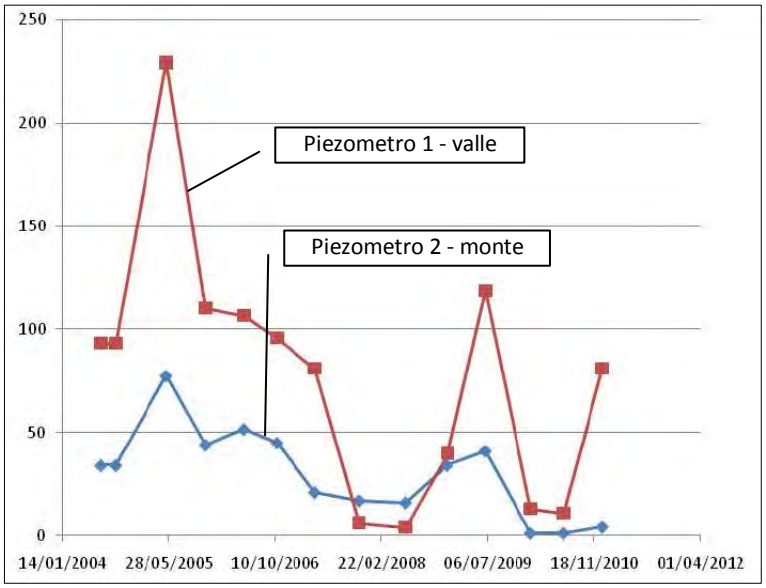


Figura 31 – Andamento nitrati nella falda freatica

A.7.5 **INTERFERENZE CON ATTIVITA' ESTRATTIVA**

L'art. 21 delle NTA del PAE vigente del Comune di San Cesario s/P, prevede per il polo 9 una massima profondità di scavo pari a ml -15,00 dal p.c. con prescrizione che gli scavi possono essere approfonditi mantenendo comunque un franco minimo di ml 1,50 dalla quota di soggiacenza della falda.

Lo studio idrogeologico redatto dal Comune di San Cesario s/P per il Polo 9 nell'ambito dell'Accordo 2013 ha previsto quote differenziate di scavo nelle differenti porzioni del Polo (fig. 32), e per l'area in esame una profondità massima di scavo pari a -14.5 m dal p.d.c..

Tali valori sono stati ottenuti mediante una analisi dei livelli di soggiacenza della falda freatica, con l'applicazione della legge di distribuzione di Gumbel, utilizzata frequentemente in idrologia per la previsione di eventi di piena o di siccità, e presa a riferimento nel caso specifico in relazione alla stretta connessione della falda con il regime idraulico del fiume Panaro.

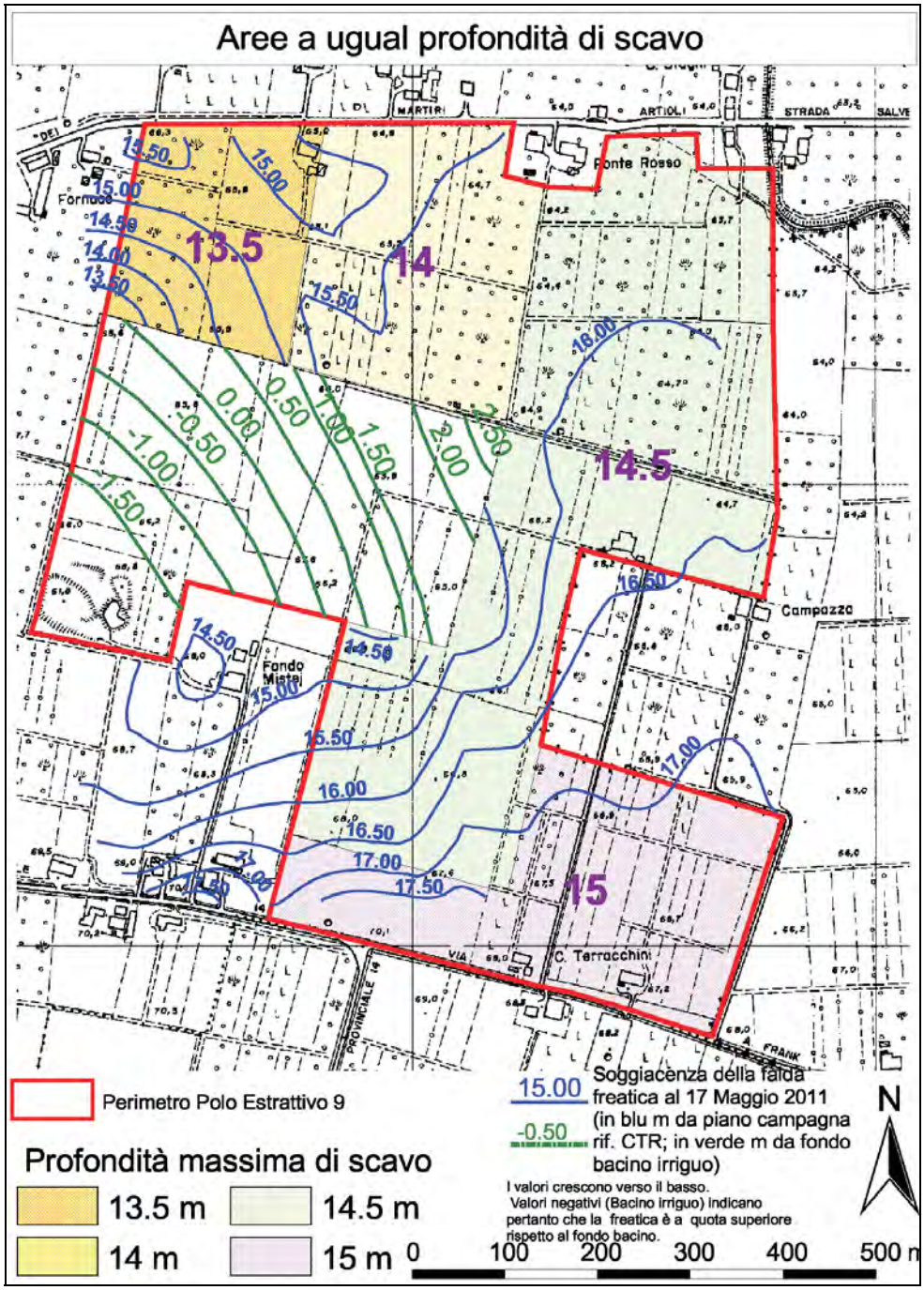
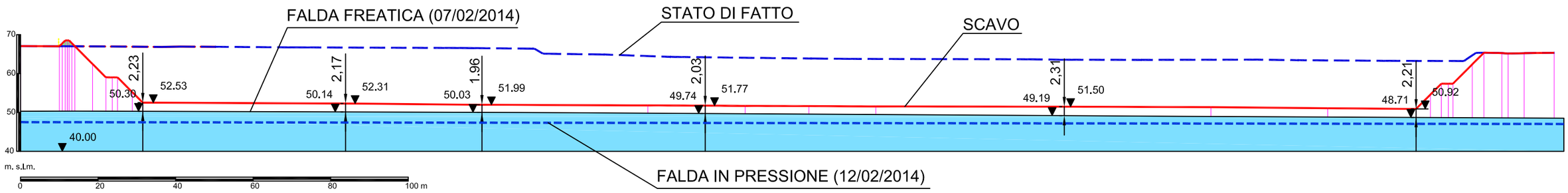


Figura 32 – Carta della soggiacenza della falda freatica con indicazione della massima profondità di scavo come da Accordo 2013

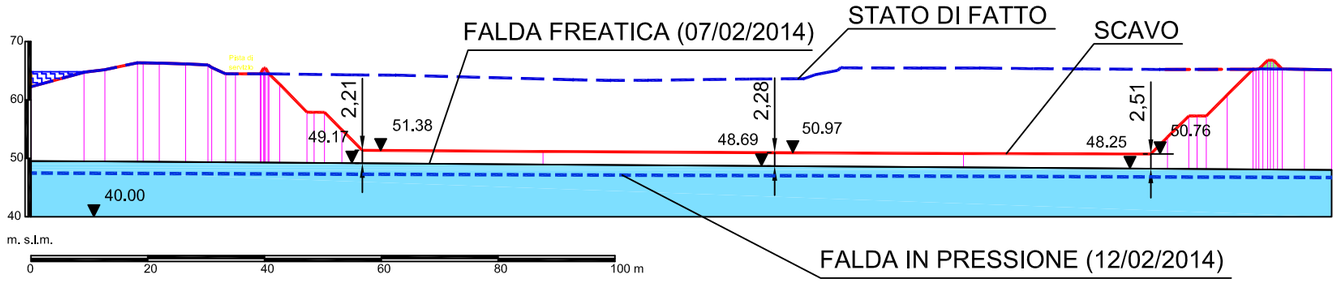
Al fine di verificare le eventuali interferenze degli scavi previsti con il livello della falda freatica si è riportato quello rilevato il 07/02/2014 lungo le sezioni di scavo denominate A-A e D-D (trasversali) e E-E (longitudinale).

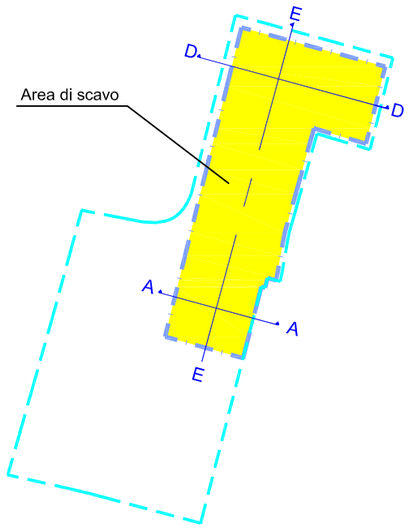
I risultati riportati nella fig. 33, evidenziano un franco minimo di rispetto dal livello di falda nella sezione A-A nel settore meridionale dell'area di scavo e pari a 1.87 m, maggiore quindi del franco minimo previsto pari a 1.5 m. Sulle sezioni viene anche evidenziato il livello raggiunto dalla falda in pressione sottostante.

Sezione : E-E

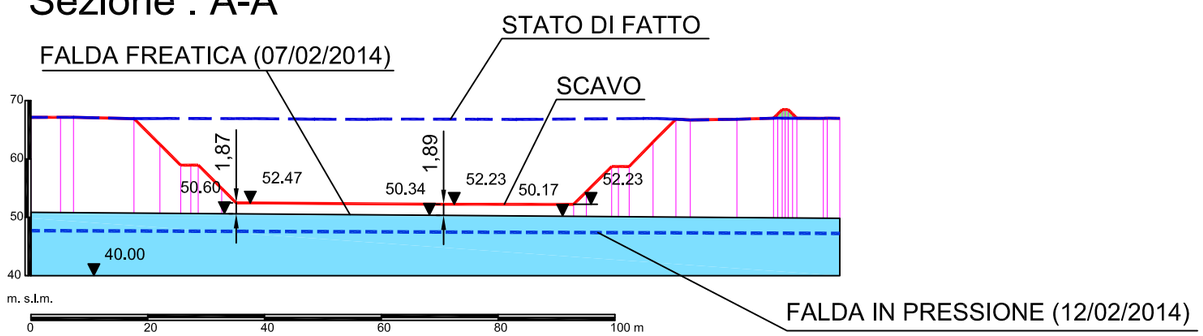


Sezione : D-D





Sezione : A-A



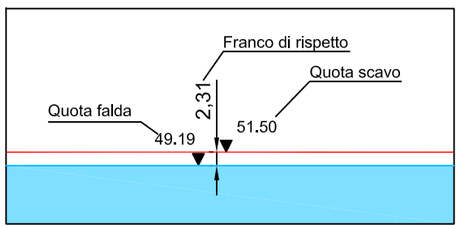


Fig. 33 - Sezioni di scavo - Confronto quote di scavo e quote piezometriche

A.7.6 **VULNERABILITA' ACQUIFERO**

La "Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento dei conoidi dei fiumi Panaro e Secchia" (C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle catastrofi idrogeologiche; Unità Operativa n. 8 - U.S.L. N. 16 di Modena, resp. Dott. Zavatti) riportata in Fig. 34 classifica questo territorio all'interno delle zone a grado di vulnerabilità elevato per la presenza di sabbie e ghiaie nell'immediato sottosuolo, del tetto delle ghiaie posto a meno di 10 m di profondità dal piano di campagna e per le caratteristiche idrauliche dell'acquifero a pelo libero.

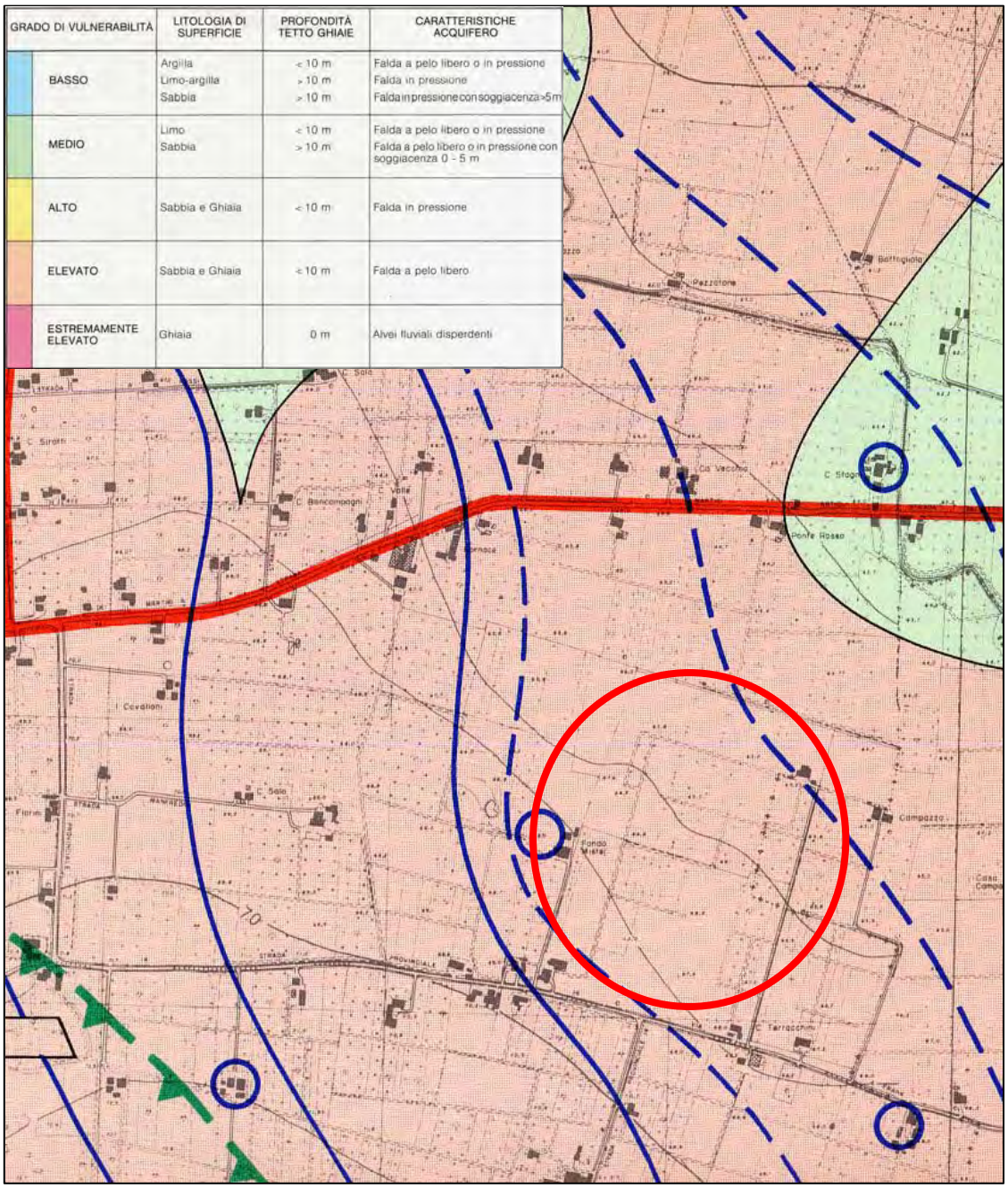


Figura 34 – Estratto "Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento dei conoidi dei fiumi Panaro e Secchia"

Per quanto concerne l'area di cava, quest'ultima risulta ubicata in un settore caratterizzato da vulnerabilità elevata.

Il PTCP della Provincia di Modena ha recepito le indicazioni contenuto nello studio citato in precedenza, distinguendo anche i gradi di vulnerabilità relative alle zone destinate o comunque coinvolte da attività estrattive (fig. 35). L'area di cava ricomprende tale zone nel settore occidentale con un grado di vulnerabilità elevato.

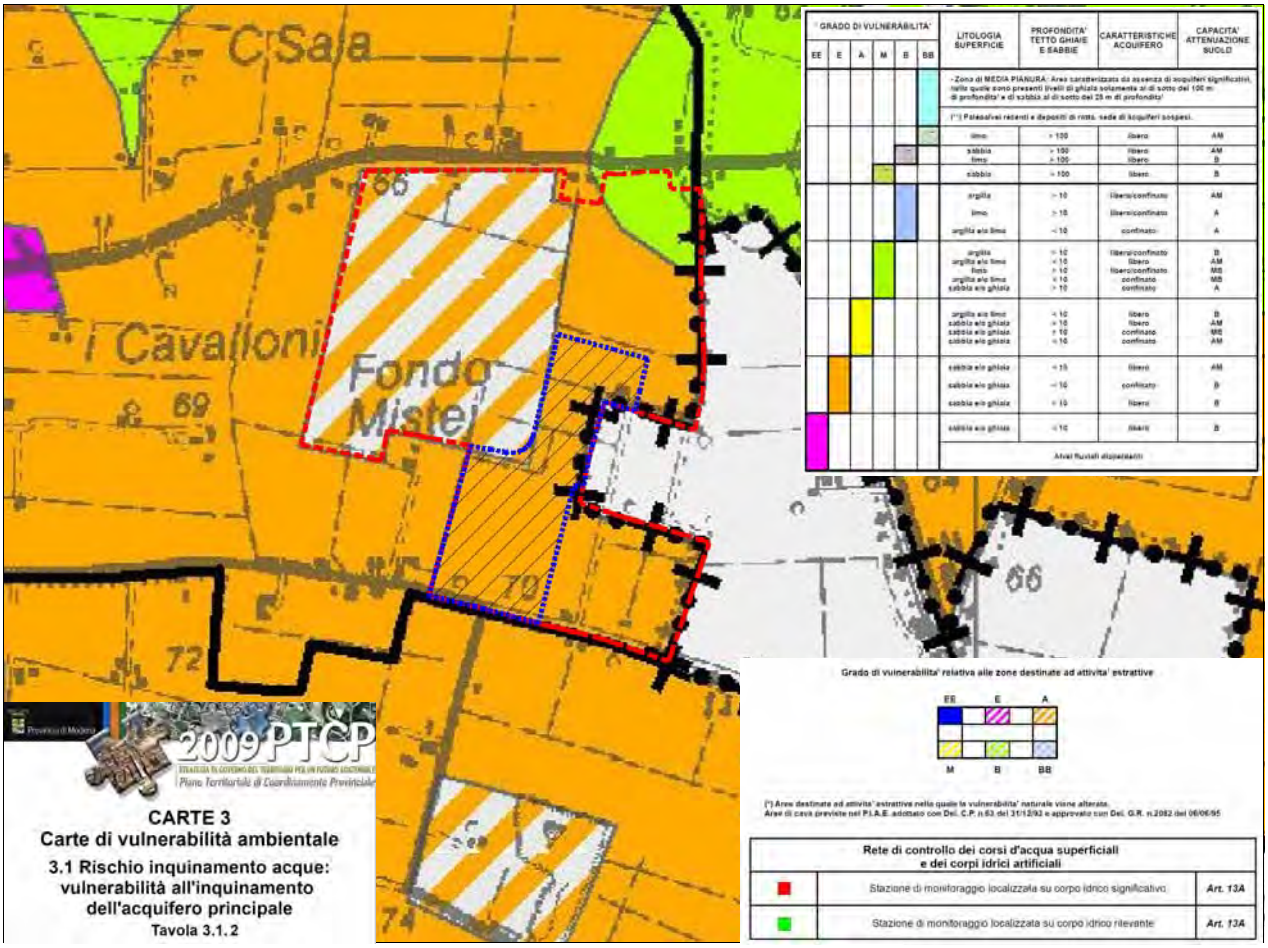


Figura 35 – Estratto PTCP Carte di vulnerabilità ambientale - Tavola 3.1.2

A.7.7 PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE

Come già evidenziato in precedenza nel Polo estrattivo n° 9, è attiva una rete di monitoraggio delle acque sotterranee, costituita da 7 piezometri ubicati come da fig. 36, che sono impostati sull'acquifero A0.

Figura 36 – Rete di monitoraggio acque sotterranee in progetto

I piezometri esistenti hanno le seguenti caratteristiche:

PIEZOMETRO	Coordinate Gauss-Boaga		Profondità	Tratto fenestrato		quota Testa Piezometro	quota pdc
	E	W	m	da	a	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)
PIEZ1	1663104	4933378	12	/	/	64,18	64,23
PIEZ2	1662670	4933193	18	/	/	65,54	65,25
PIEZ3	1663093	4933050	31	15	31	65,68	65,76
PIEZ4	1662614	4932956	30	15	30	66,80	66,99
PIEZ5	1662773	4932789	30	15	30	68,20	68,42
PIEZ6	1662820	4932547	30	10	30	69,54	69,64
PIEZ7	1663388	4932646	30	10	30	66,06	66,21

Tabella 5 – Caratteristiche piezometri esistenti

Piezometro 1

Piezometro 2

Piezometro 3

Piezometro 4

Piezometro 5

Piezometro 6

Piezometro 7

In riferimento al documento «*Indirizzi tecnici per la formazione della "Proposta preliminare coordinata, unitaria di escavazione, risistemazione e recupero*» relativa al polo estrattivo n. 9 "Via Graziosi", prodotto dal Comune di San Cesario sul Panaro e allegato alla Delibera di G.C. n. 24 del 19/04/2012, e alle prescrizioni ARPA contenute nell'allegato 1 del PAE del Comune di S.Cesario s/P., e sulla base del modello idrogeologico locale dell'area d'intervento descritto in precedenza, si propone di integrare la rete di monitoraggio esistente con i seguenti punti riportati nella figura 36.

- *Pozzo profondo esistente denominato 5bis ed utilizzato come pozzo di controllo di monte dell'acquifero A1;*

Pozzo 5bis

- *Esecuzione di tre piezometri di controllo dell'acquifero A1 di valle, ad una profondità indicativa di 40-50 metri dal p.d.c., ed identificati dalle sigle 1bid, 7bis e 8bis;*
- *Esecuzione di un piezometro di controllo di valle dell'acquifero A0 indicato dal numero 8.*

Nella tabella seguente viene riportata la tipologia e frequenza del monitoraggio prevista:

MONITORAGGIO DURANTE L'ATTIVITA' ESTRATTIVA			
RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE Tutti i piezometri	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA MENSILE (Piezometri di valle 1-1bis, 7-7bis, e 8-8bis)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA TRIMESTRALE (Piezometri di monte 5-5bis, 2, 4 e 6)	RETE DI MONITORAGGIO FREQUENZA SEMESTRALE (Piezometri di valle 1-1bis, 7-7bis, 8-8bis e di monte 5-5bis, 2, 4 e 6)
Piezometria	Temperatura	Temperatura	Temperatura
	pH	pH	pH
	Conducibilità elettrica specifica	Conducibilità elettrica specifica	Conducibilità elettrica specifica
	Durezza	Durezza	Durezza
	Potenziale redox	Potenziale redox	Cloruri
	Ossigeno disciolto	Ossigeno disciolto	Azoto ammoniacale
			Azoto nitrico
			Azoto nitroso
			Ossidabilità
			Solfati
			Alcalinità
			Calcio
			Sodio
			Potassio
			Magnesio
			Idrocarburi disciolti o emulsionati
	la frequenza dal termine dell'attività di cava fino al collaudo finale sarà TRIMESTRALE	la frequenza dal termine dell'attività di cava fino al collaudo finale sarà SEMESTRALE	
Note : la frequenza del monitoraggio idrochimico potrà essere ridotta a trimestrale o mensile in funzione di eventuali problematiche.			

Tabella 6 – Monitoraggio acque sotterranee

Considerando che il piano di sistemazione prevede l'utilizzo in parte di "limi di cava" provenienti da impianto di filtropressatura con l'utilizzo di flocculanti, con l'importazione di tale tipologia di materiale sarà effettuato semestralmente sui piezometri di valle 7 e 8 un controllo qualitativo delle acque di falda del 1° acquifero (A0) con la ricerca dei seguenti parametri: Acrilammide, Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Boro, Ferro, Manganese, Nichel, Piombo, Rame e Zinco.

8. VERIFICHE DI STABILITÀ SCARPATE

A.8.1 **GENERALITA'**

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.Leg. 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:

$$Rd >= Ed$$

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:

$\phi d = \tan^{-1}(\tan\phi k/1.25)$

$c'd = c'k/1.25$

$Cud = Cuk/1.4$

$\gamma d = \gamma k$

con

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

ϕd = angolo di attrito interno (valore di progetto)

c'k = coesione drenata (valore caratteristico)

c'd = coesione drenata (valore di progetto)

Cuk = coesione non drenata (valore caratteristico)

Cud = coesione non drenata (valore di progetto)

γk = peso di volume (valore caratteristico)

γd = peso di volume (valore di progetto)

A.8.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Per la determinazione dell'azione sismica di progetto si sono utilizzati i seguenti parametri considerando, cautelativamente, una classe d'uso IV, per la presenza del bacino irriguo, e quindi un opera di importanza strategica, :

Sito in esame.

latitudine (ED50): 44,531801 longitudine: 11,053637

Classe: IV -- Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16726	Lat: 44,5095	Lon: 11,0373	Distanza: 2794,100
Sito 2	ID: 16727	Lat: 44,5110	Lon: 11,1073	Distanza: 4847,400
Sito 3	ID: 16505	Lat: 44,5609	Lon: 11,1054	Distanza: 5226,700
Sito 4	ID: 16504	Lat: 44,5595	Lon: 11.0353	Distanza: 3505,608

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 200 anni
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	120	[anni]
ag:	0,093 g	
Fo:	2,459	
Tc*:	0,282	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	201	[anni]
ag:	0,117 g	
Fo:	2,402	
Tc*:	0,286	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	1898	[anni]
ag:	0,254 g	
Fo:	2,432	
Tc*:	0,321	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	2475	[anni]
ag:	0,275 g	
Fo:	2,445	
Tc*:	0,323	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200	Cc: 1,420	St: 1,000
Kh: 0,020	Kv: 0,010	Beta: 0,180
Amax: 1.095 m/sec^2		

SLD:

Ss: 1,200	Cc: 1,410	St: 1,000
Kh: 0,034	Kv: 0,017	Beta: 0,240
Amax: 1.381 m/sec^2		

SLV:

Ss: 1,150	Cc: 1,380	St: 1,000
Kh: 0,091	Kv: 0,045	Beta: 0,310
Amax: 2.864 m/sec^2		

SLC:

Ss: 1,130	Cc: 1,380	St: 1,000
Kh: 0,096	Kv: 0,048	Beta: 0,310
Amax: 3.050 m/sec^2		

A.8.3 VERIFICHE DI STABILITÀ FRONTE DI SCAVO (LATO BACINO IRRIGUO)

Considerando che l'attività estrattiva è prevista a ridosso del bacino irriguo, dal cui ciglio viene mantenuta una distanza di rispetto superiore ai 20 metri , si è effettuata una prima verifica della scarpata di scavo su tale lato facendo riferimento alla successione stratigrafica dei terreni desunta direttamente dai risultati del sondaggio a carotaggio denominato S1_2003 ubicato sul lato est dell'area di scavo in prossimità del bacino irriguo. Tale sondaggio ha evidenziato la presenza di uno spessore di cappellaccio pari a 1.80 m, seguito da un banco ghiaioso di circa 9.8 m di spessore, che poggia su un livello limoso e limo-sabbioso di circa 2.4 m di spessore. Al di sotto è presente un ulteriore banco ghiaioso rilevato sino alla massima profondità di indagini di 15 metri. Il bacino irriguo presenta un rivestimento costituito da argilla con una scarpata di pendenza pari a 15°. Si evidenzia come sia stato inserito anche l'effetto dovuto al sovraccarico dell'arginello previsto alla sommità della parete di scavo. La scarpata di scavo è prevista con una pendenza del fronte pari a 45° e banche orizzontali della larghezza di ml 3 ogni ml 8 di altezza in verticale.

Per quanto concerne i parametri geomeccanici dei terreni, si è fatto ai seguenti valori cautelativi caratteristici e di progetto, che per quanto riguarda i terreni ghiaiosi e i terreni di impermeabilizzazione del bacino irriguo sono stati desunti dallo studio geotecnico del "progetto definitivo" del Bacino Irriguo.

Terreni	C'd kN/m^3	ϕ'd gradi	C'k kN/m^3	ϕ'kd gradi
Ghiaia naturale	0	45	0	31.38
Argille di impermeabilizzazione e rivestimento	5	22	5	17.91
Terreni di copertura (cappellaccio)	39.23	22	31.39	17.91
Terreni limosi e limo-sabbiosi	39.23	22	31.39	17.91

Tabella 7 – Parametri geotecnici terreni

La valutazione della stabilità delle scarpate di scavo è stata effettuata attraverso il programma di calcolo SSAP 2010 (Slope Stability Analisys Program), utilizzando il modello di calcolo di Morgestern 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 e in fig. 37, che confermano condizioni di sicurezza accettabili.

Verifica	Condizione	FS calcolato	R2	FS finale
Scarpata di scavo	Statica - SLV	1.393	1.1	1.27 > 1
Scarpata di scavo	dinamica - SLV	1.155	1.1	1.05 > 1

Tabella 8 – Risultati analisi di stabilità scarpate di scavo (lato bacino irriguo)

A.8.4 VERIFICHE DI STABILITÀ FRONTE DI SCAVO (SCARPATA TIPO)

E' stata effettuata anche una verifica di stabilità della scarpata tipo secondo lo stesso procedimento descritto nel paragrafo precedente, ed ottenendo i seguenti risultati (fig. 38) che confermano la buona stabilità di tale scarpata.

Verifica	Condizione	FS calcolato	R2	FS finale
Scarpata di scavo	Statica - SLV	1.425	1.1	1.30 > 1
Scarpata di scavo	dinamica - SLV	1.203	1.09	1.09 > 1

Tabella 9 – Risultati analisi di stabilità scarpate di scavo (lato bacino irriguo)

Fig. 37 - Verifica stabilità parete di scavo (lato bacino irriguo)

SSAP 4.0.5 (2011) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - CNR IRPI (FI)
SSAP/DXF generator rel. 1.0.2 (2011)

Data : 11/2/2014
Localita' : POLO 9 - CAVA CAMPAZZA
Descrizione : Verifica di stabilità parete di scavo - lato bacino irriguo
n = No. strato o lente
Sn –> Sovraccarico
Modello di calcolo : Morgenstern & Price (1965)

Parametri Geotecnici caratteristici degli strati

N.	phi`	C`	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	0	0		9.83
2	22.00	5.00	19.83	20.00
3	22.00	39.23	19.83	20.00
4	45.00	5.00	19.83	20.00
5	22.00	39.23	19.83	20.00
6	45.00	5.00	19.83	20.00

Parametri Geotecnici di progetto degli strati

N.	phi`	C`	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	0	0		9.83
2	17.91	5.00	19.83	20.00
3	17.91	31.38	19.83	20.00
4	38.66	5.00	19.83	20.00
5	17.91	31.38	19.83	20.00
6	38.66	5.00	19.83	20.00

CONDIZIONI STATICHE

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
Fs minimo : 1.393
Range Fs : 1.393 1.408
Differenza % Range Fs : 1.1
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
Campione Superfici - N.: 1000
Lunghezza media segmenti (m) : 5.9
Range X inizio generazione : 30.0 - 40.0
Range X termine generazione : 50.0 - 60.0
Livello Y minimo considerato : 21.5

CONDIZIONI DINAMICHE

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
Fs minimo : 1.155
Range Fs : 1.155 1.171
Differenza % Range Fs : 1.4
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.091

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
Campione Superfici - N.: 1000
Lunghezza media segmenti (m) : 5.9
Range X inizio generazione : 30.0 - 40.0
Range X termine generazione : 50.0 - 60.0
Livello Y minimo considerato : 21.5

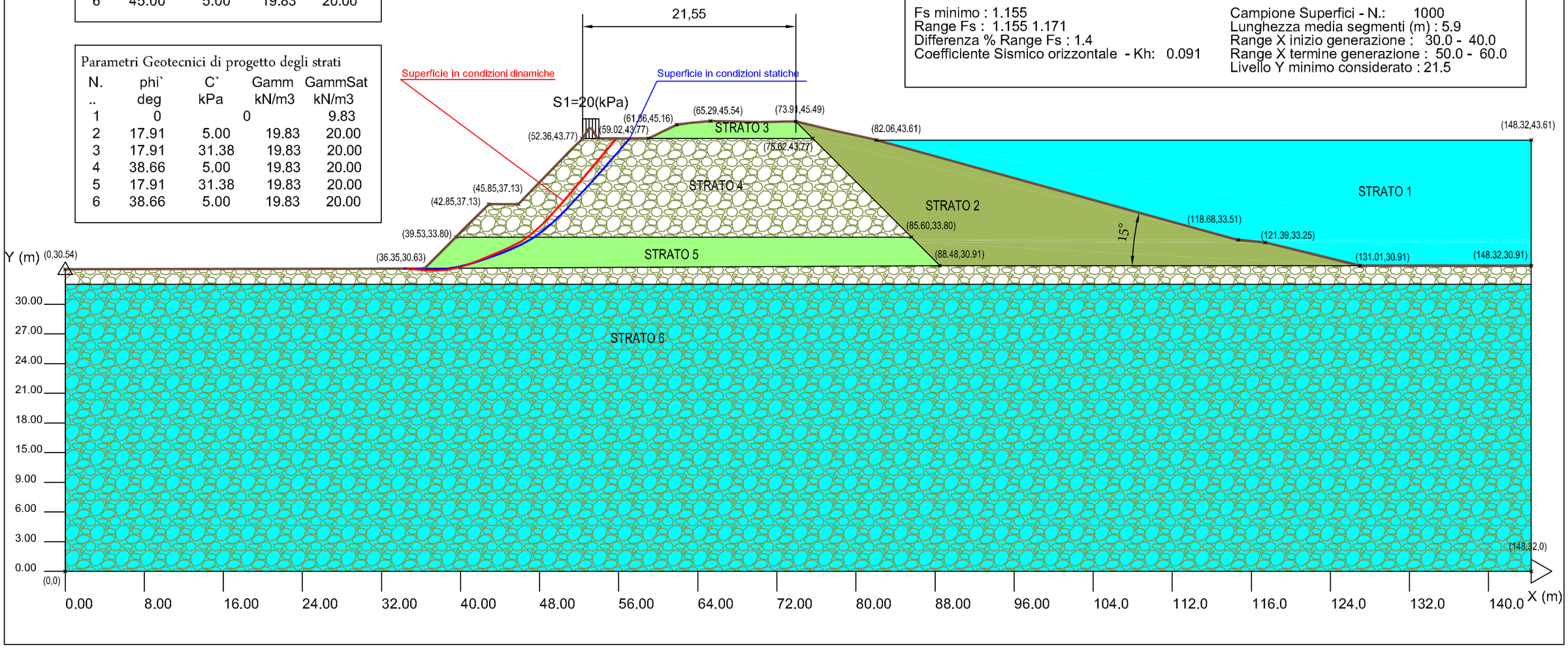


Fig. 38 - Verifica stabilità parete di scavo tipo

SSAP 4.0.5 (2011) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - CNR IRPI (FI)
SSAP/DXF generator rel. 1.0.2 (2011)

Data : 11/2/2014
Localita' : POLO 9 - CAVA CAMPAZZA
Descrizione : Verifica di stabilità parete di scavo tipo
n = No. strato o lente
Sn –> Sovraccarico
Modello di calcolo : Morgenstern & Price (1965)

Parametri Geotecnici caratteristici degli strati

N.	phi`	C`	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	22.00	39.23	19.83	20.00
2	45.00	5.00	19.83	20.00

Parametri Geotecnici di progetto degli strati

N.	phi`	C`	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	17.91	31.38	19.83	20.00
2	38.66	5.00	19.83	20.00

CONDIZIONI STATICHE

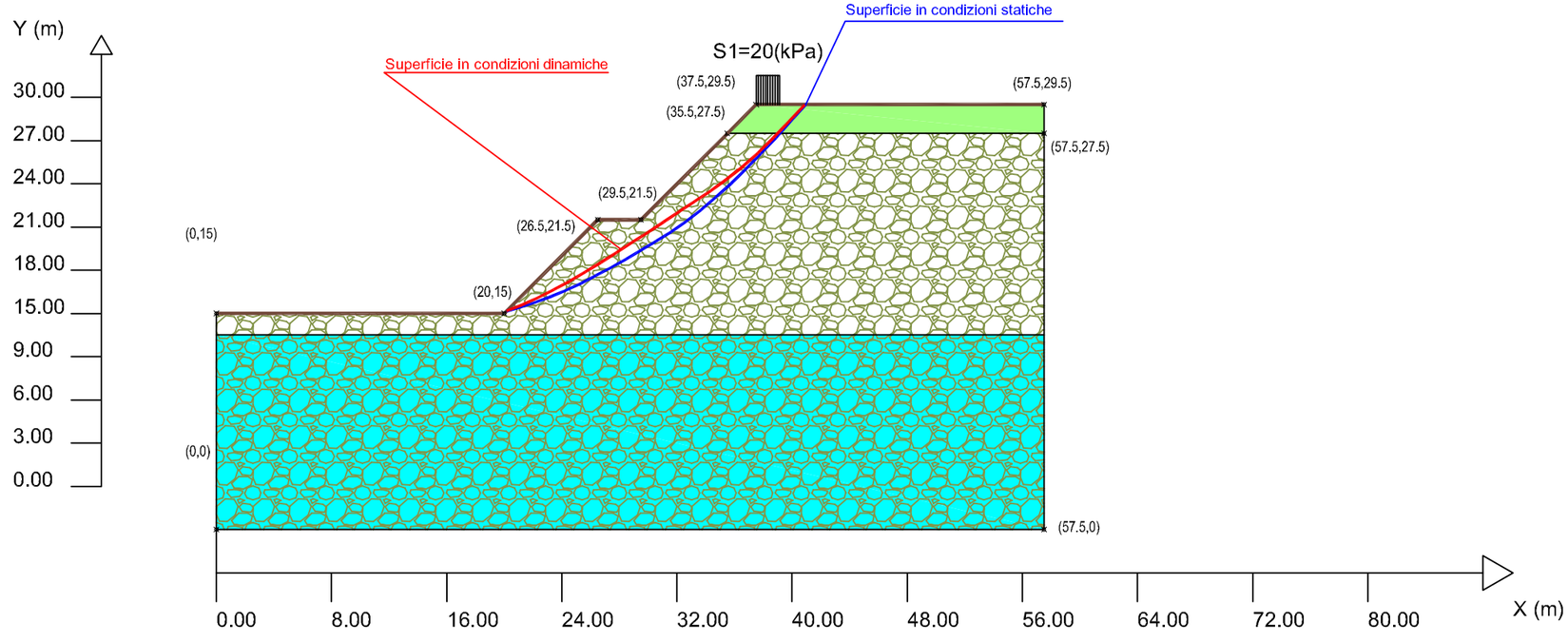
DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
Fs minimo : 1.425
Range Fs : 1.425 1.441
Differenza % Range Fs : 1.1
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
Campione Superfici - N.: 1000
Lunghezza media segmenti (m) : 2.3
Range X inizio generazione : 15.0 - 25.0
Range X termine generazione : 35.0 - 45.0
Livello Y minimo considerato : 6.3

CONDIZIONI DINAMICHE

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
Fs minimo : 1.203
Range Fs : 1.203 1.221
Differenza % Range Fs : 1.5
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.091

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
Campione Superfici - N.: 1000
Lunghezza media segmenti (m) : 2.3
Range X inizio generazione : 15.0 - 25.0
Range X termine generazione : 35.0 - 45.0
Livello Y minimo considerato : 6.3



A.8.5 VERIFICHE DI STABILITÀ SCARPATA DI RIPRISTINO

Per quanto concerne le pareti di ripristino queste ultime presentano altezza massime di circa 8.00 metri, con angoli di scarpa pari a 30°. In tale situazione (fig. 39) si sono determinati, partendo da parametri geotecnici di progetto dei terreni di riporto, i valori minimi caratteristici degli stessi parametri, tali da assicurare il raggiungimento di un grado di stabilità sufficiente.

Tali calcoli (Fig. 39), in termini di parametri caratteristi dei terreni di riporto, un valore di coesione pari a circa 13 kPa e angolo di attrito pari a 15°, valori facilmente raggiungibili con la normale compattazione meccanica del terreno durante la stesura.

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati analizzati i caratteri geologici, idrogeologici e giacimentologici di un'area ubicata nel comune di S.Cesario sul Panaro su cui è previsto un piano di coltivazione e sistemazione di una cava di ghiaia denominata “Cava Campazza”.

Dott. Geol. A. Fiori

Formigine lì, Febbraio 2014

Fig. 39 - Verifica stabilità parete di ripristino

SSAP 4.0.5 (2011) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - CNR IRPI (FI)
SSAP/DXF generator rel. 1.0.2 (2011)

Data : 25/02/2014
Localita' : POLO 9 - CAVA CAMPAZZA
Descrizione : Verifica di stabilità parete di ripristino
n = No. strato o lente
Sn --> Sovraccarico
Modello di calcolo : Morgenstern & Price (1965)

Parametri geotecnici di progetto degli strati

N.	phi`	C`	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	12.00	10.50	19.83	20.00
2	39.66	5.00	19.83	20.00

Parametri geotecnici caratteristici degli strati

N.	phi`	C`	Gamm	GammSat
..	deg	kPa	kN/m3	kN/m3
1	15.00	13.00	19.83	20.00
2	45.00	5.00	19.83	20.00

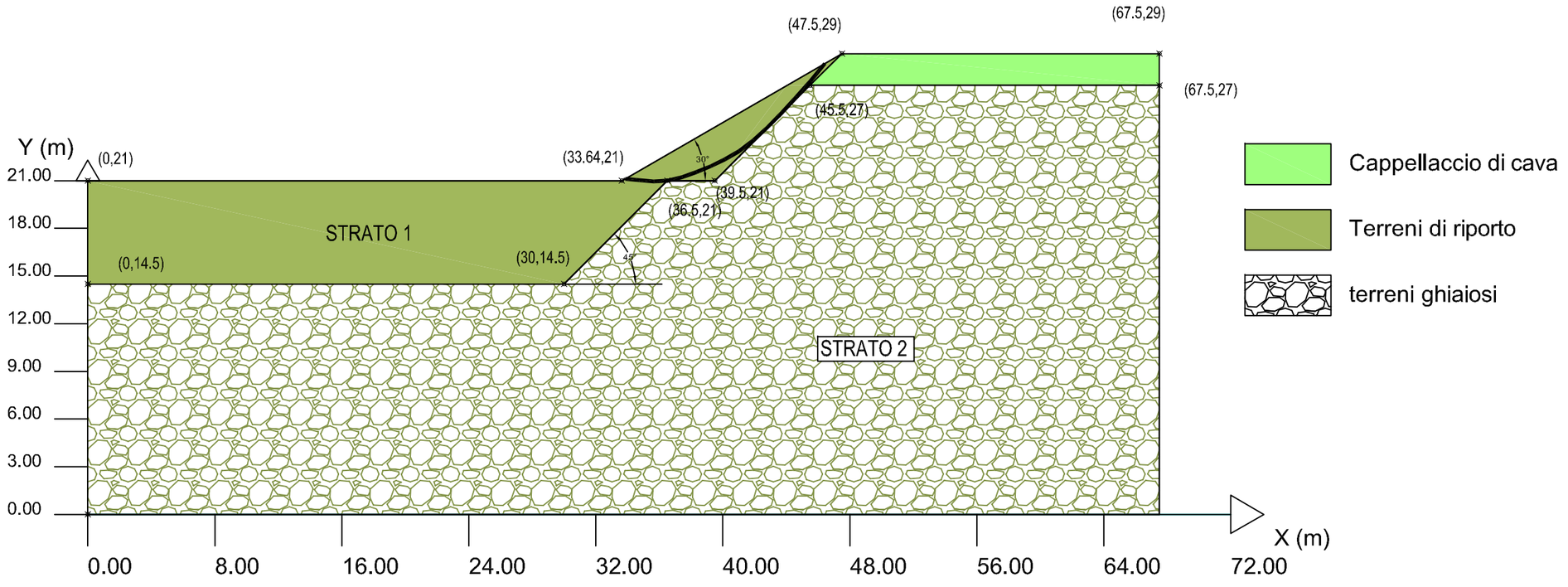
CONDIZIONI DINAMICHE

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.104
Range Fs : 1.104 - 1.112
Differenza % Range Fs : 0.7
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.091

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
Lunghezza media segmenti (m) : 2.7
Range X inizio generazione : 24.0 - 40.0
Range X termine generazione : 45.0 - 55.0
Livello Y minimo considerato : 5.8



INDICE

1. DEFINIZIONE AREA DI INTERVENTO 1

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE 3

3. LITOLOGIA DI SUPERFICIE 6

A.3.1 PEDOLOGIA 7

4. TETTO DELLE GHIAIE 9

5. GIACIMENTOLOGIA 16

6. IDROGRAFIA 16

A.6.1 RETICOLO IDROGRAFICO 16

7. IDROGEOLOGIA 19

A.7.1 GENERALITA' 19

A.7.2 MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE 21

A.7.3 FALDA IN PRESSIONE 23

A.7.3.1 CHIMISMO ACQUE SOTTERRANEE 27

A.7.4 FALDA FREATICA 29

A.7.5 INTERFERENZE CON ATTIVITA' ESTRATTIVA 32

A.7.6 VULNERABILITA' ACQUIFERO 35

A.7.7 PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE 37

8. VERIFICHE DI STABILITÀ SCARPATE 41

A.8.1 GENERALITA' 41

A.8.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO 42

A.8.3 VERIFICHE DI STABILITÀ FRONTE DI SCAVO (LATO BACINO IRRIGUO) 43

A.8.4 VERIFICHE DI STABILITÀ FRONTE DI SCAVO (SCARPATA TIPO) 44

A.8.5 VERIFICHE DI STABILITÀ SCARPATA DI RIPRISTINO 47

9. CONCLUSIONI 47

INDICE FIGURE

Figura 1 - Estratto C.T.R. scala 1:25.000 1

Figura 2 - Estratto C.T.R. scala 1:25.000 2

Figura 3 - Carta geologica schematica dell'area del Fiume Panaro 3

Figura 4 – Sezioni litostratigrafiche 4

Figura 5 – Carta della base del pliocene 5
Figura 6 – Carta neotettonica 6
Figura 7 – Estratto dalla "Carta della litologia di superficie della pianura modenese" di P. Fazzini, G. Gasperi e R. Gelmini – 1976 – 7
Figura 8 – Estratto dalla "Carta dei suoli della pianura modenese" RER-Provincia di Modena, 1993 8
Figura 9 – Prove penetrometriche dinamiche (da 1 alla 6) 10
Figura 10 – Prove penetrometriche dinamiche (da 7 alla 11 - 29) 11
Figura 11 – Stratigrafia sondaggio S1_2003) 12
Figura 12 – Stratigrafia sondaggio S2_2003) 13
Figura 13 – Stratigrafia sondaggio S3_2003) 14
Figura 14 – Carta delle isobate del tetto delle ghiaie 15
Figura 15 – Carta idrografia superficiale 18
Figura 16 – Spessore dell'acquifero principale 19
Figura 17 – Quadro geologico-stratigrafico e cronostratigrafico (Regione Emilia Romagna) 20
Figura 18 – Base dell'acquifero 20
Figura 19 – Dati stratigrafici pozzi 22
Figura 20 – Andamento piezometrico falda in pressione (Giugno 2003) 23
Figura 21 – Andamento piezometrico falda in pressione (Febbraio 2014) 25
Figura 22 – Soggiacenza falda 26
Figura 23 – Conducibilità (>S/cm) (media 2011) Figura 24 – Durezza (°F) (media 2011) 27
Figura 25 – Solfati (mg/l) (media 2011) Figura 26 – Cloruri (mg/l) (media 2011) 28
Figura 27 – Nitrati (mg/l) (media 2010) Figura 28 –Nitrati (mg/l) (media 2011) 28
Figura 29 – Rete di monitoraggio esistente Polo 9 29
Figura 30 – Andamento piezometrico falda freatica (07/02/2014) 31
Figura 31 – Andamento nitrati nella falda freatica 32
Figura 32 – Carta della soggiacenza della falda freatica con indicazione della massima profondità di scavo come da Accordo 2013 33
Figura 33 – Interferenza scavo e livello della falda 34
Figura 34 – Estratto "Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento dei conoidi dei fiumi Panaro e Secchia" 35
Figura 35 – Estratto PTCP Carte di vulnerabilità ambientale - Tavola 3.1.2 36
Figura 36 – Rete di monitoraggio acque sotterranee 37
Figura 37 – Verifica stabilità parete di scavo (lato bacino irriguo) 45
Figura 38 – Verifica stabilità parete di scavo tipo 46
Figura 39 – Verifica stabilità parete di ripristino 48