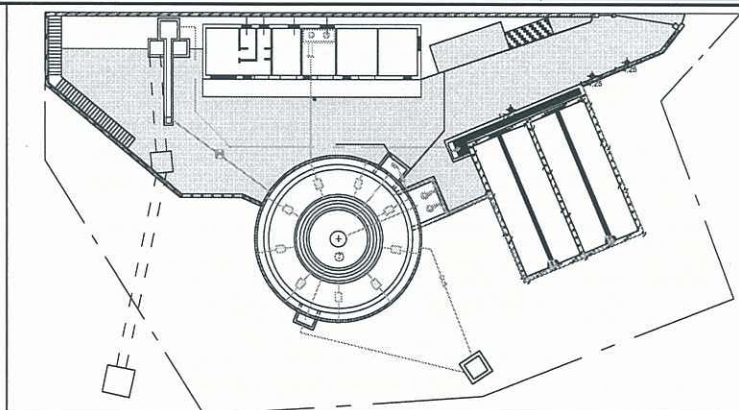


COMUNE DI S. ANGELO MUXARO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA PER IL
COMPLETAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE



1 Elaborati descrittivi

ELABORATO

Relazione geologica

1.3

Il Responsabile del Procedimento

SER.PRO.TEC.s.r.l.

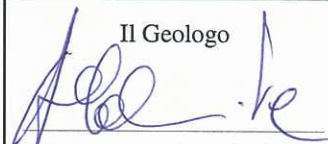


Via Atenea 123 - 92100 Agrigento
Tel.0922-596955 Fax.0922-22787
E-Mail : ser.pro.tec@virgilio.it
Dir. Gen.:dr.ing.Vincenzo Rizzo

Sistema Qualità Certificato
Norma UNI EN ISO 9001

Certificato DNV no .CERT-04132-99-AQ-CIA-SINCERT

Il Geologo



(Dott. Antonio Calamita)

ORDINE REGIONALE DEI
GEOLOGI DI SICILIA

Dott. Geol. ANTONIO CALAMITA

Iscritto al N. 213 dell'Albo

Consulenti
Geologia
(Dott. Antonio Calamita)
Progettazione
(Dott. Ing. Giuseppe Rizzo)
Impianti
(Dott. Ing. Michele Parla)
Elaborati econom.norm.sic.
(Dott. Ing. Angela Rizzo)

APPROVATO

Agrigento, li.....

COMUNE DI S. ANGELO MUXARO

Progettazione esecutiva per il completamento dell'impianto di depurazione

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Indice

1.Premessa	pag. 2
2.Studio geomorfologico ed idro- geologico della zona	pag. 4
2.Indagini dirette	pag. 9
3.Caratterizzazione stratimetrica	pag. 11
4.Caratterizzazione geotecnica	pag. 14
5.Conclusione	pag. 18

In allegato:

- N° 4 logs litostratimetrici
- Carta geologica scala 1/1.000
- Sezioni geologiche 1/200

1.PREMESSA

Scopo del presente lavoro, redatto su incarico del Comune di S. Angelo Muxaro, é lo studio geologico tecnico esecutivo relativo ai lavori di completamento dell'impianto epurativo del Comune di S. Angelo Muxaro.

In particolare lo studio é stato aggiornato in data 03/03/98 dopo successiva richiesta, da parte dell'A. T. e A., di sottoporre, la variante al P.R.G. per l'ampliamento dell'area interessata dall'impianto epurativo, al visto di competenza dell'Ufficio del Genio Civile di Agrigento ai sensi dell'art. 10 della 64

Il progetto di completamento prevede la realizzazione della vasca di essiccamento, della tubazione di scarico dell'impianto e la sistemazione delle aree interne e circostanti la zona dell'impianto epurativo con la pavimentazione del piazzale interno, la sistemazione dei versanti e la realizzazione di un muro di contenimento.

A base dello studio sono state assunte le risultanze delle indagini geognostiche eseguite nella prima fase di realizzazione dell'impianto epurativo.

Le indagini geognostiche sono state eseguite nell'area direttamente interessata dalle opere in progetto.

2. STUDIO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELLA ZONA

L'area in esame si sviluppa sulla parte sommitale e centrale di un acclive pendio che scende rapidamente da q.180 (quota trazzera Salina) e q. 140 rappresentata dall'alveo del vallone che drena gran parte delle acque ricadenti nelle aree ad Est di quella in esame.

L'andamento morfologico arrotondato, anche se acclive, rivela la natura del tipo litologico presente; esso é dato dalle argille limose grigio azzurre che si rinvencono al letto della serie gessoso-solfifera siciliana.

Le argille presentano spesso brecce marnose dure di piccole dimensioni e risultano ricoperte da una eterogenea coltre di sedimenti derivanti dall'alterazione in posto delle stesse argille in cui si riscontra un incremento della frazione sabbiosa e numerosi inclusi litoidi di varia natura e consistenza derivanti dalla ablazione dei rilievi soprastanti.

Lungo il pendio, subito a monte dell'area direttamente interessata dal depuratore, il versante

é costituito da una roccia detritica in cui si riscontrano grossi blocchi di gesso, trubi e argille sabbiose frammisti in un complesso che nel suo insieme appare dotato di un buon grado di stabilità.

Sull'area di che trattasi in atto insistono un muro di sostegno, il locale servizi e la vasca di depurazione; le strutture, completate nell'anno 94, sono dotate di fondazione indiretta per quanto attiene alla vasca, mentre muro e locale servizi sono dotati di fondazione diretta.

Non essendo funzionante l'impianto di depurazione, le acque di fogna, in atto, vengono immesse direttamente sulla porzione iniziale di un'asta valliva posta a circa m 9 dalla vasca di depurazione.

La superficie del pendio risulta in atto interessata da fenomeni erosione lineare e da richiami verso valle della copertura alterata e/o di riporto.

In particolare sul pendio è stato eseguito un intervento tendente al ripristino delle originali condizioni di equilibrio: il versante, infatti, come affermato nella precedente relazione del marzo del

1998, a causa della sua acclività e di motivazioni antropiche è stato soggetto ad una forte azione erosiva concentrata che aveva determinato un notevole arretramento della testa di un impluvio posto a sud est dell'area del depuratore.

L'intervento realizzato ha eliminato la causa antropica ed ha risagomato il versante colmando parzialmente l'incisione.

Nell'area posta a Nord della vasca di depurazione si osserva un lento richiamo verso valle che ha interessato una stradella provvisoria realizzata, con materiale arido, dall'impresa che ha eseguito il 1° lotto dei lavori di costruzione dell'impianto di depurazione.

L'insieme dei dissesti sopra descritti é dovuta alla contemporanea presenza di due fattori: l'acclività del versante argilloso e l'incontrastata azione erosiva delle acque meteoriche e dilavanti (mancata sistemazione dell'area interessata dall'impianto epurativo).

Mentre nei confronti della prima si può fare poco, a meno che non si abbiano a disposizione notevoli finanziamenti, nei confronti delle seconde si

può e si deve intervenire al fine di preservare la stabilità dei luoghi e delle opere esistenti.

Per la stabilizzazione dell'area interna all'impianto epurativo é necessario impermeabilizzare l'intero piazzale ed allontanare opportunamente le acque convogliandole all'interno del canale di scarico delle acque bianche.

Per la stabilizzazione dell'area posta a Nord della vasca di depurazione é prevista la esecuzione di un muro di sottoscarpa che fungerà da sostegno alla stradella di accesso all'impianto. In relazione alla morfologia dei luoghi ed ai manifesti fenomeni di richiamo superficiale presenti su tale porzione di versante, il muro di sottoscarpa dovrà essere dotato di una fondazione opportunamente profonda che vada ad interessare le argille limose grigio azzurre di substrato.

Per il riassetto morfologico ed idrogeologico dell'intero versante in esame, al fine di impedire ulteriori fenomeni di erosione e dissesto, si consiglia la sistemazione dell'area circostante l'impianto epurativo con una leggera scomposizione del pendio, secondo le curve di livello; su tali piccoli

gradini saranno fittamente impiantate specie
arboree a rapida crescita.

3. INDAGINI DIRETTE

Per la definizione della stratimetria propria dell'area in esame e della caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dal progetto in oggetto, sono stati utilizzati i logs dei 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e le risultanze delle analisi geotecniche di laboratorio eseguite nel corso della realizzazione della prima fase di costruzione dell'impianto epurativo.

I sondaggi, la cui ubicazione é stata riportata nell' allegata carta geologica, hanno evidenziato le seguenti stratimetrie.

Committente : Comune di S.Angelo Muxaro
Lavoro : Lavori di completamento dell'impianto di depurazione

Data: Maggio '89
Perforazione : Carotaggio Continuo

Località : C.da Salina

Φ FORO mm	PRO P C	CAM IND	Rivestimento Φ. int. 127	SCA RIF	COLONNA STRATI	TERRENI ATTRAVERSATI	LF	% CAR	SPT
				0		Rilevato stradale		0 50 100	
				1		Calcarei marnosi biancastri (trubi) umidi e friabili al tetto con rari inclusi di gesso			
				2					
				3					
				4					
				5					
		●		6		Argille limose grigio azzurre da plastiche a poco plastiche, con rare breccie marnose dure			
				7					
				8					
				9					
				10					
		●		11					
				12					
				13					
		●		14					
				15					
				16					
				17					
				18					
				19					
				20					
				21					

Committente : Comune di S. Angelo Muxaro
Lavoro : Lavori di completamento dell'impianto di depurazione

Data: Maggio '89
Perforazione : Carotaggio Continuo

Località : C.da Salina

φ FORO mm	PRO P C	CAM IND	Rivestimento φ mm 127	SCA RIF	COLONNA STRATI	TERRENI ATTRAVERSATI	LF	% CAR	SPT
								0 50 100	
					0	Detrito gessoso trubaceo con livelli argillo sabbiosi			
					1	Argille sabbiose giallastre, detritiche, plastiche con venature grigio azzurre nei livelli di letto			
					2				
					3				
					4				
					5				
					6	Argille limose grigio azzurre, da plastiche a poco plastiche, con rare breccie marnose dure			
					7				
					8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				
					21				

I sondaggi hanno confermato quanto previsto in fase progettuale mettendo in evidenza il limitato spessore delle argille sabbiose giallastre di copertura ed una maggiore diffusione dei terreni detritici che oltre ad interessare la strada di accesso al depuratore si estendono, anche se marginalmente, verso Est interessando direttamente l'area del depuratore.

In particolare i terreni detritici sono stati riscontrati nel corso dell' S1 con una potenza di m.4,80 e risultano costituiti da Trubi fratturati di colore bianco sporco con stratificazione poco evidente.

Al letto dei terreni detritici e delle argille sabbiose si rinvengono le argille limose grigio azzurre costituenti il substrato profondo della zona in studio.

4. CARATTERIZZAZIONE STRATIMETRICA

In particolare, interessando il progetto per la costruzione dell'impianto di depurazione un'area ben definita, l'insieme delle indagini e delle prove eseguite in campagna e in laboratorio ha consentito l'individuazione della stratimetria propria dell'area in esame:

AREA DEPURATORE

- Ad un pacco di terreni di copertura superficiale eterogenei, detritici di natura argillo sabbiosa da plastici a molto plastici, che presentano nei livelli di letto veli e livelli argillo limosi grigio azzurri, segue un potente pacco di terreni argillo limosi grigio azzurri da plastici a poco plastici con rare brecce marnose di piccole dimensioni.

AREA A MONTE DEL DEPURATORE

- Ad una spessa coltre di terreni detritici di natura gessoso-trubacea con matrice argillo sabbiosa mediamente densi e stabili, segue un potente pacco di sedimenti argillo limosi di colore grigio azzurro con rare brecce marnose di piccole dimensioni da plastici a poco plastici.

In queste due successioni é possibile individuare delle nette differenziazioni litologiche che ci consentono di pervenire ad una schematizzazione stratigrafica assunta per il calcolo e per una definizione delle tipologie idonee di fondazione; pertanto, le formazioni principali sono:

AREA DEPURATORE

- 1° Strato (dal p.c. sino ad una profondità media di m. 4,00) Argille sabbiose giallastre da plastiche a molto plastiche.

- 2° Strato (da m. 4,00 fino alla profondità di m. 6,00) Argille sabbiose giallastre plastiche con veli e livelli argillo limosi grigio azzurri.

- 3° Strato (da m. 6,00 fino alla profondità di m. 13 ed oltre) Argille limose grigio azzurre da plastiche a poco plastiche con rare brecce marnose.

AREA A MONTE DEL DEPURATORE

- 1° Strato (da m. 0,00 a m. 5,00 dal p.c.)

Detrito gessoso trubaceo con matrice argillo sabbiosa e/o sabbioso argillosa mediamente denso.

- 2° Strato (da m. 5,00 a m. 13 ed oltre)

Argille limose grigio azzurre da plastiche a poco
plastiche con rare breccie marnose dure.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'esame dei risultati delle prove di laboratorio eseguite nel corso della realizzazione della 1^a fase di costruzione dell'impianto epurativo ha consentito una caratterizzazione geomeccanica dei vari strati secondo i seguenti parametri geotecnici:

AREA DEPURATORE

- 1° Strato (da m. 0,00 sino a m. 4,00 argille sabbiose giallastre)

$$\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$$

$$C_u = 0,50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 22^\circ$$

La resistenza al taglio in CD é stata ottenuta con prove di taglio diretto di tipo CD da cui si sono ricavati valori di φ' compresi tra 20° e 22°.

La coesione non drenata é stata ottenuta con prove triassiali di tipo UU da cui si sono ricavati valori di C_u compresi tra 0,54 e 1,12 Kg/cm²; valori leggermente inferiori si ottengono dalla prova di ELL assumendo $C_u = \sigma/2$ da cui si ricavano valori di C_u compresi tra 0,42 e 1,12 Kg/cm².

In relazione alla variabilità dei valori di C_u ottenuti ed alla plasticità del sedimento si è ritenuto opportuno non considerare i valori estremi e ridurre C_u in funzione dei parametri ridotti.

Sono inoltre state eseguite due prove edometriche che evidenziano la plasticità delle argille sabbiose che possono definirsi come una roccia pseudocoerente eterogenea compressibile.

- 2° Strato (da m. 4,00 a m. 13 ed oltre, argille limose grigio azzurre con livelli argillosi giallastri al tetto.

$$W_n = 24\%$$

$$\gamma = 1,95 \text{ g/cmc.}$$

$$C_u = 0,80 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' = 22^\circ$$

La resistenza al taglio in CD è stata ottenuta con prove di taglio diretto di tipo CD da cui si sono ricavati valori di φ' medio alti con $\varphi' = 22^\circ$.

La coesione non drenata, ottenuta con prove triassiali di tipo UU, assume valori medi, con C_u compreso tra 0,57 e 0,93 Kg/cmq; si osserva che i valori di C_u aumentano leggermente con l'aumentare

della profondità. Valori analoghi di Cu sono stati ricavati dalla prova ELL.

Il dato più evidente che si rivela dall'esame delle analisi geotecniche, nonché dalle carote, è una certa omogeneità presentata dalle argille limose grigio azzurre ed il leggero incremento di consistenza con il procedere della profondità.

Le argille limose si definiscono come una roccia pseudocoerente da plastica a poco plastica in profondità, poco o mediamente compressibile avente con una discreta resistenza ai carichi.

AREA A MONTE DEL DEPURATORE

- 1° Strato (da m. 0,00 a m. 5,00 dal p.c. detrito gessoso trubaceo)

La definizione della caratterizzazione meccanica di tale 1° strato è stata difficoltosa, in quanto non è stato possibile il prelievo di campioni indisturbati a causa della consistenza del detrito, che nell' S1 ha costituzione essenzialmente trubacea, mentre nell' S4 è costituito da gessi con trubi.

Sia dall'esame di uno spaccato naturale che dal rilievo in sito eseguito lungo il versante a monte del depuratore, nonché dall'esame delle carote, si è

potuto apprezzare il grado di densità del detrito che certamente può definirsi medio, inoltre il detrito, grazie alla frazione tubacea presenta un certo grado di cementazione.

In relazione alle caratteristiche litologiche e costituzionali, al detrito si possono attribuire i seguenti parametri:

$$\gamma = 1,85 \text{ g/cmc.}$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

- 2° Strato (da m. 5,00 a m. 13,00 ed oltre, argille limose)

$$W_n = 22\%$$

$$\gamma = 1,95 \text{ g/cmc.}$$

$$C_u = 0,80 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' = 22^\circ$$

I parametri geotecnici delle argille limose grigio azzurre corrispondono a quelli precedentemente adottati per l'area del depuratore.

6. CONCLUSIONE

Dal complesso delle argomentazioni sin qui condotte e da un attento esame di tutti i fattori di cui si é tenuto conto, é ora possibile esprimere delle considerazioni geologico-tecniche sull'interazione terreno-struttura in esame, al fine di un corretto ed armonico inserimento delle opere in progetto nel contesto geologico locale a salvaguardia e rafforzamento degli equilibri esistenti.

I lavori di completamento dell'impianto epurativo prevedono la realizzazione della vasca di essiccamento e la sistemazione delle aree interne ed esterne con la realizzazione di un muro di contenimento.

Per la formazione della stradella di accesso all'impianto ed alla vasca di essiccamento è necessaria l'esecuzione di un muro di contenimento che ricade su di un'area in atto soggetta a fenomeni di richiamo.

Al fine di assicurare la stabilità della stradella ed al contempo impedire che i fenomeni di richiamo

coinvolgano l'area dell'impianto di depurazione il muro verrà realizzato con una struttura leggera dotata di fondazione indiretta costituita da pali trivellati armati per il cui calcolo si consiglia la seguente stratimetria con i relativi parametri geotecnici:

- **1° Strato** (da m 0,00 sino a m 4,00 argille sabbiose giallastre)

$$\gamma = 1,85 \text{ g/cmc}$$

$$C_u = 0,50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi' = 22^\circ$$

- **2° Strato** (da m 4,00 a m 20 ed oltre, argille limose grigio azzurre con livelli argillosi giallastri al tetto.

$$\gamma = 1,95 \text{ g/cmc.}$$

$$C_u = 0,80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi' = 22^\circ$$

La vasca dei letti di essiccamento, ubicata subito ad Est della stradella di accesso, realizzata con una struttura in c.a. delle dimensioni di m13,00 x 13,00 e per un'altezza massima di m1,15, è esposta su di un versante soggetto a lenti fenomeni di richiamo verso valle; pertanto, nonostante il basso

carico trasmesso dalla struttura, per la vasca di essiccamento si adotterà un fondazione indiretta costituita da pali trivellati armati per i cui calcolo si consiglia l'adozione della seguente stratimetria con i relativi parametri geotecnici:

- **1° Strato** (da m 0,00 sino a m 4,00 argille sabbiose giallastre)

$$\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$$

$$C_u = 0,50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi' = 22^\circ$$

- **2° Strato** (da m 4,00 a m 20 ed oltre, argille limose grigio azzurre con livelli argillosi giallastri al tetto.

$$\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3.$$

$$C_u = 0,80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi' = 22^\circ$$

Il piazzale interno all'impianto di depurazione verrà sistemato e pavimentato; le acque piovane che si raccolgono all'interno dell'area dell'impianto verranno convogliate con idonea condotta all'interno del tubo di scarico dell'impianto epurativo.

In ultimo, a coronamento e completamento di tutto quanto previsto, occorre prevedere la

realizzazione di un'ampia fascia, intorno all'impianto di depurazione, dove fare allignare specie arboree che ben si confanno con il clima che caratterizza la zona.

L'impianto di specie arboree caratterizzate da un apparato radicale molto ampio e ramificato consentirà di diminuire il ruscellamento superficiale e stabilizzare, nel medio e lungo termine, i versanti.

In relazione alla natura dei luoghi é auspicabile che la piantumatura degli alberi oltre ad interessare l'area in esame sia estesa alle aree circostanti; in tal modo la folta vegetazione che produrranno gli alberi determinerà un minore impatto dovuto alla realizzazione dell'impianto e nel contempo daranno un notevole contributo alla definizione dell'assetto geomorfologico della zona.

Agrigento, 30/07/2004

Il Geologo

Dott. Antonio Calamita

Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia n°213

CARTA GEOLOGICA

SCALA 1/1.000

LEGENDA



Detrito in matrice argillo-sabbiosa con inclusi gessosi e tubacei



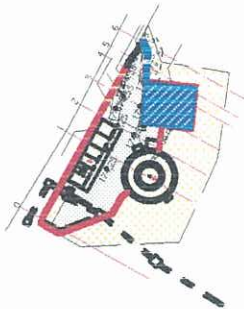
Argille limose grigio azzurre, plastiche con copertura argillo sabbiosa giallastra plastica



Ruscellamento superficiale diffuso

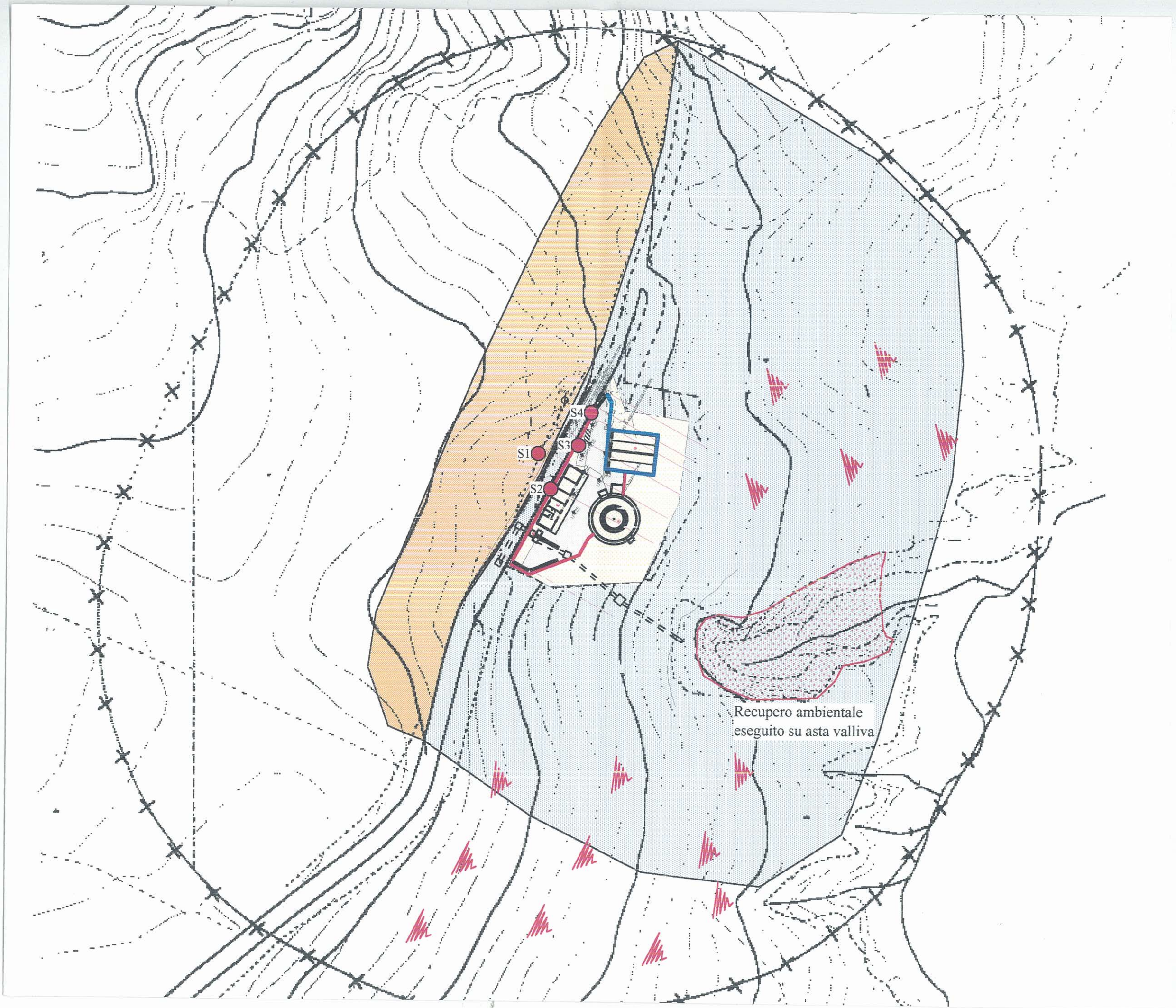


Ubicazione sondaggi a carotaggio continuo

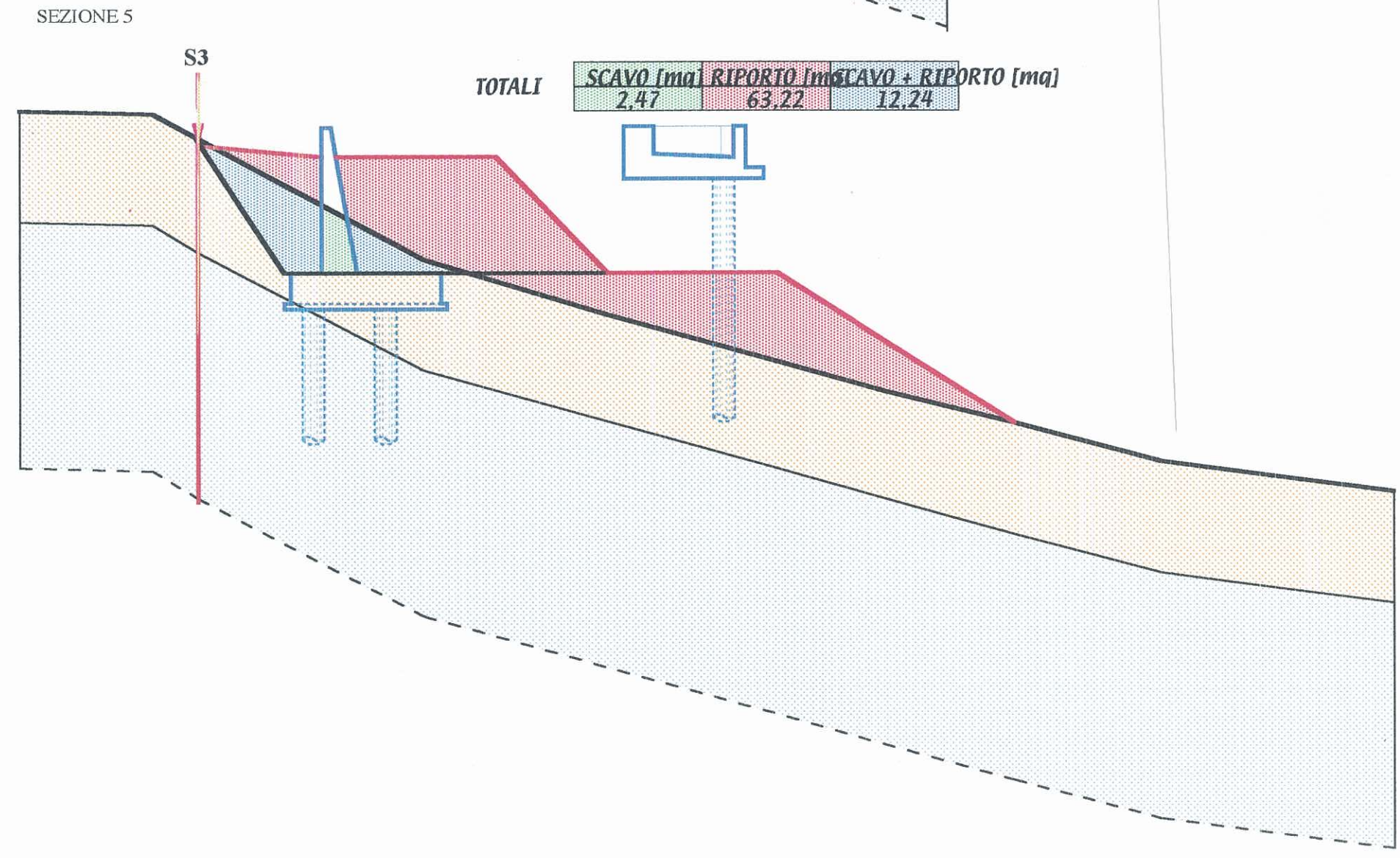
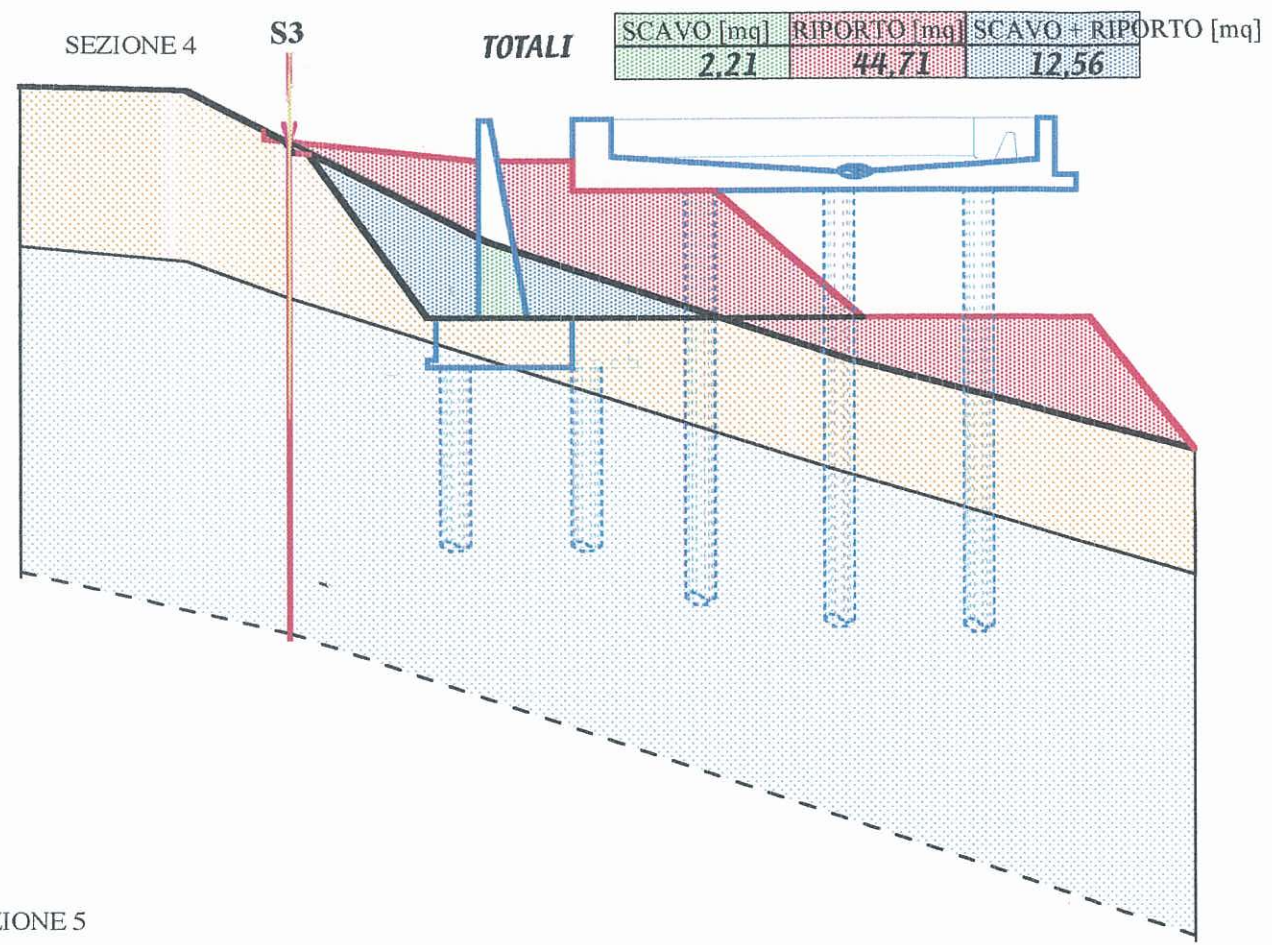


Area depuratore e zona d'intervento



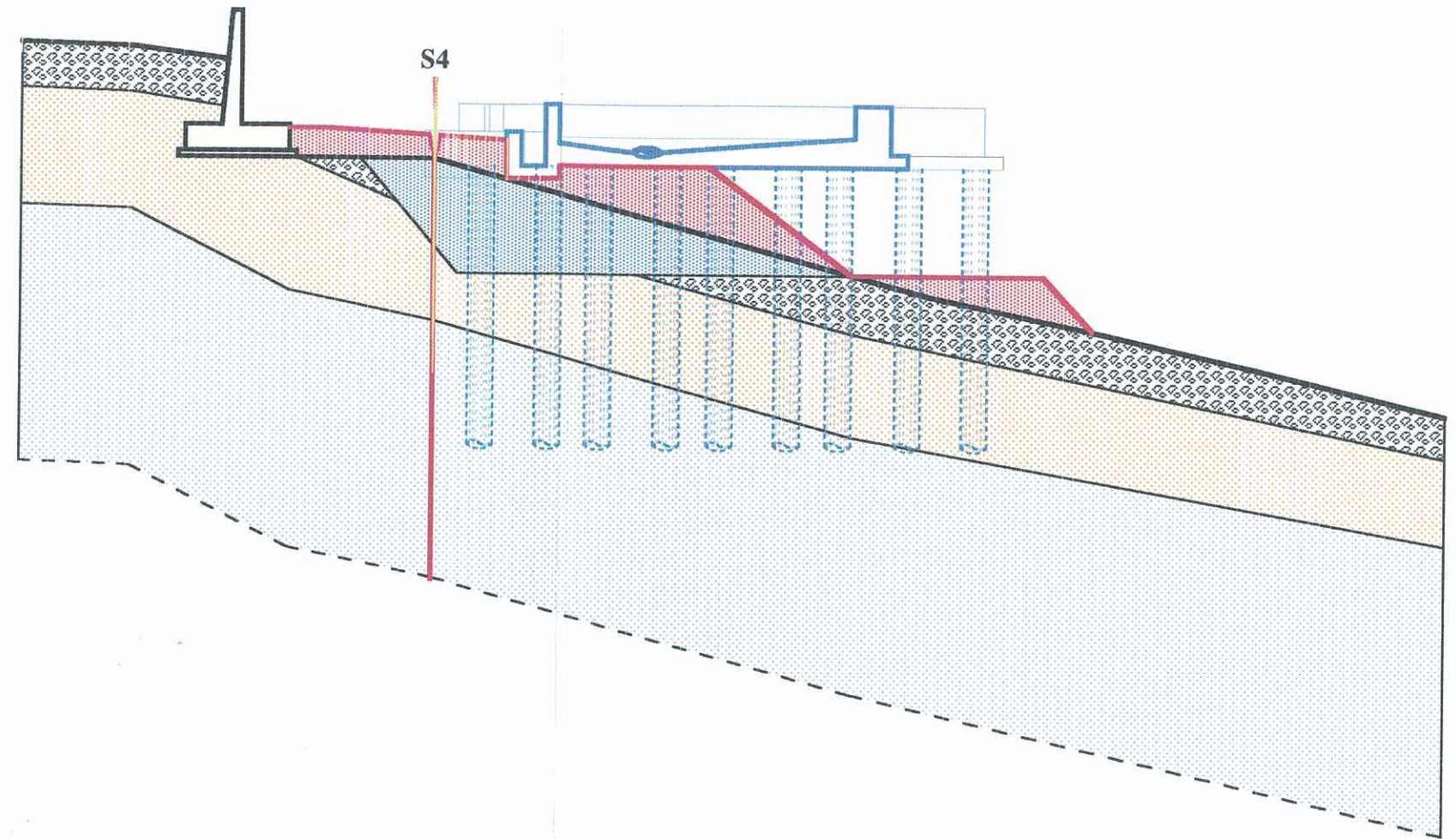


Recupero ambientale
eseguito su asta valliva


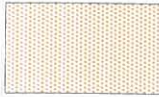



TOTALI	SCAVO [mq]	RIPORTO [mq]	SCAVO + RIPORTO [mq]
	0,00	23,17	23,17
			25,59

SEZIONE 3



SEZIONI GEOLOGICHE Scala 1:200

-  Detrito gessoso tubaceo con blocchi di gesso di piccole e medie dimensioni con livelli argillo sabbiosi
-  Argille sabbiose giallastre, plastiche, con veli biancastri di gesso, con al letto livelli argillosi grigio azzurri
-  Argille limose grigio azzurre, da plastiche a poco plastiche, con breccie marnose dure



Ubicazione sondaggio a carotaggio continuo