

# NOTA TECNICA SULLE ACQUE SOTTERRANEE PRESENTI NELL'AREA DI SEDIME DELLA NUOVA DISCARICA

30 Novembre 2017

## 1 – IDROGEOLOGIA DEL SITO

I terreni attraversati nell'area di sedime della nuova discarica sono riconducibili a tre diversi litotipi aventi diverso grado di permeabilità la cui descrizione è di seguito sintetizzata:

- materiali di riporto costituiti prevalentemente da terreni di natura argillosa con inclusi clasti eterogenei di dimensioni variabili dal cm a pochi decimetri; raramente sono stati intercettati inclusi di dimensioni maggiori - permeabilità alta ( $10^{-2} > K > 10^{-3}$  m/s);
- alluvioni di età Quaternaria presumibilmente riconducibili all'Olocene costituite da terreni di natura argilloso-limoso-sabbiosa a cui si intercalano lenti ciottolose; i termini coesivi sono caratterizzati da una consistenza media, mentre i termini incoerenti (sabbie e ghiaie) sono mediamente addensati - permeabilità alta ( $10^{-3} > K > 10^{-5}$  m/s);
- la formazione di base è costituita dalle arenarie Cambriche in facies puramente arenaceo terrigena che si presentano fratturate nella parte immediatamente sottostante le alluvioni. Andando in profondità diminuisce la fratturazione e il comparto litoide diventa più compatto. Talvolta sono state rinvenute alternanze di natura carbonatica a struttura saccaroide e strati di natura arenacea a cemento a componente carbonatica (calcoareniti) - permeabilità bassa ( $10^{-8} > K$  m/s).

Le arenarie siltitiche sono caratterizzate da un grado basso di permeabilità.

In alcune perforazioni eseguite nell'area per la caratterizzazione geolitologica e geotecnica del sito sono stati intercettati strati di calcoareniti, più o meno scure, generalmente coerenti e tenaci.

## 2 – PIEZOMETRI REALIZZATI NELL'AREA

La circolazione idrica delle acque sotterranee del sito in esame è stata ricostruita in base alle informazioni ricavate dai piezometri perforati nell'area di competenza della nuova discarica.

I piezometri sono stati realizzati in quattro intervalli di tempo differenti:

- i piezometri PZ7a e PZ8 sono stati perforati nel mese di luglio 2000;
- i piezometri PZ1ND e PZ2ND sono stati realizzati nel mese di ottobre 2015;
- i piezometri PZ3ND, PZ4ND, PZ5ND, PZ6ND, PZ7ND, PZ8ND, PZ9ND, PZ10ND sono stati realizzati nei mesi di novembre e dicembre 2016;
- i piezometri PZ11ND, PZ12ND, PZ13ND, PZ14ND sono stati realizzati nel mese di luglio 2017.

Tutti i piezometri realizzati hanno intercettato la falda sottostante ad esclusione del PZ10ND e PZ14ND e sono stati inseriti nel programma di monitoraggio sistematico per valutare la qualità dell'acqua e l'oscillazione del livello freatico.

In alcuni di questi sono state eseguite delle prove di permeabilità (PZ1ND e PZ2ND).

L'insieme dei piezometri ha consentito di rilevare sistematicamente i livelli piezometrici, attraverso i quali sono state costruite le mappe rappresentative delle curve isofreatiche di cui in figura 1 viene riportata quella relativa al mese di maggio 2017.

Dall'insieme dei piezometri perforati sono stati individuati tre piezometri di monte (PZ6ND, PZ8ND e PZ11ND) cinque piezometri di valle (PZ2ND, PZ10ND, PZ12ND, PZ13ND e PZ14ND) necessari per il controllo qualitativo delle acque circolanti al di sotto della nuova discarica.

Il PZ7A e il PZ8 sono stati individuati in precedenza quali piezometri di controllo della discarica attualmente in esercizio e dovranno rimanere tali anche con l'esercizio della nuova discarica

## Isofreatiche rilevate il 13 maggio 2017

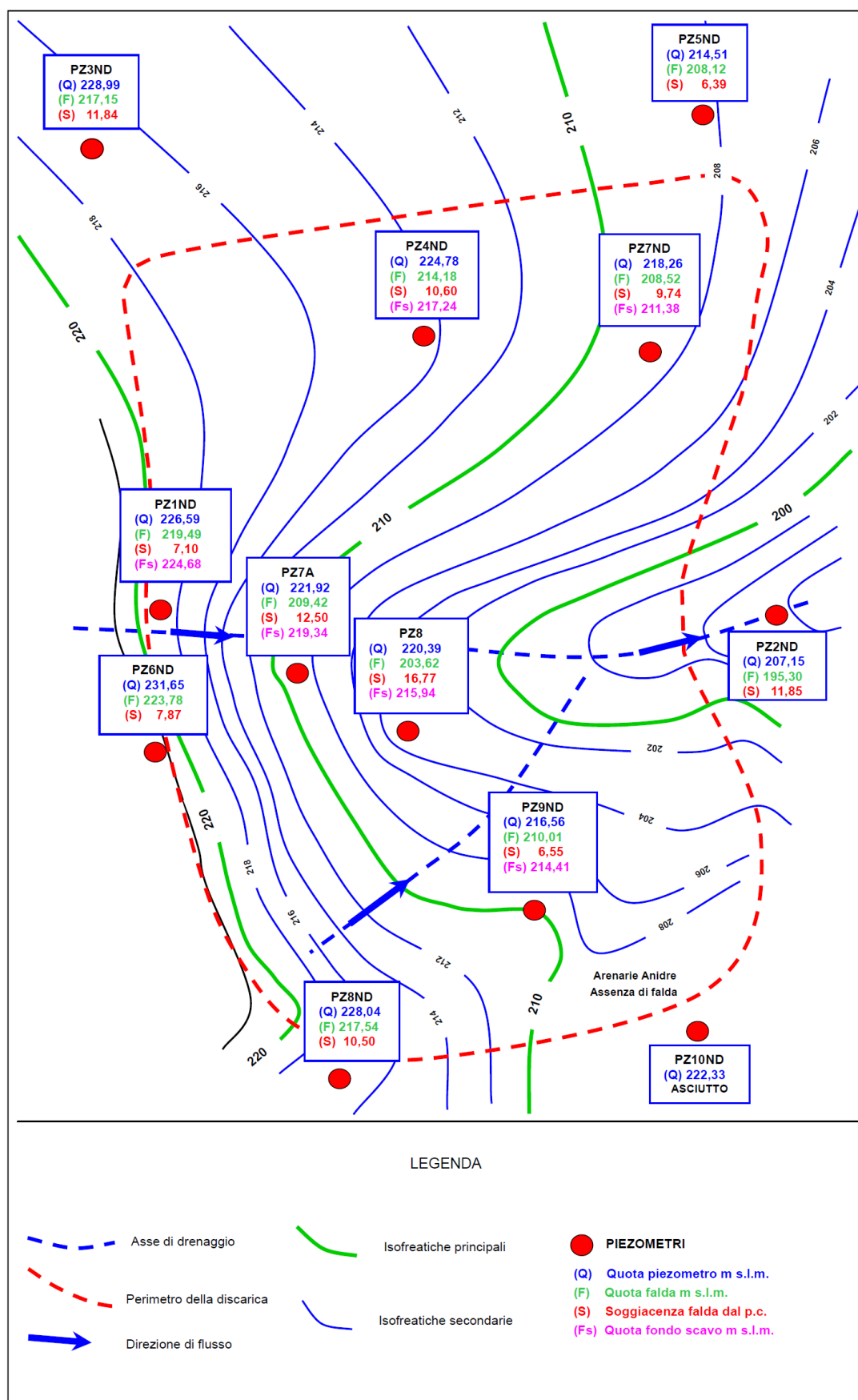


Figura 1 – Carta delle isofreatiche della falda e del deflusso sotterraneo al mese di maggio 2017

Dalla mappa si individuano due assi di drenaggio: il primo con direzione Ovest Est passante per i piezometri PZ1ND e PZ2ND con un gradiente idraulico medio del 8 %. e il secondo con direzione Sud Ovest-Nord Est con gradiente idraulico medio di 10%.

Nella zona di monte degli assi, interessata dai piezometri PZ1ND, PZ7A, PZ6ND, PZ8ND e PZ9ND si osserva che l'intervallo delle curve isopiezometriche si presentano più ravvicinate, mentre verso valle l'interdistanza è maggiore.

Nella zona Sud Est dell'area, l'assenza delle isopiezometriche è dovuta al fatto che il piezometro PZ10ND spinto fino alla progressiva di 40 metri non ha intercettato l'acquifero, pur essendo stato spinto per 10 metri oltre la soggiacenza minima della falda intercettata (PZ2ND).

La falda individuata nell'area di sedime della discarica scorre da Ovest verso Est seguendo l'andamento superficiale orografico esterno laddove il substrato lapideo si presenta più intensamente fratturato.

Le piezometrie misurate nel biennio 2016-2017 sono riportate nella tabella 1.

Tabella 1 – Livelli piezometrici rilevati nell'area di sedime della nuova discarica

Data	PZ1ND	PZ2ND	PZ3ND	PZ4ND	PZ5ND	PZ6ND	PZ7ND	PZ8ND	PZ9ND	PZ10ND	PZ11ND	PZ12ND	PZ13ND	PZ14ND	PZ7A	PZ8
m s.l.m.	226,59	207,15	228,99	224,78	214,51	231,65	218,26	228,04	216,56	222,33	235,70	213,00	211,15	212,00	221,92	220,39
08/10/2015	220,91	199,57								Asciutto				Asciutto	211,24	207,05
14/10/2015	220,81	199,49								Asciutto				Asciutto	211,26	206,97
26/10/2015	220,71	198,42								Asciutto				Asciutto	211,29	206,84
12/11/2015	220,56	197,47								Asciutto				Asciutto	211,16	206,61
01/11/2016	220,53	194,03								Asciutto				Asciutto	209,39	204,08
17/11/2016	220,16	193,84	217,39							Asciutto				Asciutto	209,14	203,77
22/11/2016	220,24		217,64					216,70		Asciutto				Asciutto		
23/11/2016				212,30						Asciutto				Asciutto		
25/11/2016	220,20		217,63					216,32		Asciutto				Asciutto	209,22	203,81
28/11/2016		193,52	217,50	214,18	207,31			217,26	208,46	Asciutto				Asciutto	209,22	203,81
01/12/2016	219,77									Asciutto				Asciutto		
07/12/2016	220,16		217,43	214,15	207,21	224,12		217,21		Asciutto				Asciutto	209,18	203,72
09/12/2016		193,58	217,40	214,08	207,21	224,11	208,86	217,19	208,42	Asciutto				Asciutto		
13/12/2016	219,72	193,18	214,83	214,00	207,01	223,92	209,24	217,04	208,42	Asciutto				Asciutto	209,10	203,64
27/12/2016	220,04	193,23		214,01		223,68		217,27		Asciutto				Asciutto	209,03	
03/01/2017	219,66	192,91	216,76	213,66	207,06	223,58	207,75	216,86	208,00	Asciutto				Asciutto		203,43
06/03/2017	220,91	192,91			207,31	223,98	208,86	217,32	208,46	Asciutto				Asciutto	211,29	207,05
13/05/2017	219,49	195,30	217,15	214,18	208,12	223,78	208,52	217,54	210,01	Asciutto				Asciutto	209,42	203,62
07/06/2017	219,42	194,88	217,15	214,26	207,91	223,77	208,30	217,66	210,26	Asciutto				Asciutto	209,36	203,94
22/07/2017	218,72	193,80	216,83	212,94	207,64	223,84	207,99	217,23	209,39	Asciutto	226,35	205,49	206,49	Asciutto	208,89	203,35
20/10/2017	218,14	191,64	215,87	212,84	206,17	223,52	207,01	216,14	206,88	Asciutto	227,25	205,14	205,27	Asciutto	206,82	201,48

Le oscillazioni piezometriche nel periodo di monitoraggio compreso fra 2015 e 2017 mettono in evidenza che nel PZ8 si è registrata la massima soggiacenza della falda (18,91 m), mentre nel PZ13 si è registrata la soggiacenza minima (4,66).

I livelli minimi e massimi raggiunti dalla falda in ciascun piezometro, nel periodo di osservazione considerato, sono riportati nella successiva tabella 2.

Tabella 2 – Valori dei livelli piezometri minimi e massimi rilevati durante il periodo di osservazione gennaio 2017-ottobre 2017

Quote minime e massime della falda rilevate durante il periodo di osservazione gennaio 2017- ottobre 2017																
	PZ1ND	PZ2ND	PZ3ND	PZ4ND	PZ5ND	PZ6ND	PZ7ND	PZ8ND	PZ9ND	PZ10ND	PZ11ND	PZ12ND	PZ13ND	PZ14ND	PZ7A	PZ8
Min (m slm)	218,14	191,64	214,83	212,30	206,17	223,52	207,01	216,14	206,88	0,00	226,35	205,14	205,27	0,00	206,82	201,48
Max (m slm)	220,91	199,57	217,64	214,26	208,12	224,12	209,24	217,66	210,26	0,00	227,25	205,49	206,49	0,00	211,29	207,05
Delta Min_Max	2,77	7,93	2,81	1,96	1,95	0,60	2,23	1,52	3,38	0,00	0,90	0,35	1,22	0,00	4,47	5,57

## Caratterizzazione dell'acquifero

Sulla base delle indagini e le prospezioni geologiche effettuate nel sito si possono ricavare le caratteristiche principali dell'acquifero presente nell'area di sedime della nuova discarica.

La prospezione geologica ha evidenziato che il sito nella parte superiore è caratterizzato da materiali di riporto costituiti prevalentemente da terreni di natura argillosa con inclusi clasti eterogenei di dimensioni variabili dal cm a pochi decimetri, ai quali seguono alluvioni di età Quaternaria presumibilmente riconducibili all'Olocene costituite da terreni di natura argilloso-limoso-sabbiosa a cui si intercalano lenti ciottolose, ed infine è presente la formazione di base costituita dalle arenarie Cambriche in facies puramente arenaceo terrigena che si presentano fratturate nella parte immediatamente sottostante le alluvioni, mentre in profondità diventano più compatte a causa della diminuzione della fatturazione.

Le foto 1 e 2 mostrano a titolo esemplificativo la fratturazione delle rocce riscontrata durante l'esecuzione dei sondaggi PZ1ND e PZ2ND.



*Foto 1 – Fratturazione delle rocce attraversate con sondaggio PZ1ND alla progressiva compresa tra 26,30 e 30,00 m da p.c.*



*Foto 2 – Fratturazione delle rocce attraversate con sondaggio PZ2ND alla progressiva compresa tra 11,00 e 16,00 m da p.c.*

Da ciò si può dedurre e confermare di essere in presenza di un “acquifero fratturato” caratterizzato da permeabilità secondaria, in quanto i vuoti che contengono l'acqua sono costituiti dalle fratture che si sono create dopo la formazione della roccia in seguito agli eventi tettonici.

I valori di permeabilità ottenuti con i test di Lugeon e con le prove di pompaggio svolte nel sito oscillano in un range di valori compresi tra  $10^{-5} > K > 10^{-8}$  m/s, ma data la variabilità dei valori di RQD rilevati, non si esclude che localmente possano riscontrarsi valori di permeabilità maggiori ed anche minori di quelli registrati.

Inoltre, il sistema di microfratture che solitamente è presente nel comparto litoide esaminato, determina l'aumento considerevole dell'estensione spaziale dell'acquifero. A questo riguardo deve essere evidenziato che, come è intuibile, l'acquifero in questione è una porzione limitata di un acquifero più esteso.

Una volta individuata la tipologia dell'acquifero, è stata successivamente classificata anche la tipologia della falda in esso contenuto. In questo caso si tratta di una falda libera, delimitata superiormente dalla frangia capillare che può muoversi liberamente verso l'alto o verso il basso in funzione degli apporti idrici esterni al sistema.

Per la ricostruzione delle curve isofreatiche relative alla falda presente al di sotto dell'area di sedime della discarica, ci si è avvalsi delle piezometrie rilevate nei fori di sonda realizzati all'interno dell'impronta della discarica (PZ1ND, PZ4ND, PZ7ND, PZ9ND) e dei piezometri PZ2ND, PZ3ND, PZ5ND, PZ6ND, PZ8ND e PZ10ND realizzati all'esterno del perimetro della discarica.

Di tali livelli piezometrici sono stati considerati quelli che hanno registrato la massima escursione della falda avutasi nel mese di maggio 2017.

La mappa delle isofreatiche è stata successivamente inserita nel piano topografico del progetto della nuova discarica dal quale sono state ricavate le sezioni rappresentative del corpo del manufatto in progetto (Tav. A). Nella tavola A sono riportate 4 sezioni che attraversano la discarica da Ovest verso Est ed una sezione longitudinale orientata Nord-Sud.

Nella quarta sezione (Ovest-Est) si individuano i piezometri che ricadono nella sezione del terreno, la posizione della falda e del franco di sicurezza posizionati in relazione alla quota assoluta sul livello del mare, mentre la sezione longitudinale riporta il profilo del terreno, la posizione della falda ed i franco di

sicurezza previsto.

Nella sezione Nord Sud, si osserva una depressione della falda presente nella zona centrale del profilo, corrispondente all'asse di drenaggio della falda individuato nel corso dell'elaborazione della carta piezometrica. L'asse di drenaggio è determinato da una zona a permeabilità più elevata dovuta essenzialmente a condizioni naturali, che hanno prodotto un aumento della fatturazione locale. Questa zona maggiormente fratturata e alterata nel tempo ha subito un'azione erosiva tale da generare sulla superficie esterna una valle incisa il cui asse di scorrimento coincide con l'asse di drenaggio della falda sottostante.