

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------



**Comune di CIVITAVECCHIA**  
**Provincia di ROMA**

<b>UNITA' DI BUSINESS TORREVALDALIGA NORD</b> <b>PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA</b>		
<i>"Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023"</i>		
00		11/03/2024
Rev.		Data Emissione



	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO DEL SITO .....</b>	<b>3</b>
2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	3
2.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	5
2.3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO .....	6
2.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	6
<b>3. RILIEVI FREATIMETRICI ANNO 2023 .....</b>	<b>8</b>
3.1. ANALISI DEI DATI FREATIMETRICI .....	11
3.2. ELABORAZIONE MAPPE DELLE ISOFREATICHE.....	11

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

## 1. PREMESSA

La presente nota tecnica viene emessa in riferimento alla prescrizione riportata nel § 7.3 del Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) della centrale Enel di Torrevaldaliga Nord, di cui all'AIA rilasciata con DEC-MIN 0000284 del 30/09/2019.

La presente nota riporta le misure piezometriche rilevate con frequenza, grosso modo, mensile sulla rete piezometrica di monitoraggio identificata e le carte delle isofreatiche elaborate sulla base dei dati piezometrici rilevati in coincidenza dell'effettuazione delle campagne periodiche di prelievo dei campioni per il monitoraggio qualitativo delle acque previsto dal PMC stesso (campagne del 07-09/03/2023 e del 02/10/2023).

## 2. INQUADRAMENTO DEL SITO

### 2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il sito in esame è ubicato sulla costa tirrenica laziale 4-5 km a NNW di Civitavecchia. L'assetto geologico-strutturale generale dell'area è la risultante di movimenti tettonici attribuibili a diverse fasi evolutive. Sono riconoscibili unità tettoniche dovute alle fasi orogeniche compressive sviluppatesi fino al Miocene inferiore, responsabili della costruzione dell'edificio strutturale che costituisce l'ossatura della catena appenninica. Seguono unità generatesi in seguito alle successive fasi tettoniche distensive sviluppatesi a partire dal Miocene superiore, connesse all'apertura del Mar Tirreno.

Le unità più antiche sono costituite da formazioni sedimentarie marine appartenenti a due gruppi principali:

- ✓ “Unità Toscane”, di natura evaporitica, carbonatica e marnosa (Trias-Oligocene); affioranti soltanto in pochissimi piccoli lembi intorno ai Monti della Tolfa ma presenti estesamente ad elevate profondità.
- ✓ “Unità Liguri”, di natura torbiditica (flyschoidi) cioè calcarea, marnosa, argillitica e arenacea (Cretaceo-Eocene); poste tettonicamente al di sopra delle citate unità toscane ed affioranti estesamente su tutti i Monti della Tolfa fino alla costa.

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

Durante le più recenti fasi distensive si è verificato uno smembramento delle unità precedenti attraverso vari sistemi di faglie dirette orientate NW-SE (direzione appenninica) e NE-SW, con due principali conseguenze:

- a) la formazione di depressioni strutturali in cui si sono creati bacini sedimentari caratterizzati da successioni continentali, di transizione e marine (“Successioni Neoautoctone”) di natura argillosa, sabbiosa e conglomeratica; la più vicina al sito di queste depressioni è quella di Montalto-Tarquini che si estende a nord del F. Mignone; in essa vi affiorano diffusamente depositi marini e continentali di età compresa tra il Miocene superiore e l'attuale;
- b) lo sviluppo di fenomeni vulcanici lungo tutta la fascia tirrenica che ha causato la messa in posto di notevoli spessori di rocce laviche e piroclastiche; le più vicine al sito sono anche le più antiche (circa 2,5 milioni di anni) ed affiorano principalmente nel nucleo centrale dei Monti della Tolfa; altre più recenti costituiscono i Monti Vulsini e Sabatini.

Il sito in esame si sviluppa ai margini occidentali dei Monti della Tolfa che costituiscono un relativo alto strutturale su cui negli ultimi milioni di anni hanno prevalso i fenomeni erosivi e su cui quindi non si sono depositi spessori rilevanti di successioni neoautoctone ma soltanto sottili coltri di depositi continentali detritici o travertinosi e di depositi marini terrazzati legati alle interazioni tra sollevamento tettonico e oscillazioni del livello marino.

Pertanto, le formazioni che interessano direttamente il sito appartengono principalmente al gruppo delle citate unità liguri e secondariamente ai depositi marini neoautoctoni. Secondo i vari autori che hanno studiato la zona (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1969; FAZZINI et Al., 1972; VENTRIGLIA, 1988) le unità liguri sono qui suddivise al massimo in quattro unità formazionali:

- ✓ “Pietraforte”: arenarie calcareo-quarzose (Cretaceo sup.),
- ✓ “Argilloscisti varicolori manganiferi”: argilliti con calcari marnosi ed arenarie (Cretaceo inf.-sup.),
- ✓ “Flysch calcareo”: calcari marnosi e marne (Cretaceo sup. - Paleocene),
- ✓ “Flysch argilloso-calcareo”: argilliti con calcari marnosi ed arenarie (Cretaceo sup.).

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

A seconda delle diverse interpretazioni dei citati autori, i rapporti tra queste formazioni sono considerati o semplicemente di tipo stratigrafico, con eteropie laterali e intercalazioni reciproche, oppure le prime due (“Serie della Pietraforte” o “Unità di Monte Morello”) sono considerate separate dalle seconde due (“Serie dei Flysch Tolfetani” o “Unità di S. Fiora”) da un contatto di sovrapposizione tettonica.

Per quanto di ns. diretto interesse è da evidenziare che il sito oggetto di indagine è interessato direttamente soltanto dall'ultima delle formazioni sopra citate, che risulta ricoperta, per la maggior parte, da sottili coltri di depositi quaternari (sedimenti marini e/o continentali, terreni di riporto).

## 2.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Nel sito industriale della centrale di Torrevaldaliga Nord i lavori per la costruzione dell'impianto hanno modificato l'originaria situazione naturale. Dal confronto tra le carte topografiche precedenti e successive la costruzione dell'impianto e tra i dati stratigrafici ricavati nel corso delle varie campagne di indagini geognostiche si deduce, innanzi tutto, che il piano di campagna naturale degradava dolcemente verso mare da circa 27 m s.l.m. fino a zero con una pendenza via via decrescente.

I lavori per la realizzazione della centrale hanno modificato la morfologia del sito, creando una serie di aree pianeggianti terrazzate a quote diverse delimitate a monte da scarpate, mediante lo scavo dei terreni naturali fino a quote anche al di sotto del livello del mare ed il riempimento con materiali di riporto e di fondazione delle varie opere.

Più recentemente, la rimozione della maggior parte dei serbatoi del parco stoccaggi olio combustibile ed il successivo ricolmamento delle depressioni con il materiale recuperato nelle operazioni di dragaggio dei fondali dei bracci di mare destinati alla realizzazione delle nuove banchine di scarico del carbone e del calcare, ha ulteriormente modificato la conformazione morfologica dell'area.

Allo stato attuale, quindi, possiamo distinguere due macroaree principali, di cui la prima (che comprende l'area dell'ex parco serbatoi e l'area della stazione elettrica) posta a monte della linea ferroviaria Roma-Pisa e la seconda (che comprende l'area occupata dall'impianto di piscicoltura, dalle ex-installazioni di cantiere e dal centro di addestramento e l'area della centrale vera e propria e degli impianti annessi) posta tra la linea ferroviarie e la linea di costa.

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

### 2.3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Data la sua ubicazione lungo la costa, l'assetto idrologico dell'area della centrale Enel di Torrevaldaliga Nord è ovviamente caratterizzato dalla presenza del mare.

Per quanto riguarda il deflusso superficiale delle acque meteoriche, l'area, prima della costruzione dell'impianto, era naturalmente attraversata soltanto da qualche piccola scolina campestre; attualmente le acque dei campi a monte della ferrovia vengono tutte convogliate artificialmente in un sistema di drenaggio che va a confluire prevalentemente in un collettore che corre a sud della centrale e secondariamente in un fosso posto a nord del parco combustibili. Nelle aree di impianto esistono solo le fognature per la raccolta delle acque meteoriche dei vari piazzali ed il canale di scarico delle acque marine di raffreddamento della centrale posto in parte in sotterraneo. L'unico corso d'acqua della zona con un bacino apprezzabile (circa 2 km<sup>2</sup>) è il Fosso di Torrevaldaliga (VENTRIGLIA, 1988) che sfocia in mare circa 1 km a sud del sito

### 2.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il "Flysch argilloso-calcareo", che caratterizza il substrato sedimentario litoide o pseudolitoide di tutta l'area, presenta, nel suo insieme, una permeabilità generalmente bassa a causa della stessa natura argillosa del sedimento originario; la circolazione idrica in questa formazione può essere confinata in qualche livello marnoso o arenaceo più fratturato, forse talvolta in pressione.

Nel raggio di alcuni chilometri intorno al sito esistono alcuni pozzi e sorgenti con acque mineralizzate di provenienza profonda (BONI et Alii, 1986; VENTRIGLIA, 1988), legate a locali fenomeni idrotermali. Ad esse è probabilmente collegata la genesi di depositi travertinosi. Si tratta di acque circolanti lungo alcune zone di fratturazione tettonica subverticali che portano in superficie acque di falde mineralizzate e talvolta calde. Queste falde idrotermali sono in realtà ospitate probabilmente dalle formazioni carbonatiche permeabili delle "Unità Toscane" localizzate al di sotto delle unità flyschoidi, ad elevate profondità (un vecchio sondaggio eseguito circa 1 km a nord del sito le ha rinvenute a partire da 251 m di profondità; GEOSONDA, 1974-76).

Le altre formazioni presenti ("Depositi marini pleistocenici", "Depositi recenti marini e continentali" e "Materiali di riporto"), insieme alla coltre di alterazione delle citate formazioni

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

flyschoidi, possono essere considerate un'unica sottile copertura superficiale eterogenea, di spessore variabile, mediamente permeabile per porosità che ospita una modesta falda freatica in diretto rapporto con le acque superficiali e con il mare, fortemente influenzata dall'andamento stagionale delle precipitazioni e dalle maree. Nei dintorni del sito, laddove tale orizzonte acquifero raggiunge uno spessore sufficientemente rilevante, la falda che in esso ha sede viene sfruttata per scopi, più che altro, agricoli.

Nell'area della centrale vera e propria alcuni piezometri hanno confermato la presenza di una falda freatica ospitata nei materiali di riporto con un livello piezometrico variabile tra +0.40 e +2.70 m s.l.m.

L'esame di vecchi rilevamenti di livelli di falda nei sondaggi posti più a monte e di pozzi ubicati all'esterno dell'area ENEL (GEOSONDA, 1974-76) testimonia quote più alte e quindi un naturale deflusso della falda verso mare.

In definitiva l'immediato sottosuolo dell'area dell' P.P. di Torrevaldaliga Nord è caratterizzato dalla presenza di una falda freatica ospitata dall'insieme dei depositi recenti e di riporto, soggetta a variazioni stagionali, con un livello posto in genere a pochi metri dal piano campagna e con un lento deflusso generalizzato verso mare. Tale falda è tuttavia piuttosto discontinua, sia a causa dell'eterogeneità dei materiali che la contengono, i quali localmente potrebbero risultare anche a bassissima permeabilità, sia a causa della presenza delle opere di fondazione delle varie parti di impianto che quasi sempre poggiano direttamente sul flysch sottostante poco permeabile, creando quindi estese "isole" che interrompono la continuità della falda. Dal punto di vista della vulnerabilità all'inquinamento si può affermare che in generale l'area presenta caratteri di bassa vulnerabilità sia per la generale bassa permeabilità complessiva del sistema e sia quindi per la esiguità della risorsa idrica che defluisce nel sottosuolo.

	 PP Torrevaldaliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

### 3. RILIEVI FREATIMETRICI ANNO 2023

I dati freatimetrici rilevati nell'anno 2023, mediante l'utilizzo di una sonda freatimetrica elettronica munita di cavo centimetrato e sulla cui base sono state elaborate le specifiche mappe, sono riportati nella seguente tabella. A seguire, si riporta un grafico rappresentativo dell'andamento dei livelli piezometrici rilevati nel corso del 2023.



	 PP Torrevadliga Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	--	-----------------------------------

Pozzo	Quota Testa tubo (mslm)	Ubicazione Piezometro	Anno 2023 - Data misurazione livelli piezometrici																								
			31/01/23		28/02/23		07-09/03/2023		27/04/2023		31/05/2023		30/06/2023		31/07/2023		31/08/2023		02/10/2023		31/10/2023		30/11/2023		29/12/2023		
			S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	
PZC1	15,974	Area stoccaggio gasolio Parco Nafta	3,82	12,15	3,62	12,35	3,62	12,35	3,72	12,25	3,60	12,37	3,94	12,03	4,15	11,82	4,14	11,83	4,21	11,76	3,80	12,17	4,15	11,82	4,10	11,87	
PZC2	3,734	Vasca meteorica “Puccini”	2,73	1,00	2,70	1,03	2,70	1,03	2,30	1,43	2,70	1,03	2,73	1,00	2,53	1,20	3,26	0,47	2,18	1,55	1,97	1,76	2,64	1,09	2,60	1,13	
PZC3	3,609	Deposito reagenti chimici	1,00	2,61	0,95	2,66	0,95	2,66	1,03	2,58	0,85	2,76	0,83	2,78	0,88	2,73	0,90	2,71	0,87	2,74	0,60	3,01	1,05	2,56	1,03	2,58	
PZC4	3,623	Edificio ausiliario gruppi 3/4	0,87	2,75	0,86	2,76	0,86	2,76	1,07	2,55	0,84	2,78	0,98	2,64	0,93	2,69	0,91	2,71	1,10	2,52	0,97	2,65	0,86	2,76	0,85	2,77	
PZC5	3,912	Area lavaggio pezzi	2,04	1,87	1,90	2,01	1,90	2,01	1,88	2,03	1,70	2,21	1,73	2,18	1,82	2,09	1,72	2,19	1,18	2,73	1,04	2,87	1,84	2,07	1,80	2,11	
PZE1	29,303	Oasi della gioia (ESTERNO)	0,75	28,55	0,84	28,46	0,84	28,46	0,89	28,41	0,85	28,45	0,88	28,42	0,89	28,41	0,90	28,40	0,90	28,40	0,77	28,53	0,85	28,45	0,84	28,46	
PZE2	7,490	Ex area prefabbr. (ESTERNO)	2,25	5,24	2,20	5,29	2,20	5,29	2,48	5,01	2,40	5,09	2,38	5,11	2,40	5,09	2,60	4,89	4,48	3,01	2,98	4,51	3,20	4,29	3,20	4,29	
PZE3	31,236	Confine lato monte zona cantiere (ESTERNO)	3,03	28,21	2,70	28,54	2,70	28,54	2,73	28,51	2,40	28,84	3,28	27,96	3,48	27,76	3,98	27,26	4,14	27,10	3,34	27,90	4,76	26,48	4,70	26,54	
Nota: “S”= soggiacenza falda espressa in metri da testa tubo; “Q”= quota assoluta del livello piezometrico espresso in metri sul livello del mare																											

Tabella 1 - Rilievi freaticometrici 2023

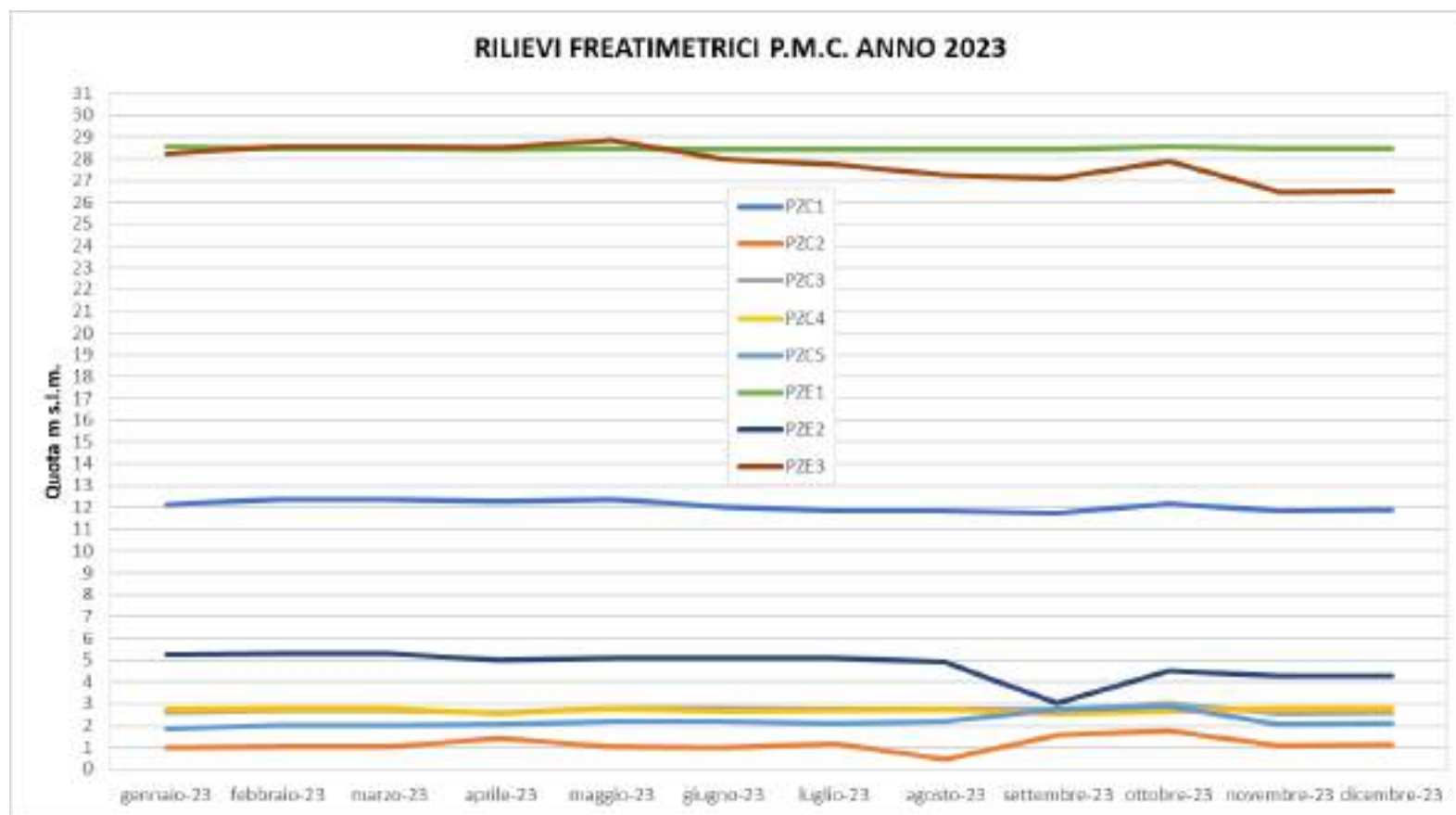


Figura 1 - Grafico andamento della piezometria 2023

	 PP Torrevadalia Nord PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO DELLA FALDA <i>Nota Tecnica sulla Freatimetria dell'Anno 2023</i>	Contratto Aperto n. 8000005494
---	---	-----------------------------------

### 3.1. ANALISI DEI DATI FREATIMETRICI

I dati piezometrici rilevati nel corso del 2023, hanno mediamente valori superiori rispetto a quelli misurati nell'anno 2022, in termini di quota assoluta s.l.m. Contrariamente al precedente anno, in cui l'escursione di livello maggiore è stata riscontrata in PZC2, per il 2023 è stata evidenziata in corrispondenza del piezometro PZE3 ed è risultata pari a 2,12 m. In linea con il generale incremento delle quote assolute, in corrispondenza del piezometro PZC2 è stata registrata la più alta percentuale di aumento del livello di falda annuo, pari al 28%, rispetto ad una media del 5%. Come si rileva dal grafico dei livelli, i piezometri PZC1, PZC2, PZC4, PZE1 e PZE2 mostrano un andamento sinusoidale del livello, tendenzialmente con massimi nei periodi primaverili e tardo autunnali e minimi in estate. Per i restanti piezometri sono state registrate quote minime non in linea con i trend stagionali, in particolare in PZC3 e PZE3 nel mese di novembre e PZC5 nel mese di gennaio.

### 3.2. ELABORAZIONE MAPPE DELLE ISOFREATICHE

Come già detto, in linea con le prescrizioni del PMC, sono state elaborate le specifiche mappe delle isofreatiche sulla base dei dati piezometrici rilevati nelle campagne del 07-09/03/2023 e del 02/10/2023, in coincidenza del prelievo dei campioni di acqua per il monitoraggio qualitativo periodico previsto nel PMC (cfr. § 7.3 del PMC). Per l'elaborazione delle mappe, è stato utilizzato il software Surfer ver. 27.1.229, applicando il metodo di interpolazione spaziale “*Kriging*”, metodo di regressione ordinariamente adottato nell'ambito dell'analisi spaziale geostatistica.

Le mappe elaborate, allegate alla presente nota tecnica, denotano un andamento generale della falda pressochè coincidente, con deflusso preferenziale in direzione Sud Ovest, cioè verso la costa. In linea con quanto rilevato nel corso degli anni precedenti, viene confermata la leggera deviazione delle isolinee rispetto all'andamento generale in corrispondenza del pozzo piezometrico PZC2; la deviazione, che si presenta abbastanza simile in tutte le carte, è probabilmente riconducibile alla locale presenza di strutture di fondazione interrato degli impianti che, essendo intestate direttamente nel substrato flyschoidale poco permeabile, costituiscono dei puntuali sbarramenti che interrompono la continuità laterale della falda.