

S
O
R
I
T

Società per la
realizzazione di
infrastrutture sul
territorio



PROPRIETARIO: 	COMMESSA	UNITA' DI-SIC
	ODL 7200182552	
LOCALITA': COMUNE DI MESSINA (ME)		
OGGETTO: Centrale di Compressione di Messina INSTALLAZIONE N. 2 PIEZOMETRI	Revisione	
	0	1

STUDIO IDROGEOLOGICO



1	Emissione per permessi	BUONOMO	CIAVOLA	BUONOMO	23/03/2022
0	Emissione per commenti	BUONOMO	CIAVOLA	BUONOMO	09/03/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

SORIT PROGETTAZIONI SRL

sede legale ed operativa: Via Terre Risaie, 13/B 84131 Salerno (Italy)
P.IVA 02844010658

Tel. 089.339499 Tel/ Fax. 089.2098141

- www.soritprogettazioni.it - info@сорitprogettazioni.it - [сорit@pec.sorit.biz](mailto:sorit@pec.sorit.biz)

Sommario

1.	PREMESSA.....	4
2.	METODOLOGIA DI STUDIO	4
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE.....	6
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	8
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLITOLOGICO.....	9
5.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....	10
5.3	STRATIGRAFIA GENERALE.....	11
5.4	LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E PAESAGGISTICI	13
5.5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	14
5.6	IDROLOGIA SUPERFICIALE ED IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA.....	17
6.	REALIZZAZIONE PIEZOMETRI	22
6.1	TECNICHE DI REALIZZAZIONE DI PIEZOMETRI	24
6.2	CAMPIONAMENTO.....	25
6.3	SPURGO DEL POZZO	26
6.4	POMPE SOMMERSE.....	26
7.	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DEI PIEZOMETRI	28
8.	CONCLUSIONI	32

Indice delle figure

Figura 1	Stralcio catastale	6
Figura 2:	Corografia I.G.M. foglio n. 254-IV-NE "Ganzirri"	7
Figura 3	Ortofoto con individuazione dell'area di intervento	7
Figura 4	Schema strutturale semplificato della Sicilia (mod. da Di Stefano <i>et. al.</i> , 2002).	8
Figura 5	Schema geologico della Sicilia	9
Figura 6	Quadro strutturale schematica della Sicilia centro-orientale (da Bello <i>et al</i> , 2000)	11
Figura 7	- Colonna stratigrafica – spessori non in scala	12
Figura 8:	Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100000 – foglio 254 - Messina.....	15
Figura 9	Stralcio Carta Litologica Area territoriale tra Capo Peloro e il bacino del torrente Saponara (001).....	16
Figura 10:	Stralcio carta delle pendenze con individuazione dell'area oggetto di studio.....	16
Figura 11	Schema di circolazione idrica in terreni porosi.....	17
Figura 12	Schema acquifero con falda freatica.....	18
Figura 13	Circolazione idrica di falde in prossimità del mare	19
Figura 14	Stralcio carta idrogeologica.....	20
Figura 15:	Complessi Idrogeologici Regione Sicilia	21
Figura 16	Schema costruttivo di un piezometro: 1. Chiusino in cemento o metallo; 2. Sigillatura con bentonite; 3. Dreno in ghiaietto calibrato	23
Figura 17	Fasi di realizzazione di un piezometro	25
Figura 18	Spurgo mediante pompa sommersa.....	26
Figura 19	Pompa elettrica sommersa (230V).....	27
Figura 20	Ubicazione piezometro n. 1 'lato monte' su planimetria stato di fatto con aree a verde e pavimentate DS-501-PG-01 (anno 2018)	28
Figura 21	Ubicazione Piezometro 'lato monte' su ortofoto	29
Figura 22	Ubicazione piezometro n. 2 'lato valle' su planimetria stato di fatto con aree a verde e pavimentate DS-501-PG-01 (anno 2018)	29
Figura 23	Ubicazione Piezometro 'lato valle' su ortofoto	30
Figura 24	Schema in sezione con ubicazione dei piezometri	30
Figura 25	Schema dimensionale piezometri da realizzare.....	31

1. PREMESSA

Snam Rete Gas S.p.A., con sede legale in S. Donato Milanese (MI) - Piazza S. Barbara 7, ha conferito a SORIT Progettazioni S.r.l. l'incarico per l'elaborazione di uno studio idrogeologico finalizzato alla scelta dell'ubicazione di n. 2 piezometri all'interno della Centrale di compressione gas di Messina (ME), in località Faro Superiore, funzionale al monitoraggio delle acque di falda in conformità della richiesta contenuta nel Piano di Monitoraggio e Controllo ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii. per il riesame dell'AIA 2021.

Il presente studio, unitamente alle elaborazioni grafiche allegate è stata sottoscritta dal dott. Valerio Buonomo, iscritto col n. 2383 all'albo dei Geologi della Regione Campania.

Il presente studio relaziona sull'inquadramento geomorfologico, litologico e idrogeologico del sito interessato dall'intervento in progetto per la valutazione dell'ubicazione e relativa rappresentatività di n. 2 piezometri per il monitoraggio della risorsa idrica profonda e conseguente realizzazione.

2. METODOLOGIA DI STUDIO

Per l'espletamento dell'incarico affidato sono state condotte numerose osservazioni sulla geologia e morfologia del sito d'indagine e delle zone limitrofe, mediante un'attenta consultazione della cartografia tematica a disposizione e della bibliografia specialistica reperita.

Sono stati consultati i dati forniti dalla Committenza di indagini pregresse già eseguite nel sito della Centrale di Messina.

L'analisi ed il confronto dei dati così conseguiti hanno permesso, in particolare, di delineare importanti aspetti quali:

- l'assetto geologico-strutturale dell'area;
- la locale successione litostratigrafica;
- le condizioni geomorfologiche d'insieme;
- il modello idrogeologico del sito.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L' intervento in progetto è stato progettato in conformità alla normativa nazionale e regionale vigente in materia ed in particolare:

- R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 –*“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”*;
- R.D. 16.05.1926, n. 1126 –*“Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”*;
- Decreto del Ministero dello sviluppo economico 17 Aprile 2008 – *“Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8”*;
- D.P.R. 616/77 e D.P.R. 383/94 – *“Trasferimento e deleghe delle funzioni amministrative dello Stato”*;
- D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio;
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 – *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.

La realizzazione delle opere in progetto, inoltre, deve rispondere alle prescrizioni dettate dalla normativa interna Snam Rete Gas.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CATASTALE

L'intervento in progetto ricade nella zona a Nord del comune di Messina (EN), ed ha come riferimento cartografico lo stralcio IGM 1:25.000 elemento N° 254-IV-NE "Ganzirri".

Dall'analisi della Cartografia Tecnica Regionale é inquadrabile nella sezione n° 588120 Ganzirri. Catastalmente, l'intervento in progetto ricade catastalmente al foglio 40 p.lle 1894 del Comune di Messina (ME).



Figura 1 Stralcio catastale

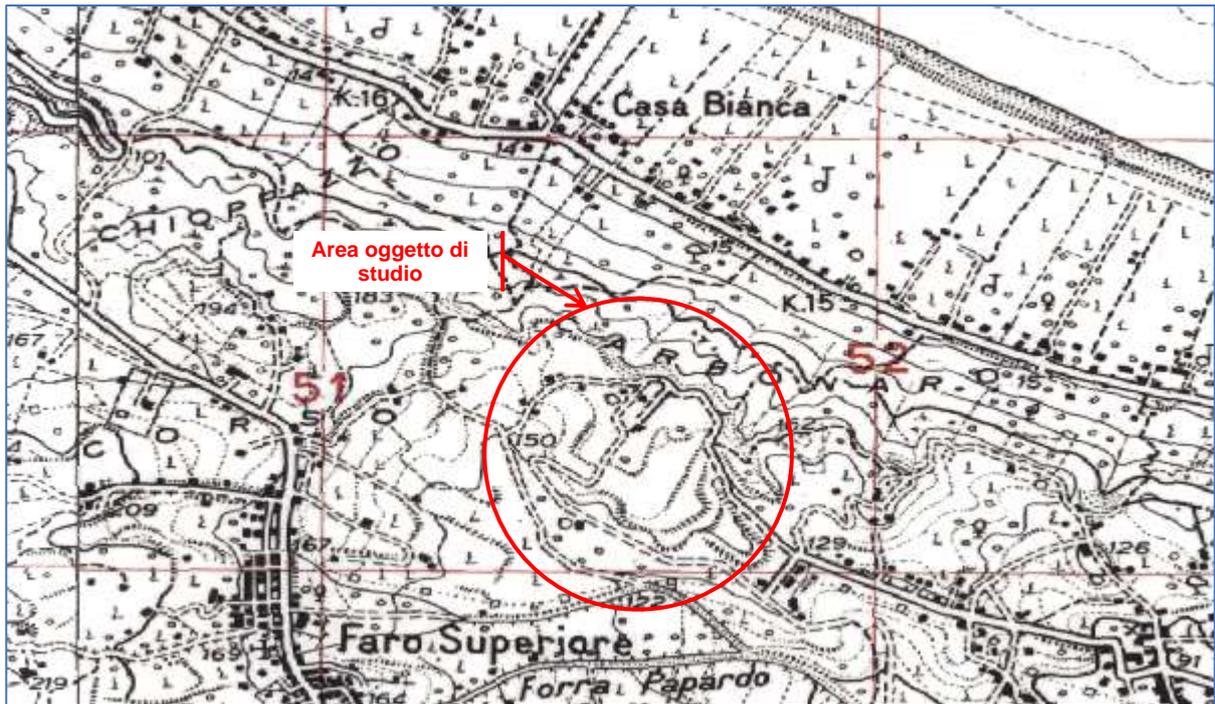


Figura 2: Corografia I.G.M. foglio n. 254-IV-NE "Ganzirri".



Figura 3 Ortofoto con individuazione dell'area di intervento

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Sotto il profilo geologico-strutturale, in Sicilia, l'orogenesi alpina investe vari domini paleogeografici, già delineatisi durante il mesozoico e li trasforma, attraverso un complesso processo deformativo, in un edificio a falde che caratterizza la Catena Settentrionale. In quest'ambito, è stato possibile distinguere due domini: l'uno, indeformato, che costituisce l'Avampaese Africano affiorante nell'area iblea, e l'altro caratterizzato da un sistema di falde e scaglie tettoniche sud-vergenti, che rappresenta la Catena Appenninico-Maghrebide (LENTINI et alii, 1990).

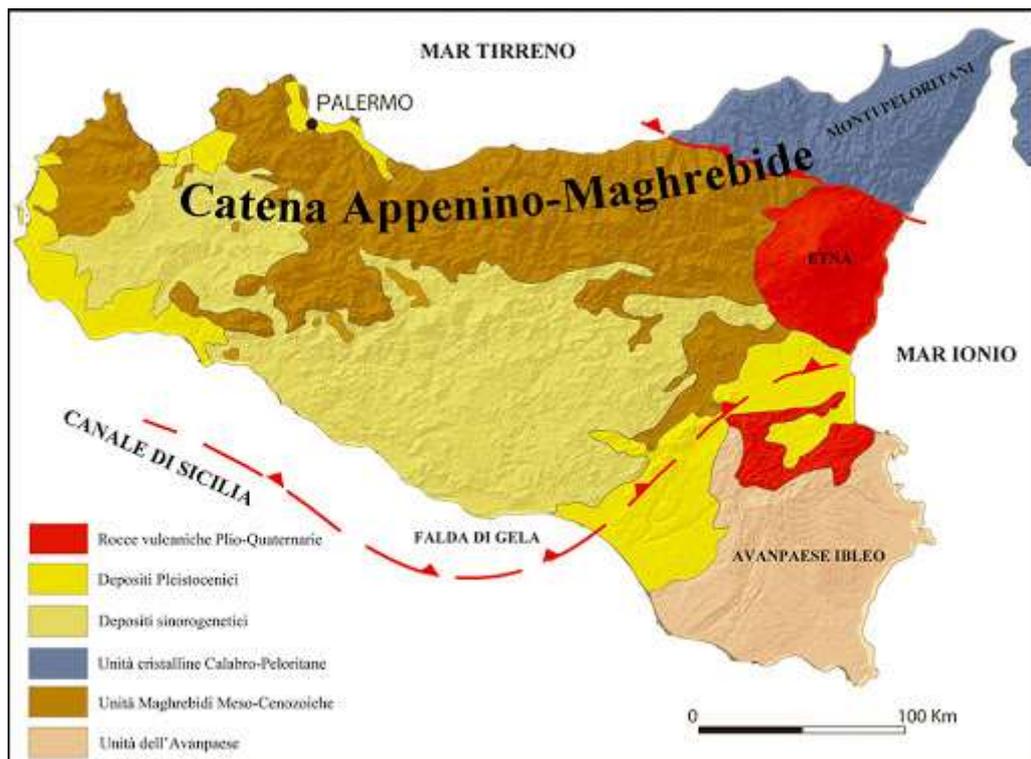


Figura 4 Schema strutturale semplificato della Sicilia (mod. da Di Stefano *et. al.*, 2002).

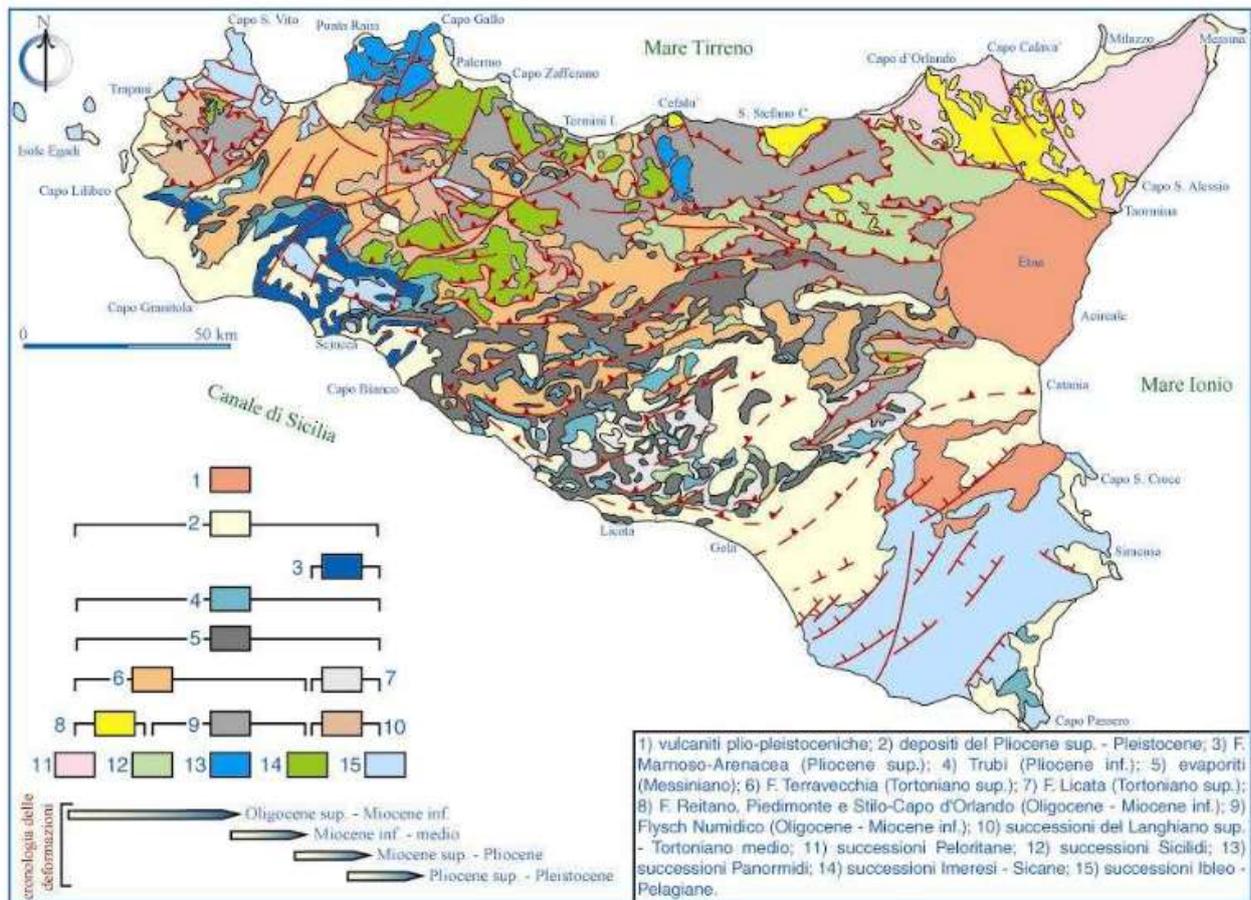


Figura 5 Schema geologico della Sicilia

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLITOLOGICO

L'Area in esame è ubicata nel margine nord-orientale dei Monti Peloritani che rappresentano l'estremo lembo meridionale di una struttura più complessa definita "Arco Calabro - Peloritano" e che corrispondono al bordo più meridionale del Bacino del Tirreno, nell'ambito della convergenza e collisione tra le placche Europea e Africana.

Questo sistema montuoso ha una ossatura formata dai termini della Catena Kabilo- Calabride, costituita da unità di basamento cristallino ercinico con facies metamorfiche di grado diverso e da coperture sedimentarie mesocenozoiche, sia ridotte che subsidenti, sovrapposte, in ordine invertito rispetto al grado metamorfico, in un complesso sistema a thrust con geometria a flat. Al di sopra delle unità cristalline si estende la successione terrigena nota come Flysch di Capo d'Orlando di età Oligocene sup. - Miocene inf. che sutura i principali contatti di ricoprimento, ma rimane coinvolta nelle fasi compressive tardive. Durante queste ultime avviene anche la messa in posto, in retrovergenza della Argille Scagliose Antisicilidi; le tardo-orogene Calcareniti di Floresta, di età Burdigaliano sup. - Langhiano sup., riprendono la sedimentazione marina, mentre a partire dal Serravalliano l'area peloritana è ricoperta da depositi terrigeni post-orogeni, in appoggio diretto sul basamento metamorfico dell'Unità dell'Aspromonte; ad essi segue la

deposizione di una serie evaporitica Messiniana e di diversi cicli sedimentari plio-pleistocenici (LENTINI ET AL. 1995; 2000).

5.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Dal punto di vista strutturale l'area Peloritana rappresenta una zona di ampio sollevamento regionale ("Horst Peloritano") con trend assiale circa NE-SW ed immersione verso NE, delimitata ai suoi margini ionico e tirrenico da zone abbassate da sistemi di faglie normali orientati NE-SW ed ENE-WSW, riferibili alla fase essenzialmente distensiva che ha luogo nel Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

Il settore orientale dei Monti Peloritani è limitato verso ovest da un fascio di faglie trascorrenti destre orientate NW-SE. Questa zona di taglio destro separa il settore nord-orientale dell'isola dall'area collisionale nebrodica responsabile dell'avanzamento verso sud-est del settore peloritano (LENTINI ET AL. 1995; CATALANO ET AL. 1997). La prosecuzione di questa zona di taglio verso il Tirreno, è stata riconosciuta da linee sismiche a mare (DEL BEN, 1997), che evidenziano una geometria di faglie compatibile con un carattere trastensivo della deformazione ed al quale sono associate le strutture, che controllano l'attuale margine tirrenico.

Sul lato ionico, la struttura a Graben dello Stretto di Messina è controllata da faglie attive appartenenti a un sistema distensivo orientato NNE-SSW, ereditato dalla tettonica tardo-miocenica ed in parte riattivato, e a quello orientato ENE-WSW, che determina la fisionomia della parte settentrionale dello Stretto (DEL BEN ET ALII, 1996).

Secondo i dati raccolti sul lato tirrenico le linee tettoniche affioranti a terra non mostrano segni di riattivazione recenti o sub-attuali; è prevedibile, quindi, che le linee tettoniche responsabili del sollevamento ancora in atto siano poste nelle aree sommerse. Più complesso è il quadro relativo alle faglie normali ad andamento NNESSW che controllano la costa ionica dei peloritani, responsabili di rigetti di notevole entità in epoca recente, mostrano a terra solo a tratti segni di riattivazione recente, mentre gran parte dell'attività pare concentrata anche in questo caso su faglie a mare.

L'attività di queste faglie ha garantito tassi di sollevamento comparabili a quello del lato tirrenico (LENTINI ET ALII, 2000).

L'importante attività neotettonica di tali lineamenti è testimoniata dalle quote raggiunte dai depositi del Pleistocene inf. e soprattutto da quelle dei terrazzi tirreniani. L'area mostra dunque un alto tasso di sollevamento in tempi recenti.

= = SORIT Progettazioni SRL = =

- Terrazzi marini e fluviali (Pleistocene med. – sup.)
- Alluvioni attuali e recenti (Olocene)

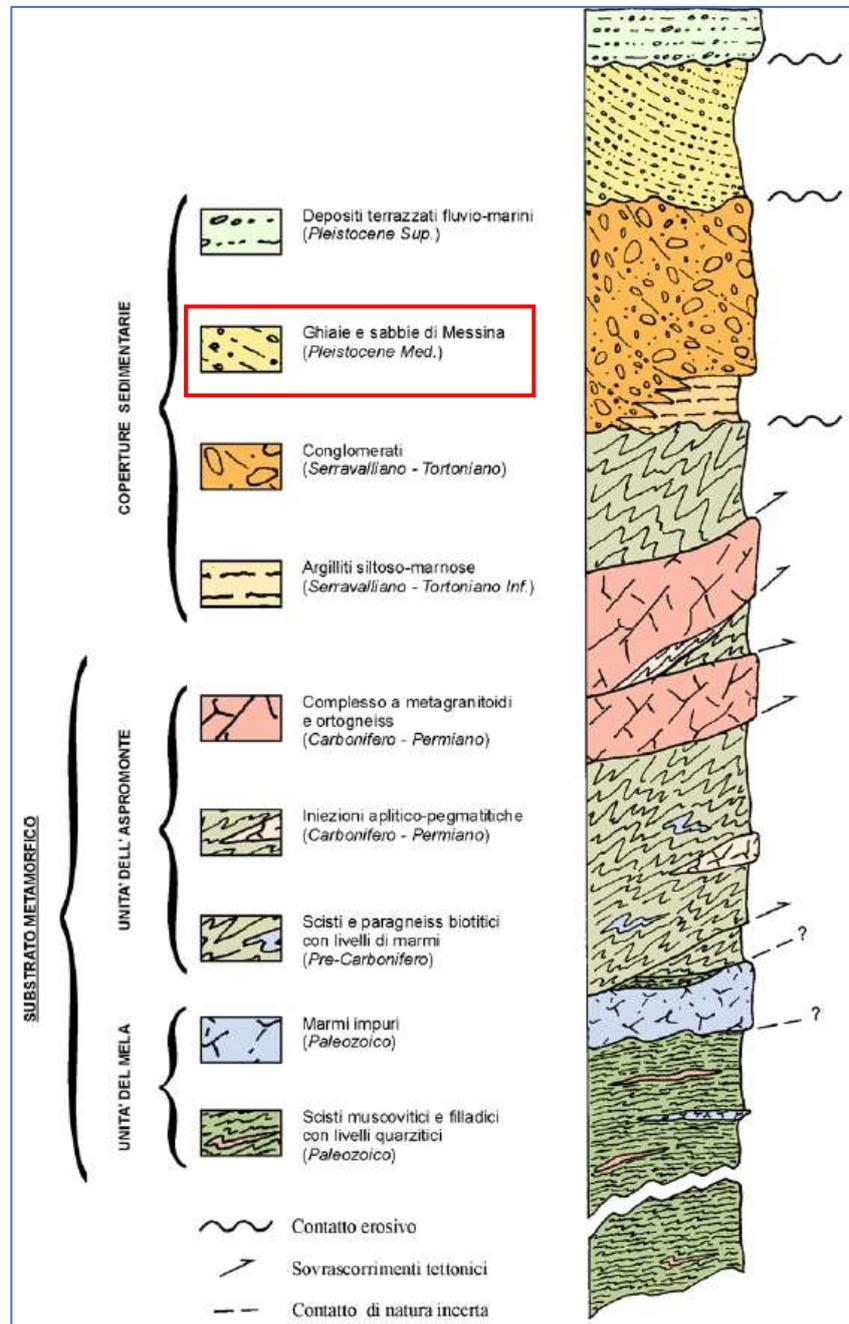


Figura 7 - Colonna stratigrafica – spessori non in scala

Successioni plio-pleistoceniche

Si tratta di unità litostratigrafiche eterogenee, caratterizzate da rapide variazioni di facies sia in senso orizzontale che verticale, dovute alla mobilità dei bacini di sedimentazione in relazione alle oscillazioni eustatiche. Nella sequenza sono distinguibili:

= = SORIT Progettazioni SRL = =

- Alternanza di marne e sabbie passanti a sabbie e calcareniti. Affiora nella zona delle Masse e nell'area ad Est di Villafranca. Negli orizzonti sommitali si rinvengono talora limitati lembi di argille nerastre.

- Calcareniti e sabbie organogene. Si tratta di una successione trasgressiva, che nella zona di Salice raggiunge uno spessore di 35 m; verso l'alto segue un livello di brecce a coralli e calcareniti organogene grossolane con intercalazioni argillose.

Affiorano anche nei dintorni di Gesso.

- Argille marnose grigio-azzurre. Seguono generalmente le calcareniti precedentemente descritte anche se in alcune aree poggiano direttamente sul Terrazzi marini e fluviali (Pleistocene med. – sup.) substrato; l'abbondante presenza fossilifera le fa ascrivere al Pleistocene medio.

- Ghiaie e Sabbie di Messina. Depositi sabbioso-ghiaiosi di ambiente fluvio-deltizio, generalmente sciolti, con frammisti ciottoli arrotondati o appiattiti. Sono scarsamente diagenizzati e si presentano tipicamente clinostratificati verso la costa con pendenze di circa 25°. La facies inferiore, di delta marino, si presenta di colore grigiastro; la facies superiore, di delta continentale, si presenta di colore rossastro.

- Terrazzi marini e fluviali. Particolarmente diffusi sui Peloritani e appartenenti a vari ordini posti a quote diverse lungo le fasce costiere e collinari, segnano le fasi finali dell'orogenesi cui è soggetta la zona. Si tratta di sabbie, ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-limosa in accumuli discretamente costipati.

5.4 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E PAESAGGISTICI

Il modellamento del paesaggio nell'Area in esame è condizionato dalla litologia, dalle complesse condizioni geo-strutturali connesse alla tettonica traslativa combinati ai movimenti relativi alla tettonica recente e dal forte sollevamento tuttora in corso, che la interessa dal Miocene superiore.

Il sollevamento in atto nella zona si manifesta con diverse evidenze morfologiche quali creste rettilinee, vette e selle allineate, tratti rettificati dei corsi d'acqua, aree a rapida erosione, accumuli detritici, resti di antiche falesie, terrazzi fluviali e marini.

La disposizione a gradinata lungo la costa dei diversi ordini di terrazzi marini, conferma la chiara tendenza al sollevamento dell'area con ripetute stasi del fenomeno corrispondenti a periodi di modellamento delle Piattaforme (LENTINI ET ALII, 1996).

Al sollevamento dell'Area corrisponde il ringiovanimento ed approfondimento del reticolo idrografico quindi una generale elevata acclività dei versanti.

Lo stadio geomorfologico scarsamente evoluto del territorio determina fenomeni di erosione particolarmente intensi che, sommati al diffuso stato di alterazione e di degradazione dei litotipi

= = SORIT Progettazioni SRL = =

cristallini, così come alla elevata erodibilità dei depositi sedimentari, favoriscono un conseguente stato di dissesto lungo i versanti. Ai margini di questi, per la brusca diminuzione delle pendenze, prevalgono i processi di deposizione dei materiali detritici trasportati dalle acque di dilavamento.

Nella dinamica morfologica dei versanti anche la circolazione idrica sotterranea ha un ruolo determinante quando, a seguito dell'alterazione delle condizioni di equilibrio molto spesso per fattori antropici, localmente si verificano fenomeni di plasticizzazione nei terreni.

Gli interventi antropici in un'Area così predisposta al dissesto esasperano frequentemente e condizioni di vulnerabilità dell'edificato specialmente lungo la costa e in tutte quelle zone di diffuso disordine idraulico dove gli alvei dei torrenti sono stati trasformati in strade, ristretti per la realizzazione di campi sportivi, coperti per l'insediamento di impianti ricreativi ecc. Lungo le pareti che sovrastano diversi tratti della rete viaria, i processi erosivi aggrediscono i terreni provocando a volte veri e propri crolli e, comunque, l'accumulo di detriti nelle sedi stradali con conseguenze alla circolazione.

5.5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Gli aspetti geologici dell'area in esame sono riferibili ai terreni delle propaggini quaternarie del Pleistocene medio soprastanti alle Unità metamorfiche dell'Aspromonte. I depositi pleistocenici costituiscono, in particolare, la formazione geologica delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

Si tratta di depositi granulari grossolani rappresentati da miscele di ghiaie e sabbie con ciottoli pulite prive di frazione fine limosa significativa, ad elementi di natura prevalentemente cristallina, a grado di addensamento da medio a elevato, talora con limitati intervalli ben diagenizzati.

I depositi sabbioso-ghiaiosi si presentano solitamente di colore grigio chiaro – giallo paglierino, tuttavia, in presenza di facies prettamente continentali il colore passa al rosso-arancio per fenomeni di ossidazione. Anche le porzioni più superficiali della formazione si presentano, talora per spessori anche di un paio di metri, alterati e degradati con talora caratteristica colorazione rossastra dovuta all'ossidazione dei minerali ferrosi presenti.

I costituenti minerali principali sono costituiti da elementi prevalentemente quarzoso-micacei, dove risultano riconoscibili la natura metamorfica dei clasti a tessitura gneissica, quarzifica, pegmatitica ecc. I ciottoli, di varia pezzatura, risultano spesso molto elaborati da sub-arrotondati ad appiattiti, talora con disposizione embriciata. Tali depositi sono attribuibili a facies deltizie e/o di conoide sottomarina legate agli apporti di paleo fiumare.

Essi si presentano solitamente clinostratificati con giacitura degli strati verso l'attuale linea di costa e valori di inclinazione variabili da 10° a 25° ed immersione verso l'attuale linea di costa, tuttavia in affioramento l'organizzazione geometrica dei depositi è poco distinguibile.

Questi depositi poggiano su una superficie di erosione che taglia diversi orizzonti del substrato tra cui l'Unità dell'Aspromonte e presumibilmente la facies conglomeratica

= = SORIT Progettazioni SRL = =

miocenica. L'affioramento più grande risulta conservato all'interno tra due faglie dirette antitetiche che strutturano un graben a direzione costiera. Si tratta, infatti, di facies transizionali marine e continentali che colmano preesistenti depressioni morfologico-strutturali quali paleoalvei o canyon sottomarini. Gli spessori affioranti superano i 200 metri. Età Pleistocene Medio.

L'aspetto geomorfologico rilevante è rappresentato dalla superficie tipica di terrazzo marino riconoscibile, sia litologicamente per la presenza di ciottoli poligenici ed eterometrici appiattiti, che morfologicamente per la presenza delle tipiche spianate di abrasione marina.

Stratigrafia ricavata dai dati disponibili di n. 2 pozzi esistenti all'interno dell' sito d'intervento

Profondità	Litologia
0.00 – 60.0 m	Depositi terrigeni sciolti, costituiti da sabbia con ghiaia e ciottoli mediamente addensata con presenza di livelli decimetrici di sabbie limose.
60.0 – 155.0 m	Intercalazione in seno all'ammasso terrigeno, di tre livelli conglomeratici con ciottoli cristallini, poligenici ed eterometrici, con cemento limoso.
155.0 – 180.0 m	Depositi terrigeni sciolti, costituiti da sabbia con ghiaia e ciottoli, molto addensata.



Figura 8: Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100000 – foglio 254 - Messina

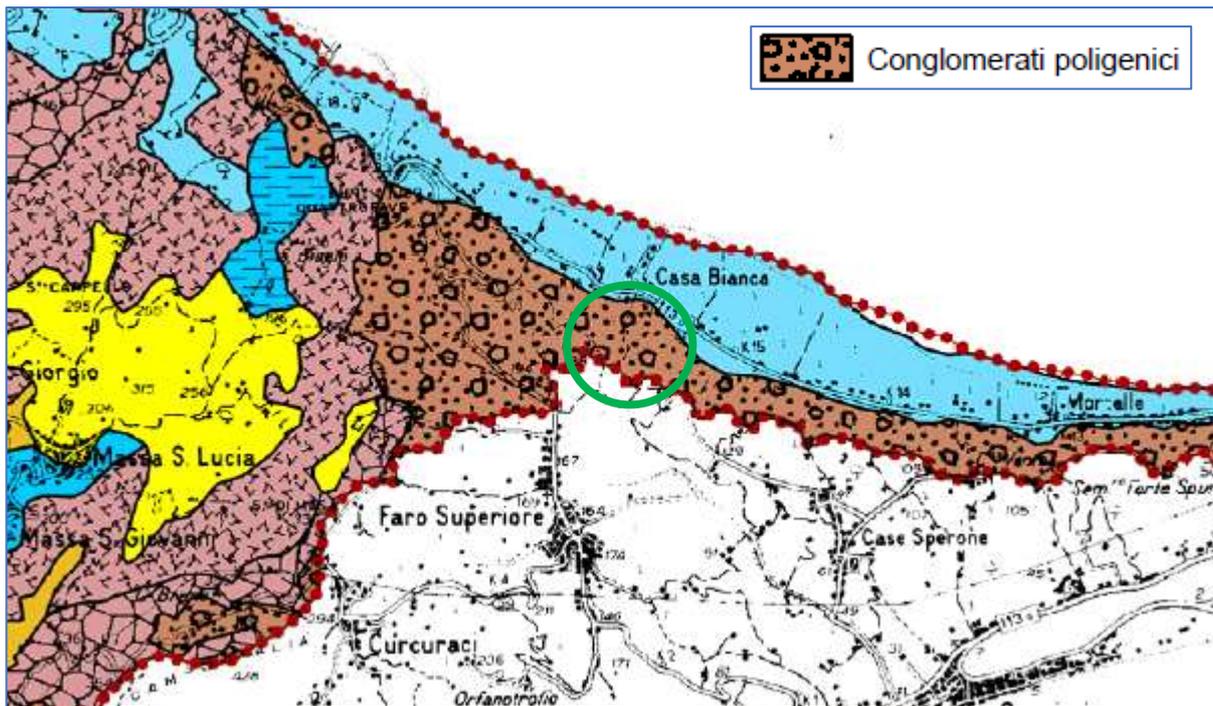


Figura 9 Stralcio Carta Litologica Area territoriale tra Capo Peloro e il bacino del torrente Saponara (001)

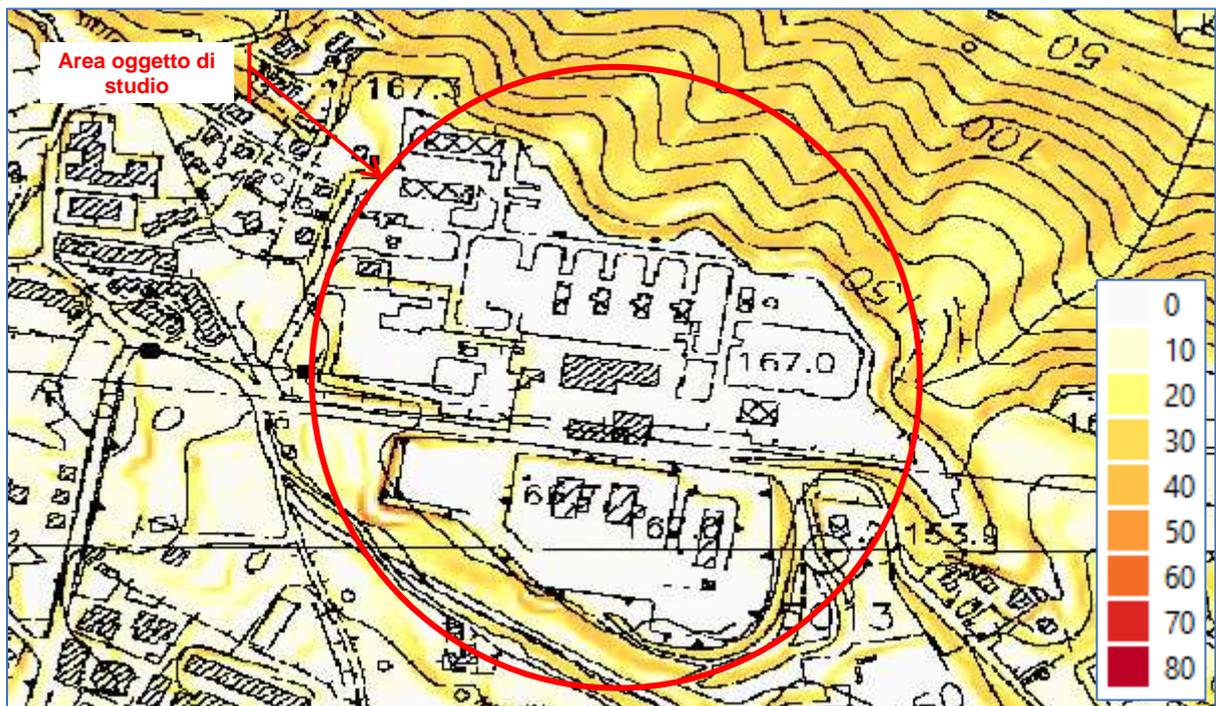


Figura 10: Stralcio carta delle pendenze con individuazione dell'area oggetto di studio

5.6 IDROLOGIA SUPERFICIALE ED IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA

L'acqua distribuita dalle precipitazioni meteoriche sulla superficie terrestre in parte va ad alimentare corsi d'acqua, laghi e mari ed in parte si infiltra nel sottosuolo andando ad occupare i vuoti più o meno grandi (dalle cavità sotterranee agli interstizi tra i granelli di terra) presenti nel terreno e nelle rocce.

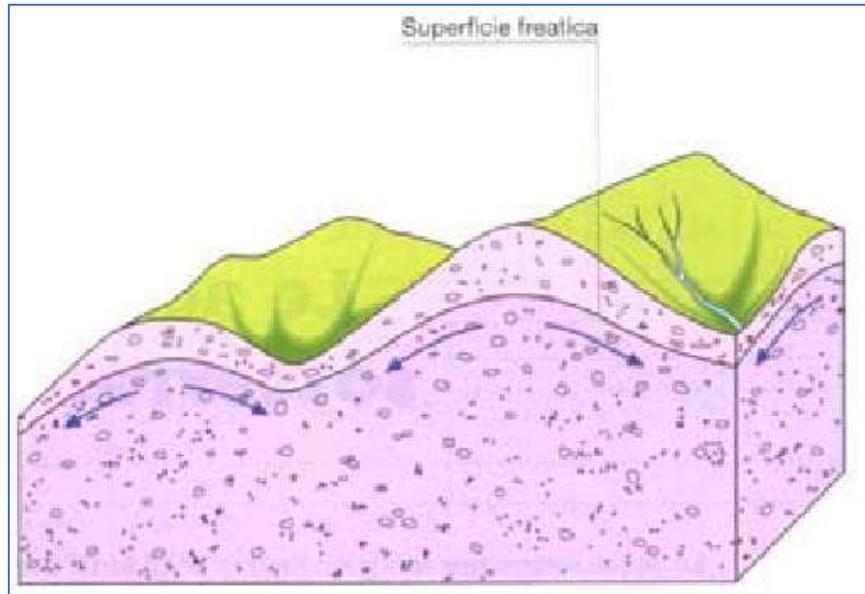


Figura 11 Schema di circolazione idrica in terreni porosi

Si definisce falda idrica una parte di sottosuolo in cui il terreno è saturo e la pressione dell'acqua nei pori è maggiore della pressione atmosferica. In relazione alla loro permeabilità i diversi tipi di terreno possono consentire più o meno agevolmente il flusso dell'acqua, perciò la presenza di strati a differente permeabilità può determinare nel sottosuolo la presenza di diversi tipi di falda. In particolare si possono individuare:

- Falda freatica: falda delimitata inferiormente da uno strato che non permette il flusso dell'acqua e superiormente da una superficie (superficie libera) in corrispondenza della quale l'acqua si trova a contatto con l'ambiente atmosferico attraverso i vuoti del terreno (sulla superficie $u = p_a = 0$), come se si trovasse in un serbatoio aperto.
- Falda sospesa: analoga alla falda freatica, ma delimitata inferiormente da uno strato di estensione molto limitata.
- Falda artesiane: falda racchiusa tra due strati praticamente impermeabili (sulla superficie $u > p_a$).

Immaginando di inserire un tubo verticale aperto alle estremità (piezometro) all'interno di una falda freatica, si osserva che il livello raggiunto dall'acqua nel tubo (ossia il livello piezometrico) è uguale a quello della superficie freatica. In una falda artesiane invece il livello piezometrico risulterà maggiore di quello della superficie che delimita superiormente la falda

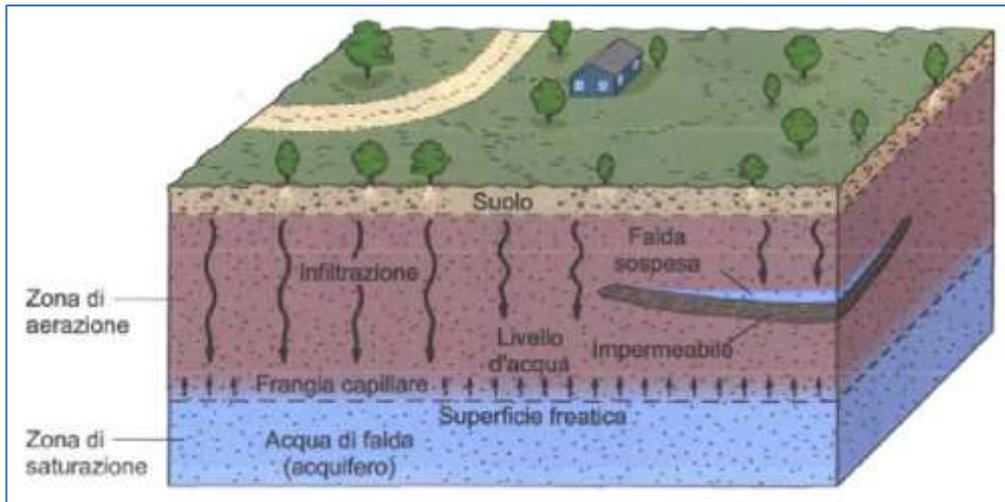


Figura 12 Schema acquifero con falda freatica

Sezione trasversale schematica delle diverse zone dell'acqua sotterranea. Una falda freatica sospesa viene a crearsi quando un livello impermeabile (es. argilla) agisce come una barriera per l'infiltrazione nei livelli sottostanti.

L'area in esame risulta caratterizzata da terreni che presentano condizioni di permeabilità diverse, sia in relazione alla varietà dei termini costituenti la successione stratigrafica, sia alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tale successione.

Le condizioni di permeabilità dei terreni presenti possono essere così riassunte (FERRARA, 1999):

- terreni a permeabilità elevata per porosità: depositi alluvionali di fondovalle e delle pianure costiere, conoidi di deiezione;
- terreni a permeabilità medio-alta per porosità e/o fessurazione: ghiaie e sabbie di Messina, calcareniti e sabbie, depositi evaporatici;
- terreni a permeabilità media per porosità e/o per fessurazione: alternanza arenaceo argillosa, metamorfiti di medio-alto grado;
- terreni a permeabilità medio-bassa per porosità e/o fessurazione: depositi fluvio-marini terrazzati, metamorfiti di basso grado;
- terreni a permeabilità molto bassa: argille marnose, trubi.

La circolazione idrica nelle zone dove affiorano le metamorfiti e i depositi terrigeni in alternanza fliscioide è discontinua e frazionata, in quanto la permeabilità risulta generalmente localizzata nella parte superficiale alterata e decompressa degli ammassi rocciosi.

Le falde di maggiore interesse sono contenute nei depositi alluvionali di fondovalle, le aree di alimentazione sono rappresentate dai bacini imbriferi dei vari corsi d'acqua. Essendo questi costituiti per la maggior parte da rocce con permeabilità localizzata e discontinua, gli spartiacque idrografici assumono il significato di limiti di idrostrutture indipendenti.

L'intera successione di depositi costituenti il sottosuolo del sito in esame è definita nel complesso idrogeologico sabbioso-ghiaioso di Messina, ampliando la zona di studio si riconoscono altri complessi idrogeologici di cui si omette la descrizione perché non influenti sulla circolazione idrica locale.

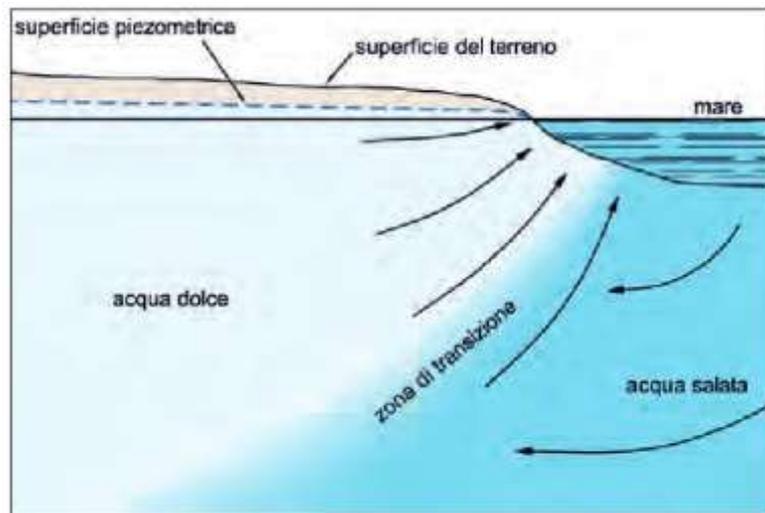


Figura 13 Circolazione idrica di falde in prossimità del mare

Per il sito in esame, appartengono al complesso idrogeologico appena menzionato i terreni costituenti la Formazione geologica del Pleistocene medio delle sabbie e Ghiaie di Messina. Si tratta di depositi fluvio-deltizi, costituenti accumuli incoerenti di potenza ed estensione limitate. a granulometria da media a grossolana, seppure molto variabile in senso sia orizzontale che verticale. Questo complesso risulta costituito dai terreni caratterizzati da una permeabilità media per porosità, con valori del Coefficiente K dell'ordine medio di $10^{-4} < K < 10^{-3}$ cm/sec., che tende localmente ad aumentare in presenza delle frequenti intercalazioni conglomeratiche. La falda è profonda (circa 150 mt dal piano campagna) e di discreto interesse. La propagazione di un inquinante, variabile in senso sia orizzontale che verticale in relazione alla differente granulometria è da considerarsi elevata, ma non tale da raggiungere i livelli piezometrici della falda acquifera profonda.

Il deflusso sotterraneo avviene in direzione ortogonale alla linea costiera, pertanto nel sito di competenza della centrale si può asserire che esso avvenga in direzione nord, con recapito in mare.

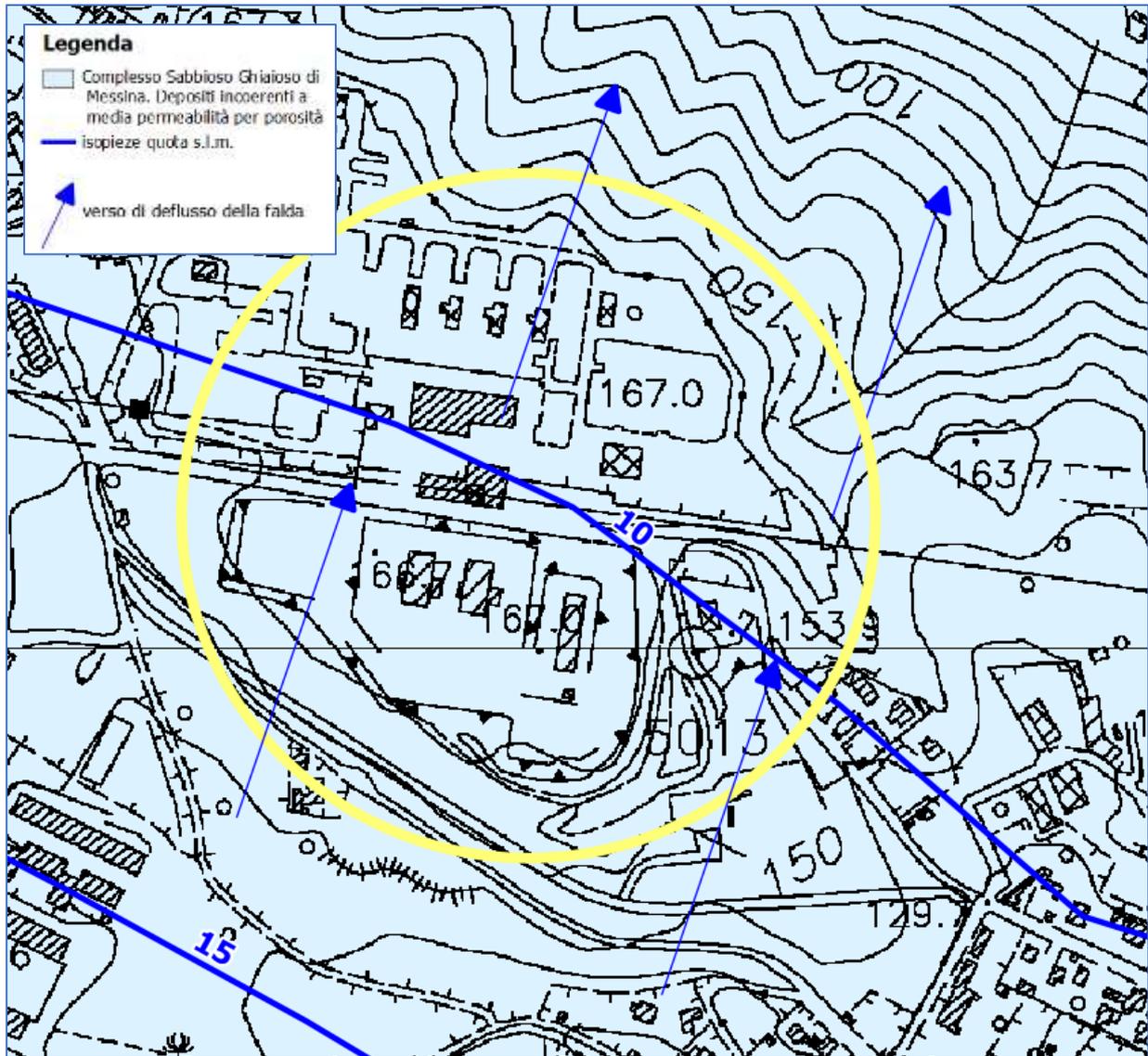


Figura 14 Stralcio carta idrogeologica

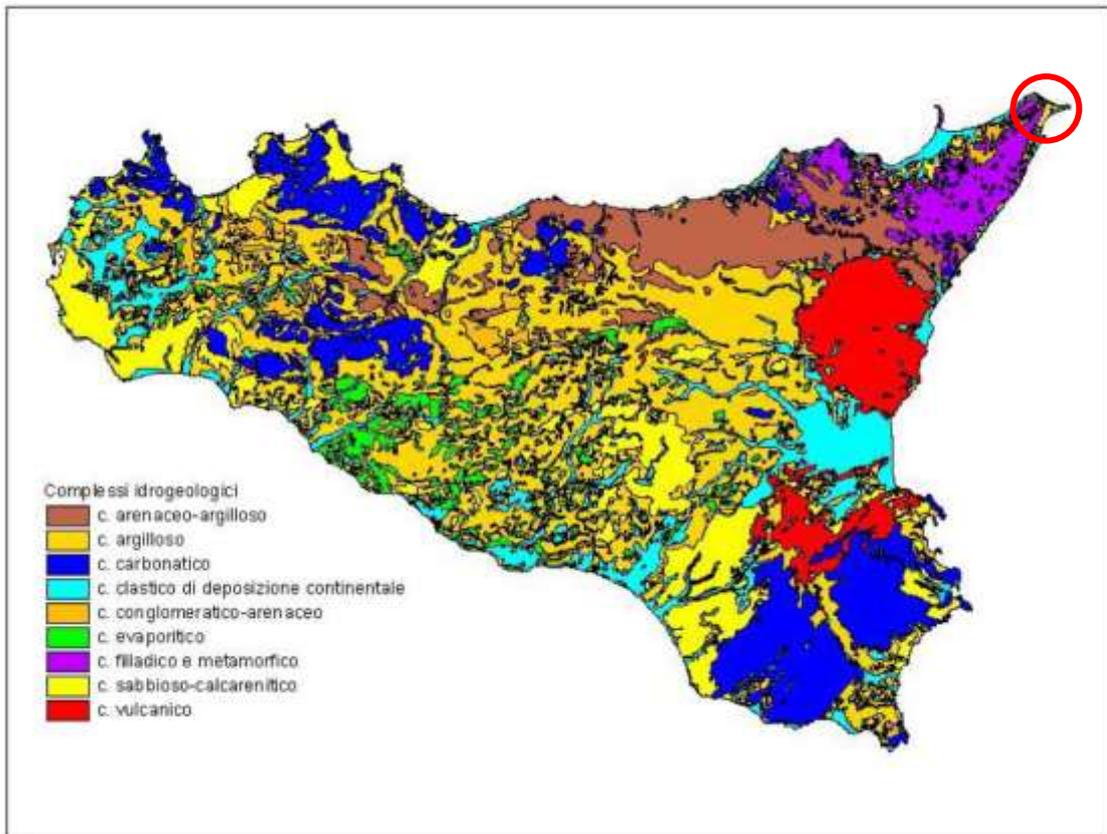


Figura 15: Complessi Idrogeologici Regione Sicilia

6. REALIZZAZIONE PIEZOMETRI

Il piezometro, nel campo dell'idrogeologia, è un pozzo di osservazione avente lo scopo di misurare il carico idraulico di una falda ad una certa profondità. L'uso di piezometri consente di ricostruire la superficie piezometrica della falda, ossia la superficie lungo la quale la pressione dell'acqua è pari a quella atmosferica. La superficie piezometrica viene ricostruita interpolando le misure effettuate in più piezometri presenti nell'area investigata.

- Informazioni ottenute con piezometri: pendenza, detta gradiente idraulico
- direzione del flusso di falda
- Offrono la possibilità di effettuare misure e rilevazioni dirette della falda e di prelevarne campioni d'acqua a diverse profondità.

Rispetto ai pozzi, i piezometri presentano diametri più piccoli e minore profondità e solo occasionalmente sono equipaggiati con una pompa per il prelievo dell'acqua di falda.

Per l'ubicazione e le loro caratteristiche costruttive devono tener conto di:

- caratteristiche della contaminazione (tipologia di contaminante, potenziali sorgenti attive o inattive, possibili percorsi di migrazione, presenza di potenziali bersagli).
- modello idrogeologico (contesto geologico e morfologico stratigrafia locale, parametri idrodinamici e rapporti tra acquifero e reticolo idrografico)

Il metodo di perforazione più utilizzato per l'installazione è quello a rotazione con carotaggio continuo, poiché assicura la necessaria precisione nella ricostruzione della successione stratigrafica e consente il prelievo di campioni di gas del suolo e/o terreno. Per la costruzione di pozzi con diametro maggiore di 6", invece, si ricorre a sistemi a distruzione di nucleo o a percussione.

I principali elementi costituenti il piezometro sono:

- Filtro; parte del piezometro dotata di fenestrazione;
- Tubo cieco;
- Dreno: strato inerte posto attorno al filtro in ghiaia silicea o sfere di vetro;
- Sigillatura della parte superiore del filtro, per evitare infiltrazione di inquinanti dalla superficie;
- Cementazione del tratto terminale più in superficie;
- Chiusura con pozzetto e tappo con lucchetto.

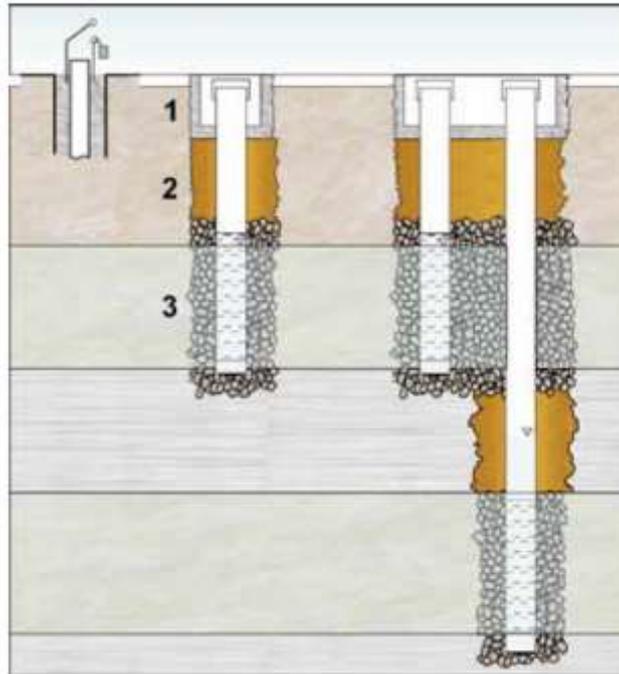


Figura 16 Schema costruttivo di un piezometro: 1. Chiusino in cemento o metallo; 2. Sigillatura con bentonite; 3. Dreno in ghiaietto calibrato

Grande importanza riveste la scelta del materiale da utilizzare per il completamento del pozzo o del piezometro, il cui scopo è di garantire la durata nei confronti di processi di attacco e degradazione chimico-fisica da parte dei contaminanti. Infatti, in presenza di soluzioni acquose chimicamente reattive, alcuni componenti potrebbero essere rilasciati nei campioni che vengono prelevati, i quali, pertanto, non sarebbero più rappresentativi.

Le tubazioni comunemente utilizzate per il rivestimento possono essere schematicamente suddivise in tre tipologie:

- in acciaio: al carbonio, inossidabile, galvanizzato
- a base di fluoropolimeri: politetrafluoroetilene (PTFE) o Teflon, fluoroetilene (TFE), etilene propilene fluorato (FEP)
- in materiali termoplastici: cloruro di polivinile (PVC), acrilonitrile butadiene stirene (ABS), polipropilene (PP), polietilene ad alta densità (PEAD).

Le tubazioni in acciaio hanno grande resistenza meccanica al contrario dei fluoropolimeri che però sono più inerti e stabili e sono inattaccabili anche dagli acidi più forti. I materiali più versatili e maggiormente utilizzati sono i materiali termoplastici, che possiedono una buona resistenza meccanica, anche se minore degli acciai, e una buona resistenza all'attacco chimico. Anche il costo di ciascuna tipologia di materiale potrebbe essere un criterio di scelta vincolante.

FILTRO: porzione di piezometro che consente all'acqua di falda di penetrare al suo interno. Esso è costituito da una serie di piccole aperture (fenestrazione) omogeneamente distribuite sulla

superficie del tubo la cui funzione è quella di lasciar passare l'acqua trattenendo le particelle di terreno.

Il posizionamento del filtro rispetto all'acquifero è fattore essenziale.

DRENO: materiale permeabile con cui viene riempita la zona rappresentata dall'intercapedine tra il foro di sondaggio e il filtro. Serve per consentire al filtro di svolgere efficacemente la sua funzione.

Il dreno deve essere chimicamente inerte e pulito. I migliori dreni sono costituiti da ghiaia silicea o sferette di vetro cui dimensioni vanno scelte in base alla granulometria dell'acquifero e alla dimensione della finestratura del filtro.

SIGILLATURA: Ogni tipo di pozzo o piezometro deve essere cementato nella sua parte superiore con prodotti sigillanti quali cemento puro, cemento mescolato con bentonite, argilla, affinché l'acqua o contaminanti superficiali non trovino una via preferenziale per infiltrarsi nel sottosuolo.

Ne esistono due tipi:

sigillatura dell'intercapedine; forma un tappo di materiale denso sopra il dreno che impedisce l'infiltrazione verticale dell'acqua esterna nel sistema acquifero, in genere costituita da cemento o bentonite. sigillatura della superficie; evita l'infiltrazione dell'acqua meteorica, in genere viene realizzata con una leggera pendenza centrifuga rispetto al pozzo, si usa solitamente cemento per la sua resistenza agli agenti esterni.

BOCCAPOZZO: è la sistemazione della testa del piezometro che va protetta adeguatamente affinché non venga danneggiata né manomessa. Possono essere installati dei pozzetti di protezione e tappi con sistema di chiusura lucchettabile

Un piezometro permette di misurare la profondità della falda rispetto al piano di calpestio, di misurare alcuni parametri chimico-fisici dell'acqua di falda e di prelevare campioni di tale acqua, di monitorare il funzionamento di un pozzo in emungimento nelle immediate vicinanze, di immettere in falda sostanze traccianti o reagenti.

6.1 TECNICHE DI REALIZZAZIONE DI PIEZOMETRI

- ✓ A rotazione: senza distruzione del nucleo (idoneo per il prelievo di campioni di suolo, acqua e gas), con distruzione di nucleo (per diametro >6")
- ✓ A percussione (direct push): più rapido

Al termine della posa in opera e dell'esecuzione delle cementazioni sarà necessario effettuare il cosiddetto sviluppo del piezometro per assicurare una corretta connessione idraulica con l'acquifero. Durante l'installazione, infatti, potrebbero introdursi nell'acquifero circostante fluidi estranei.

Lo sviluppo rimuove i sedimenti fini lungo il contatto filtro-acquifero e per un certo tratto all'interno della formazione. I metodi di sviluppo differiscono per il tipo di apparato utilizzato e per il tipo di movimento impresso all'acqua attraverso filtri (Pompaggio, Pistonaggio, Spurgo con aria compressa).

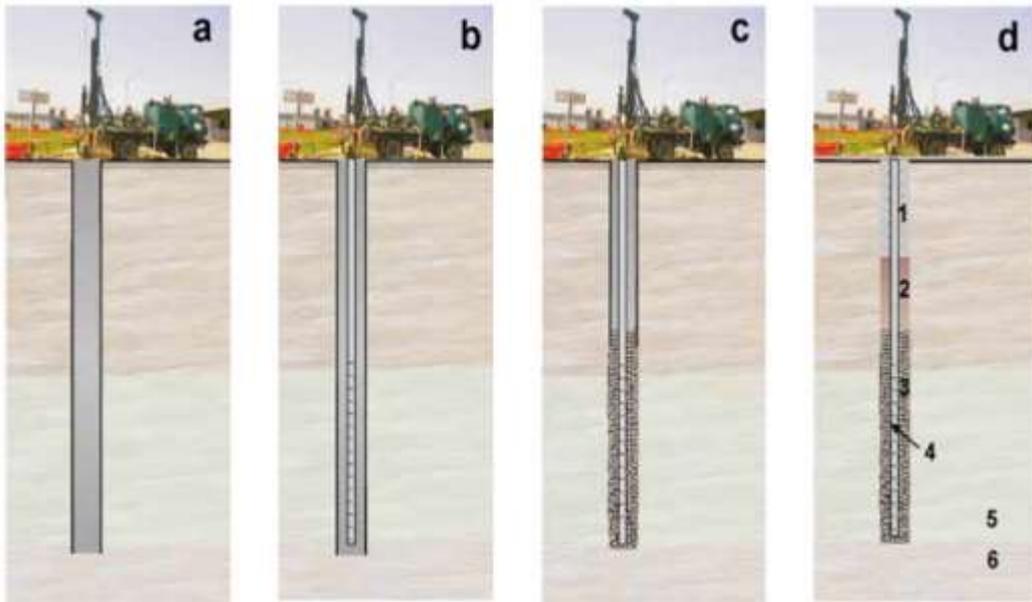


Figura 17 Fasi di realizzazione di un piezometro

- a) realizzazione del foro; b) posa in opera del tubo di rivestimento: finestrato in corrispondenza della falda, cieco nei tratti rimanenti; c) realizzazione del dreno in corrispondenza del tratto finestrato; d) realizzazione del setto impermeabile e cementazione sommitale

6.2 CAMPIONAMENTO

Obiettivo del campionamento è quello di rendere disponibile per le analisi chimiche un'aliquota dell'acqua appartenente all'acquifero di cui si vuole conoscere lo stato chimico-fisico in un dato momento.

Prima di prelevare un campione di acqua è necessario assicurarsi che esso rappresenti effettivamente la falda nell'intorno del piezometro. Infatti, all'interno del piezometro l'acqua potrebbe rimanere intrappolata, specie quella che eventualmente dovesse trovarsi al di sopra del tratto filtrante, e quindi essere soggetta a fenomeni chimico-fisici che non riguardano invece l'acquifero. Inoltre, è possibile che si verifichino perdite di composti volatili dalla colonna d'acqua, o miscele con l'ossigeno atmosferico o adsorbimento di sostanze sulle pareti del piezometro o sul dreno, o interazioni chimiche con la bentonite o infiltrazioni dalla superficie. Per ovviare a questi inconvenienti, ogni operazione di campionamento deve essere preceduta da un corretto spurgo del piezometro.

6.3 SPURGO DEL POZZO

Lo scopo dello spurgo è quello di eliminare il volume d'acqua che staziona all'interno del piezometro, in quanto sottoposto ad equilibri chimici e fisici differenti da quelli presenti nell'acqua della falda, per via delle interferenze con i materiali di rivestimento del pozzo e del contatto con l'atmosfera.

Tale eliminazione consente quindi il prelievo di un campione rappresentativo di acqua di falda. L'operazione di spurgo deve creare il minor disturbo possibile alle condizioni naturali di deflusso. Criteri di spurgo: la portata di spurgo non deve essere né troppo elevata (può creare torbidità o richiamo di prodotto libero), né troppo bassa (tempi lunghi, operazione incompleta).

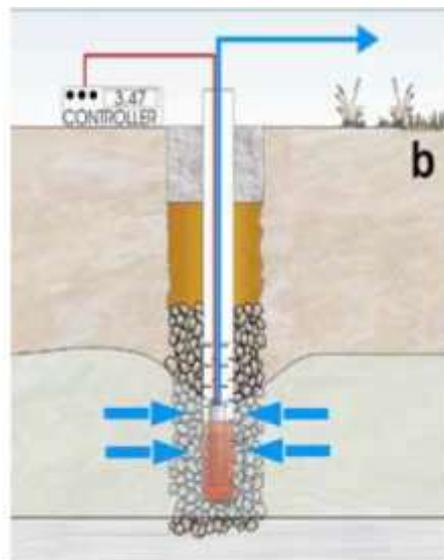


Figura 18 Spurgo mediante pompa sommersa

6.4 POMPE SOMMERSE

L'apparato di pompaggio dell'acqua è calato all'interno del pozzo.

In questa categoria le pompe centrifughe sono quelle più largamente diffuse; sono costituite da un corpo cilindrico in acciaio al cui interno è alloggiata una serie di eliche (dette giranti) con il compito di sollevare l'acqua fino in superficie. Le più evolute fra queste sono dotate di dispositivi elettronici che consentono di regolare con precisione la portata agendo direttamente sulla velocità delle giranti e di ottenere portate estremamente basse, adatte al campionamento low-flow. Utilizzabili in piezometri di diametro >2"; non risultano adatte a spurghi di acque eccessivamente torbide a causa della tendenza ad intasarsi e alla delicatezza delle parti interne.



Figura 19 Pompa elettrica sommersa (230V)

7. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DEI PIEZOMETRI

In base agli approfondimenti eseguiti per il sito della Centrale di Messina sono state individuate due aree aventi le caratteristiche idonee per la realizzazione dei due piezometri per il monitoraggio delle acque di falda.

Le indagini esistenti eseguite nella centrale di Messina evidenziano che il livello della falda acquifera si attesta attorno ai 150 metri di profondità dal p.c. Il dato sul livello di falda è confermato da i due pozzi esistenti, a servizio della Centrale.

La realizzazione dei piezometri deve garantire la rappresentatività delle misure delle acque di falda pertanto la profondità da raggiungere è di almeno 170 m per fare in modo di intercettare il livello di falda e contenerne le oscillazioni naturali.

Avendo chiarito che il deflusso della falda avviene in direzione da Sud a Nord, ai fini di un corretto posizionamento dei due piezometri, teso ad intercettare le acque prima e dopo il sito (lato monte e lato valle), sono state individuate due aree interne in prossimità del perimetro della Centrale.

Per il piezometro caratteristico del monitoraggio della falda 'lato monte' è indicata l'area verde denominata VI50 nella planimetria dell'impianto.

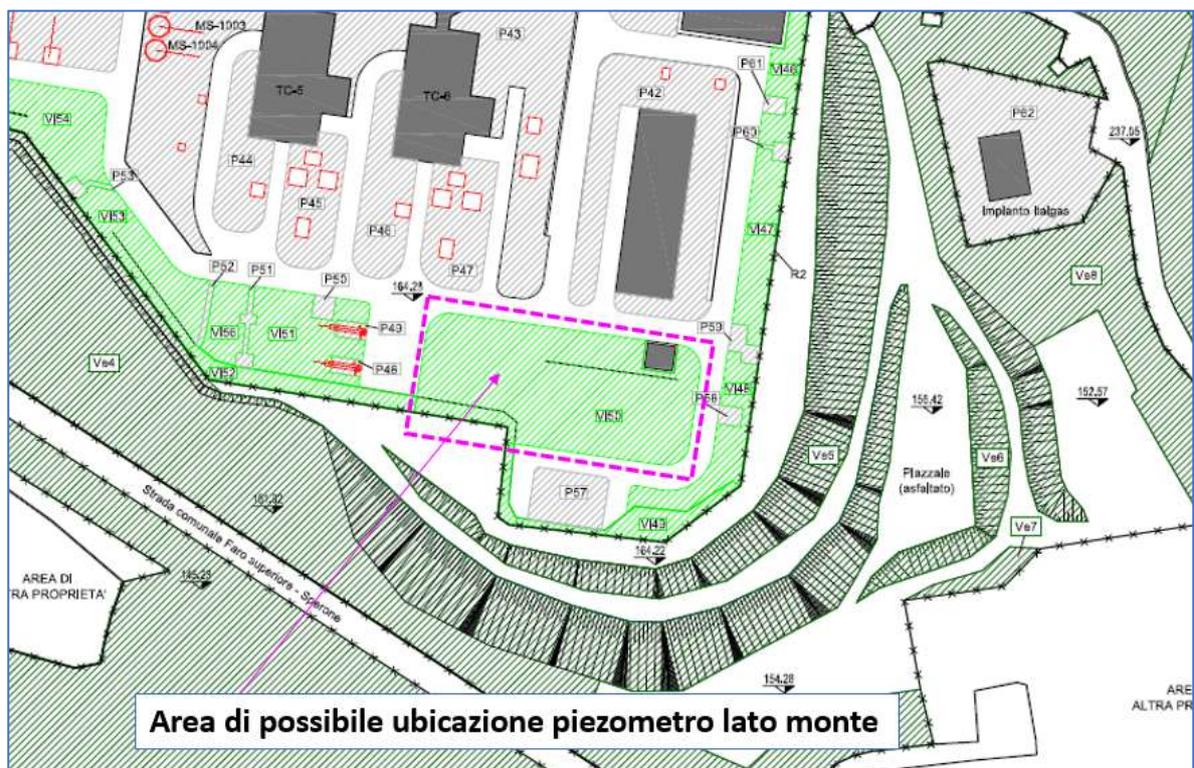


Figura 20 Ubicazione piezometro n. 1 'lato monte' su planimetria stato di fatto con aree a verde e pavimentate DS-501-PG-01 (anno 2018)



Figura 21 Ubicazione Piezometro 'lato monte' su ortofoto

Per il piezometro caratteristico del monitoraggio della falda 'lato valle' è indicata l'area verde denominata VI5 nella planimetria dell'impianto.

Entrambe le aree sono interessate parzialmente dalla presenza di tubazioni interrato pertanto i piezometri saranno realizzati ad idonea distanza di sicurezza.



Figura 22 Ubicazione piezometro n. 2 'lato valle' su planimetria stato di fatto con aree a verde e pavimentate DS-501-PG-01 (anno 2018)



Figura 23 Ubicazione Piezometro 'lato valle' su ortofoto

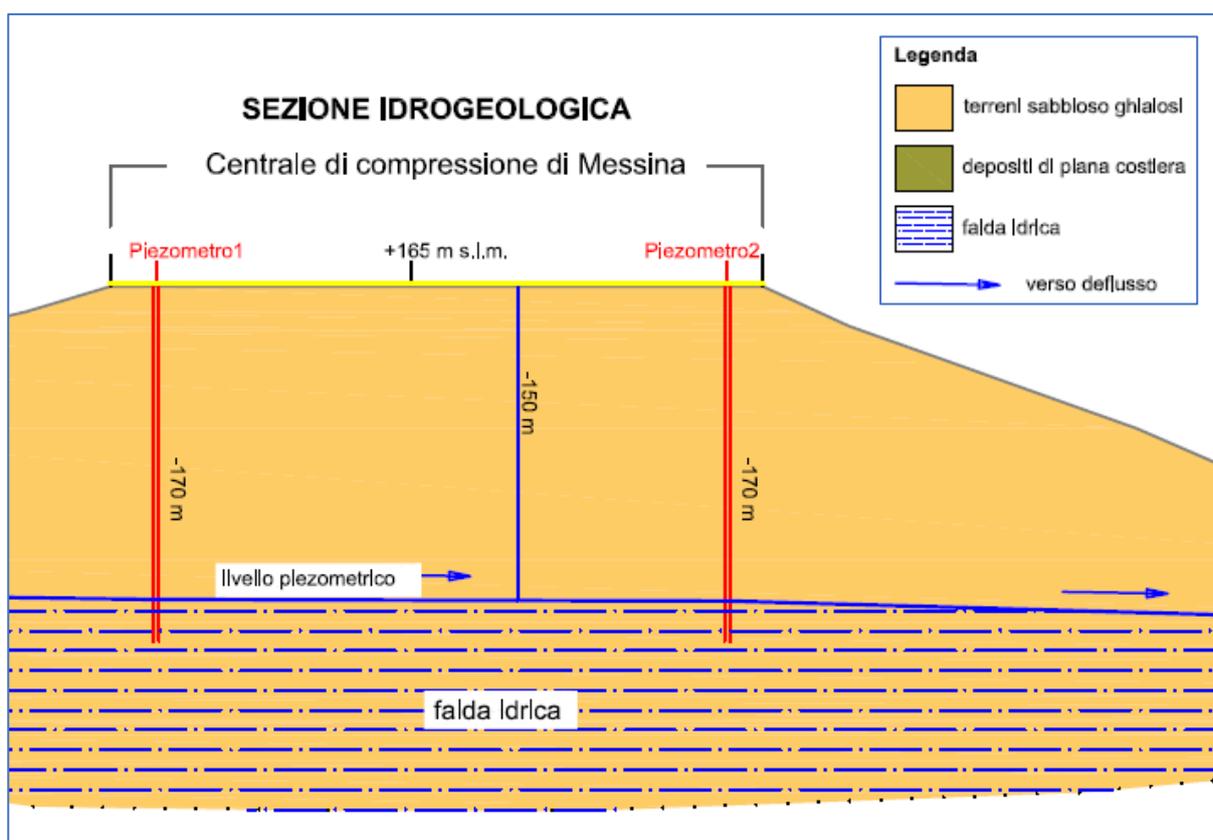


Figura 24 Schema in sezione con ubicazione dei piezometri

La lunghezza dei piezometri è stabilita di 170 m dal piano campagna, si deve provvedere a sigillare i primi 30 m per evitare possibili immissioni di acqua o contaminanti superficiali, da 30 fino a fine foro invece si realizza il dreno ed il filtro.

== SORIT Progettazioni SRL ==

La profondità da raggiungere è considerevole (-170m), pertanto i due piezometri devono essere attrezzati con pompe in modo da consentire il prelievo delle acque di monitoraggio.

La presenza delle pompe all'interno dei piezometri condiziona il diametro della perforazione che deve essere maggiore.

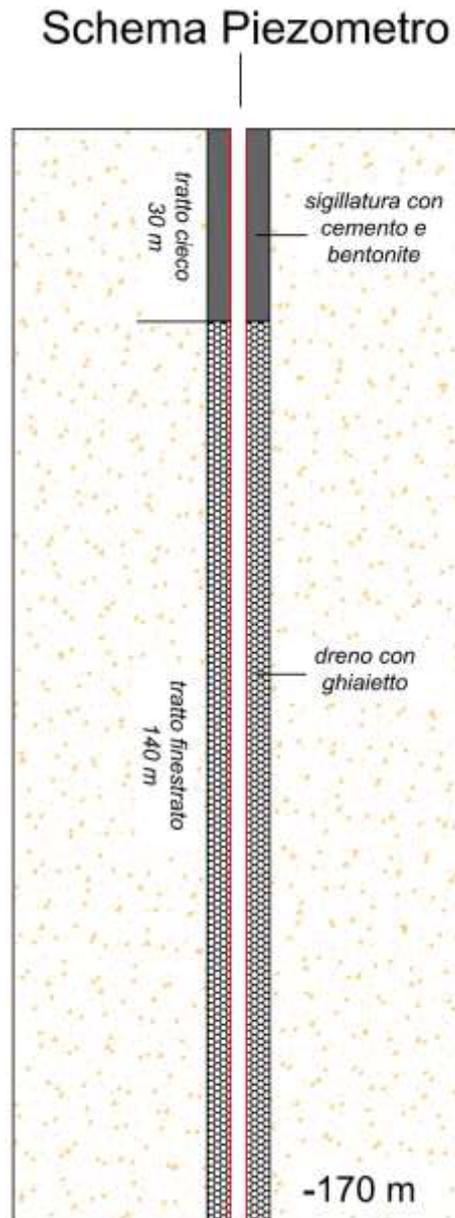


Figura 25 Schema dimensionale piezometri da realizzare

8. CONCLUSIONI

Dal punto di vista geologico l'intervento in progetto interessano terreni prevalentemente appartenenti alla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina costituente i versanti ed il sottosuolo dell'area d'esame.

In questo complesso non si individuano falde superficiali. Ciò dipende dalla presenza di livelli mediamente permeabili che abbassano notevolmente la quota delle superfici piezometriche.

Per quanto attiene alle risorse idriche, resta evidente che ricadendo l'area d'intervento in una zona con sottosuolo caratterizzato da terreni ghiaiosi e sabbiosi, il grado di permeabilità è medio alto per porosità sia in senso orizzontale che verticale, con deflusso delle acque sotterranee verso la costa a nord e recapito finale nel mare.

Dal punto di vista Idrogeologico è stata verificata la presenza di una solida falda acquifera profonda di tipo libero con livello della superficie piezometrica posto a -150,0 m dal p.c. (misura nei pozzi esistenti).

In considerazione dell'assetto idrogeologico la realizzazione di n. 2 piezometri deve essere tale da raggiungere la falda acquifera e garantire la necessità di monitoraggio delle acque come indicato nei paragrafi precedenti del presente studio.

Per le caratteristiche del sito è opportuno adottare tutti gli accorgimenti del caso per assicurare la sicurezza di persone e cose durante le fasi di cantiere.

Marzo 2022

Il Geologo
Dott. Valerio Buonomo

