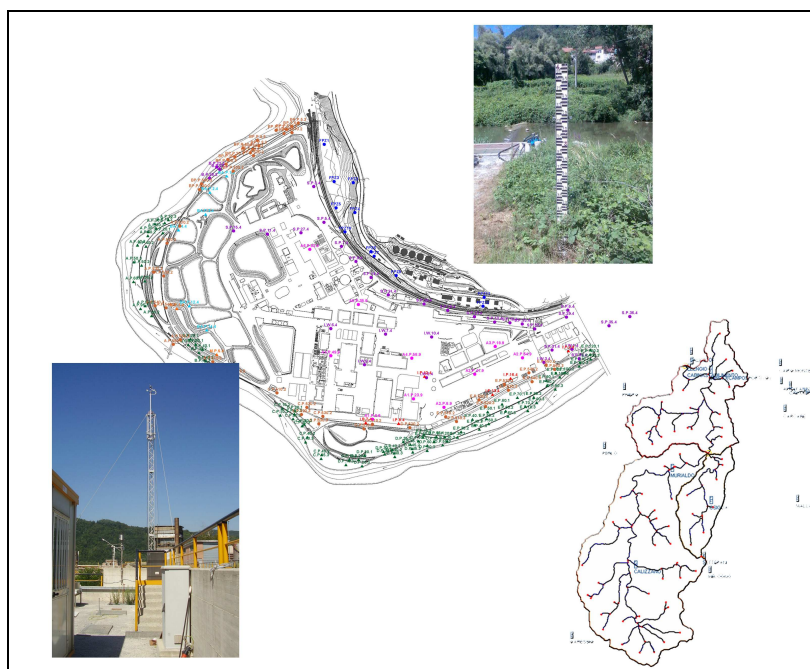




## Provincia di Savona

### Centro di Competenza Idrologica ed Idrogeologica

di cui al Provvedimento 77/06 del Commissario Delegato  
Acna



### Linee guida per la predisposizione del sistema di monitoraggio quali – quantitativo del sito ex Acna di Cengio

<b>Approvato</b>			
<b>Controllato</b>	Ing. S. La Barbera		
<b>Redatto</b>	Ingg. A. Cesio, M. Mariotti, L. Mongiardino		
<b>Rev.</b>	0		09/05/08



## **SOMMARIO**

<b>Premessa metodologica</b>	<b>4</b>
<b>1. Sottosistema di rilevamento delle grandezze meteo-climatiche</b>	<b>5</b>
<b>2. Sottosistema di rilevamento delle grandezze idrometriche</b>	<b>8</b>
<b>3. Rete di monitoraggio idrogeologico ed idrochimico</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Criteri di localizzazione dei punti di misura delle acque sotterranee</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1 Zona A1</b>	<b>12</b>
<b>3.1.2 Zona A2</b>	<b>15</b>
<b>3.1.3 Zona A3</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Caratteristiche dei punti di misura</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Strumentazione in continuo</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Definizione tipologica di misure idrochimiche</b>	<b>28</b>
<b>Allegato 1</b>	<b>PROBLEMATICHE RELATIVE ALLE OPERE DI CINTURAZIONE DEL SITO ACNA DI CENGIO-SALICETO ED AL CICLO DELLE ACQUE. PROGETTO DI MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLA PIEZOMETRIA E DEI LIVELLI IDROMETRICI</b>
<b>Allegato 2</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DELLA STAZIONE IDROMETRICA</b>
<b>Allegato 3</b>	<b>PLANIMETRIA INDICATIVA DEL POSIZIONAMENTO DEI PUNTI DI MISURA PER IL MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL SITO</b>
<b>Allegato 4</b>	<b>TABELLA INDICATIVA DEL POSIZIONAMENTO DEI PUNTI DI MISURA PER IL MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL SITO</b>
<b>Allegato 5</b>	<b>SONDAGGI DI RIFERIMENTO PER L'UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA</b>

## SOMMARIO DELLE FIGURE

FIGURA 1: UBICAZIONE DELLA CENTRALINA DI MONITORAGGIO METEO-CLIMATICA. IN VERDE L'UBICAZIONE PRECEDENTE, IN ROSSO L'ATTUALE POSIZIONAMENTO.....	5
FIGURA 2: UBICAZIONE DI TUTTI I PIEZOMETRI ESISTENTI ALL'ESTATE 2006. IN ARANCIONE I PIEZOMETRI ATTUALMENTE SOTTOPOSTI A MONITORAGGIO IN CONTINUO, LATO MONTE FERROVIA .....	11
FIGURA 3: LOCALIZZAZIONE DEI PIEZOMETRI PREVISTI IN ZONA A1 .....	14
FIGURA 4: PIEZOMETRI STATO ATTUALE (ZONE A1- A2 E ZONA PALAZZO ROSSO ESTATE 2006), IN PARTICOLARE IN NERO I PIEZOMETRI MONITORATI IN CONTINUO.....	17
FIGURA 5: ISOPIEZOMETRICHE 2006 .....	18
FIGURA 6: VISUALIZZAZIONE TRIDIMENSIONALE DEL PIANO DI FALDA DEL 2006.....	19
FIGURA 7: CONFRONTO TRA LE ISOPIEZOMETRICHE DEL 2006 (IN BLU) E QUELLE RICAVATE IPOTIZZANDO DI MISURARE I LIVELLI DI FALDA AVVALENDOSI DEI NUOVI 25 PIEZOMETRI DA ATTREZZARE PER IL MONITORAGGIO IN CONTINUO (IN AZZURRO) .....	23
FIGURA 8: MAPPATURA DELLE DIFFERENZE TRA IL PIANO DI FALDA DEL 2006 E QUELLO RICAVATO CON LE MISURE RICAVATE DAI NUOVI 25 PIEZOMETRI DA ATTREZZARE PER IL MONITORAGGIO IN CONTINUO. ....	24
FIGURA 9: LOCALIZZAZIONE DEI PIEZOMETRI PREVISTI IN ZONA A3 .....	26

## **SOMMARIO DELLE TABELLE**

TABELLA 1: ELENCO DEI PIEZOMETRI LATO MONTE FERROVIA MONITORATI IN CONTINUO .....	10
TABELLA 2: ELENCO DEI PIEZOMETRI PREVISTI IN ZONA A1 .....	13
TABELLA 3: ELENCO DELLE LETTURE PIEZOMETRICHE SCARTATE .....	16
TABELLA 4: PIEZOMETRI PREVISTI PER LA STRUMENTAZIONE IN CONTINUO IN ZONA A2 .....	21
TABELLA 5: DIFFERENZE DI LETTURE PREVISTE CALCOLATE IN CORRISPONDENZA DEI 25 PIEZOMETRI PROPOSTI PER IL MONITORAGGIO IN CONTINUO.....	22
TABELLA 6: ELENCO DEI PIEZOMETRI PREVISTI IN ZONA A3.....	25

## **Premessa metodologica**

La messa in opera di un sistema di monitoraggio idro – meteo – climatico globale per lo stabilimento ex Acna di Cengio, necessita la considerazione di molteplici fattori derivanti dalle differenti caratteristiche delle zone da monitorare e dalle condizioni idrogeologiche a contorno del sito.

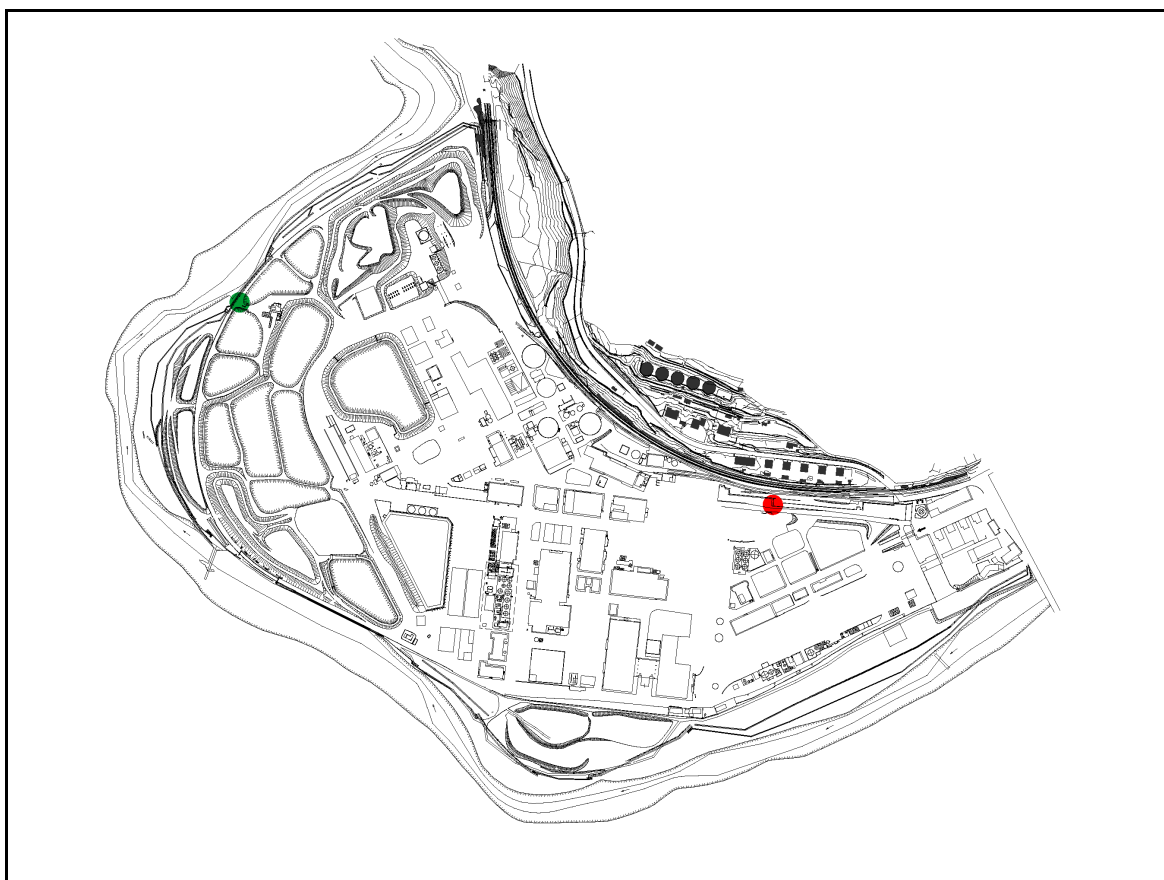
Sinteticamente si possono elencare i criteri generali su cui basare un progetto di monitoraggio complessivo:

- Il sito dovrà essere monitorato per lungo tempo in quanto trattasi di interventi di mezza in sicurezza permanente, per la zona A1, che quindi assumerebbe carattere assimilabile ad una discarica da monitorare per almeno 30 anni, bonifica con misure di sicurezza per la zona A2 e bonifica per la zona A3;
- Deve essere controllato ogni componente del ciclo delle acque dal punto di vista quantitativo e qualitativo;
- I dati devono essere acquisiti in modo quanto più possibile automatico e gestiti in modo informatizzato;
- Il sistema di monitoraggio in continuo dovrà essere caratterizzato da un'architettura "aperta" nei confronti di dati di altri sistemi di misura e dovrà essere implementato ed integrato da un sistema di monitoraggio e controllo degli ingressi ed uscite dei flussi idrici sul Fiume Bormida di Millesimo.

Scopo del presente documento è quello di proporre delle linee guida cui poter far riferimento per la redazione di un progetto di monitoraggio globale che tenga conto delle problematiche sopra illustrate, che miri alla realizzazione di un sistema agevolmente controllabile dagli amministratori del sito una volta terminata la fase di gestione commissariale e che sia comunque interfacciabile con i sistemi di monitoraggio ambientale predisposti e curati dagli enti preposti alla gestione del territorio.

## 1. Sottosistema di rilevamento delle grandezze meteo-climatiche

Negli anni '90 è stata installata una stazione per il rilevamento dei dati meteo-climatici all'interno dello stabilimento ex - Acna di Cengio in prossimità della zona di scarico a fiume (Basso Piave), successivamente nel 2007 la stessa è stata spostata e riposizionata in corrispondenza del raccordo ferroviario che collega direttamente lo stabilimento alla linea Torino - Savona come si può osservare nella seguente Figura 1.



**Figura 1: Ubicazione della centralina di monitoraggio meteo-climatica. In verde l'ubicazione precedente, in rosso l'attuale posizionamento.**

La stazione ha la funzione di fornire i dati meteo - climatici essenziali alla valutazione del bilancio idrico del sito contaminato nonché al controllo della regimazione, del ruscellamento e dell'infiltrazione delle acque piovane nell'area del sito stesso. Inoltre essa deve provvedere alla registrazione dei dati necessari alla valutazione dei flussi tra suolo ed atmosfera, precipitazione ed evapotraspirazione, con scala temporale sufficiente a garantire un'accurata valutazione dei flussi in uscita per evapotraspirazione, da un lato e, dall'altro, dei valori di precipitazione, anche in caso di

piogge di forte intensità e breve durata. Sia l'installazione strumentale, sia la gestione operativa del sistema di acquisizione devono quindi rispondere in modo efficace ed efficiente a tali scopi.

Gli strumenti di misura delle grandezze meteo-climatiche ed ambientali sono alloggiati in una cabina dotata di PC per l'acquisizione dei segnali. La trasmissione degli stessi al Centro Elaborazione Dati presso la palazzina della Direzione di stabilimento avviene via modem.

Attualmente le grandezze misurate in continuo sono:

- temperatura dell'aria [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- umidità relativa dell'aria [%]
- pressione atmosferica [hPa]
- velocità del campo di vento [m/s]
- direzione del vento [angolo]
- radiazione solare globale [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]
- altezza di precipitazione [mm]
- radiazione solare netta [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]
- evaporazione [mm]

Inoltre in due contenitori, riempiti l'uno con terreno proveniente dall'area A2 e l'altro con terreno vegetale pulito, sollecitati dalle diverse condizioni atmosferiche vengono misurati:

- contenuto idrico
- temperatura
- flusso termico [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

Facendo riferimento ad un documento, con relativo allegato, trasmesso dal Commissario Delegato in data 15 febbraio 2006, a Syndial, e qui riportato come allegato 1, dal titolo "Problematiche relative alle opere di cinturazione del sito ACNA di Cengio-Saliceto ed al ciclo delle acque – Progetto di monitoraggio in continuo della piezometria e dei livelli idrometrici", le grandezze attualmente monitorate in continuo necessitano di essere integrate di:

- Analizzatore di gas – Igrometro Krypton
- Anemometro sonico 3D



Si fa inoltre presente che delle quattro sonde per il monitoraggio umidità del suolo previste nel sopraccitato documento attualmente ne sono in funzione solamente due installate all'interno dei contenitori descritti e che inoltre tale sistema andrebbe implementato con 3-4 sensori posti a diverse profondità nel mezzo insaturo in modo da risultare non confinati.

## **2. Sottosistema di rilevamento delle grandezze idrometriche**

I livelli idrometrici del fiume Bormida di Millesimo sono attualmente registrati dalle stazioni poste in corrispondenza di Murialdo (SV) e Camerana – Gabutti (CN) rispettivamente gestite da ARPAL e ARPAP.

In quest'ambito, emerge la necessità di predisporre una stazione idrometrica sul corso d'acqua che sia in grado di monitorare i flussi idrici interessanti il tratto di Bormida prospiciente il sito. A tal fine si propone, come sezione utile per l'installazione di questa nuova stazione idrometrica, la sezione della traversa ACNA posta a monte di ponte Santa Barbara.

Dai diversi studi idraulici realizzati per valutare l'interferenza delle opere idrauliche poste a cinturazione e difesa del sito con la corrente alveata del fiume Bormida, si è potuto osservare come la traversa stessa rappresenti una sezione di controllo per portate fino a  $850 \text{ m}^3/\text{s}$  (portata di picco dell'idrogramma cinquantennale), mentre risulti interessata dal rigurgito provocato dal restringimento di sezione indotto da ponte Santa Barbara per portate maggiori.

Considerata la “quasi” cilindricità del tratto di alveo a monte della traversa, le caratteristiche della corrente e l'evidente indeformabilità della sezione stessa durante il passaggio di eventi di piena, la scelta della sezione della traversa appare particolarmente indicata. Si sottolinea che comunque, in fase di progettazione della stazione idrometrica, andranno attentamente valutati gli effetti di non stazionarietà degli eventi di piena tipicamente registrabili dalla sezione, nonché l'eventuale influenza morfodinamica sulla scala di deflusso associabile alla sezione idrometrica che in questo caso è lecito presupporre solo per portate estreme, quando cioè il deflusso in corrispondenza della traversa risulta influenzato dalle condizioni di valle.

Per una migliore comprensione di quanto sopra detto, si può affermare che in linea generale la scala di deflusso in una sezione generica di un alveo fluviale è influenzabile: i) dagli effetti di non parallelismo tra la superficie libera e la linea dei carichi totali, ii) dagli effetti di non stazionarietà della corrente, iii) dai fenomeni morfodinamici tipici degli alvei naturali. Nel caso qui esaminato gli effetti di non parallelismo associabili al trasporto di sedimenti pressoché nullo nel tratto a monte della traversa, sono osservabili già dall'analisi dei profili di corrente di moto permanente e conducono alla formazione di un profilo di chiamata alla profondità critica della corrente in corrispondenza della sezione di soglia (ed è proprio l'effetto che, in questo caso fa protendere verso la scelta di questa sezione per la collocazione della stazione idrometrica); gli effetti di non

stazionarietà, evidentemente associabili in linea teorica ad una qualsiasi onda di piena, possono condurre alla non univocità del legame tra portata defluente e profondità della corrente in corrispondenza della scala di deflusso (tali effetti sono quantificabili con discreta accuratezza per mezzo dello studio del “cappio di piena” alla sezione considerata); infine, l’influenza della morfodinamica fluviale sul legame portata – profondità può condurre a fenomeni di “traslazione” della stessa scala di deflusso a seconda del comportamento del fondo immediatamente a valle del salto di fondo (in questo caso tale influenza andrebbe valutata principalmente per eventi caratterizzati da portate maggiori della portata cinquantennale).

Dopo aver valutato in fase progettuale il corretto posizionamento della sezione di misura e quantificato l’influenza dei diversi fattori sopra enunciati sul funzionamento della stessa, si ritiene che una nuova stazione idrometrica debba essere comunque interfacciabile alle reti di monitoraggio idrometrico attualmente presenti e gestite dalle Agenzie per l’Ambiente Liguri e Piemontesi. A tal proposito, in allegato 2 sono riportate le specifiche tecniche degli strumenti di più recente concezione installati da ARPAL.

### **3. Rete di monitoraggio idrogeologico ed idrochimico**

Il monitoraggio del livello della falda superficiale nei depositi posti al di sopra del substrato marnoso all’interno del sito è attualmente condotto attraverso le letture dei numerosi piezometri ubicati all’interno dello stabilimento e nelle aree esterne adiacenti.

In particolare si possono individuare:

- piezometri interni allo stabilimento (zona A1 – A2): il monitoraggio dei livelli raggiunti dalla falda è finalizzato sia a verificare che la quota piezometrica si mantenga al di sotto dei valori indicati dal Piano di Caratterizzazione (agosto 2000) per quanto riguarda la zona A2, sia a monitorare il battente idrico presente nella zona A1 al fine di minimizzarne l’entità.
- piezometri posti lungo il muro arginale di cinturazione del sito lato fiume Bormida e lungo il diaframma plastico in zona golenale A3: installati e monitorati per verificare la tenuta idraulica delle opere citate. Con le dovute cautele possono fornire utili informazioni per il monitoraggio dei livelli di falda, unitamente ai piezometri interni al sito, tenendo conto che risentono dell’attività dei pozzi di emungimento posizionati lungo le opere di tenuta già citate. Per il controllo del

sistema di contenimento e drenaggio del percolato, sono state realizzate terne/coppie di piezometri interne ed esterne alle opere di sbarramento così organizzate: la prima unità (piezometro interno, ove esistente) si trova all'interno dello stabilimento adiacente al muro di cinturazione (ad es. A.P.10.1), la seconda unità (piezometro intermedio) adiacente al muro, ma al di fuori dello stabilimento e ricadente all'interno della barriera di contenimento sommersa (ad es. A.P.10.2) e la terza unità (piezometro esterno) al di fuori della vecchia barriera in area golenale (ad es. A.P.10.3).

- altri piezometri al di fuori del sito che si trovano nelle immediate vicinanze di Palazzo Rosso (piazza, abitato di Cengio e ponte Donegani): sono utilizzati per valutare le ingressioni verso lo stabilimento e per la progettazione dell'opera di riduzione delle stesse.
- piezometri collocati al di fuori dello stabilimento, lato monte ferrovia: utilizzati per valutare i livelli di falda, i flussi in ingresso da monte verso lo stabilimento e per progettare le opere necessarie alla riduzione delle ingressioni lato monte. Alcuni di questi piezometri, sono stati attrezzati con sensori per il monitoraggio in continuo (si veda Tabella 1) e grazie ad un sistema di acquisizione e trasmissione dati appositamente approntato, forniscono in tempo reale i livelli di falda misurati. Il software di interfaccia, installato presso Syndial e la Sala di Controllo di Palazzo Rosso, consente inoltre di accedere al database storico e di estrapolare i dati pregressi (dal giugno 2005).

<b>PIEZOMETRI ATTUALMENTE MONITORATI IN CONTINUO</b>			
<b>Vecchio ID</b>	<b>ID punto</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Latitudine</b>
FPZ1	F.P.1.9	1434861.230	4916032.320
FPZ2	F.P.2.9	1434964.640	4915929.860
FPZ3	F.P.3.9	1434890.750	4915923.850
FPZ6	F.P.6.9	1435015.190	4915720.740
FPZ10	F.P.10.9	1434938.350	4915775.810
FPZ12	F.P.12.9	1435327.840	4915557.440
A6104P	A6.P.104.9	1435148.895	4915608.100
A6105P	A6.P.105.9	1435394.949	4915556.798

**Tabella 1: Elenco dei piezometri lato monte ferrovia monitorati in continuo**



Figura 2: Ubicazione di tutti i piezometri esistenti all'estate 2006. In arancione i piezometri attualmente sottoposti a monitoraggio in continuo, lato monte ferrovia

### **3.1 Criteri di localizzazione dei punti di misura delle acque sotterranee**

Rispetto al monitoraggio attuale, brevemente descritto nel paragrafo precedente, nell'ottica della predisposizione di un sistema di controllo globale a medio/lungo periodo delle acque sotterranee, si descrive nei paragrafi successivi, una proposta di razionalizzazione e rilocalizzazione dei punti di misura elaborata dal Centro di Competenza Idrologica ed Idrogeologica, dietro supervisione dello staff tecnico del Commissario Delegato.

Secondo i criteri di seguito specificati per ognuna delle tre distinte zone da monitorare zona A1, zona A2 e zona A3, si differenziano i diversi punti di monitoraggio.

Il posizionamento globale dei punti di misura descritti nel seguito è osservabile nella tavola riportata come allegato 3 alla presente relazione ed è sintetizzato nella tabella in allegato 4.

In allegato 5 sono riportati i certificati stratigrafici dei sondaggi di riferimento per la localizzazione dei punti di misura.

#### **3.1.1 Zona A1**

Quest'area, compresa fra il muro di contenimento lato Bormida ed il setto di separazione zona A1-A2, è caratterizzata dalla completa disconnessione idraulica con il resto del sito e delle aree circostanti. Per tale ragione si è previsto che nel tempo il battente idrico al di sotto di essa rimarrà costante, anche se verranno mantenuti attivi i pozzi di emungimento in caso di ingressioni lato monte e zona A2, posti in corrispondenza della trincea drenante a tergo del muro di contenimento, con lo scopo di verificare nel tempo i livelli piezometrici all'interno dei pozzi e controllare la qualità chimica delle acque.

Proprio a causa di eventuali ingressioni, sebbene di ridotta entità, si propone la realizzazione di tre file di piezometri indicativamente parallele fra loro e posizionate lungo la direttrice nord – sud, ubicate nell'ordine:

- a valle del muro di separazione zona A1-A2;
- nella fascia centrale della Zona A1;
- a monte del muro di contenimento lato Bormida.

I criteri seguiti nella scelta del posizionamento dei piezometri sono stati i seguenti:

- sovrapposizione con le linee isopiezometriche osservate tramite le letture della campagna di monitoraggio dell'estate 2006;
- analisi della profondità del substrato marnoso in modo tale che la profondità della marna rispetto al piano campagna del 2006 sia minimo di tre metri;
- posizionamento dei piezometri in corrispondenza di sondaggi esistenti corredati da relativa stratigrafia.

Lo scopo di tale sistemazione planimetrica è l'osservazione di eventuali infiltrazioni derivanti o dalla zona A2 (in caso di mancata tenuta idraulica del diaframma di separazione tra le due zone) o da lato monte. Tali ingressioni, scorrendo al di sotto della zona A1, seguendo l'andamento del substrato marnoso, tenderebbero ad accumularsi verso il muro di contenimento lato fiume, attraversando quindi tutte le tre file di piezometri in grado fornire indicazioni sulla quantità di inquinanti dilavanti lungo il percorso per mezzo di un confronto delle relative analisi di ogni diversa batteria di piezometri.

Il piezometro denominato P\_24, posizionato a ridosso del setto di separazione A1-A2, è accoppiato al piezometro P\_24bis, posto in zona A2, con lo scopo specifico di verificare la tenuta idraulica del setto di separazione A1-A2.

Si riportano di seguito la Tabella 2 indicativa dell'ubicazione dei piezometri da attrezzare in continuo nonché dei rispettivi riferimenti stratigrafici e la Figura 3, in cui è possibile osservare la dislocazione degli stessi piezometri in zona A1.

Nome	Sondaggio di riferimento	X	Y
P_23	A6B.S.85.9	1434797.684	4915890.99
P_24	A6B.S.31.9	1434816.998	4915638.835
P_25	A4B.S.20.9	1434795.640	4915462.838
P_26	A4B.S.5.9	1434820.510	4915366.349
P_27	DI.P.4.4	1434642.900	4915847.440
P_28	A6B.S.32.9	1434592.302	4915665.969
P_29	BA.P.17.4	1434686.460	4915387.730
P_30	BA.P.3.4	1434520.167	4915839.238
P_31	BA.P.9.4	1434398.770	4915620.110

**Tabella 2: elenco dei piezometri previsti in zona A1**



Figura 3:localizzazione dei piezometri previsti in zona A1



### 3.1.2 Zona A2

A differenza della zona A1, schematizzabile teoricamente, a meno di falle nelle barriere idrauliche predisposte, in un volume impermeabile, la zona A2 è rappresentabile come un volume idraulicamente aperto. Ciò significa che è in grado di assorbire, soprattutto tramite la superficie del piano di campagna, una certa quantità di acqua strettamente correlata alle pluviometrie del sito e tale da alimentare la falda sub-superficiale, che risulterebbe comunque contenuta nei confini del dominio fisicamente individuati dal setto di separazione A1-A2, dall'opera di contenimento lato Bormida e dall'opera per la riduzione delle ingressioni lato monte e Ponte Donegani.

Tenendo presente quello che sarà lo scenario futuro per la zona A2 dal punto di vista delle acque di falda, al fine di valutare l'applicabilità della proposta di localizzazione di circa ventidue piezometri da attrezzare per misurazioni in continuo in zona A2 già trasmessa dal Centro di Competenza agli Uffici Commissariali in data 24/07/2007 <sup>(1)</sup>, si è svolto, in quest'ambito, un ulteriore studio finalizzato alla valutazione dell'accuratezza della restituzione delle piezometrie in zona A2 sulla base della nuova serie di punti di misura proposti.

Nel dettaglio, si è provveduto a comparare le piezometrie ottenute mediante interpolazione dei dati ricavati dalle campagne di monitoraggio complessive di luglio e agosto 2006 con la superficie della falda, ricavata sulla sola zona A2, ottenuta sempre tramite un'interpolazione condotta però sui dati associabili ai soli nuovi piezometri proposti.

Punto di partenza è stata la superficie della falda, ricostruita dal Centro di Competenza e contenuta nel documento di cui alla nota (1), utilizzando i dati registrati dai piezometri interni alla zona A1 e A2 ed alcuni ubicati nel piazzale antistante Palazzo Rosso durante la campagna di monitoraggio svoltasi nel periodo luglio-agosto 2006 (si veda Figura 4). Per la ricostruzione della superficie della falda si è provveduto a scartare le letture dei piezometri asciutti e le misure che presentavano anomalie quali il mal funzionamento del piezometro (per es. piezometro distrutto) o evidenti valori incompatibili probabilmente derivanti da erronee trascrizioni del dato (si veda Tabella 3).

In particolare i piezometri che sono stati scartati durante il processo di interpolazione per la definizione dell'andamento della superficie di falda sono i seguenti:

---

<sup>(1)</sup> Documento dal titolo: "Rapporto sul sistema di monitoraggio quantitativo globale del sito ex-Acna di Cengio e valutazioni idrauliche e morfodinamiche preliminari inerenti la sistemazione delle aree A3"

<b>ID PIEZOMETRO</b>	<b>ZONA</b>	<b>LONGITUDINE</b>	<b>LATITUDINE</b>	<b>MISURAZIONE</b>
BA.P.12.4	A1	1434475.843	4915561.374	asciutto
BA.W.13.4	A1	1434605.2	4915379.741	7.67
BA.W.13.4	A1	1434605.2	4915379.741	7.26
M.P.1.4	A1	1434433.873	4915563.547	17.33
S.P.11.4	A1	1434696.065	4915779.078	distretto
S.P.14.4	A2	1435013.363	4915654.727	2.31
S.P.15.4	A1	1434597.849	4915780.275	asciutto
S.P.18.4	A2	1435221.842	4915557.500	3.69

**Tabella 3: Elenco delle letture piezometriche scartate**

Un'osservazione a parte meritano i piezometri S.P. 14.4 e S.P. 18.4 in quanto, pur avendo registrato valori in apparenza corretti, restituiscono un innalzamento improvviso ed ingiustificato della superficie della falda. Successivi approfondimenti hanno dimostrato che per S.P. 18.4 la parte fenestrata dello strumento è intestata su marna, da qui la sua eliminazione ai fini della ricostruzione del piano di falda, mentre per S.P. 14.4 lo studio della relativa stratigrafia non ha evidenziato alcuna situazione critica, per cui lo si è eliminato ai fini della restituzione della superficie della falda con riserve relativamente ad ulteriori studi ed approfondimenti.

La superficie della falda (si vedano Figura 5 e Figura 6) è stata ricostruita attraverso l'interpolazione delle misure piezometriche col metodo del Krigging.



Figura 4: Piezometri stato attuale (zone A1- A2 e zona Palazzo Rosso estate 2006), in particolare in nero i piezometri monitorati in continuo

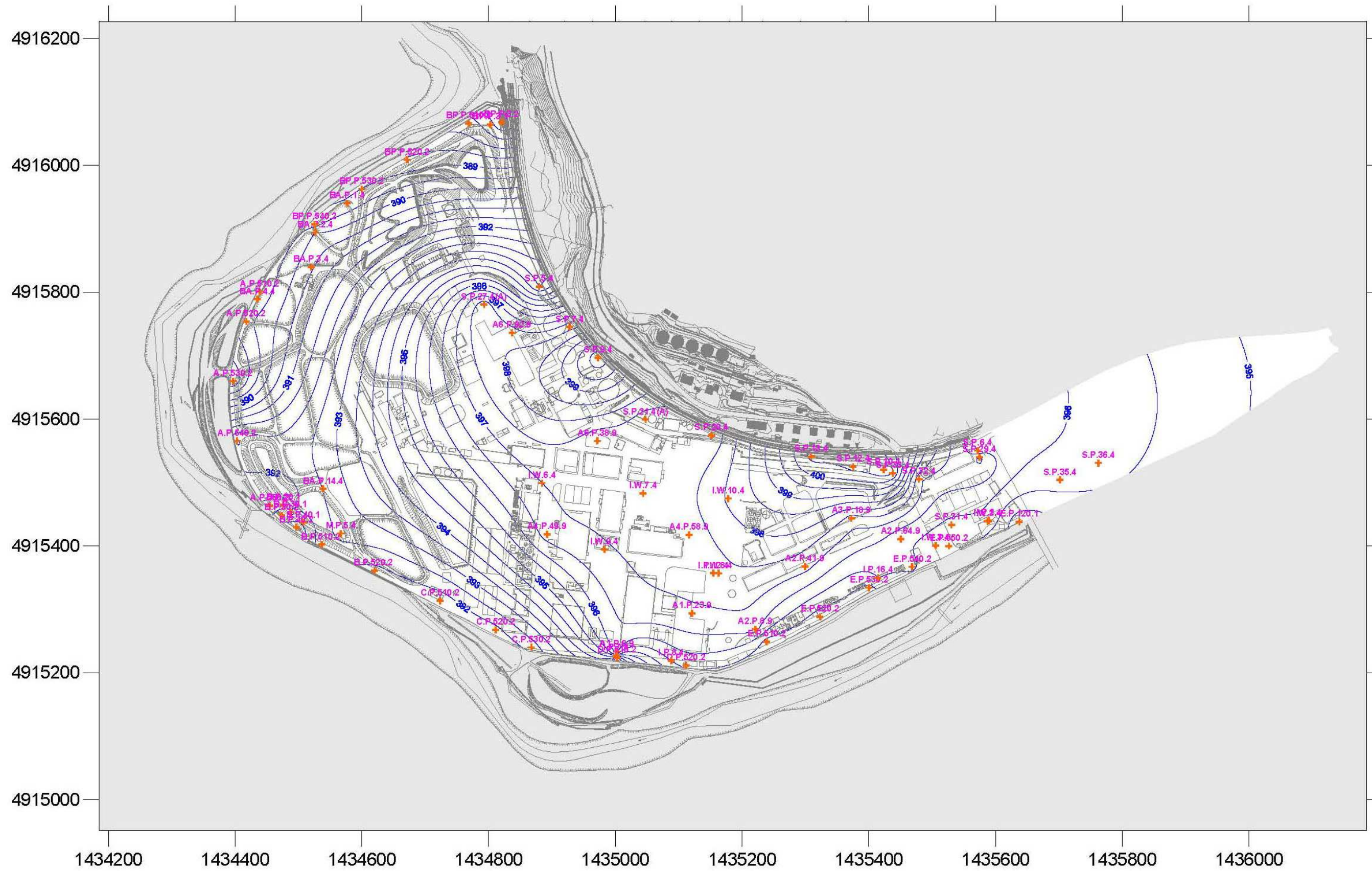


Figura 5: Isopiezometriche 2006

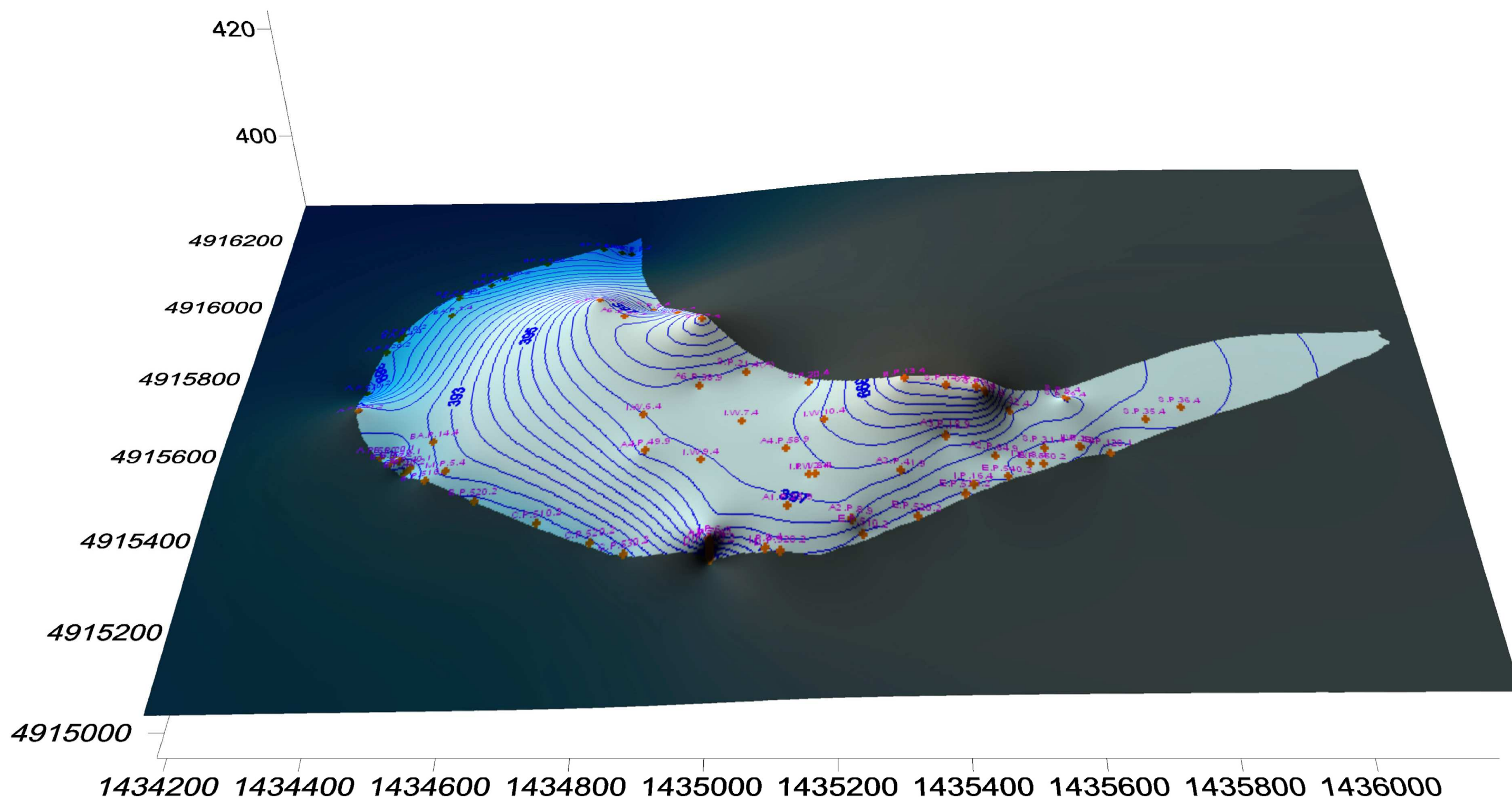


Figura 6: Visualizzazione tridimensionale del piano di falda del 2006

Alla luce dei risultati ottenuti, sono stati individuati 21 piezometri da attrezzare per il monitoraggio in continuo della zona A2 ed 1 finalizzato a soddisfare l'esigenza di disporre di almeno un dato di escursione dei livelli piezometrici esternamente all'emi - diaframma in zona Ponte Donegani. Nella disposizione dei piezometri è stato seguito il "criterio idrogeologico" secondo il quale l'ubicazione è funzione delle caratteristiche del flusso idrico sotterraneo e dei suoi parametri. L'individuazione è avvenuta anche a seguito dell'analisi dei dati idro-stratigrafici pregressi disponibili e della costruzione del modello numerico di simulazione preliminare. Inoltre, anche se non è stato considerato durante la ricostruzione del piano di falda, in zona A2 è previsto anche il piezometro denominato P\_24bis a ridosso del setto di separazione, da intendersi come "accoppiato" allo speculare P\_24 ricadente in zona A1, per la valutazione di eventuali perdite dell'opera di separazione.

La scelta dell'ubicazione dei piezometri da monitorare in continuo all'interno del sito ex - Acna ha seguito alcuni criteri, qui di seguito elencati:

- definizione di punti di monitoraggio posizionati nelle aree a maggiore vulnerabilità dell'acquifero (zona A2 e A2bis ) ed in funzione della posizione dei centri di rischio (depuratore) e dei settori da proteggere (muro arginale, lato ingresso allo stabilimento);
- ubicazione all'esterno delle celle da bonificare sottoposte ad operazioni di scavo e reinterro;
- riutilizzo, per quanto possibile, di piezometri già esistenti, semplificando e snellendo quindi i lavori di realizzazione e strumentazione di nuovi punti di rilievo (individuabili in planimetria per la doppia denominazione es. A2.P.64.9 e P\_8);
- ubicazione dei piezometri in considerazione degli edifici precedentemente demoliti in fase di bonifica e di quelli ancora da demolire;
- valutazione della non interferenza dei nuovi piezometri con le sottoreti presenti;

Si riporta di seguito la Tabella 4 riassuntiva delle caratteristiche dei piezometri da attrezzare in continuo con l'ubicazione, il nominativo ed i riferimenti stratigrafici.

Nome	Tipo	Vecchio ID	X	Y	Prof. marna alterata [m]	Prof. marna sana [m]	Stratigrafia
P_1	NUOVO	S.P.10.4	1435423.072	4915520.036	-	3.20	S.P.10.4
P_2	NUOVO	-	1435310.963	4915515.604	7.40	7.50	(A3.S.31.9)
P_3	NUOVO	-	1435173.337	4915541.330	10.00	10.20	(A6.S.32.9)
P_4	NUOVO	-	1435114.168	4915580.473	13.30	13.60	(A6.S.44.9)
P_5	VECCHIO	S.P.14.4	1435013.415	4915654.688	-	4.00	S.P.14.4
P_6	VECCHIO	S.P.7.4	1434928.070	4915744.765	-	8.00	S.P.7.4
P_7	NUOVO	-	1434871.893	4915784.372	6.20	6.90	(A6B.S.68.9)
P_8	VECCHIO	A2.P.64.9	1435450.014	4915411.001	-	6.00	A2.P.64.9
P_9	VECCHIO	A3.P.18.9	1435372.623	4915443.626	6.30	6.70	A3.P.18.9
P_10	VECCHIO	A6.P.38.9	1434971.625	4915565.423	8.40	8.80	A6.P.38.9
P_11	NUOVO	-	1434893.506	4915588.059	-	2.50	(S.S.58.4)
P_12	VECCHIO	A2.P.41.9	1435302.577	4915362.667	4.60	4.70	A2.P.41.9
P_13	NUOVO	-	1435195.835	4915362.780	4.50	4.70	(A3.S.2.9)
P_14	NUOVO	-	1435082.450	4915463.941	5.10	6.00	(A4.S.68,9)
P_15	NUOVO	-	1435054.907	4915363.773	4.40	4.70	(A1.S.38.9)
P_16	VECCHIO	I.W.9.4	1434982.649	4915393.995	5.40	5.90	(A4.S.40.9)
P_17	VECCHIO	I.W.6.4	1434884.489	4915499.123	7.10	7.40	(A4B.S.27.9)
P_18	VECCHIO	A4.P.49.9	1434892.175	4915418.536	4.80	5.40	A4.P.49.9
P_19	VECCHIO	E.P.520.2	1435322.967	4915287.656	4.50	4.60	(A2.S.17.9)
P_20	NUOVO	-	1435164.581	4915258.541	3.80	4.00	(A2.S.6.9)
P_21	NUOVO	-	1434953.528	4915277.368	3.90	4.50	(A4.S.9.9)
P_22	NUOVO	S.P.35.4	1435701.566	4915503.986	6.85	7.10	S.P.35.4
P_24bis	NUOVO	A4B.S.51.9	1434845.816	4915633.669	3.60	4.00	A4B.S.51.9

**Tabella 4: Piezometri previsti per la strumentazione in continuo in zona A2**

Dopo aver ricavato il piano di falda di partenza si è predisposto il confronto sulle piezometrie sopra descritto solo sulla zona A2. A tal fine è stato ridotto il dominio di interpolazione delle misure piezometriche introducendo un nuovo confine tale da contenere la traccia del setto di separazione A1 – A2. Questa riduzione dell'estensione del dominio ha comportato la diminuzione del numero di piezometri in esso contenuti di cui utilizzare le letture durante la campagna di monitoraggio, per la precisione si è passati da 73 a 47, poi ridotti ulteriormente a 44 perché le letture di tre di essi sono state ritenute inattendibili. In questo modo è stato ricostruito un nuovo piano di falda di riferimento, basato sempre sulla campagna di monitoraggio dell'estate 2006, attraverso

il quale è stato possibile attribuire un'ipotetica lettura ai 22 piezometri proposti. La successiva interpolazione di questi valori ipotizzati ha permesso la ricostruzione di nuove isopiezometrie che confrontate con quelle del 2006 ottenute dall'interpolazione dei 44 piezometri attualmente in uso, hanno fornito i termini di confronto per la verifica dell'attendibilità del posizionamento dei 22 piezometri proposti.

In dettaglio nelle seguenti figure (Figura 7 e Figura 8) risultano riportati i piani di falda ottenuti mediante i metodi sopradescritti e la differenza tra gli stessi indicativa della distribuzione dell'errore che è lecito attendersi ipotizzando di utilizzare i nuovi 22 piezometri da prevedere nel progetto di monitoraggio globale del sito per la ricostruzione delle piezometrie sub-superficiali.

A titolo indicativo, si riporta inoltre di seguito la tabella contenente le differenze di lettura calcolate in corrispondenza dei 22 piezometri proposti.

<b>IDENTIFICATIVO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>DIFFERENZA LETTURA [m] (rispetto al piano di falda del 2006)</b>
P1	1435423.072	4915520.036	0.083
P2	1435013.415	4915654.688	-0.005
P3	1435372.623	4915443.626	-0.051
P4	1434971.625	4915565.423	-0.011
P5	1434893.506	4915588.059	0.020
P6	1435195.835	4915362.78	0.008
P7	1435082.45	4915463.941	-0.005
P8	1435054.907	4915363.773	0.001
P9	1434892.175	4915418.536	0.026
P10	1435164.581	4915258.541	0.005
P11	1434953.528	4915277.368	-0.004
P12	1435701.566	4915503.986	-0.018
P13	1435310.963	4915515.604	0.028
P14	1435173.337	4915541.33	-0.009
P15	1435114.168	4915580.473	-0.017
P16	1434928.07	4915744.765	0.061
P17	1434871.893	4915784.372	-0.061
P18	1435450.014	4915411.001	-0.015
P19	1435302.577	4915362.667	0.018
P20	1434982.649	4915393.995	0.008
P21	1434884.489	4915499.123	0.005
P22	1435322.967	4915287.656	-0.028

**Tabella 5: Differenze di letture previste calcolate in corrispondenza dei 25 piezometri proposti per il monitoraggio in continuo**



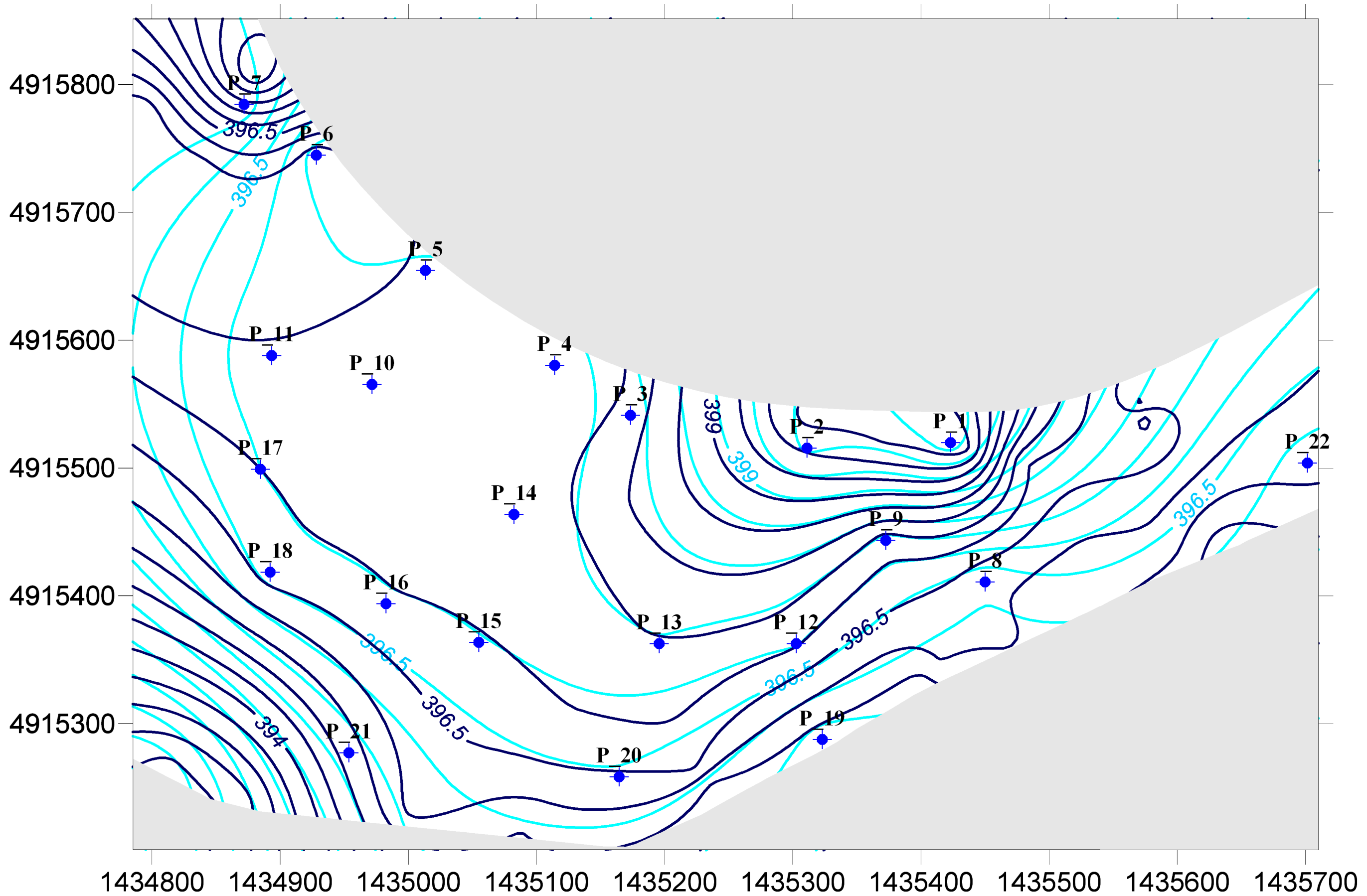


Figura 7: confronto tra le isopiezometriche del 2006 (in blu) e quelle ricavate ipotizzando di misurare i livelli di falda avvalendosi dei nuovi 25 piezometri da attrezzare per il monitoraggio in continuo (in azzurro)

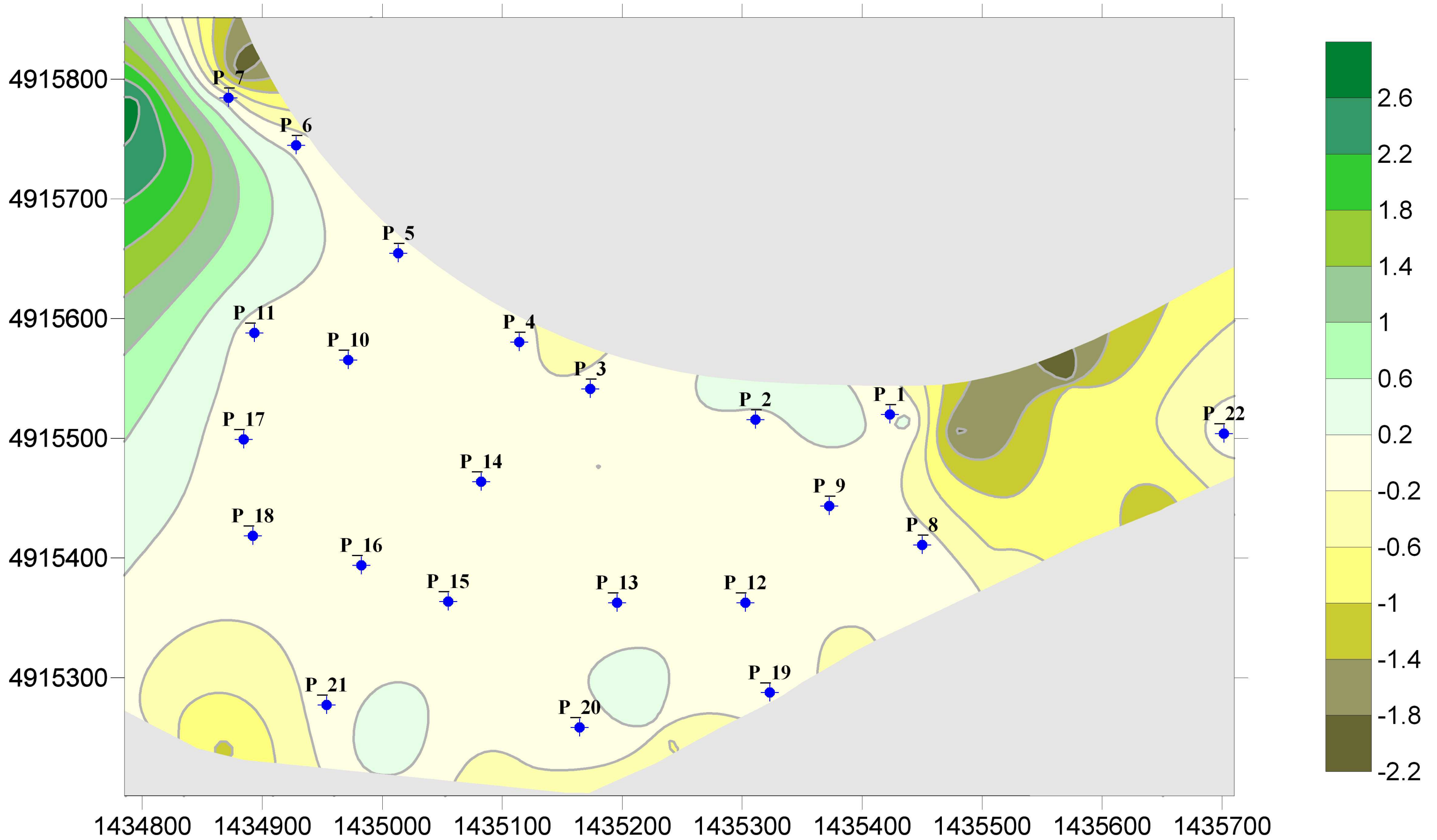


Figura 8: mappatura delle differenze tra il piano di falda del 2006 e quello ricavato con le misure ricavate dai nuovi 25 piezometri da attrezzare per il monitoraggio in continuo.

### 3.1.3 Zona A3

Scopo principale del monitoraggio in zona A3 è la verifica della tenuta idraulica del muro di contenimento lato fiume Bormida.

Sulla base del progetto esecutivo di bonifica delle aree golenali e in relazione alla riprofilatura prevista, l'unico punto in cui possono essere posizionati i piezometri è in corrispondenza della berna a protezione del piede dell'opera di contenimento. Il criterio che è stato preso in considerazione come discriminante per la scelta dell'ubicazione è stato il grado di fessurazione della marna lato stabilimento, in quanto dove essa risulta maggiormente fratturata è più rilevante il rischio di contaminazione della falda a seguito di eventuali fenomeni di sifonamento delle fondazioni del muro di contenimento lato Bormida, quindi in tali zone è più probabile riuscire a rilevare eventuali flussi contaminati in uscita dal sito.

La dislocazione dei punti di misura delle piezometrie e di controllo dei parametri idrochimici dell'acquifero in zona A3 è stata ipotizzata al fine di avere almeno un punto di rilevamento in continuo della qualità dell'acquifero sub-superficiale sia in prospicenza della zona A1, della zona A2 e della zona posta in corrispondenza della congiunzione tra il setto di separazione A1-A2 e l'opera arginale di contenimento lato Bormida. A tal fine è stata individuata, la possibile ubicazione dei tre piezometri, due dei quali sono stati posizionati in modo tale da risultare speculari ad altrettanti punti di misura posti all'interno del sito rispettivamente in zona A1 e in zona A2 .

Si riportano di seguito la Tabella 6 indicativa dell'ubicazione dei piezometri da attrezzare in continuo nonchè dei rispettivi riferimenti stratigrafici e la Figura 9, in cui è possibile osservare la dislocazione degli stessi piezometri in zona A1.

Nome	Sondaggio di riferimento	X	Y
<b>P_31bis</b>	A.P.4.5	1434390.73	4915623.467
<b>P_32</b>	A5.S.48.9	1434898.896	4915226.97
<b>P_19bis</b>	A5.S.80.9	1435332.432	4915282.015

**Tabella 6: elenco dei piezometri previsti in zona A3**



Figura 9:localizzazione dei piezometri previsti in zona A3

### **3.2 Caratteristiche dei punti di misura**

L'intera rete dei piezometri realizzati per il monitoraggio del sito ex-Acna di Cengio dovrà essere strutturata in modo tale da permettere un controllo costante sia delle piezometrie che della qualità delle acque. Il principio di base proposto per ottenere tale risultato prevede che ogni punto di misura sia eseguito con una doppia tubazione, affinché ciascuna di esse sia dedicata ad uno solo dei due diversi obiettivi, una alla misura del livello di falda ed una al prelievo di acque per le analisi chimiche. Questa esigenza si manifesta al fine di scongiurare eventuali danni o malfunzionamenti della strumentazione atta alla misurazione dei livelli durante operazioni manuali di prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio e per evitare interferenze fra i due distinti scopi perseguiti.

Per quanto riguarda i piezometri da attrezzare in zona A3, al di sopra della scogliera alla base del muro perimetrale, è necessario prestare particolare attenzione a causa della conformazione dell'andamento del substrato marnoso e della vicinanza con il fiume Bormida.

Si propone infatti che in tale zona, la tubazione preposta alla misurazione dei livelli di falda sia appoggiata alla marna e quindi venga fenestrata entro lo strato permeabile costituente il nucleo della massicciata di protezione dell'opera arginale di contenimento. Altresì, per i piezometri da installare per le valutazioni di qualità, si suggerisce di realizzare una doppia tubazione: una che penetra all'interno dello strato impermeabile e fenestrata solamente in marna e l'altra adibita alle valutazioni di qualità entro lo strato permeabile. In tal modo, è lecito ipotizzare che si riuscirebbe a garantire il prelevamento di campioni di percolato uscente dallo stabilimento evitando la diluizione indotta dall'eventuale falda presente nello strato permeabile che sarebbe presumibilmente influenzata dal regime idrico del fiume Bormida.

### **3.3 Strumentazione in continuo**

La rete piezometrica per il monitoraggio del sito può essere facilmente distinta in monitoraggio di quantità e di qualità, in quanto ogni piezometro assolverà entrambi gli obiettivi, ma con diverse modalità.

Infatti è necessario che l'intera rete per l'osservazione dei livelli di falda sia automatizzata, in modo tale da poterli controllare in continuo 24 ore su 24, mentre si ritiene sufficiente che vengano strumentati in continuo 10 punti per il controllo della qualità, per la precisione posti uno in zona A1, uno in zona A2, 2 a cavallo zona A1-A2, 3 a cavallo zona A1-A3 e 3 a cavallo zona A2-A3 (3 e non 2 perché si ricorda che in zona A3 i piezometri preposti al controllo di qualità sono doppi).

I parametri idrochimici da controllare in continuo tramite sonde multiparametriche sono:

- pH
- Eh
- Conducibilità elettrolitica
- Ossigeno disciolto
- Temperatura

### **3.4 Definizione tipologica di misure idrochimiche**

Oltre alle analisi chimiche sui parametri sopra definiti nei 10 piezometri strumentati in continuo, a scadenze temporali prefissate è necessario eseguire analisi più approfondite su tutti gli altri punti di misura, campionando manualmente le acque sotterranee.

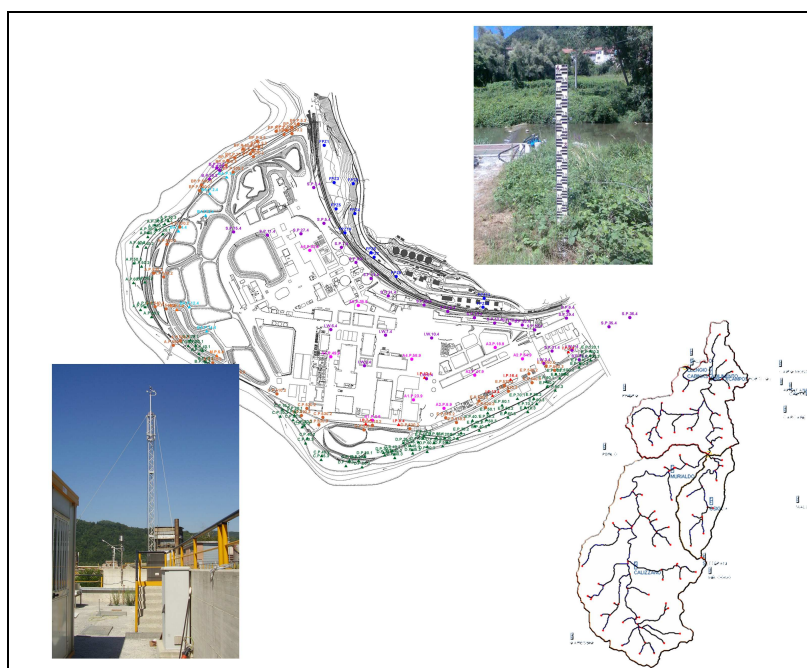
Nel dettaglio è fondamentale effettuare:

- due analisi complete all'anno nei primi 5 anni ed una analisi completa negli anni successivi
- un'analisi trimestrale su indicatori chimici nei primi 3 anni e un'analisi semestrale nei successivi 2 anni.



## Provincia di Savona

### Centro di Competenza Idrologica ed Idrogeologica di cui al Provvedimento 77/06 del Commissario Delegato Acna



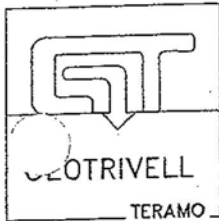
## ALLEGATO 5

### SONDAGGI DI RIFERIMENTO PER L'UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

<b>Approvato</b>			
<b>Controllato</b>	Ing. S. La Barbera		
<b>Redatto</b>	Ingg. A. Cesio, M. Mariotti, L. Mongiardino		
<b>Rev.</b>	0		09/05/08







Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	04/10/00
Località:	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	04/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Massimiliano Cirincione	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	1/2

A 6  
B 85  
ml 14.50

Scala 1:50	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	1		Materiale di riporto costituito da sabbia fine, di colore grigiastra, con clasti a spigoli vivi eterometrici di Ø max 2-3 cm. L'intervallo si presenta incoerente e asciutto.						
	1.0		Materiale di riporto, sabbioso debolmente limoso, di colore giallo ocre, con clasti spigolosi di Ø max 2 cm. Il livello è incoerente e asciutto.						
	1.4		Materiale di riporto costituito da sabbia fine, di colore variabile dal grigio (nei primi 10 cm.), al nero, con clasti spigolosi di piccole dimensioni. L'intervallo si presenta incoerente e asciutto.						
	3								
	3.5								
	4		Materiale di riporto costituito da sabbia limosa, di colore nerastra, talora addensata a luoghi sciolta, con tracce giallastre, clasti spigolosi da millimetrici a Ø max 3-4 cm; pezzi di mattone.						
	5								
	7								
	8								
	7.9		Materiale di riporto sabbioso-limoso di colore avana-nerastro, poco addensato, con clasti spigolosi eterometrici fra cui pezzi di mattone, che divengono più abbondanti tra m.10.00 a m 10.90 di profondità, conferendo alla carota un colore rossastro. Da m. 10.00 l'intervallo appare umido.						
	9								
									9.30

Campioni in barattolo n° 4.  
Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	04/10/00
Località:	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	04/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Massimiliano Cirincione	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	2/2

**A 6**  
**B 85**  
 ml 14.50

Scala 1:50	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
11			Materiale di riporto sabbioso-limoso di colore avana-nerastro, poco addensato, con clasti spigolosi eterometrici fra cui pezzi di mattone, che divengono più abbondanti tra m.10.00 a m 10.90 di profondità, conferendo alla carota un colore rossastro. Da m. 10.00 l'intervallo appare umido.						
11.4			Alluvioni, sabbia a granulometria media di colore verdastro, a luoghi limosa, poco addensata, con ghiaia e ciottoli subarrotondati di Ø max 2-3 cm. Presenti trovanti di natura metamorfica tra m 12.50 e m 12.90 di profondità. L'intervallo ha un grado di umidità medio-basso. Da m. 13.00 aumenta la frazione ghiaiosa.						
13									
14			Mame.						
14.0									
14.5									
15									
17									
18									
19									

Campioni in barattolo n° 4.  
 Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	18/10/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	18/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Angela Vitale	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Vittorio Verrea	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

A 6  
B 31  
ml 4.00

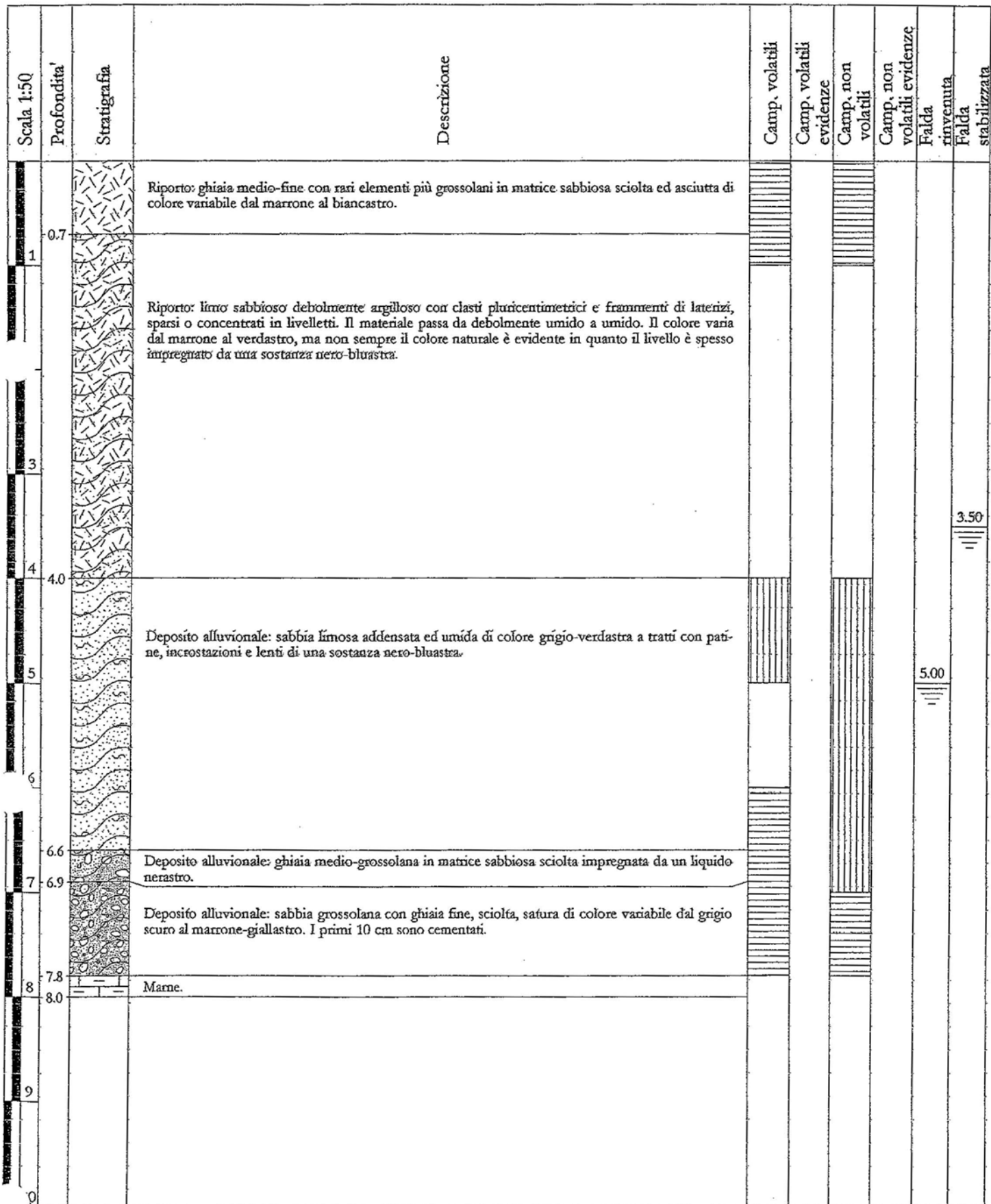
Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1			Riparto sabbioso-ghiaioso con limo di colore bruno tra m. 0.00 a m. 0.60 poi grigiastro con cemento, (m. 0.70-1.50).						
1.7			Sedimento limoso sabbioso marrone con piccola componente ghiaiosa all'interno.						
3			Alterazione marnosa marrone, friabile, umida.					3.20	
3.6			Marna grigia compatta umida.						3.00
4									
4.0									
5									
6									
7									
8									
9									

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	25/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	25/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Massimiliano Cirincione	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Serena Bini	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

A 4  
B 20  
ml 8.00



Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 1250
Contratto:	442/00	Data inizio:	08/09/00
Località:	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	08/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Laura Basso	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Vittorio Vereca	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Franco Vallone	Pagina:	1/1

**A 4**  
**B 05**  
 ml 8.40

Scala 1:50	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1			Riparto di natura eterogenea da ghiaioso a limoso umido più o meno compatto di colore marrone scuro con resti di vegetali. Livellotti nerastri materiale legnoso.						
2	2.1		Depositi alluvionali limoso sabbiosi umidi di colore bruno talora con striature nerastre.						
3									
4	3.6		Depositi alluvionali ghiaioso sabbiosi localmente compattati asciutti di colore grigiastro. Presenza di ciottoli.						
5	5.0		Depositi alluvionali ghiaiosi fortemente impregnati da sostanza giallo rossiccia. Presenza di acqua (evidenza).					5.50	
6	5.6		Depositi alluvionali sciolti sabbioso-limosi con ciottoli, scarsa umidità colore bruno.					6.00	
7	6.0		Depositi alluvionali ghiaiosi impregnati di sostanza giallo rossiccia. Presenza di acqua.						
8	7.4		Marna grigie compatte asciutte.						
9	8.4								
								4.63	

Campioni in barattolo n° 4.  
 Campioni in sacchi n° 4.

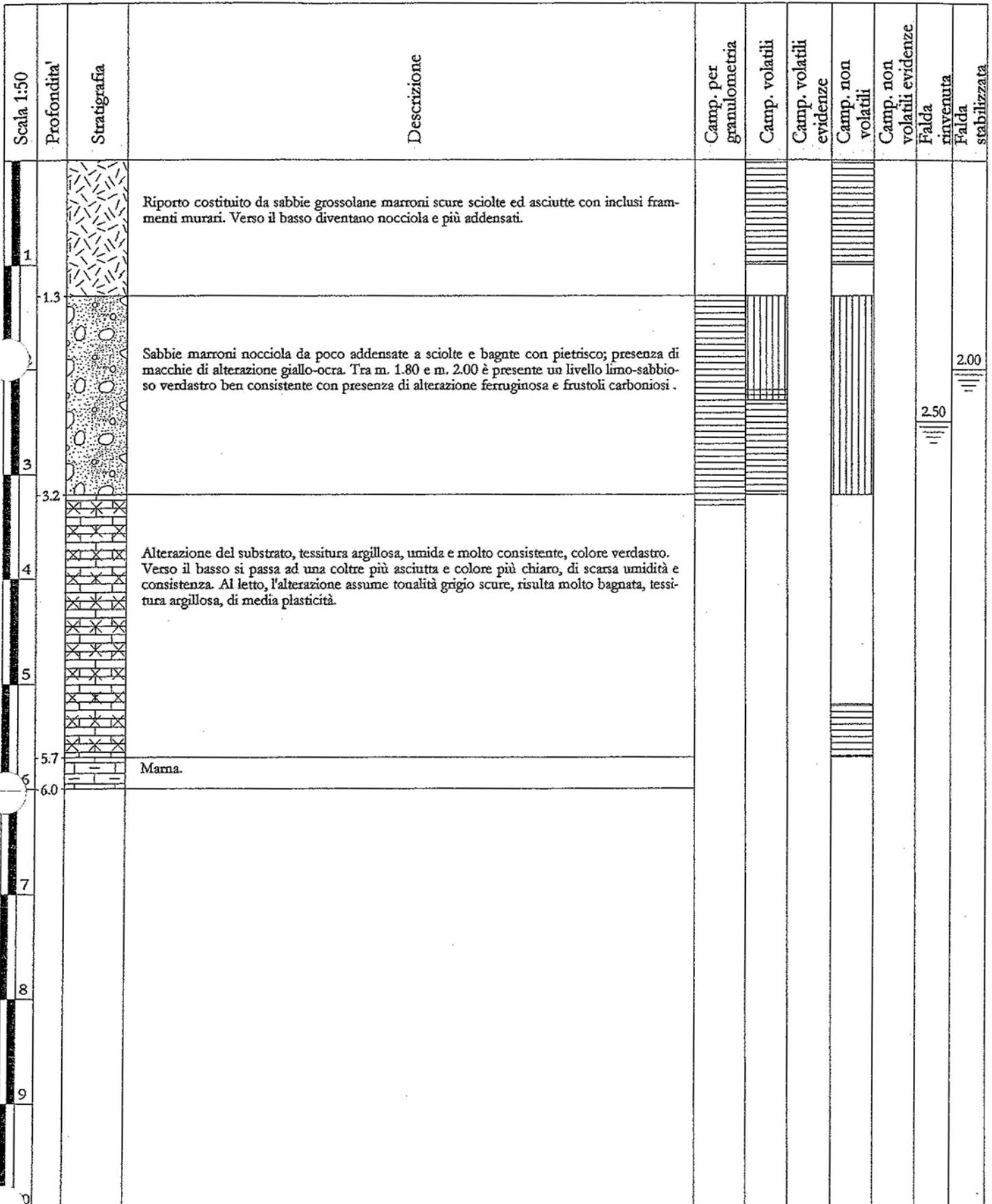
Committente:	AQUATER S.p.A.	Perforatrice:	MK 1500
Commessa:	264400	Data inizio:	18/03/98
Contratto:	101/98	Data ultimazione:	18/03/98
Incarico:		Scala 1:	100
Località:	Stabilimento ACNA di Cengio		
Geologo GT:	Dott. Cristiano Pompili		
Perforatore:	Sig. Donato Crocetta	Pagina:	1/1

Scala 1:100	Profondità'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Piezometro tubo aperto	Completamento	Scala 1:100
1	0.50	0.50		Terreno di riporto costituito da sabbia di colore grigio, frammenti litoidi e laterizi.			boiacca cemento bentonite	1
2	1.00	0.50		Terreno di riporto costituito da limo sabbioso compatto di colore dal nocciola al nero; odore di solvente.				2
3	2.00	1.00		Terreno di riporto costituito da sabbia di colore grigio, frammenti litoidi, laterizi e rifiuti vari cartacei, ferrosi, e polvere biancastra (calce-?-); odore di solvente.				3
4	4.80	4.80		Terreno di riporto costituito da sabbia, limo, frammenti litici e laterizi, odore di solvente.			tubo cieco con ghiaietto	4
5	6.80	1.20		Terreno di riporto costituito da limo sabbioso di colore nocciola con frammenti litoidi e laterizi; odore di solvente.				5
6	8.00	1.20		Sabbia sciolta di colore dal nero al grigio con frammenti litoidi e laterizi; odore di solvente.				6
7	9.00	1.00		Sabbia sciolta, a tratti debolmente limosa con ghiaia e ciottoli; odore di solvente.				7
8	12.00	3.00		Sabbia medio-grossa sciolta; a tratti limosa, umida e debolmente addensata. Presenza di ghiaia e sporadici ciottoli; il colore varia dal nocciola al nero, dove l'odore si fa intenso.			tubo filtro con ghiaietto	8
9	14.00	2.00		Substrato marnoso.				9
10	15.00	1.00					tubo cieco con ghiaietto	10
11								11
12								12
13								13
14								14
15								15
16								16
17								17
18								18
19								19
20								20



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	10/10/00
Località:	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	10/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Marino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Claudio De Camillis	Pagina:	1/1

A 6  
B 32  
ml 6.00



Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 4.

Profondità strati	Prof. m.	Strat.	RQD	Camp. tipo	Prof. camp.	Descrizione Terreno	P.P.	S.P.T.		TUBO PIEZ.	
								h	n. colpi	h	tubo
0,25						Conglomerato cementizio					
1,00						Sabbia fine limosa nocciola					
						Sabbia da fine a media e da nocciola a grigiastra limosa inglobante ghiaia e breccia di laterizi di varia pezzatura, presenza di resti ferrosi		1,45	9		
3,20									13		
								3,10	3		
4,50			A		4,00	Sabbia media limosa da grigio-nerastra a nerastra inglobante ghiaia di varia pezzatura e rari ciottoli ( $\emptyset$ max 8 cm.)			4		
								4,80	7		
5,30					5,50	Sabbia media da debolmente limosa a limosa, da grigiastra a grigio-nerastra con abbondanti ciottoli ( $\emptyset$ max 12 cm.)			11		
6,00			1		6,10	fango industriale nerastro			12		
								6,10	5		
7,50			B		7,30	Sabbia media molto limosa grigio-nerastra inglobante ghiaia di varia pezzatura, presenza di breccia di laterizi			5		7,10
7,70						Ciottoli ( $\emptyset$ max 15 cm.) in matrice sabbiosa limosa nerastra			7		
								7,70	15		
9,10						Sabbia media limosa da nerastra a grigio-violacea con abbondante ghiaia di varia pezzatura, presenza di ciottoli ( $\emptyset$ max 8 cm.)			8		
								9,00	8		
10,30						Ciottoli ( $\emptyset$ max 20 cm.) e ghiaia in prevalenza di pezzatura grossolana in debole matrice sabbiosa grossolana limosa grigio-violacea			16		
									50R=6cm		
11,00						Sabbia grossolana limosa inglobante rari ciottoli ( $\emptyset$ max 8-8 cm.)			6		
								10,40	7		
					11,30				8		
			75								
						Marna					
					12,80						
13,90			85								

1 2 3 ..... campioni indisturbati s=Shelby      d/m=Denison/Mazier o=Osterberg      p=Percussione A B C ..... campioni rimaneggiati	<b>LIVELLO FALDA</b>				Data dal <u>02/04</u> al <u>04/04/1991</u> Firma del compilatore ..... <b>LIMOSANI</b> -Tel. 4048304-FAX 4690786 20148 Milano - Via Don C. Gnocchi, 33
	data	profond. foro	prof. rivest.	livello acqua	
			7,82 m.		

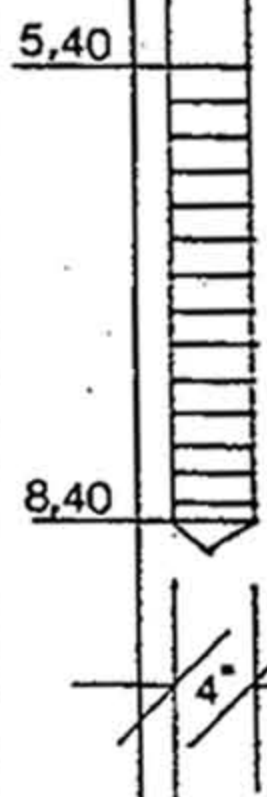


Profondità strati	Prof. m.	Strat.	% Carotag.	Camp. tipo	Prof. camp.	Descrizione Terreno	P.P.	S.P.T.		TUBO PIEZ.	
								h	n. colpi	h	tubo
1,00						Sabbia grossolana limosa grigio-nerastra con ghiaia di varia pezzatura					
1,50						Sabbia media molto limosa bruna con ghiaia di varia pezzatura e laterizi					
3,30						Sabbia grossolana limosa grigio-nocciola con ghiaia di varia pezzatura e ciottoli (Ø max 10 cm.)					
4,00						Ghiaia di varia pezzatura e ciottoli (Ø max 8 cm.) e ghiaietto in matrice sabbiosa limosa nerastra				4,00	
4,50						Sabbia grossolana debolmente limosa nerastra inglobante rari ciottoli (Ø max 10 cm.)					
5,60						Sabbia media molto limosa nerastra (localmente a debole legante argilloso) con abbondante ghiaia di varia pezzatura e ciottoli (Ø max 6 cm.)					
6,90						Ciottoli (Ø max 15 cm.) e ghiaia di varia pezzatura in matrice limosa nerastra				7,00	
7,30						Marna					



1 2 3 ..... campioni indisturbati	<b>LIVELLO FALDA</b>				Data dal <b>10-04</b> al <b>11-04-1991</b>
s=Shelby o=Osterberg	d/m=Denison/Mazier p=Percussione	data	profond. foro	prof. rivest.	Firma del compilatore .....
A B C ..... campioni rimaneggiati				livello acqua m. <b>4,35</b>	

Profondità strat.	Prof. m.	Strat.	% Carotag.	Camp. tipo	Prof. camp.	Descrizione Terreno	P.P.	S.P.T.		TUBO PIEZ.	
								h	n. colpi	h	tubo
0,70						Sabbia media limosa da grigio-nerastra a nerastra inglobante ghiaia di varia pezzatura					
1,00						Sabbia fine limosa nocciola inglobante ciottoli (Ø max 8 cm.)					
2,40						Limo sabbioso nocciola					
3,40						Sabbia media-grossolana da debolmente limosa a limosa e da grigiastrea a nerastra con ghiaia di varia pezzatura					
4,30						Sabbia media debolmente limosa grigio-verde					
4,60						Limo sabbioso grigio-verde					
5,00						Sabbia fine molto limosa grigio-nerastra inglobante ciottoli (Ø max 8 cm.)					5,40
6,00						Sabbia media-grossolana debolmente limosa grigio-nerastra con abbondante ghiaia di varia pezzatura e ciottoli (Ø max 12 cm.)					
8,30						Sabbia grossolana molto limosa nerastra con abbondante ghiaia di varia pezzatura, ciottoli (Ø max 12-14 cm.) e ghiaietto					
8,70						Marna					8,40



1 2 3 ..... campioni indisturbati	<b>LIVELLO FALDA</b>				Data dal <b>08-04</b> al <b>09-04-1991</b>
s=Shelby d/m=Denison/Mazier	data	profond. foro	prof. rivest.	livello acqua	Firma del compilatore .....
o=Osterberg p=Percussione				m. 5,95	
A B C ..... campioni rimaneggiati					

Profondita' strat.	Strat.	Descrizione terreno	P.P.	S.P.T.		TUBO PIEZ.	
				h	n. colpi	h	tubo
0.60		Ghiara di varia pezzatura e laterizi in matrice sabbiosa grigiastra				+0.60	
2.80		Sabbia debolmente limosa nocciola inglobante tracce di laterizi, rara ghiara fine e livelli nerastr					
3.00		Conglomerato cementizio e sabbia debolmente limosa grigiastra					
3.20		Sabbia grossolana debolmente limosa rossastra nocciola					
4.00		Argillosoletto nocciola chiaro					
Tubi piez. m 4.26 (+0.60 da p.o.) tutti fessurati							
						3.75	

23 .... campioni indisturbati  
 = Shelby d/m = Denton/Hazler  
 = Osterberg p = Percussione  
 B C .... campioni rimaneggiati

LIVELLO FALDA			
data	profond. foro	prof. rivest.	livello acqua
11.08	4.00		3.80

Data dal 11/08/01 al 11/08/01

Firma del compilatore

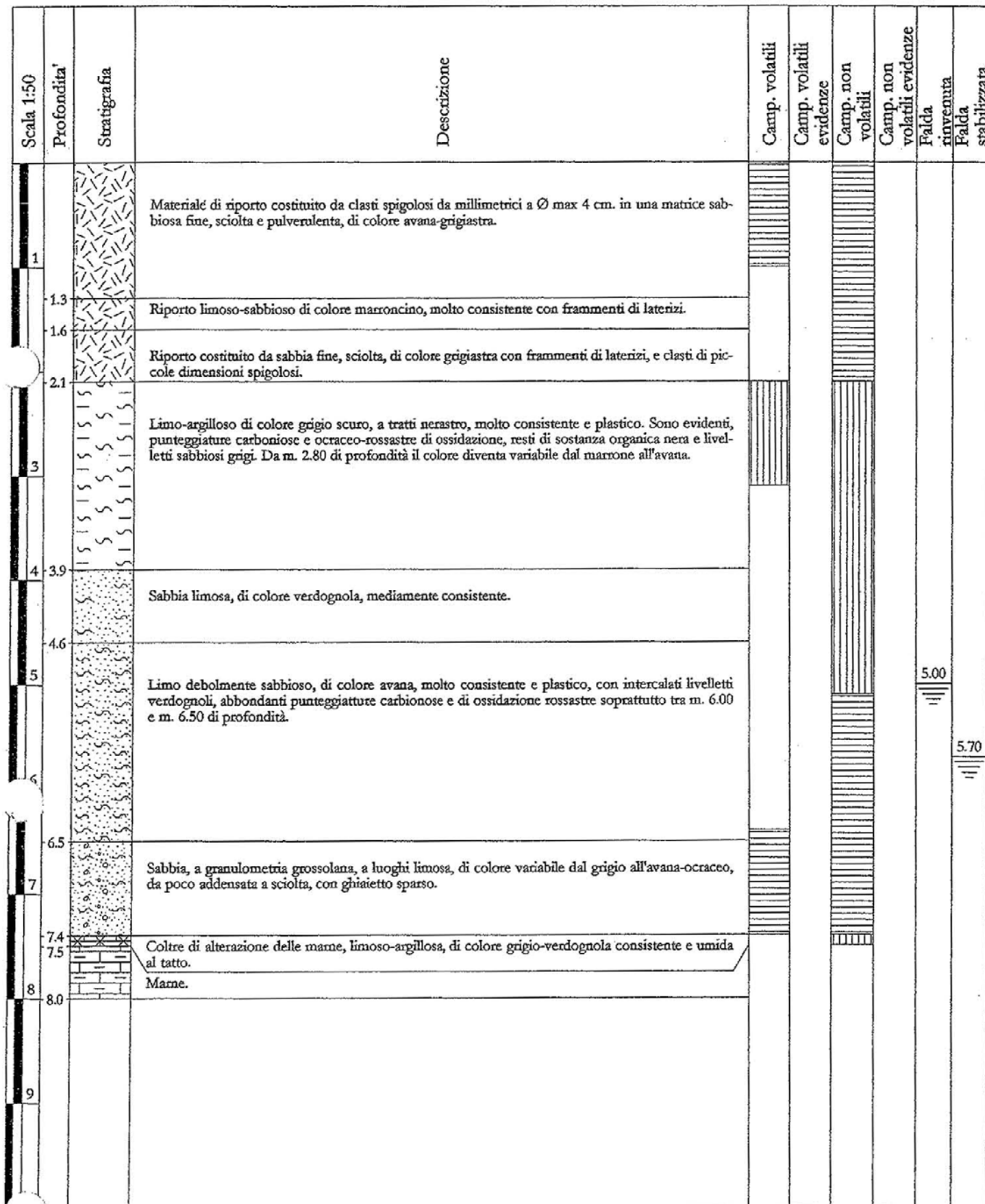
**LIMOSANI**-Tel. 4048308-FAX 469078  
 20148 Milano - via Don C. Gnocchi, 33



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	28/08/00
Località:	Stabilimento Acna di Gengio	Data ultimazione:	28/08/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	1/1

A 3

31  
ml 8.00



Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 4.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	22/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	22/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Pietro De Stefanis	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	1/2

**A 6**  
**32**  
 ml 10.50

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	0.2		Asfalto.						
	1		Materiale di riporto costituito da sabbia debolmente limosa, di colore avana grigiastra, da poco addensata a sciolta con clasti spigolosi (prevalenti nei primi 30 cm) da millimetrici a Ø max 2 cm. Si evidenziano spalmature giallo-ocra di alterazione da m. 0.90 a m. 1.00.						
	1.3		Alluvioni: argilla limosa, di colore marroncina, consistente, con abbondanti punteggiature carboniose nerastre e clastini millimetrici rossastri probabili residui di lavorazione. Si evidenziano rari ciottoli subarrotondati e brecciolino sparso a partire da m. 2.70.						
	3		Alluvioni: limo-sabbioso di colore marroncino, mediamente consistente, a luoghi plastico, con punteggiature giallo-ocra di alterazione e lenti sabbiose grigio-verdastre.						
	4								
	5								
	5.0								
	6		Alluvioni: sabbia limosa, di colore marroncina, addensata e molto umida (soprattutto da m. 6.00 di profondità). Da m. 7.00 si evidenziano rari ciottoli di forma subangolare Ø max 3 cm, e tra m. 7.40 e m. 7.50 trovante di natura metamorfica.					6.00	
	7								
	7.0								
	7.4								
	7.5								6.50
	8								
	8.0		Alluvioni: sabbia limosa, di colore marroncina mediamente addensata, con ghiaia e ciottoli da subarrotondati a subangolari, da millimetrici a Ø max 4 cm. L'intervallo presenta un grado di umidità medio-alto.						
	9								
	9.0								
	10		Alluvioni: ghiaia con sabbia a granulometria grossolana di colore marroncina e ciottoli subarrotondati da millimetrici a Ø max 3 cm. L'intervallo si presenta incoerente e umido al tatto.						
	10.0								

Campioni in barattolo n° 3.  
 Campioni in sacchi n° 5.






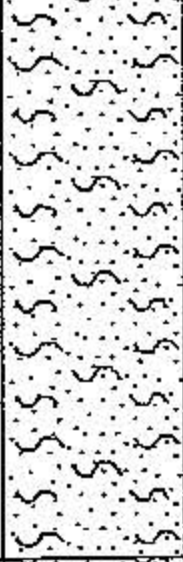


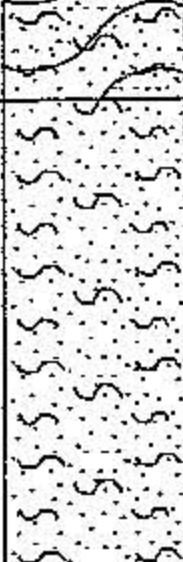
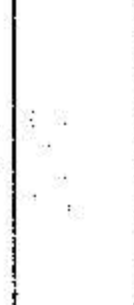

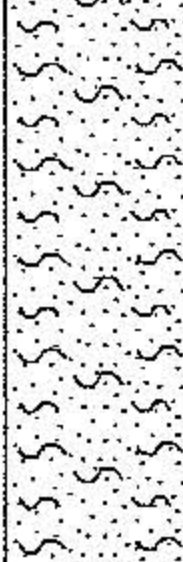

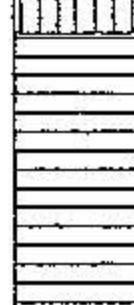
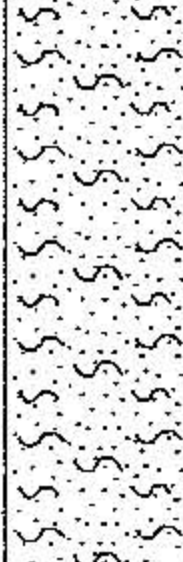

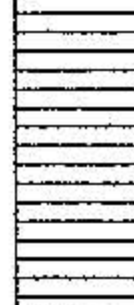
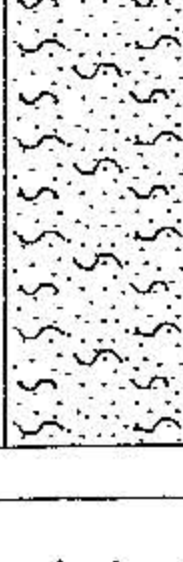

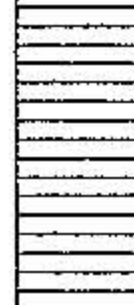






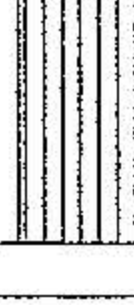
Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	22/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	22/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Pietro De Stefanis	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	2/2

A 6  
32  
ml 10.50

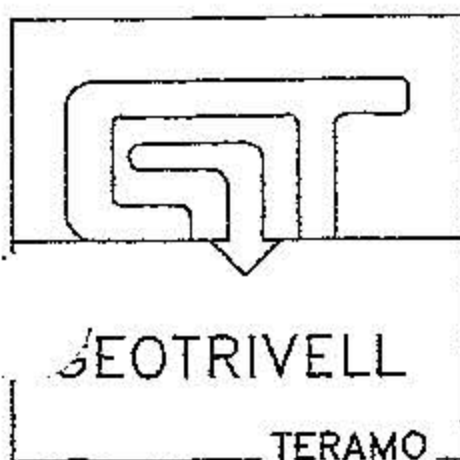
Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	10.0	XXXX	Alterazione marne, limoso argillosa, grigia, consistente e umida al tatto.						
	10.2	----	Marne.						
	10.5	----							
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 5.

Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	27/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	27/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Sirah Pardu	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Marino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Claudio De Camillis	Pagina:	1/2

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1	1.2		Riperto di terreno costituito da sabbie grossolane marroni, pietrisco, ciottoli eterometrici e spigolosi ( $\varnothing$ max 10 cm), frammenti di laterizi. Il 1° metro di perforazione risulta molto sciolto, nerastro, asciutto e ciottoloso; gli ultimi 20 cm. consistono in sabbie molto addensate marroni, mediamente umide.						
3	3.0								
4	3.4		Limi sabbiosi mediamente consistenti ed umidi; passano da tonalità di colore marroncino a tonalità grigiastre. Al tatto mostrano una media plasticità. Tra m. 3.00 e m. 3.40 si osserva una particolare colorazione nerastra da inquinamento, con la profondità il colore diviene marrone, mentre il grado di umidità si alterna da medio a medio alto. In basso il deposito diventa più sabbioso e molto bagnato, mentre localmente si mischiano ad abbondante pietrisco; il grado di addensamento è medio-basso.						
5									
6									
7									
8									
9									
0									

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 7.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	27/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	27/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Sirah Pardu	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Martino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Claudio De Camillis	Pagina:	2/2

**A 6**  
**44**  
 ml 14.00

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	11		Limi sabbiosi mediamente consistenti ed umidi; passano da tonalità di colore marroncino a tonalità grigiastre. Al tatto mostrano una media plasticità. Tra m. 3.00 e m. 3.40 si osserva una particolare colorazione nerastra da inquinamento, con la profondità il colore diviene marrone, mentre il grado di umidità si alterna da medio a medio alto. In basso il deposito diventa più sabbioso e molto bagnato, mentre localmente si mischiano ad abbondante pietrisco; il grado di addensamento è medio-basso.					11.00	10.40
	11.4		Sabbie ghiaiose mediamente addensate ed umide. I ciottoli ghiaiosi hanno Ø max 3-4 cm, eterometrici e subarrotondati. Localmente dove è presente maggior frazione brecciosa, risultano molto bagnati. Nei tratti in cui il livello è più addensato si riscontrano patine di alterazione giallo-ocra.						
	13		Alterazione del substrato costituita da sabbie argillose marroncine, consistenti ed umide che passano verso il basso a limi argillosi grigi, molto umidi e poco consistenti, di media plasticità.						
	13.3		Substrato marnoso.						
	13.6								
	14								
	14.0								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

Campioni in barattolo n° 3.  
 Campioni in sacchi n° 7.



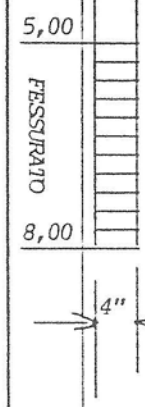
Profondità strati	Prof. m	Stratigrafia	Carotag.	Camp. tipo	Prof. camp.	Descrizione Terreno	P.P.	S.P.T.		TUBO PIEZ.	
								h	n. colpi	h	tubo
1,30						Riporto: sabbia media limosa inglobante ghiaia di varia pezzatura e breccia				1,50	
3,20						Sabbia fine limosa addensata					
4,00						Sabbia fine molto limosa inglobante ciottoli (Ø 12 cm)				4,50	
6,50						Marna grigia laminata con intervalli arenacei					
FINE PERF.						Prova Lugeon a m 5,00-6,50 Impermeabile					

1 2 3 ..... campioni indisturbati	LIVELLO FALDA				Data dal <u>8/7</u> al <u>9/7/88</u>
s=Shelby o=Osterberg	data	profond. foro	prof. rivest.	livello acqua	Firma del compilatore .....
A B C ..... campioni rimaneggiati	9/7			m. 3,05	

Committente ACNA Metodo di perforaz. Rotazione Ø 152/130 foglio N. 1  
 Sond. N. 4(33) Località Cengio (SV) Posizione Picchetto quota inizio P.C.

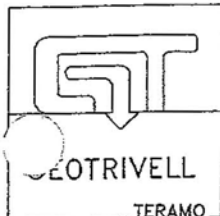
Profondità strati	Prof. m.	Stratigrafia	Carotag.	Camp. tipo	Prof. camp.	Descrizione Terreno	P.P.	S.P.T.		TUBO PIEZ.	
								h	n. colpi	h	tubo
						Sabbia fine limosa					
4,40						Sabbia medio-grossa limosa con intercalazioni di limo sabbioso				5,00	
6,40						Sabbia media molto limosa con ciottoli Ø 15-20 cm					
8,00						Marna grigia laminata					4"
11,50						Prova Lugeon a m 9,50-11,50 impermeabile					

FINE PERF.



1 2 3 ..... campioni indisturbati	LIVELLO FALDA				Data dal <u>9/7</u> al <u>11/7/88</u>
s=Shelby d/m=Denison/Mazier	data	profond. foro	prof. rivest.	livello acqua	Firma del compilatore .....
o=Osterberg p=Percussione	11/7			m. 3,18	
A B C ..... campioni rimaneggiati					

4048304  
**LIMOSANI** - Tel. 4082913/2846810  
 20148 Milano - Via Don C. Gnocchi, 28



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	18/10/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	18/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Paola Reverdito	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	1/1

A 6  
B 68  
ml 7.50

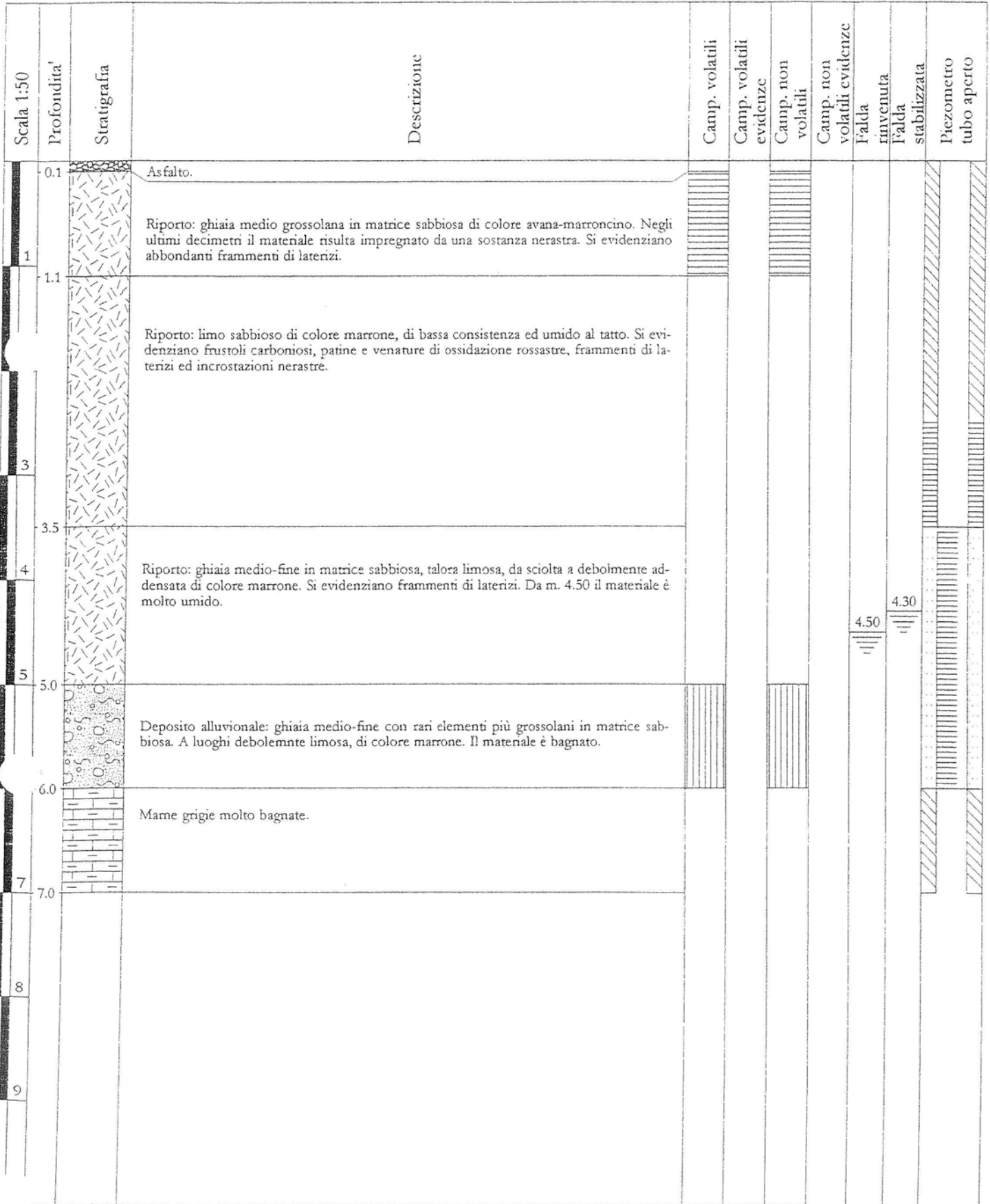
Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1	1.1		riporto costituito da ghiaia eterometrica in matrice limoso-sabbiosa, di colore avana-grigiastra, da consistente a sciolta. Presenti clasti a spigoli vivi di Ø max 2 cm. L'intervallo è poco umido a tratti asciutto e pulverulento.						
	2.0		Riporto: limo argilloso di colore grigio-verdastro, mediamente consistente, con abbondanti noduli e lenti giallastre di alterazione. Si evidenziano frammenti di laterizi. L'intervallo è poco umido al tatto.					1.70	1.70
3			Alluvioni: limo-sabbioso e sabbia limosa grigio-verdastro, a tratti nerastra, mediamente addensata, con spalmature diffuse e noduletti giallo ocra di alterazione. L'intervallo è poco umido al tatto.						
4			Alluvioni: limoso-argillose, a luoghi limoso sabbiosa, grigio-verdastre, mediamente consistenti, a luoghi plastiche, con punteggiature e noduli rosso-ruggine e giallastre di alterazione. tra m. 6.00 e m. 6.40 prevale la frazione sabbioso-limosa e si evidenziano brecciolino sparso e ciottoli di piccole dimensioni subarrotondati.						
5	5.0								
	6.2		Alterazione delle marne limoso-argillose, giallastre, poco consistente e poco umida al tatto.						
7	6.9		Marne.						
	7.5								
8									
9									

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 4.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	05/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	05/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Massimiliano Cirincione	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Serena Bini	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

A 2  
64 P  
ml 6.80

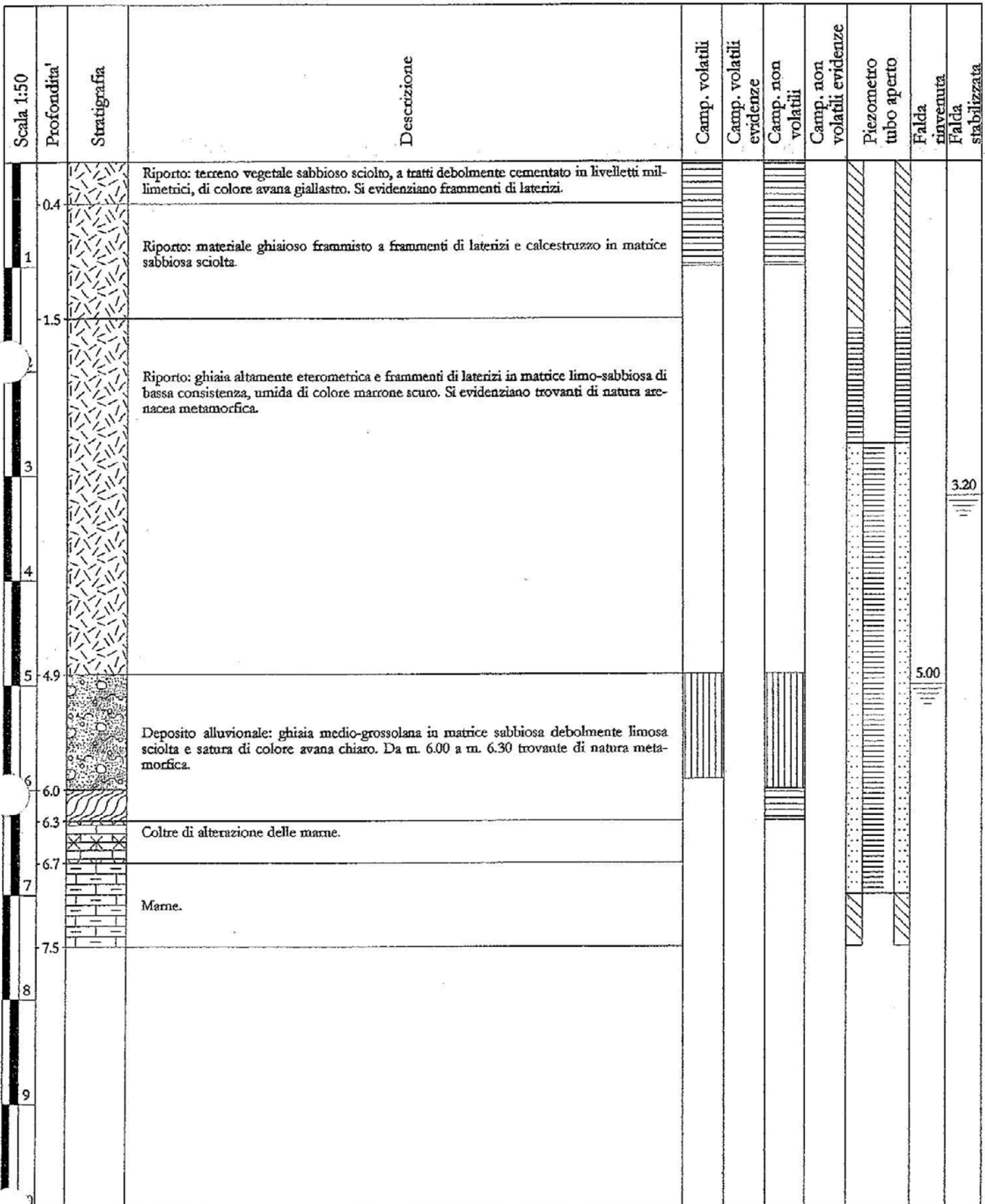


Campioni in barattolo n° 2.  
Campioni in sacchi n° 2.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	25/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	25/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Massimiliano Cirincione	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Serena Bini	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

A 3  
18 P  
ml 7.50



3.20

5.00

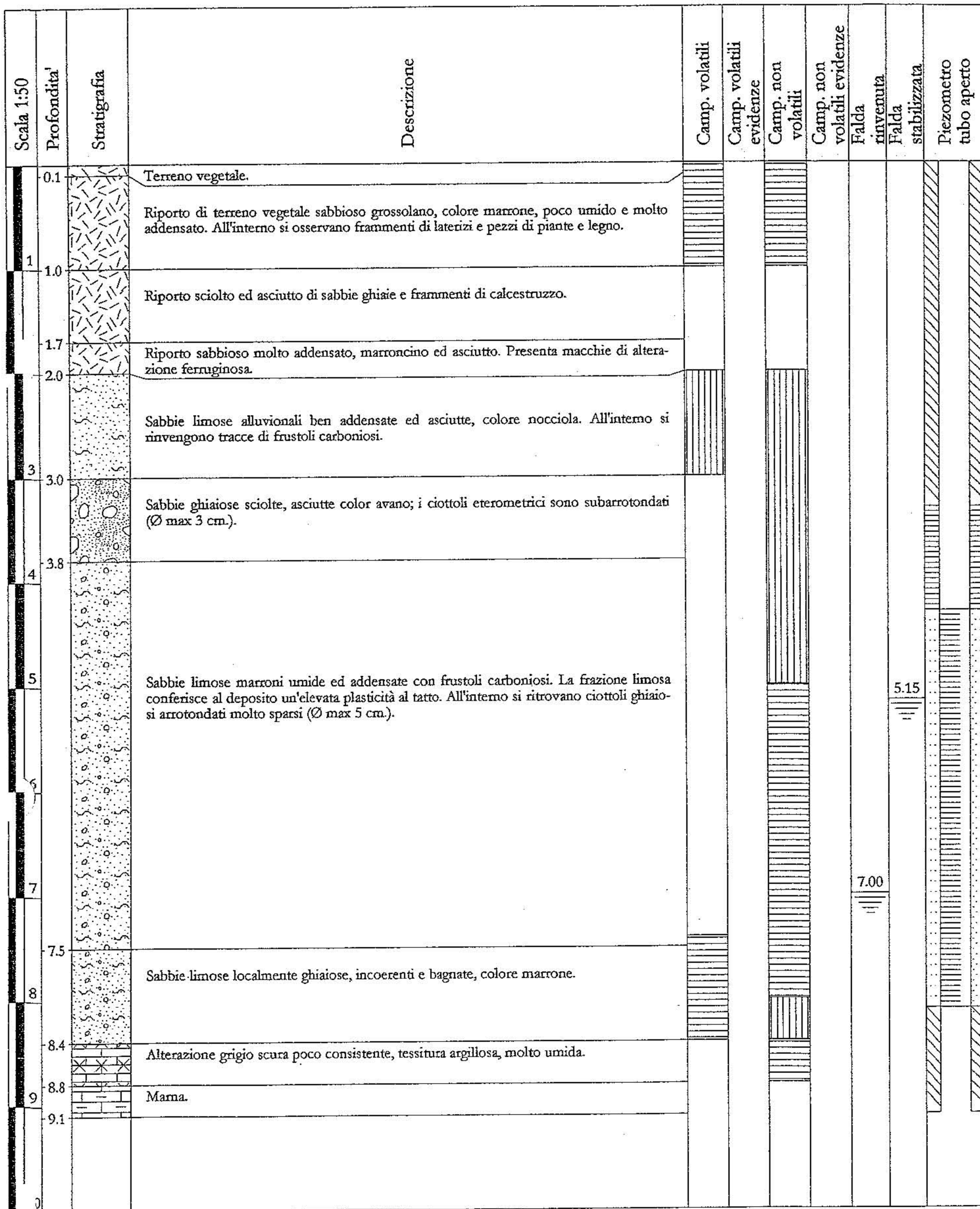
Campioni in barattolo n° 2.  
Campioni in sacchi n° 3.

Prova campione indisturbato (tipo Shelby), da m 3.20 a m 3.80, fallita.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	05/10/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	05/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Martino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Claudio De Camillis	Pagina:	1/1

**A 6**  
**38 P**  
 ml 9.10

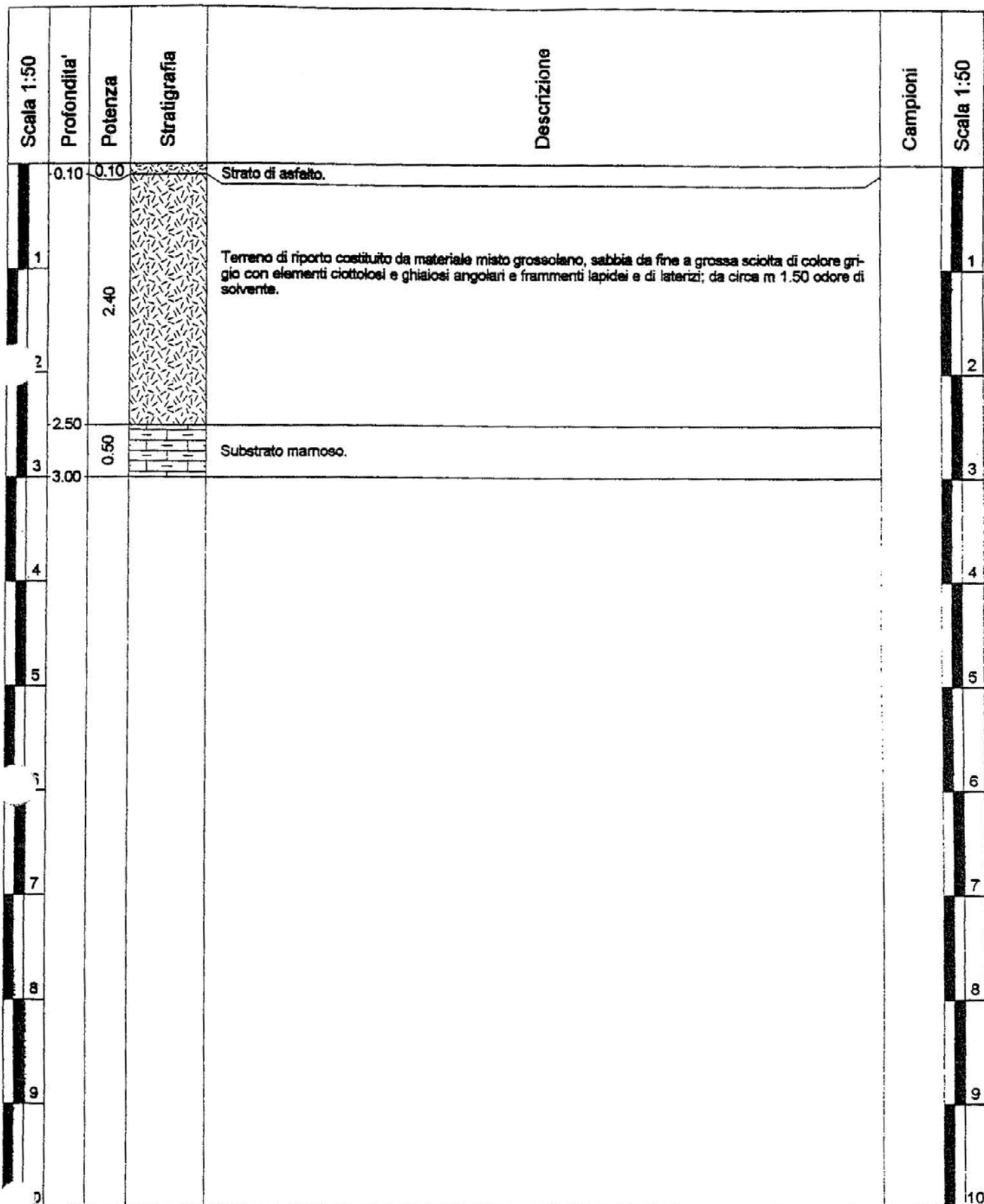


Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 5.



Committente:	AQUATER S.p.A.	Perforatrice:	MK 1500
Commessa:	264400	Data inizio:	10/03/98
Contratto:	101/98	Data ultimazione:	10/03/98
Incarico:		Scala 1:	50
Località:	Stabilimento ACNA di Cengio		
Geologo GT:	Dott. Cristiano Pompili		
Perforatore:	Sig. Donato Crocetta	Pagina:	1/1

**CR**  
**022**  
ml 3.00

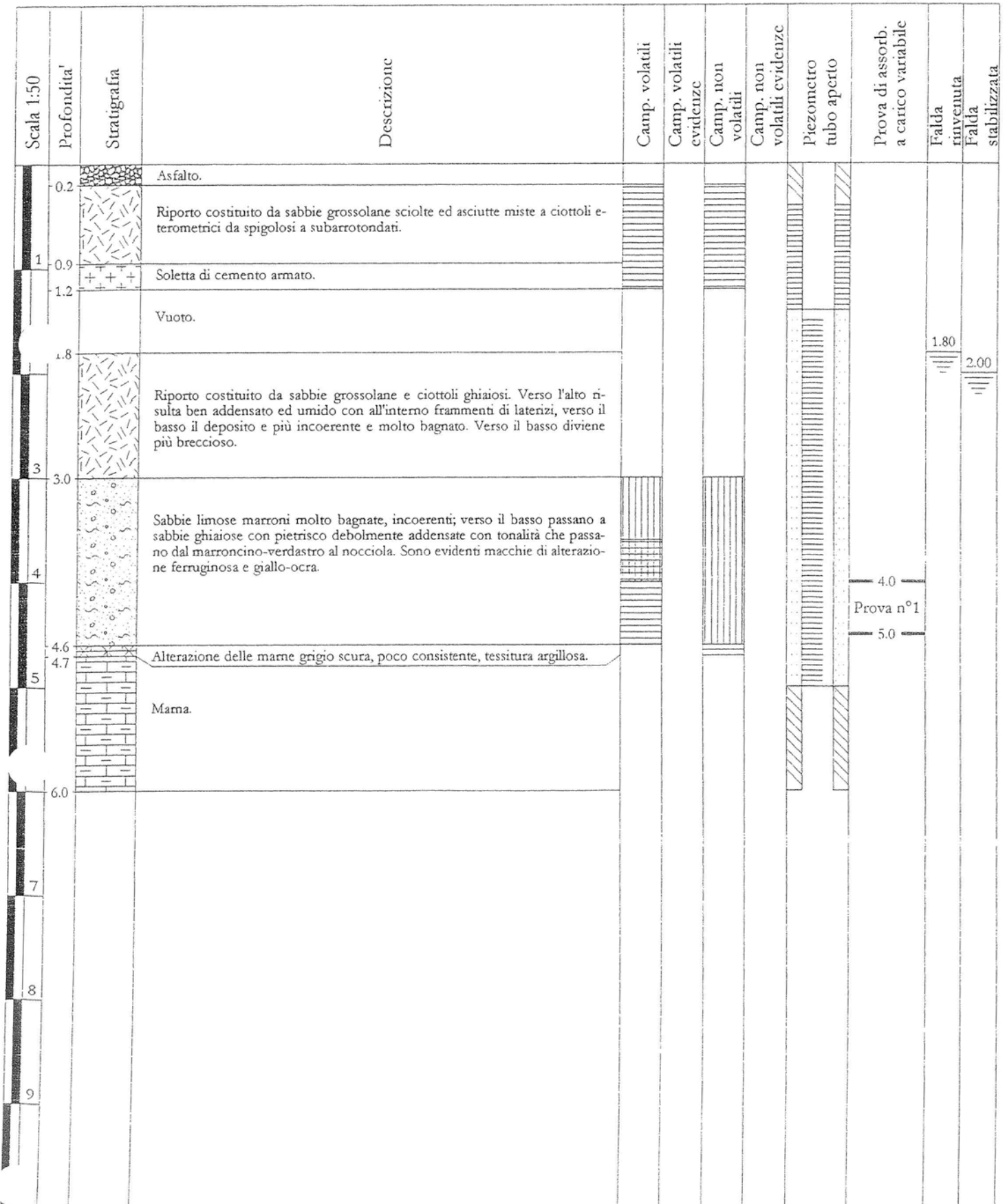


Prelevati n.6 campioni in barattoli di vetro.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 1250
Contratto:	442/00	Data inizio:	03/10/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	03/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Piero Rossanigo	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Martino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Donato Crocetta	Pagina:	1/1

A 2  
41 P  
 ml 6.00



Campioni in barattolo n° 3.  
 Campioni in sacchi n° 3.

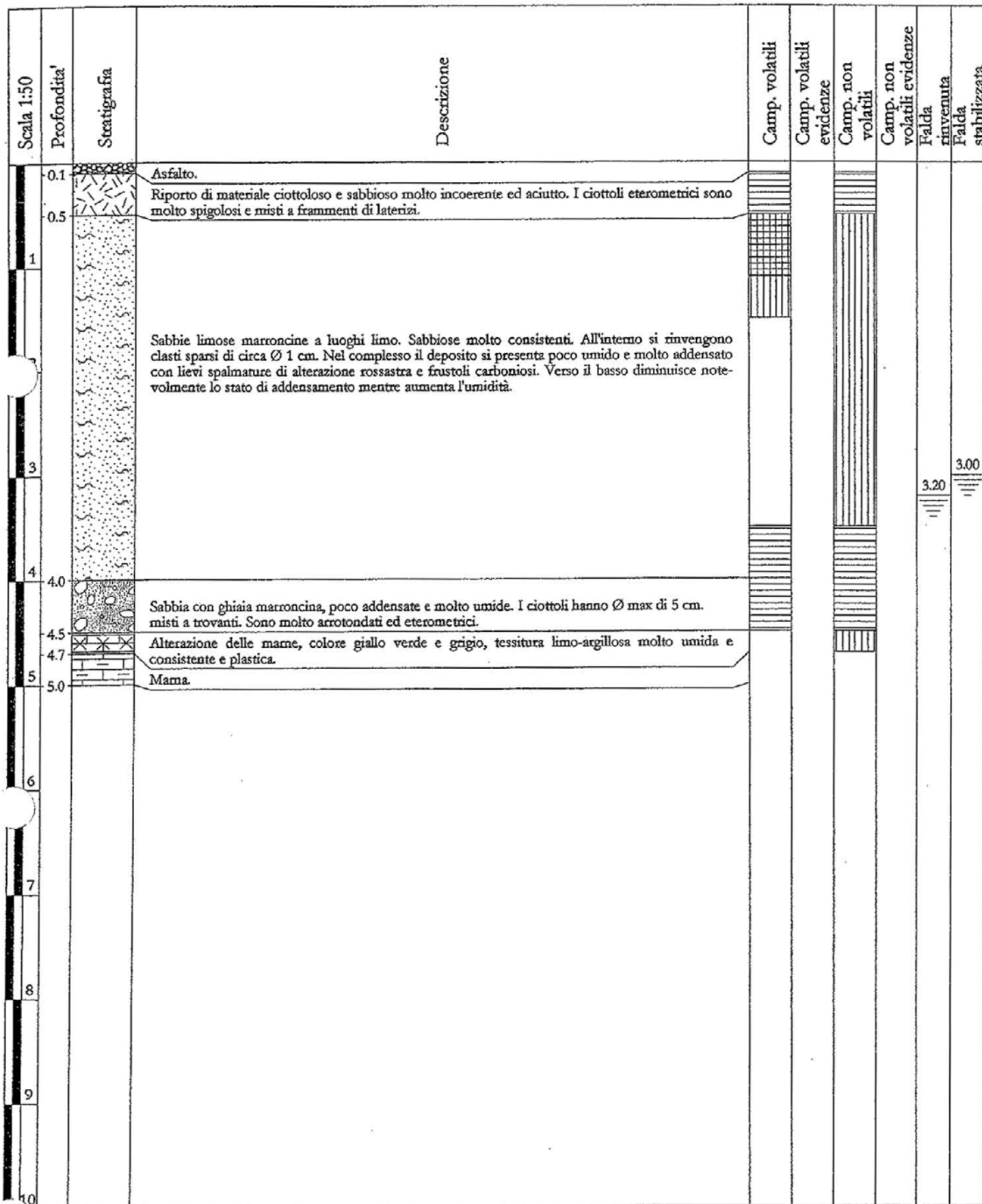




Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	29/08/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	29/08/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Laura Basso	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Martino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Claudio De Camillis	Pagina:	1/1

A 3

02  
ml 5.00



Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 4.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 1250
Contratto:	442/00	Data inizio:	07/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	07/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Vittorio Verrea	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Franco Vallone	Pagina:	1/1

**A 4**  
**68**  
ml 6.50

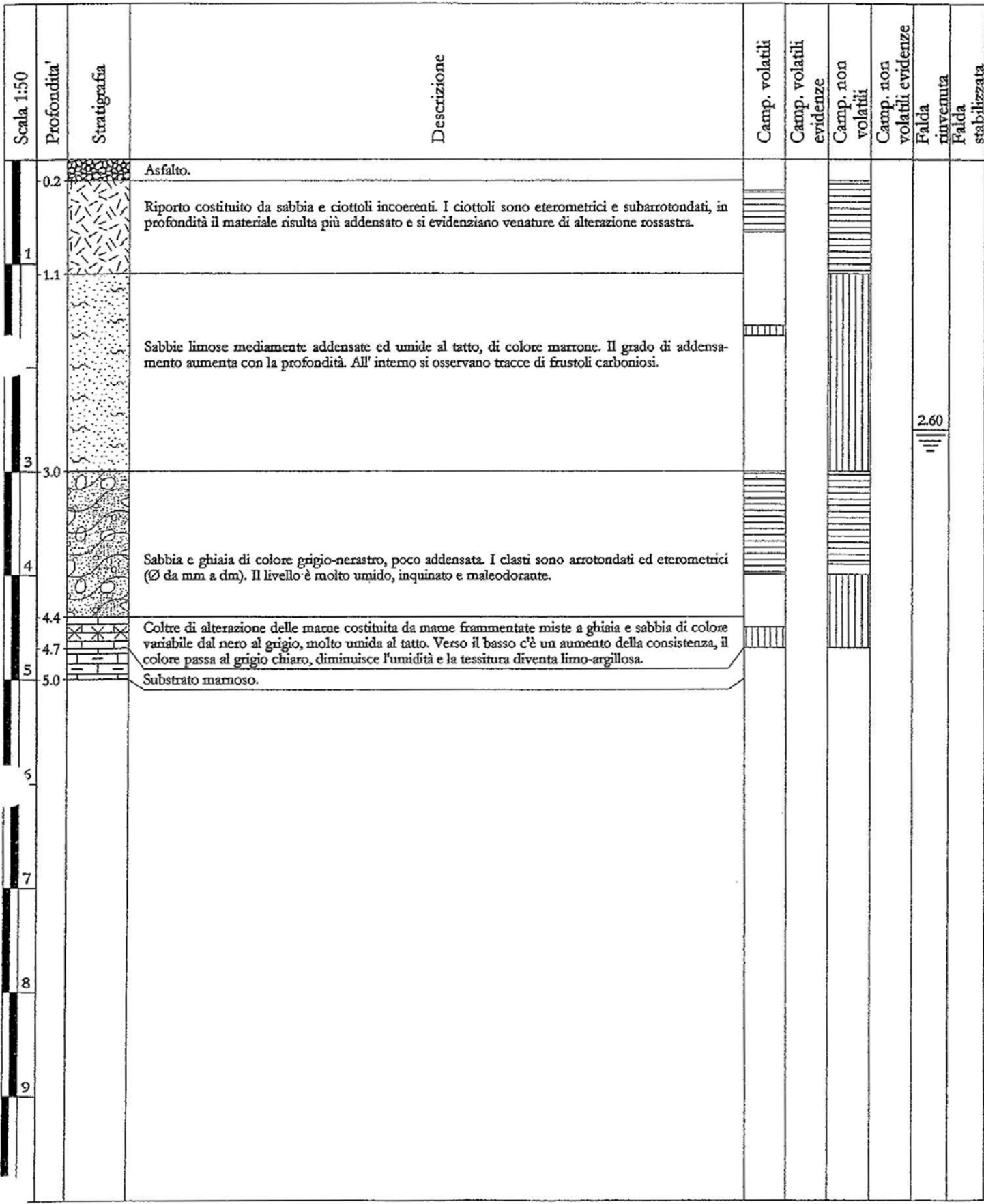
Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1			Ripporto ghiaioso con cemento e laterizi; sotto i m. 1.80.						
2	2.4		Depositi alluvionali limosi bruno-rossastri; umidi.						
3	2.8		Depositi alluvionali ghiaiosi con abbondante frazione sabbioso-limoso, colore grigio marrone, umide-bagnati.					3.70	
4	4.1		Depositi alluvionali ghiaiosi a minor frazione fine, di colore grigio; bagnati.						
5	5.1		Alterazione delle mame colore grigio-marrone con striature più chiare; umide.						
6	6.0		Mame grigie compatte, asciutte.						
7	6.5								
8									
9									
10									

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	05/08/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	05/08/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Martino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

**A 1**  
**38**  
 ml 5.00



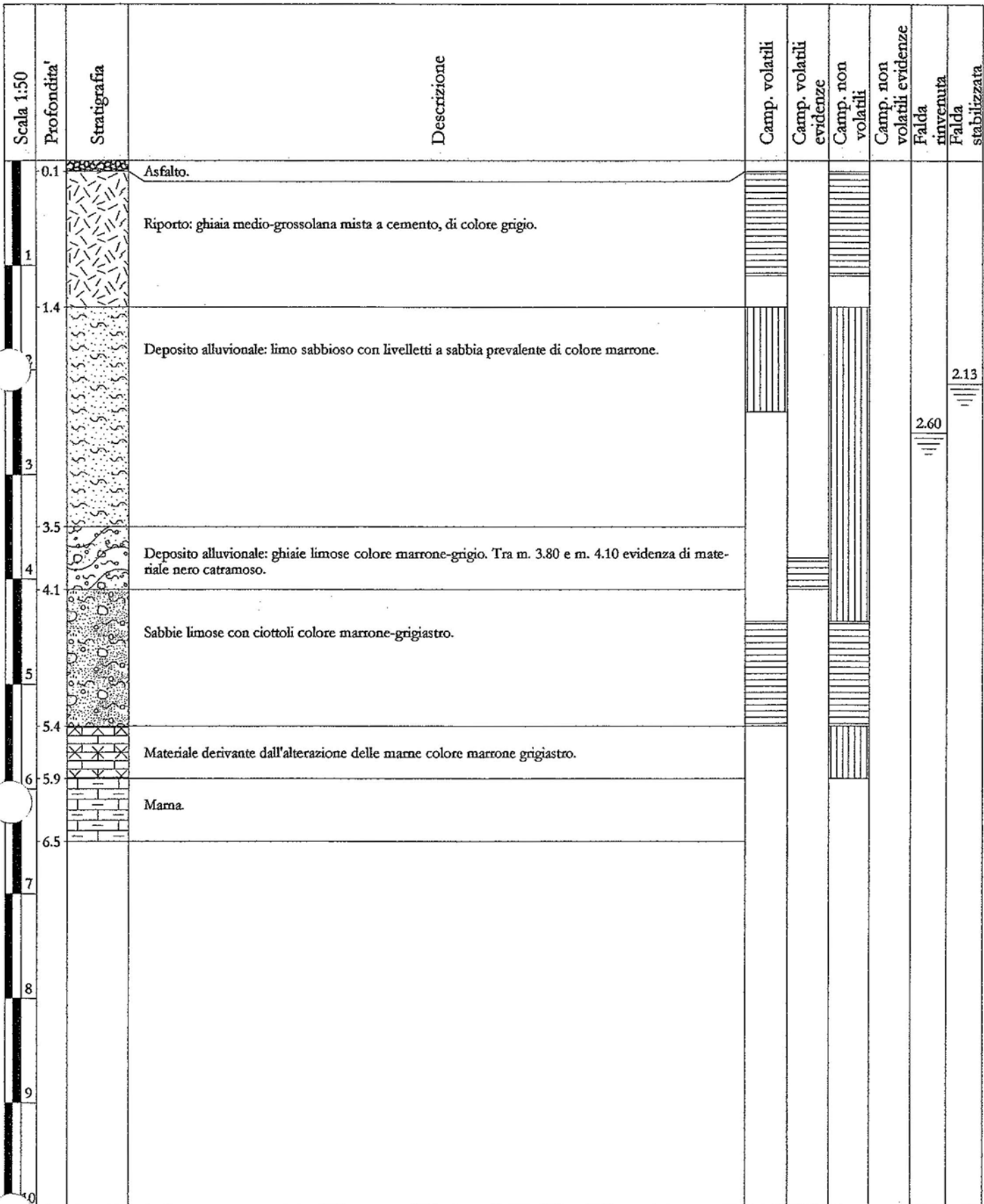
2.60

Campioni in barattolo n° 4.  
 Campioni in sacchi n° 4.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 1250
Contratto:	442/00	Data inizio:	06/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	06/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Vittorio Verrea	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Franco Vallone	Pagina:	1/1

**A 4**  
**40**  
**ml 6.50**



Campioni in barattolo n° 4.  
 Campioni in sacchi n° 4.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	09/09/00
Località:	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	09/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Paola Reverdito	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Serena Bini	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

A 4  
B 27  
ml 8.00

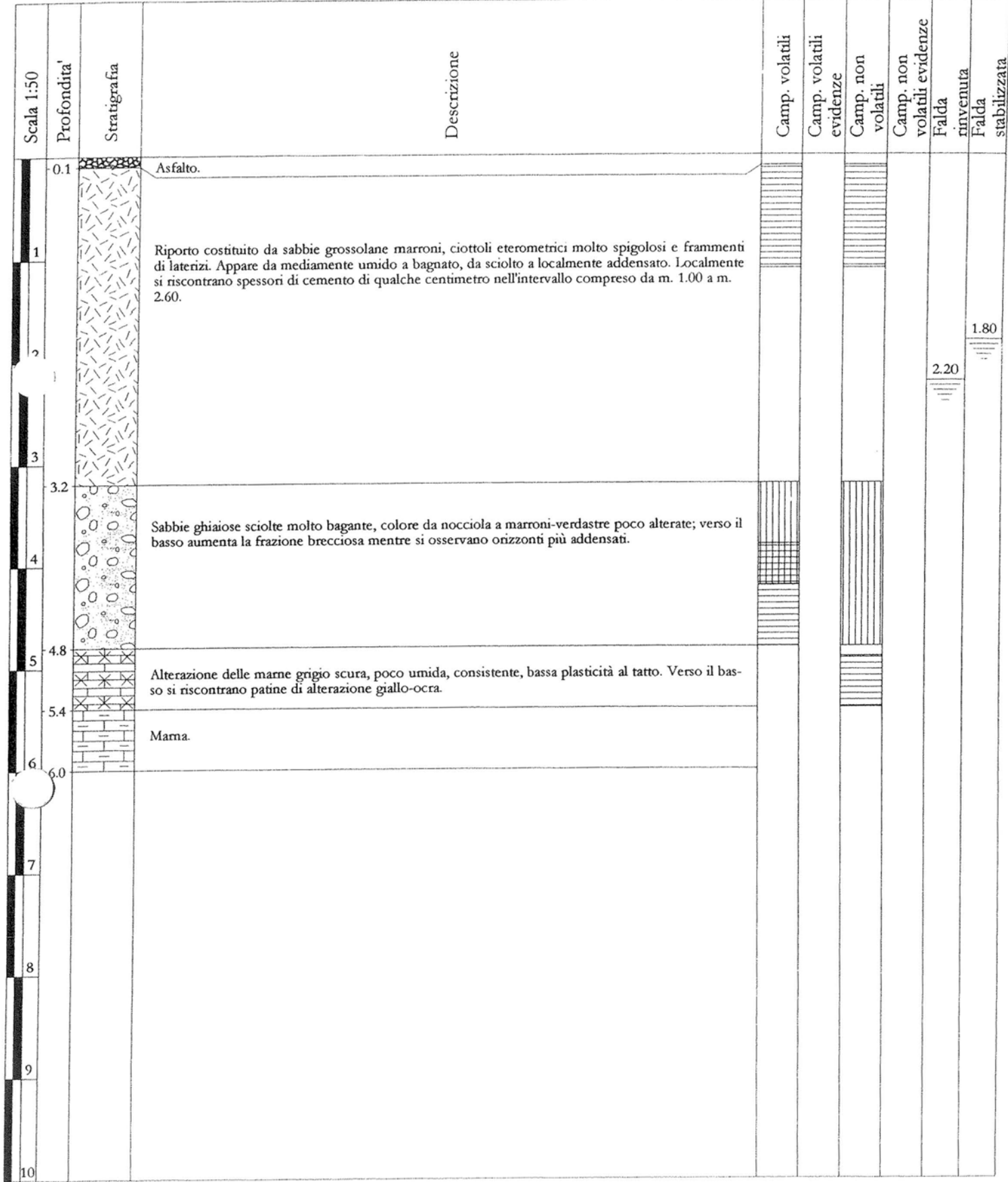
Scala 1:50	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	0.2	+++	Cemento armato.						
	0.7		Riporto: limo sabbioso argilloso di consistenza media con clasti sparsi. Da m. 0.20 a m. 0.70 il materiale è impregnato da una sostanza nerastra. Si evidenziano frammenti e spolverate di laterizi.						
	1.0								
	1.3		Riporto: ghiaia in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio verdastro. Da m. 1.30 a m. 3.20 sono talmente abbondanti i frammenti di laterizi da rendere di colore rosso la matrice. A luoghi (dove aumenta la frazione limosa) il materiale risulta addensato in livelli centimetrici.						
	3.2		Deposito alluvionale: limo sabbioso debolmente argilloso di colore grigio-scuro verdastro. Si evidenziano abbondanti patine ed incrostazioni blu-nerastre. Maleodorante ed umido.						
	4.0		Deposito alluvionale: ghiaia medio-grossolana in matrice sabbioso-limosa sciolta e bagnata di colore avana. A luoghi la frazione sabbiosa si fa più grossolana.					4.00	4.00
	7.1		Alterazione delle mame: argilla limosa grigio-verdastro di bassa consistenza. Maleodorante.						
	7.4		Mame.						
	8.0								

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 4.



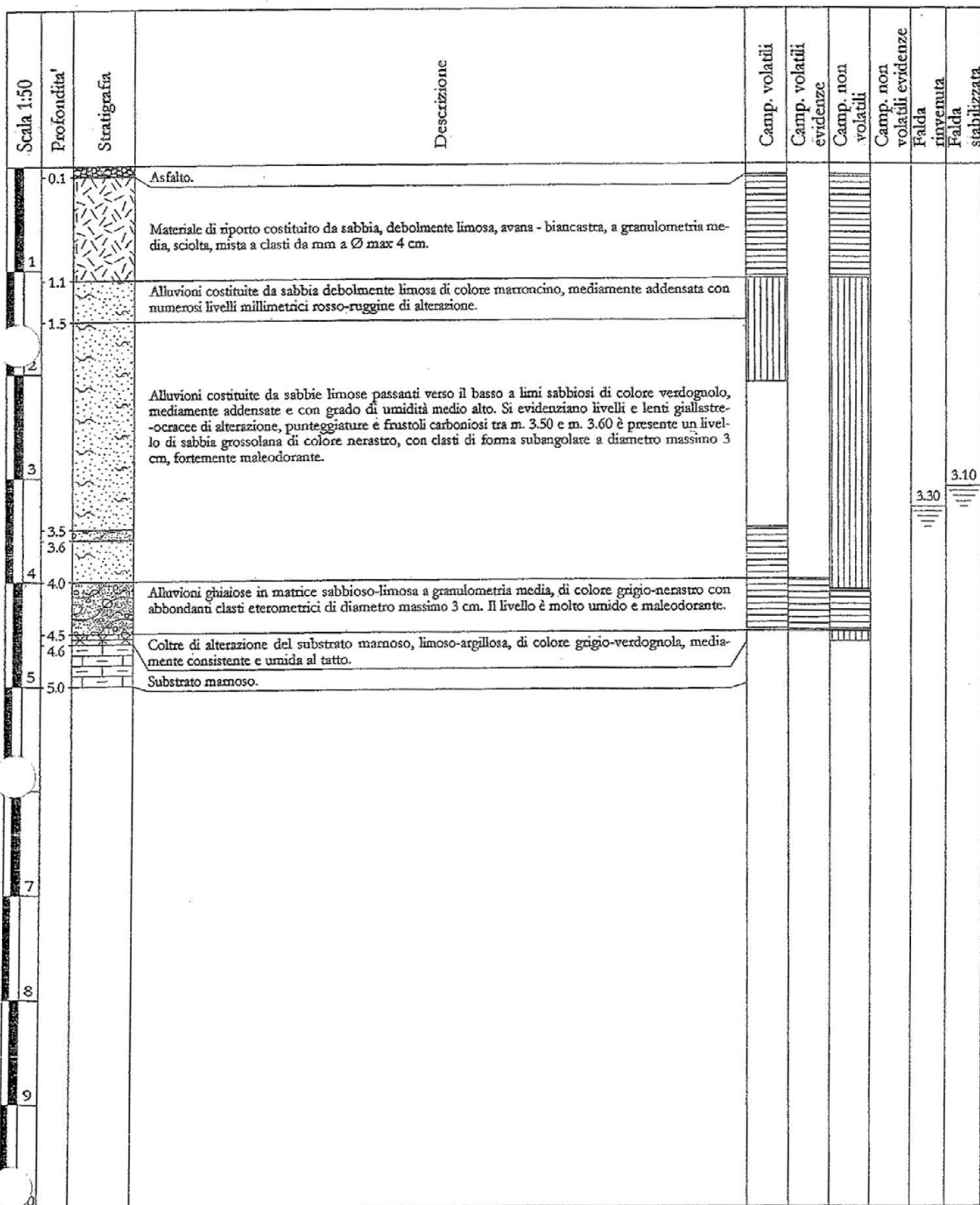
Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 1250
Contratto:	442/00	Data inizio:	04/10/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	04/10/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Francesco Martino	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Donato Crocetta	Pagina:	1/1

**A 4**  
**49 P**  
**ml 6.00**



Campioni in barattolo n° 3.  
 Campioni in sacchi n° 3.

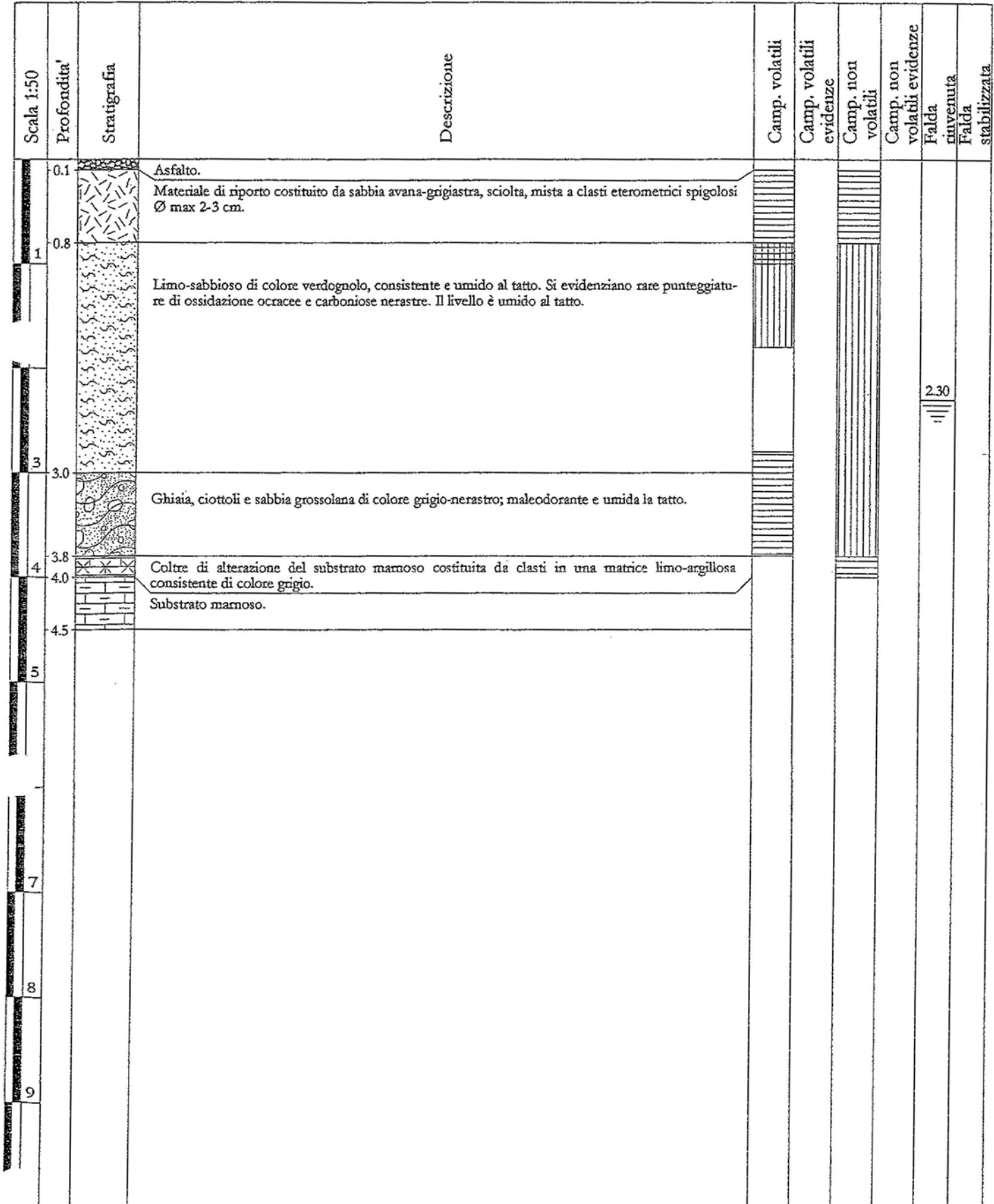
Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	25/08/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	25/08/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Umberto Macchioni	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marcello Romualdi	Pagina:	1/1





Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	10/08/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	10/08/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Angela Vitale	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Sabrina Diodato	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Marco Notarini	Pagina:	1/1

A 2  
06  
ml 4.50



Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 3.





Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	06/09/00
Località:	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	06/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Massimiliano Cirincione	diam. perf.:	101
Geologo GT:	D.ssa Serena Bini	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

A 4  
09  
ml 5.00

Scala 1:50	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	0.1		Asfalto.						
	1		Riporto: limo sabbioso, di bassa consistenza, umido al tatto, di colore marrone. Si evidenziano frammenti di laterizi.						
	1.7		Alluvioni: sabbia limosa, molto umida, da sciolta a debolmente addensata di colore marroncino con rari ciottoli di piccole dimensioni.					2.50	2.50
	2.7		Alluvioni: ghiaia medio fine in matrice sabbiosa, a luoghi più o meno limosa, e, per lo più sciolta. Il materiale è bagnato. Da m. 3.60 a m. 3.90 la matrice è più limosa ed addensata ed è impregnata da una sostanza nerastra. Maleodorante.						
	3		Coltre di alterazione delle marne: argilla, di media consistenza, umida, di colore verdastro con patine ed incrostazioni grigio-nerastre. Maleodorante.						
	3.9		Marna.						
	4.5								
	5								
	5.0								
	6								
	7								
	8								
	9								

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 3.



**Committente :**  
ACNA CHIMICA ORGANICA S.p.A. in liquidazione

**Localita' :**  
Stabilimento ACNA di Cengio (SV)

**Opera :**  
Zone Ponte Donegani e lato ferrovia  
Opere di contenimento e drenaggio

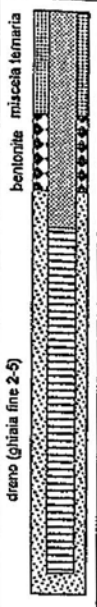
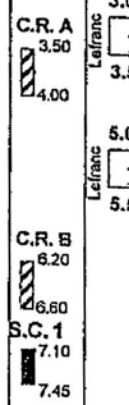
**SONDAGGIO : SE 7**

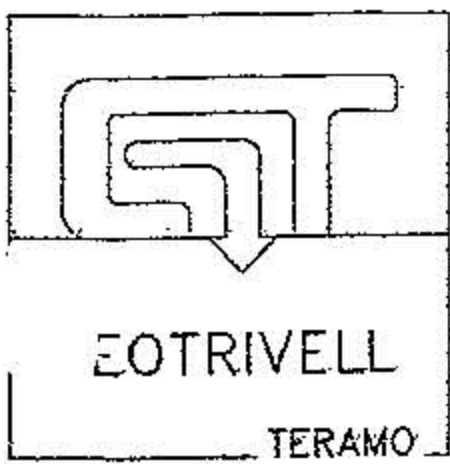
**Data (inizio- fine) :** 6/5/1999 - 10/5/1999

**Ubicazione :** ved. Planimetria  
**Quota :** p.c.

**Redazione:** Dr. Uber Maselli

Profondita' strati	Profondita' m	Stratigrafia	Descrizione Terreno	Carotaggio %	RQD %	SPT	CAMPIONI	Prova di Permeabilita'	Piezometro
				25 50 100	10 30 50 70 90				
	1		Riporto :sabbia grossolana e ghiaia eterometrica passante alla base, a sabbia grossolana deb. limosa. Presenza di ferro e laterizi.						
1.80	2		Sabbia e ghiaia eterometrica (diam. max 6 cm) in matrice limosa, con rari ciottoli. Colore marrone-grigio.			2.00			
	3					5			
	4								
	5								
5.50	6		Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa			5.2			
	7		Marna alterata			11			
6.85	7		Marna litoide grigio-azzurra.			10			
7.10	8								
8.70	9		FINE SONDAGGIO						
	10		NOTA: profondita' acqua = 4.5 dal p.c.						
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								





Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 1250
Contratto:	442/00	Data inizio:	11/09/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	11/09/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	D.ssa Sirah Pardu	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Vittorio Verrea	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Franco Vallone	Pagina:	1/1

A 4  
B 51  
ml 4.50

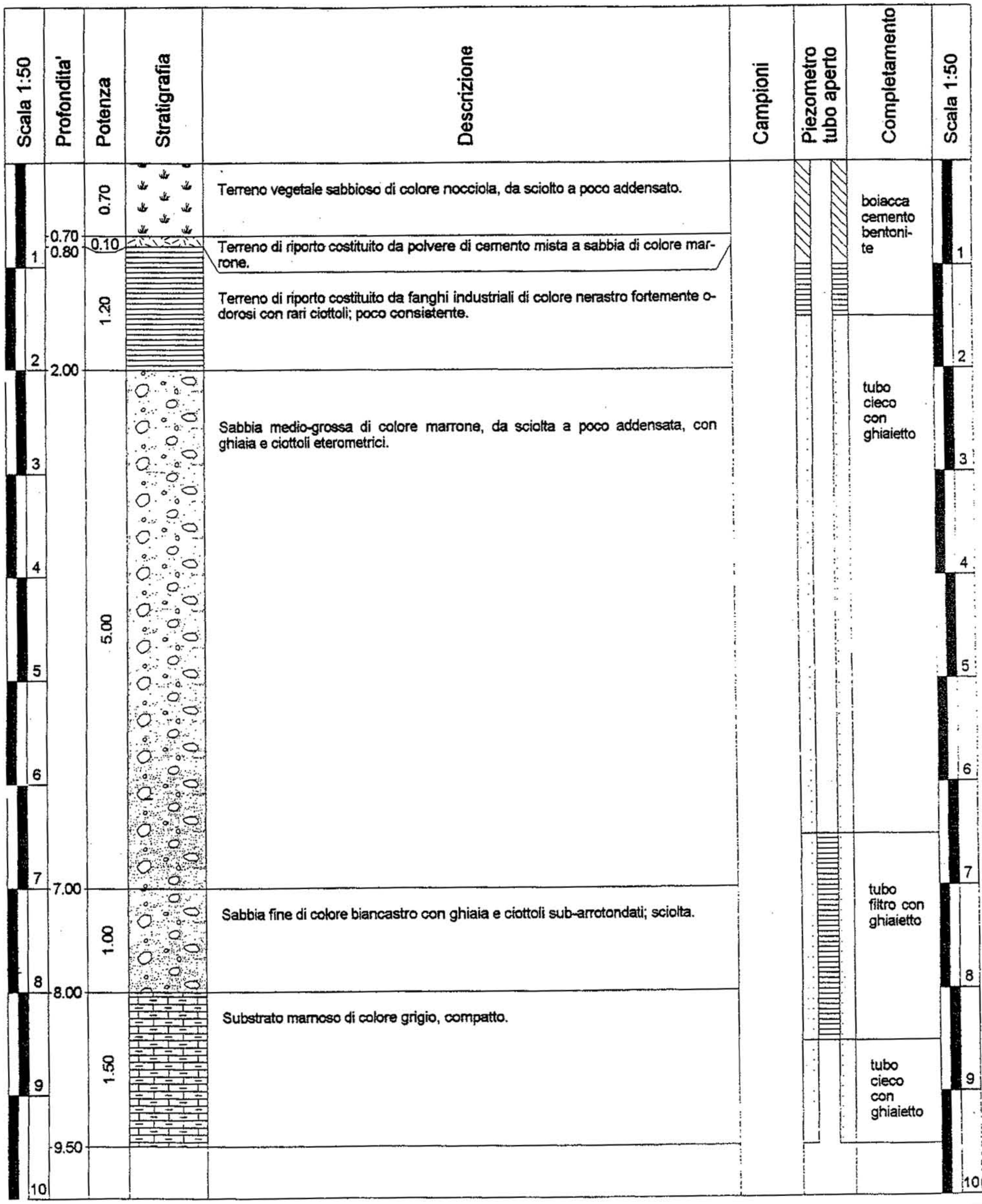
Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
	0.2	+++	Soletta in calcestruzzo.						
	0.8		Riparto in materiale limoso sabbioso con ciottoli e laterizi leggermente umido di colore marrone o marrone grigiastro.						
1			Sedimenti prevalentemente sabbiosi bagnati sciolti di colore marrone. Presenza di ciottoli.					1.32	
	2.3		Sedimenti a maggior componente ghiaiosa, sciolti, bagnati di colore marrone.					2.00	
3	3.0		Sedimenti sabbiosi limosi compatti umidi di colore marrone grigio a volte striati.						
	3.6		Alterazione mamosa di colore marrone-grigiastro.						
4	4.0		Marna grigia compatta asciutta.						
	4.5								
5									
	7								
	8								
	9								

Campioni in barattolo n° 3.  
Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	AQUATER S.p.A.	Perforatrice:	MK 1500
Commessa:	264400	Data inizio:	14/05/98
Contratto:	101/98	Data ultimazione:	14/05/98
Incarico:		Scala 1:	50
Località:	Stabilimento ACNA di Cengio		
Geologo GT:	Dott. Egidio Borsini		
Perforatore:	Sig. Donato Crocetta	Pagina:	1/1

**PZ**  
**093**  
ml 9.50



Prelevati n.16 campioni in barattoli di vetro.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 420
Contratto:	442/00	Data inizio:	09/11/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	09/11/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Carlo Motto	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Fasano Gianluca	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Dino Di Andrea	Pagina:	1/1

**A 5**  
**48**  
 ml 8.50

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1	0.1		Riporto: i primi 15 cm di terreno vegetale di colore marrone con radici e laterizi. Da mt 0.15 in poi, il materiale è un limo sabbioso di colore nero, umido, con consistenza gommosa sono presenti spalmature di colore rosa e marroncino.						
2	1.2		Riporto costituito da un limo sabbioso di colore marroncino con ghiaia sub-angolare a diversa pezzatura, ciottoli anche pluricentimetrici e laterizi. Il materiale è umido.						
3	3.0		Alluvionale: materiale limoso sabbioso di colore marroncino con ghiaietto e ciottoli centimetrici-sub-arrotondati. Sono presenti tracce di vegetali ed il materiale è mediamente umido. Da mt 4.5 il materiale diventa una sabbia limosa di colore marrone con ciottoli e ghiaietto sub-arrotondato ed umidità media. A volte, sono presenti delle spalmature millimetriche di colore arancione.						
4	4.5								
5	5								
6	6								
7	7								
8	8.0		Marne di colore grigio, umide e sane.						
9	8.5								
								6.00	5.70

Campioni in barattolo n° 3.  
 Campioni in sacchi n° 3.



Committente:	Aquater S.p.A.	Perforatrice:	MK 900
Contratto:	442/00	Data inizio:	02/11/00
Localita':	Stabilimento Acna di Cengio	Data ultimazione:	02/11/00
Direttore Lavori:		Scala 1:	50
Geologo Arpa:	Dr. Carlo Motto	diam. perf.:	101
Geologo GT:	Dr. Roberto Ambra	Inclinazione:	verticale
Perforatore:	Sig. Giuseppe Di Tizio	Pagina:	1/1

**A 5**  
**80**  
 ml 4.50

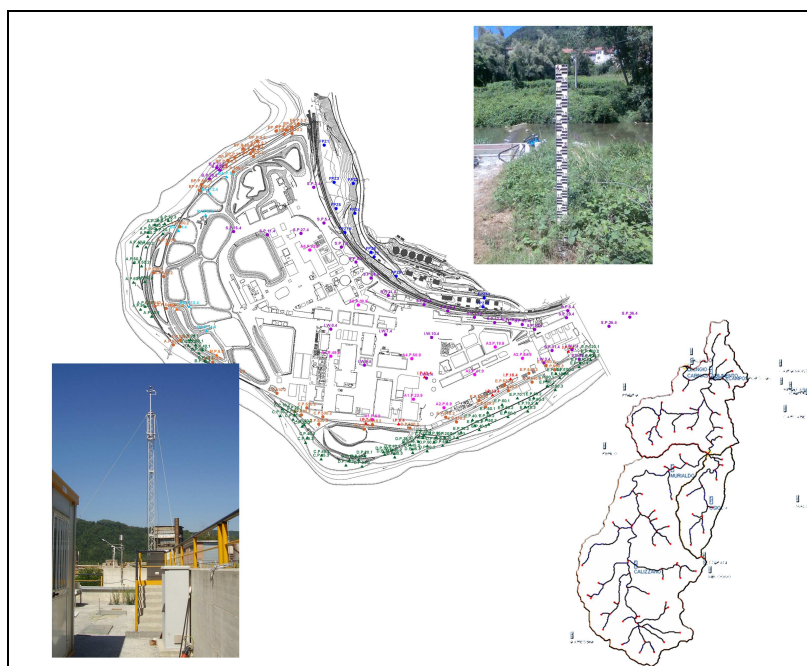
Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Camp. volatili	Camp. volatili evidenze	Camp. non volatili	Camp. non volatili evidenze	Falda rinvenuta	Falda stabilizzata
1	1.3		Riporto: sabbie da poco limose a limose, sabbie ghiaiose, inglobati frammenti di calcestruzzo e laterizi. Elementi grossolani eterometrici angolati. Colore da marrone scuro a grigio-biancastro fino a bruno-grigiastro.						
2			Sedimenti alluvionali: sabbie da poco limose a limose, limi sabbiosi, ghiaie sabbioso-limose-ciottolose, livelletti con parti organiche. Colore da beige-beige scuro a grigio brunastro.					1.50	
3								3.00	
4	4.0		Marne compatte.						
5	4.5								
6									
7									
8									
9									

Campioni in barattolo n° 3.  
 Campioni in sacchi n° 2.



## Provincia di Savona

Centro di Competenza Idrologica ed  
Idrogeologica  
di cui al Provvedimento 77/06 del Commissario  
Delegato Acna



### ALLEGATO 1

**PROBLEMATICHE RELATIVE ALLE OPERE DI  
CINTURAZIONE DEL SITO ACNA DI CENGIO –  
SALICETO ED AL CICLO DELLE ACQUE**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO IN CONTINUO  
DELLA PIEZOMETRIA E DEI LIVELLI IDROMETRICI**

<b>Approvato</b>			
<b>Controllato</b>	Ing. S. La Barbera		
<b>Redatto</b>	Ingg. A. Cesio, M. Mariotti, L. Mongiardino		
<b>Rev.</b>	0		09/05/08





Genericamente in una parcella il bilancio idrologico semplificato per un'area unitaria può essere stimato tramite un'equazione differenziale del tipo (considerando trascurabili i flussi orizzontali ed, invece, preponderanti quelli verticali)

$$P - ET - Dr = d_s \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (1)$$

dove  $P$  è il tasso di precipitazione,  $ET$  è il tasso di evapotraspirazione,  $Dr$  il drenaggio profondo,  $d_s$  la profondità dell'apparato radicale nel suolo e  $\theta$  l'umidità del suolo. Per quanto riguarda il monitoraggio di questi termini:

- 1)  $P$  è facilmente misurabile tramite pluviografo;
- 2)  $Dr$  è stimabile eseguendo delle misure del profilo di umidità del suolo, il quale può essere stimato disponendo nel terreno sonde che misurano in modo indiretto l'umidità del suolo (per esempio, le Campbell CS616, Figura 1);



**Figura 1: sonde Campbell CS616 per la stima dell'umidità del suolo.**

- 3) per la stima della  $ET$  nella parcella agraria si può utilizzare la stazione micrometeorologica di nuova concezione basata sul metodo "eddy correlation".

Di seguito si fornisce una descrizione di tale stazione

### **La stazione micrometeorologica**

La stazione micrometeorologica misura le principali variabili idrometeorologiche e climatiche. La scala spaziale di tali misure è dell'ordine di un raggio intorno alla torre pari a circa 100 volte l'altezza a cui sono posti gli strumenti. Il passo temporale di acquisizione può essere inferiore al minuto, ma è consigliabile circa 30 minuti. Oltre ai

classici dati meteorologici, ossia temperatura ed umidità relativa dell'aria, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica e precipitazione, la stazione permette la stima dei principali flussi energetici tra il suolo e la bassa atmosfera.

Infatti, la stazione consente di stimare i principali termini del bilancio energetico superficiale (espresso in  $W/m^2$ ), che può essere approssimativamente riassunto dalla relazione:

$$R_n - G = H + LE \quad (2)$$

dove  $H$  è il calore sensibile,  $R_n$  è la radiazione netta,  $G$  il flusso di calore per conduzione nel suolo e  $LE$  è il calore latente. Si noti che il calore latente può essere espresso in quantità di acqua evapotraspirata ( $ET$ ) nell'unità di tempo ; infatti,  $LE = \lambda \rho_w ET$  dove  $\lambda$  è il calore latente di vaporizzazione, e  $\rho_w$  è la densità dell'acqua. Nel seguito è descritta brevemente la tecnica eddy correlation alla base della stima dei flussi  $H$  e  $LE$ . e il metodo per la misura di  $G$ .

### La tecnica “eddy correlation”

I flussi  $H$  e  $LE$  sono stimati tramite la tecnica eddy-correlation (Brutsaert, 1982), che si basa appunto su misure micrometeorologiche. Infatti, consiste nel misurare ad alta frequenza ( $\geq 10\text{Hz}$ ) le fluttuazioni i) del campo di moto (velocità del vento lungo le tre direzioni cartesiane) tramite un *anemometro sonico 3D* e ii) delle variabili di interesse quali temperatura e concentrazione di vapore acqueo accoppiando all'anemometro sonico un *analizzatore di gas* (Figura 2). Attraverso il calcolo della covarianza, tra la velocità lungo la direzione verticale e le variabili di interesse, su una finestra temporale (per esempio di 30 minuti), si ottengono i flussi verticali ad una altezza  $h$ , che è l'altezza sul piano campagna a cui sono effettuate le misure.

Sfruttando l'ipotesi di ergodicità del campo che si traduce in un'omogeneità della distribuzione delle sorgenti al suolo, stazionarietà delle forzanti atmosferiche (nella finestra temporale) ed assenza di disturbi topografici, i flussi ottenuti si possono considerare costanti con l'altezza (almeno nel primo strato di atmosfera denominato surface boundary layer, SBL) e quindi rappresentativi dei flussi emessi (o assorbiti) dalla superficie ( $H$  e  $LE$ ) in esame secondo la relazione:

$$F_{o,c} = \rho_{air} \overline{w'c'} \quad (3)$$

dove  $F_{o,c}$  è il flusso superficiale verticale riferito allo scalare  $c$  (ossia, temperatura o vapore acqueo),  $w$  è la velocità lungo la direzione verticale,  $\rho_{air}$  la densità dell'aria mentre l'apice denota la fluttuazione della quantità in esame cioè la deviazione dal valore medio riferito alla finestra temporale.



Figura 2: l'anemometro sonico e l'analizzatore di gas.

### Il flusso di calore nel suolo

Per quanto riguarda il flusso di calore del suolo  $G$ , che rappresenta quella parte di calore che viene trasmessa per conduzione dalla superficie agli strati sottostanti del terreno, esso viene misurato inserendo nel terreno delle termopile chiamate "heat flux plates" ad una profondità di 6-8 cm e delle termocoppie per la stima della temperatura del suolo al di sopra della termopila. Il flusso di calore alla superficie è ottenuto sommando l'energia  $S$  immagazzinata nello strato di suolo  $d$  sopra le termopile. Quest'ultima viene calcolata conoscendo il calore specifico volumetrico  $c_s$  del suolo e la variazione di temperatura  $\Delta T$  (misurata dalle termocoppie) in un intervallo di tempo  $t$  che tradotto in formule conduce a:

$$G = G_d + S$$

$$S = \frac{c_s \Delta T d}{t}$$

(4)

$c_s$  dipende sia dalla parte solida del suolo sia dall'acqua contenuta.

Requisiti minimi della strumentazione ed esempi di sensori utilizzabili

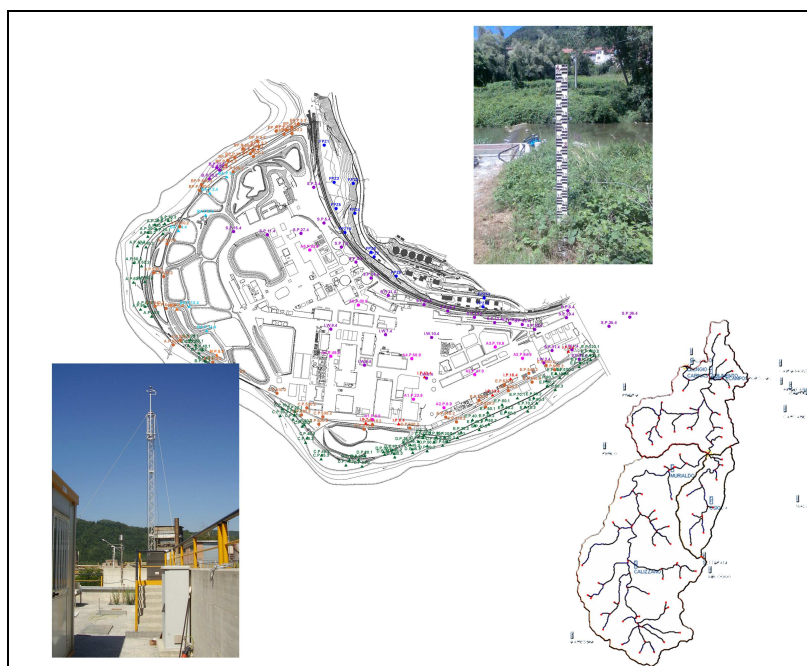
Strumento	Esempi	
	Casa produttrice	Modello
Torre (altezza 3 - 7 m)		
Stazione periferica (Datalogger)	Campbell Sci CAE Vaisala	23X SP200 MAWS101/102
Anemometro sonico 3D	Young Vaisala	81000 WAS425
Analizzatore di gas- Igrometro Krypton	Campbell Sci	KH20
Termocoppie per temperatura del suolo	Omega Eng. SIAP	TT-T-24S-500 FP9801B
Piattini per flusso di calore nel suolo	Campbell Sci	HP01
TermoIgrometro (temperatura e umidità dell'aria)	Campbell Sci CAE Vaisala	HMP45C TU01AS QMH101
Anemometro direzionale	CAE Vaisala	DV200 WMS302
Anemometro a coppe	CAE Vaisala	VV200 WMS302
Sonde monitoraggio umidità del suolo (totale 4)	Campbell Sci	CS616
Pluviografo	CAE SIAP Vaisala	PMB2 UM7525 QMR101/ QMR102
Evaporimetro	CAE SIAP	E200 EV9810B
Piranometro (radiazione globale)	SIAP CAE Vaisala	SO9800B/SO9856B SM6 QMS101/ QMS102
Radiometro (radiazione netta)	Campbell Sci Vaisala	Q7 QMN101

Le indicazioni sopra riportate sono affatto indicative e hanno lo scopo di fornire una guida per la definizione delle caratteristiche specifiche delle diverse componenti strumentali da implementare.



## Provincia di Savona

### Centro di Competenza Idrologica ed Idrogeologica di cui al Provvedimento 77/06 del Commissario Delegato Acna



## ALLEGATO 2

### SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE ALLA STAZIONE IDROMETRICA

<b>Approvato</b>			
<b>Controllato</b>	Ing. S. La Barbera		
<b>Redatto</b>	Ingg. A. Cesio, M. Mariotti, L. Mongiardino		
<b>Rev.</b>	0		09/05/08



Al fine di poter consentire l'integrazione nella rete OMIRL, le stazioni installate dovranno essere costituite dalle seguenti parti principali:

- una unità di acquisizione (datalogger) posta in un adeguato contenitore;
- un sistema di alimentazione;
- un sistema per la trasmissione dei dati in tempo reale (o almeno predisposte a tale scopo);
- sensori;
- accessori per il montaggio (pali, staffe, minuteria varia).

Le stazioni installate dovrebbero possedere le seguenti caratteristiche minime per ognuna delle parti:

### **1. Unità di acquisizione**

Il datalogger dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- CPU con microprocessore;
- almeno 512 kbyte di RAM;
- convertitore analogico/digitale a 16 bit;
- interfaccia con l'operatore costituita da un display LCD e tastiera per configurare la stazione, visualizzare le misure e lo stato del sistema, gestire la memoria, la diagnostica e permettere la riconfigurazione della stazione;
- almeno 14 ingressi tra analogici e digitali compatibili con le uscite della maggior parte dei sensori in commercio (uscite seriali, in corrente 4-20 mA, in tensione, ad impulsi in frequenza, resistive, digitali...);
- ulteriori ingressi speciali per sensori o grandezze particolari, quali ad esempio pluviometro con bascula anche a doppio contatto reed, mancanza alimentazione, tensione batteria, porta contenitore stazione aperta...);
- almeno due interfacce di comunicazione seriale (RS232 o RS485) da utilizzarsi per la comunicazione con il centro remoto;
- funzioni di reset attivabile anche da remoto e watchdog con registrazione e memorizzazione presso il centro di data/ora intervento e delle possibili cause;
- orologio calendario al quarzo di elevata precisione;
- registrazione dei dati acquisiti su memory card estraibile di capacità sufficiente a contenere almeno 3 mesi di dati;

- sistema di alimentazione autonoma della memoria RAM, tramite pila al litio, che consenta il mantenimento della configurazione della stazione;
- funzioni di autodiagnostica che consentano il controllo della mancanza di alimentazione, le batterie scariche, il malfunzionamento dei sensori;
- possibilità di interrompere il funzionamento della stazione quando la tensione di alimentazione scenda al disotto di una soglia di sicurezza impostabile;
- protezione da sovratensioni indotte e dalle connessioni a polarità invertita;
- alimentatore stabilizzato per ingressi con tensione 24 Vac e/o pannello fotovoltaico;
- preaccensione per sensori ad alto consumo;
- predisposizione HW e SW per il collegamento con apparati di trasmissione GPRS, radio, satellite e con invio di SMS in occasione di “eventi scatenanti” impostabili quali il superamento di soglie (impostabile indipendentemente su ciascun canale), la mancanza di alimentazione, l'apertura dello sportello del contenitore);
- possibilità di trasmissione dei soli pacchetti di dati non trasmessi nelle chiamate precedenti, con possibilità di recupero di tutti i dati presenti in memoria.

## **2. Contenitore stazione**

Il contenitore stazione dovrà essere in polietilene oppure in materiale metallico (alluminio o inox) con grado di protezione uguale o superiore ad IP55, dotati di sportello con guarnizioni, serrature, passaggi cavi stagni, staffe di fissaggio.

Esso dovrà essere di dimensioni sufficienti a contenere:

- il sistema di alimentazione, con tensione non superiore ai 24V e/o pannello fotovoltaico;
- il datalogger;
- gli apparati di comunicazione (radio e GPRS);
- batteria/e tampone in grado di garantire il funzionamento della stazione per almeno 15 giorni nell'ipotesi di 48 cicli di polling giornalieri;
- eventuali altri componenti alimentati al più a 24 V;
- lo sportello dovrà prevedere un interruttore che consenta al datalogger di rilevare il segnale di apertura porta.

Qualora vengano installate stazioni alimentate tramite la rete elettrica, le parti alimentate a 220V andranno necessariamente posizionate in contenitori separati rispetto



al contenitore della stazione. Sullo sportello del contenitore il cui contenuto fosse alimentato a 220V andrà evidenziata la presenza di apparecchiature in tensione.

### **3. Sistema di alimentazione**

L'alimentazione elettrica potrà avvenire tramite impianto fotovoltaico oppure mediante rete elettrica; in entrambi i casi va previsto un adeguato sistema di regolazione di tensione e batterie in tampone di adeguata capacità.

Deve inoltre essere presente un adeguato sistema di messa a terra, composto da un pozzetto in calcestruzzo contenente il dispersore profilato a croce in acciaio zincato dell'altezza di 1.5 metri, completo di morsettiera, collegamento all'anello dispersore e cavo per il collegamento alla struttura da proteggere.

Qualora alimentata da pannello fotovoltaico, la scatola di connessione deve essere stagna con diodi di bypass e la resa del pannello deve essere garantita non inferiore all'80% dopo 20 anni di utilizzo.

Qualora alimentata da rete elettrica, tutti gli impianti devono essere installati tenendo conto che potrà essere richiesta alla ditta esecutrice una dichiarazione tecnica ai sensi della L. 186/1968 di realizzazione dell'impianto elettrico a regola d'arte; ai fini della sicurezza sui luoghi di lavoro la ditta dovrà rendere una dichiarazione di conformità analoga a quanto previsto dalla L. 46/1990.

Il collegamento con la linea di alimentazione elettrica dovrà essere protetto da scaricatori.

### **4. Sistema per la trasmissione dei dati in tempo reale**

Le stazioni dovranno essere dotate di (o quantomeno predisposte ad ospitare) due apparati indipendenti per la trasmissione dei dati in tempo reale. Il sistema primario deve essere costituito da un modem radio che possa veicolare i dati sulla dorsale radio regionale. Il sistema di backup dovrà essere costituito da un modem GPRS, da impiegarsi in caso di failure del sistema primario.

### **5. Sensori**

Le caratteristiche dei sensori dovranno essere le seguenti:

### Idrometro

Potranno essere installati idrometri dotati di sensori che impieghino le seguenti tecnologie:

- ad ultrasuoni;
- a pressione differenziale (piezometro);
- radar;
- pneumatico con sistema a bollicine.

La scelta preferenziale andrà eseguita di volta in volta in dipendenza dal tipo di sito e dalle condizioni idrauliche della sezione.

Andrà inoltre installata un'asta idrometrica, idonea alla misurazione del livello, la cui lettura deve essere possibile da terra, in piena sicurezza, anche durante eventi di notevole entità. Dovrà inoltre essere effettuata la misurazione dello zero idrometrico (cioè la quota sul livello del mare del livello corrispondente allo zero dell'asta idrometrica) con rilievo topografico di precisione.

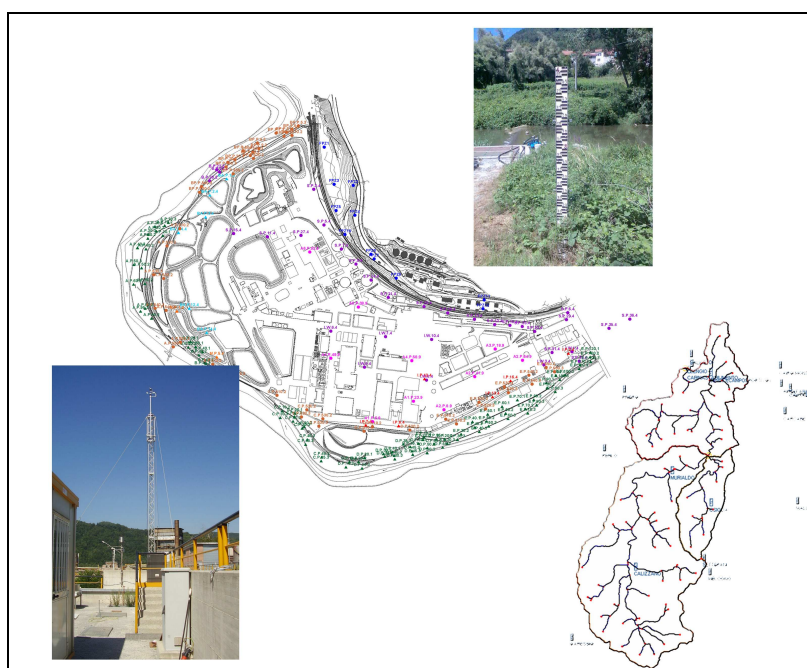
### **6. Accessori per il montaggio**

Le stazioni dovranno essere installate secondo le migliori regole d'arte, tenendo conto della facilità di accesso e manutenzione delle stesse. Pertanto sarà di volta in volta stabilita la tipologia di installazione e il tipo di pali, staffe ed altra minuteria necessaria.



## Provincia di Savona

### Centro di Competenza Idrologica ed Idrogeologica di cui al Provvedimento 77/06 del Commissario Delegato Acna



### ALLEGATO 4

### TABELLA INDICATIVA DEL POSIZIONAMENTO DEI PUNTI DI MISURA PER IL MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL SITO

<b>Approvato</b>			
<b>Controllato</b>	Ing. S. La Barbera		
<b>Redatto</b>	Ingg. A. Cesio, M. Mariotti, L. Mongiardino		
<b>Rev.</b>	0		09/05/08



Numero progressivo piezometro	Nome piezometro	Longitudine	Latitudine	Area	Monitoraggio qualità in continuo
1	P_1	1435423.072	4915520.036	A2	X
2	P_2	1435310.963	4915515.604	A2	X
3	P_3	1435173.337	4915541.330	A2	X
4	P_4	1435114.168	4915580.473	A2	X
5	P_5	1435013.415	4915654.688	A2	X
6	P_6	1434928.070	4915744.765	A2	X
7	P_7	1434871.893	4915784.372	A2	X
8	P_8	1435450.014	4915411.001	A2	X
9	P_9	1435372.623	4915443.626	A2	X
10	P_10	1434971.625	4915565.423	A2	X
11	P_11	1434893.506	4915588.059	A2	X
12	P_12	1435302.577	4915362.667	A2	X
13	P_13	1435195.835	4915362.780	A2	X
14	P_14	1435082.450	4915463.941	A2	✓
15	P_15	1435054.907	4915363.773	A2	X
16	P_16	1434982.649	4915393.995	A2	X
17	P_17	1434884.489	4915499.123	A2	X
18	P_18	1434892.175	4915418.536	A2	X
19	P_19	1435322.967	4915287.656	A2	✓
20	P_20	1435164.581	4915258.541	A2	X
21	P_21	1434953.528	4915277.368	A2	X
22	P_22	1435701.566	4915503.986	<b>Ponte Donegani</b>	X
23	P_23	1434797.684	4915890.99	A1	X
24	P_24	1434816.998	4915638.835	A1	✓
25	P_24bis	1434845.816	4915633.669	A2	✓
26	P_25	1434795.640	4915462.838	A1	X
27	P_26	1434820.510	4915366.349	A1	X
28	P_27	1434642.900	4915847.440	A1	X
29	P_28	1434592.302	4915665.969	A1	✓
30	P_29	1434686.460	4915387.730	A1	X
31	P_30	1434520.167	4915839.238	A1	X
32	P_31	1434398.770	4915620.110	A1	✓
33	P_31bis	1434390.73	4915623.467	A3	✓
34	P_32	1434898.896	4915226.97	A3	✓
35	P_19bis	1435332.432	4915282.015	A3	✓

X	Piezometri da attrezzare in continuo per il rilevamento dei livelli di falda in continuo e per i controlli dei parametri idrochimici manualmente
✓	Piezometri da attrezzare in continuo per il rilevamento dei livelli di falda in continuo e per il controllo dei parametri idrochimici in continuo