

Committente



Codice Pratica: 20200811

Connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) per una potenza in immissione pari a 30 MW.



Progettista:



AS S.r.l.: Viale Jonio 95 - 00141 Roma - info@architetturasostenibile.com

Impianti di rete per la connessione in antenna a 150 kV sulla sezione 150 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Erchie 380 – Taranto N2".

Località

REGIONE PUGLIA – COMUNE DI TARANTO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE SE TARANTO 380

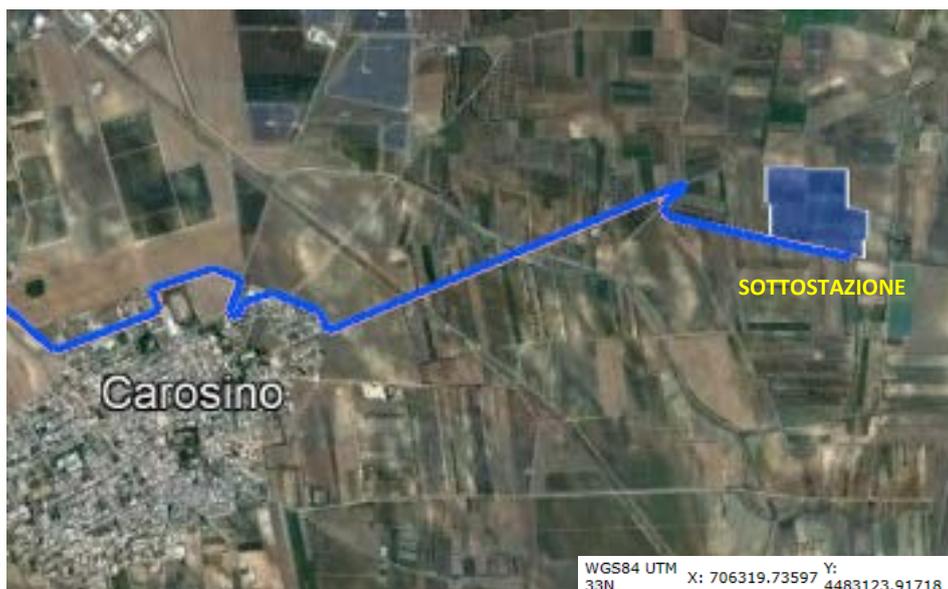
Data di produzione 01-02-2022	Revisione N. 2 del 23/03/2023	Codice elaborato
X-ELIO ITALIA S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.	Revisione del	AS_TAR_F.G.R.0.1
Timbro e firma Autore	Timbro e firma Responsabile AS	Timbro e firma Xelio

Sommario

- Premessa	2
- Localizzazione.....	2
- Inquadramento morfologico.....	3
-- Rischio idrogeomorfologico.....	6
- Piano Assetto Idrogeologico.....	7
- Catasto grotte e cavità naturali	11
- Piano Tutela Acque.....	12
- Parchi e Aree protette - ulivi monumentali.....	14
- Piano Regionale Attività Estrattive.....	15
- Geologia.....	16
- Tettonica	17
- Litologia del Foglio 202 "Taranto"	19
- Inquadramento idrogeologico.....	22
- Sismicità	29
- Profili sismici	42
- Caratteristiche geotecniche	53
- Conclusioni.....	60

Premessa

Il progetto in esame ha per oggetto la realizzazione della futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "TARANTO 380 RTN", annessa in antenna alla Centrale elettrica utente della società "EDPR RENEWABLES ITALIA HOLDING S.r.l." della potenza di 30 MW, entrambe site nel comune di TARANTO (TA), dalla linea esistente RTN 380 kV in semplice terna "TARANTO N2 - ERCHIE 380", codice di rete 21375.

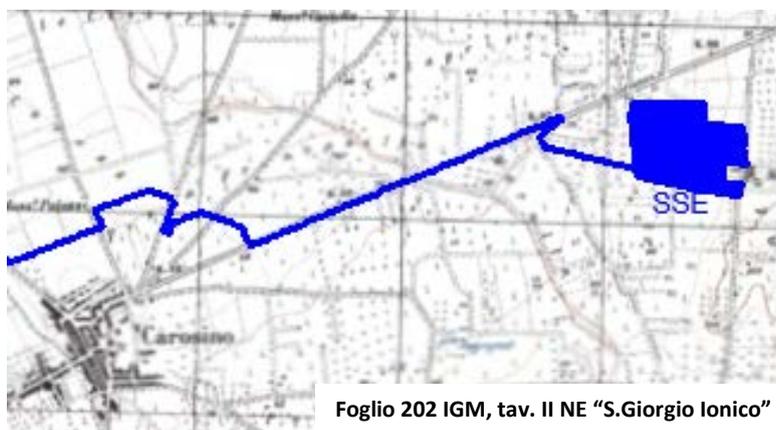


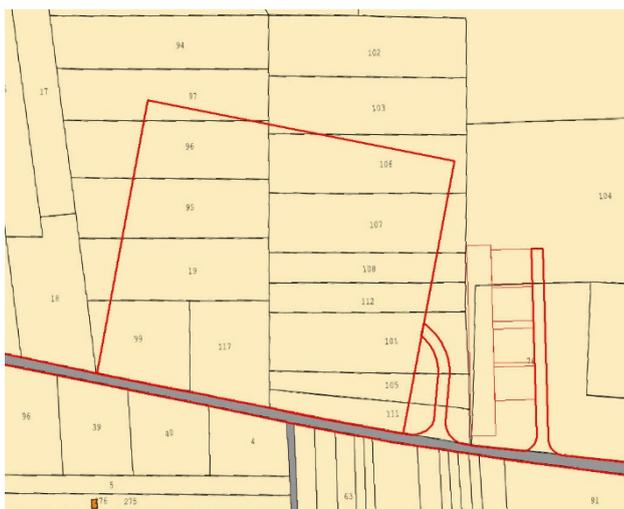
Inquadramento su ortofoto

Localizzazione

La Stazione Elettrica sarà realizzata interamente in agro di Taranto, ricade nel foglio di mappa n° 1 e dista circa 2 Km dall'abitato di Carosino.

Dal punto di vista cartografico ricade nel F° 202 della Carta I.G.M., tav. II NE "S. Giorgio Ionico".





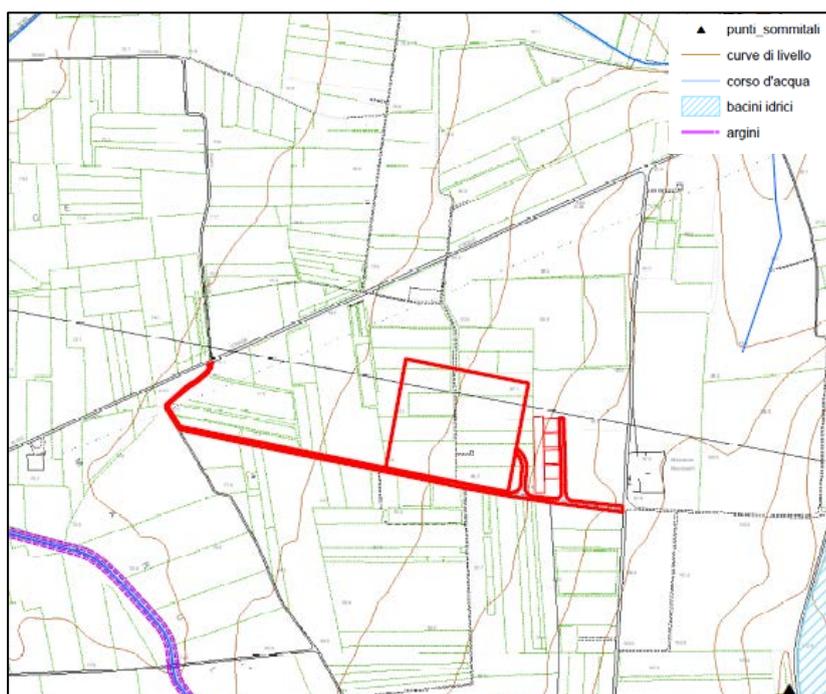
WGS84 UTM 33N	X: 706319.73597	Y: 4483123.91718
WGS84 UTM 32N	X: 1215320.16453	Y: 4514585.95394
Gauss Boaga Est	X: 2726329.08903	Y: 4483201.44808
lat/lon WGS84	X: 17.43383	Y: 40.47319

Inquadramento catastale F° 1

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

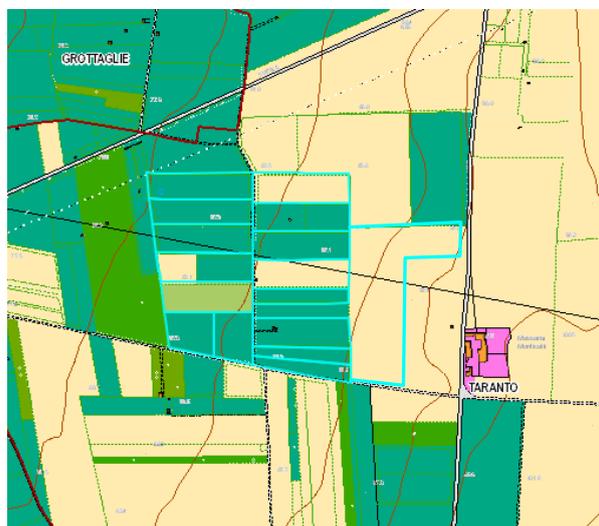
Il territorio preso in esame ricade nella parte orientale della provincia di Taranto, 2,5 Km circa ad est del centro abitato di Carosino.

I terreni sono compresi tra la SS 603 a nord e la strada vicinale coincidente con il confine sud. Il terreno presenta un andamento morfologico sub-pianeggiante con quote che variano tra 80 e 93 m slm ed una pendenza pari al 2,60% verso est. Come riportato anche dalla carta dell'uso del suolo, il terreno destinato alla realizzazione della SSE è condotto principalmente a vigneto, in parte a seminativo e c'è una piccola porzione incolta. In quest'area l'idrografia superficiale presenta un regime tipicamente torrentizio, caratterizzato da lunghi periodi di magra interrotti da piene che, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, possono assumere un carattere rovinoso.



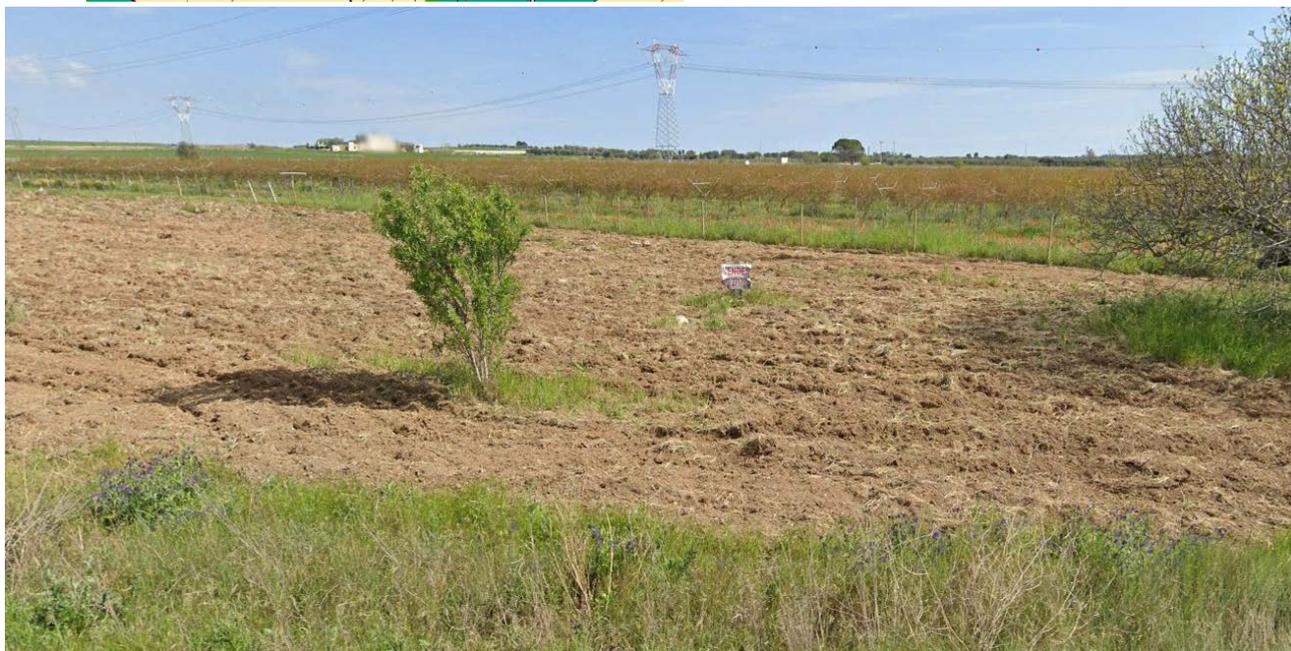
Carta morfologica

L'area di progetto non è interessata dal reticolo idrografico e non presenta rischi geomorfologici.



- 321 - aree a pascolo naturale, praterie, incolti
- 221 - vigneti
- 222 - frutteti e frutti minori
- 1216 - insediamenti produttivi agricoli
- 2111 - seminativi semplici in aree non irrigue

Uso del suolo



Dal punto di vista geologico la Puglia ha un ruolo di Avampaese nel sistema orogenetico che ha portato alla formazione della Catena Appenninica. Il territorio interessato si trova a cavallo tra il dominio dell'Avampaese Apulo e quello della Fossa Bradanica.

L'Avampaese Apulo è caratterizzato da una spessa successione di roccia calcarea e in subordine dolomitica, di età mesozoica, la cui parte affiorante è nota in bibliografia con il nome di "Gruppi dei Calcari delle Murge", costituiti da due unità litostratigrafiche principali: "Calcari di Bari" (Cretaceo inf. medio) e "Calcari di Altamura" (Cretaceo sup.).

Su queste unità litostratigrafiche durante il ritiro del mare presso le attuali coste, si sono accumulati depositi terrazzati, marini e continentali, che costituiscono la litologia della successione della Fossa Bradanica. Diverso e vario è l'assetto tipico della Fossa Bradanica laddove le forme del rilievo sono fortemente condizionate dalla natura clastica delle rocce presenti. L'instabilità dei versanti è legata non solo alla natura dei terreni e dal loro stato di aggregazione e di assetto, ma anche all'azione degli agenti esogeni che fanno sì che le forme del rilievo dell'area bradanica siano in continua evoluzione, tanto che le frane e i dissesti sono uno degli elementi fondamentali della morfologia della zona. L'instabilità dei versanti è particolarmente pronunciata nelle aree in cui affiorano materiali argillosi e argillososabbiosi, manifestandosi con forme erosive superficiali come scoscendimenti, lame e calanchi. Rilevanti sono le frane dovute a cedimenti e scivolamenti di interi pendii. Nell'area di affioramento dei Tufi, la morfologia è molto blanda. Presentano una disposizione tabulare, assetto clinostratificato verso la valle del Bradano e resistenza alle azioni erosive accentuato soprattutto quando sono disseccati. Tutti ciò ha determinato forme poco o per nulla pronunciate, ampi tratti pianeggianti e versanti debolmente inclinati. Caratteristiche sono le gravine, profondi solchi erosivi, spesso tortuosi, che in alcuni punti incidono i sottostanti calcari cretacei. Sono simili a forre ristrette, con pareti a picco in alcuni punti e alte decine di metri. Hanno poche acque che saltuariamente scorrono con impeto e alta energia, alimentando nella regione quel fenomeno chiamato mene. Dai limiti occidentali della provincia di Taranto, ad ovest di Mottola, le gravine sono incise per la gran parte della loro profondità, fino ad un centinaio di metri, nei calcari mesozoici, con l'andamento serpeggiante tipico di un meandro incassato. Il loro profilo trasversale è a V, stretto, sub-verticale nella parte più alta. Il profilo longitudinale è prossimo ad un ramo di iperbole poco concavo, volto a completare a monte l'erosione regressiva e, nella parte a valle, a raggiungere il livello di base locale. Sul fondo, inciso direttamente nei calcari, sono assenti spessori di alluvioni o depositi colluviali. Spesso il fondo è marcato dalla presenza di successioni di bassi salti di quota e da marmitte di eversione. Le gravine, le lame e i valloni con profilo a V sono simili a canyons, solchi di sovrapposizione modellati dal fluire dell'acqua a seguito del sollevamento tettonico, con tendenza all'approfondimento, adattando il loro profilo di equilibrio al livello di base rappresentato dal livello del mare.

RISCHIO IDROGEOMORFOLOGICO

Per verificare l'esistenza di rischi geomorfologici è stata eseguito il rilievo geologico dell'area e sono state consultate le cartografie tecniche.

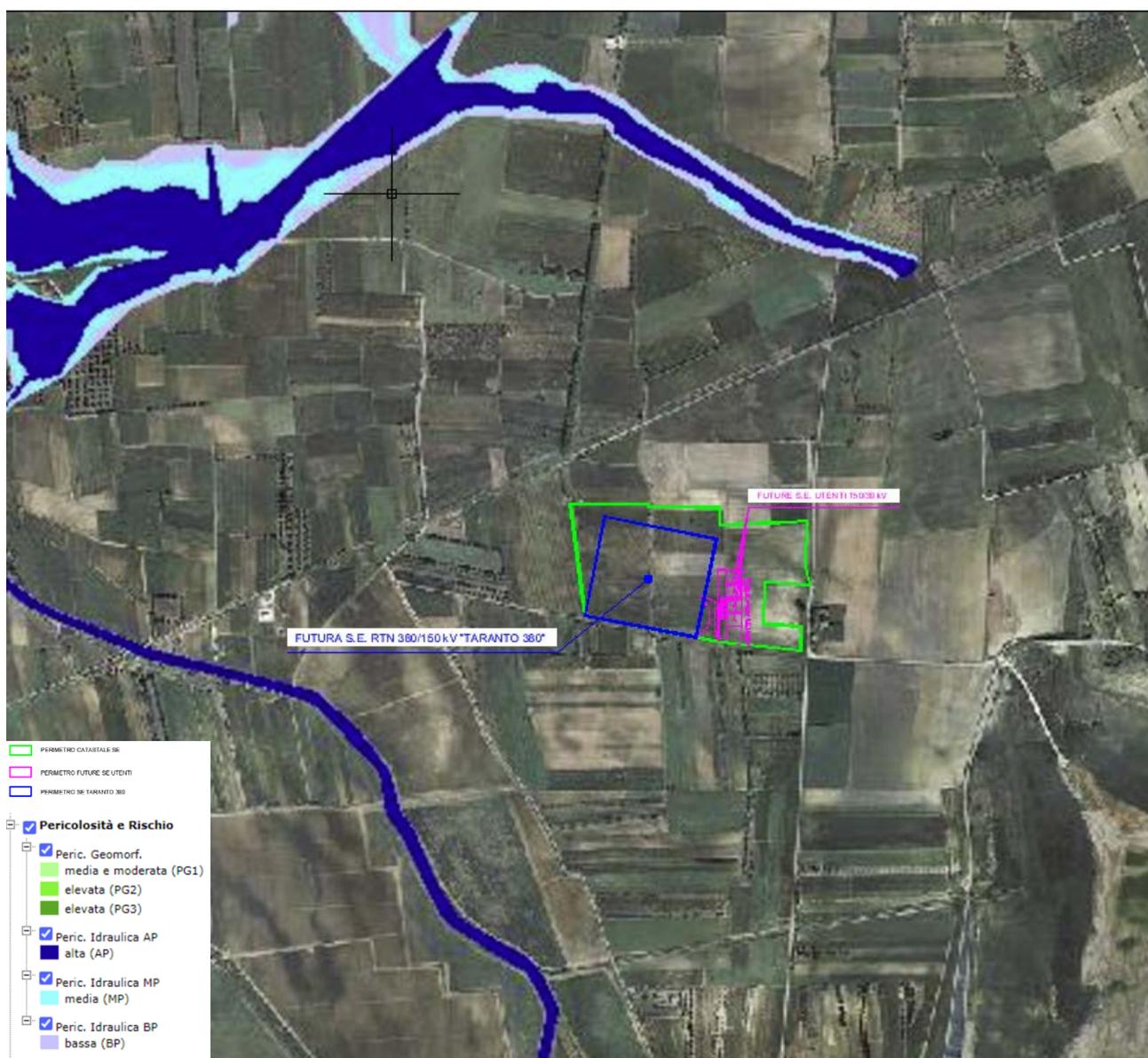
- Rilevamento geomorfologico dell'area;
- Carta Tecnica Regionale (SIT Puglia);
- Uso del Suolo (SIT Puglia);
- Carta idrogeomorfologica (AdB Puglia);
- Piano Assetto Idrogeomorfologico (PAI Puglia e Basilicata);
- Rischio grotte e cavità (Catasto Grotte);
- Parchi e Aree Protette (SIT Puglia);
- Piano Tutela Acque (SIT Puglia);

Rischi idrogeologici e aree a tutela	
elemento	presenza
Rischio idraulico	assente
Rischio geomorfologico	assente
Aree a tutela PTA	assenti
Parchi e Aree Protette	assenti
forme carsiche (doline, inghiottitoi, grotte, ecc)	assenti
PRAE	assenti

Lo studio eseguito ha permesso di **escludere la presenza di grotte, inghiottitoi, cavità naturali o antropiche, doline e voragini nell'area oggetto di studio.**

Piano Assetto Idrogeologico Puglia (PAI)

Il PAI, adottato con Delibera Istituzionale n°25 del 15/12/2004 ed approvato con Delibera Istituzionale n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.



Stralcio cartografia P.A.I. Puglia

Dal punto di vista normativo, è necessario tener conto delle seguenti prescrizioni:

- Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino (PAI) del 30 novembre 2005;
- Legge Regionale n° 19 del 19 luglio 2013 "Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi".

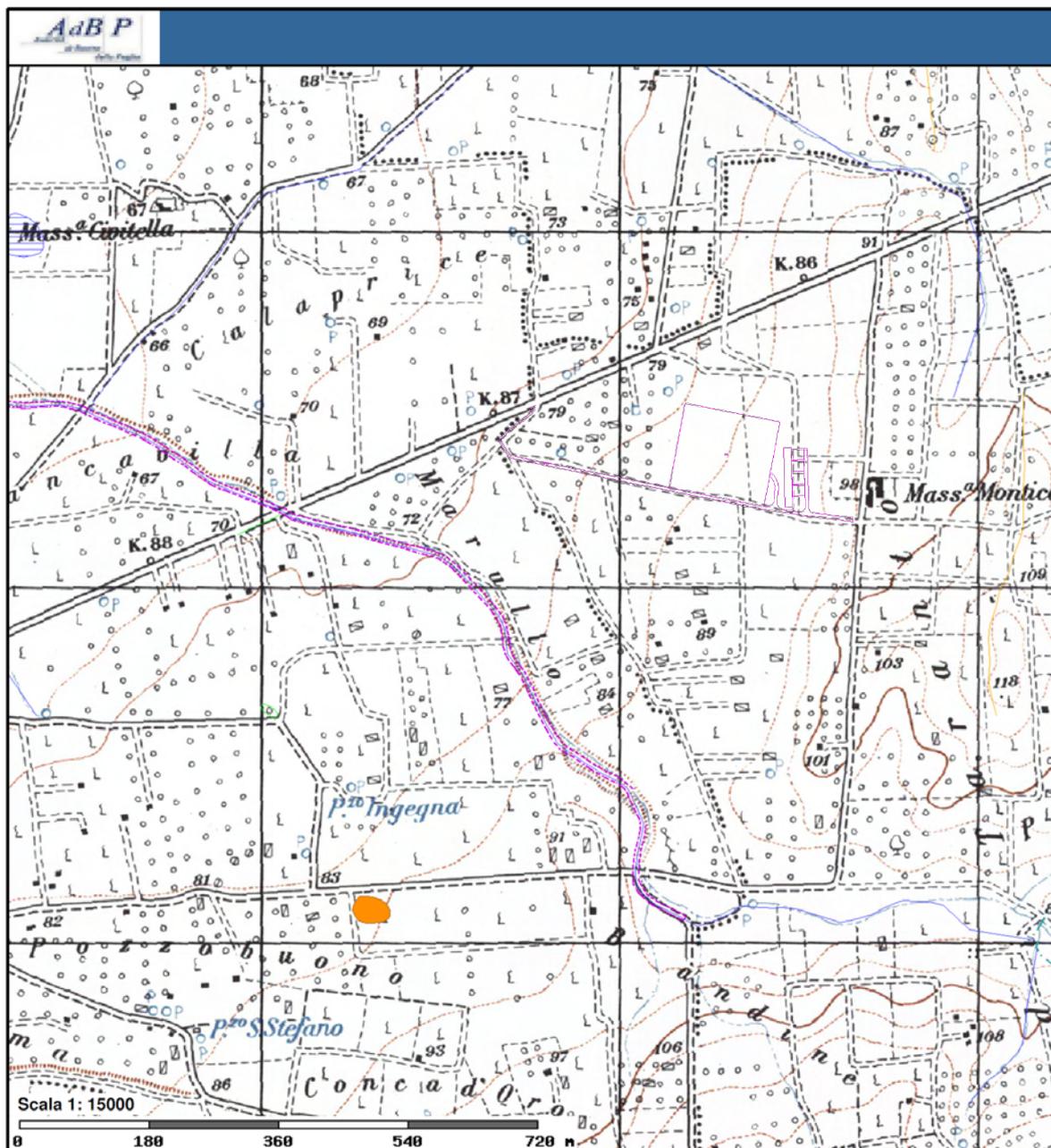
In particolare, in riferimento a quanto prescritto dalle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si precisa che, in base alla cartografia ufficiale del PAI, l'area di progetto non rientra tra quelle interessate da pericolosità geomorfologica e idraulica.

Inoltre, in riferimento a quanto prescritto dalle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si precisa che l'area oggetto d'intervento è esterna all'area di rischio idraulico e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Carta Idrogeomorfologica

Con delibera n. 1792 del 2007, la Giunta Regionale della Puglia ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. In relazione al dettaglio di restituzione della Carta Idrogeomorfologica (scala 1:25.000), il Comitato Istituzionale, all'interno della Delibera n. 48/2009, ha inteso prevedere una successiva fase di verifica, aggiornamento e condivisione al fine di rendere la Carta conforme ed adeguata ad un utilizzo alla scala comunale, in considerazione dei continui approfondimenti conoscitivi che l'Autorità di Bacino della Puglia svolge nell'ambito dei tavoli tecnici di copianificazione per i PUG, e delle istruttorie di progetti ed interventi di competenza.

L'analisi della Carta Idrogeomorfologica ha permesso di evidenziare sia le emergenze idrauliche quali il reticolo idrografico e le aree interessate da allagamento, e sia le emergenze geomorfologiche, quali le forme di versante, i cigli e le ripe fluviali, le forme carsiche (doline, grotte naturali, voragini), i geositi.



FORME DI VERSANTE

Linee

-  Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
-  Cresta smussata
-  Nicchia di distacco

-  Cresta affilata
-  Asse di dislivvio

Poligoni

-  Corpo di frana
-  Area interessata da dissesto diffuso

-  Cono di detrito
-  Area a calanchi e forme similari



FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

Cigli e ripe

<p> Ciglio di sponda</p>	<p> Ripa di erosione</p>
---	---

FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Corsi d'acqua

<p> Corso d'acqua</p> <p> Corso d'acqua obliterato</p> <p> Recapito finale di bacino endoreico</p> <p> Sorgenti</p> <p> Canali lagunari</p>	<p> Corso d'acqua episodico</p> <p> Corso d'acqua tombato</p>
--	---

FORME CARSICHE

<p> Doline</p> <p> Grotte naturali</p> <p> Orlo di depressione carsica</p> <p> Voragini</p>	
--	--

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE ANTROPICA

Linee

<p> Argine</p> <p> Opera di difesa costiera</p>	<p> Traversa fluviale</p>
---	--

Poligoni

<p> Diga</p> <p> Discarica controllata</p> <p> Cava abbandonata</p> <p> Cava rinaturalizzata</p> <p> Miniera abbandonata</p>	<p> Opera ed infrastruttura portuale</p> <p> Area di cava attiva</p> <p> Cava riqualificata</p> <p> Discarica di residui di cava</p> <p> Discarica di residui di miniera</p>
---	---

SINGOLARITA DI INTERESSE PAESAGGISTICO

<p> Geositi</p>	
--	--

Cartografia di base

Stralcio Carta idrogeomorfologica

Catasto grotte e cavità artificiali



Grotte e CA

- Grotte
- ▲ Cavità artificiali

Grotte e CA (AGGIORNATO, LENTO)

- Grotte
- ▲ Cavità artificiali

Grotte e CA INCOMPLETE

- Grotte
- ▲ Cavità artificiali

Stralcio Carta catasto grotte e cavità artificiali (Catasto grotte)

Piano Tutela Acqua (PTA)

Con DCR 20 ottobre 2009 n. 230 è stato approvato il "Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia" che riporta come vigenti le "Prime norme di salvaguardia", adottate con deliberazione della Giunta regionale n. 883 del 19/06/2007, fino all'adozione dei regolamenti di attuazione. Con delibera di Giunta Regionale n. 1333 del 16.07.2019 è stata adottata la proposta di aggiornamento 2015-2021.

Le "Prime Misure di Salvaguardia" riportano:

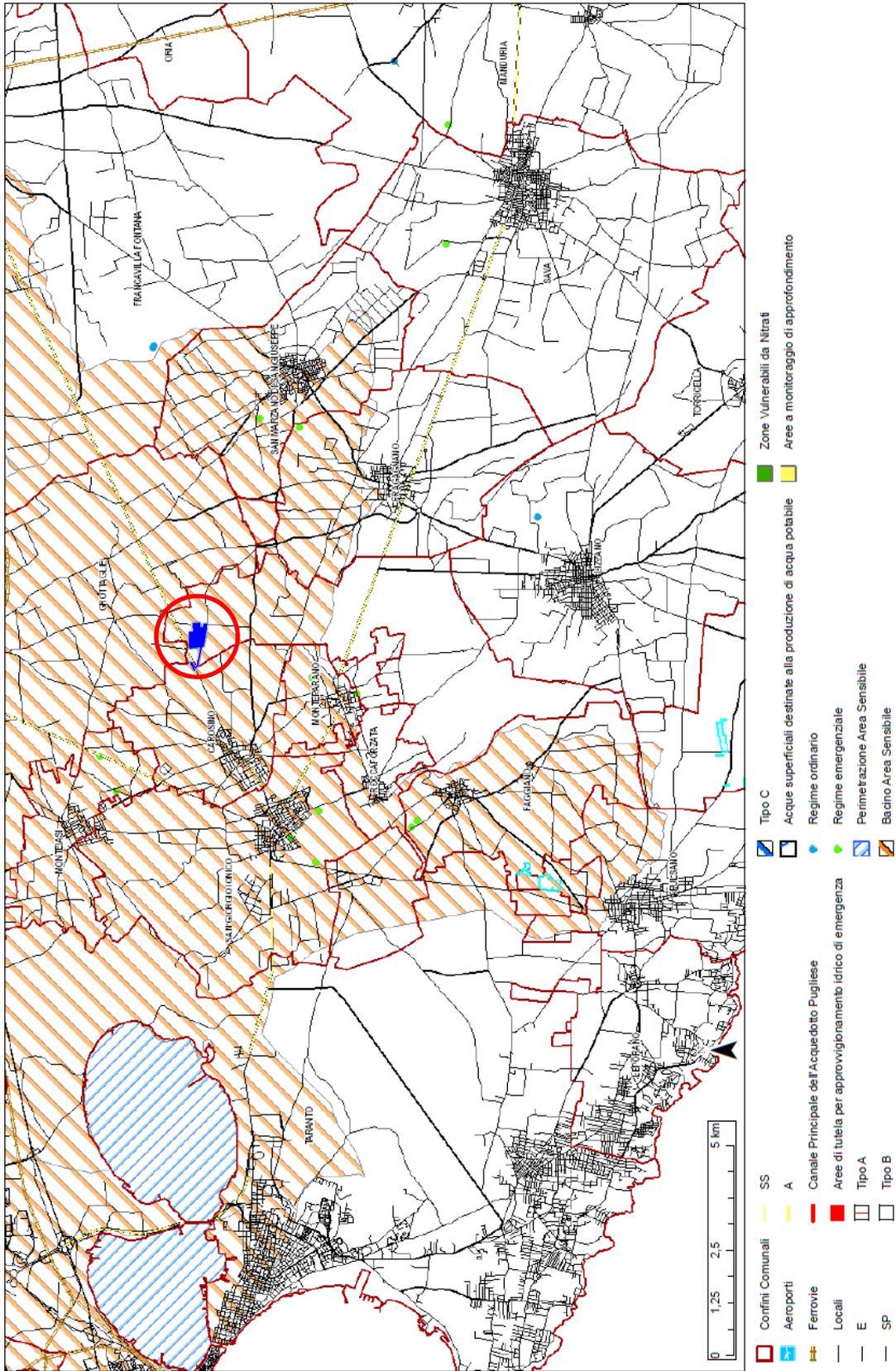
- Misure di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei:
 - Aree interessate da contaminazione salina;
 - Aree di tutela quali-quantitativa.
- Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica:
 - Tipo A;
 - Tipo B;
 - Tipo C.
- Misure integrative (tracciato canale principale dell'AQP).

Le aree di progetto non rientrano nè tra le zone di protezione speciale idrogeologica nè tra quelle sottoposte alle misure integrative, mentre rientrano tra le aree sensibili. Per queste zone le NTA del PTA 2015-2021 prevedono la riduzione del carico di sostanze nutrienti derivanti dagli scarichi delle acque reflue urbane (art. 27). Pertanto, in riferimento alla tipologia di intervento, è possibile affermare che **l'area in oggetto, non è soggetta alle prescrizioni di cui il Piano di Tutela Acque.**



Consultazione Piano Tutela Acque 2019 Adottato

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia - 08/10/2022



Parchi e Aree Protette - ulivi monumentali

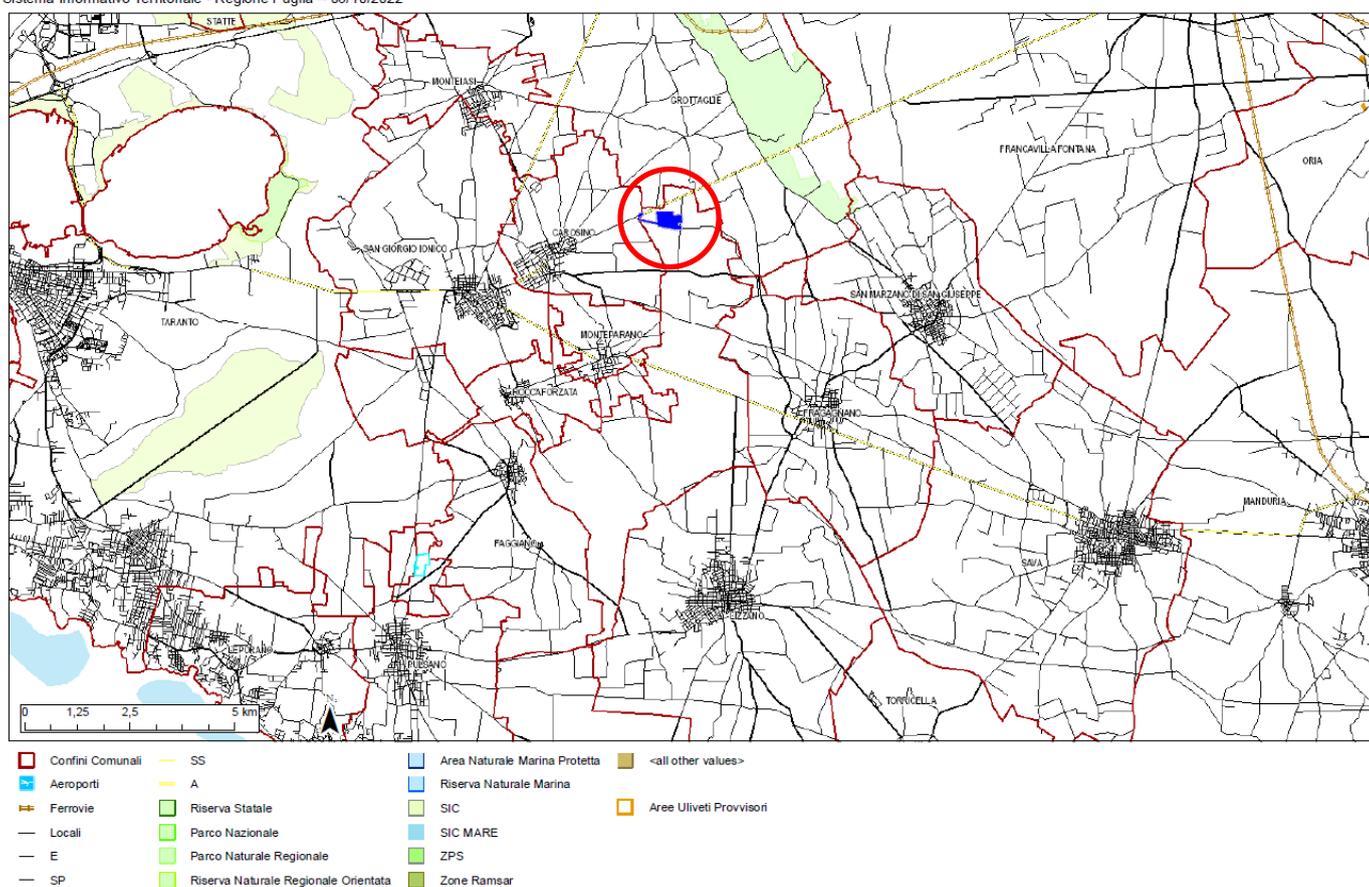
La LR 4.6.2007, n. 14 tutela e valorizza gli ulivi monumentali della Puglia. Dalla consultazione della cartografia e dell'elenco, riportati sul portale ambientale della Regione Puglia, si evince che nell'area non sono presenti alberi vincolati.

Anche dal sopralluogo effettuato è stato possibile riscontrare l'assenza di qualunque albero di ulivo monumentale.

Inoltre, l'area di progetto è esterna a Parchi e Aree Protette.

Parchi e Aree Protette

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia -- 08/10/2022



Piano Regionale Attività Estrattive PRAE

Con DGR 23.02.2010, n. 445 veniva approvata la Variazione PRAE con la Cartografia giacimentologica, NTA e relativo regolamento. Dalla consultazione della cartografia riportata sul portale Ambientale della Regione Puglia è possibile identificare la natura del bacino giacimentologico, la presenza di aree a vincolo e la presenza di cave autorizzate.

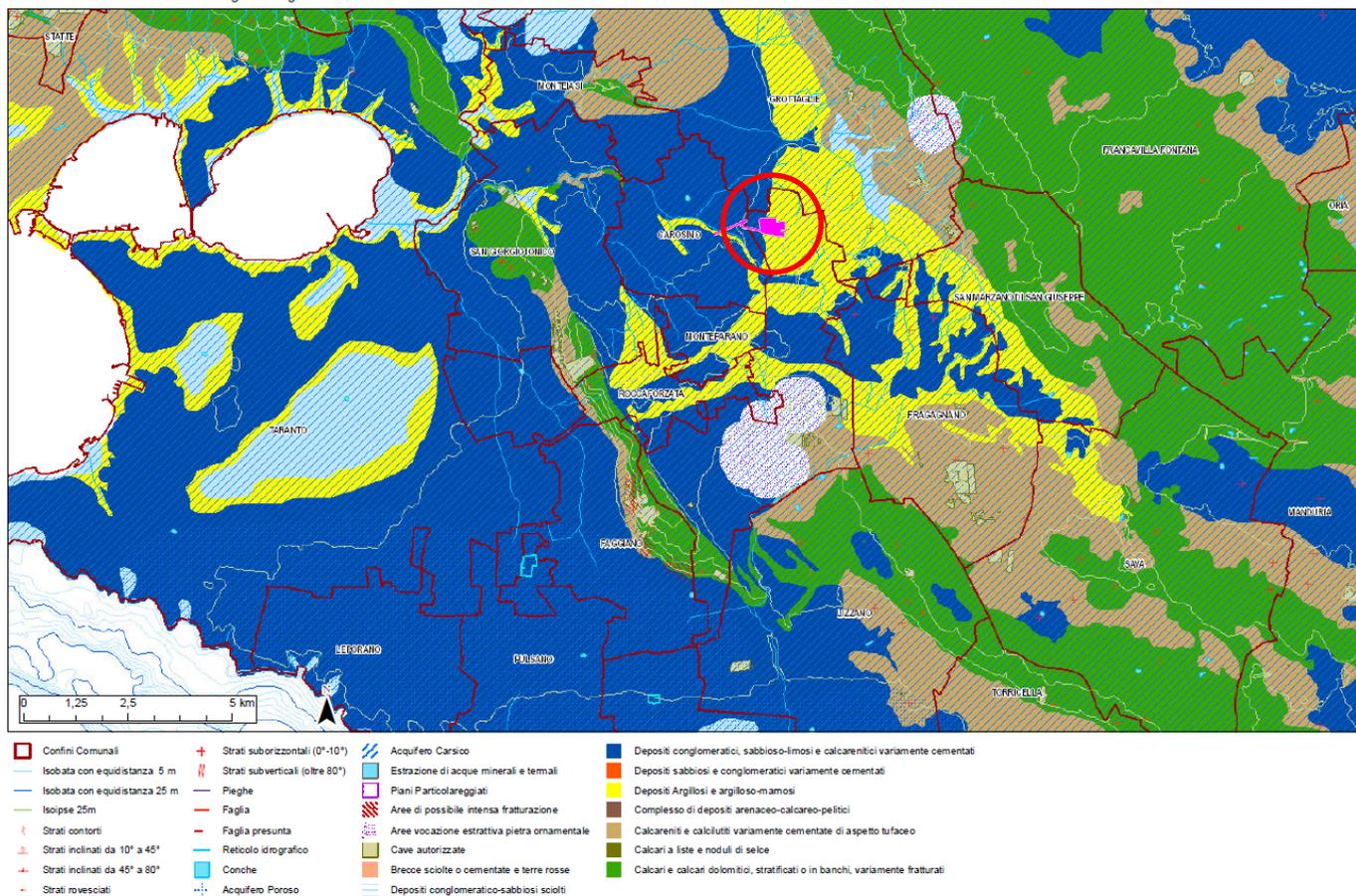
Tra le aree vincolate rientrano le Riserve Naturali, i Parchi, le aree IBA, ZPS, SIC, quelle a rischio inondazione e frane ed il tessuto urbano.

Dalla successiva figura si può notare che la zona in oggetto non è interessata da aree a vincolo

Dal punto di vista giacimentologico la SSE ricade su depositi argillosi passanti, ad ovest, a depositi calcarenitici. Non sono presenti cave di prestito e/o impianti di acque termali o minerali.

Attività Estrattive

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia -- 08/10/2022



Attività Estrattive

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia -- 23/03/2023



- Confini Comunali
- Isobata con equidistanza 5 m
- Isobata con equidistanza 25 m
- ▨ Cave autorizzate
- ▨ Catasto acque minerali e termali

Ubicazione Cave e Acque minerali

GEOLOGIA

Dal punto di vista geologico, il territorio di Taranto si trova al limite tra il dominio dell’Avampaese Apulo e quello dell’Avanfossa Appenninica (Fossa Bradanica). L’Avampaese Apulo è caratterizzato da una spessa successione di roccia calcarea, e in subordine dolomitica, di età mesozoica, la cui parte affiorante è nota in bibliografia con il nome di “Gruppi dei Calcari delle Murge”, costituiti da due unità litostratigrafiche principali: "Calcari di Bari" (Cretaceo inf. medio) e "Calcarea di Altamura" (Cretaceo sup.); quest’ultima affiora proprio nel territorio di Taranto.

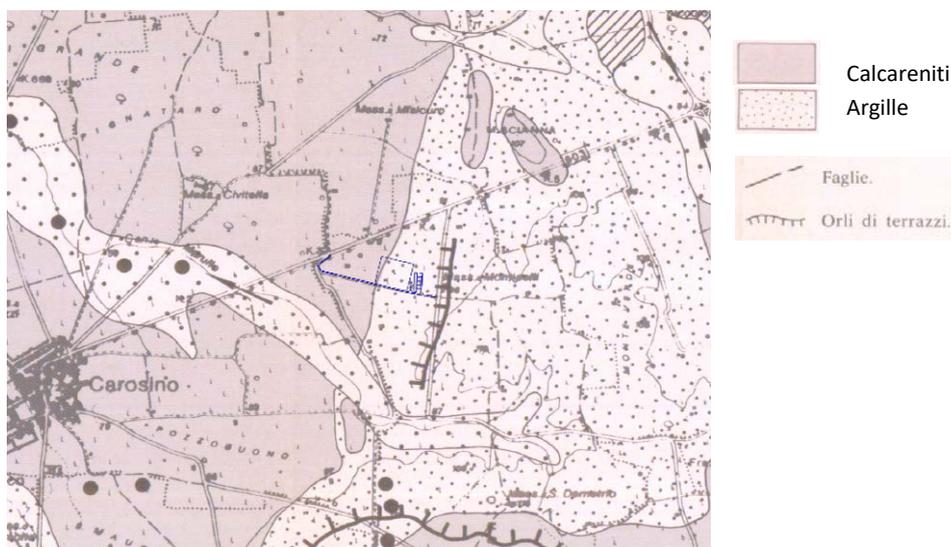
I calcari, verso il lato bradanico delle Murge, sono ribassati a gradinata fino al fronte della Catena Appenninica dove si rinvengono al di sotto di una spessa copertura di depositi appartenenti al ciclo sedimentario plio-pleistocenico della Fossa Bradanica. I termini basali di questo ciclo sedimentario sono rappresentati dalle formazioni geologiche delle “Calcarenite di Gravina”, “Argille subappennine”, “Calcarenite di M. Castiglione”, che affiorano estesamente nel territorio comunale di Taranto. Su queste unità litostratigrafiche durante il ritiro del mare presso le attuali coste, si sono accumulati depositi terrazzati, marini e continentali, così come rappresentato nel Foglio 202 della Carta Geologica d’Italia in cui ricade il territorio comunale di Taranto.

Tettonica

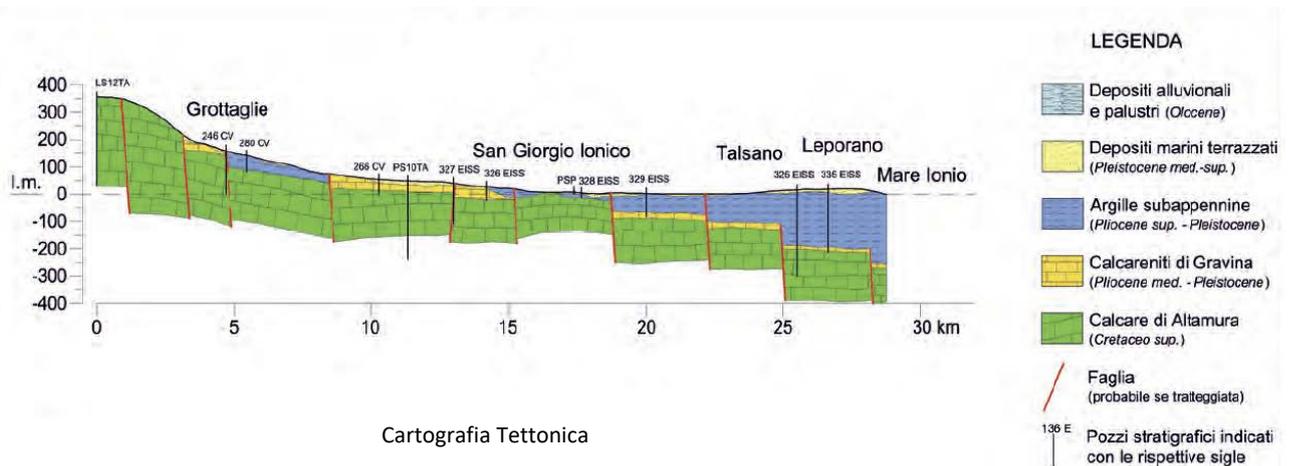
Per quanto riguarda l'assetto tettonico dell'area tarantina, esso riflette la storia geologica del territorio pugliese. Si osserva, infatti, una concordanza tra morfologia e tettonica: i rilievi corrispondono ad alti strutturali (horst) costituiti litologicamente dalla formazione più antica costituita dal Calcarea di Altamura, mentre le aree più pianeggianti corrispondono a zone strutturalmente depresse (graben), riempite dalle più recenti coperture sedimentarie. I calcari cretacei, ribassati a gradinata, formano un'estesa monoclinale con immersione a S-SO, complicata da blande pieghe e interrotta da sistemi di faglie normali di direzione ONO-ESE.

La copertura sedimentaria deposta in seguito alla trasgressione plio-pleistocenica in tutto il territorio tarantino (ossia i termini basali della sequenza della Fossa Bradanica: Calcarenite di Gravina e Argille subappennine) mostrano di non aver subito la fase tettonica disgiuntiva che ha interessato i calcari cretacei ma, insieme a questi ultimi, ha però subito lenti sollevamenti differenziati nel tempo, che hanno portato alla deposizione in terrazzi dei sedimenti dei cicli marini post-calabrianici (nell'area sono stati riconosciuti fino a 11 ordini di terrazzi).

In generale per l'intera area in cui ricade il territorio in oggetto si osserva sempre una corrispondenza tra struttura e morfologia pertanto le aree altimetricamente elevate corrispondono sempre con gli alti strutturali al cui nucleo affiora il basamento calcareo del Cretaceo. Il più rilevante di questi alti morfologico strutturali è quello compreso grossomodo tra Crispiano e Lizzano (proseguimento della dorsale di Mottola - Crispiano), allungato in direzione NNO-SSE e separato dai più continui affioramenti calcarei del settore NE del Foglio 202 dalla cosiddetta sinclinale di Mottola-Lizzano. Il rilievo morfostrutturale di Crispiano – Lizzano è delimitato da evidenti scarpate di faglia (faglie normali il cui rigetto è sconosciuto) ed ha al suo nucleo il calcarea di Altamura che affiora con assetto monoclinale. Oltre alle faglie visibili in affioramento che delimitano il rilievo di Lizzano – Crispiano si ritiene che nel settore compreso tra questo e la costa esistano altre strutture sepolte dai depositi pleistocenici.



L'area oggetto della realizzazione della SE è ubicata sulle unità Pleistoceniche che non sembrerebbero essere interessate da queste strutture; esse, infatti, hanno giacitura orizzontale e non sono per nulla deformate. Grazie alla loro presenza è stato possibile, attraverso analisi geologiche e geomorfologiche dettagliate e datazioni assolute, calcolare la velocità di sollevamento (uplift) dell'area di Taranto da circa 250000 anni BP ad oggi.



Litologia del Foglio 202 "Taranto"

Geologicamente l'area del Foglio 202 "Taranto" nelle linee generali, è geologicamente caratterizzata da un potente basamento carbonatico cretaceo (riferibile al "Calcarea di Altamura" della letteratura geologica ufficiale) sovrastato in trasgressione da una sequenza sedimentaria marina plio - pleistocenica ("Calcarenite di Gravina", "Argillesubappennine", "Calcarenite di M. Castiglione") su cui, durante il ritiro del mare presso le attuali coste, si sono accumulati depositi terrazzati, marini e continentali.

Calcarea di Altamura (C¹¹⁻⁷)

Questa unità litostratigrafica rappresenta il basamento rigido della zona ed è costituito da una serie sedimentaria prevalentemente calcarea caratterizzata, in questa zona, da calcari micritici fossiliferi e da calcari a Rudiste in sequenze cicliche regolarmente stratificate. La genesi di tale successione carbonatica è di piattaforma interna con ripetuti periodi di mare poco profondo (tidale e/o lagunare), e sedimentazione compensata da subsidenza. Nella parte alta di tale Formazione sono presenti alcune lacune stratigrafiche, riconducibili a facies di soglia ben documentate anche sotto l'aspetto paleoambientale e stratigrafico, con calcari micritici di piattaforma interna che poggiano in discordanza su sedimenti di scogliera e scarpata. Nutrita la presenza fossilifera, formata da micriti ad alghe, calcareniti a foraminiferi e frequenti livelli con Rudiste, specialmente nella parte sommitale della successione. Il Calcarea di Altamura, spesso fino a 1000 metri, è ascrivibile al Turoniano superiore - Maastrichtiano.

Calcareniti di Gravina (P-Q_c)

Tale formazione poggia in trasgressione sul Calcarea di Altamura. Lo spessore è variabile e segue l'andamento irregolare del basamento calcareo. Si tratta di biocalcareniti porose, variamente cementate, biancastre o giallognole, fossilifere; sono massive, a luoghi stratificate in banchi con giacitura sub-orizzontale. Localmente, in corrispondenza della superficie di trasgressione, si rinviene un orizzonte discontinuo di breccia calcarea rossastra ad elementi carbonatici poco elaborati. Nel territorio comunale le calcareniti affiorano solo in corrispondenza della Gravina di Mazaracchio e del Fosso La Felicia (a nord della zona PIP) e nei pressi di Masseria S. Teresa.

Argille sub-appennine (Q_a)

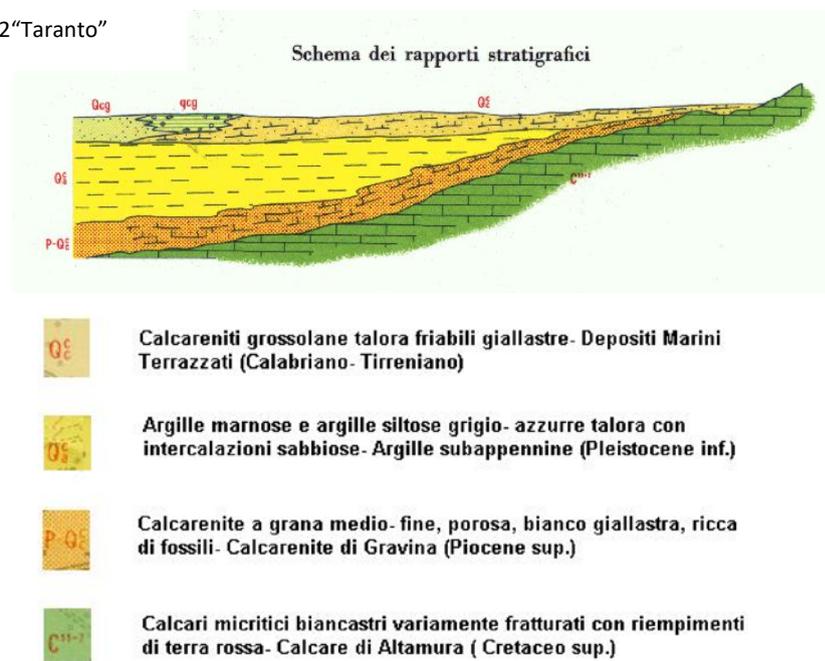
Questa formazione risulta in continuità stratigrafica con le Calcareniti di Gravina. Si tratta di argille marnosiltose con intercalazione sabbiose, di colore grigio-azzurro che sfuma al giallastro, se alterate; l'ambiente di sedimentazione è di mare profondo. Tale formazione affiora in superficie lungo le sponde del Mar Piccolo, nell'area del Porto mercantile, nella zona del ponte di Porta Napoli e in corrispondenza della Salina piccola, della Salina grande e di Palude Erbara; a Taranto città i litotipi argillosi si rinvengono a profondità variabile tra i 5 e gli 8 metri dal piano campagna, al di sotto dei depositi sabbiosi calcarenitici dei Terrazzi Marini.

Calcareniti - Depositi Marini Terrazzati (Q^c)

Questi depositi poggiano con contatto trasgressivo su superfici di abrasione incise, a vari livelli, nei termini della serie plio-pleistocenica della Fossa Bradanica (Argille subappennine, Calcarenite di Gravina) e in qualche caso direttamente sui calcari cretacei. Tali depositi affiorano estesamente verso la costa, con uno spessore affiorante dell'ordine dei 5-6 metri.



Carta geologica F° 202 "Taranto"



Il terreno di sedime della Stazione Elettrica è costituito da circa 30 m di argille marnosiltose con intercalazione sabbiose, di colore grigio-azzurro che sfuma al giallastro appartenenti alla formazione della Argille subappennine.

Stratigrafie pozzi irrigui

Pozzo 205272 (77.00 m)	
0.00-1.00	Terreno
1.00-4.50	Calcarenite
4.50-32.00	Limi argillosi
32.00-40.50	Calcarenite
40.50-120.00	Calcarea

Pozzo 205374 (89.00 m)	
0.00-2.00	Terreno
2.00-38.00	Argilla
38.00-155.00	Calcarea



Ubicazione pozzi (ISPRA)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205272 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: GROTTAGLIE Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 120,00 Quota pc sim (m): 77,00 Anno realizzazione: 1993 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 7,400 Portata esercizio (l/s): 2,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 17,433169 Latitudine WGS84 (dd): 40,483719 Longitudine WGS84 (dms): 17° 25' 59.42" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 29' 01.40" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205374 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: GROTTAGLIE Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 155,00 Quota pc sim (m): ND Anno realizzazione: 2006 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,000 Portata esercizio (l/s): 0,500 Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 17,440950 Latitudine WGS84 (dd): 40,481219 Longitudine WGS84 (dms): 17° 26' 27.43" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 28' 52.40" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	120,00	120,00	300

DIAMETRI PERFORAZIONE				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	40,00	40,00	250
2	40,00	155,00	115,00	200

FALDE ACQUIFERE			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	70,00	70,00	0,00

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2006	80,00	80,00	0,00	0,500

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1993	70,00	70,00	0,00	7,400

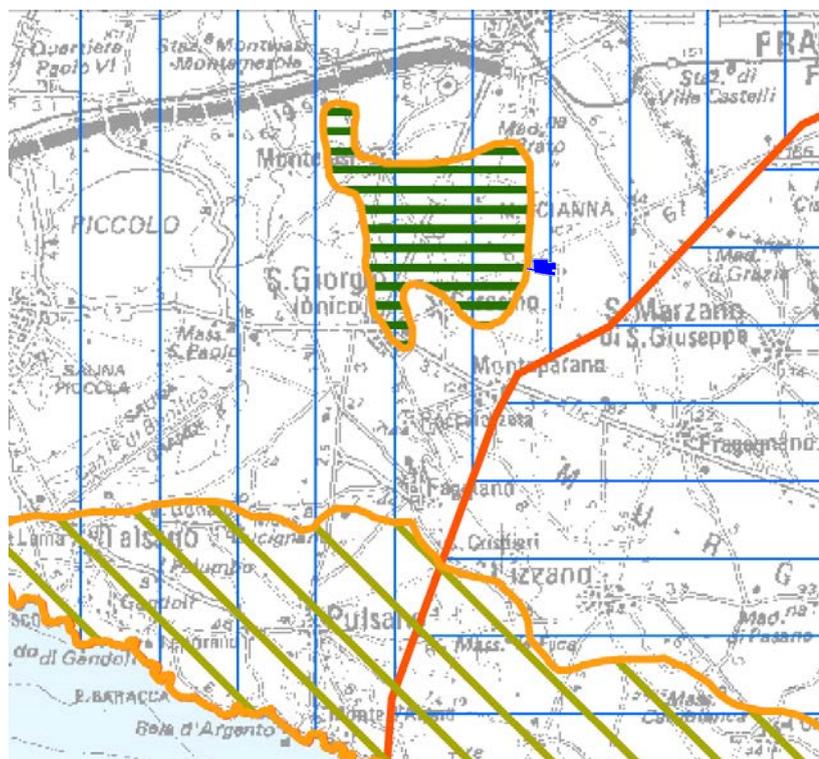
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRA VEGETALE
2	2,00	38,00	36,00		ARGILLA
3	38,00	155,00	117,00		ROCCIA CARSIACA

STRATIGRAFIA					
Da Progr	profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	4,50	3,50		BIOCALCARENITI MARRONCINO-ROSATE
3	4,50	32,00	27,50		LIMI ARGILLOSI GRIGIO-AZZURRI E GRIGIO-VERDI
4	32,00	40,50	8,50		CALCARENITI A GRANA MEDIO-FINE
5	40,50	120,00	79,50		CALCARI MICRITICI BIANCASTRI FRATTURATI E CARSIIFICATI, CON ALTERNANZE DI LIVELLI DOLOMITIZZATI GRIGIASTRI.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Secondo il PTA l'area in esame ricade nel cosiddetto acquifero della Murgia ed in particolare ne costituisce un settore marginale caratterizzato da carichi idraulici non alti e prossimo al limite ideale, che viene fatto coincidere con l'allineamento Taranto – Brindisi, con l'adiacente acquifero del Salento.

L'unità idrogeologica che costituisce tale acquifero è generalmente caratterizzata dagli affioramenti delle rocce calcaree mesozoiche; nei limiti del sito di interesse invece tali rocce sono estesamente ricoperte per trasgressione da sedimenti calcarenitici ed argillosi neogenico - quaternari. Rispetto ai caratteri generali noti dell'acquifero murgiano, infatti il settore tarantino rappresenta una particolarità connessa all'evidenza che, per motivi tettonici, i calcari ospitanti la falda profonda si rinvengono dislocati a notevoli profondità sotto una coltre di terreni argillosi di copertura che possono raggiungere talora spessori da alcune decine di metri ad oltre cento.



Legenda

Corpi idrici sotterranei (Tav. 060100A - PTA)

ACQUIFERI CARSIICI E FESSURATI

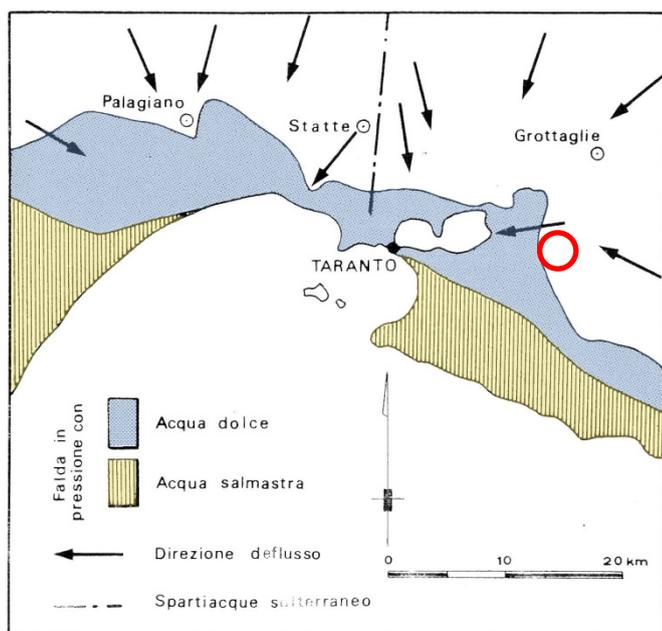
-  ACQUIFERO DELLA MURGIA
-  ACQUIFERO DEL SALENTO

ACQUIFERI POROSI

-  ACQUIFERO SUPERFICIALE DELL'ARCO JONICO TARANTINO ORIENTALE
-  ACQUIFERI SUPERFICIALI MINORI DELL'ARCO JONICO TARANTINO

La distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche mesozoiche che costituiscono l'acquifero murgiano è legata principalmente all'evoluzione del fenomeno carsico. Detto fenomeno non ha

ovviamene avuto ovunque la stessa intensità ed è stato condizionato dalle ripetute e sostanziali variazioni di quota subite dal livello di base della circolazione idrica sotterranea pertanto esistono aree e volumi rocciosi fortemente carsificati affianco ad aree e volumi rocciosi praticamente intatti dove, ovviamente la permeabilità dell'acquifero è molto bassa. Nel complesso dunque l'acquifero murgiano (che talora è anche limitato al tetto da rocce praticamente impermeabili) è dotato di una permeabilità d'insieme relativamente bassa (se paragonata a quella riconosciuta nel Salento) e le acque di falda che lo impegnano sono generalmente costrette a muoversi in pressione, spesso a notevole profondità al di sotto del livello mare, con carichi idraulici ovunque alti e sensibilmente variabili lungo la verticale dell'acquifero.



Caratteristiche principali della falda profonda

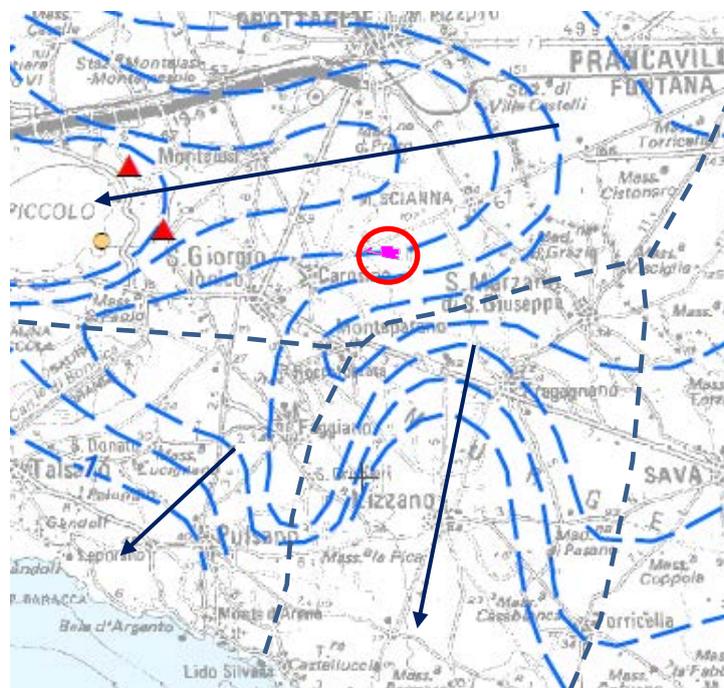
Anche le cadenti piezometriche, con le quali la falda defluisce verso il mare, sono alte (2÷8 per mille). I massimi carichi piezometrici si riscontrano nelle aree più interne dell'altopiano murgiano, ove si raggiungono valori di circa 200 m s.l.m., ma non di rado carichi idraulici di 10÷15 m s.l.m. si osservano anche in aree situate ad appena pochi chilometri dalla linea di costa. L'irregolare distribuzione della permeabilità in senso verticale fa sì che la parte più alta della falda risulti talora frazionata in più livelli idrici sovrapposti, spesso modesti e separati da orizzonti rocciosi praticamente impermeabili e solo a luoghi permeabili, non di rado dotati di carichi idraulici e di mobilità sensibilmente diversi.

Con riferimento al settore territoriale in oggetto si rileva dall'andamento della superficie piezometrica della falda profonda riportato sul PTA della Regione Puglia che il deflusso avviene nel complesso da Nord a Sud ed è condizionato da alcuni evidenti spartiacque idrogeologici.

Di fatto, questo spartiacque idrogeologico separa due evidenti sottobacini; quello orientale, incentrato sull'abitato di Lizzano è tagliato da Nord a Sud da un evidente asse di deflusso che esercita un forte drenaggio sulla falda. La presenza di questo asse così evidente potrebbe essere correlata all'esistenza di strutture tettoniche sepolte che interessano il basamento cretaceo e che esercitano un forte condizionamento sul deflusso della falda. Il sottobacino occidentale, in cui ricadono i territori di Pulsano e Talsano, presenta invece un andamento delle isopieze più omogeneo (queste ultime sono infatti grossomodo subparallele alla linea di costa); in questo settore la falda ha verso di scorrimento da NE a SW.

La falda profonda è ubiquitariamente in pressione dato che il letto dell'aquiclude che delimita superiormente l'acquifero profondo è sempre al di sotto del livello del mare. La posizione di questo limite condiziona profondamente la circolazione idrica in questo settore. Tale fatto emerge chiaramente anche dal semplice confronto tra i dati sullo spessore dei sedimenti impermeabili pliopleistocenici e le profondità di rinvenimento della falda profonda. E' evidente lo sbarramento imposto dall'impermeabile al libero deflusso delle acque sotterranee lungo la fascia costiera.

In sintesi è possibile affermare che le modalità di circolazione della falda profonda sono condizionate dallo stato di fratturazione e carsificazione delle rocce mesozoiche che possono variare notevolmente anche in breve spazio, dalla presenza di strutture tettoniche sepolte e dei terreni impermeabili al tetto del substrato cretaceo.



← Assi direzione di deflusso
- - - Spartiacque

Isopeziche della falda (Tav. 060200 - PTA)

La base dell'acquifero è indefinita in quanto rappresentata da livelli delle stesse rocce calcareodolomitiche che, con l'incremento della profondità, presentano un grado di fratturazione, porosità d'insieme e permeabilità via via decrescente. Comunque, al di sotto dello strato di acqua dolce, si rinviene l'acqua marina di intrusione continentale; lo spessore del corpo di acqua dolce aumenta procedendo dalla costa verso l'interno. Al contatto acqua dolce-acqua salata, situato a profondità via via maggiori al crescere della quota piezometrica, si individua una zona detta di transizione o zona di diffusione. In tale zona si verificano fenomeni di miscelamento per diffusione molecolare caratterizzata dal passaggio di elettroliti da zone a maggiore concentrazione salina a zone a minore concentrazione.

Vulnerabilità della falda

Per vulnerabilità si intende la facilità o meno con cui le sostanze inquinanti si possono introdurre, propagare e persistere in un acquifero. La vulnerabilità di un acquifero dipende da numerosi fattori che possono essere distinti in due gruppi, fattori naturali e fattori indotti.

Tra i fattori naturali il più determinante è rappresentato dalla litologia e dalle conseguenti caratteristiche idrogeologiche con particolare riferimento alla permeabilità e alla velocità di deflusso delle acque. L'infiltrazione di un inquinante nel sottosuolo ad opera delle acque superficiali avviene essenzialmente per gravità ed è direttamente connessa alla permeabilità dei litotipi attraversati. Un inquinante può arrivare in falda attraverso le discontinuità presenti in seno all'ammasso roccioso, attraverso meati e cavità carsiche nel caso di rocce carsificate, attraverso gli spazi intergranulari intercomunicanti nel caso di rocce porose.

Un altro fattore importante è rappresentato dallo spessore della zona di aerazione che rappresenta il mezzo che un inquinante deve attraversare prima di arrivare alla falda. La presenza di un corpo poco permeabile rappresenta quindi un importante elemento per la protezione della falda. Un altro importante fattore è rappresentato dalla morfologia della superficie topografica che può favorire una infiltrazione concentrata.

I fattori non connessi alla dinamica naturale sono quelli innescati direttamente o indirettamente dalla attività umana. La contaminazione delle acque può avvenire, infatti, a causa di scarichi industriali, scarichi di reflui urbani, di acque di altra provenienza, dalla presenza di discariche ed accumuli di rifiuti ed infine anche in seguito ad emungimento incontrollato (salsificazione). Sono fonte di inquinamento anche i prodotti largamente utilizzati in agricoltura e dispersi sul suolo o sulle piante (pesticidi, diserbanti, fertilizzanti, ecc.). La definizione della vulnerabilità degli acquiferi necessita della conoscenza puntuale degli aspetti sopra ricordati e dei fenomeni connessi alla interazione di un inquinante con l'acquifero; pur tuttavia, sulla base dell'assetto idrogeologico del territorio di interesse è possibile fare le seguenti significative considerazioni:

- nei limiti del territorio interessato dalla Stazione Elettrica, è presente solo l'acquifero profondo. Poiché la successione carbonatica cretacea è costantemente ricoperta dalle Argille subappennine, caratterizzate da elevato spessore e grado di permeabilità bassissimo, il grado di protezione è molto alto per cui la vulnerabilità della falda che lo impegna è estremamente bassa.

Natura e permeabilità dei terreni affioranti

La diversa natura delle rocce affioranti nel territorio di interesse si riflette sulla circolazione idrica profonda che per l'appunto è condizionata essenzialmente dalla cosiddetta "permeabilità" delle rocce, cioè dalla loro attitudine a lasciarsi attraversare dall'acqua per effetto di un gradiente idraulico in condizioni normali di temperatura e pressione. In funzione della variazione di tale proprietà è possibile suddividere la serie geologica in varie unità, dette unità idrogeologiche, e in definitiva caratterizzare la circolazione idrica sotterranea.

In letteratura si riconoscono 3 tipi fondamentali di permeabilità: per porosità (o interstiziale), per fessurazione, per carsismo. In natura questi 3 tipi di permeabilità spesso coesistono; quindi, con riferimento a quanto sopra scritto, le rocce costituenti la serie geologica nell'area vasta in cui ricade il territorio di progetto possono essere distinte in:

- Rocce permeabili per fessurazione e carsismo. Tale tipo di permeabilità caratterizza la formazione dei «Calcari di Altamura», che strutturalmente presenta una stratificazione netta e regolare intersecata da sistemi di fratture localmente molto fitte. Negli ammassi rocciosi è ospitata la falda profonda; in essi l'infiltrazione e la circolazione delle acque sotterranee avviene sia in forma concentrata che diffusa ed è in ogni caso influenzata sempre dall'orientazione dei principali sistemi di fratturazione.

- Rocce permeabili per porosità. A questa classe appartengono le rocce clastiche calcarenitico-sabbiose (Calcareniti di Gravina e calcareniti post-calabrianne). In tali rocce l'infiltrazione e la circolazione delle acque si sviluppa essenzialmente in forma diffusa anche se localmente la presenza di diaclasi e fratture può dar luogo a infiltrazioni concentrate. Nelle calcarenitici, quando le condizioni litostratigrafiche lo consentono, possono essere localizzate modeste falde superficiali.

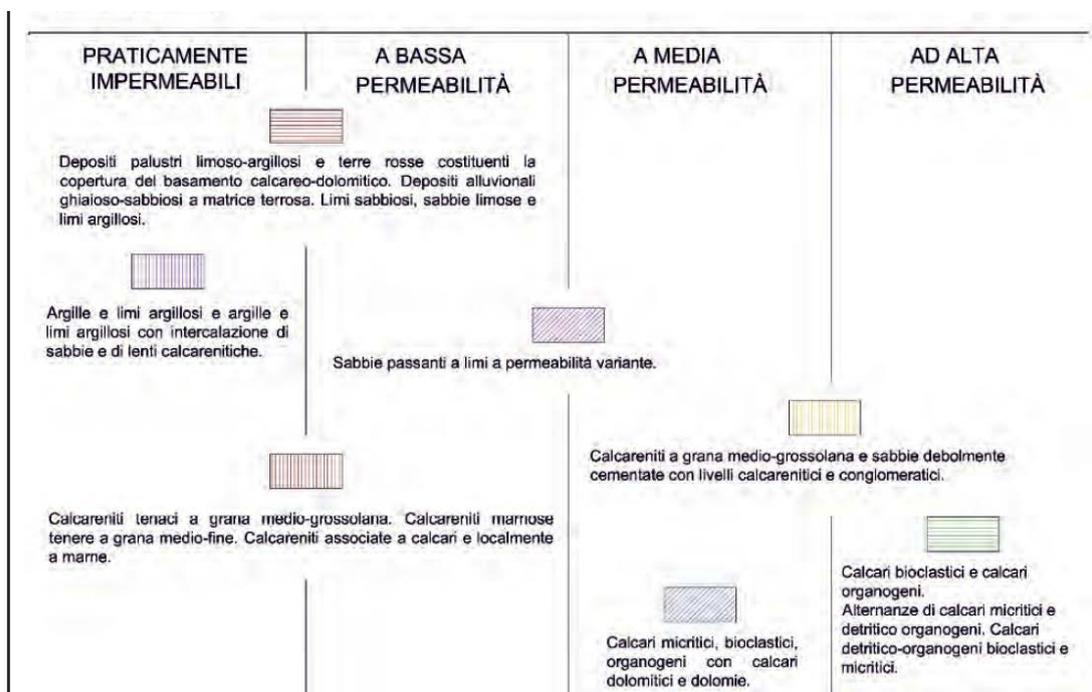
- Rocce poco permeabili o praticamente impermeabili. Sono da considerarsi tali sia le argille debolmente marnose e sovente siltose (Argille subappennine) di colore grigio e grigio-azzurrognolo che i limi argillosi eluviali e alluvionali olocenici, occupanti il fondo di aree depresse o il fondovalle di modesti corsi d'acqua. La scarsa permeabilità dei depositi argillosi di facies marina consente il formarsi di modeste falde nei depositi calcarenitici soprastanti (calcareniti tirreniane e post-tirreniane). Per contro la presenza di limi sul fondo di depressioni morfologiche a carattere endoreico, dà luogo a formazione di acquitrini e a fenomeni di alluvionamento. Questi ultimi, ad esempio, in tempi storici sono risultati particolarmente dannosi per l'abitato di Fragagnano. In definitiva la successione stratigrafica locale consente l'esistenza di almeno due falde di cui la più importante è contenuta nei calcari mesozoici di base.

L'analisi dei caratteri idrogeologici della serie geologica può essere completato con la definizione del coefficiente di permeabilità (K), cioè quella costante di proporzionalità che lega la velocità di filtrazione al gradiente idraulico nella Legge di Darcy.

Il valore di K ascrivibile alla successione cretacea è ben noto in letteratura e, considerando anche le cadenti piezometriche nell'area di interesse, può essere stimato dell'ordine di 10^{-2} - 10^{-3} m/s. Alle calcareniti plio-pleistoceniche corrisponde un K pari a 10^{-4} ÷ 10^{-5} m/s. Ai depositi di terrazzo pleistocenici si può attribuire un valore di K compreso tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s mentre ai depositi olocenici si può assegnare un K dell'ordine di 10^{-6} e 10^{-7} m/s. Infine le Argille subappennine hanno un K inferiore a 10^{-9} m/s e sono da considerare impermeabili.



Permeabilità dell'acquifero



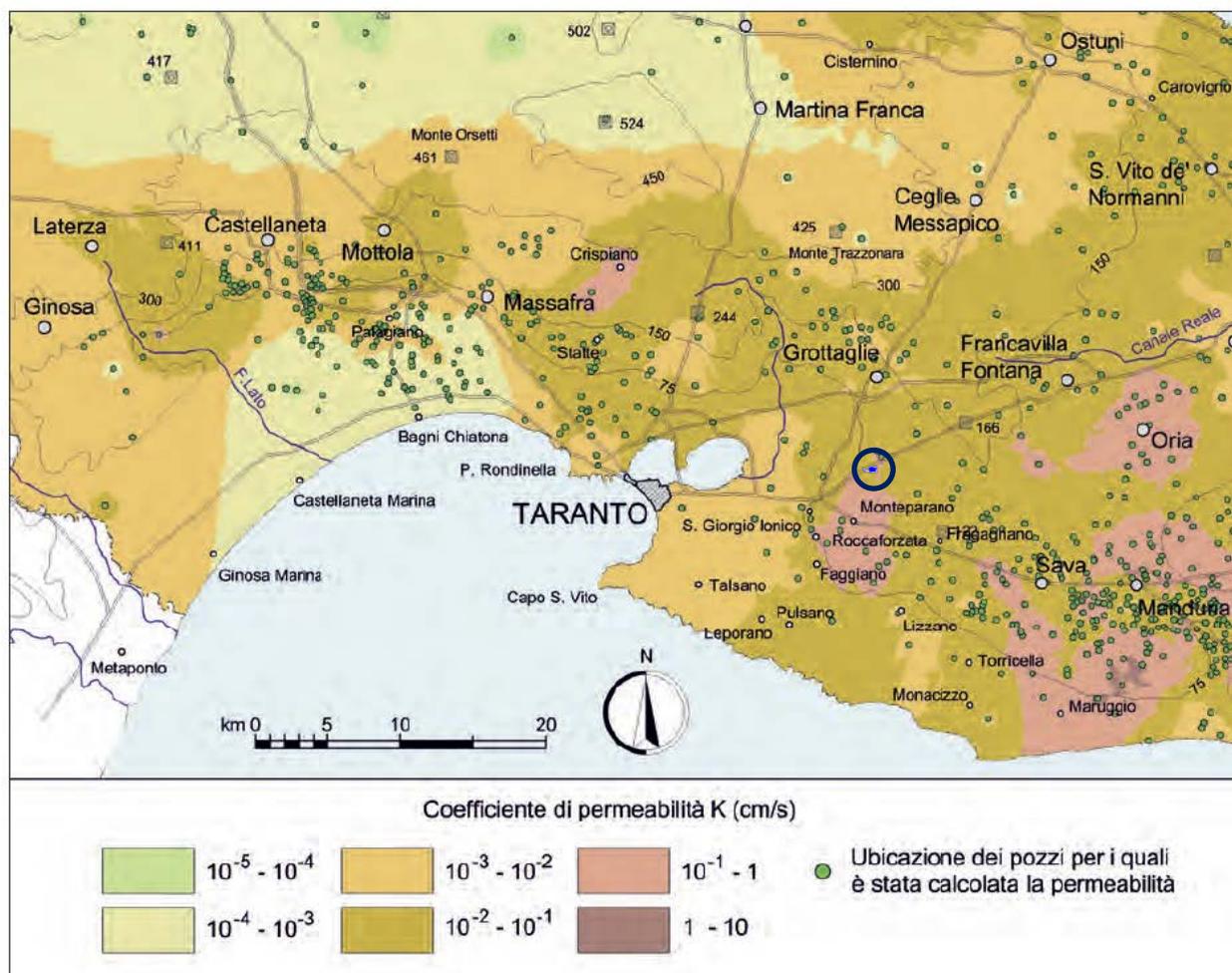


Fig. 17.10 - Distribuzione del coefficiente di permeabilità dell'acquifero carbonatico profondo dell'Arco Ionico Tarantino.
- Distribution of the permeability coefficient in the deep carbonate aquifer of the Ionian Arch of the Gulf of Taranto.

Area in studio

Per le considerazioni su menzionate e per le caratteristiche dei litotipi che insistono nell'area oggetto di studio, questi ultimi rientrano nell'acquifero carsico profondo.

Lo studio di dettaglio dell'idrogeologia presente nell'area oggetto di studio è basato sui risultati della campagna geognostica sulle informazioni relative ad una serie di perforazioni eseguite in zona, per la realizzazione di pozzi ad uso irriguo, riportati sul portale dell'ISPRA.

Caratteristiche Falda pozzi irrigui			
Pozzo	Quota (m slm)	Prof. falda (m da p.c.)	Livello statico (m da p.c.)
205272	77	70	70
205374	89	80	80

I risultati ottenuti possono così essere sintetizzati:

- Le indagini geofisiche non hanno intercettato falde acquifere entro m 15 dal p.c.; è comunque evidente un'alta umidità sostenuta dallo strato argilloso, a partire da una profondità non inferiore a 3-4 m dal p.c.
- Le indicazioni riguardo i pozzi ad uso irriguo presenti in zona escludono la presenza di falde superficiali.

SISMICITA'

Il Salento (Puglia meridionale) fa parte dell'avampaese stabile ossia l'area più esterna della catena, piuttosto lontana dalla fascia dove si concentra la deformazione che è alla base dei grandi terremoti appenninici. Per questo motivo, è considerato erroneamente quasi asismico. A causa della scarsa sismicità e di bassa e media energia, nella mappa di pericolosità italiana MPS04 la penisola salentina si caratterizza come un'area a bassa pericolosità. Le cronache storiche riportano alcuni terremoti importanti che hanno colpito il sud della Puglia, primo tra tutti quello del 20 febbraio 1743 che provocò gravissimi danni e morti a Nardò, la città maggiormente colpita. Il terremoto del 20 febbraio 1743 è stato l'evento più forte che ha colpito la Puglia meridionale con un'intensità epicentrale $I_0=IX$ grado MCS e magnitudo stimata $M 7.1$ nell'ambito di un periodo sismico iniziato già nel 1741.

Il terremoto fu avvertito in tutta la Puglia, provocando crolli di case, palazzi e molte chiese nelle province di Brindisi e Lecce. I maggiori danni si verificarono a Nardò, Francavilla Fontana e Brindisi. Guidoboni et al., (2007) riportano circa 180 vittime di cui 150 nella sola città di Nardò. L'evento sismico fu risentito anche a Napoli, Matera, Reggio Calabria, Messina in Italia meridionale e in alcune località dell'Italia centrale e settentrionale, fino a Trento e a Udine. Gravi danni sono stati riportati anche lungo le coste occidentali della Grecia dove, ad Amaxichi (Lefkada) e Kérkira (Corfù) crollarono molte case e ci furono diversi morti.

Si è trattato di un evento sismico complesso, percepito come una sequenza di tre violente scosse, prodotte probabilmente dall'attivazione di diversi segmenti di faglia.

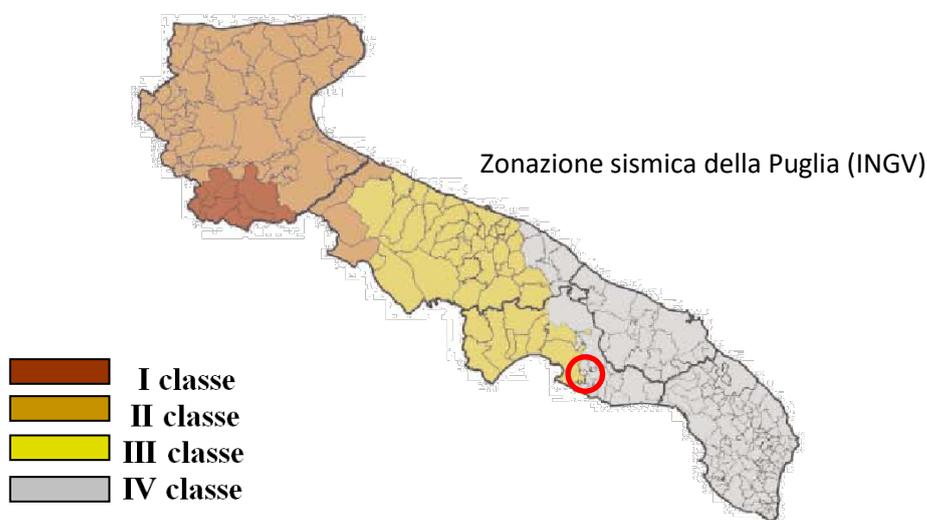
Un'attenta analisi della sismicità storica e strumentale mostra che la parte interna del Salento è stata colpita da 13 terremoti con magnitudo tra 3.0 e 5.0 nel XX secolo e che nel 1826 a Manduria si è verificato un terremoto con $M_w 5.4$ e $I_0=VI-VII$ (CPTI11, 2011).

Inoltre la sismicità strumentale registrata dagli anni Settanta ad oggi mostra un'attività abbastanza intensa sia a ovest della penisola salentina, nel golfo di Taranto, sia nel canale d'Otranto. Gli eventi più forti nel golfo

Più recentemente, il terremoto di Cefalonia (Grecia) del 17 Novembre 2015 (M 6.5) ha causato rilevanti effetti in Italia con la registrazione di un'onda anomala sulle coste della Calabria ionica e della Puglia meridionale. Analoghe piccole onde di tsunami sono state rilevate sulle coste ioniche in occasioni del terremoto di Zacinto dell'ottobre 2018.

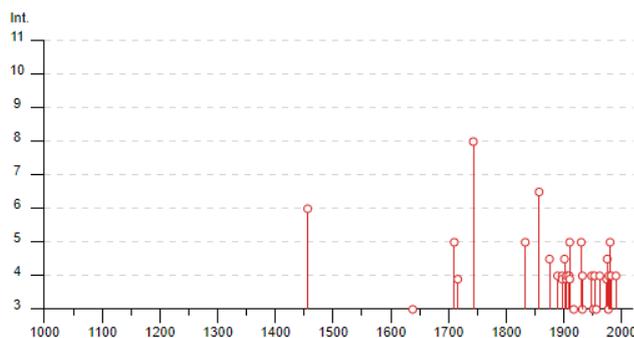
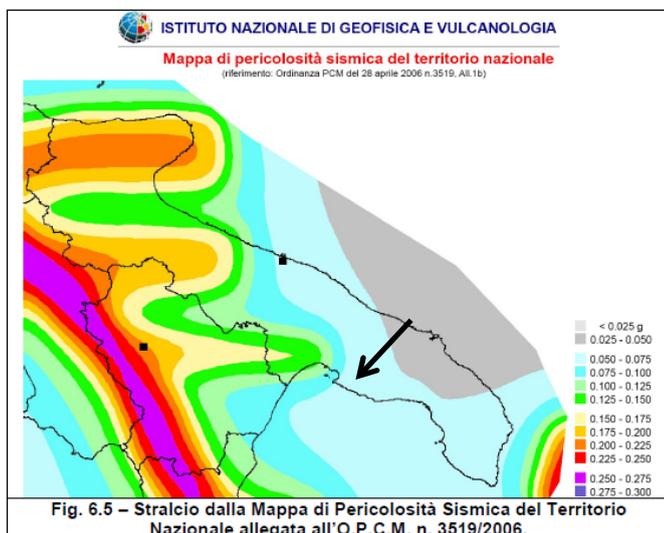
Zonazione Sismica

Facendo espreso riferimento al vigente strumento di classificazione sismica del territorio italiano, redatto nel 2004 in recepimento delle disposizioni contenute nell'O.P.C.M. n. 3274/2003 (recepte dalla Regione Puglia con D.G.R. n. 153/2004), il territorio amministrativo del Comune di Taranto ricade in "Zona 3", ovvero in area a sismicità bassa.



Volendo invece esprimere la pericolosità sismica in termini di massima accelerazione sismica del suolo di probabilita statisticamente apprezzabile, si può fare riferimento alle indicazioni contenute nella "Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale" redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e pubblicata in allegato all'O.P.C.M. n. 3519/2006 sulla G.U. n. 108 dell'11 maggio 2006.

Sismicità storica



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
3	1638	03	27	15	05		Calabria centrale	213	11	7.09
5	1710	12	13	21			Salento	2	5	4.16
F	1716	11					Adriatico meridionale	5		
8	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
5	1833	01	19	03	15		Albania	6		
6-7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
4-5	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
NF	1887	12	03	03	45		Calabria settentrionale	142	8	5.55
4	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
2-3	1894	05	28	20	15		Pollino	122	7	5.01
4	1897	02	11	23	33	0	Ionio meridionale	96	5	5.03
F	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46
4-5	1901	12	13	00	10	2	Calabria	46	5	4.81
F	1904	04	08	08	22		Gargano	27	6	4.75
4	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
2-3	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
2	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9	5.96
2	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1909	01	20	19	58		Salento	32	5	4.51
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
F	1910	10	03	11	04		Basilicata meridionale	36	5-6	4.62
2	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
2	1913	06	28	08	53	0	Calabria settentrionale	151	8	5.64
2	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
3	1917	06	12	18	44		Golfo di Taranto	11	4-5	5.35
5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
2	1930	11	06	21	56		Alta Murgia	16	5	4.41
2	1931	12	03	09	32		Tavoliere delle Puglie	12	6	4.59
3	1932	01	02	23	36		Ionio settentrionale	16	5	5.52
4	1932	03	30	09	56	2	Bassa Murgia	28	5	4.54
2	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6	4.96

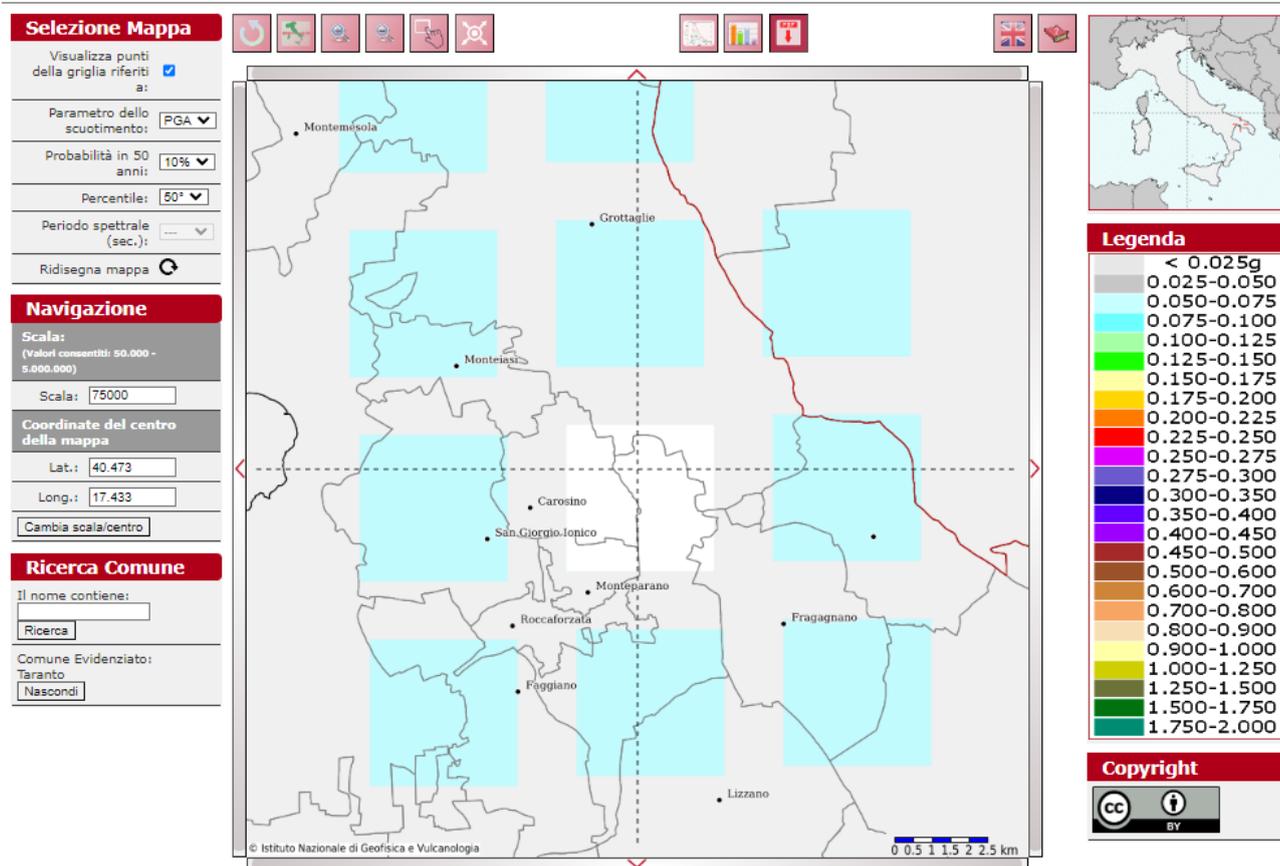
2	📄	1947 05 11 06 32 1	Calabria centrale	254	8	5.70
4	📄	1948 08 18 21 12 2	Gargano	58	7-8	5.55
3	📄	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
4	📄	1953 02 25 00 07 4	Vibonese	56	5-6	4.88
2	📄	1955 02 09 10 06	Gargano	31	6-7	5.05
3	📄	1956 01 09 00 44	Materano	45	6	4.72
4	📄	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
NF	📄	1967 12 09 03 09 5	Adriatico centrale	22		4.36
F	📄	1974 10 20 11 25 5	Ionio settentrionale	3		5.02
4-5	📄	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5.02
3	📄	1977 08 15 21 10 3	Calabria centrale	37		5.21
4	📄	1978 09 24 08 07 4	Materano	121	6	4.75
5	📄	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	📄	1982 03 21 09 44 0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
NF	📄	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
4	📄	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
2-3	📄	1995 09 30 10 14 3	Gargano	145	6	5.15

Modello di pericolosità sismica

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante.

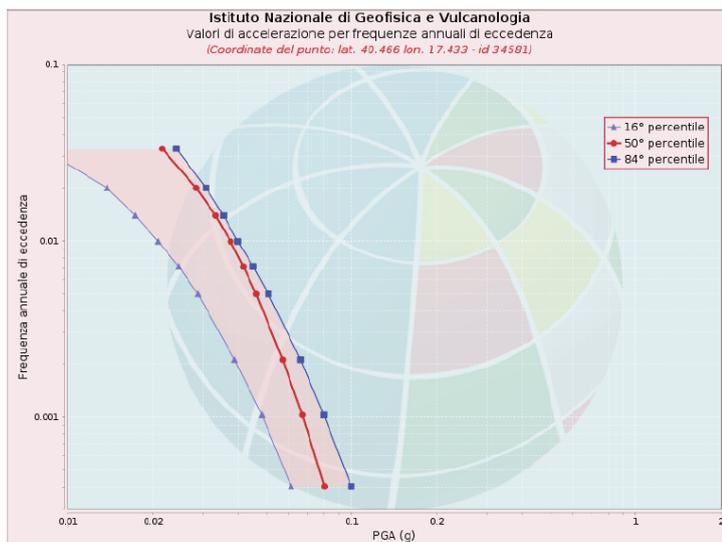
Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 13581 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Curva di pericolosità

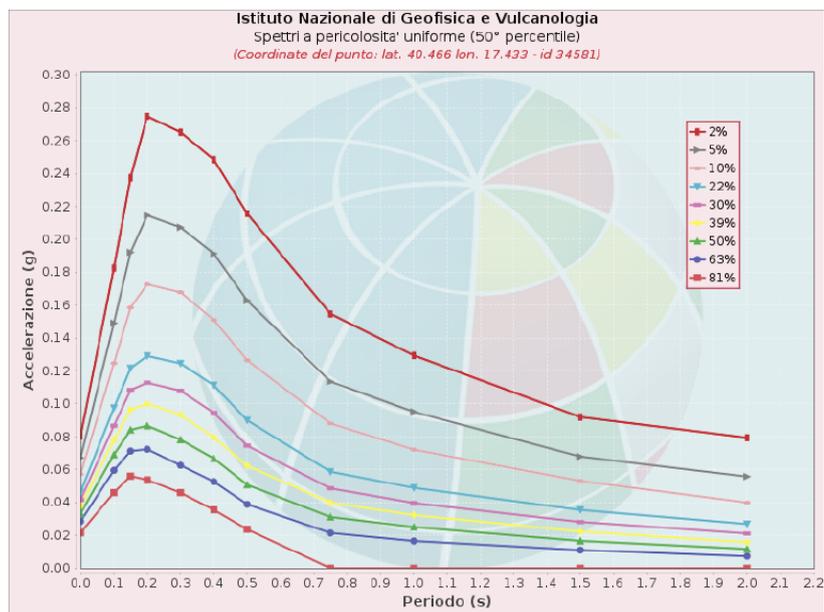
La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.061	0.080	0.100
0.0010	0.048	0.067	0.080
0.0021	0.039	0.057	0.066
0.0050	0.029	0.046	0.051
0.0071	0.025	0.042	0.045
0.0099	0.021	0.038	0.040
0.0139	0.017	0.033	0.035
0.0199	0.014	0.028	0.031
0.0332	0.008	0.022	0.024

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

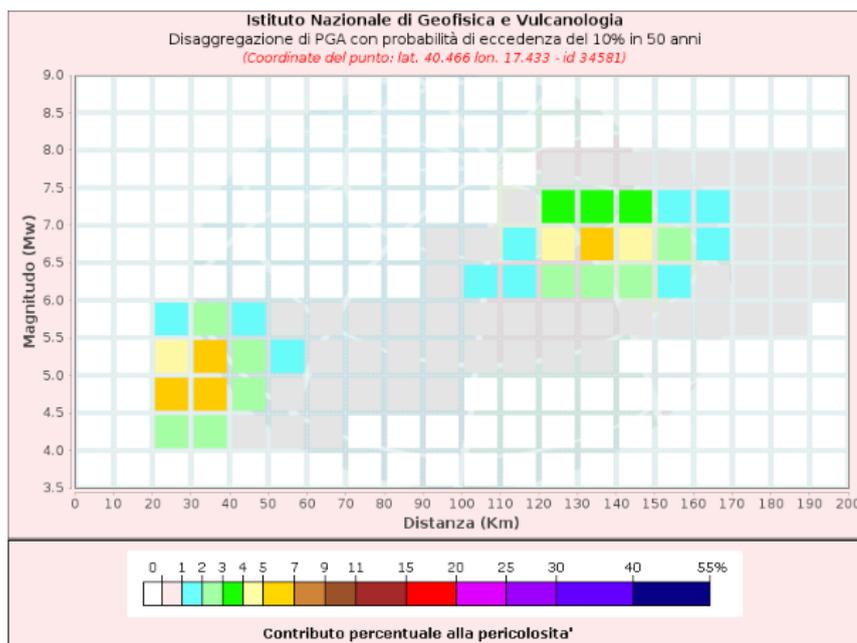


Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)

PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.080	0.183	0.237	0.275	0.265	0.249	0.216	0.155	0.129	0.092	0.079
5%	0.067	0.149	0.192	0.215	0.207	0.191	0.163	0.114	0.095	0.068	0.056
10%	0.057	0.125	0.158	0.173	0.168	0.151	0.126	0.088	0.072	0.053	0.040
22%	0.046	0.097	0.122	0.129	0.125	0.111	0.090	0.059	0.049	0.035	0.027
30%	0.042	0.087	0.108	0.113	0.108	0.094	0.075	0.049	0.040	0.028	0.021
39%	0.038	0.078	0.096	0.100	0.093	0.079	0.062	0.040	0.032	0.022	0.016
50%	0.033	0.069	0.084	0.087	0.078	0.067	0.051	0.031	0.025	0.017	0.012
63%	0.028	0.060	0.071	0.072	0.063	0.053	0.039	0.021	0.017	0.011	0.007
81%	0.022	0.046	0.056	0.054	0.046	0.035	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 40.466 lon. 17.433 - id 34581)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	2.4600	5.6100	4.0500	1.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	2.2900	6.0300	5.1900	2.6500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.6490	2.1800	2.3500	1.4100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.1430	0.8140	1.1300	0.7780	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0053	0.2810	0.5830	0.4630	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0676	0.2920	0.2720	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0083	0.1380	0.1610	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0011	0.1580	0.3990	0.5090	0.2920	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.1500	0.6560	1.1500	0.9190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0752	0.7390	1.6900	1.8900	0.6640	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0158	0.8200	2.7800	4.6200	3.5400	0.1440	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.5850	2.8400	5.4900	3.6400	0.2240	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2850	2.1400	4.5800	3.2200	0.2520	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0855	1.0500	2.3500	1.7500	0.2100	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0205	0.5280	1.2700	1.2000	0.1610	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.3280	0.9400	0.9360	0.1260	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.1800	0.6780	0.7260	0.1000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0883	0.4420	0.4990	0.0648	0.0000	0.0000

Valori Medi

Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.02	95.8	1.67

Pericolosità sismica di base

La valutazione dell'azione sismica del sito di costruzione è regolamentata dal paragrafo 3.2 delle NTC (DM 17.01.18).

Come riportato dalla suddetta normativa, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di cat. A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Categoria di sottosuolo

In assenza di un'analisi specifica sulla valutazione della risposta sismica locale, per definire l'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II). La classificazione della categoria di sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio. Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per il calcolo del V_{seq} , sono state eseguite n° 2 indagini MASW lungo le basi sismiche S1, S2 eseguite nelle aree di progetto. Tramite questa prova si misurano le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s

L'indagine sismica eseguita in modalità MASW ha fornito i seguenti valori della V_{Seq} :

Campi	Categoria di sottosuolo
Base 1	C
Base 2	C

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

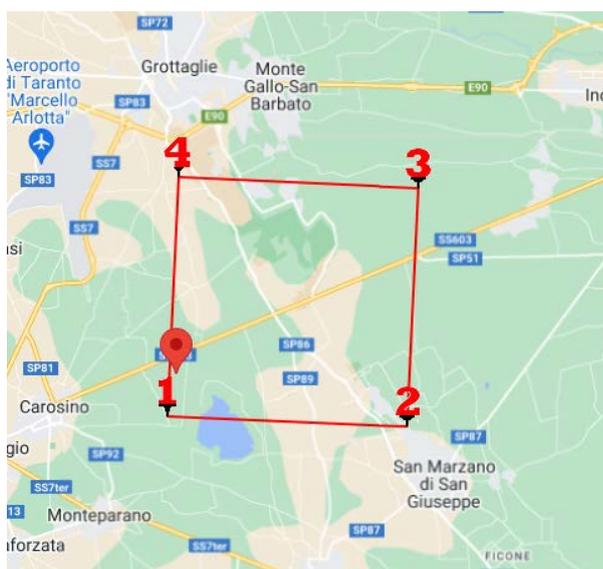
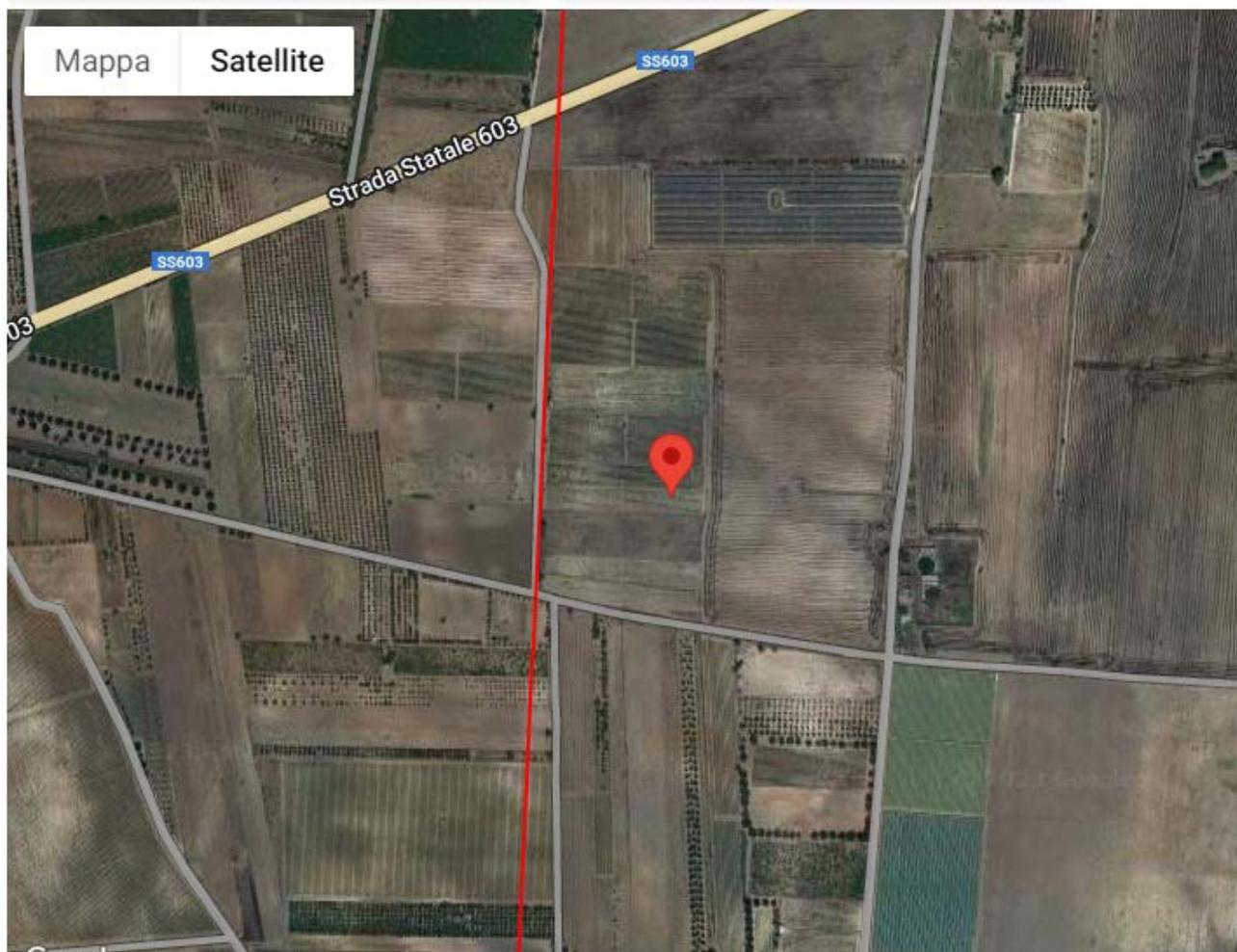
Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Nel nostro caso la configurazione topografica superficiale è semplice e rientra nella categoria **T1**.

WGS84: Lat 40.473515 - Lng 17.434492

ED50: Lat 40.474499 - Lng 17.435287



Ubicazione topografica

Parametri sismici

determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 40,474499 [°]

longitudine: 17,435287 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	34581	40,465810	17,433140	983,1
Sito 2	34582	40,463490	17,498720	5503,8
Sito 3	34360	40,513430	17,501810	7098,1
Sito 4	34359	40,515760	17,436170	4588,6

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

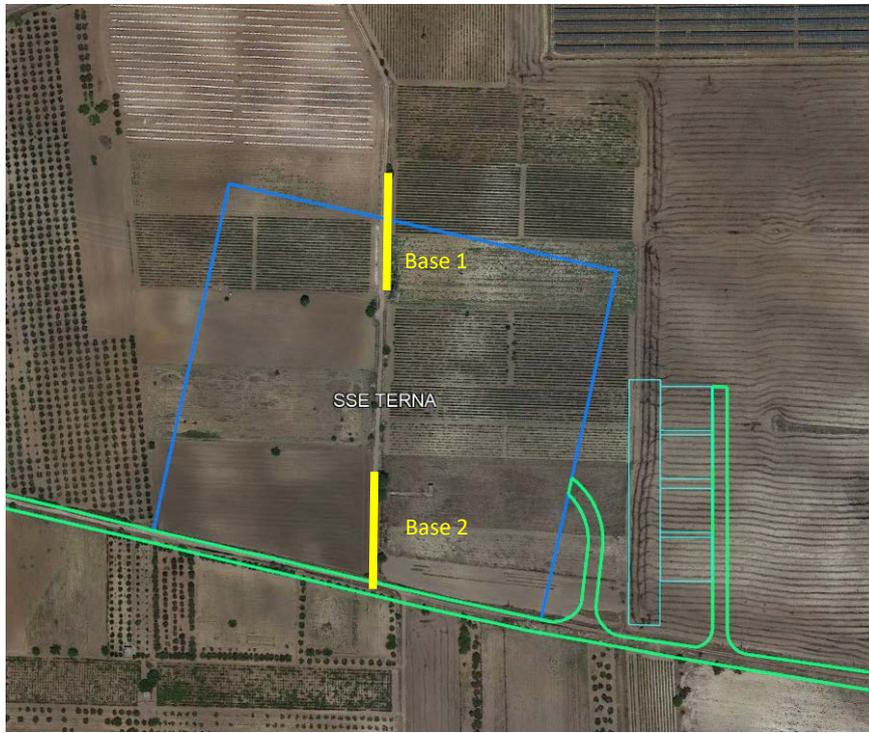
Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,021	2,414	0,223
Danno (SLD)	63	50	0,028	2,378	0,282
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,057	2,808	0,415
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,067	2,968	0,434

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,720	1,000	0,006	0,003	0,312	0,200
SLD	1,500	1,600	1,000	0,008	0,004	0,413	0,200
SLV	1,500	1,400	1,000	0,017	0,009	0,835	0,200
SLC	1,500	1,380	1,000	0,020	0,010	0,979	0,200

Profili sismici



Base 1



Base 2

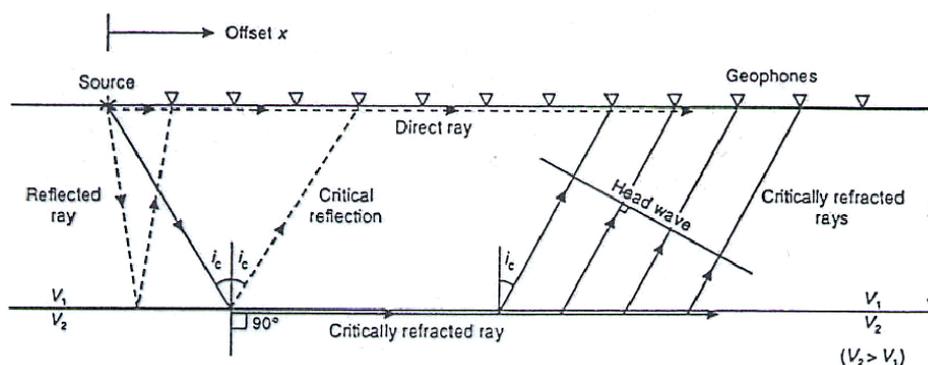
Ubicazione indagini

Sismica a rifrazione

Cenni metodologici

La tecnica della sismica a rifrazione permette di determinare le velocità di propagazione delle onde longitudinale o primarie P. È basata sulla bifrazione delle onde elastiche a seguito del formarsi di un fronte d'onda conico, che consente, attraverso l'acquisizione e l'elaborazione di dati, la costruzione d'immagini bidimensionali (o tridimensionali) della variazione della velocità sismica.

Dati ad esempio 2 terreni, a velocità v_1 e v_2 , con la sorgente posta nel mezzo 1 (solitamente sulle superficie del suolo) ed uno stendimento di geofoni disposti lungo il profilo, condizione necessaria è quindi che la velocità delle onde nel mezzo 2 sia maggiore rispetto al mezzo 1.



Ad ogni geofono arriveranno le onde generate dalla sorgente: onde dirette, onde riflesse e onde coniche o bifratte (head wave). Quelle analizzate sono quest'ultime, ovvero quelle che giungono sulla superficie di separazione (p.c.) con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° , propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo d'incidenza.

Con questa tecnica si riesce ad avere, pertanto, una visione seppur qualitativa della stratigrafia del terreno investigato, in termini di variazioni di "densità" dello stesso, essendo questo parametro direttamente legato alla velocità sismica. Il confronto matematico tra i vari tempi permette di suddividere lo spazio compreso tra le due serie di punti in porzioni, o "celle elementari" (quadrate per le sezioni bidimensionali come quelle in esame, o cubiche per sezioni tridimensionali) caratterizzate ognuna da un proprio valore di velocità sismica.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P è articolata nelle seguenti fasi:

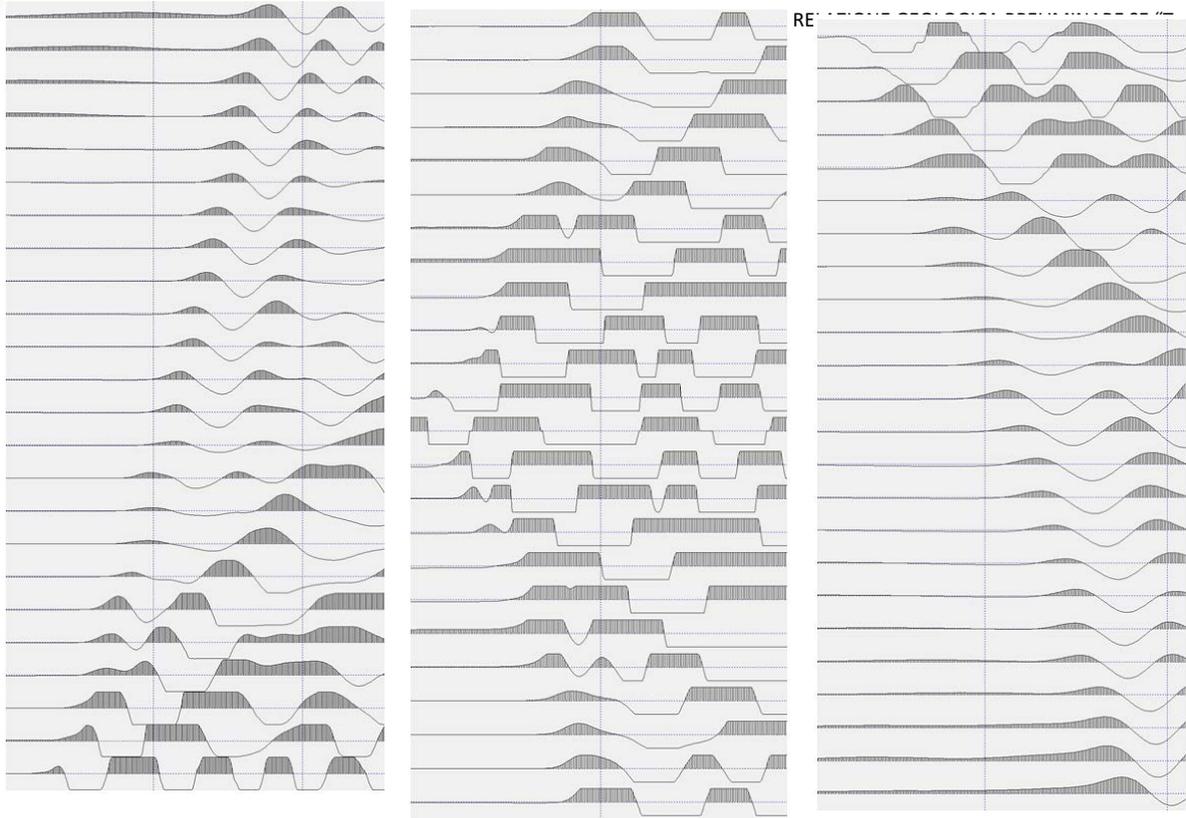
- individuazione dei primi arrivi attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazione di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro digitale;
- ricostruzione delle dromocrone (grafico distanza-tempo) e scelta del modello di sottosuolo da utilizzare nell'interpretazione;
- elaborazione dei dati.

Modalità esecutive

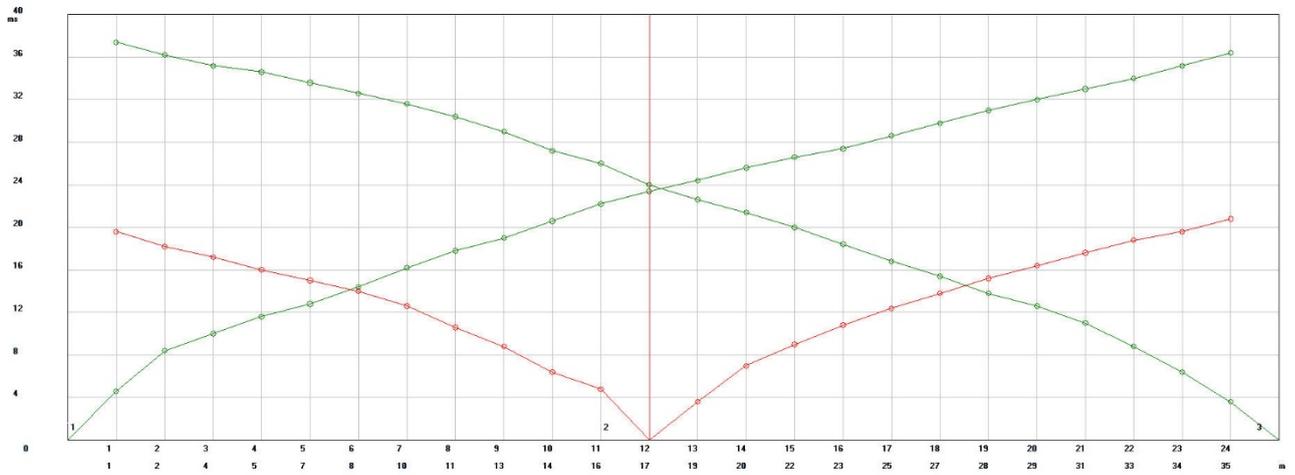
Nel caso in oggetto, l'indagine sono stati realizzati n° 2 stendimenti lungo il quali sono stati disposti e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1.50 m. Sono stati eseguiti n° 3 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg e l'energizzazione è avvenuta secondo il seguente modo:

- 2 shots esterni allo stendimento (0 m e 37.50 m);
- 1 shot centrale, in corrispondenza del 12° geofono;

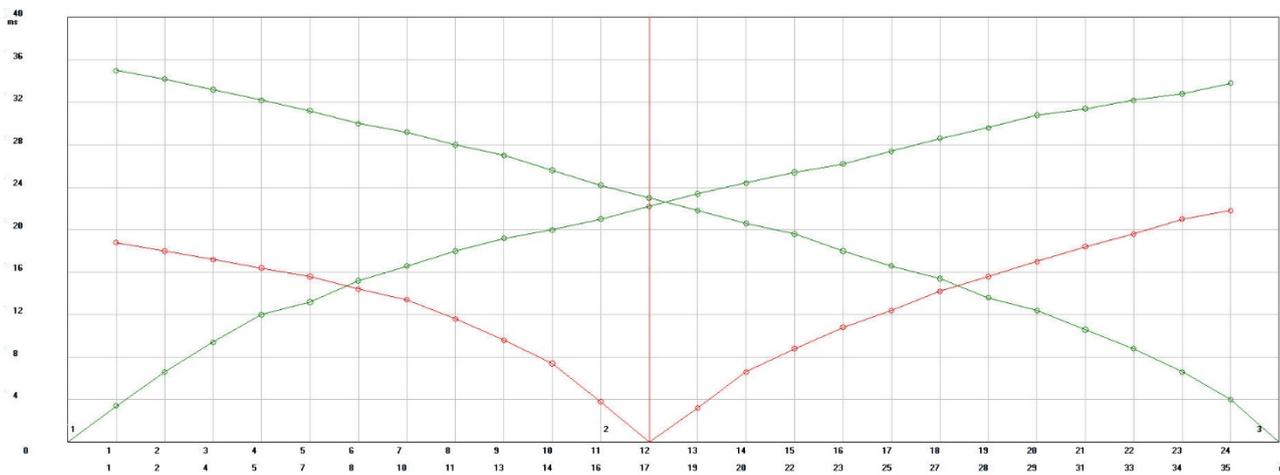
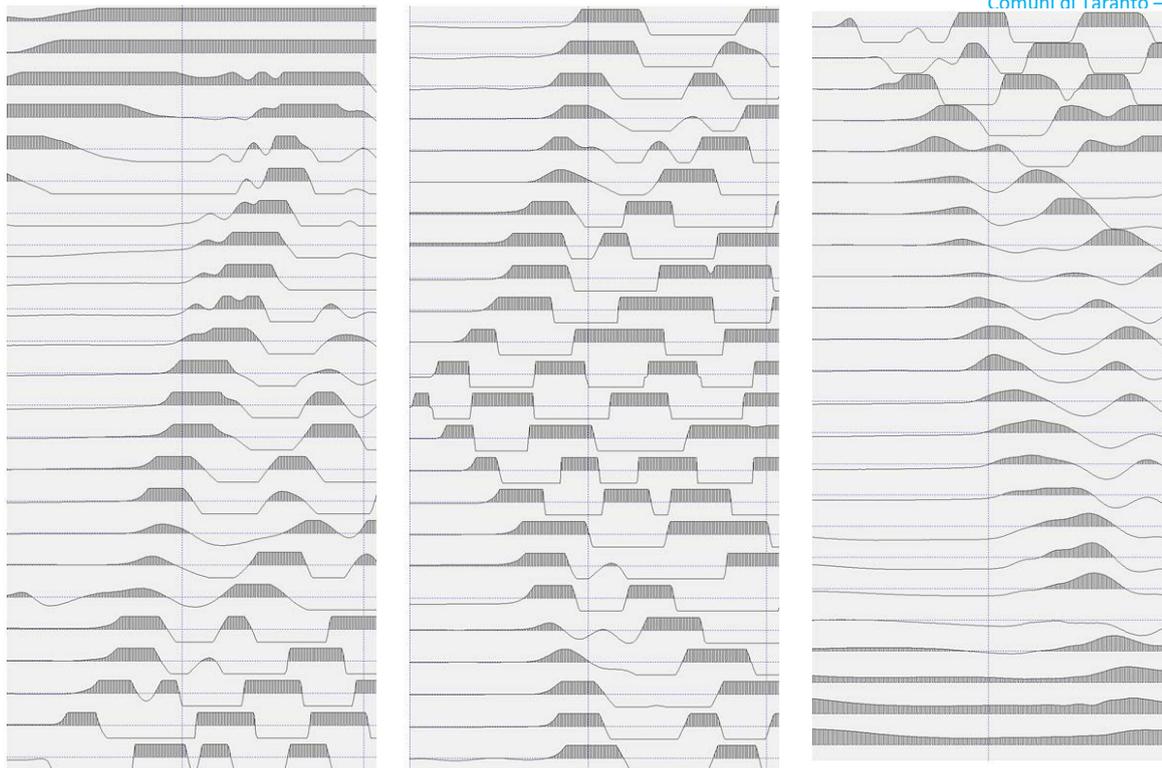
La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit; il processing dei dati è stato eseguito con il programma Winsism.



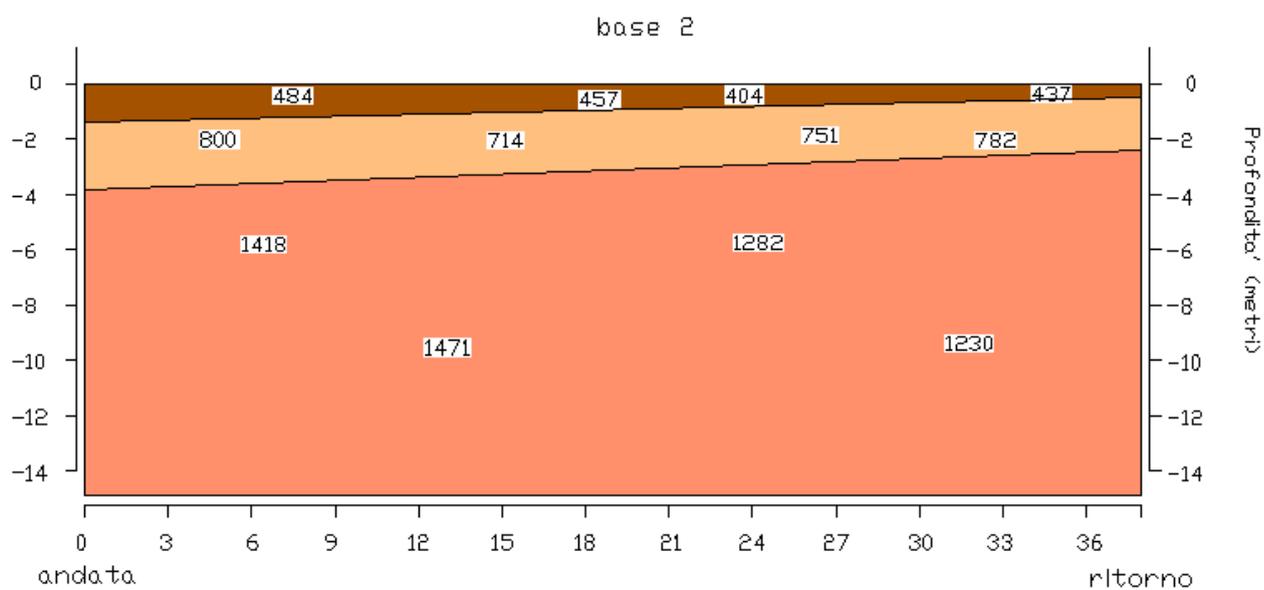
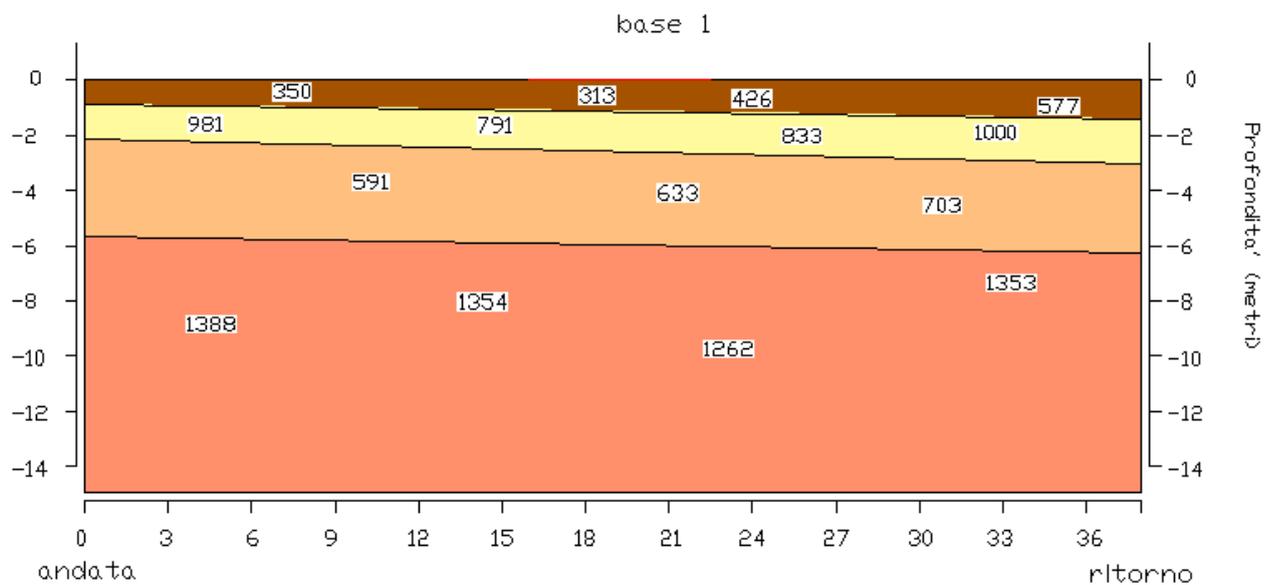
anto 380"
glia- Italia



Base 1 - Sismogrammi e dromocrona, Vp



Base 2 - Sismogrammi e dromocrona, Vp



- terrano/riporto
 - sabbie calcarenitiche
 - argille
 - argille compatte
- 500 velocità Vp

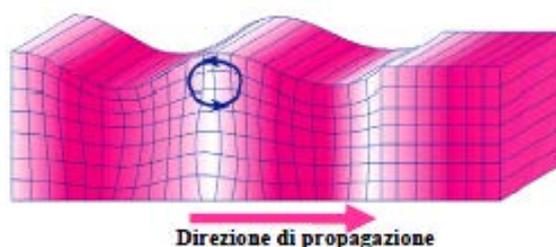
Interpretazione sismo-stratigrafica

PROVA "MASW"

Cenni metodologici

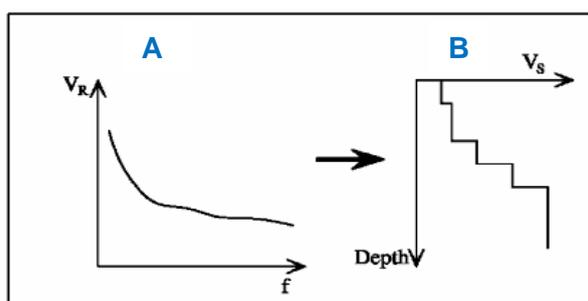
Il metodo "MASW" è una tecnica d'indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

A) Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza; B) profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità (a destra) ricavato tramite processo d'inversione.



La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 passi fondamentali:

1. calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica;
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che

costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson, la densità di massa e si variano lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

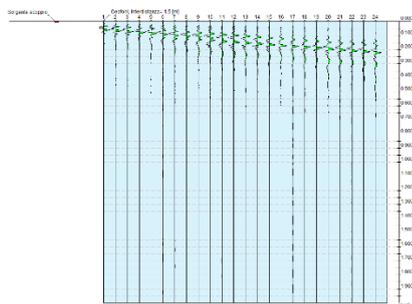
Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica, invece, la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Modalità esecutive

La modalità d'esecuzione è la stessa utilizzata per la sismica a rifrazione: uno stendimento singolo di lunghezza di 36 metri, lungo il quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1.50 m. Gli shots eseguiti, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg sono stati disposti nel secondo seguente modo:

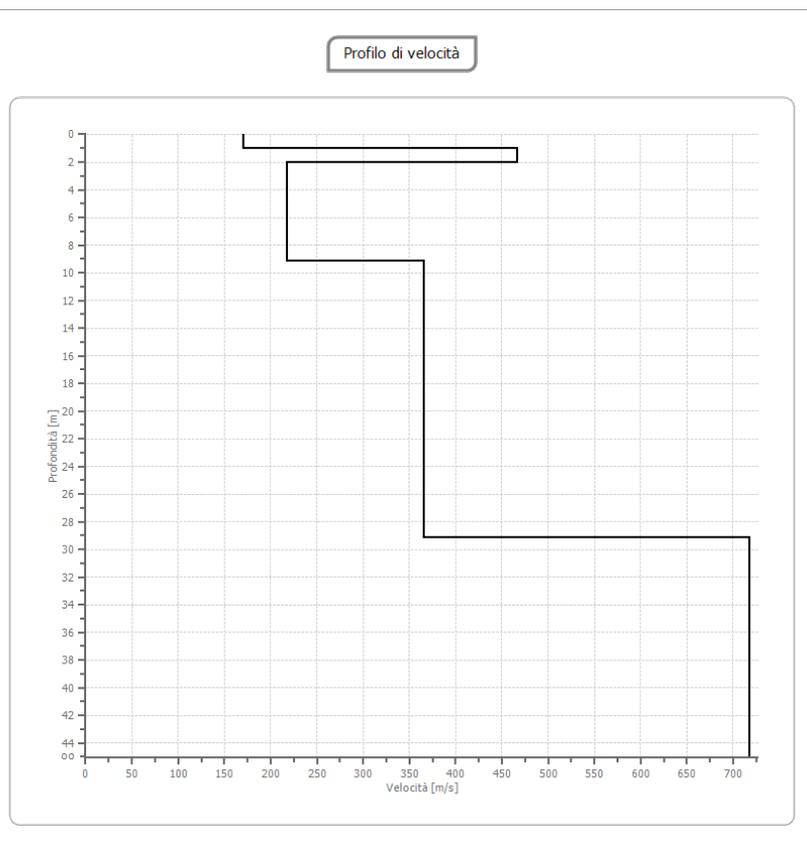
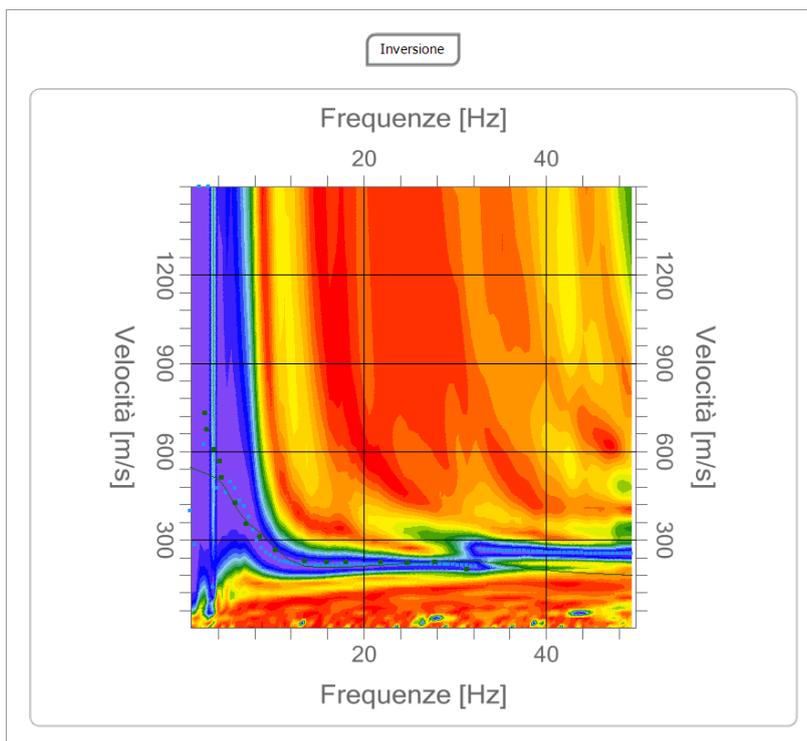
- 2 shot esterni allo stendimento (-15 m e 50 m);

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit.

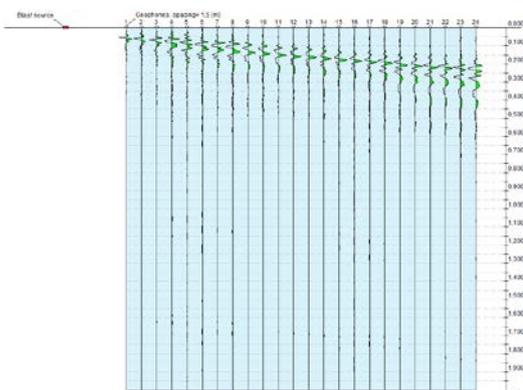


Base 1			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.00	1.00	171
2	2.00	1.00	467
3	9.10	7.10	218
4	29.10	20.00	365
5	-	-	718

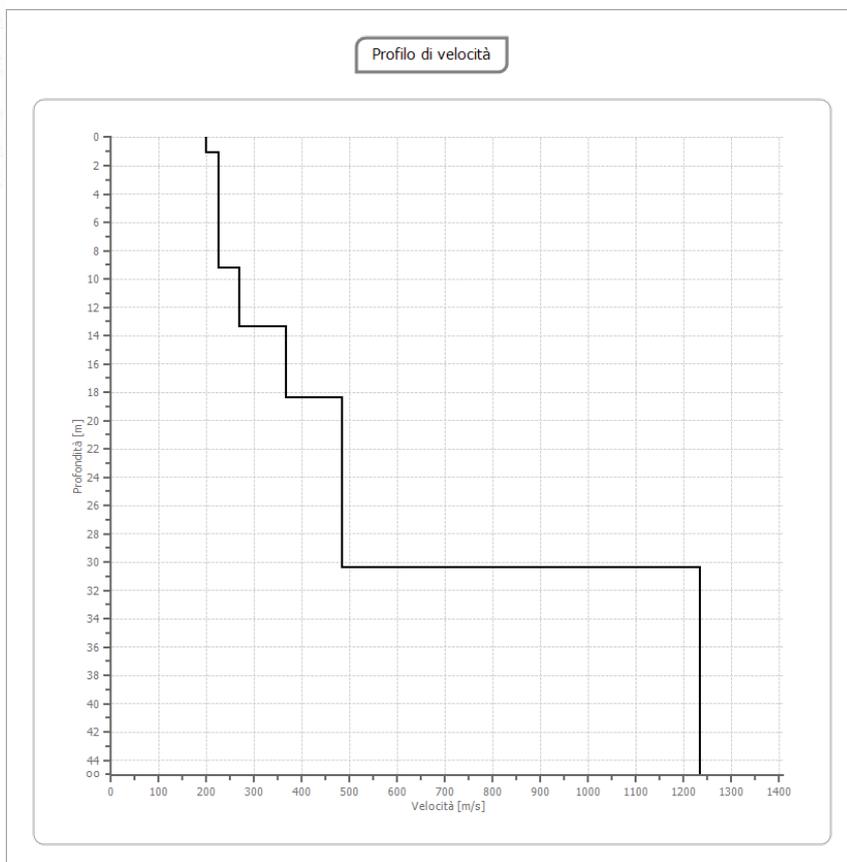
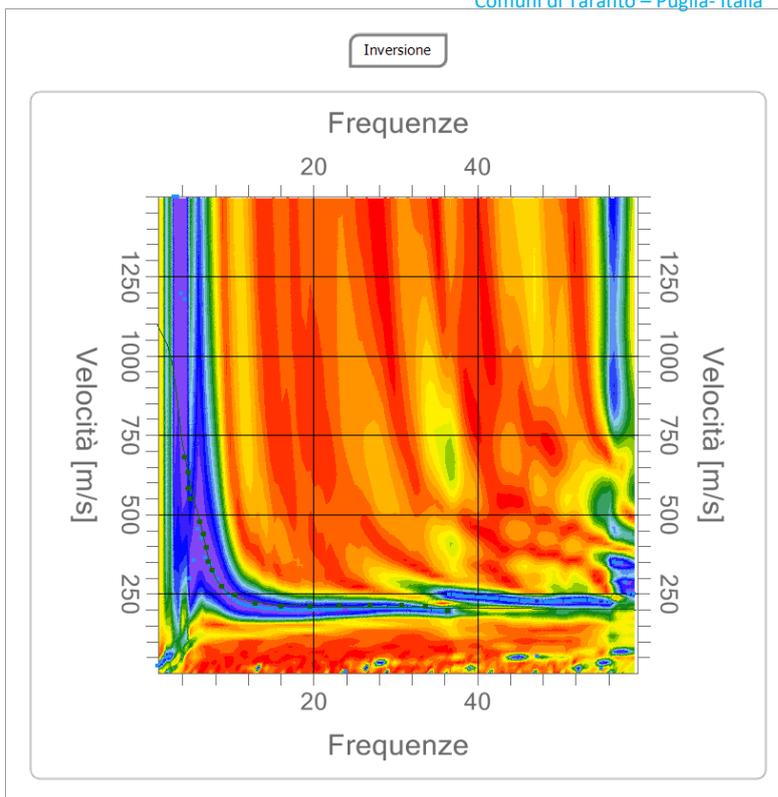
profondità scavo	1.00	m
$V_{s_{eq}}$	326	m/s
categoria sottosuolo	C	



Base 1 – sismogramma, spettro inversione e sismostrato (Vs)



Base 2			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.10	1.10	200
2	9.20	8.10	225
3	13.40	4.20	268
4	18.40	5.00	365
5	30.40	12.00	484
6	-	-	1235
profondità scavo		0.00 m	
Vs _{eq}		316 m/s	
categoria sottosuolo			C



Base 2 – sismogramma, spettro inversione e sismostrato (Vs)

Parametri geofisici

I risultati ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione e MASW sono coerenti con quanto riportato sulla cartografia specialistica, con le osservazioni geologiche di campo e con i valori ottenuti dalla tomografia elettrica.

La successione stratigrafica presente sotto uno strato di terreno vegetale, generalmente non superiore al metro, è composta da:

- Calcareniti grossolane, solo nella parte meridionale del lotto;
- Argille;
- Calcareniti compatte.

Il coeff. di Poisson, indicatore della componente coesiva, varia tra 0.36 e 0.40 nelle calcareniti grossolane evidenziando una importante variazione della frazione limosa. Valori più stabili sono presenti nelle calcareniti profonde e nelle argille. In particolare in queste ultime il valore varia tra 0.44 e 0.47, indicando una frazione argillosa sempre prevalente.

Le sismostratigrafie MASW evidenziano una frequente inversione di velocità nel primo strato calcarenitico, dovuta al processo di litificazione e indurimento superficiale "crosta". I valori sismici, avvalorati dai dati stratigrafici riguardo i pozzi presenti in zona, non evidenziano la presenza di falde acquifere sospese.

Di seguito si riportano i parametri geofisici relativi ai quattro litotipi.

- **Ed** (modulo di Young dinamico) - Brown e Roberthshaw

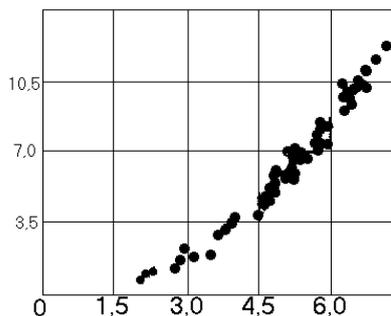
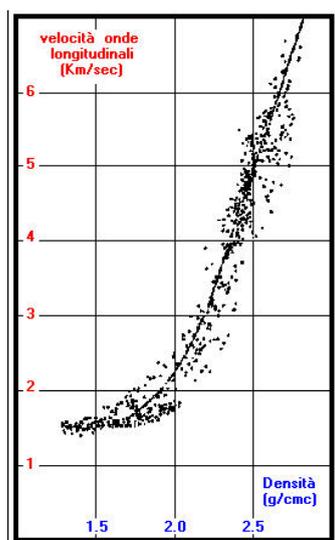
$$E_{din} = 0,0102 \cdot \gamma \cdot V_p^2 \cdot \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{(1 - \mu)}$$

- **G** (modulo di taglio) - Ohta & Goto $G = Ed / 2 \cdot (1 + \mu)$

- **γ** (densità geofisica del terreno) $\gamma_{din} = 0,51 \cdot V_p^{0,19}$

- **R** (rigidità sismica) $R = V_s \cdot \gamma$

- **μ** (densità geofisica del terreno)
$$\mu = \frac{0,5 \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2}$$



Correlazione tra V_p/γ (Nate- Drake) e V_p/E_d (Brown e Robertshaw)

Range di variazione dei parametri sismici						
Parametri sismici		copertura	Calcareniti	Argille	Argille	Calcareniti
spessore	m	0.50-1.00	0-1.00	3.00-3.50	25.00-28.00	-
profondità	m	0.50-1.00	1.00-2.00	4.00-5.50	30.00-35.00	-
velocità onde P	m/s	350	791 - 1000	591 - 800	1230 - 1471	1400 - 2000
velocità onde S	m/s	159	380 - 480	218 - 268	365 - 484	673 - 1007
modulo di Poisson μ	-	0.37	0.35 - 0.35	0.42 - 0.44	0.45 - 0.44	0.35 - 0.33
densità geofisica γ	g/cm^3	1.55	1.81 - 1.89	1.71 - 1.82	1.97 - 2.04	2.02 - 2.16
modulo di taglio G	MPa	16	262 - 437	82 - 130	263 - 478	914 - 2194
mod. dinamico Young Ed	MPa	44	707 - 1181	232 - 375	763 - 1375	2467 - 5837
rigidità sismica R	$t/cm^2 s$	247	689 - 910	374 - 487	719 - 987	1358 - 2178

Caratteristiche geotecniche

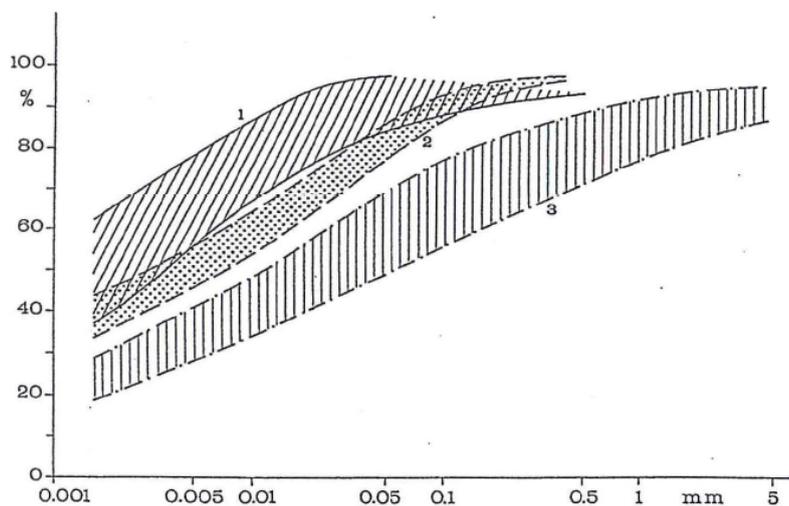
Argille subappennine

Nell'ambito di questa formazione è possibile distinguere tre diverse facies: una facies prettamente argillosa, una argilloso-sabbiosa ed una sabbioso-argillosa.

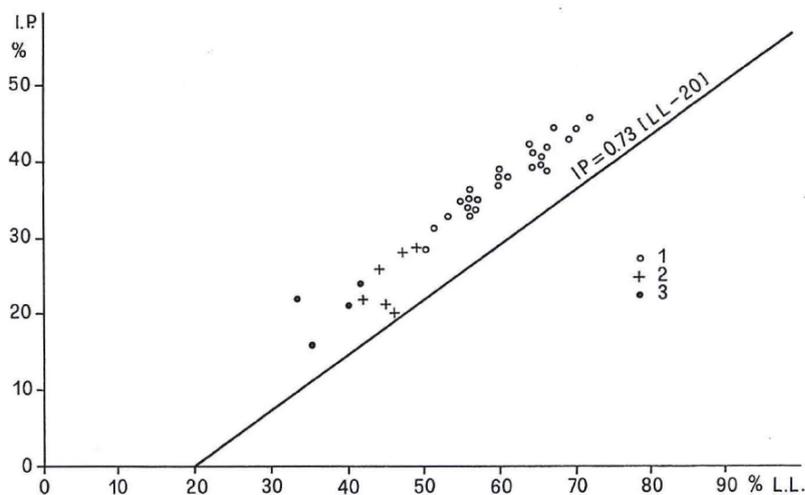
Dalla pubblicazione "Contributo alla conoscenza del territorio fra S. Giorgio Jonico e Sava" di Battista ed al. 1987, sono riportati i risultati di analisi geotecniche eseguite su campioni prelevati nell'area di progetto dell'impianto agrolvoltaico.

Le figure successive riguardano i fusi granulometrici, la carta di plasticità e la carta dell'attività di campioni rappresentativi delle tre differenti litofacies. Nella tabella sono invece riportati i campi di variazione dei principali parametri geotecnici.

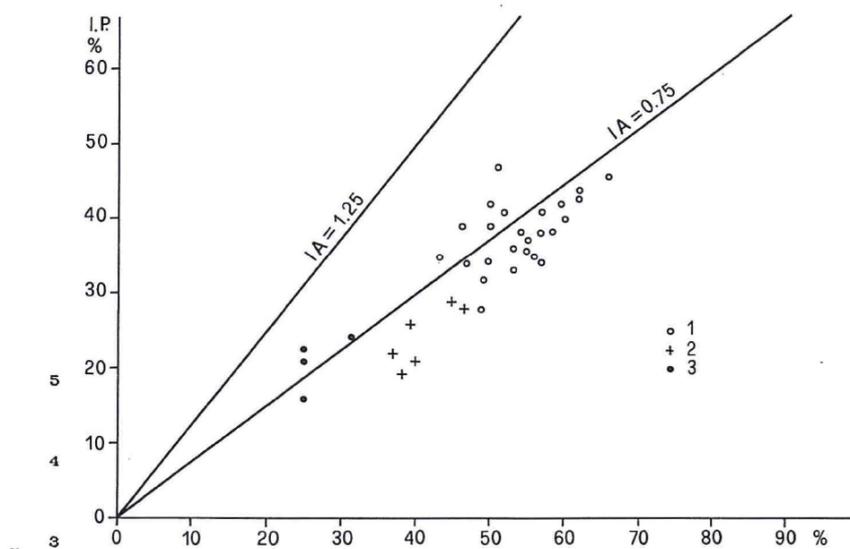
Le caratteristiche di resistenza meccanica sono state desunte da prove di compressione triassiale CIU. Infine sono riportati i diagrammi riguardo le relazioni che esprimono la resistenza a rottura dell'argilla, ottenute col metodo dei punti di sollecitazione. I valori di coesione ed angolo di attrito, ottenuti con le prove di laboratorio, trovano conferma nei risultati delle prove in sito rappresentate da prove penetrometriche dinamiche.



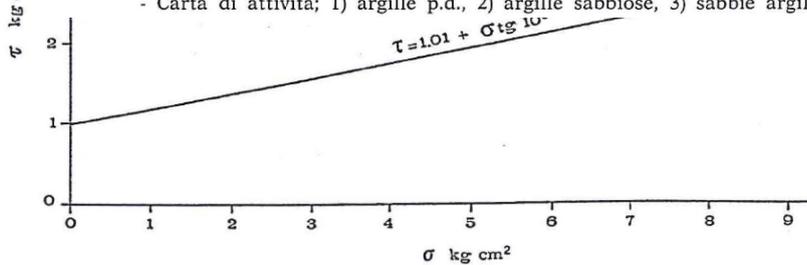
- Fusi granulometrici; 1) argille p.d., 2) argille sabbiose, 3) sabbie argillose.



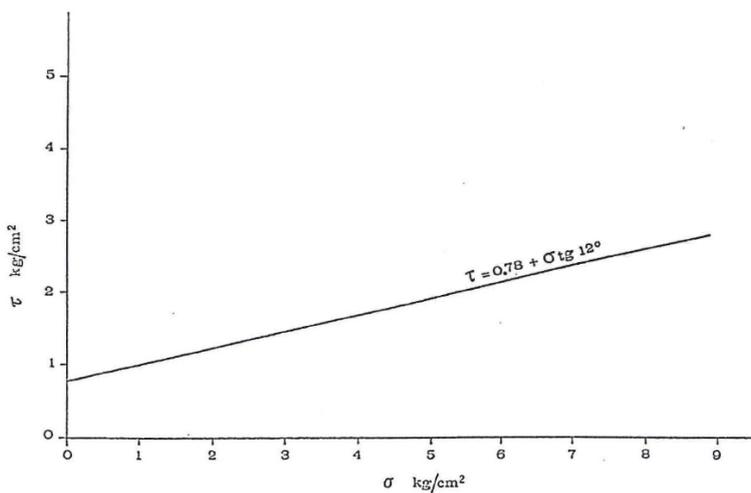
- Carta di plasticità; 1) argille p.d., 2) argille sabbiose, 3) sabbie argillose.



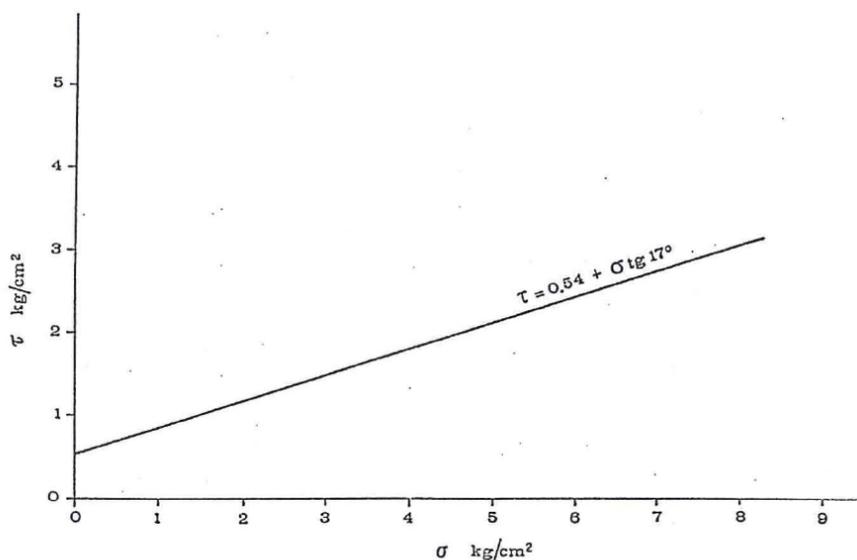
- Carta di attività; 1) argille p.d., 2) argille sabbiose, 3) sabbie argillose.



- Resistenza a compressione triassiale delle argille p.d.



- Resistenza a compressione triassiale delle argille sabbiose.



- Resistenza a compressione triassiale delle sabbie argillose.

	Argille p.d.	Argille sabbiose	Sabbie argillose
d max (mm)	2	2	25
d < 0.002 mm	43%-66%	37%-47%	20%-32%
CaCO ₃	25%-64%	30%-55%	52%
LL	49%-72%	42%-79%	34%-41%
IP	20%-46%	20%-29%	16%-24%
d (t/mc)	1,42—1,65	1,47-1,74	1,58-1,67
W (%)	23%-34%	22%-32%	21%-26%
Cc	0,096-0,163	0,086-0,143	0,096-0,116
c' (kg/cmq)	0,40-0,80	0,45-0,98	0,60
Ø' (°)	13-21	11-19	15-11
N	16-23	20	
SPT			
Cu	1,00-1,50	1,20	

Calcareniti

Le due formazioni calcarenitiche affioranti nella zona in studio presentano caratteri fisici variabili in funzione soprattutto del differente grado di diagenesi.

Si è ritenuto pertanto utile distinguere un termine a consistenza lapidea ed un termine prevalentemente sabbioso.

Il primo è caratterizzato da un peso volume pari a 1,30-1,68 g/cmc con contenuti d'acqua prossimi all'8%. Il peso specifico dei grani risulta pari a 2,61-2,66 g/cmc; la porosità varia dal 36% al 47%. Prove di compressione monoassiale su provini di forma cilindrica o cubica forniscono valori di resistenza a rottura compresi fra 20 Kg/cm e 90 Kg/cm.

Correlazioni geotecniche

I terreni in oggetto sono contraddistinti da litotipi molto diversi, dalle argille alle calcareniti, ai calcari, caratterizzati da comportamenti. Questo ha comportato una variazione la scelta di formule di correlazione tra geofisica e meccanica molto ampia.

Teorie, classificazioni e modelli matematici:

- Il sistema C.S.I.R., proposto da Bieniawski (89), ricava la classificazione geomeccanica dall'analisi di sei parametri che fanno riferimento alla resistenza meccanica, alla giacitura dei piani di stratificazione, alle condizioni dei giunti ed alla situazione idrica.
- Studi condotti da Zezza (75) hanno caratterizzato e classificato gli ammassi rocciosi carsificati pugliesi collegando i comportamenti dinamici con quelli statici attraverso misure di velocità, di RQD ed indicazioni strutturali.
- Rzhovsky e Novik (71) e Broili (77) hanno elaborato modelli matematici correlando il modulo di elasticità dinamico con la porosità, la resistenza a compressione ed il modulo elastico statico.

- Modulo statico:

Rzhovsky e Novik (71)
$$E_s = \frac{Ed - 0,97}{8,30}$$

NAV FAC Manual
$$E_s = 10Ed$$

Denver
$$E_s = 70 \cdot N_{spt}^{0.5}$$

Schmertmann
$$E_s = 12 \cdot N_{spt}$$

- Angolo d'attrito:

C.S.I.R. (89)
$$\varphi = 5 + 0,5 \cdot RMR$$

Sen & Sadagah (03)
$$\varphi = 25 \left(1 + \frac{RMR}{100} \right)$$

Meyerhof
$$\varphi = 19.8 + [4.38 \ln(N)]$$

De Mello
$$\varphi = 19 - 0.38\sigma + 8.73 \log(N)$$

Malcev
$$\varphi = 20 - 5 \text{Log}(\sigma) + 3.73 \text{Log}(N)$$

- Coesione:

$$c = 0,005 \cdot RMR$$

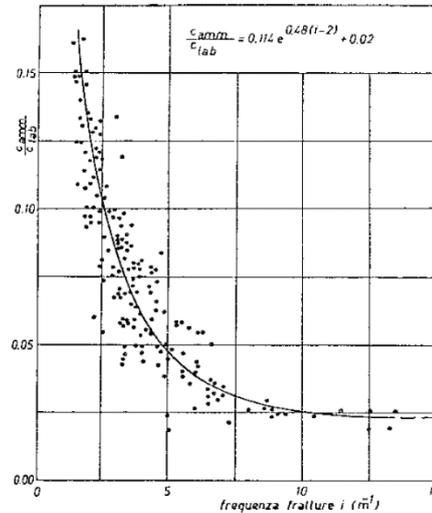
C.S.I.R. (89)

Sen & Sadagah (03)
$$c = 3,625 \cdot RMR$$

- u.c.s. (carico di rottura esp. libera):

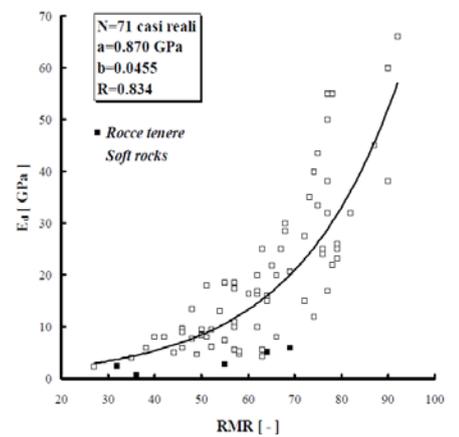
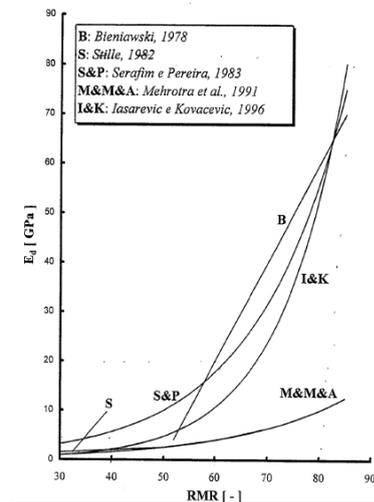
Manev ed Avramova-Tacheva (70)

$$\frac{c_{amm}}{c_{lab}} = 0,114 e^{0.48(i-2)} + 0.02$$



- Ed - RMR (indice strutturale):

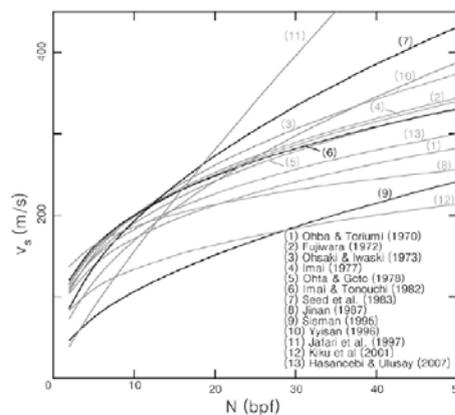
modelli di Serafim & Pereira (83),
Mehroira e altri (91), lasarevic
& Kovacevic (96)
Berardi & Bellingeri (98)



- Nsp (n° colpi penetrometro)

Maugeri-Carrubba (83)

$$V_s = 48N_{SPT}^{0.55}$$



Valori medi						
Parametri elasto-meccanici		copertura	I	II	III	IV
litologia		terreno vegetale	calcareniti	argille sabbiose	calcareniti	calcare
compattezza		media	medio-bassa	media	media	medio-bassa
peso specifico γ	Kg/m ³	1507	1769	1981	2007	2028
peso specifico sat γ_s	Kg/m ³	1583	1858	2011	2108	2028
angolo di attrito ϕ	gradi	23	28	15	32	34
angolo di attrito slittamento	gradi	15	18	10	20	22
coesione drenata	Kg/cm ²	0	0.021	0.600	0.041	1.356
coesione ND cu	Kg/cm ²	0	0.15	0.50	0.28	1.36
mod. el. statico Young Es	Kg/cm ²	19	397	18	1061	2299
modulo di Poisson μ		0.37	0.36	0.47	0.35	0.35
modulo di taglio statico Gs	Kg/cm ²	7	146	6	393	850
mod. edometrico Edo	Kg/cm ²	33	663	100	1704	
Carico di rottura Qc	Kg/cm ²	2.00	5.98	5.60	14.14	14.99
adesione	Kg/cm ²	0.000	0.013	0.360	0.024	0.814
coeff. spinta a riposo K ₀		0.606	2.770	1.698	3.255	3.563
Nspt	n°	7	33-rifiuto	20	rifiuto	rifiuto

VERIFICA DI STABILITÀ DEI PENDII

Il paragrafo 6.3 del D.M. 17.01.2018 prevede lo studio delle condizioni di stabilità dei pendii naturali e dello stato di progetto. I dati riguardo alla morfologia, geologia ed idrogeologia dell'area in esame escludono possibili pericoli di instabilità.

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Dal momento che i terreni di fondazione risultano caratterizzati da calcari e/o sabbie litificate con una resistenza penetrometrica > 30, non si è proceduto alla verifica di liquefazione, in quanto le caratteristiche del terreno di fondazione presentano le condizione di non liquefazione, riportate nel paragrafo 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione" del D.M. 17/01/2018

CONCLUSIONI

A conclusione dello studio morfologico, geologico ed idrogeologico eseguito nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

- I terreni di progetto sono tutti caratterizzati da una morfologia pianeggiante;
- i terreni non sono interessati da vincoli PTA, Parchi e Aree a tutela ambientale, rischio geomorfologico
- la falda idrica si trova ad una profondità superiore a 70 m, in corrispondenza del basamento calcareo;
- I terreni rientrano nella zona a bassa sismicità Z3;
- la natura litologica affiorante è rappresentata da argille sovrastata, solo nella parte meridionale del lotto, da una sottile crosta sabbiosa;
- la classe di sottosuolo è la "C".

In conclusione, le aree in esame risultano geologicamente idonee per il progetto in oggetto.
