

ALLEGATO 2:
REPORT INDAGINI (febbraio e marzo 2016)

DIGA DROVE DI CEPPARELLO (Comune di Poggibonsi-SI)
RAPPORTO DI CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE
FEBBRAIO-MARZO 2016

Le nuove indagini geognostiche sono state effettuate ad integrazione della campagna di indagini 2005-2006 nella quale la parametrizzazione geotecnica è risultata incompleta.

Allo scopo tra il 22 febbraio e il 17 marzo sono stati eseguiti 4 sondaggi a carotaggio continuo, tre sul coronamento e uno sulla bancata di valle, con prelievo di campioni indisturbati da analizzare in laboratorio geotecnico.

Per accedere al coronamento e alla bancata è stato necessario eseguire in data 18 febbraio una rampa di accesso, che ha collegato la strada di accesso al rilevato in sponda sinistra con il rilevato stesso, riempiendo il canale sfioratore con materiale sciolto poi rimosso al termine delle indagini.

SONDAGGIO S3-16

Un primo sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S3-16) è stato spinto fino alla profondità di 36,5 m. Il foro è stato effettuato sul coronamento della diga a circa 2 m dal sondaggio S1-05, realizzato precedentemente, verso la sponda sinistra.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti 8 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore a pressione tipo Shelby, e 2 campioni disturbati estratti con carotiere.

Nel sondaggio sono state inoltre eseguite prove penetrometriche SPT e prove Lefranc. Il foro è stato rivestito fino alla profondità di 30 m dal coronamento diga; da 27 m di profondità è stato utilizzato il carotiere doppio.

Al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato poi attrezzato con due piezometri Casagrande a doppio tubo, con profondità di messa in posa dei filtri a 27,3 m e 18,1 m; (vedi schema). Con il filtro a 27,3 m si è inteso misurare la piezometrica al contatto tra substrato e fondo diga; con il filtro a 18,1 m è stato drenato il solo corpo diga.



Sondaggio S3-16



Pozzetto piezometri di S3-16

Ubicazione sondaggio:





Campionamenti e prove penetrometriche in foro:

profondità (m) da coronamento	Tipologia di campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc
tra 1,50 m e 1,80 m	indisturbato	-	-
tra 3,0 m e 3,50 m	Fallito a causa di trovante	-	-
tra 4,20 m e 4,70 m	indisturbato	-	-
tra 5,40 m e 5,95 m	indisturbato	-	Da 5,5 m a 6,00 m
tra 7,15 m e 7,65 m	indisturbato	-	-
tra 9,00 m e 9,50 m	indisturbato	-	-
9,50 m	-	4-6-7	-
tra 10,70 m e 11,20 m	indisturbato	-	Da 10,5 m a 11,5 m Non si riesce a saturare
tra 12,50 m e 13,00 m	indisturbato	-	-
13,00 m	-	5-9-15	-
tra 14,50 m e 14,80 m	indisturbato	-	Da 14,5 m a 14,8 m
15,90	Fallito causa trovante	9-11-8	-
tra 18,00 m e 18,50 m	Non tentato causa trovanti	-	Da 17,80 m a 18,50 m
19,30	Fallito causa trovante	17-14-22	-
21,50 m	Non tentato causa trovanti	-	Da 21,00 m a 21,60 m
22,50	Fallito causa trovante	10-12-16	-

SPT Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (N_{spt}) per ogni avanzamento. La *resistenza alla penetrazione* del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè $N=N_2+N_3$. La prova va a rifiuto se il numero di colpi del primo avanzamento (N_1) è maggiore di 50 prima dei 15 cm o se N_2+N_3 è maggiore di 100 colpi prima dei 30 cm di avanzamento.

La stratigrafia del carotaggio effettuato nel paramento risulta essere in linea con le precedenti indagini, con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

I numerosi trovanti presenti nel corpo diga hanno talvolta impedito al campionatore Shelby di prelevare il campione indisturbato per il piegamento della fustella.

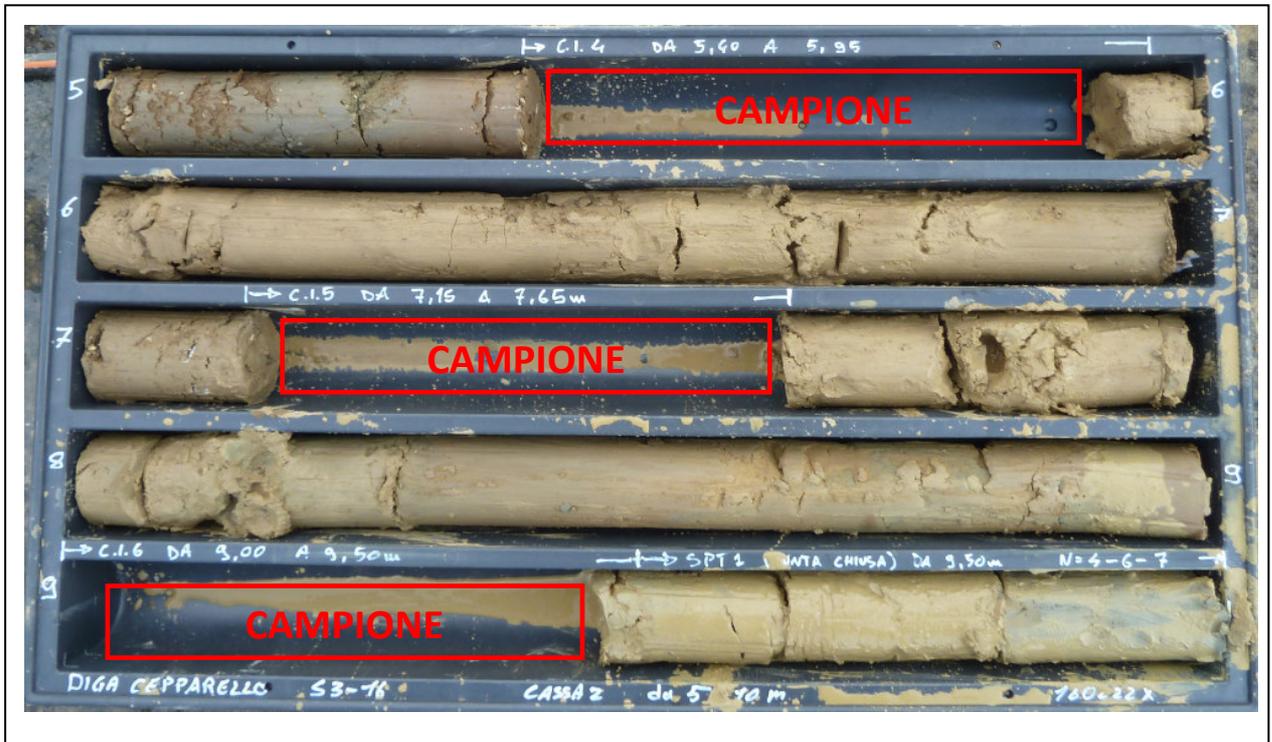


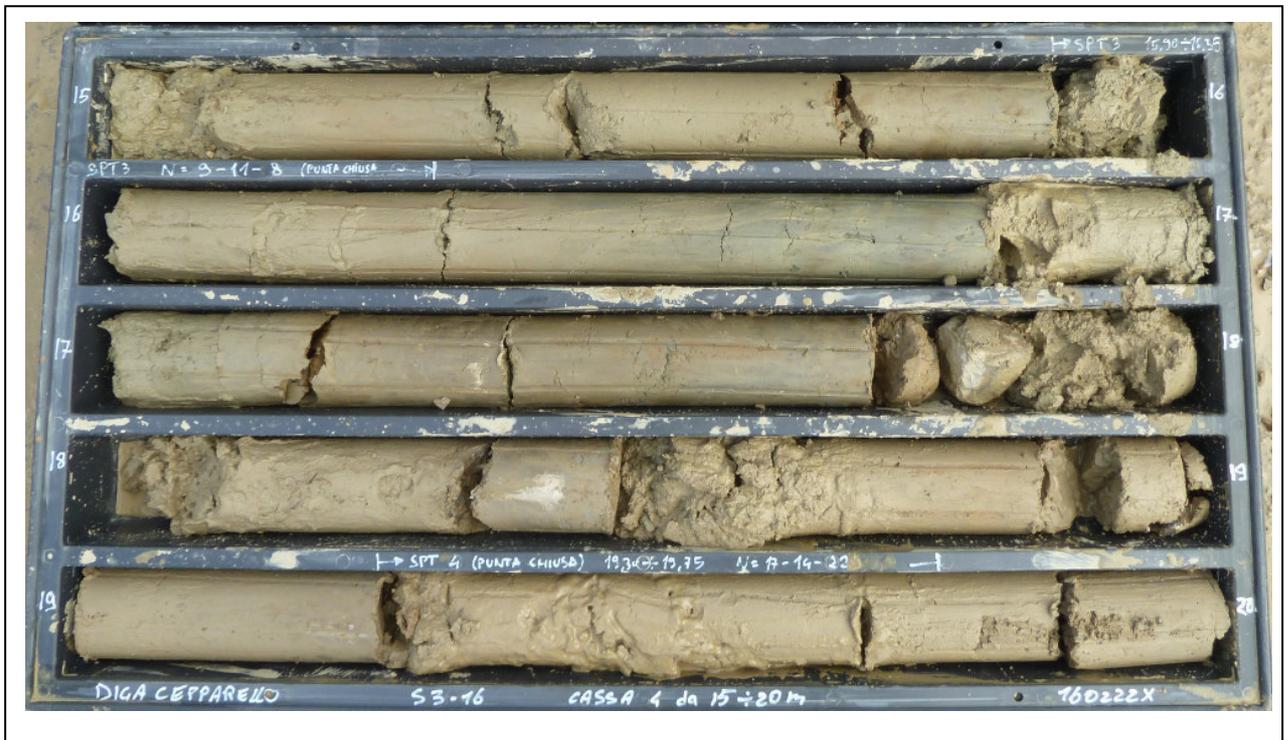
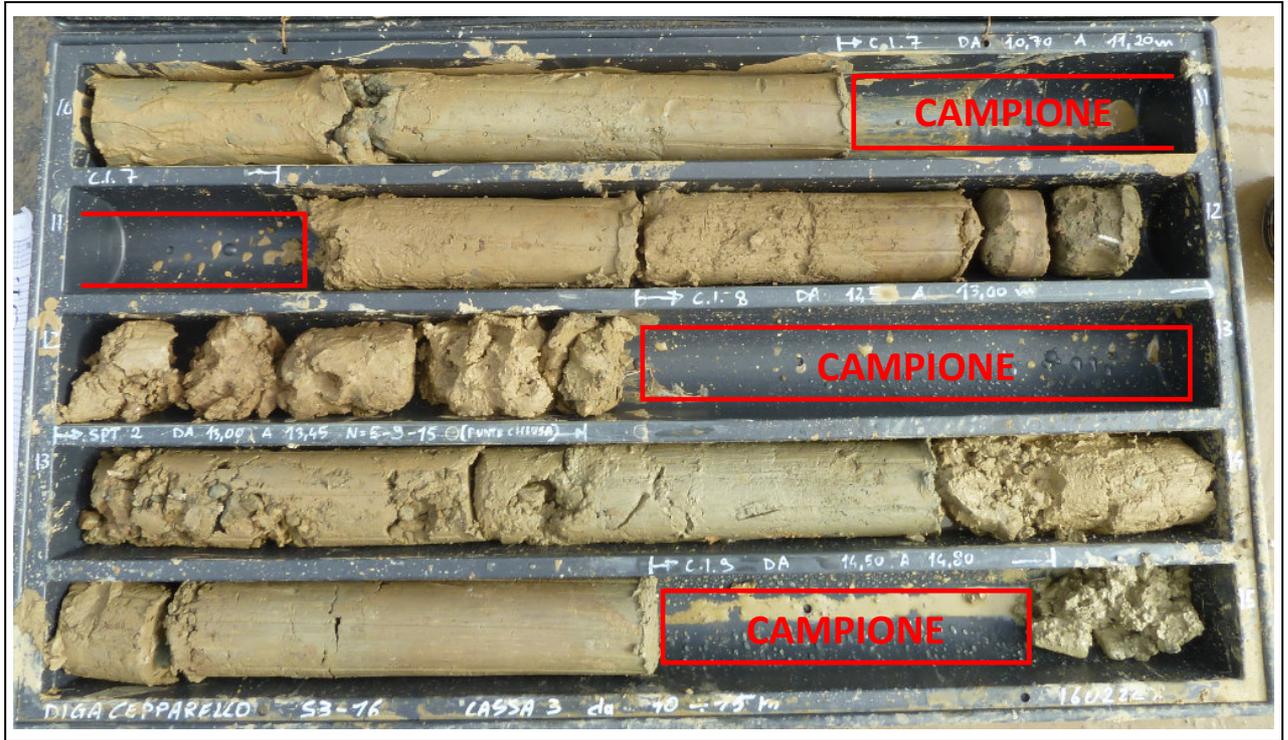
Alla profondità di 26,50 m si ritiene che inizi il basamento con la presenza di siltiti scure alternate a Pietraforte. La struttura delle siltiti si presenta con innumerevoli piani di taglio che suddividono il litotipo in scaglie lenticolari; la Pietraforte si presenta in alcuni tratti massiva in altri fratturata, con probabile stratificazione subverticale che crea difficoltà all'avanzamento del carotiere.

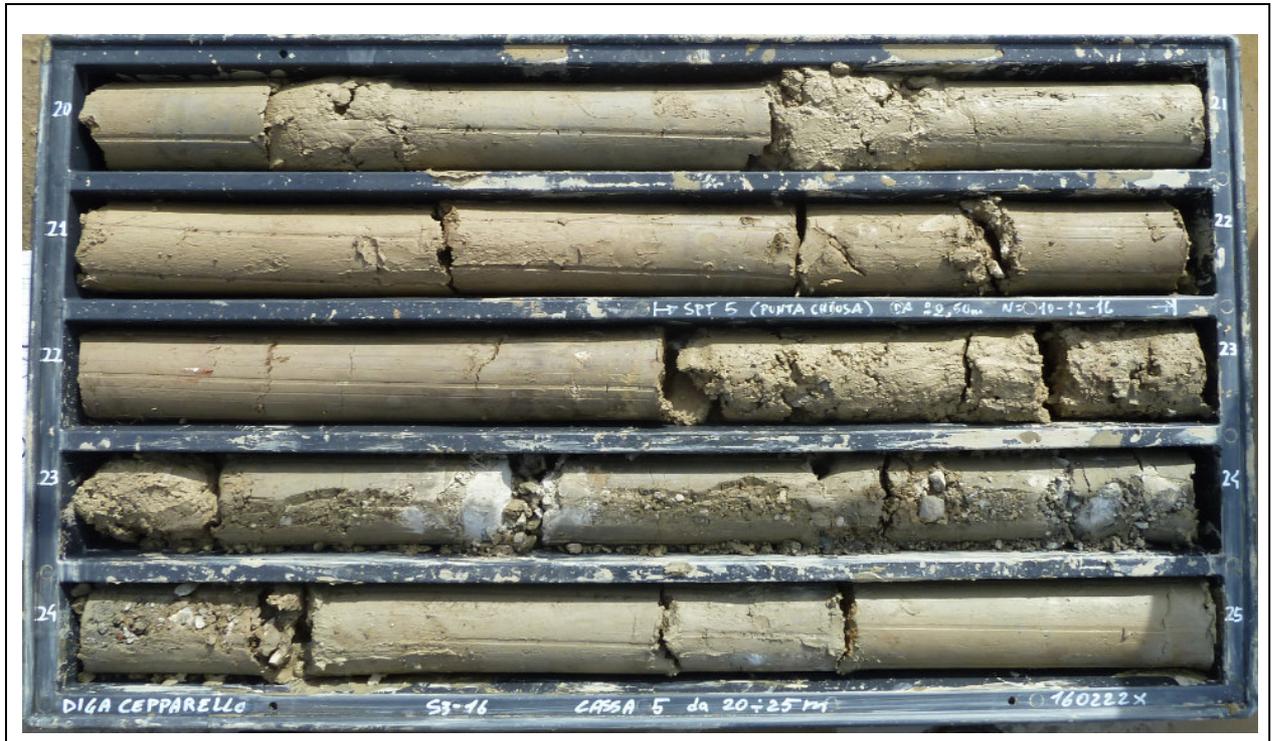
I valori ottenuti con penetrometro tascabile (pocket penetrometer) nei livelli coesivi delle carote non sono stati ritenuti attendibili a causa della presenza diffusa e continua di ghiaietto.



Carote:

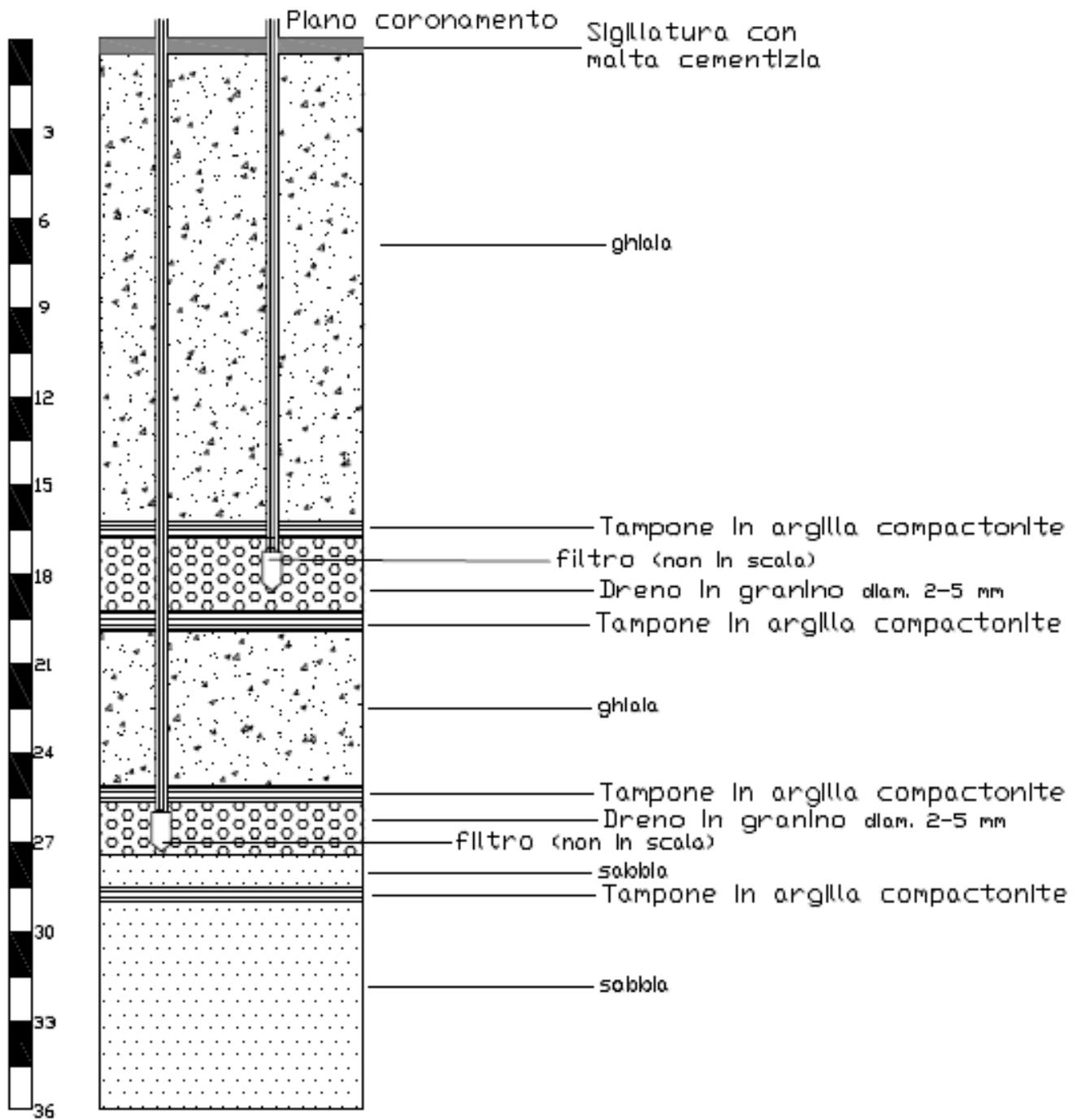








Schema realizzativo piezometri Casagrande sondaggio S3-16



SONDAGGIO S4-16

Un secondo sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S4-16) è stato spinto fino alla profondità di 25,7 m. Il foro è stato effettuato sul coronamento della diga a circa 1 m verso valle della direttrice che unisce i due sondaggi effettuati nel 2006: S1-06 e S2-06; posizionandosi a 0,8 m dal sondaggio S1-06 verso la sponda destra e a 1,5 m dal sondaggio S2-06 verso la sponda sinistra.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti 10 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore a pressione tipo Shelby.

Nel sondaggio sono state inoltre eseguite prove penetrometriche SPT e prove Lefranc. Il foro è stato rivestito fino alla profondità di 25,5 m dal coronamento diga; da 22,3 m di profondità fino a fondo foro è stato utilizzato il carotiere doppio.

Al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato poi attrezzato con due piezometri Casagrande a doppio tubo, con profondità di messa in posa dei filtri a 23,7 m e 19,6 m; (vedi schema). Con il dreno tra 22,65 e 24 m si è inteso misurare la piezometrica del solo substrato; con il filtro a 19,6 m è stato drenato il solo corpo diga.

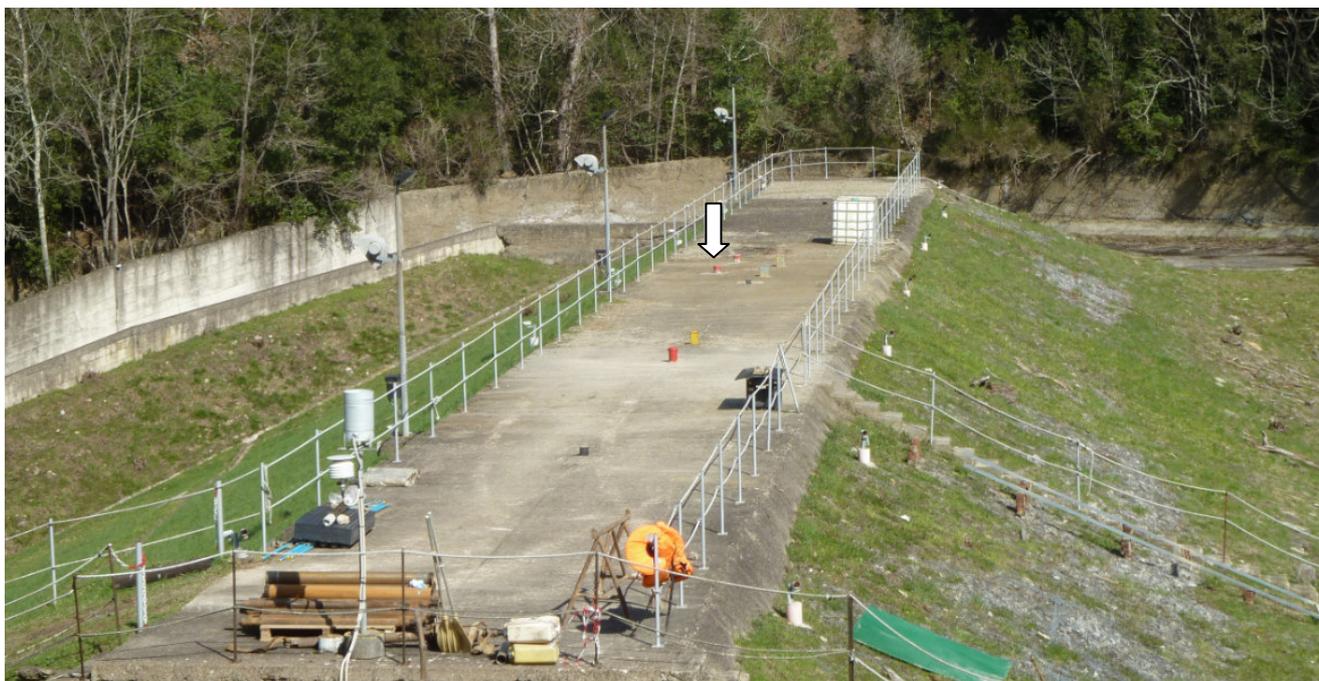


Sondaggio S4-16



Pozzetto piezometri di S4-16

Ubicazione sondaggio:



Campionamenti e prove penetrometriche in foro:

profondità (m) da coronamento	Tipologia di campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc
tra 1,50 m e 1,80 m	indisturbato	-	-
tra 3,0 m e 3,30 m	indisturbato	-	-
tra 4,10 m e 4,65 m	indisturbato	-	-
tra 6,00 m e 6,50 m	indisturbato	-	Da 6,0 m a 6,60 m
tra 7,60 m e 8,10 m	indisturbato	-	-
tra 9,00 m e 9,50 m	indisturbato	-	-
9,50 m	-	4-8-9	-
11,00 m	Fallito a causa di trovante	-	Da 10,5 m a 11,0 m
tra 11,85 m e 12,25 m	indisturbato	-	-
12,70 m	-	4-12-13	-
tra 14,60 m e 15,00 m	indisturbato	-	Da 14,5 m a 15,0 m
tra 16,00 m e 16,50 m	indisturbato	-	-
17,50 m	Fallito causa trovante	14-33-21	Da 17,5 m a 18,0 m
19,50 m	Non tentato causa trovanti	11-7-9	-
tra 20,60 m e 20,75 m	indisturbato	-	Da 20,55 m a 21,10 m

SPT Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (N_{spt}) per ogni avanzamento. La *resistenza alla penetrazione* del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè $N=N_2+N_3$. La prova va a rifiuto se il numero di colpi del primo avanzamento (N_1) è maggiore di 50 prima dei 15 cm o se N_2+N_3 è maggiore di 100 colpi prima dei 30 cm di avanzamento.

La stratigrafia del carotaggio effettuato nel paramento non presenta anomalie con le precedenti indagini, con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

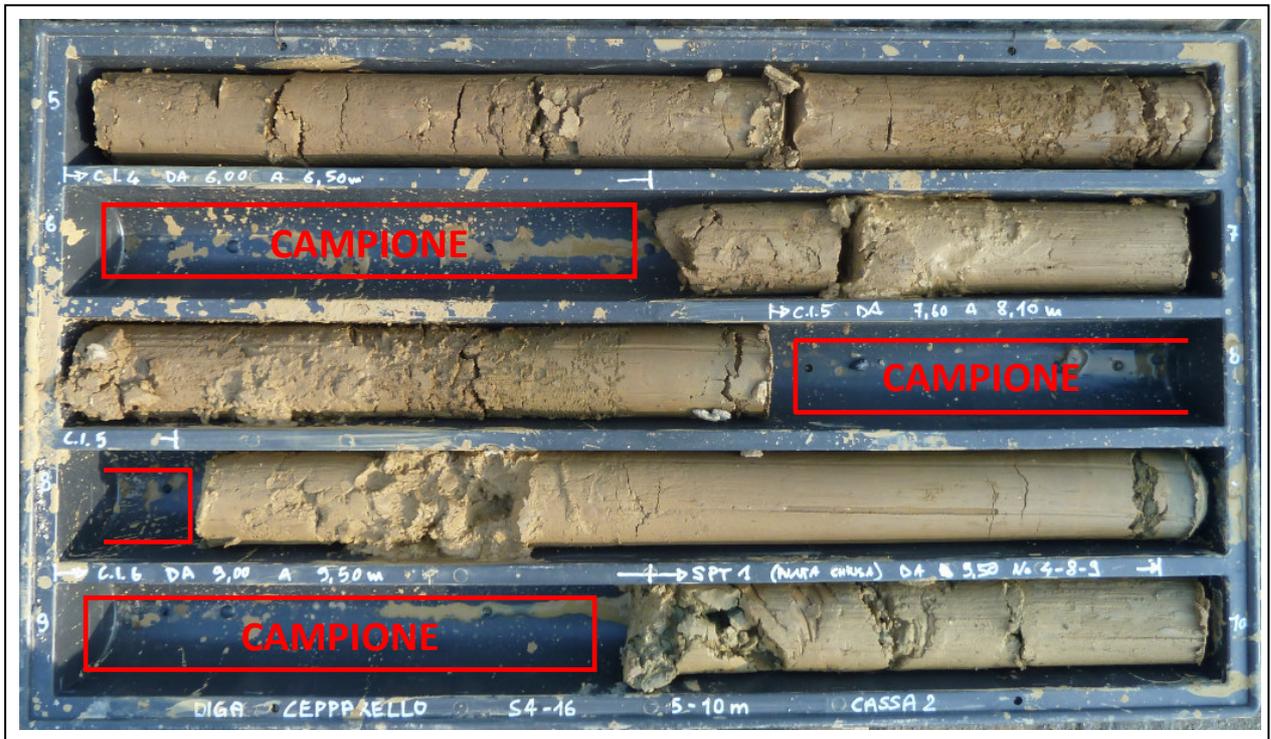
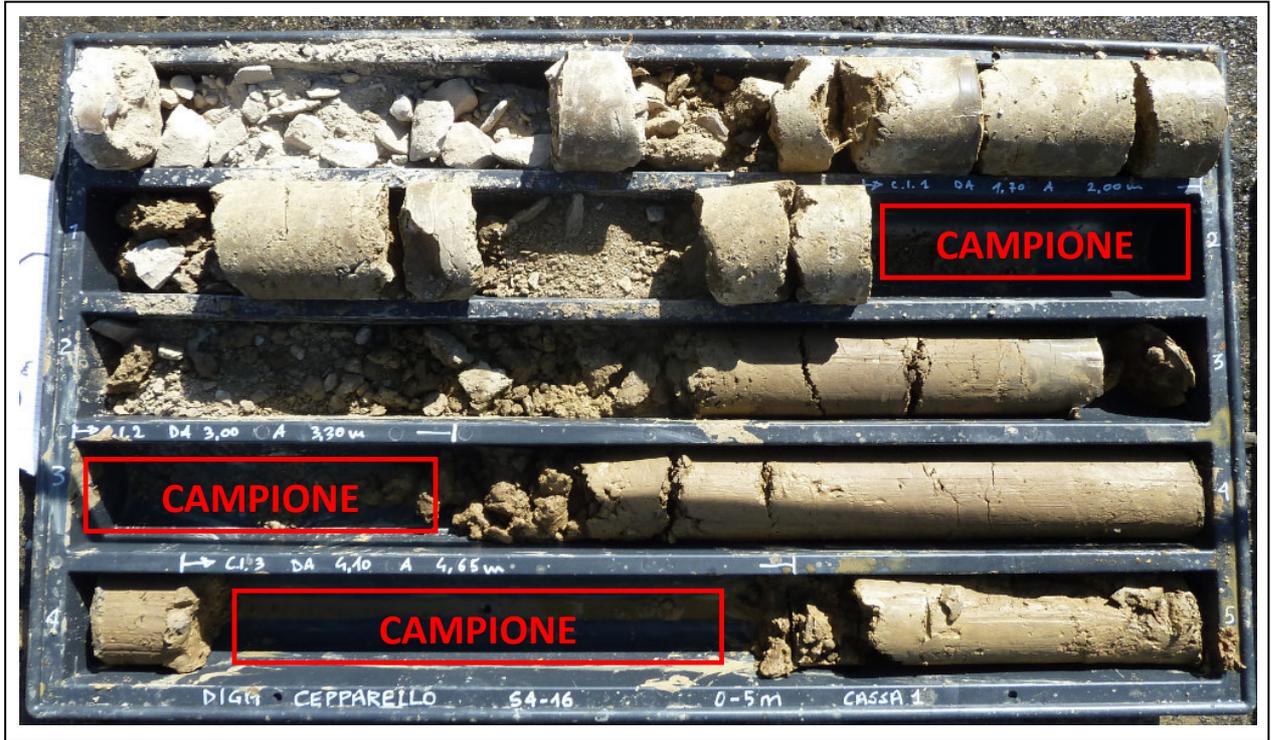
I numerosi trovanti presenti nel corpo diga hanno talvolta impedito al campionatore Shelby di prelevare il campione indisturbato per il piegamento della fustella.

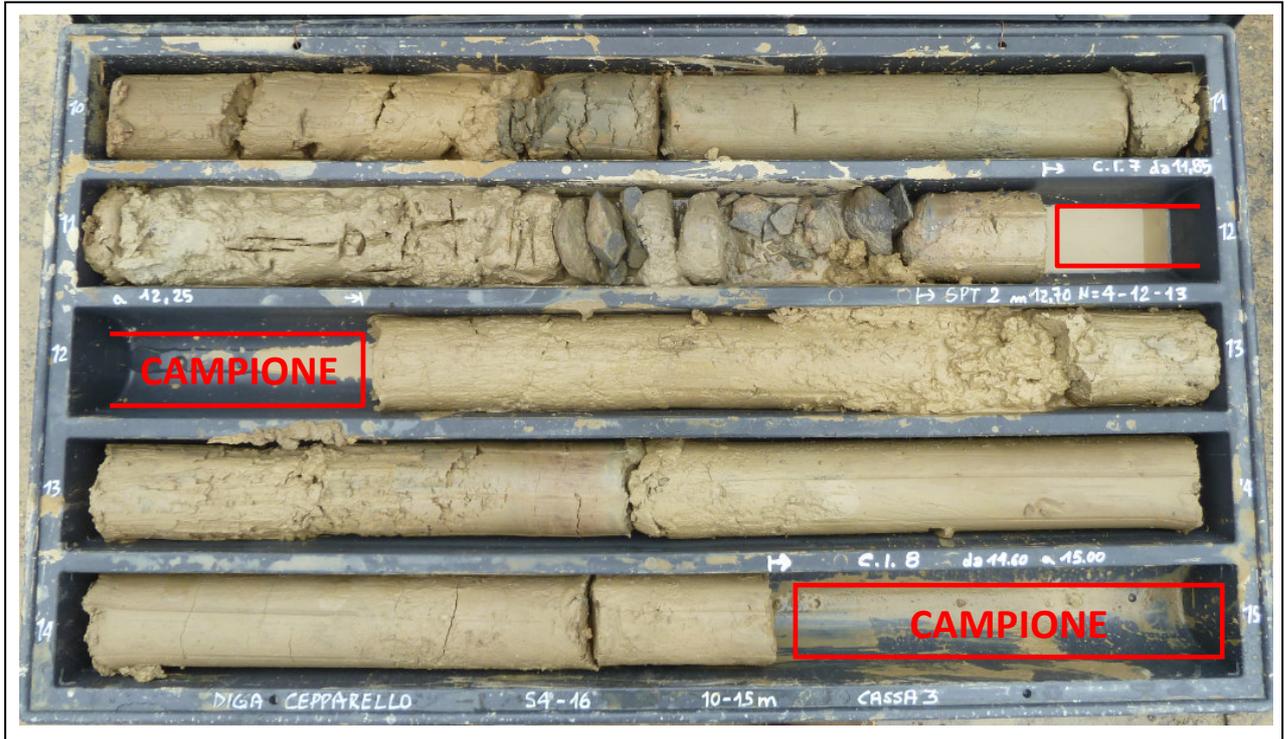


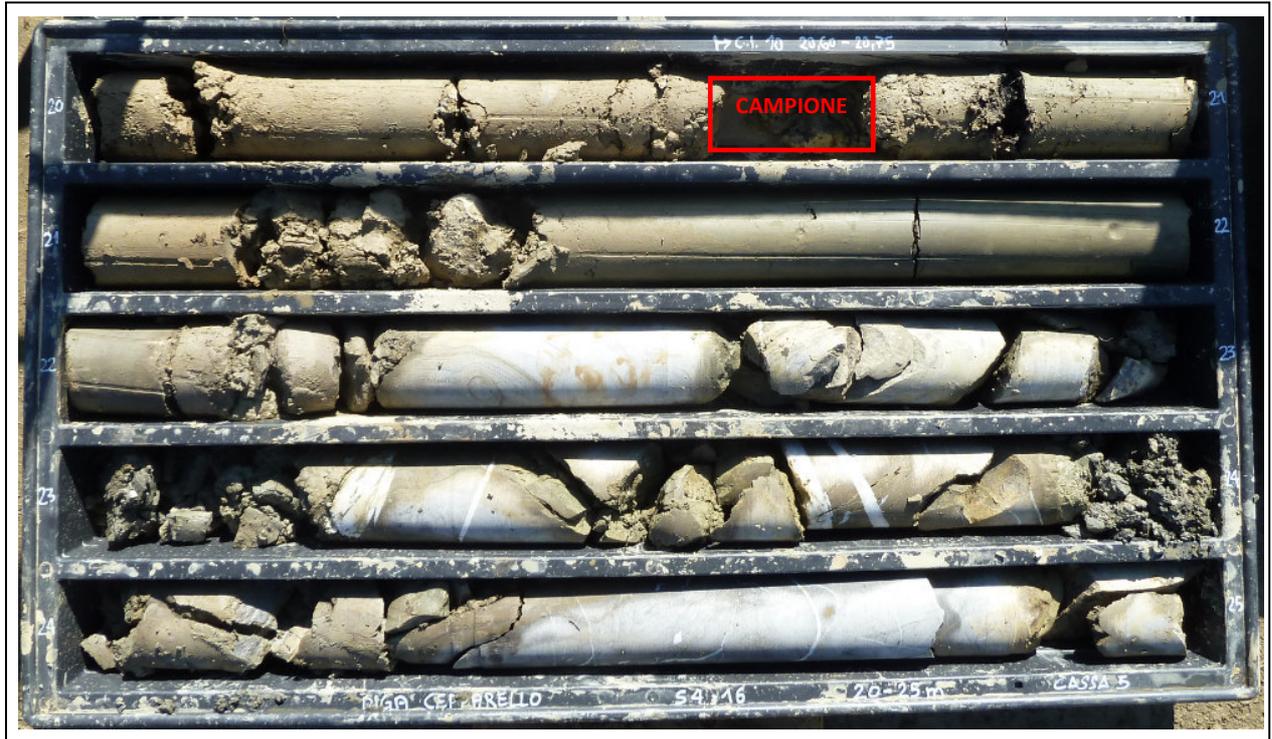
Alla profondità di 22,30 m si ritiene che inizi il basamento con la presenza di Pietraforte che in alcuni tratti si presenta massiva in altri fratturata, con probabile stratificazione subverticale che crea difficoltà all'avanzamento del carotiere.

I valori ottenuti con penetrometro tascabile (pocket penetrometer) nei livelli coesivi delle carote non sono stati ritenuti attendibili a causa della presenza diffusa e continua di ghiaietto.

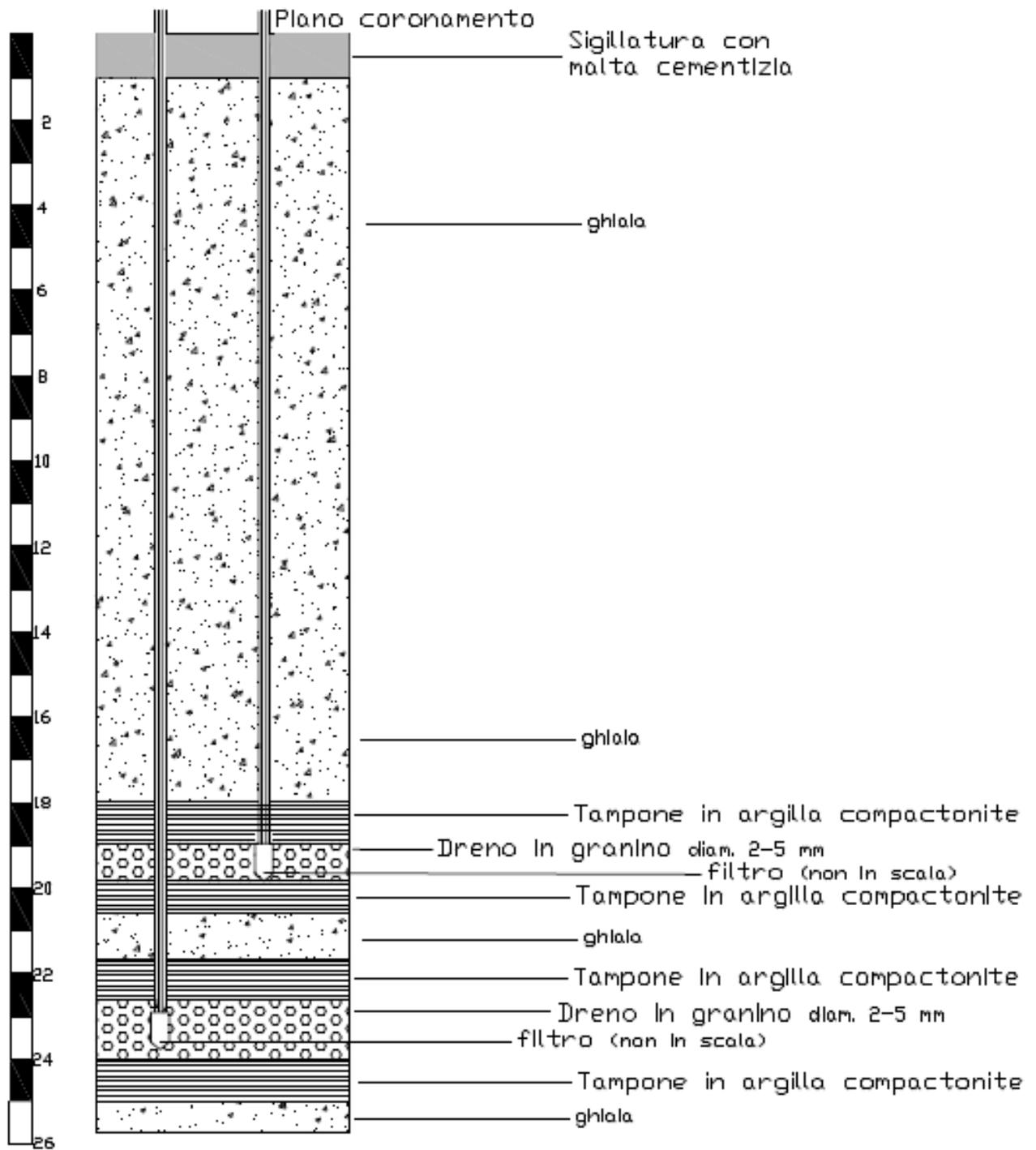
Carote:







Schema realizzativo piezometri Casagrande sondaggio S4-16



SONDAGGIO S5-16

Un terzo sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S5-16) è stato spinto fino alla profondità di 24,0 m. Il foro è stato effettuato sul coronamento della diga a circa 1,1 m dal sondaggio S2-06 verso la sponda destra e 1,0 m verso valle dalla direttrice che unisce i due sondaggi del 2006: S1-06 e S2-06.

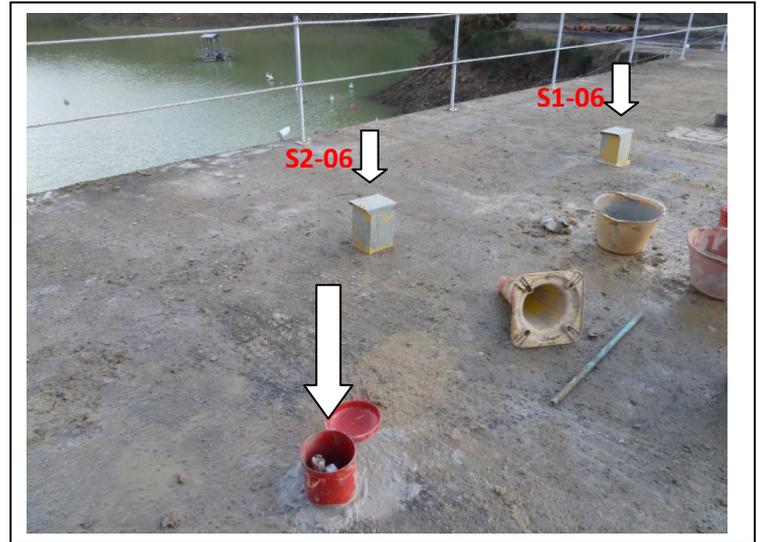
Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti 7 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore a pressione tipo Shelby.

Nel sondaggio sono state inoltre eseguite prove penetrometriche SPT e prove Lefranc. Il foro è stato rivestito fino alla profondità di 19,0 m dal coronamento diga; da 19,0 m di profondità fino a fondo foro è stato utilizzato il carotiere doppio.

Al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato poi attrezzato con due piezometri Casagrande a doppio tubo, con profondità di messa in posa dei filtri a 21,6 m e 18,2 m (vedi schema). Con il dreno tra 20,10 e 22,2 m si è inteso misurare la piezometrica del solo substrato; con il filtro a 18,2 m è stato drenato il solo corpo diga.



Sondaggio S5-16



Pozzetto piezometri di S5-16

Ubicazione sondaggio:



Campionamenti e prove penetrometriche in foro:

profondità (m) da coronamento	Tipologia di campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc
tra 1,50 m e 1,80 m	indisturbato	-	-
tra 3,3 m e 3,80 m	indisturbato	-	-
5,50 m	Fallito, terreno uscito dalla fustella	-	Da 6,0 m a 6,5 m
tra 7,40 m e 7,90 m	indisturbato	-	-
tra 9,00 m e 9,50 m	indisturbato	-	-
9,50 m	-	3-2-4	-
11,00 m	Fallito causa trovante	-	Da 10,5 m a 11,0 m
tra 12,00 m e 12,50 m	indisturbato	-	-
12,50 m	-	6-10-11	-
tra 13,10 m e 13,50 m	indisturbato	-	Da 13,0 m a 13,5 m
tra 14,50 m e 15,00 m	indisturbato	-	-
16,00 m	Fallito causa trovante	3-6-9	-
17,50 m	Fallito causa trovante	-	Da 17,5 m a 18,0 m Non si riesce a saturare
18,00 m	Fallito causa trovante	-	-
19,00 m	-	26-Rifiuto	-

SPT Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (N_{spt}) per ogni avanzamento. La *resistenza alla penetrazione* del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè $N=N_2+N_3$. La prova va a rifiuto se il numero di colpi del primo avanzamento (N_1) è maggiore di 50 prima dei 15 cm o se N_2+N_3 è maggiore di 100 colpi prima dei 30 cm di avanzamento.

La stratigrafia del carotaggio effettuato nel paramento risulta con prevalenza di limi argillosi e argille limose e diffusi clasti di ghiaia fine presenti lungo gran parte del sondaggio.

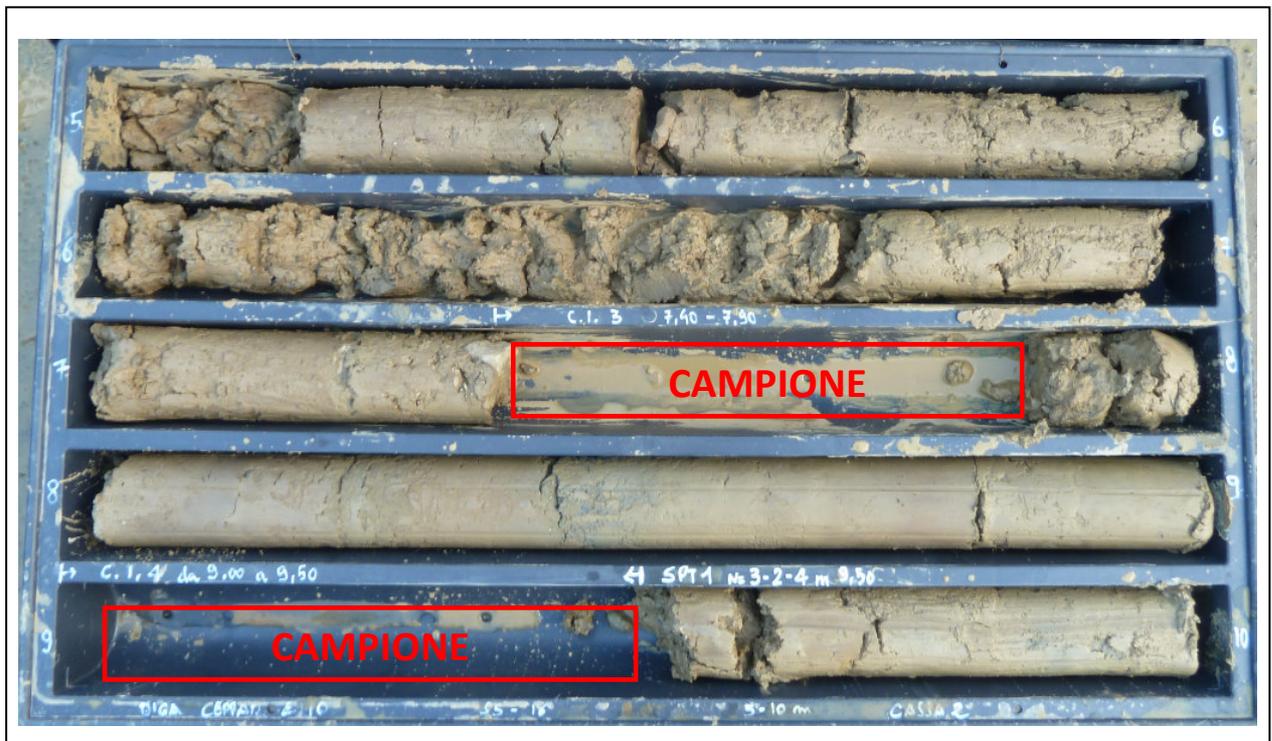
I numerosi trovanti presenti nel corpo diga hanno talvolta impedito al campionatore Shelby di prelevare il campione indisturbato per il piegamento della fustella.



Alla profondità di 19,00 m si ritiene che inizi il basamento con la presenza di livelli siltitici e Pietraforte, che in alcuni tratti si presenta massiva in altri fratturata, con probabile stratificazione subverticale che crea difficoltà all'avanzamento del carotiere.

I valori ottenuti con penetrometro tascabile (pocket penetrometer) nei livelli coesivi delle carote non sono stati ritenuti attendibili a causa della presenza diffusa e continua di ghiaietto.

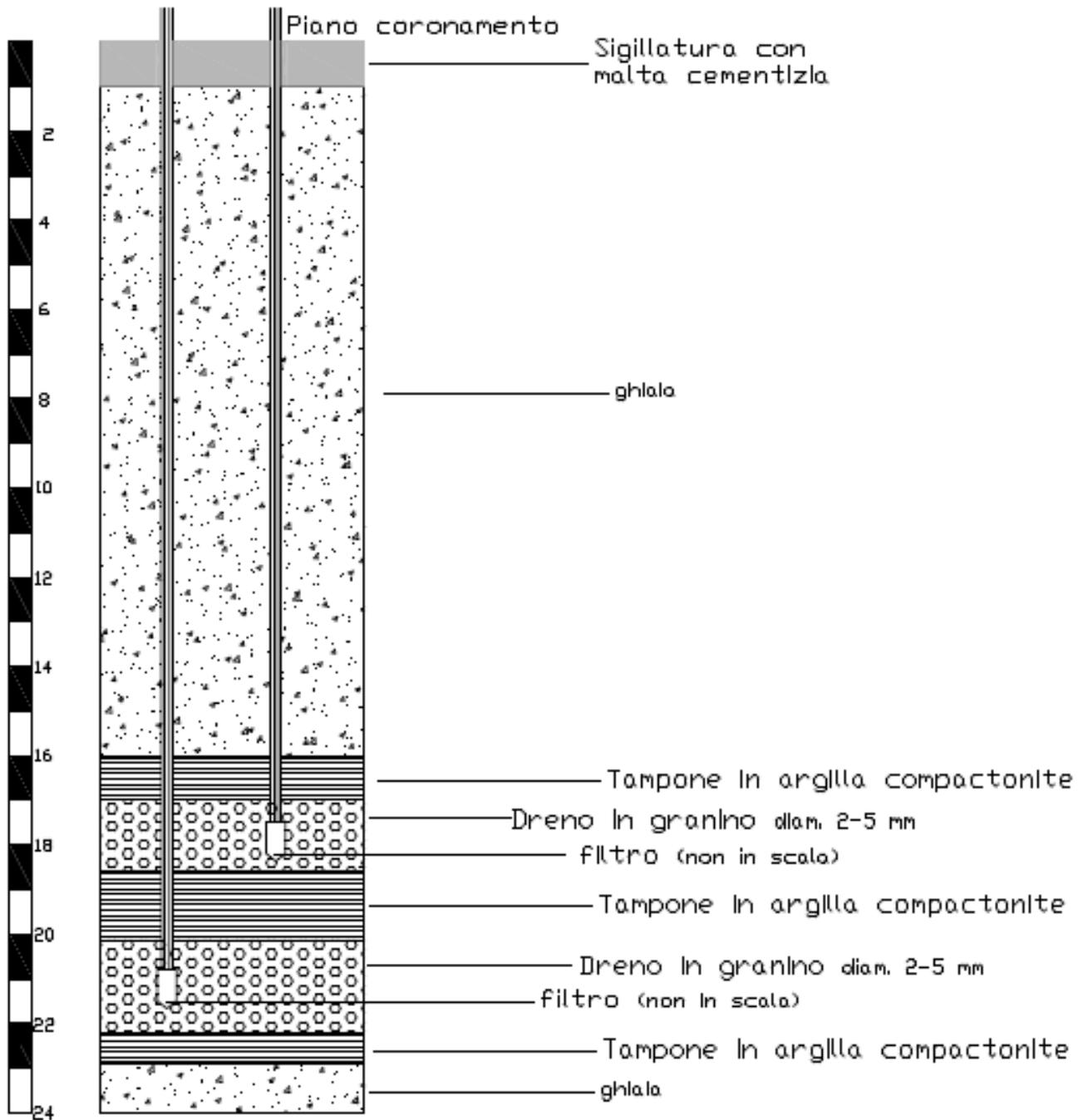
Carote:







Schema realizzativo piezometri Casagrande sondaggio S5-16



Prove Lefranc

Durante l'effettuazione dei sondaggi sono state eseguite prove Lefranc in foro per la determinazione del coefficiente di permeabilità del materiale costituente il paramento.

La modalità utilizzata è quella a carico variabile in abbassamento e /o a carico costante, avendo come normativa di riferimento le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'AGI (1977).

Per ogni prova sono state rispettate le seguenti prescrizioni:

- le pareti della perforazione sono state rivestite con una tubazione per tutto il tratto del sondaggio non interessato dalla prova;
- il tratto di prova (tasca) ha avuto dimensioni varie comprese tra 50 e 100 cm di lunghezza (L) e con diametri 101 o 127 mm (D);
- prima della prova si è provveduto alla preventiva saturazione del terreno da indagare riempiendo il foro fino a bocca-pozzo;
- dall'istante in cui si è sospeso l'immissione dell'acqua, si è iniziato a misurare l'altezza del livello e si è fatto partire il contasecondi annotando ora e minuti di partenza, eseguendo le letture del livello a frequenti intervalli di tempo annotando sia il livello dell'acqua (h) che il tempo (t) di ciascuna lettura fino a 120 minuti (esclusi i casi con stabilizzazione del livello o suo raggiungimento della profondità del foro).

Il valore del coefficiente di permeabilità con le prove a carico variabile è stato calcolato con la seguente formula:

$$K = A/C \cdot (t_2 - t_1) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

Dove:

A = area della base del foro (cilindrico) in prova;

L = lunghezza del tratto scoperto di prova;

C = coefficiente di forma uguale a L per $L > 2r$;

$h_1 - h_2$ = differenza di altezza del livello acqua;

$t_1 - t_2$ = intervalli di tempo di lettura;

Il valore del coefficiente di permeabilità con le prove a carico costante è stato calcolato con la seguente formula:

$$K = q/C_f \cdot h_d$$

Dove:

q = portata immessa;

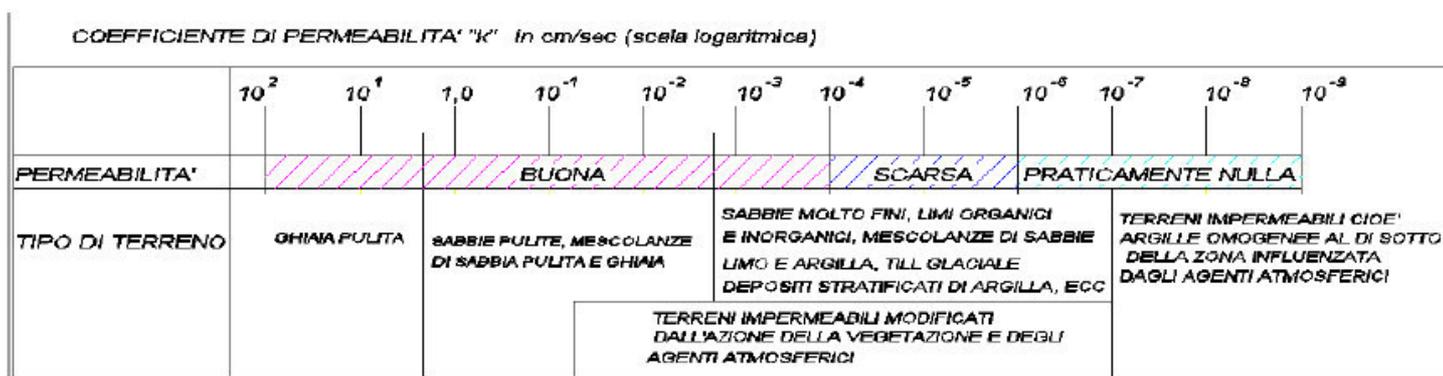
h = livello dell'acqua nel foro;
d = diametro del foro;
Cf = coefficiente di forma pari a 2,85.

La permeabilità (K) dei terreni è stata valutata all'interno dei sondaggi S3-16, S4-16 e S5-16; essendo il rapporto L/D > 1,2 (con D diametro del foro), si considera di aver misurato una permeabilità Kh orizzontale.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle prove.

Sondaggio	Profondità di prova (m da p.c.)	K (m/s) da prova a carico variabile	K (m/s) da prova a carico costante
S3-16	5,5-6,0	impermeabile	impermeabile
S3-16	10,5-11,5	abortito	-
S3-16	14,5-14,8	$5,7 \times 10^{-6}$	$4,5 \times 10^{-5}$
S3-16	17,8-18,5	$9,3 \times 10^{-9}$	-
S3-16	21,0-21,6	$3,4 \times 10^{-6}$	$1,9 \times 10^{-4}$
S4-16	6,0-6,6	$1,1 \times 10^{-8}$	-
S4-16	10,5-11,0	$9,8 \times 10^{-7}$	$3,3 \times 10^{-5}$
S4-16	14,5-15,0	$4,5 \times 10^{-6}$	$3,5 \times 10^{-5}$
S4-16	17,5-18,0	4×10^{-6}	-
S4-16	20,5-21,1	-	$1,8 \times 10^{-4}$
S5-16	6,0-6,5	$2,2 \times 10^{-8}$	-
S5-16	10,5-11,0	$2,6 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-4}$
S5-16	13,0-13,5	$6,4 \times 10^{-6}$	$9,2 \times 10^{-5}$
S5-16	17,5-18,0	-	4×10^{-4}

I valori ottenuti non sono in linea con le caratteristiche granulometriche dei terreni entro i quali la prova è stata realizzata: limo e argilla in prevalenza. Il valore registrato, nell'ordine di 10^{-1} m/s (10 cm/s), consente di classificare il terreno in esame come avente permeabilità buona. A tal proposito si osservi lo schema riportato di seguito:



“Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità”

SONDAGGIO S6-16

Un quarto sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S6-16) è stato spinto fino alla profondità di 12,0 m. Il foro è stato effettuato sul basamento di valle della diga a circa 18 m dal sondaggio S2-05 verso la sponda destra.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti 3 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore a pressione tipo Shelby. Non sono state eseguite prove in foro.

Il foro è stato rivestito fino alla profondità di 10,0 m dal coronamento diga; da 7,5 m di profondità fino a fondo foro è stato utilizzato il carotiere doppio.

Al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato poi attrezzato con due piezometri Casagrande a doppio tubo, con profondità di messa in posa dei filtri a 9,3 m e 6,7 m; (vedi schema). Con il dreno tra 8 e 10 m si è inteso misurare la piezometrica del solo substrato; con il filtro a 6,7 m è stato drenato il solo corpo diga.



Sondaggio S6-16



Pozzetto piezometri di S6-16

Ubicazione sondaggio:



I numerosi trovanti presenti nel corpo diga hanno talvolta impedito al campionatore Shelby di prelevare il campione indisturbato per il piegamento della fustella.



Alla profondità di 7,50 m si ritiene che inizi il basamento con la presenza di livelli siltitici e Pietraforte, che in alcuni tratti si presenta massiva in altri fratturata, con probabile stratificazione subverticale che crea difficoltà all'avanzamento del carotiere.

I valori ottenuti con penetrometro tascabile (pocket penetrometer) nei livelli coesivi delle carote non sono stati ritenuti attendibili a causa della presenza diffusa e continua di ghiaietto.

Campionamenti:

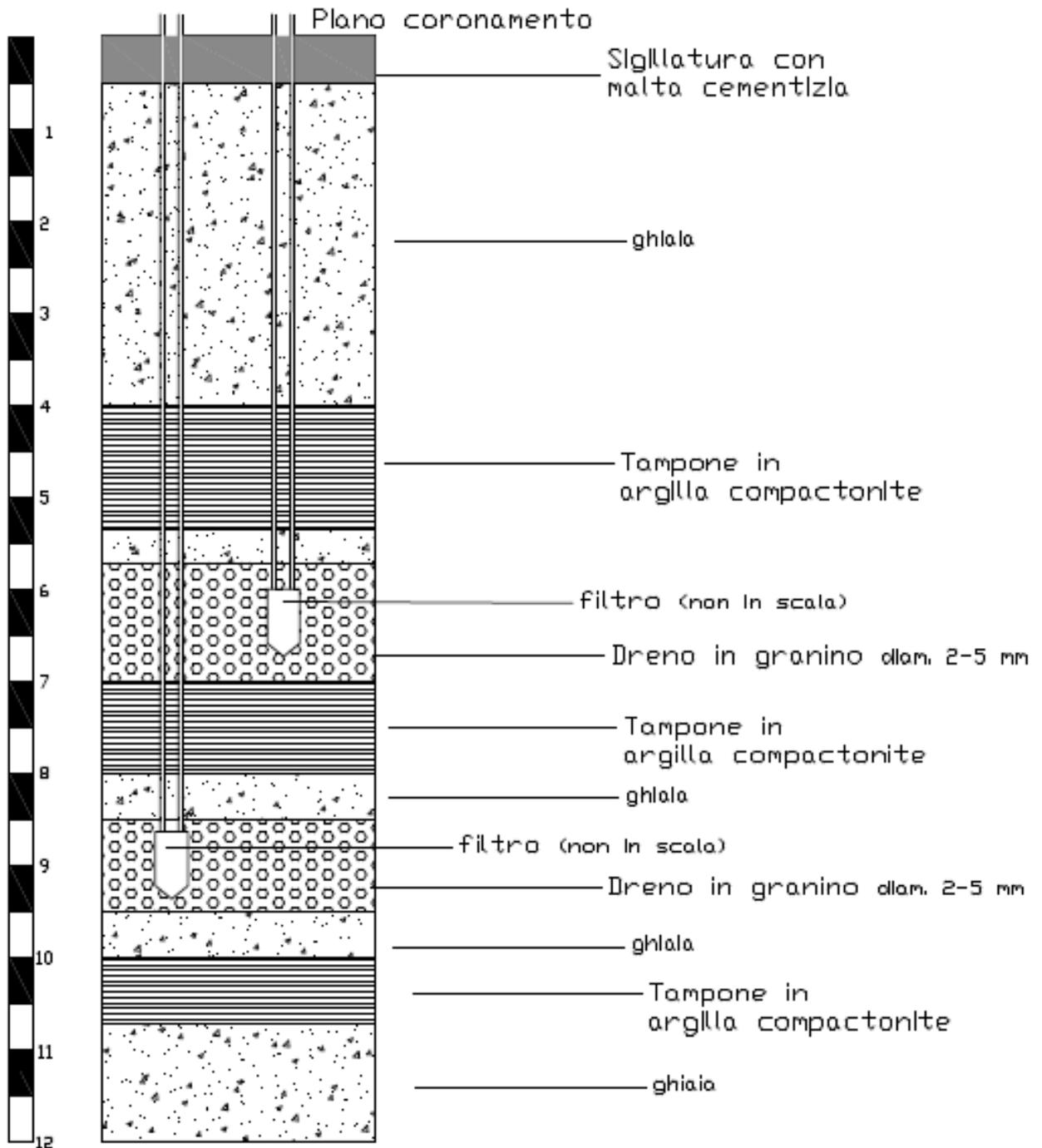
profondità (m) da coronamento	Tipologia di campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc
tra 1,10 m e 1,50 m	indisturbato	-	-
2,20 m	Fallito causa trovante	-	-
2,90 m	Fallito causa trovante	-	-
tra 3,20 m e 3,60 m	indisturbato	-	-
4,60 m	Fallito causa trovante	-	-
tra 5,00 m e 5,40 m	indisturbato	-	-
7,20 m	Fallito causa trovante	-	-

Carote:





Schema realizzativo piezometri Casagrande S6-16



SONDAGGIO S6-16 bis

Un quinto sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S6-16 bis), non previsto dal programma di indagini geognostiche ma effettuato per recuperare il maggior numero di campioni indisturbati possibile, è stato spinto fino alla profondità di 5,4 m. Il foro è stato effettuato sul basamento di valle della diga a circa 12,9 m dal sondaggio S2-05 verso la sponda destra e a circa 5 m dal sondaggio S6-16 verso la sponda sinistra.

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono stati estratti 5 campioni indisturbati, prelevati mediante campionatore a pressione tipo Shelby. Non sono state eseguite prove in foro.

Il foro è stato rivestito fino alla profondità di 5,0 m dal coronamento diga; non è stato utilizzato il carotiere doppio.

Al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato poi completamente riempito di malta cementizia, ad eccezione degli ultimi 50 cm nei quali è stato riempito con pietrame presente anche alla stessa quota nel resto del basamento di valle; (vedi schema).



Sondaggio S6-16bis



Cementazione S6-16bis

Ubicazione sondaggio:



I numerosi trovanti presenti nel corpo diga hanno talvolta impedito al campionatore Shelby di prelevare il campione indisturbato.

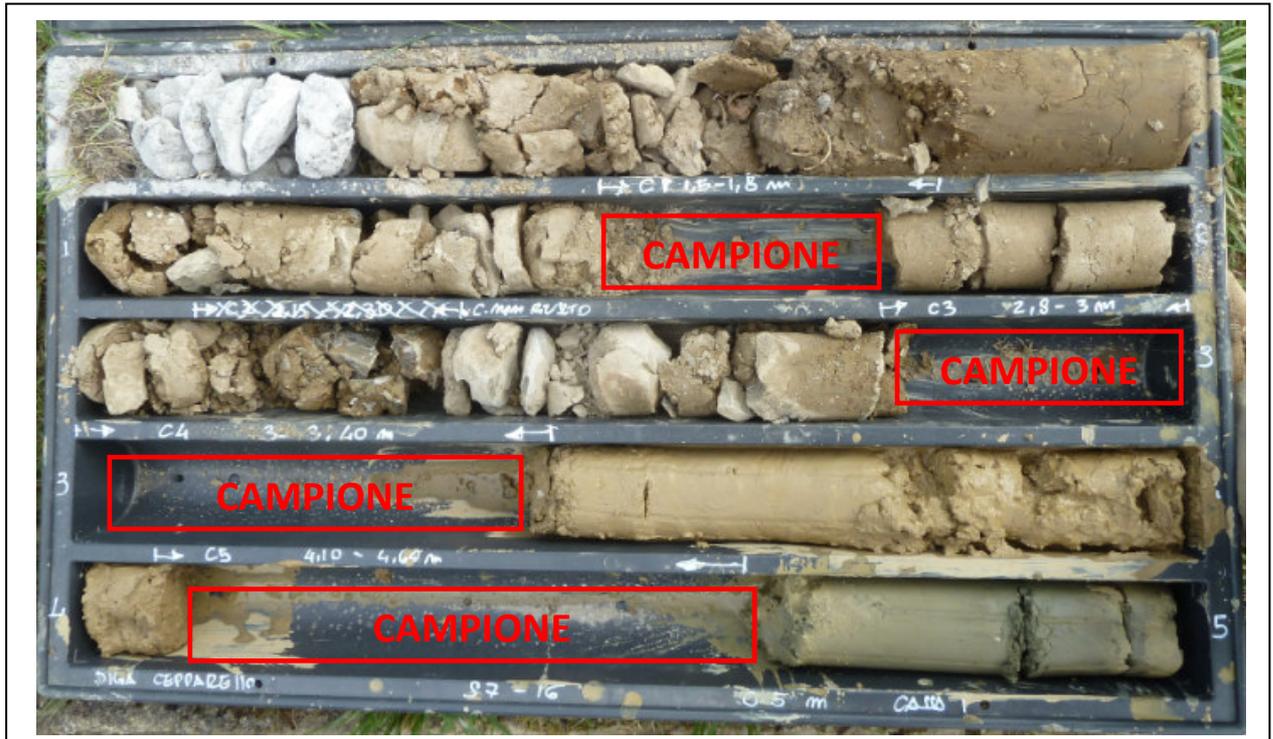


I valori ottenuti con penetrometro tascabile (pocket penetrometer) nei livelli coesivi delle carote non sono stati ritenuti attendibili a causa della presenza diffusa e continua di ghiaietto.

Campionamenti:

profondità (m) da coronamento	Tipologia di campione	N° colpi SPT a punta chiusa	Prova Lefranc
1,00 m	Fallito causa trovante	-	-
tra 1,50 m e 1,80 m	indisturbato	-	-
2,15 m	scartato	-	-
tra 2,80 m e 3,00 m	indisturbato	-	-
tra 3,00 m e 3,40 m	indisturbato	-	-
tra 4,10 m e 4,60 m	indisturbato	-	-
tra 5,00 m e 5,35 m	indisturbato	-	-

Carote:

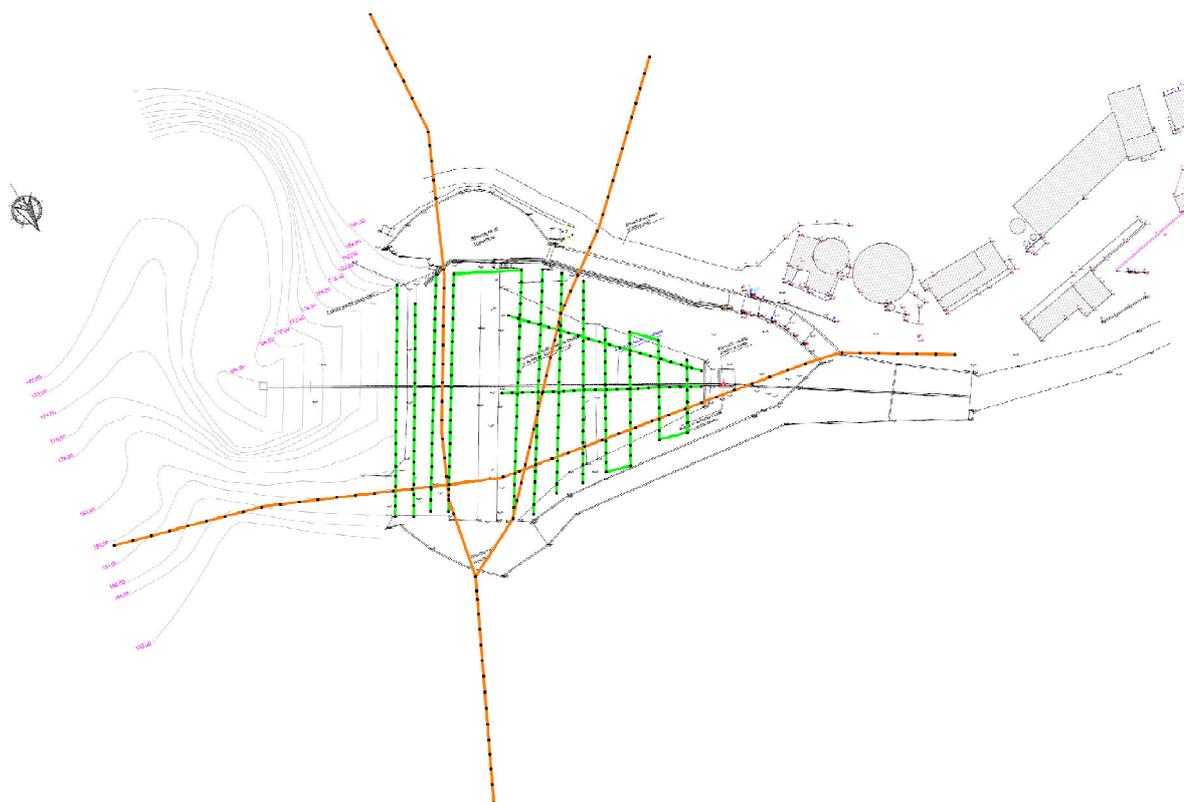


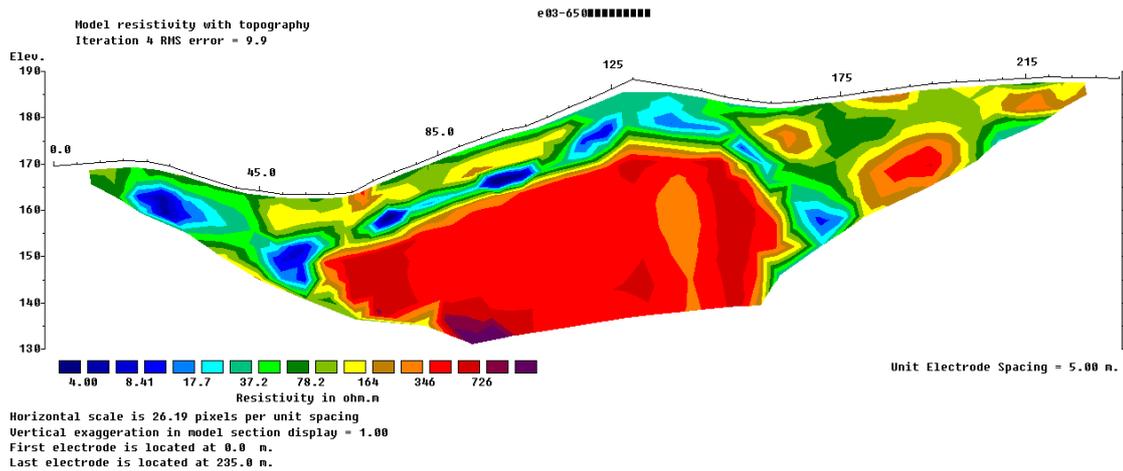
INDAGINE GEOELETTRICA

Non essendo disponibili documenti relativi alla tecnica costruttiva del rilevato ed avendo rilevato durante le campagne geognostiche precedenti una diversità di granulometria tra la parte bassa e la parte alta del rilevato, e non avendo conoscenza dell'esatta ubicazione delle spalle su cui appoggia il rilevato è stata condotta una campagna geoelettrica in due fasi:

- tomografia geoelettrica in 3d sull'intero rilevato
- tomografia geoelettrica in 2d sulla linea del coronamento.

Scopo della prospezione geofisica è stato la caratterizzazione del sottosuolo, attraverso il parametro della resistività elettrica (indagine elettrotomografica 3D). La prospezione è stata eseguita sull'intero corpo diga, attraverso linee 2D ed acquisizioni 3D fra linee parallele (metodo cross-cable).





Dall'analisi del modello elettrotomografico 3D sono emerse alcune peculiarità, esposte di seguito secondo un criterio geofisico.

Negli elaborati sono riportate varie sezioni del modello elettrico 3D, secondo piani orizzontali e verticali; tali sezioni permettono di analizzare in dettaglio i risultati dell'elaborazione tomografica 3D.

In particolare, si evince la presenza di un corpo resistivo (prevalentemente sabbie e ghiaie), localizzato nella parte centrale e di valle del modello 3D. La porzione superficiale del paramento di monte risulta invece essere caratterizzata da litotipi con caratteristiche conduttive (prevalentemente argille e limi) (Figura 7.1).

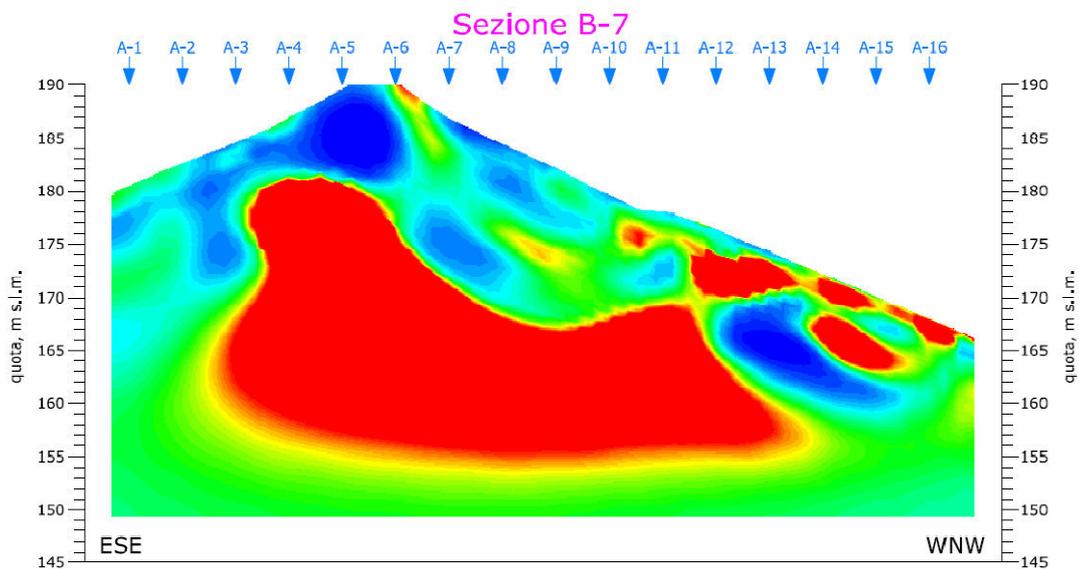


Figura 7.1 – Sezione verticale del modello 3D, condotta da ESE a WNW, in corrispondenza dell'asse mediano della diga del Cepparello.

Il corpo definito resistivo mostra una discreta continuità ed omogeneità, sia verticale che laterale. Tale continuità accenna leggermente a disgregarsi procedendo

verso le sponde della diga, mentre è possibile definire una debole immersione del nucleo resistivo della diga verso la sponda sinistra (Figura 7.2).

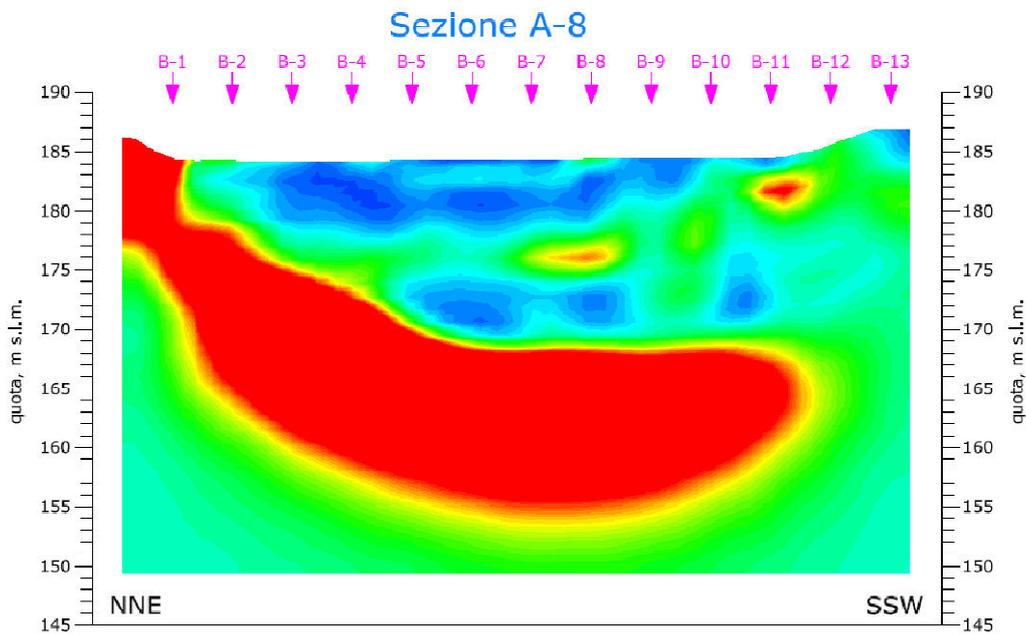


Figura 7.2 – Sezione verticale del modello 3D, condotta da NNE a SSW ortogonalmente all'asse mediano della diga, in corrispondenza della porzione centrale del paramento di valle.

Le sezioni orizzontali eseguite intorno alla quota 166 metri s.l.m. indicano un'interruzione del corpo resistivo ghiaioso (Figura 7.3), imputabile, probabilmente, alla presenza dello scarico di fondo della diga, come si può notare anche sulle sezioni verticali condotte ortogonalmente all'asse mediano, nella zona marginale del paramento di valle della diga (Figura 7.4). La presenza dello scarico di fondo risulta più difficile da riconoscere man mano che le sezioni verticali sul corpo diga procedono verso il coronamento, poiché direttamente aumenta distanza dello scarico dalla superficie.

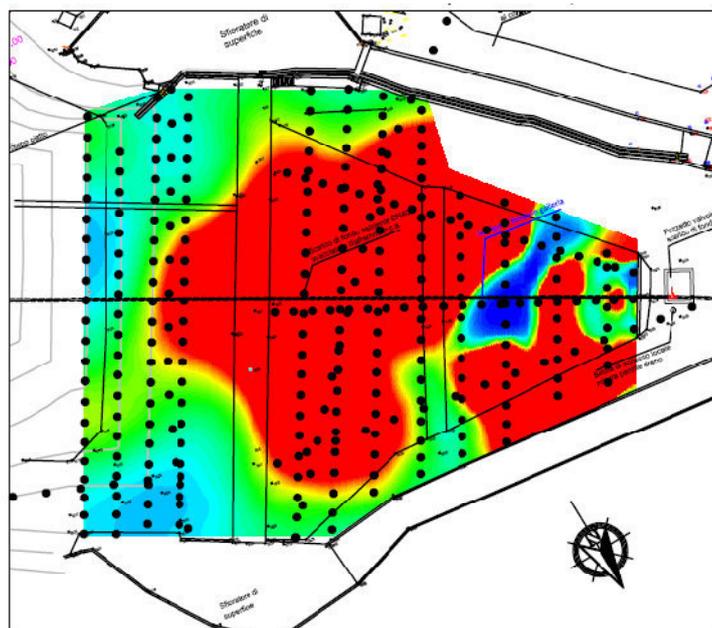


Figura 7.3 – Sezione orizzontale del modello 3D, alla quota di 166 metri s.l.m.; si può notare che il corpo resistivo si localizza in modo forte sulla porzione centrale del paramento di valle, con apparente disgregazione sul margine occidentale.

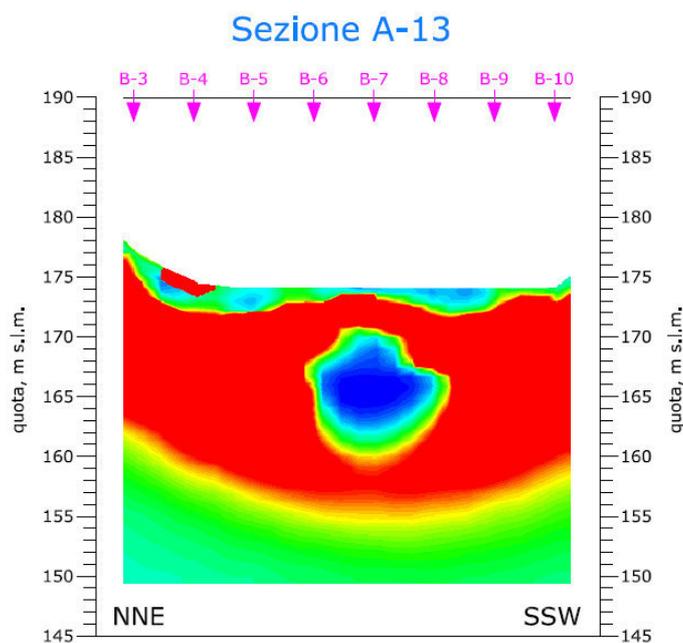


Figura 7.4 – Sezione verticale del modello 3D, condotta da NNE a SSW ortogonalmente all'asse mediano della diga, in corrispondenza del margine occidentale del paramento di valle. L'anomalia conduttiva al centro è riferibile alla presenza dello scarico di fondo.

I profili elettrici e-01, e-02, e-03, acquisiti con passo 5 metri trasversalmente e longitudinalmente al corpo diga, sono stati elaborati anche con software 2D dedicato (RES2DINV). Dall'analisi delle sezioni elettrotomografiche è emersa, anche in questo caso, la presenza di un corpo resistivo che occupa massivamente la porzione centrale del corpo della diga del Cepparello (Figura 7.5 – 7.6). In prossimità della sponda

sinistra, si evince una breve lacuna, dovuta con molta probabilità alla presenza di una struttura parallela all'asse (prog. 150m del profilo e-02).

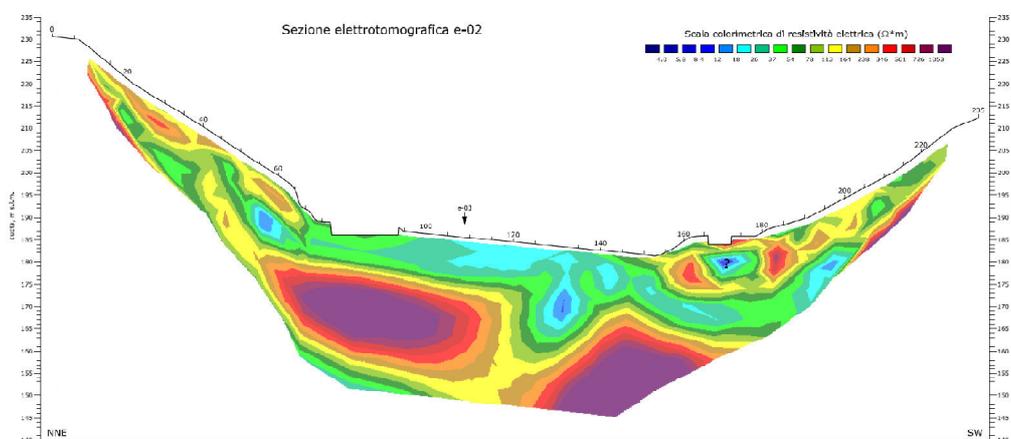


Figura 7.5 – Sezione elettrotomografica e-02, condotta trasversalmente al corpo diga.

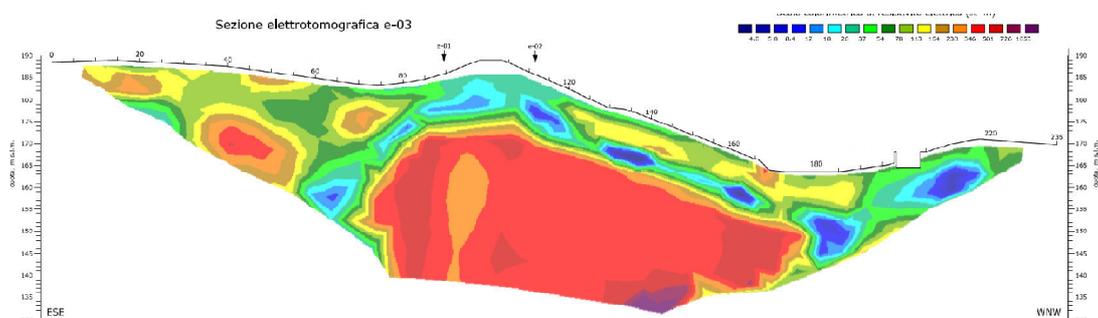


Figura 7.6 – Sezione elettrotomografica e-03, condotta longitudinalmente al corpo diga.

I fianchi della diga del Cepparello appaiono costituiti entrambi dallo stesso materiale, che mostra un comportamento elettricamente resistivo e piuttosto caotico (probabilmente litotipi lapidei arenacei con alternanze).

In Figura 7.7 sono riportate due viste prospettiche, rispettivamente da Nord e da Sud del corpo della diga del Cepparello. Si nota la distribuzione dei materiali conduttivi (principalmente argille e limi), in azzurro, sulla superficie del paramento di monte della diga. Il corpo resistivo (principalmente ghiaie), in rosso, risulta invece occupare in modo continuo tutta la porzione centrale del paramento di valle della diga.

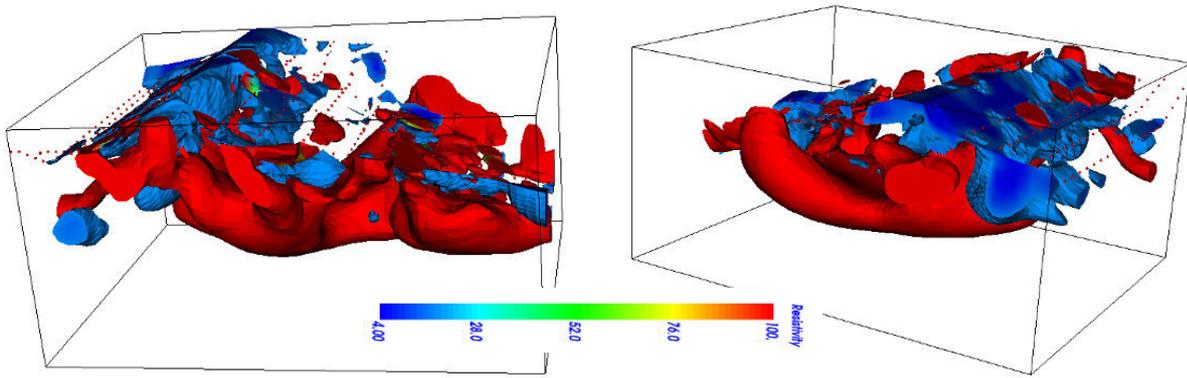


Figura 7.7 – Viste prospettiche del modello 3D della diga. A sinistra vista prospettica da Nord; a destra, vista prospettica da Sud. Evidenza della distribuzione dei materiali di tipo conduttivo e resistivo.

Queste indagini indirette sono confermate dalle indagini dirette eseguite con i sondaggi che hanno evidenziato un cambio di granulometria dopo circa 10 m dal coronamento.

INDAGINE LABORATORIO GEOTECNICO

Le indagini eseguite su 32 campioni indisturbati sono state rese difficoltose dalla diffusa presenza di materiale ghiaioso e sabbioso che in 20 campioni supera il 50% del totale del materiale come riportato nella tabella di seguito

Campione	Profondità	Ghiaia	Sabbia	% sabbia e ghiaia	Limo	Argilla
Sigla	m	%	%		%	%
S716C6	5.0-5.35	33,03	17,71	50,74	32,61	16,65
S716C5	4.1-4.6	49,44	10,82	60,26		
S716C4	3.0-3.4	55	10,91	65,91	20,76	13,34
S716C3	2.8-3.0	46,79	15,8	62,59	20,86	16,55
S716C1	1.5-1.8	61	12,48	73,48	17,15	9,37
S616C3	5.0-5.4	33,76	18,04	51,80	33,96	14,24
S616C2	3.2-3.6	35,98	15,29	51,27	28,11	20,61
S616C1	1.1-1.5	36,38	17,85	54,23	22,48	23,29
S516C7	14.5-15.0	39,73	18,79	58,52	28,63	12,85
S516C6	13.1-13.5	43,05	15,19	58,24	28,4	13,36
S516C5	12.0-12.5	38,51	18,43	56,94	28,14	14,93
S416C9	16.0-16.5	33,94	19,42	53,36	22,31	24,33
S416C8	14.5-15.0	47,10	15,95	63,05	27,90	9,06
S316C11R	22.0-22.5	51,27	16,12	67,39	23,81	8,81
S316C10R	17.2-17.7	55,56	20,42	75,98	14,32	9,70
S316C9	14.5-14.8	22,01	42,23	64,24	24,72	11,04
S316C7	10.7-11.2	28,92	26,54	55,46	31,65	12,90
S316C1	1.5-1.8	29,08	26,25	55,33	29,73	14,94

E comunque anche nei restanti 12 campioni la presenza di ghiaia è sostanziosa e oscilla dal 10% al 30%.

Queste caratteristiche rendono complicato l'esecuzione di indagini geotecniche complesse quali le prove triassiali consolidate non drenate.

Dei 32 campioni 26 sono risultati idonei all'esecuzione di prove triassiali di cui: