Capogruppo:

IG INGEGNERIA GEOTECNICA srl
Ricerca progettazione e consulenza nel campo dell'ambiente, della geologia e dell'ingegneria civile
C.so Montevecchio, 50 - 10129 Torino
Tel. (011) 5611811/fax (011) 5620568
e-mail: ig@ingegneriageotecnica.com
ISO 9001:2008
ISO 14001:2004

Mandanti

ECOPLAN
SOCIETA' DI INGEGNERIA & ARCHITETTURA AMBIENTALE

P.I. Pietro MARCELLINO

Consulenti specialistici

Desmos
Ingegneria Ambiente Energia

REGIONE LIGURIA
Provincia di LA SPEZIA
Comune di La Spezia

INCHIESTA PUBBLICA SU

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E REALIZZAZIONE IMPIANTO CON RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE IN LOC. SATURNIA - COMUNE DELLA SPEZIA

Relazione sulle osservazioni pervenute alle indagini ed al progetto

PEI/BRU/LAM Rel. 20830/020.0 Torino, 18 aprile 2016

n°	Data	§ revisionato	Motivo della revisione
00	18/2016		Emissione
01			
02			
03			
04			

Indice

1 PREMESSA 1
2 OSSERVAZIONI Associazione Comitati Spezzini e WWF Liguria 2
2.1 Stato Ambientale del sito di Saturnia 2
2.2 Proposta alternativa 2
3 OSSERVAZIONI dei Comitati del Levante Cittadino 2
3.1 Punto 3) Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee 2
3.2 Punto 5) VINCA 3
3.3 Punto 6) Tutela della acque sotterranee 3
4 OSSERVAZIONI Nota Prof. Raggi 3
4.1 Modello geologico ai sensi delle NTC 2008 3
4.2 Modello geotecnico ai sensi delle NTC 2008 4
4.3 Stratigrafia dell'area al piede della discarica esistente 5
4.4 Caratterizzazione geotecnica del settore di progetto 13
4.5 Bonifica dei rifiuti esistenti (ceneri ed RSU depositati in precedenza) 15
4.6 Considerazioni generali sulla geologia e l'idrogeologia del sito 17
4.7 Circolazione idrotermale 19
5 APPROFONDIMENTI 23

1 PREMESSA

L'inchiesta, presieduta dalla Dott.ssa Paola Carnevale, ha avuto inizio con la seduta in data 2 marzo 2016, durante la quale, dopo i primi atti formali di insediamento, i rappresentanti della Società Acam SpA, nonché i Progettisti da loro incaricati, hanno illustrato al pubblico ed alla Commissione le linee guida del Progetto, nonché tutti gli aspetti fondamenti della progettazione, affrontando gli aspetti geologici, ingegneristici e di impatto sull'ambiente, cercando di esprimere in maniera concisa e semplice una progettazione molto articolata, i cui elaborati nella loro completezza sono stati messi a disposizione sul portale del Settore VIA della Regione Liguria dai primi giorni di febbraio.

La seconda seduta del 7 aprile 2016 è stata incentrata sull'esposizione da parte dei Cittadini, dei Comitati ambientali e dei rappresentanti delle Associazioni, delle osservazioni, alcune anticipate in forma scritta alla Commissione nei giorni precedenti, al progetto e più in generale alla programmazione del ciclo dei rifiuti spezzini.

Per quanto attinente alla progettazione, le osservazioni sono state illustrate durante la seduta pubblica dal sign. Cucciniello Corrado in rappresentanza dei Comitati Spezzini e WWF (di cui è stata consegnata presentazione in Power Point) nonché dalle Associazioni Italia Nostra – Legambiente – VAS - Comitati del Levante cittadino – La Spezia (di cui è stata consegnata nota tecnica). Alla Commissione era pervenuta, dopo la prima seduta, una nota con le osservazioni del Prof. geol. Giovanni Raggi, in cui si manifestava anche l'intenzione di un'esposizione diretta con approfondimenti e presentazione di elaborati grafici. Nel corso della seconda seduta, dedicata appunto alle richieste da parte dei soggetti partecipanti, tuttavia, non era presente il proponente Prof. Raggi, né suoi delegati.

Il presente documento sintetizza ed illustra le risposte tecniche del gruppo di progettazione alle osservazioni promosse dai Cittadini e dai Comitati nell'ambito dell'inchiesta pubblica per il progetto riguardante i "*Lavori di messa in sicurezza permanente e realizzazione impianto con riqualificazione ambientale in loc. Saturnia - Comune della Spezia"*, cercando di sviluppare gli argomenti sollevati in maniera puntuale e sintetica rimandando gli approfondimenti puramente tecnici e scientifici ai tavoli della Conferenza dei Servizi del procedimento di VIA già avviato.

2 OSSERVAZIONI Associazione Comitati Spezzini e WWF Liguria

2.1 *Stato Ambientale del sito di Saturnia*

Viene asserito che: "il progetto presentato da ACAM Ambiente non potrà certo "Preservare le matrici non contaminate"".

Il progetto è conforme alle normative vigenti in campo ambientale ed è predisposto ai sensi dei Criteri Costruttivi e Gestionali contenuti nel D. Lgs. 36/2003.

Tenendo conto di quanto previsto dall'art.4 del D. Lgs. 59/2005 (per le discariche descritte al punto 5.4 dell'allegato I), le BAT (Best Available Tecnology) ossia le migliori tecnologie per lo smaltimento dei rifiuti coincidono con il rispetto dei requisiti esposti dal D. Lgs. 36/2003.

Ne consegue che il progetto è in grado di preservare il sito che non risulta contaminato.

2.2 *Proposta alternativa*

La proposta alternativa presentata per la sistemazione dei rifuti presenti attualmente in discarica (58000 mc), al di là degli aspetti geometrici (altezza rifiuti di 25.7 m con pareti verticali su una superficie di base di 3250 mq, evidentemente non è realizzabile) manca di un soggetto attuativo e del relativo finanziamento.

Il progetto presentato da ACAM Ambiente consente di realizzare l'intervento senza costi per la comunità (sia per l'intervento che per la post-gestione del sito trentennale che costituisce ulteriore garanzia ambientale per il controllo del sito).

3 OSSERVAZIONI dei Comitati del Levante Cittadino

3.1 *Punto 3) Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee*

Pur non essendo in capo ad ACAM Ambiente ma all'attuale proprietà, ACAM Ambiente ha intenzione di provvedere al monitoraggio delle acque sotterranee.

Sono in corso le attività propedeutiche del monitoraggio in stretto accordo con ARPAL.

3.2 *Punto 5) VINCA*

La VINCA non è stata effettuata in quanto non richiesta dalla normativa vigente, vista l'ubicazione dei SIC presenti. Nel SIA sono state comunque effettuate tutte le valutazioni ambientali ritenute necessarie.

3.3 *Punto 6) Tutela della acque sotterranee*

Attualmente le acque sotterranee nel sito non sono contaminate dai rifiuti presenti ne tantomeno i terreni nel sito.

La Regione Liguria ha emesso l'approvazione del Report finale delle risultanze del Piano di Caratterizzazione dell'area, con decreto n. 270 in data 31 Luglio 2014.

Nel suddetto decreto, proprio poiché non si sono rilevate contaminazioni, viene approvata la restituzione dell'area agli usi legittimi condizionata all'approvazione del progetto di riutilizzo del sito e di messa in sicurezza permanente della porzione di discarica con relativo crono programma delle diverse fasi di realizzazione e viene inoltre prescritta l'effettuazione del monitoraggio delle acque dai piezometri da definire e concordare con Arpal.

Di tale aspetto ACAM ne ha preso atto.

4 OSSERVAZIONI Nota Prof. Raggi

4.1 *Modello geologico ai sensi delle NTC 2008*

L'art. C. 6.2.1 della Circolare M.I.T. n. 617/2009 (Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008) riporta:

"Il Modello Geologico deve definire con preciso riferimento al progetto i lineamenti morfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità; inoltre, deve illustrare i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea."

I contenuti previsti dalla normativa sopra richiamata sono ampiamente dettagliati nell'elaborato del Progetto definitivo "R03 – *Relazione geologica, geomorfologica e sismica*" ed espressamente nelle pagine da 21 a 130 (a puro titolo esemplificativo: *cap*. 4 "*Lineamenti dell'intervento in progetto*", *cap*. 6 *Caratterizzazione del sito*", *par* 6.1 "*Assetto morfologico*", 6.3 "*Geologia dell'area di progetto*", 6.4 "*Assetto dell'ammasso roccioso*", 8.2 "*Assetto idrogeologico dell'area di progetto*", ecc.).

In merito all'osservazione del Prof. Raggi espressa nella sua Nota:

"La Relazione geologica non contiene la modellazione geologica del sito come invece è richiesto dalle norme di Legge NTC2008", si rimanda alla relazione di progetto ed ai paragrafi sopra evidenziati.

4.2 *Modello geotecnico ai sensi delle NTC 2008*

Il Cap. 6.2.2 del testo sulle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008 riporta testualmente:

"Caratterizzazione e modellazione geotecnica":
"I risultati delle indagini e prove geotecniche, eseguite in sito e in laboratorio, devono essere interpretate dal progettista che, sulla base dei risultati acquisiti, della tipologia di opera e/o intervento, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive, deve individuare i più appropriati modelli geotecnici di sottosuolo e i valori caratteristici dei parametri geotecnici ad essi correlati. I parametri geotecnici da valutare per l'esecuzione delle analisi e delle verifiche nei riguardi degli stati limite ultimi e di esercizio dipendono dai modelli costitutivi adottati per descrivere il comportamento meccanico dei terreni."

Con riferimento specifico al caso in esame, i contenuti previsti dalla normativa sono ampiamente dettagliati nell'elaborato del progetto definitivo "R05 – *Relazione geotecnica e di calcolo strutturale*" ed espressamente nelle pagine da 10 a 18 (a puro titolo esemplificativo: *cap*. 4 "*Caratterizzazione geotecnica e geomeccanica del sito*", *par*. 4.2 "*Valutazione del parametro GSI*", *par*. 4.3 "*Criteri di rottura*", *par*. 4.4 "*Caratteristiche di deformabilità*", ecc.).

In merito all'osservazione del Prof. Raggi *"La Relazione geotecnica non contiene la modellazione geotecnica del sito"*, si rimanda alla relazione di progetto ed ai paragrafi sopra evidenziati.

4.3 ***Stratigrafia dell'area al piede della discarica esistente***

Il settore del nuovo impianto che attualmente ospita le ceneri e gli RSU deposti nei primi anni '90 è uno dei soggetti principali sulla quale si è incentrata la progettazione. Dalla lettura degli elaborati progettuali si evince chiaramente che tale area è stata oggetto di specifiche indagini:

- 4 sondaggi tra il 2014 ed il 2015 (S4-DH, S2Pz, S3Pz, S4);
- 3 prospezioni geofisiche (rilievi sismici in foro con metodo Down-hole, rilievi sismici ed elettrici di superficie);

In particolare l'analisi geologica delle informazioni ha permesso al gruppo di progettazione di realizzare il *Profilo geologico-idrogeologico* A-A' (Tav. D 02.04) che è il prodotto della sintesi e dell'interpretazione critica delle informazioni in possesso. Uno stralcio del Profilo A – A' relativo nello specifico al tratto in esame è riportato nella Fig. 1.

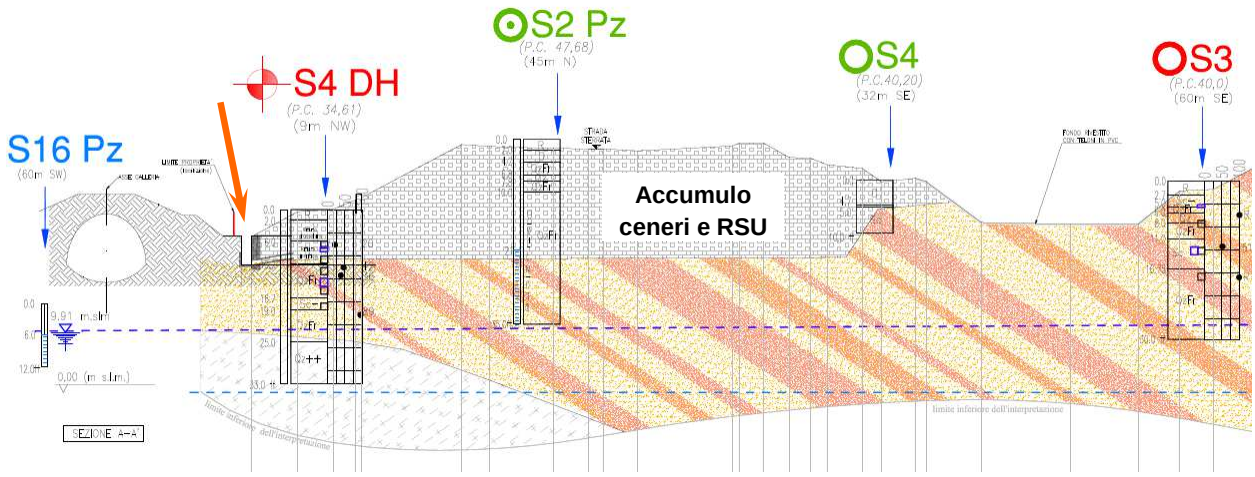


Figura 1 – Tratto iniziale, del Profilo geologico-idrogeologico A-A' compreso negli Elaborati di Progetto (Tav. D.02.04). Sul lato sinistro è visibile la Galleria autostradale con l'adiacente piezometro S16 della rete ARPA. Procedendo verso destra, è visibile l'attuale muro di contenimento dei rifiuti (indicato dalla freccia arancio), realizzato per contenere il piede della prima discarica di RSU (metà anni '80) con la base posta a m 24,5 slm. Questa quota corrisponde al piano di appoggio della discarica, come rilevabile dal progetto della discarica della metà degli Anni '80, nonché dalla documentazione dei lavori di costruzione della galleria (si veda la Fig. 2).
Il sondaggio S4 DH (quota m 34,61 slm) perforato nel 2015 lungo il profilo, in asse alla discarica e all'interno dell'accumulo di rifiuti, consente di verificare direttamente lo spessore e la natura dei materiali presenti, la posizione della base della discarica, stratigrafia e parametri geofisici della roccia sottostante, posizione del livello di falda (nel 2015 oscillante tra + 10,0 m slm e + 10,2 m slm, ovvero circa 20 m al di sotto del piano di base previsto per il nuovo impianto.
Il sondaggio S2 Pz, posizionato al margine ovest dello sbancamento esistente (con distanza dalla traccia del profilo indicata sotto la sigla del punto d'indagine), è attrezzato con piezometro. L'indagine, pur posizionata fuori dalla traccia del profilo e al margine della discarica esistente, è stata inserita per evidenziare la posizione assunta dalla falda. I rilievi condotti nel corso del 2015 non hanno riscontrato la presenza di circolazione idrica, di conseguenza la falda, all'altezza del sondaggio S2 Pz si posiziona a quote inferiori alla base del piezometro posta a + 12,3 m slm.

L'elaborazione del Profilo è stata condotta sulla base del complesso di elementi ricavabili dai sondaggi, dai rilievi geofisici, dalle misure del livello della falda, dagli elaborati

relativi alla discarica preesistente, dal Progetto della galleria autostradale, dalle cartografie, dalle riprese aeree e dalla documentazione fotografica disponibile per l'area.

Le indagini geognostiche sono state proiettate lungo la traccia della sezione, la cui ubicazione è riportata sulla Tav. Planimetria ubicazione indagini (Tav. D. 02.01), indicando chiaramente quota di inizio sondaggio (esempio: p.c. 34,61 = quota piano campagna di inizio sondaggio), nonché distanza e posizione relativa (esempio: 9 m NO = sondaggio ubicato 9 m a nordovest del profilo) delle indagini poste fuori asse del profilo (ma in grado di fornire indicazioni o elementi di controllo rappresentativi), per garantire la massima leggibilità dell'elaborato e la distinzione tra i "dati" (sondaggi, stratigrafia, misure, ecc.) e "interpretazione" (elaborazione della ricostruzione del sottosuolo secondo un Profilo continuo).

Una conferma indipendente della posizione del substrato, e quindi dello spessore del corpo rifiuti relativo alle prime fasi di deposizione (RSU e ceneri), è ricavabile dalla documentazione di progetto al tempo eseguito e dal report fotografico relativo ai lavori di predisposizione del fondo dell'invaso e alla realizzazione della galleria autostradale nei primi Anni '90 di cui si dispone e che sono state presentate a corredo degli esiti del Piano di Caratterizzazione approvato dalla Regione (Fig. 2a e 2b).



Figura 2a – Allestimento del fondo dell'invaso e del muro di valle



Figura 2b – Allestimento del fondo dell'invaso. Sullo sfondo è visibile, ad una quota inferiore, il tratto di galleria autostradale in fase di completamento.

L'assetto del tratto terminale dell'invaso attuale, individuato sulla base dell'interpretazione congiunta dell'insieme degli elementi d'indagine e documentari acquisiti, peraltro tutti concordanti tra loro, è così sintetizzabile:

1. il piano di appoggio basale del muro di contenimento esistente è posto alla quota di 24,5 m slm;
2. il sondaggio S4 DH perforato in asse alla vecchia discarica (zona centrale con maggiori spessori) a partire da quota 34,6 m slm, ha individuato sotto la copertura ceneri sino alla prof. di 10,2 m, corrispondente ad una quota di 24,4 m slm, ovvero al piano di appoggio del muro esistente (cfr. punto 1.);
3. sulla base dei dati precedenti (punti 1. e 2.) il piano di appoggio basale della vecchia discarica da bonificare è posto ad una quota compresa tra circa 24,5 m slm in prossimità della galleria artificiale e circa 30 m slm risalendo verso l'interno dello sbancamento esistente;
4. la sommità del cumulo di rifiuti esistente raggiunge la quota massima di 47 m slm, di conseguenza lo spessore massimo dei rifiuti, compresi i terreni costituenti la copertura è nell'ordine di 17 metri, come rilevabile anche dal profilo sismico a rifrazione (Profilo Ps 6) riportato nel Profilo geologico A – A';
5. al disotto dell'abbancamento di rifiuti (RSU + ceneri) è presente detrito molto addensato con buone caratteristiche meccaniche. Nonostante ci si trovi al di sopra della falda, la velocità delle onde elastiche è nell'ordine di 1200 m/s e si incrementa rapidamente con la profondità. Questo comportamento è direttamente riferibile al rapido passaggio ad un substrato roccioso molto fratturato costituito dall'unità delle Quarziti e filladi;
6. la verifica puntuale dell'assetto del sottosuolo in corrispondenza del nuovo argine di contenimento è fornita dal sondaggio S4-DH, per cui sono disponibili, oltre alla stratigrafia e alle prove geotecniche di laboratorio, un rilievo geofisico in foro (metodo down-hole) con misura della velocità di propagazione delle onde longitudinali P e trasversali S, che consente di valutare le proprietà meccaniche della roccia in posto evitando i possibili disturbi dovuti all'esecuzione del sondaggio. Data la natura dell'ammasso e il suo stato di fratturazione e alterazione, infatti, l'esecuzione delle perforazioni, specie se condotte con tecniche ordinarie, comporta un rilevante disturbo

nell'ammasso e il recupero di carotaggi –ovvero dei " materiali testimoni" conservati nelle cassette non rappresentativi (per recupero incompleto, scompaginamento della struttura originaria, frammentazione meccanica, rimaneggiamento a causa del contatto con l'acqua utilizzata per raffreddare l'attrezzatura di perforazione, ecc.);

7. il rilievo geofisico svolto nel sondaggio S4 DH evidenzia a partire dalla profondità di 16 m dalla quota di inizio (p.c.) un rapido incremento nella velocità delle onde P che dai 1300 m/s passano a oltre 2000 m/s (a 18 m di prof.), e delle onde S che da 400 m/s raggiungono già a 17 m di prof. valori nell'ordine di 800 m/s. Tenendo conto che ci si trova al di sopra del livello della falda, ovvero in un mezzo non saturo, la velocità ottenuta per le onde P non risente della presenza dell'acqua nei pori della roccia, che comporta un sensibile incremento nei valori. Le velocità riscontrate già a partire dalla profondità di 17 m sono riferibili ad un ammasso roccioso fratturato;
8. in corrispondenza dell'argine di contenimento previsto, pertanto, la sommità del substrato fratturato e alterato, ma con comportamento di tipo semi-lapideo, si rinviene già a partire da 7 m dalla base dei rifiuti attualmente abbancati.

In questo settore, la realizzazione del nuovo argine di contenimento sarà preceduta dalle operazioni di:

- scavo e riallocazione dei rifiuti della discarica esistente all'interno del nuovo impianto nell'ambito delle aree già completate e dotate dei sistemi di impermeabilizzazione e raccolta del percolato;
- caratterizzazione chimico-ambientale dei rifiuti solidi presente per la verifica dell'idoneità all'abbancamento nel nuovo impianto o l'eventuale conferimento ad altri siti di smaltimento adeguati e del percolato eventualmente;
- caratterizzazione analitica dei terreni del fondo scavo al fine di verificarne la conformità ai limiti del D. Lgs. n. 152/2006;
- rimozione delle coperture, delle impermeabilizzazioni esistenti e di altri eventuali materiali presenti e smaltimento in base alla caratterizzazione composizionale e merceologica;

- completamento delle attività di profilatura delle pareti e del fondo della nuova discarica sino alle quote di progetto

La realizzazione dell'argine al piede dell'abbancamento relativo alla nuova discarica prevede, sul lato esterno (verso la Galleria), la realizzazione di un nuovo muro di contenimento basato su fondazioni di tipo indiretto per consentirne un adeguato immorsamento nel substrato roccioso. Le caratteristiche principali dell'opera (Fig. 3) sono:

- fondazioni costituite da un cavalletto di pali perforati di medio diametro sostenente un muro in calcestruzzo armato dotato di tiranti, analoga a quella esistente;
- due ordini di pali perforati di medio diametro (350 mm), con lunghezza 10 m, con armatura metallica per l'intera lunghezza;
- realizzazione di un ordine di tiranti, costituiti da funi in acciaio a più trefoli, con lunghezza totale 30 m, sviluppo del bulbo di ancoraggio 10 m, diametro 160 mm.
- i tiranti saranno realizzati a partire dalla parete del muro in calcestruzzo con sviluppo inclinato verso il basso. Come è noto il contributo dato dal tirante è relativo al bulbo di ammorsamento realizzato nella zona finale (quella posta a maggiore profondità). Il progetto prevede di realizzare un primo tratto dei tiranti, di lunghezza 20 m, libero, ovvero non vincolato alla roccia incassante, mentre il tratto terminale della lunghezza di 10 m costituirà il bulbo di ancoraggio. Con queste caratteristiche l'efficacia dell'ancoraggio è mantenuta anche in caso di attraversamento, nel primo tratto di 20 m, di roccia molto fratturata e/o detrito. Allo stesso modo il contributo di ancoraggio del tirante resta svincolato dall'argine e dai carichi su di esso gravanti.

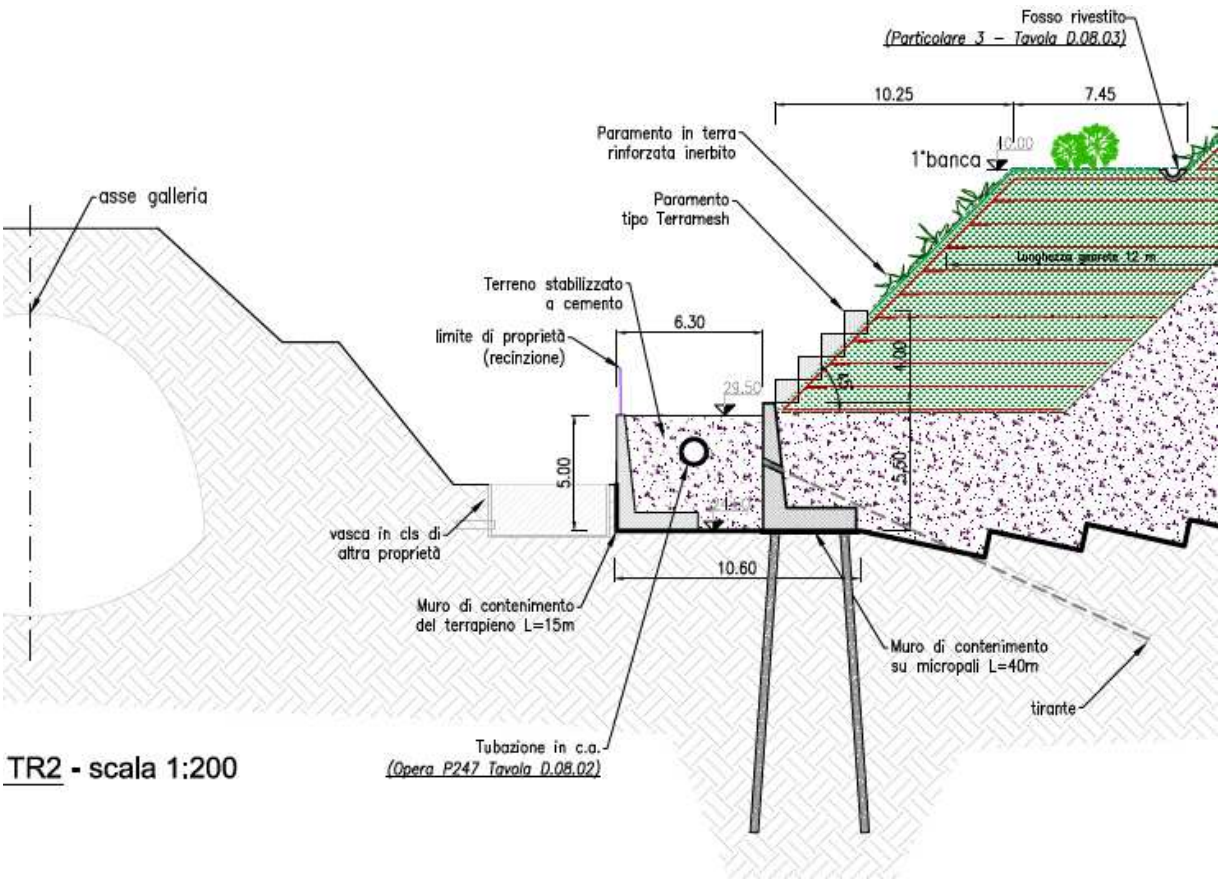


Figura 3 – Sezione dell'argine di contenimento del nuovo abbancamento con dettaglio delle opere di fondazione (tav. D 13.01).

In merito all'osservazione del Prof. Raggi

"Il muro di sostegno progettato al piede dell'argine di contenimento prevede una fondazione indiretta mediante mediopali del diametro 350 mm e lunghezza 10 m, ancorato con tiranti della lunghezza di 30 m. La sezione del sottosuolo nell'area di imposta del muro permette di rilevare che i pali non raggiungeranno un substrato valido, restando sospesi all'interno delle ceneri addossate al rilevato arginale della discarica anni 1980 ed i detriti limosi di copertura immediatamente sottostanti alle ceneri stesse. Anche la fondazione dei tiranti non raggiungerà un substrato valido a garantirne il buon ancoraggio."

In base a quanto riportano negli elaborati progettuali e riassunto nei punti precedenti, si ritiene che essa non trovi riscontro negli elaborati di progetto presentati.

Il piano di imposta del muro è previsto a quota 24,5 m slm, il passaggio alla roccia con discrete caratteristiche geomeccaniche è stato individuato con il sondaggio S4-DH a quota

17,5 m slm, ovvero circa 7 m al di sotto del piano della vecchia discarica. Proprio da questo assetto deriva l'impostazione progettuale di un muro fondato su mediopali con il contributo dei tiranti di ancoraggio.

Si ritiene opportuno sottolineare, inoltre, che prima della realizzazione del nuovo muro si procederà alla rimozione completa dei rifiuti (ceneri + RSU) e delle coperture esistenti.

Anche l'osservazione

" … la Sezione Tomografica PS6 condotta lungo l'asse longitudinale della discarica di Saturnia, mostra con estrema chiarezza lo spessore dei rifiuti, i quali si estendono dalla parte sommitale dell'abbancamento, quota 48 m sul livello medio mare, alla quota 14 – 16 metri sul livello medio mare, per lo spessore comunque mai inferiore ai 25 metri…"

si ritiene non condivisibile, sulla base di quanto esposto in precedenza. Infatti interpretare una sezione geofisica senza l'adeguato raffronto stratigrafico realizzato appositamente (S4-DH) che permette di associare l'interpretazione di una misura indiretta quale la geofisica ad una diretta quale il sondaggio porta il consulente a "*confondere*" il substrato fratturato con il corpo rifiuti.

4.4 *Caratterizzazione geotecnica del settore di progetto*

L'affermazione riportata nella Nota del Prof. Raggi:

"*A fronte di due campagne di indagini, sicuramente onerose e poste a carico di ACAM, i Progettisti concludono che …. la caratterizzazione geotecnica è stata fatta facendo riferimento al metodo GSI,… stimato sulla base delle indicazioni fornite in letteratura (Hoek e Brown 1998) …, in tal modo rinunciando ad utilizzare tutti i dati acquisiti mediante le prove sui campioni di terreno, ritenute forse non soddisfacenti alle loro previsioni, ma in realtà rispecchianti la situazione reale.*

Anche la Relazione geotecnica non contiene la modellazione geotecnica del sito e, per quanto attiene alle fondazioni dell'argine ed alle problematiche inerenti il sovraccarico dei rifiuti e la presenza di acque sotterranee, anche in pressione,

IL PROGETTO SI BASA SU DATI DI LETTERATURA"

appare forzata in quanto:

- lo svolgimento di due campagne d'indagine derivano proprio dall'esigenza di disporre di campionamenti adeguatamente rappresentativi dello stato delle rocce nel complesso contesto geologico del sito, di cui i Progettisti sono ampiamente consapevoli. L'esigenza della campagna integrativa del 2015 nasce proprio dall'esigenza e dalla volontà di disporre di dati indipendenti ed effettivamente rappresentativi delle condizioni dell'ammasso in sito;
- estrae brani parziali di una relazione tecnica specialistica per poi riassemblarli in modo da snaturarne il contesto e, di conseguenza, privandole del significato originale. Il testo originale da cui sono stati estratti i passaggi precedenti è di seguito riportato.

All'interno dell'elab. di Progetto R5 - *Relazione geotecnica* viene dettagliatamente descritta la metodologia adottata per giungere al Modello geotecnico di riferimento, ovvero alla parametrizzazione del substrato il più attinente possibile alla realtà dei luoghi da porre a base dell'impostazione progettuale delle opere e degli interventi. In particolare, si descrive:

"La successione lapidea risulta affetta da una fratturazione sempre intensa e pervasiva, che riduce il volume roccioso unitario a frammenti prismatici con dimensioni in prevalenza centimetriche e solo raramente decimetriche. Le fratture sono prevalentemente aperte, in particolare nelle porzioni prossime alla superficie topografica, e ad alto angolo. Dove i processi di alterazione sono più spinti le discontinuità appaiono riempite di materiale fine, a granulometria prevalentemente limoso-sabbiosa fine. Nell'insieme l'ammasso risulta frequentemente scompaginato per l'intensa fratturazione che sovente si somma all'alterazione, dando così luogo a strutture caotiche, localmente interpretabili come fasce cataclastiche.

In relazione a quanto sopra, considerate anche le dimensioni delle opere in progetto, la caratterizzazione geotecnica è stata fatta facendo riferimento al metodo GSI, dovuto a Hoek (1994) ai criteri di rottura proposti e aggiornati da Hoek & Brown a partire dal 1980 e allo schema concettuale di mezzo continuo equivalente. "

In pratica nella meccanica delle rocce occorre distinguere le caratteristiche della matrice rocciosa, dell'ammasso roccioso e delle discontinuità. Di conseguenza i modelli geomeccanici prevedono un mezzo continuo, un mezzo continuo equivalente ed un modello discontinuo, in funzione della scala del problema e dell'assetto strutturale-geologico della

roccia. Evidentemente nel sito di progetto lo schema concettuale più corretto è quello del mezzo continuo equivalente.

In particolare l'applicazione di questo schema concettuale permette di mantenersi sufficientemente cautelativi, adottando dei parametri medi per l'ammasso nel suo complesso, rappresentativi del ruolo della componente con caratteristiche fisico-meccaniche più scadenti, in modo da evitare l'attribuzione di un peso eccessivo al ruolo degli interstrati litoidi.

4.5 ***Bonifica dei rifiuti esistenti (ceneri ed RSU depositati in precedenza)***

All'interno del Progetto è chiaramente indicato che l'intero volume di ceneri e di rifiuti presenti all'interno del bacino verrà rimosso e ricollocato nel settore di monte precedentemente allestito, ovviamente previa:

- caratterizzazione dei rifiuti mobilizzati, per cumuli omogenei come previsto dalla Normativa sulle bonifiche e sui rifiuti, per la verifica dell'idoneità del sito al loro stoccaggio;
- verifica delle caratteristiche ambientali e geotecniche del fondo dello scavo nel substrato, sempre come previsto dalla normativa sulle bonifiche.

Questa modalità operativa, che essenzialmente comporta la totale asportazione del rifiuto, rende quantomeno ininfluente ai fini progettuali, la definizione con precisione della geometria e delle caratteristiche merceologiche del corpo rifiuti complessivo.

Al contrario è di fondamentale importanza prevedere delle modalità operative di scavo che contemplino tutti i rischi prevedibili in tale ambiente. All'interno della R4 - *Relazione dello studio di Impatto Ambientale* vengono tenute in debita considerazione tutte le eventualità che prevedibilmente si possono incontrare nella movimentazione di rifiuti presistenti sul sito, ad esempio vi sono tutte le prescrizioni per la prevenzione dei rischi connessi all'eventuale presenza di sacche di biogas. Mentre nelle Relazioni specialistiche è stato sempre tenuto conto il rischio di presenza di sacche di percolato e quindi è prevista adeguata regimazione delle acque superficiali, con separazione delle acque esterne ed interne al sito, e allontanamento con le modalità del percolato delle acque, siano esse di ruscellamento o sacche percolato, che in ogni caso dovessero interessare i rifiuti mobilizzati o da mobilizzare.

L'osservazione del Prof. Raggi:

"Con l'asportazione del terreno per la preparazione del nuovo invaso e la rimozione dei rifiuti, come previsto nelle fasi 1 e 2 di esecuzione dei lavori, potranno essere raggiunte le sacche di percolato individuate con la tomografia elettrica.

In tale prospettiva ritengo quantomeno opportune più approfondite indagini tali da definire la reale distribuzione spaziale delle rocce, delle terre, delle acque, del percolato e dei rifiuti nel bacino di Saturnia. Con tali indispensabili conoscenze potrà essere più precisamente definita la caratterizzazione ambientale del sito, solo di seguito la sua eventuale utilizzazione per una nuova discarica."

<u>è opinabile sotto i seguenti aspetti</u>:

- la possibile presenza di sacche di percolato nel corpo rifiuti è un'eventualità già nota ai progettisti e tenuta in debita considerazione in diversi elaborati progettuali individuando per tale evenienza le dovute modalità di intervento per la salvaguardia ambientale;
- la realizzazione allo stato attuale di indagini dirette (sondaggi) che attraversino il corpo della discarica esistente e si impostino per un tratto significativo del substrato in modo da poter acquisire un'ulteriore caratterizzazione di entrambi sembrerebbe, in prima analisi, un'utile strumento di approfondimento delle conoscenze sui rifiuti e la possibile presenza di percolato. Un'analisi più attenta della problematica, tuttavia, pone in risalto gli elevati rischi ambientali che l'esecuzione di perforazioni nel corpo di discariche, giungendo per di più ad attraversarne il sistema di fondo, comporterebbe inevitabilmente, rispetto al potenziale beneficio in termini progettuali. A titolo di esempio, se ne ricordano alcuni: l'interruzione nella continuità della copertura sommitale; la possibile mobilizzazione di sacche di percolato contenute nei rifiuti che migrerebbero verso livelli inferiori; la rottura dei manti di impermeabilizzazione basali e il conseguente versamento del percolato nell'ammasso sottostante, ecc.. SI ritiene, pertanto, fortemente sconsigliabile la realizzazione allo stato attuale di qualsivoglia indagine diretta all'interno del corpo rifiuti, motivo essenziale per il quale finora non sono state eseguite;
- esistono gli elaborati di progetto e di documentazione fotografica degli interventi a suo tempo eseguiti che mostrano le geometrie dei rifiuti che comunque sono stati abbancati a seguito di formali atti autorizzativi/amministrativi.

4.6 ***Considerazioni generali sulla geologia e l'idrogeologia del sito***

Nella *Relazione Geologica del Progetto* (Elab. R4) viene condotta una dettagliata analisi dell'assetto geologico, nonché delle condizioni dell'ammasso roccioso e della circolazione idrica sotterranea, che costituiscono peraltro il riferimento concettuale per l'impostazione della Modellazione geotecnica. In estrema sintesi per l'ammasso roccioso viene indicato:

"Nell'ambito dell'intera area di intervento l'unità lapidea delle "quarziti e filladi" risulta diffusamente affiorante e lo stessa realizzazione dell'impianto prevede l'impostazione del sito di deposito interamente all'interno del substrato locale. Un'analisi di dettaglio è stata pertanto condotta per la caratterizzazione dello stato dell'ammasso roccioso. Per la definizione di un quadro conoscitivo adeguatamente rappresentativo gli elementi acquisiti con i rilievi geologico-tecnici di terreno svolti specificatamente per il presente progetto sono stati inquadrati con i dati fornite dalle indagini svolte per la caratterizzazione della limitrofa discarica di Val Bosca, ubicata 300 m più a nord in un analogo contesto litologico-strutturale, e integrati con l'esecuzione di una campagna geognostica integrativa incentrata su 2 nuove perforazioni profonde a carotaggio continuo di elevata qualità (S6 prof. m 55,8 dal p.c.; S7pz prof. m. 45,3 dal p.c.) documentate dettagliatamente nell'elab. Fascicolo delle indagini geotecniche e geognostiche. La presenza diffusa di scarpate in roccia, di origine artificiale, relative agli interventi effettuati nei decenni precedenti, ha permesso di rilevare in modo sistematico direttamente la successione lapidea del substrato portato in affioramento dagli scavi, nonché di svolgere l'analisi strutturale degli affioramenti rocciosi più rappresentativi.

La fratturazione risulta sempre intensa e pervasiva, riducendo il volume roccioso unitario a frammenti prismatici con dimensioni in prevalenza centimetriche e solo raramente decimetriche. L'indice RQD, generalmente pari a zero, risulta determinabile solo in modo sporadico e assume valori sempre limitati. Le fratture sono prevalentemente aperte, in particolare nelle porzioni prossime alla superficie topografica, e ad alto angolo. Dove i processi di alterazione sono più spinti le discontinuità appaiono riempite di materiale fine, a granulometria prevalentemente limoso-sabbiosa fine. Nell'insieme l'ammasso risulta frequentemente scompaginato per l'intensa fratturazione che sovente si somma all'alterazione, dando così luogo a strutture caotiche, localmente interpretabili come fasce cataclastiche."

Mentre per quanto attiene l'idrogeologia:

"La composizione litologica impronta le caratteristiche di permeabilità dell'ammasso. Nella porzione a comportamento lapideo, la fitta stratificazione e la presenza di vari sistemi di fratturazione comporta una diffusa frammentazione dell'ammasso in elementi lapidei in genere di dimensione da centimetrica a decimetrica. La permeabilità risultante è di tipo secondario per fratturazione, con valori relativi medi o medio-bassi in relazione alla presenza di materiale fine all'interno delle discontinuità. Le porzioni pelitiche, in particolare nei corpi di maggiore spessore si presentano profondamente alterate, assumendo l'aspetto di terreni a granulometria medio-fine (sabbie medio-fini limose, localmente debolmente argillose), ben addensati. La loro permeabilità, sempre di tipo sovraimposta, è principalmente per porosità, con valori relativi bassi. Il grado di permeabilità relativa per l'ammasso roccioso nel suo complesso è valutabile come scarsamente permeabile, con classe di valori del coefficiente di conducibilità idraulica k compresi tra 10-6 ÷ 10-9 m/s. Prove in foro del tipo Lefranc eseguite nel corso dei sondaggi S3 e S4 (2015) hanno rilevato, nell'intervallo di profondità 4,5 ÷ 14,5 m dal p.c., valori di k = 1,26 x 10-6 ÷ 1,54 x 10-7 m/s. Valori poco superiori, k = 3,19 x 10-5 m/s, sono stati riscontrati soltanto da una prova Lefranc svolta nel sondaggio S3 (prof. 12,5 ÷ 14,4 m dal p.c.). Le prove in foro del tipo Lugeon condotte nel corso del sondaggio S7pz (Ottobre 2015), tra le profondità di 14,6 ÷ 45,80 m dal p.c., hanno fornito valori di permeabilità compresi nel campo 1,79 ÷ 11,9 UL (unità Lugeon), corrispondenti a k = 1,19 x 10-6 ÷ 1,79 x 10-7 m/s. Risultati confrontabili, ma con un maggiore campo di variabilità verso il limite inferiore, erano stati ottenuti nel vicino sito di Val Bosca, prove dello stesso tipo condotte nell'intervallo di profondità 4,5 ÷ 33,5 m dal p.c. hanno riscontrato valori di permeabilità pari a 2,80 x 10-6 ÷ 1,68 x 10-8 m/s (C.I.R., 1996a, 1996b). "

Le osservazione del Prof. Raggi circa le caratteristiche geologiche nonché le condizioni dell'ammasso roccioso e della circolazione idrica sotterranea corrispondono a quanto ampiamente illustrato nella Relazione Geologica R4, nel dettaglio il professore dice (evidenziandolo in grassetto):

"*Questi dati di sottosuolo ottenuti mediante sondaggi confermano quanto sopra da me riferito in merito alla stato di estrema fratturazione dell'ammasso roccioso ed alla profonda alterazione idrotermale delle rocce quarzitiche e filladiche."*

non rilevando però che questo è il concetto base del Modello geologico di riferimento, nonché ovviamente del Modello geotecnico, necessariamente derivato dal primo, e posto alla base dell'intero sviluppo progettuale.

4.7 *Circolazione idrotermale*

La presenza nell'area di La Spezia di un estesa circolazione idrotermale è stato oggetto di attenta analisi nella R4 denominata propriamente *Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica* (la voce preliminare nel testalino è un refuso inserito per errore). La trattazione della circolazione delle acque sotterranee nell'intero settore è trattata nelle pagg. da 113 a 131 e, nello specifico, al tema *Circolazione idrotermale* con il Cap. 8.3.2.1 è dedicato il Cap. "8.3.2.1 Circolazione idrotermale" nel quale viene detto già inizialmente:

"L'analisi idrogeologica di area vasta evidenzia come alla circolazione idrica sotterranea alimentata dalle precipitazioni e dai corpi idrici superficiali si associno lungo la fascia costiera apporti a carattere termale, provenienti da circuiti profondi risalenti attraverso la successione metamorfica in corrispondenza dei principali sistemi di fratturazione."

Nel prosieguo della trattazione si citano poi i più recenti lavori di studio della circolazione idrotermale nell'area, realizzati da Ricercatori, dall'ARPA Liguria e da ACAM – Acque, questo proprio per disporre di tutti gli elementi attualmente disponibili, indispensabili per la caratterizzazione di un fenomeno che per la stessa sua natura interessa areali ben più estesi del sito di progetto.

Ben consci della possibilità di incontrare tali fenomeni nel sottosuolo del sito, in particolare circuiti idrici in pressione ospitanti acque risalienti, si è cercata evidenza nei sondaggi già realizzati con diverse finalità, nelle possibili evidenze riscontrate negli impianti adiacenti (Discarica Valbosca), nonché nella perforazione dei nuovi sondaggi. In particolare, nei sondaggi precedenti con strumentazione installata si è proceduto, oltre al rilievo periodico della falda, alla video-ispezione con telecamera in foro, come descritto nella R4 – *Relazione geologica* (p. 128, e nelle schede dei sondaggi), per rilevare eventuali fenomeni di corrosione, deposito di incrostazioni, tracce di rilevanti variazioni nei livelli piezometrici, tutti fenomeni tipici della presenza di circuiti termo-minerali in pressione, come ben noto nella teoria e nella partica dell'Indagine idrogeologica. Nell'ambito dell'area di progetto, in cui sono presenti sondaggi attrezzati con piezometri e inclinometri che raggiungono profondità maggiori anche di 40 m rispetto al fondo previsto per la nuova discarica, non è stata

riscontrata nessuna di queste evidenze. Va ricordato che tra i sondaggi investigati, è presente il sondaggio S5 pz, realizzato da ARPAL nel lontano 2004 (denominazione originale S05) nell'ambito del monitoraggio idrogeologico dell'intero areale di Pitelli. Anche in corrispondenza di questo sondaggio non è stata riscontrata alcuna traccia riferibile a possibile presenza o risalita. anche temporanee, di acque in pressione. In S05 il piezometro installato raggiunge la profondità di 15 m al di sotto del fondo previsto per la nuova discarica (pari a una quota di + 15,0 m slm). Nei Report emessi periodicamente da ARPAL sul monitoraggio del sito di Pitelli viene dichiarato specificatamente, che dopo un periodo pluriennale di rilevamento sul piezometro S05, avendo riscontrato solo occasionalmente la presenza di un limitato battente di acqua sul fondo del foro (indicatore preciso della posizione della falda a quote inferiori a 15,0 m slm), si rinunciava alla prosecuzione delle misure (ARPAL, 2008 – Caratterizzazione della parte a terra dell'area di competenza pubblica compresa nella perimetrazione del sito di interesse nazionale di Pitelli (SP). Relazione finale, Monitoraggio Acque sotterranee).

La perforazione dei nuovi sondaggi di elevata qualità, analogamente, è stata spinta a profondità rilevanti, non per pura curiosità, ma per poter verificare, unitamente alle effettive condizioni in sito dell'ammasso roccioso, la possibile presenza di acque risalenti o di circolazione termo-minerale.

Dall'insieme dei risultati delle indagini geognostiche condotte, come pure dalla documentazione di diretto interesse per l'area di progetto, appare evidente che non ci sono in atto fenomeni di circolazione idrotermale che possano interessare il volume di sottosuolo significativo per l'intervento.

Le osservazione del Prof. Raggi circa la storia idrotermale di La Spezia corrispondono a quanto ampiamente illustrato nella *Relazione Geologica* R4, nel dettaglio il professore riporta:

"*Lungo la costa di Ruffino – San Bartolomeo sono note da tempo immemorabile le manifestazioni superficiali di tale circolazione idrotermale: alcune emergenze sono spontanee e perenni, altre temporanee ove causate dalla risalita in pressione delle acque termominerali attraverso i fori dei sondaggi geognostici o delle perforazioni per il getto dei pali di fondazione."*

... "*risalita in pressione delle acque termominerali attraverso i fori dei sondaggi geognostici"*.

In merito a tali osservazioni precisiamo quanto segue:

- ✓ Estratto dalla R4 – *Relazione geologica,* Cap. 8.3.2.1 - Circolazione idrotermale

L'analisi idrogeologica di area vasta evidenzia come alla circolazione idrica sotterranea alimentata dalle precipitazioni e dai corpi idrici superficiali si associano lungo la fascia costiera apporti a carattere termale, provenienti da circuiti profondi risalenti attraverso la successione metamorfica in corrispondenza dei principali sistemi di fratturazione. Gli studi recenti consentono di delineare i fenomeni di risalita e miscelamento delle acque termali, insieme alla comprensione del ruolo svolto nel condizionare l'impronta idrochimica delle falde (Brozzo, 1998; ARPAL, 2005; ARPAL, 2007; ACAM, 2012).

Le indagini svolte per l'intervento non hanno individuato la presenza di fluidi idrotermali nell'ambito delle profondità di interesse progettuale, tuttavia l'esame della circolazione idrica di provenienza profonda risulta fondamentale sia per comprendere alcune peculiari configurazioni piezometriche, sia per spiegare la presenza di elevati tenori in sostanze potenzialmente riconducibili a fenomeni di contaminazione riscontrati nelle acque sotterranee e nelle rocce del substrato locale.

Acque con caratteristiche termali, riconducibili a circuiti in pressione con alimentazione profonda, emergono naturalmente in superficie al margine dei rilievi di S. Bartolomeo impostati nella successione delle quarziti, alimentando alcune sorgenti distribuite lungo il litorale nel tratto tra la foce del canale Fossa Mastra e Muggiano (Fig. 8.1).

Per il seguito della trattazione si rimanda al testo della R4 *Relazione geologica* compresa nel Progetto.

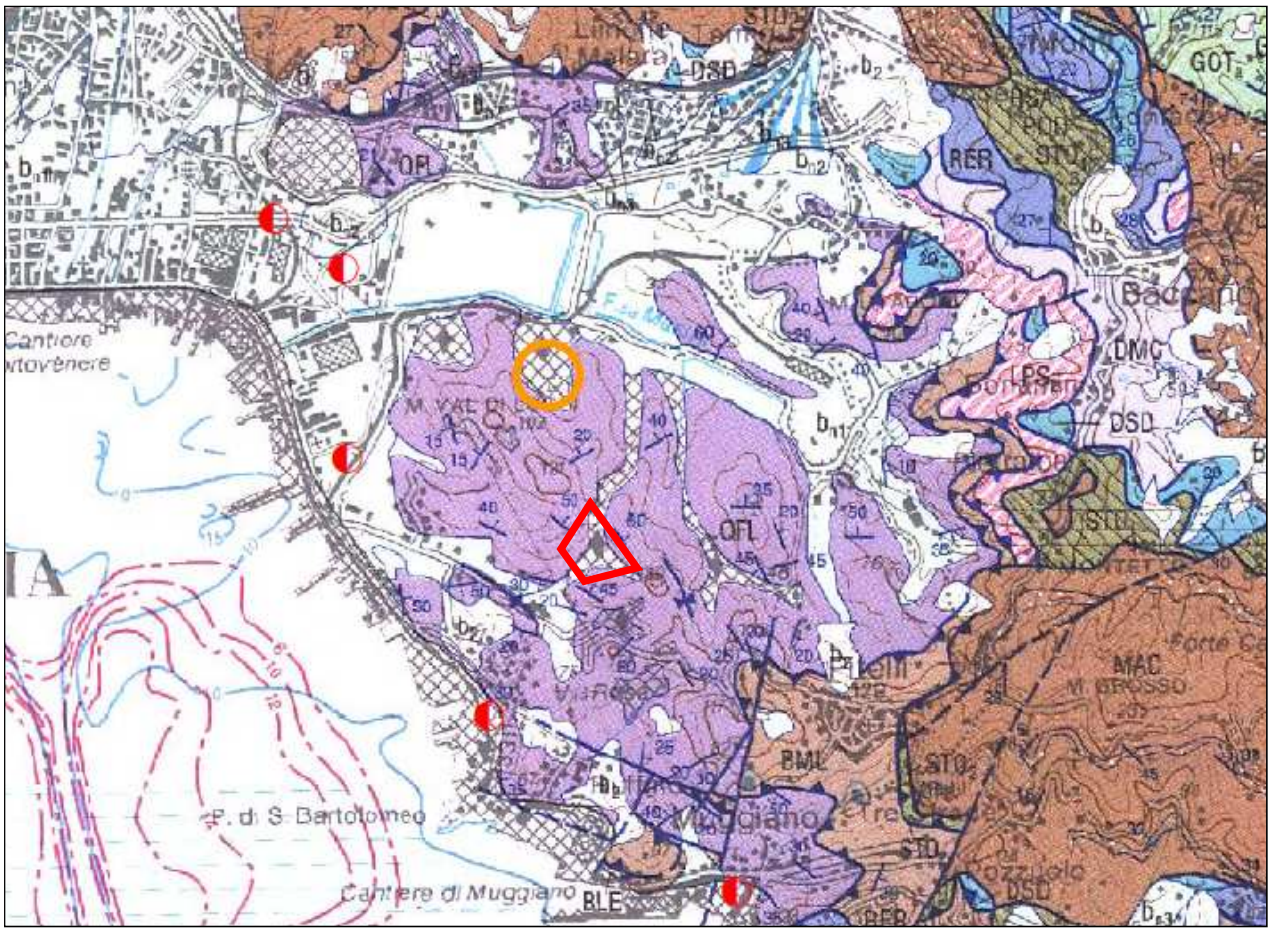


Figura 8.1 – Geologia dell'area circostante la nuova discarica di Saturnia (localizzata con il perimetro in rosso), da Serv. Geol. It, 2005. Il simbolo indica la posizione delle principali emergenze naturali di acque termali (Brozzo, 2009; ARPAL-ACAM, 2007; ACAM, 2012).

- ✓ il Progetto non si basa su dati di letteratura, come in precedenza indicato dal Prof. Raggi, ma l'utilizzo della bibliografia scientifica è necessario e imprescindibile per un corretto inquadramento dell'assetto del sito, della circolazione idrica sotterranea ordinaria e termale, e più in generale per una adeguata ricostruzione del "*volume di significativo di terreno*", ovvero per la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso (concetto richiamato proprio dal Testo delle NTC, Cap. 3.2.2), sopratutto in un settore dall'assetto geologico complesso quale il Golfo de La Spezia;
- ✓ si sottolinea, ulteriormente, che nel sito di progetto sono stati eseguiti 10 sondaggi geognostici spinti a profondità comprese tra 30 e 70 m dal piano campagna, giungenti quindi sino a quote di 40 m inferiori al fondo della nuova discarica, molti dei quali

attrezzati con piezometri, rilevati oltre che da ACAM in parte dalla stessa ARPA Liguria. In nessuna delle perforazioni, né durante l'esecuzione, né i successivi monitoraggi, è stata rilevata la presenza di acque termo-minerali e/o in pressione.

5 APPROFONDIMENTI

ACAM Ambiente, alla luce di quanto riportato, nell'ottica di una proficua e costante collaborazione con l'Ente preposto alla valutazione del SIA, si rende disponibile a valutare congiuntamente un approfondimento di indagini in sito volto a fugare qualsiasi dubbio in merito all'intervento ed a fornire ulteriori dettagli tecnici in merito agli interventi previsti ed alle misure di mitigazione ambientale.