



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

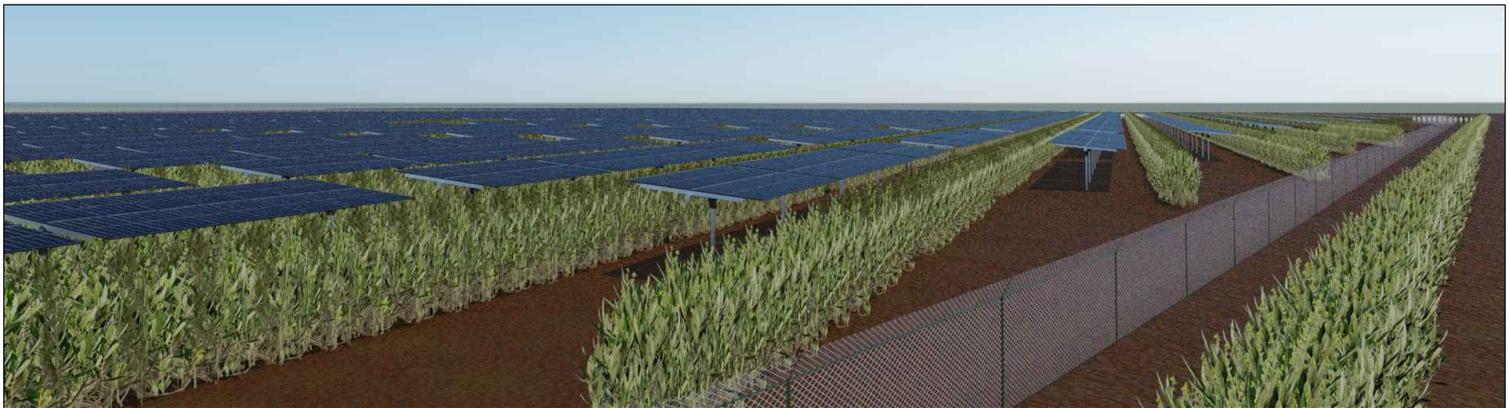
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=54MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto ASC03
Comune di Ascoli Satriano, Prov. di Foggia, Reg. Puglia

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: **ATFWKI7**

N° Elaborato: **RT17**



ELABORATO:

RELAZIONE E STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA

COMMITTENTE:

LT 01 s.r.l.
via Leonardo da Vinci n°12
39100 Bolzano (BZ)
p.iva: 08363700728

PROGETTISTI:

dott. Geol. Angelo Ruta



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)
tel: 0803346537
pec: studiotecnicolt@pec.it

File: ATFWKI7_RelazioneGeologica.pdf

Folder: ATFWKI7_RelazioneGeologica.zip

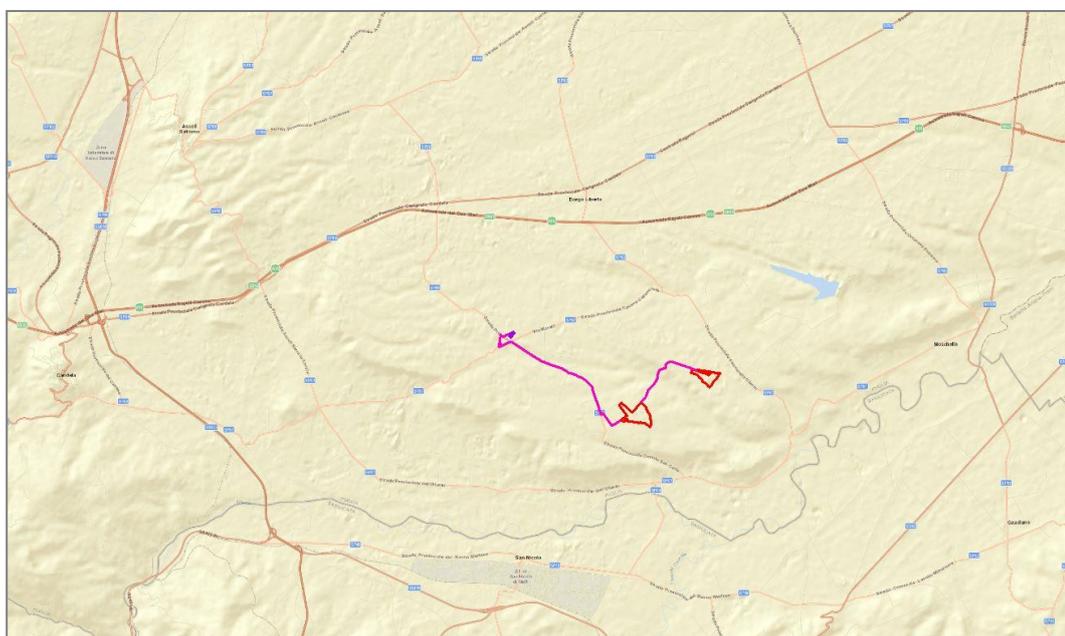
00	24/02/2021				PRIMA EMISSIONE
REV.	DATA	SCALA	FORMATO	NOME FILE	DESCRIZIONE REVISIONE

INDICE

PREMESSA	2
PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO	4
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO	7
CARATTERI GEOLITOLOGICI	14
CARATTERI TETTONICI	17
CARATTERI MORFOLOGICI E IDROGRAFICI	22
CARATTERI IDROGEOLOGICI	27
SISMICITA' E PARAMETRI SISMICI	32
INDAGINI MASW	42
VE _{EQ} E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	43
PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P	56
PARAMETRI GEOTECNICI AREA STAZIONE DI CONSEGNA	60
PARAMETRI GEOTECNICI AREA IMPIANTO_A	63
PARAMETRI GEOTECNICI AREA IMPIANTO_B	66
CONCLUSIONI	67

PREMESSA

Su incarico conferito allo scrivente da LT SERVICE srl con sede a Molfetta in Via Trieste 30, è stata redatta la seguente relazione geologica e della pericolosità sismica di base a supporto del progetto di realizzazione di un parco fotovoltaico su suolo denominato ASC03 da installarsi su tracker monoassiali E-O con potenza complessiva di 54,012 MWp a sorgere in agro del Comune di Ascoli Satriano (FG) in località San Carlo e Perillo su una superficie complessiva di 66,72 Ha.



Inquadramento territoriale

Presa visione dei luoghi, ed in accordo con la committenza ed i progettisti sono state concordate le seguenti indagini:

- Rilevamento geologico di dettaglio;
- Analisi vincolistica Idraulica e Geomorfologica;
- Modellazione geologica ed idrogeologica;
- Pericolosità sismica di base;
- Indagini MASW, $V_{s_{eq}}$ e classificazione del suolo di fondazione;
- Indagini geofisiche;
- Parametrizzazione geotecnica del substrato di fondazione;

I dati di campagna sono stati integrati con la bibliografia specialistica esistente sulla zona. La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla vigente normativa sui terreni di fondazione, L. 64/74, DM 21.01.81, DM 11.03.88, DM 14.09.05, DM 14.01.08 e NTC 2018.

PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

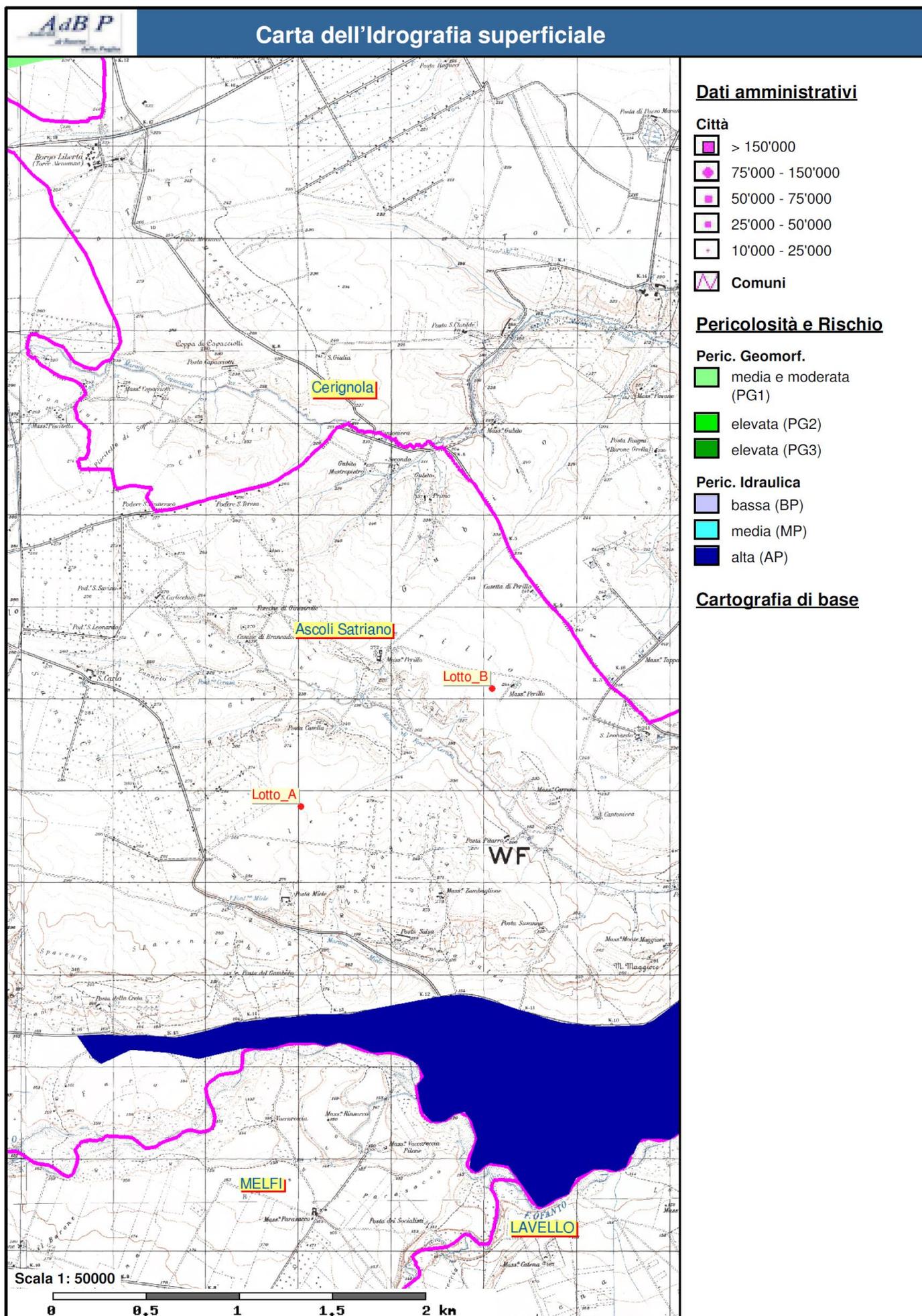
Autorità Di Bacino Distrettuale Dell'appennino Meridionale

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.

L'analisi della "Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica" ha permesso di escludere situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica nelle aree oggetto di studio.

Dall'analisi invece della "Carta Idrogeomorfologica" ed IGM si rilevano alcune interferenze solo tra il tracciato del cavidotto ed il reticolo idrografico; pertanto, in ottemperanza a quanto disciplinato nelle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si è proceduto a specifico studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ha permesso di evidenziare le reali interferenze e criticità al fine di operare adeguate scelte progettuali nel rispetto dell'attuale assetto morfologico ed idraulico dei luoghi.

Per una disamina dettagliata si rimanda a specifica relazione di compatibilità idrologica ed idraulica.





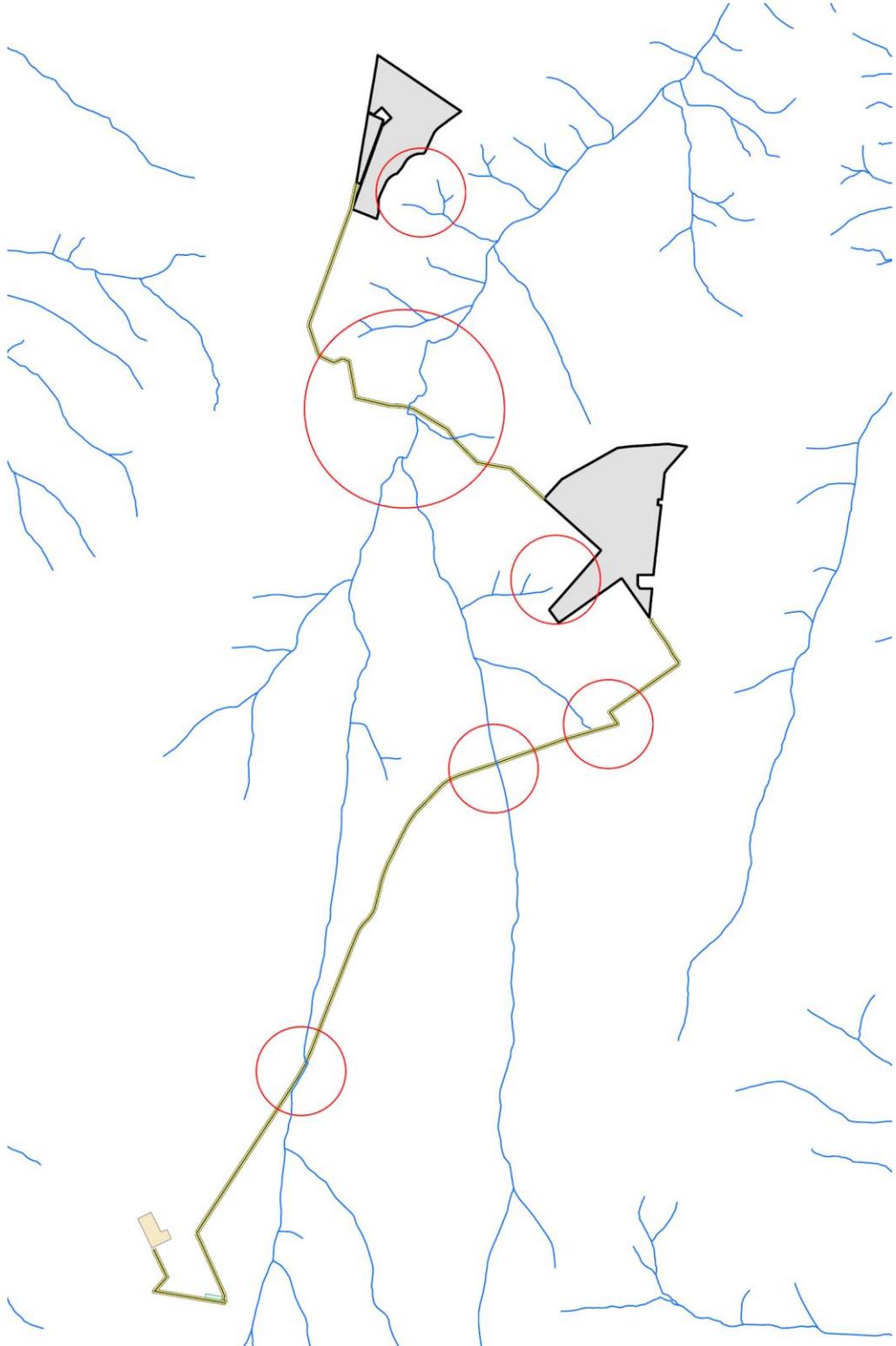
Carta dell'Idrografia superficiale

FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- Corsi d'acqua**
-  Corso d'acqua
-  Corso d'acqua episodico
-  Corso d'acqua obliterato
-  Corso d'acqua tombato
-  Recapito finale di bacino endoreico
-  Sorgenti
-  Canali lagunari

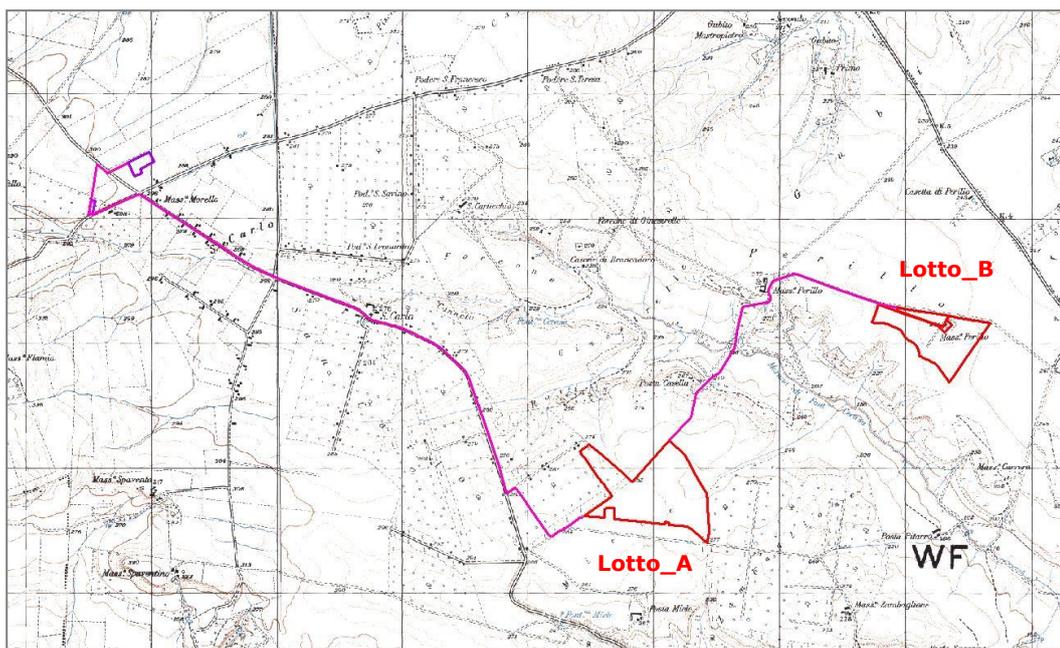


Interferenze con l'idrografia superficiale



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

L'area in esame, compresa nella Tav. 175 II-NO "San Carlo" della Carta IGM in scala 1:25.000, è ubicata a circa 18 km in direzione SE dal centro cittadino ad una quota media variabile tra circa 260m (Lotto_B) e 280m (Lotto_A) s.l.m.

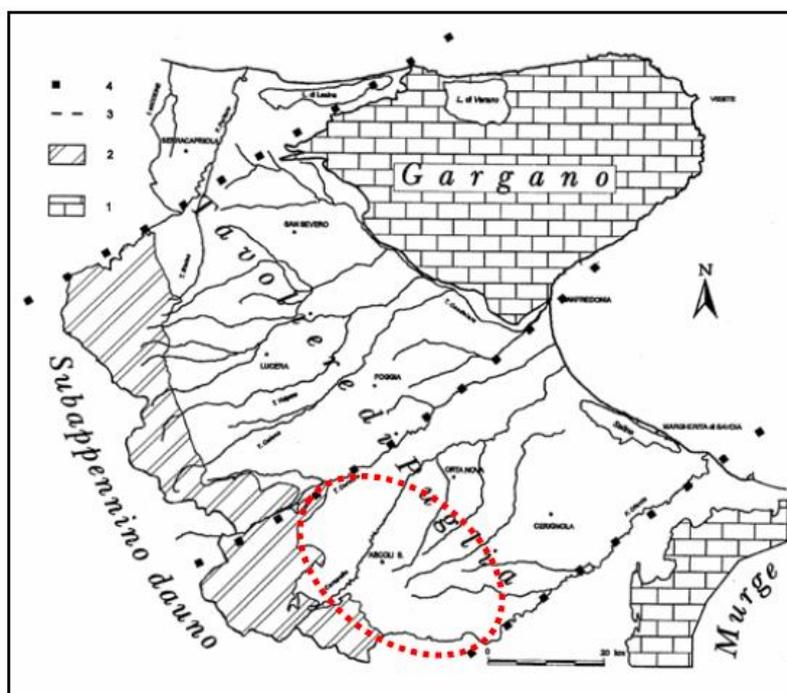


- Stralcio Foglio 175 IGM, Tav. II NO "San Carlo" -

Il territorio comunale di Ascoli Satriano ricade nella porzione meridionale di un'estesa unità geografica denominata Tavoliere di Puglia, delimitata a SO dall'arco collinare del Preappennino Dauno, a NO dal torrente Cervaro, a NE dal Golfo di Manfredonia e a SE dal fiume Ofanto.

La situazione geomorfologica, stratigrafico-strutturale, idrogeologica e tettonica dei terreni presenti nell'area in esame è stata ricostruita partendo dai dati contenuti nelle cartografie ufficiali. Dal punto di vista geologico e propriamente geodinamico, l'area in esame è parte integrante del settore sud-occidentale dell'articolato sistema geostrutturale rappresentato da tre domini: Catena-Avanfossa-Avampaese (Ollier, 1980, Ortolani e Pagliuca, 1988; Merenda, 1991; Bigi et al. 1992). Questi ultimi (Avanfossa–

Avampaese), procedendo dall'interno verso il mare, appaiono approssimativamente come fasce orientate secondo l'attuale linea di costa (NO–SE), ed evidenziano due settori distinti aventi ognuno caratteristiche peculiari e molto diverse tra loro sia nella dinamica dei processi esogeni, sia nei caratteri morfoevolutivi. Questi settori sono caratterizzati da confini alquanto netti e omologhi con quelli dei domini geodinamici prima citati.



Inquadramento geologico–territoriale della Capitanata. 1) Calcari della Piattaforma Apula; 2) Flysch del subappennino dauno; 3) limiti tra i settori: settentrionale, centrale e meridionale del Tavoliere [da Caldara & Pennetta, 1993]

In un ambito sufficientemente ampio, riguardante il territorio in esame, s'identificano due grandi complessi morfologico–strutturali, allungati in direzione appenninica (NO-SE), che si succedono da SO a NE. In particolare, sulla base dei caratteri litostratigrafici e strutturali, di cui il territorio comunale fa parte, si distinguono affioramenti di formazioni geologiche riferibili ai seguenti complessi:

- Complesso delle Unità mesozoiche e cenozoiche dell'Appennino meridionale, corrispondente ai domini alto-strutturali, che ospitano i sedimenti flyscioidi prepliocenici, che costituiscono la porzione sud-

occidentale dei Monti della Daunia, le coperture detritiche e alluvionali del margine preappenninico;

- Complesso delle Unità del Tavoliere, verso nord-est, con carattere di “bacino”, ospita terreni prevalentemente clastici d'età plio-quadernaria ed è solcato dai torrenti e dai fiumi più importanti della Puglia Nord-Occidentale che rappresenta l'esteso bassopiano morfologico sbarrato a nord dalle falde del Gargano.

Quanto detto induce a ritenere che i due elementi morfologico-strutturali siano l'espressione, in superficie, di due grandi geostrutture differenti, sia per le facies sedimentarie, che le caratterizzano, sia per il luogo occupato nella paleogeografia dell'Italia Meridionale.

Le Unità mesozoiche e cenozoiche dell'Appennino meridionale sono sostanzialmente costituite da una potente serie fliscioide, del Miocene medio, poggiante su un complesso caotico in prevalenza composto d'argille e marne varicolori scagliose, denominato “Complesso indifferenziato”. Questo complesso (definito anche pasta fondamentale, ufficializzato con la denominazione Argille Variegate) è principalmente formato da argille varicolori scagliose, prive di stratificazione, con inclusi frammenti di roccia e di pacchi di strati lapidei disarticolati. Si tratta di argille e marne prevalentemente siltose, grigie e varicolori, con differente grado di costipazione e scistosità; molteplici di strati calcarei, calcareo-marnosi, calcarenitici, di brecce calcaree, di arenarie varie, puddinghe, diaspri e scisti diasprigni; rari livelli di sabbie con elementi vulcanici; episodi di frane sottomarine intraformazionali. Su tali terreni poggiano depositi d'argille e argille sabbiose, sabbie e arenarie, puddinghe poligeniche, del Pliocene, depositi fluviali terrazzati, alluvioni recenti e attuali del Quaternario. Al complesso delle Unità del Tavoliere si fa corrispondere la colmata del richiamato "bacino" e l'area di raccordo tra la prosecuzione verso sud della stessa colmata (Fossa Bradanica) e quella verso Nord (Fossa Adriatica). Il bacino è una depressione morfologico-strutturale disposta in senso NO-SE ed è delimitata dalla catena

appenninica a Sud Ovest e dall'avanpaese apulo a Nord Est. Durante Miocene, la porzione occidentale della piattaforma carbonatica apula a causa delle forti spinte, da parte della catena appenninica, si sarebbe frantumata, in diversi blocchi con prevalente allineamento NO-SE, riproducendo un esteso semigraben, raffigurando l'avanfossa della catena. Con il Pliocene medio, dalla catena appenninica in rapido sollevamento, ragguardevoli colate gravitative di materiale fliscioide, unitamente alle spinte dell'Appennino, provocarono sensibili contrazioni della parte interna dell'avanfossa, colmandola. All'esterno prevalsero fenomeni di subsidenza con graduale riempimento di materiali in prevalenza costituiti da sedimenti torbiditici e sabbiosoargillosi.

Il Pliocene superiore contrassegna il limite finale delle fasi orogenetiche, che condurrà alla separazione dell'avanfossa in diversi bacini ben definiti. In questa fase tettonica, di tipo trasversale, ha origine l'approfondimento del "Graben del Tavoliere delle Puglie", con assetto antiappenninico interposto fra il Promontorio del Gargano e l'altopiano delle Murge. L'approfondimento dell'avanfossa proseguì per tutto il Pleistocene inferiore-medio e l'interruzione delle tensioni appenniniche (congiuntamente ai consecutivi bilanciamenti isostatici) permise l'innalzamento dal mare della Pianura di Capitanata, con emersione da ovest. I sedimenti del Tavoliere costituiscono difatti una potente copertura dell'avanfossa. Dal Pleistocene medio, negli intervalli di rallentamento e/o di blocco dell'innalzamento della pianura, insieme all'avvento di fenomeni glacio eustatici, avvennero azioni modellatrici d'incisione, abrasione e di disfacimento dei sedimenti ivi depositati e la generazione di molteplici differenti unità litostratigrafiche, in concomitanza di più cicli sedimentari marini e/o di fasi continentali di alluvionamento. L'intera area del bacino in parola è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale. Tra questi prevale l'argilla più o meno marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta). Sotto l'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso, cui fa da basamento impermeabile il

complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriane che costituisce il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine. Queste, costituiscono i principali affioramenti argillosi e sono trasgressive sulle argille azzurre infra medio-plioceniche (ciclo più antico). I depositi argillosi di entrambi i cicli sono indicativi di una facies neritica e mostrano d'essersi originati in un bacino lentamente subsidente. Sono costituiti da argille marnose più o meno siltoso-sabbiose e da marne argillose di color grigio-azzurro o giallastro, con giacitura generalmente sub orizzontale. La potenza di questi depositi varia sensibilmente da punto a punto con spessori massimi dell'ordine di centinaia di metri. Il ciclo argilloso plio-pleistocenico a luoghi poggia, in continuità di sedimentazione, su depositi calcarenitici trasgressivi sul basamento mesozoico. Le argille preappennine, grigio-azzurre, formano lembi discontinui, anche se talora vasti, venuti a giorno (soprattutto in aree a NW) là dove l'erosione ha asportato la copertura post-calabriana. Spesso sotto quest'ultima, le argille giacciono a pochi metri di profondità. I sedimenti post-calabriani sono essenzialmente di origine continentale e poggiano generalmente in discordanza sui sottostanti depositi marini.

La copertura post-calabriana, di facies deltizia e/o fluvio-lacustre, poggia in discordanza stratigrafica sui depositi marini sottostanti, lungo un piano debolmente inclinato verso la costa adriatica, la cui continuità è più volte interrotta da modesti gradini, verosimilmente prodotti da fasi di stasi del livello del mare durante il Quaternario. Nella parte orientale dell'area, infine, affiorano i calcari mesozoici del Promontorio del Gargano che rappresentano il settore maggiormente sollevato dell'intero segmento apulo. Quest'ultimo costituisce il settore di avampaese sia per l'Orogene appenninico a W sia per quello dinarico a E (D'Argenio et alii 1973-Ricchetti, 1980-Ricchetti et alii, 1988-Royden et alii 1978-Dogliani et alii 1994 e Pieri et alii, 1997). L'avampaese apulo s'individua nel Miocene inferiore in coincidenza della formazione della Catena appenninica, quando la piattaforma apula subduce verso W sotto gli appennini. Il risultato è un'area debolmente inclinata formata da una zona sollevata ed

emersa (Gargano, Murge e Salento) e da una zona sommersa nell'adriatico e mar Ionio. L'intero avampaese apulo corrisponde a una struttura orientata all'incirca WNW–ESE attraversata da numerose faglie dirette sub–parallele a orientazione appenninica e da faglie di trasferimento oblique o perpendicolari. Queste, l'hanno diviso e segmentato in tre blocchi di cui il Gargano rappresenta quello con livello di sollevamento più marcato.

Tale fondamentale struttura è sostanzialmente costituita da:

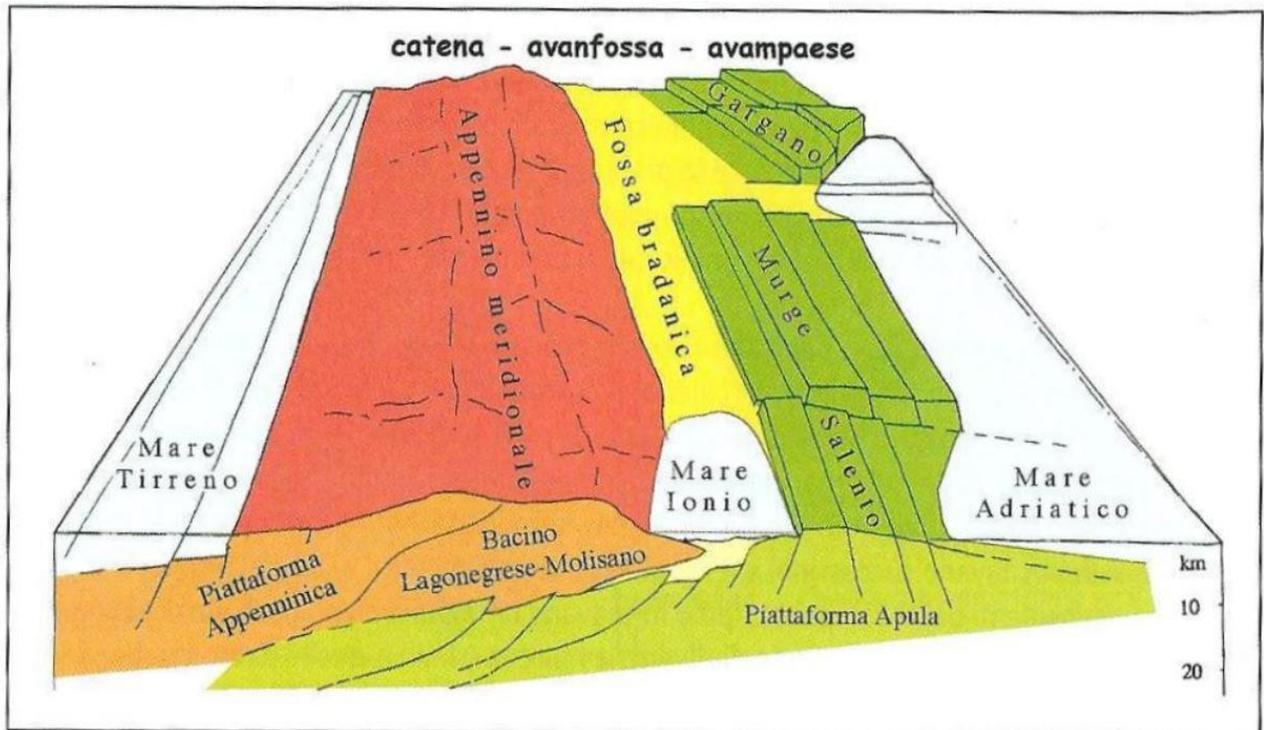
- basamento pre-cambrico di natura cristallina;
- successione continentale permio triassica;
- successione anidritico-dolomitica triassica;
- sedimenti di piattaforma carbonatica d'età giurassico cretaceo.

La successione si chiude con la deposizione di sedimenti, discontinui, terziari e quaternari. Affioramenti di modesto sviluppo areale di sedimenti di età più antica emergono in località Punta delle Pietre Nere-Masseria San Giovanni in Pane (gessi, calcari e calcari marnosi triassici) e limitatissimi lembi di rocce eruttive. Dal pleistocene medio in poi, l'interazione tra il sollevamento tettonico regionale e le oscillazioni glacio–eustatiche del livello del mare ha favorito la sedimentazione dei depositi marini terrazzati, associati spesso ai depositi eolici.

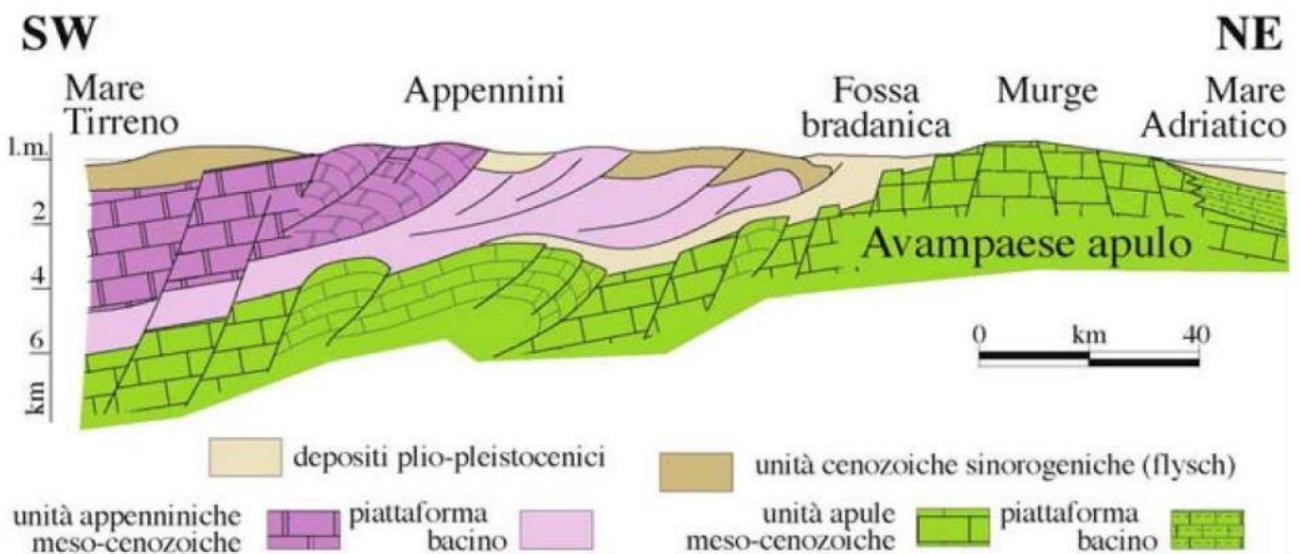
In base alle interpretazioni di Funicello e altri, il modello geodinamico di questa porzione di territorio può essere di contro schematizzato con la seguente evoluzione paleogeografico-strutturale:

- formazione della piattaforma carbonatica mesozoico-paleogenica;
- frammentazione della piastra Apula con relativa individuazione dell'avanfossa a partire dal Miocene;
- riempimento di questo bacino subsidente durante il Plio-Pleistocene;

- sollevamento regionale concomitante con oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare e conseguente importante fase di terrazzamento mesopleistocenico-olocenica.



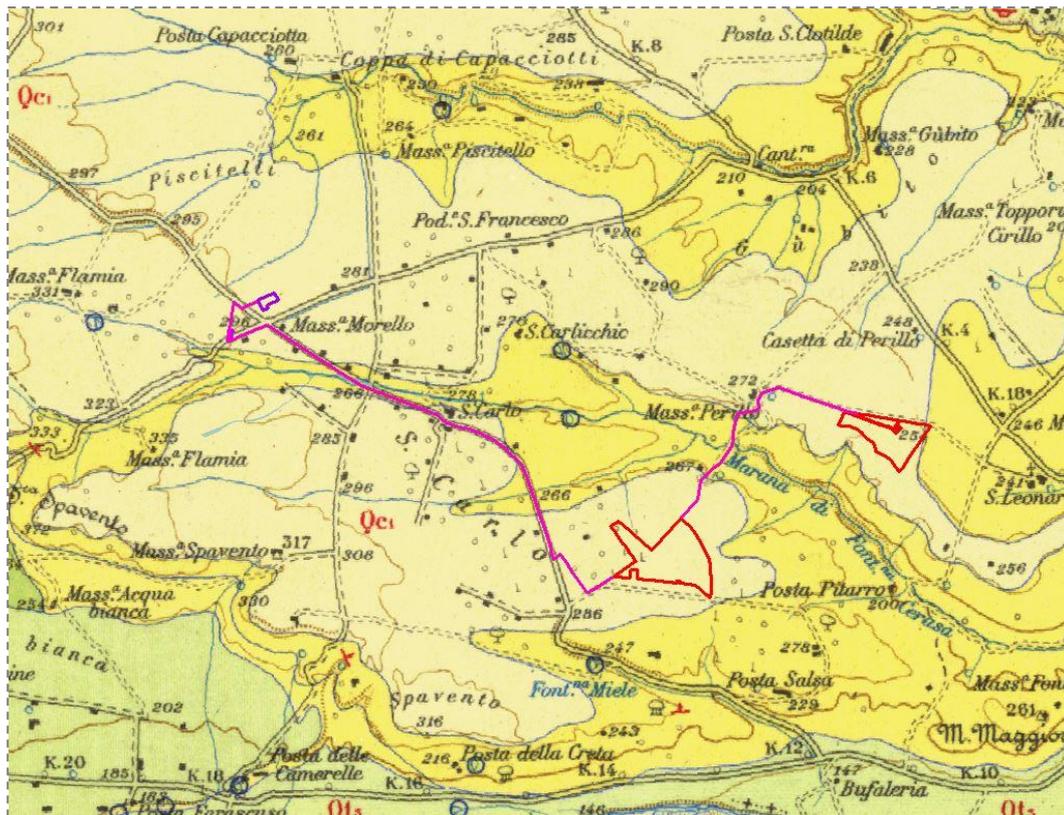
Schema geologico tridimensionale dell'Italia meridionale (da Funiciello et al., 1991)



Sezione trasversale illustrante l'assetto dei domini geostrutturali nel sistema orogenico Appenninico (da Tropeano M., 2003)

CARATTERI GEOLITOLOGICI

L'area in esame ricade nel Foglio 175 "Cerignola" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Essa è occupata dalla potente serie dei sedimenti plio-quadernari che si sono depositi durante il ciclo trasgressivo-regressivo che ha portato al riempimento dell'avanfossa appenninica.



Qc1

Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie (fine Calabrian?)

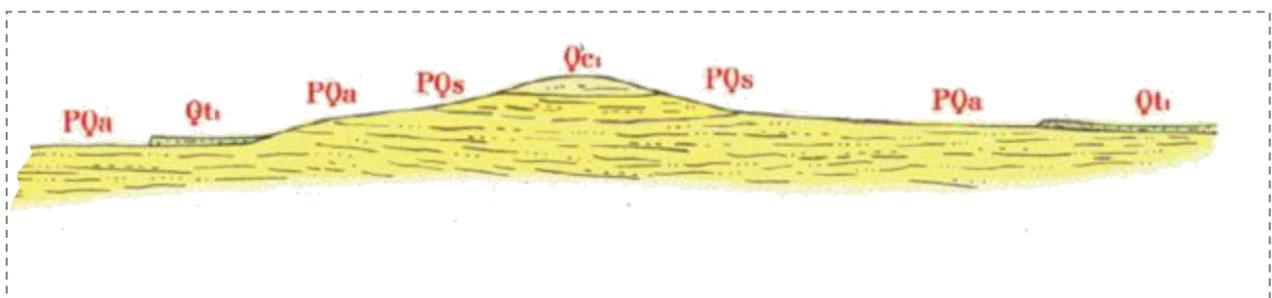
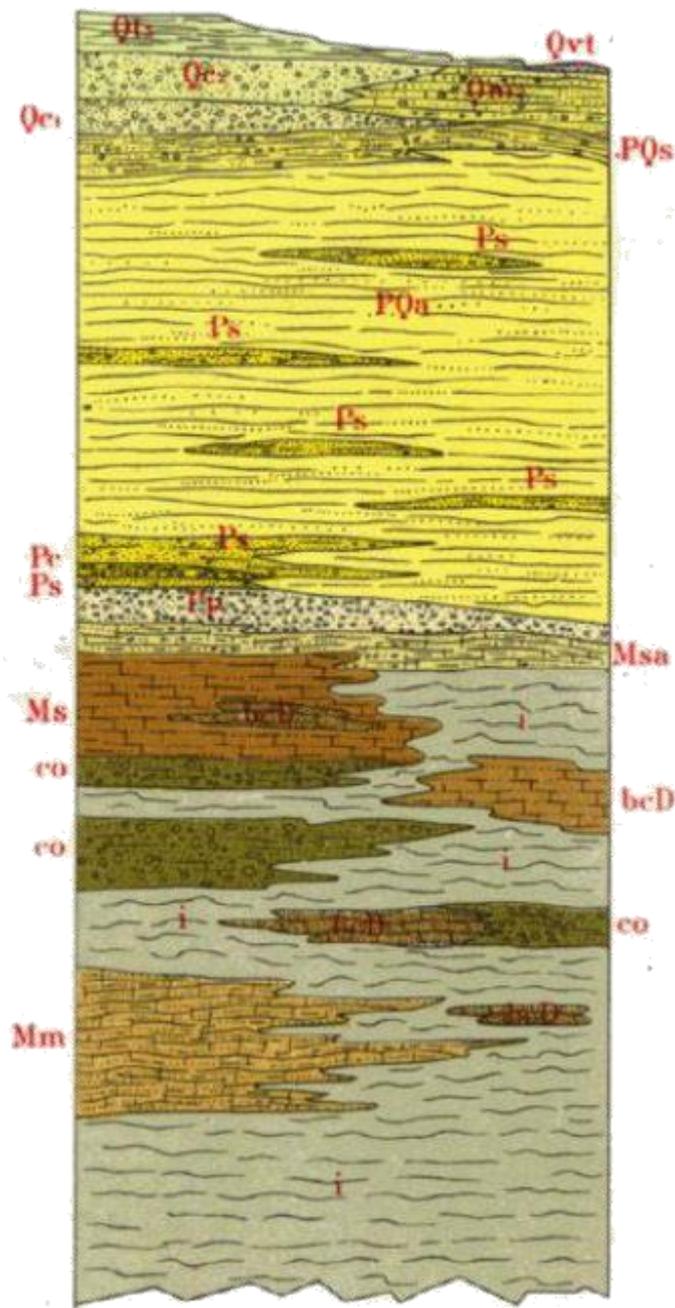


PQs

Sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro; lenti ciottolose localmente fossilifere (*Ostrea edulis*, *Chlamys opercularis*, *Ch. multi-striata*, *Venus multilamella*)

- Stralcio Carta Geologica d'Italia, Foglio 175 "Cerignola" -

Schema dei rapporti stratigrafici



Nell'area in studio, i rapporti stratigrafici (dalle formazioni più antiche a quelle più recenti) sono i seguenti:

- Argille Subappennine - (PQa)
- Sabbie e sabbie argillose - (PQs)
- Conglomerati e ghiaie - (Qc1)
- Depositi alluvionali terrazzati - (Qt1-3)

Le Argille Subappennine (PQa) sono rappresentate da argille siltose, argille marnose e sabbie argillose costituenti un complesso che caratterizza la base di tutto il Tavoliere e che, localmente, si rinviene in trasgressione sulle diverse unità in facies di flysch dell'Appennino Dauno. Le Argille Subappennine, depositatesi in un bacino marino subsidente e scarsamente profondo, hanno uno spessore complessivo di parecchie centinaia di metri. Nel pozzo per idrocarburi Ascoli 1, il substrato carbonatico si trova ad una profondità di circa 1850 m. Sulle argille subappennine poggiano, in continuità di sedimentazione, le Sabbie e Sabbie argillose a volte con livelli arenacei giallastri e lenti ciottolose (PQs). Esse sono costituite da sabbie più o meno argillose di colore giallastro, a volte fittamente stratificate, in cui la componente argillosa diminuisce progressivamente verso l'alto. Lo spessore massimo della formazione risulta di circa 50 - 60m. Con lieve discordanza angolare sulle sottostanti Sabbie, affiorano dei Conglomerati e Ghiaie sabbioso-limose (Qc1), regressivi e ad assetto suborizzontale. Gli elementi costitutivi di tali depositi conglomeratico ghiaiosi, a grado di cementazione variabile, sono rappresentati da ciottoli arenitici e/o di calcari detritici, derivanti dai flysch della vicina catena appenninica. Le dimensioni medie dei ciottoli rientrano nel range 3 ÷ 10 cm di diametro. Essi si rinvengono di frequente in lenti e strati intercalati a sabbie e sabbie limose e localmente si presentano embriciati. Nel complesso, questi sedimenti, depositatisi in ambiente di mare scarsamente profondo, possono essere interpretati come accumuli deltizi formatisi durante fasi pluviali in cui le capacità di trasporto dei corsi

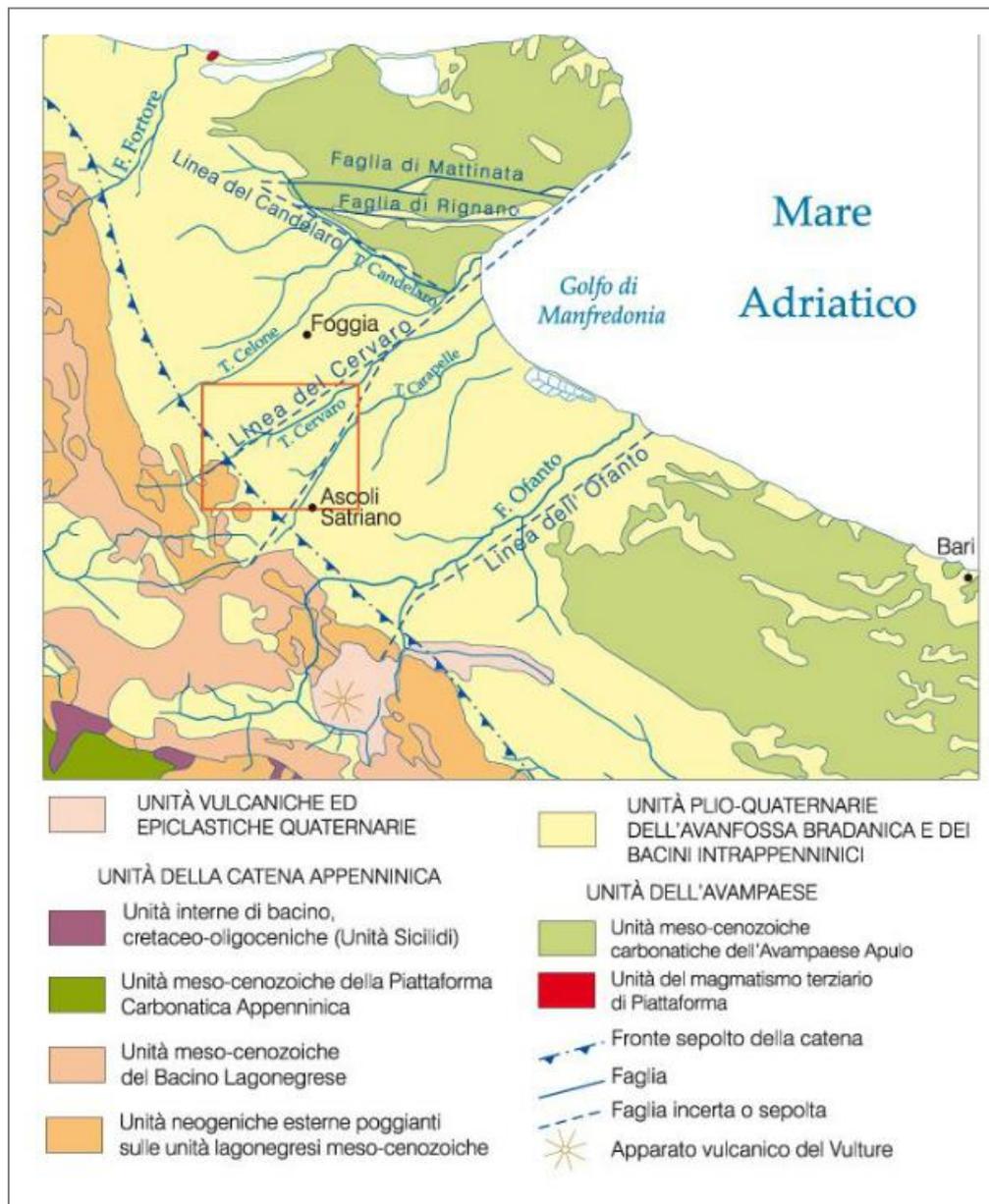
d'acqua ed i processi di denudamento delle rocce affioranti sarebbero stati piuttosto intensi. Lo spessore di questi sedimenti è valutabile in alcune decine di metri e la datazione è da attribuire al Pleistocene.

CARATTERI TETTONICI

Le varie unità lito-stratigrafiche dell'area in esame sono state interessate da fasi tettoniche mioceniche e plioceniche (Aprile et al., 1979-Di Nocera e Torre, 1987). Queste hanno determinato strutture geologiche complesse con rapporti di sovrapposizione e contatti (stratigrafici e/o tettonici) diversi e variabili da zona a zona. Il motivo strutturale più evidente è rappresentato da linee tettoniche con direzione NNO-SSE e NE-SO e in tale direzione si sviluppano anche gli assi di ampie strutture plicative, individuate fin dal Miocene medio. Le fasi tettoniche successive non hanno modificato sostanzialmente questi allineamenti strutturali anche se ne hanno accentuati gli effetti coinvolgendo le formazioni plioceniche, determinando sovrascorrimenti e faglie inverse e rendendo tettonici molti dei contatti tra le varie formazioni geologiche.

L'evoluzione strutturale generale, che caratterizza il territorio del Preappennino, dauno, è sostanzialmente iniziata con la sedimentazione, nel Miocene, di una potente serie flyscioide sopra il complesso basale. Contemporaneamente alla trasgressione miocenica si determina un abbassamento dell'area con la formazione di un bacino di accumulo di depositi clastici provenienti, in prevalenza, da aree emerse limitrofe. In seguito, nel periodo pliocenico, si configura una sedimentazione trasgressiva anche sui depositi flyscioidi, dovuta a un successivo abbassamento. Le strutture oggi visibili sono da attribuire ad una tettonica di tipo gravitativo dove i complessi flyscioidi sono "scivolati" verso NE, in più riprese, sulle argille varicolori e successivamente anche sul termine argilloso-marnoso della formazione della Daunia, nel tardo Miocene. In seguito si registra la ripresa dei movimenti gravitativi delle masse di flysch

e successivi scivolamenti delle argille varicolori, in concomitanza dei fenomeni di subsidenza che hanno caratterizzato la formazione della Fossa Bradanica, legata a una tettonica di tipo epirogenico (sprofondamento).

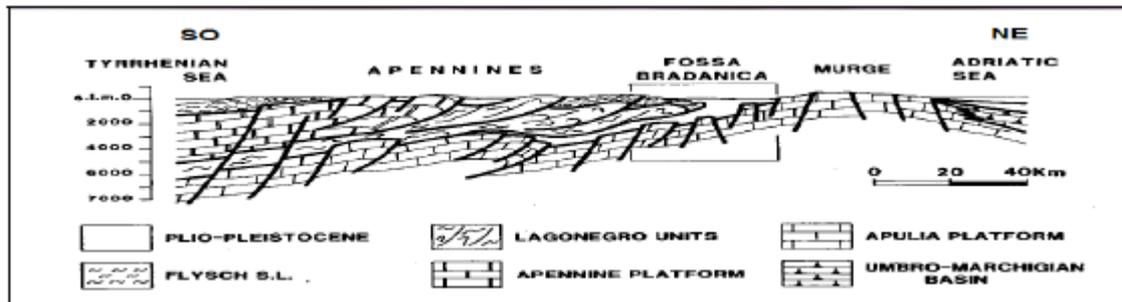


Tale area è contraddistinta dalla presenza di pieghe asimmetriche, anticlinali e sinclinali, con assi orientati secondo la direttrice NO-SE, pieghe-faglie, faglie inverse e trascorrenti (stile appenninico) con vergenza a NE. Le placche monoclinali, frequentemente interessate ai bordi da

faglie, presentano immersione degli strati preferibilmente verso NO e SO, con pendenze fino a 30°, o superiori, talora con strati contorti e subverticali. La tettonica dei depositi pliocenici rispecchia all'incirca quella del substrato miocenico. Naturalmente tale stile influenza notevolmente la rete idrografica superficiale, fenomeno evidenziato dall'allineamento delle valli principali secondo i motivi tettonici preminenti. Sono frequenti dissesti di tipo franoso ma che interessano principalmente le aree in cui affiorano le argille scagliose, che coinvolgono spesso anche i brandelli lapidei inclusi, poco stabili. Nelle zone dove l'erosione è più intensa, sono presenti forme del terreno aspre, come si osserva lungo i principali corsi d'acqua che scorrono, per tratti in gole profonde alcuni metri, a pareti subverticali, e talvolta sono impostati in corrispondenza di linee di faglia o di frattura.

L'area del bacino è stata interessata solo marginalmente dalle fasi tettoniche appenniniche precoci (Miocene), durante le quali fungeva da avampaese. Il basamento del Tavoliere è costituito da una potente serie di sedimenti carbonatici di età mesozoica, in prevalenza di piattaforma, su quali poggiano e affiorano localmente, depositi trasgressivi calcarenitici riferibili al Paleogene. Dal Miocene, con l'avvento della tettogenesi appenninico-dinarica, la Piastra Apula assume la funzione di Avampaese e, nel frattempo, le sue parti estreme diventano instabili. Quella occidentale, con il progredire delle fasi di accavallamento delle unità appenniniche verso E, è progressivamente coinvolta da una suddivisione, con allineamento NO-SE, fino a costituire un esteso semigraben. Proprio in quest'area si verrà a determinare l'Avanfossa appenninica. Un comportamento simile, anche se con minore intensità, avviene al margine orientale a seguito delle spinte della catena dinarica. Nella fase conclusiva l'Avampaese si modifica in un prolungato Horst, con orientamento appenninico, la cui estremità settentrionale, in seguito a rotazione antioraria, si dispone secondo la direzione E-O (Gargano). La continuità dell'avampaese è interrotta, a nord del Promontorio Garganico, dalla faglia Tremiti-Volturno e da un graben, a orientamento antiappenninico

(SONE), con ulteriore gradonatura NO-SE immergente verso l'Appennino, che si interpone fra Murge e Gargano.



Sezione geologica schematica attraverso l'Appennino Meridionale e la Fossa Bradanica (Sella et alii, 1988)

Dal Miocene, la parte occidentale della piattaforma carbonatica apula, a seguito delle spinte della Catena appenninica, si sarebbe spezzettata assumendo il ruolo di avanfossa della catena appenninica. Gli studi compiuti da Crescenti riferiscono che questa può essere suddivisa in quattro unità paleogeografiche definite: bacino abruzzese, molisano, pugliese e lucano. Siffatti bacini, orientati all'incirca allo stesso modo (NO-SE), cioè parallelo a quello della catena appenninica, si sono determinati con origine dal settore nord "ringiovanendosi" verso sud e subendo, inoltre, una migrazione verso est. Dal Pliocene inferiore ha perso concretamente il carattere di avanpaese ed ha assunto, almeno fino al Pleistocene inferiore, quello di avanfossa. In essa si sono depositati sedimenti prevalentemente argillosi di ambiente marino, sui più occidentali dei quali hanno finito per sovrascorrere le unità appenniniche più esterne, come risulta dall'analisi delle stratigrafie di molti pozzi profondi e da sezioni sismiche (AGIP, 1977-ENEL, 1985-Moscardini e Merlini, 1986). In seguito la regressione marina ha consentito la deposizione di materiale continentale clastico limoso-sabbioso e ghiaioso. Il sollevamento, che ha causato la regressione, è tuttora attivo e, secondo alcuni autori (Ciaranfi et al., 1983), sarebbe legato almeno in parte a un generale riaggiustamento isostatico della catena. Durante quest'ultimo periodo l'area è stata anche interessata da una ripresa dell'attività di dislocazioni

tettoniche trasversali che potevano aver accompagnato in precedenza la messa in posto dei thrusts appenninici (segnalata nella carta neotettonica dell'Italia 1:500.000 del C.N.R.). Il basamento calcareo dolomitico del mesozoico, che costituisce l'ossatura fondamentale del Tavoliere, ha prevalentemente una struttura a Horst e Graben, originata da un sistema di faglie appenniniche, parallele alla faglia marginale del Gargano. Nel corso del Pliocene Inferiore la fossa, delimitata tra l'Appennino e l'ancora intatto Avampaese Apulo-garganico, aveva verosimilmente assunto una configurazione alquanto allungata con margini subparalleli accostati. La sedimentazione era di tipo pelitico, riferibile ad argille bacinali e a facies distali di corpi torbiditici provenienti da NO. Nel Pliocene Medio si comincia a riconoscere la Fossa Bradanica, bacino di sedimentazione plio-pleistocenico compreso fra Gargano, Murge e catena Appenninica. In quest'ampia depressione sono richiamate, dalla Catena appenninica in rapido sollevamento, potenti colate gravitative, che congiuntamente alle spinte appenniniche vanno a accorciare la parte interna della stessa Avanfossa colmandola. Verso l'esterno si configurano aree ove prevalgono fenomeni di subsidenza caratterizzati da forti riempimenti torbiditici, sabbiosoargillosi. Il Pliocene Superiore identifica il culmine della tettonica trasversale, che condurrà alla separazione dell'Avanfossa in più bacini distinti (bacino molisano, pugliese e lucano). A questa fase tettonica corrisponde l'approfondimento del graben del Tavoliere meridionale e, in seguito, avviene il colmamento del bacino pugliese, nel corso del Pleistocene inferiore. I depositi del Ciclo della Fossa Bradanica, posti lungo il bordo appenninico, sono: Conglomerati e sabbie di Oppido Lucano, Argille subappennine, Sabbie di Monte Marano e Conglomerato di Irsina. Lungo il margine murgiano si riscontrano: Biocalcareni di Gravina, Argille subappennine, Sabbie di Monte Marano e/o Calcarenite di Monte Castiglione. Gli affioramenti che caratterizzano il Tavoliere sono quasi esclusivamente costituiti dalla porzione più superficiale della successione plio-pleistocenica (unità stratigrafiche regressive). I

conglomerati di chiusura e la relativa superficie sommitale sono identificabili unicamente nel Tavoliere meridionale.

CARATTERI MORFOLOGICI E IDROGRAFICI

Il Territorio Comunale di Ascoli Satriano, si colloca nel settore SO della Provincia di Foggia, occupa un'area di 363 km² che dista circa 9 km dal margine dell'Appennino e comprende, a NE, parte della media valle del Torrente Carapelle e confina a SE, per un breve tratto, con l'ampia valle del Fiume Ofanto.

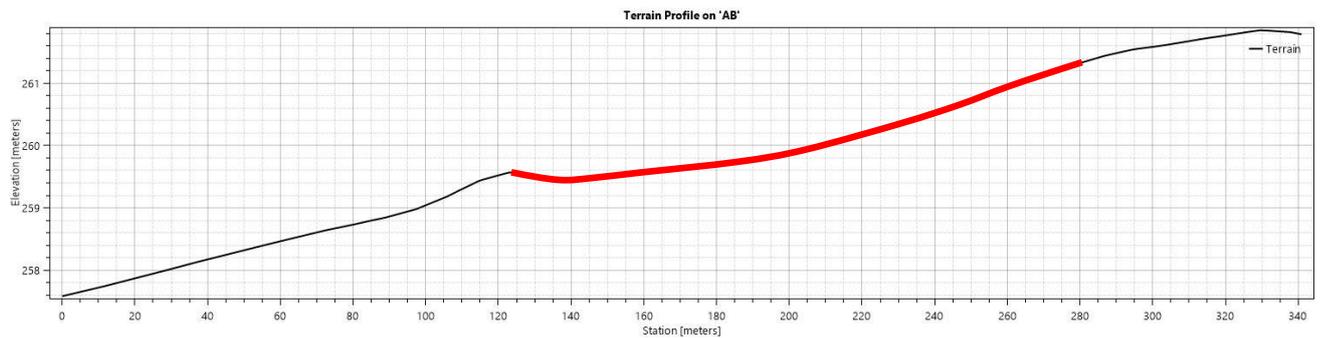
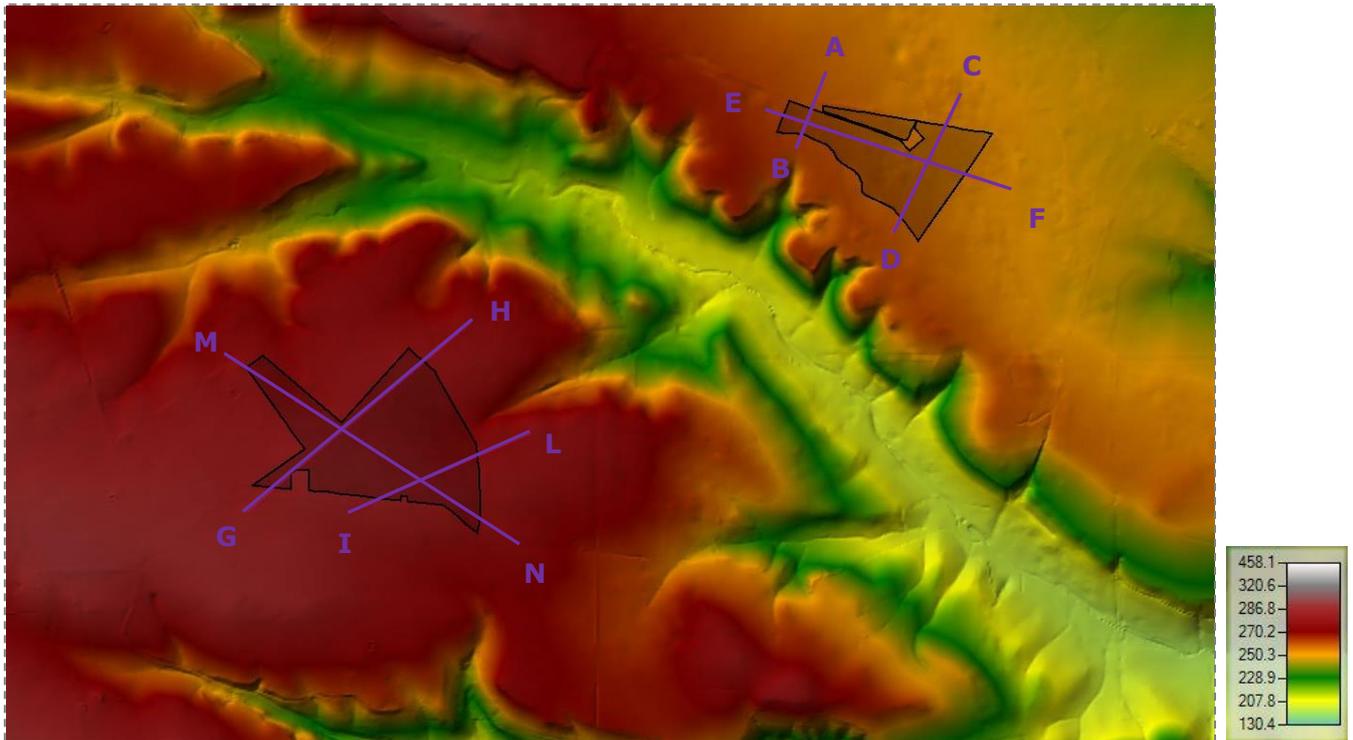
Questo fa parte dell'unità geografica e strutturale del Tavoliere di Puglia i cui terreni, sia sotto il punto di vista geologico che morfologico, costituiscono una unità omogenea. La morfologia del territorio comunale è tipica della parte alta della Pianura di Capitanata, di raccordo con i Monti Dauni, con quote minime di poco superiori a 100 metri sul livello del mare e massime che raggiungono i 500 m. s.l.m. Buona parte del territorio comunale presenta pendenze molto basse (<10%), generalmente riferibili alle piane alluvionali generate dai corsi d'acqua che lo attraversano. L'assetto morfologico generale è caratterizzato principalmente dalla presenza di affioramenti di natura sedimentaria, d'origine marina e continentale depositatisi in ambienti diversi e riflette, in gran parte, le particolari condizioni geologiche della zona. Qui l'azione modellatrice delle forze esogene ha risentito dei diversi affioramenti presenti. Specificatamente, in seguito alla progressiva diminuzione delle spinte appenniniche, al rilascio elastico della Piastra Apula e alla compensazione isostatica del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese (riferibile a circa un milione di anni fa), si è generato un sollevamento regionale attualmente in corso. A questa tendenza generale si sono sovrapposte oscillazioni del livello marino tipo glacio-eustatico interferendo e complicando ulteriormente il meccanismo di regressione. Il risultato è rappresentato da numerose e diverse unità litostratigrafiche corrispondenti a differenti

oscillazioni del livello del mare (terrazzamenti), riferibili a più cicli sedimentari marini e/o a fasi continentali di alluvionamento. Allo stato attuale non sempre si riescono a definire minuziosamente le fasi di terrazzamento, a causa dell'insufficienza degli affioramenti, dei modesti dislivelli fra le scarpate, delle litologie poco differenziate dei depositi terrazzati, ma anche per la forte antropizzazione e le nuove tecniche colturali che hanno cancellato i lineamenti del paesaggio. Si definiscono così una serie di piane alluvionali, ognuna incisa nelle precedenti, poste a quote diverse, dolcemente inclinate verso mare e delimitate da ripide scarpate verso sud, verso nord e verso l'Appennino. Queste piane sono ricoperte da una coltre di ciottoli alluvionali provenienti dall'Appennino, dove i ripidi declivi sono intagliati in peliti pleistoceniche e pliocalabriere. Le varie superfici dolcemente inclinate verso mare s'immergono sotto i sedimenti della pianura, con inclinazione tanto maggiore quanto più sono lontane dall'Appennino.

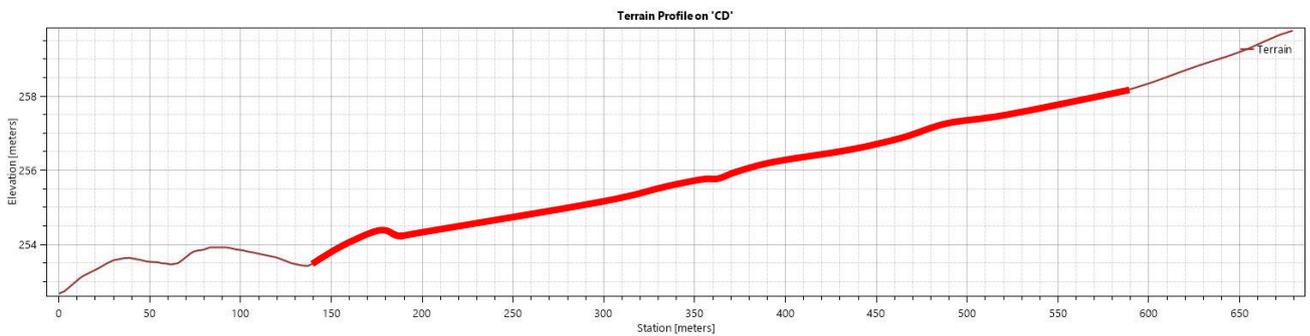
L'andamento della superficie topografica è interrotto dalle incisioni vallive, allungate in direzione SONE, che solcano la pianura, drenando le acque superficiali provenienti dall'Appennino. Il reticolo idrografico è caratterizzato da corsi d'acqua che si manifestano, generalmente, come incisioni non molto approfondite, solitamente povere d'acqua, che hanno esercitato una debole attività erosiva consentendo al paesaggio di conservare abbastanza integra la successione dei terrazzi marini.

Nello specifico, le aree di intervento sono ubicate su un esteso pianoro e separate dall'ampia incisione valliva della Marana di Fontana Cerasa, tributario in sinistra idraulica del Fiume Ofanto; queste, come meglio evidenziato dalle sezioni morfologiche di seguito allegate, presentano modesti valori di pendenza $< 1^\circ$.

In definitiva l'area in esame risulta possedere caratteri geomorfologici che ne assicurano la stabilità generale. Dal rilievo sul campo non si sono rilevati fenomeni geodinamici di dissesto attivi o incipienti che possono alterare l'attuale equilibrio.

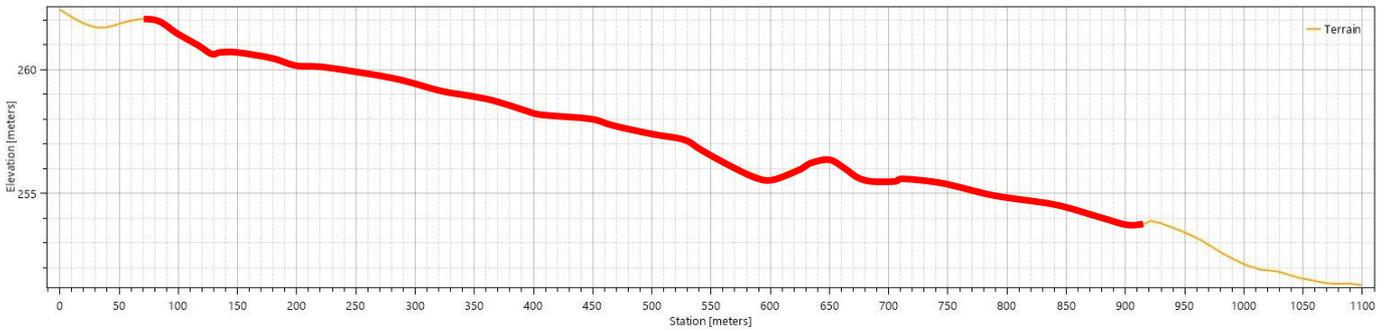


Pendenza media sezione AB: 0.71° [1.24%]
 Pendenza media area impianto: 0.63° [1.10%]



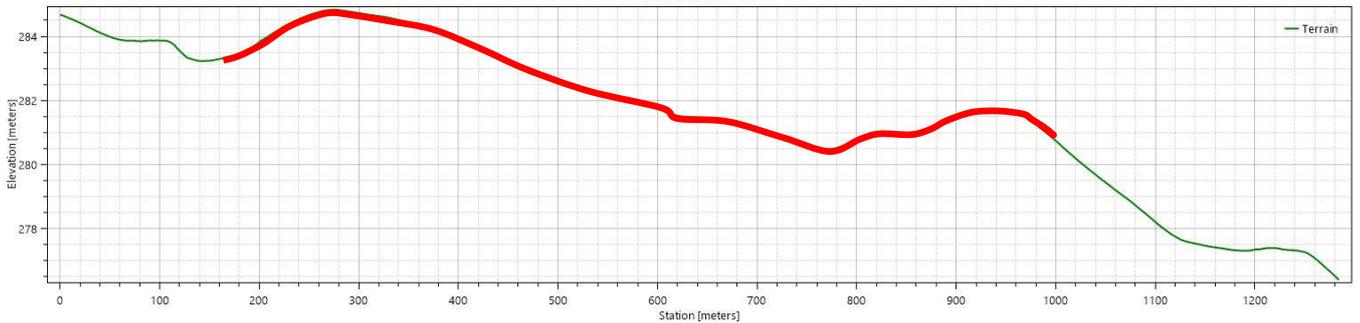
Pendenza media sezione CD: 0.60° [1.04%]
 Pendenza media area impianto: 0.60° [1.04%]

Terrain Profile on 'EF'



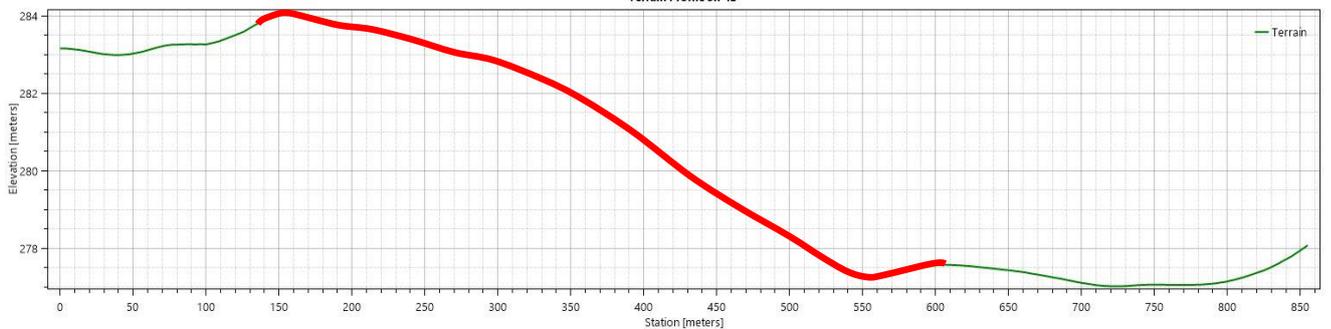
Pendenza media sezione EF: 0.58° [1.01%]
Pendenza media area impianto: 0.54° [0.95%]

Terrain Profile on 'GH'



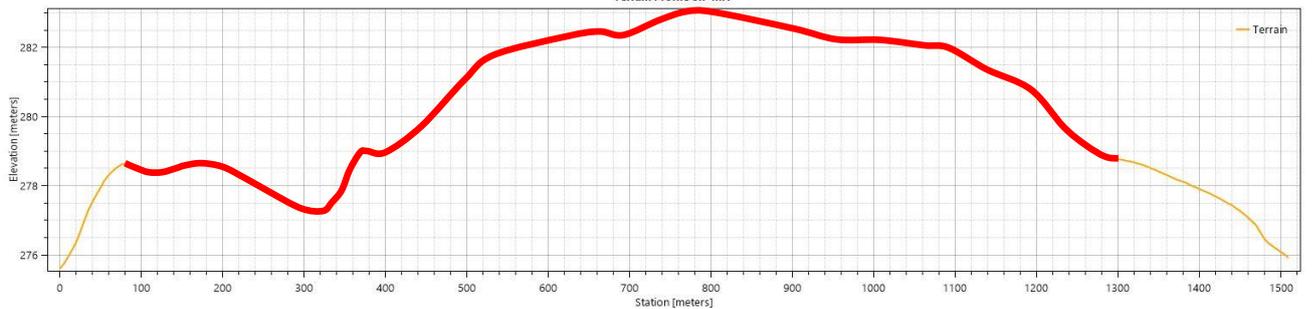
Pendenza media sezione GH: 0.37° [0.64%]
Pendenza media area impianto: 0.31° [0.54%]

Terrain Profile on 'IL'



Pendenza media sezione IL: 0.34° [0.59%]
Pendenza media area impianto: 0.73° [1.28%]

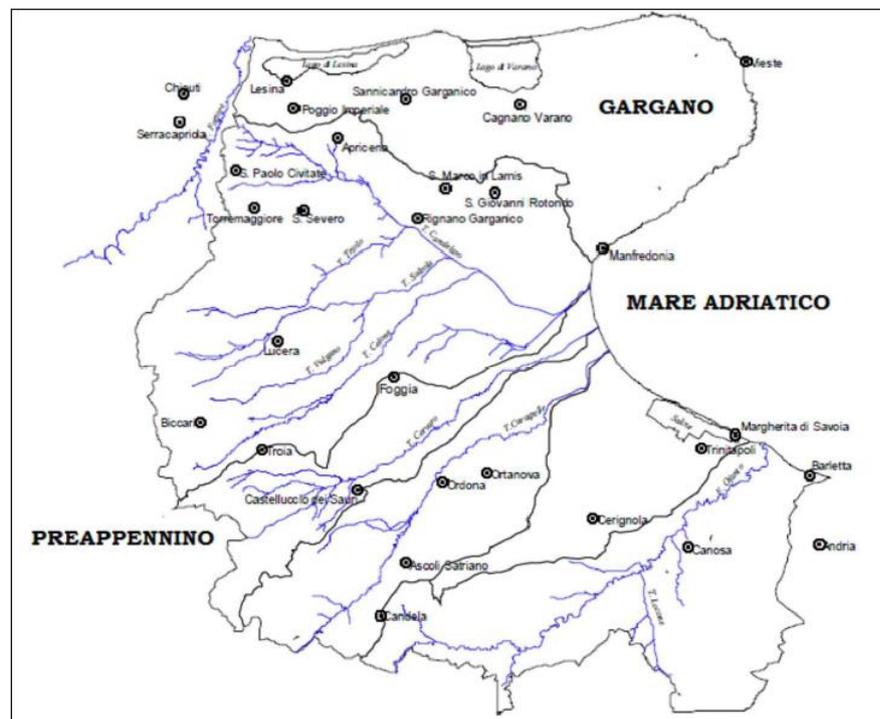
Terrain Profile on 'MN'



Pendenza media sezione MN: 0.55° [0.96%]
Pendenza media area impianto: 0.40° [0.70%]

L'area in studio, e più in generale l'intero Tavoliere di Puglia, è caratterizzata da un'idrografia superficiale piuttosto diffusa. Ciò è da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia anche alla collocazione morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili.

Il torrente Cervaro, il Carapelle e il fiume Ofanto rappresentano gli elementi idrografici principali, mentre quelli minori sono rappresentati da canali artificiali e di bonifica dislocati verso la costa.



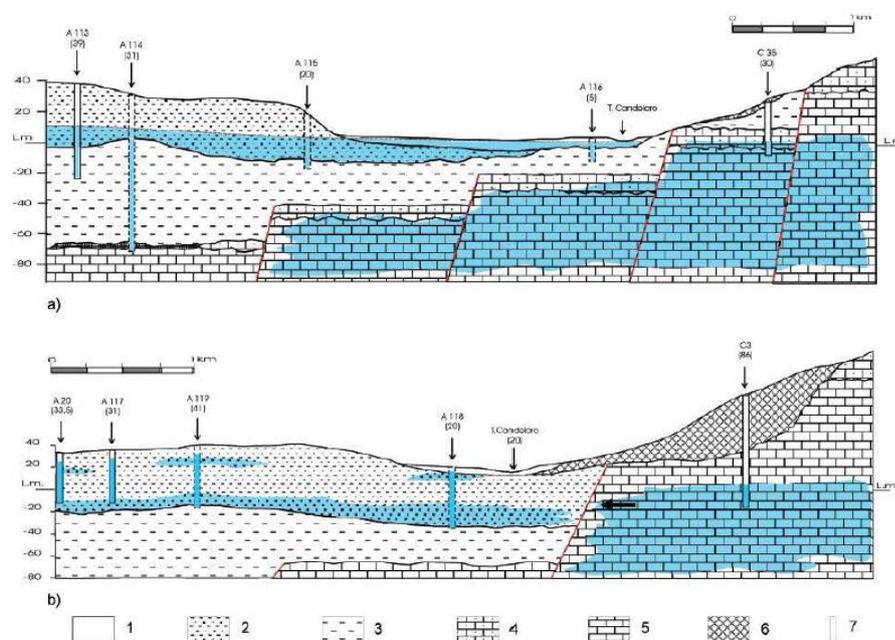
Reticolo idrografico schematico dell'area del Tavoliere di Puglia.

Lo scorrimento idrico in superficie, pertanto, avviene secondo linee di massima pendenza che normalmente seguono una direzione ortogonale alla linea di costa. L'idrografia rivela nel complesso una fase di maturità con un andamento meandriforme e con presenza talora di alvei abbandonati. Fuorché l'Ofanto, che evidenzia un regime a carattere

perenne, i suddetti corsi d'acqua hanno carattere torrentizio e le portate assumono un valore significativo solo a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate. Generalmente con le prime forti precipitazioni autunnali non si vengono a determinare deflussi idrici di particolare rilievo, tanto che gli alvei restano privi d'acqua, persino fino a dicembre. Nei periodi piovosi invernali, anche se per breve durata, si possono determinare inaspettate piene con portate e coefficienti di deflusso alquanto elevati, il che è da mettere in relazione con il fatto che i terreni dei bacini imbriferi sono portati a saturazione dalle precipitazioni liquide e solide più frequenti anche se meno copiose, e con valori di evapotraspirazione molto bassi che non permettono il drenaggio verso l'alto delle acque.

CARATTERI IDROGEOLOGICI

In relazione alle caratteristiche stratigrafico-strutturali dell'area e in funzione della profondità, si identificano tre unità acquifere principali, di seguito elencate, dal basso verso l'alto [Maggiore et alii, 1996].



Sezioni idrogeologiche. Legenda 1) Depositi d'alveo (Olocene); 2) depositi della pianura alluvionale (Olocene – Pleistocene sup.); 3) argille grigio- azzurrognole con intercalazioni sabbiose (Pleistocene inf. – Pliocene sup.) 4) Calcarenite (Pliocene sup. – Miocene); calcari della piattaforma carbonatica apula (Cretaceo); 6) Conoidi detritiche (Olocene – Pleistocene sup.) 7) Pozzo (in tratteggio, se proiettato)..

Si distinguono, a partire dal basso.

- Acquifero fessurato-carsico profondo, situato in corrispondenza del substrato carbonatico prepliocenico.
- Acquifero poroso profondo, situato in corrispondenza delle lenti sabbiose intercalate alle argille plio-pleistoceniche.
- Acquifero poroso superficiale, la cui falda ha sede nei livelli sabbioso ghiaiosi dei depositi marini e alluvionali del Pleistocene sup. Olocene.

Le principali differenze tra queste tre unità acquifere risiedono nei caratteri della circolazione idrica sotterranea e nelle caratteristiche chimiche delle acque, legate a un diverso grado di mescolamento di tre componenti fondamentali: acque di origine meteorica, acque salate di intrusione marina e acque connate.

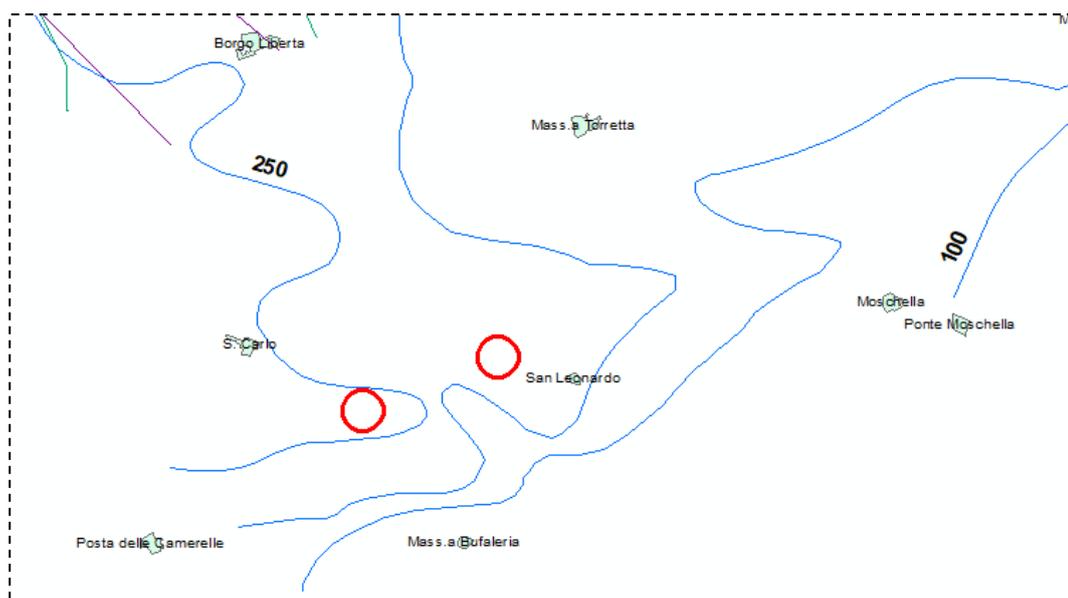
Acquifero poroso superficiale.

Si viene a formare nella porzione più superficiale del sottosuolo negli estesi depositi marini e alluvionali quaternari, che ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. La falda idrica si rinviene a modeste profondità dal piano campagna, variabili da zona a zona e può essere ripartita su più livelli.

Si tratta di un acquifero articolato, costituito da alternanze irregolari di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e argilloso-limosi con diverso grado di permeabilità. La presenza di livelli argillosi impermeabili intercalati, in configurazione lenticolare, consente in ogni caso l'interconnessione idraulica tra i vari livelli acquiferi, per cui i caratteri della circolazione idrica sono riferibili a un'unica falda, molto eterogenea, frazionata su più livelli. L'acquifero è sostenuto dalle argille grigio-azzurre impermeabili di base e la potenza dello stesso è variabile tra i 25 e 50 m, talora superiore, solo nelle aree più interne si riscontrano valori inferiori a 25m. Specifici studi di carattere idrogeologico indicano che la morfologia della superficie

piezometrica del territorio e notevolmente influenzata da quella del substrato impermeabile. Orientativamente si evidenzia che i corpi sedimentari a granulometria più grossolana (di maggiore permeabilità) prevalgono nelle aree di alta pianura e, man mano verso la costa, la presenza d'intercalazioni argilloso-limose (scarsamente permeabili) aumenta sia come spessore sia in frequenza. Cosicché nella fascia pedemontana la falda circola liberamente, mentre, nella parte mediana e bassa è in pressione, in condizioni artesiane. La particolare configurazione litostratigrafica è tale che le zone di maggiore alimentazione sono quelle dove affiorano i depositi più grossolani, adatti ad assorbire buona parte delle acque meteoriche, destinandole alla circolazione idrica sotterranea.

Come già rilevato lo spessore complessivo di questi terreni, e piuttosto esiguo in corrispondenza del lembo appenninico, aumenta sensibilmente verso est, raggiungendo i 50 m nella zona mediana della pianura e a luoghi i 100 m presso il litorale adriatico. La superficie piezometrica si rinviene a circa 250 m s.l.m. nelle zone più interne e degrada fino alla costa con gradienti compresi tra 0,15% e 0,25%. Nell'area in studio è compresa tra circa 25 e 35 metri rispetto alla quota del piano di campagna.



Distribuzione dei carichi piezometrici con indicazione delle aree d'intervento

Acquifero poroso profondo.

L'acquifero poroso profondo, plio-pleistocenico, è situato in corrispondenza degli strati sabbiosolimosi e localmente ghiaiosi intercalati alla successione argillosa dell'avanfossa. I livelli acquiferi sono rappresentati da corpi discontinui di forma lenticolare, dello spessore di pochi metri, alternati a strati argillosi impermeabili spessi anche alcune decine di metri. La falda è in pressione ovunque e di solito presenta forti caratteri di artesianità. Le reali caratteristiche di questo sistema acquifero sono poco conosciute, soprattutto riguardo alla geometria e distribuzione spaziale dei corpi acquiferi, alla connessione idraulica tra i diversi livelli e con le altre falde del Tavoliere, alle modalità di alimentazione e di deflusso.

I livelli utilizzati, captati di norma per uso irriguo, sono localizzati a profondità variabili tra 150 m e 500 m dal p.c.; nei livelli sabbiosi più profondi la possibilità di rinvenimento di acque dolci utilizzabili è fortemente condizionata dall'esistenza di acque connate, associate ad accumuli d'idrocarburi.

Acquifero fessurato-carsico profondo.

Dal T. Candelaro, procedendo verso ovest, l'acquifero carbonatico mesozoico del Gargano risulta ribassato a gradinata da sistemi di faglie dirette, a direzione appenninica e antiappenninica, che danno origine nel substrato un'articolata struttura ad horst e graben.

L'interesse pratico per questo acquifero è limitato alle zone dove il substrato è situato a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, quali si riscontrano nella fascia pedegarganica del Tavoliere. Questa limitazione è giustificata dal fatto che procedendo verso la parte mediana dell'avanfossa, con la profondità del substrato aumenta notevolmente il contenuto salino delle acque che passano da valori tipici di acque di origine meteorica, più o meno contaminate dagli apporti marini, a valori e chimismo caratteristici delle acque connate associate ai giacimenti di idrocarburi. Le acque di falda circolano nelle rocce carbonatiche del

substrato e sono confinate sotto la successione argillosa o di livelli poco fratturati delle stesse rocce calcaree. La circolazione idrica risente delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero, variabili da zona a zona in funzione del grado di fessurazione e carsismo della roccia. Le modalità di deflusso della falda sono anche influenzate dalla presenza delle numerose faglie del substrato che determinano direttrici di deflusso preferenziali.

SISMICITA' E PARAMETRI SISMICI

In generale il quadro sismotettonico di un territorio è caratterizzato da:

- grado di sismicità del territorio;
- grado di sismicità dei territori contigui.

La Puglia è caratterizzata da sismicità rilevante in Capitanata e nel Gargano e più moderata nel Salento; inoltre forti terremoti del basso Ionio e del versante greco-albanese hanno prodotto effetti anche gravi nel territorio pugliese.

Il settore più attivo è il Gargano, colpito nel Seicento da una lunga sequenza di forti terremoti e, nei secoli successivi, da eventi di energia più contenuta (magnitudo MW minore di 6.0). L'evento garganico più importante è quello del 30 luglio 1627 (MW 6.7), che causò danni gravissimi e migliaia di vittime e fu seguito da eventi altrettanto forti nel 1646 (MW 6.6), nel 1647 (MW 5.9) e nel 1657 (MW 6.4).

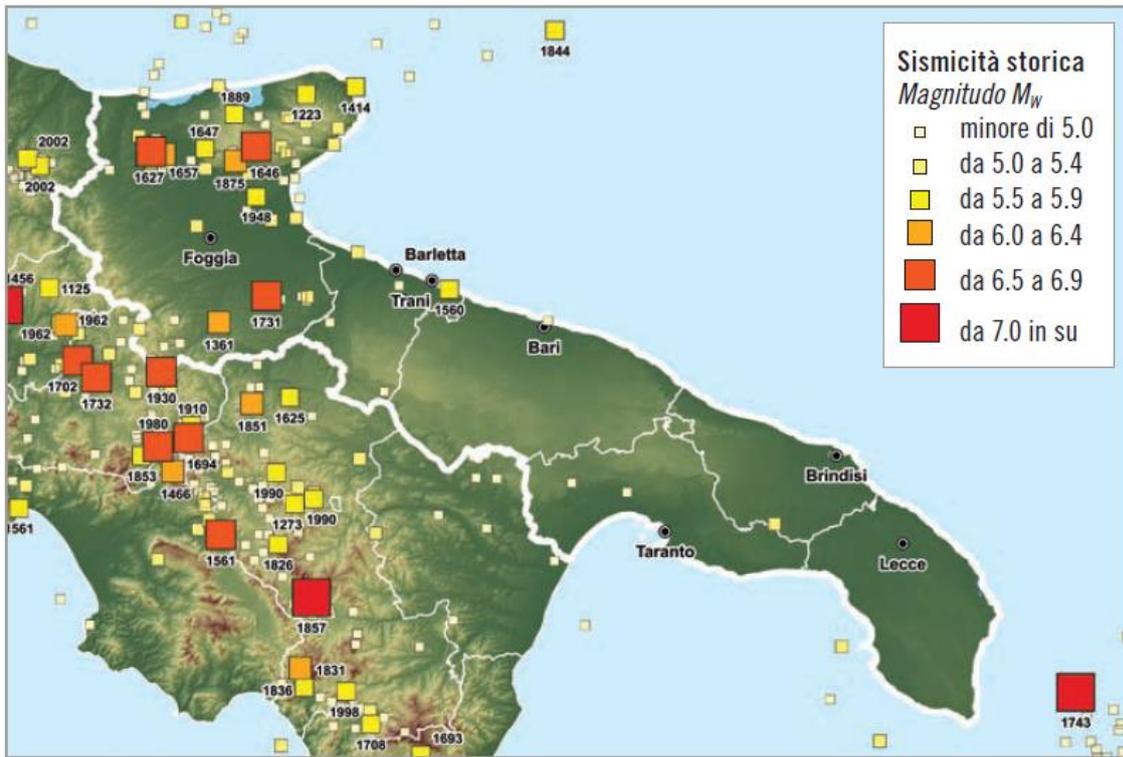
Il massimo terremoto della Capitanata avvenne il 20 marzo 1731 (MW 6.5), causando il crollo di circa un terzo degli edifici di Foggia, dove ci furono circa 500 morti e danni molto gravi nella pianura e sulle colline circostanti (Cerignola, Ortanova, Ascoli Satriano). Questo terremoto mandò in crisi l'economia di Foggia, che era un importante centro amministrativo e commerciale. Estremamente importante è il terremoto del 20 febbraio 1743 (MW 7.1), localizzato in mare nel basso Ionio, che colpì tutta la penisola salentina e le isole greche di Corfù e Lefkada, causando morti e crolli. A Nardò, la località pugliese più danneggiata, ci furono oltre 100 morti. Danni abbastanza seri si ebbero a Taranto e Brindisi, meno gravi a Lecce e nella penisola salentina. Il terremoto fu avvertito in un'area vastissima sino a Trento, Milano e Venezia e in numerose località lungo la costa adriatica.

Piuttosto rilevanti sono anche gli effetti in Puglia di terremoti localizzati in Irpinia, in particolare quelli del 1930 (MW 6.6) e del 1962 (MW 6.1).

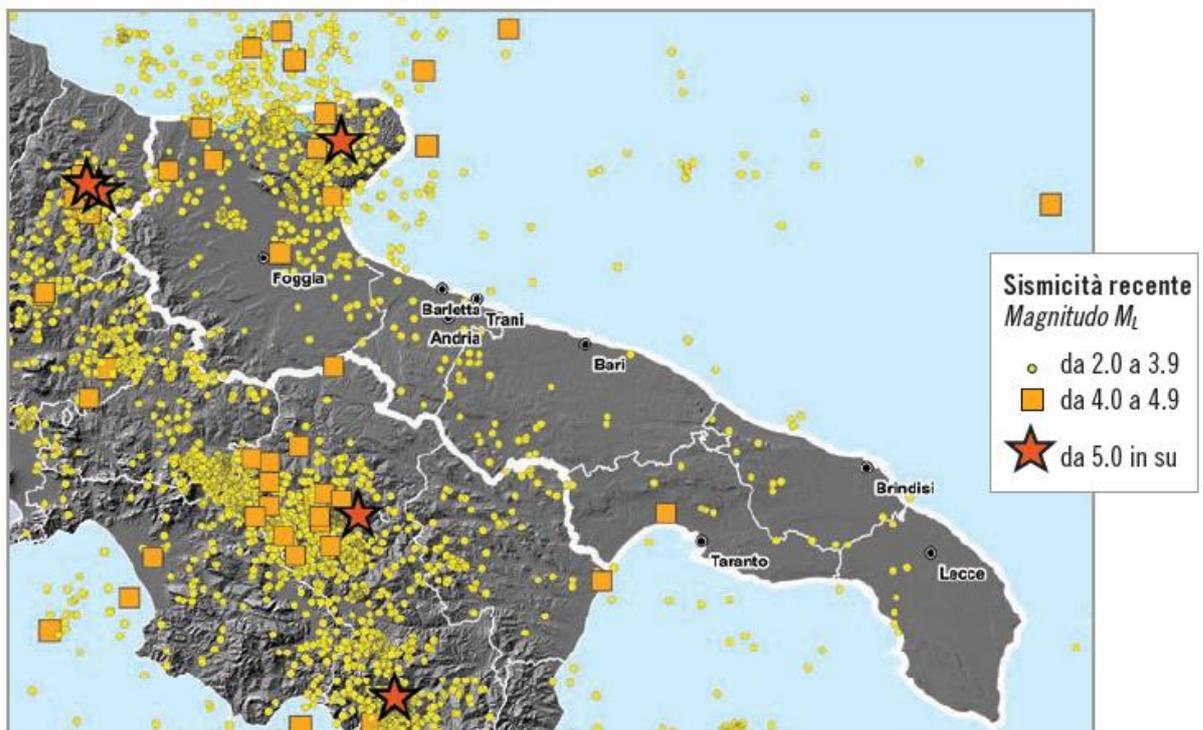
La sismicità regionale recente è molto più debole di quella storica, ma conferma le stesse strutture attive, con un terremoto di magnitudo ML pari a 5.2, il 30 settembre 1995, pochi eventi di magnitudo ML intorno a 4.5 localizzati in area garganica (1989, 1992, 1998, 2006) e una sequenza concentrata prevalentemente in territorio molisano al confine con la Puglia, nel Subappennino Dauno, nel 2002-2003. Questa sequenza fu caratterizzata da una scossa di magnitudo ML 5.7 il 31 ottobre 2002, che provocò danni gravi a San Giuliano di Puglia (CB) ed effetti del grado 7 MCS in alcune località delle province di Campobasso e Foggia. Il giorno seguente, 1° novembre, si verificò un'altra forte scossa (ML 5.7) con effetti del grado 7 MCS a Castellino del Biferno e Larino (CB) e a Carlintino (FG).

Data	Area epicentrale	I _{MAX}	M _W
1223	Gargano	9	5.8
1361 07 17	Ascoli Satriano	10	6.0
1414	Vieste (FG)	8-9	5.8
1560 05 11	Barletta-Bisceglie	8	5.6
1627 07 30	Gargano	10	6.7
1646 05 31	Gargano	10	6.6
1647 05 05	Gargano	7-8	5.9
1657 01 29	Lesina (FG)	9-10	6.4
1694 09 08	Irpinia-Basilicata	10	6.8
1731 03 20	Foggiano	9	6.5
1743 02 20	Basso Ionio	9	7.1
1875 12 06	San Marco in Lamis (FG)	8	5.9
1889 12 08	Apricena (FG)	7	5.7
1930 07 23	Irpinia	10	6.6
1948 08 18	Puglia settentrionale	7-8	5.6
1962 08 21	Irpinia	9	6.1
1980 11 23	Irpinia-Basilicata	10	6.9
2002 10 31	Monti Frentani, Molise	8-9	5.7
2002 11 01	Subappennino Dauno	7	5.7

*Principali terremoti storici che hanno prodotto danni in Puglia (fonte: CPT111).
I_{MAX} è l'intensità massima osservata (scala MCS) e M_W è la magnitudo stimata.*



Distribuzione della sismicità storica in Puglia negli ultimi mille anni (fonte: CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11>).

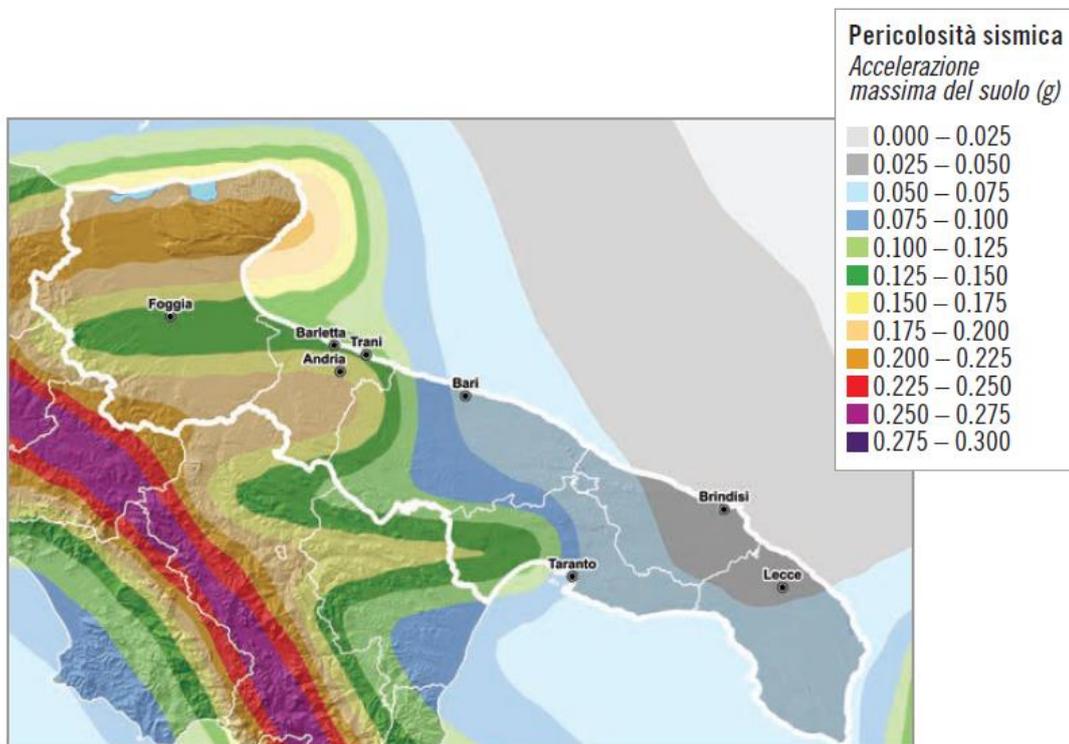


Terremoti di magnitudo $M_L \geq 2$ registrati dalla Rete Sismica Nazionale dal 1981 al 30 settembre 2013 (fonte: CSI, Bollettino Sismico e ISIDE, <http://iside.m.ingv.it>).

ato da una pericolosità sismica da media janica e dell'Ofanto, minore nel Salento.

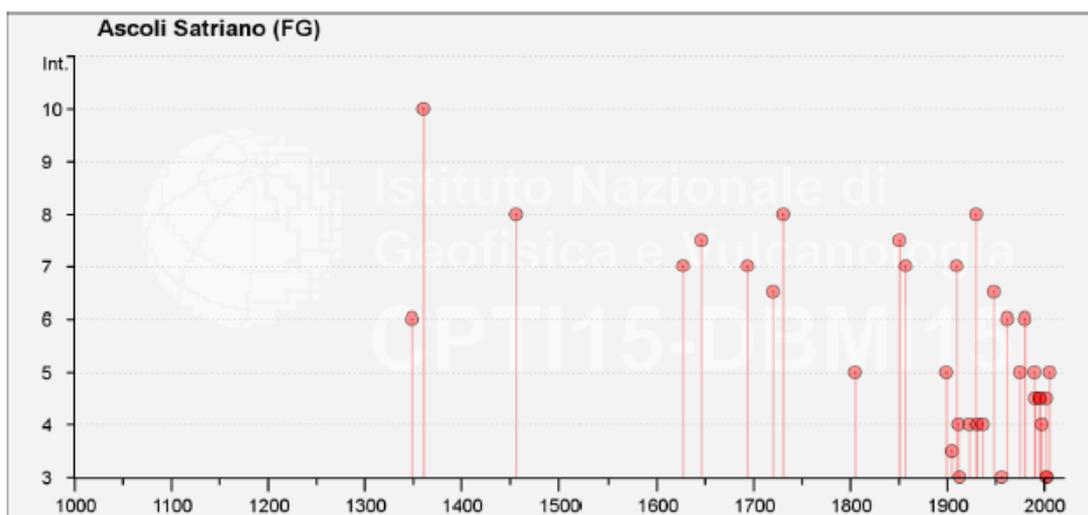
Questo significa che gli eventi di magnitudo elevata sono più probabili nel nord della regione che non in altre aree, dove possono comunque verificarsi eventi forti o risentirsi eventi dell'Adriatico come avvenne nel 1743, per quanto la frequenza di forti terremoti è molto bassa. I valori di accelerazione previsti dal modello di pericolosità sismica (probabilità del 10% in 50 anni) sono compresi tra 0.50 e 0.225g, ma la maggior parte del territorio regionale mostra valori maggiori di 0.10g.

La pericolosità sismica della regione è determinata dalla presenza di strutture sismicamente attive del Gargano e della Valle dell'Ofanto, che hanno avuto i loro massimi con i terremoti garganici del 1627 ($M_w6.7$) e del 1646 ($M_w6.6$) e quello di Foggia del 1731 ($M_w6.5$).



Pericolosità sismica in Puglia.

Di seguito si riporta l'elenco delle osservazioni macrosismiche di terremoti relative al Comune di Ascoli Satriano al di sopra della soglia del "danno".



Numero di eventi: 28

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
5	1087	09				Puglia	3	7-8	5.03
10	1361	07	17	19	30	Ascoli Satriano	5	10	6.06
8	1456	12	05			MOLISE	199	11	6.96
7	1627	07	30	10	50	Gargano	65	10	6.73
9	1694	09	08	11	40	Irpinia-Basilicata	253	11	6.87
6-7	1720	06	07			PUGLIA SETT.	7	6-7	5.22
8	1731	03	20	03		Foggiano	50	9	6.34
5	1805	07	26	21		Molise	223	10	6.57
7-8	1851	08	14	13	20	Basilicata	102	10	6.33
7	1857	12	16	21	15	Basilicata	337	11	6.96
NF	1882	06	06	05	40	Monti del Matese	52	8	5.28
5	1899	08	16	00	05	IRPINIA	32	6	4.83
NF	1905	03	14	19	16	BENEVENTANO	94	6-7	4.96
3-4	1905	11	26			IRPINIA	136	7-8	5.32
7	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	9	5.87
3	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
2-3	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
4	1923	11	08	12	28	MURO LUCANO	28	6	5.01
2-3	1927	12	27	08	49	DELICETO	2	6-7	4.83
8	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
4	1937	07	17	17	11	SAN SEVERO	40	7	5.07
6-7	1948	08	18	21	12	Puglia settent.	59	7-8	5.58
7	1962	08	21	18	19	Irpinia	214	9	6.19
6	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
5	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
4-5	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
4-5	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22
4-5	1996	04	03	13	04	IRPINIA	557	6	4.92

In seguito all'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n° 3274, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha redatto la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. La mappa finale è stata ottenuta dall'uso ponderale di tre gruppi di relazioni di attenuazione e due insiemi di intervalli di completezza. La mappa presenta anche una fascia "marginale", dove sono raggruppati quei territori che possono essere inseriti in una zona sismica o in quella contigua, nell'ambito del potere discrezionale che l'Ordinanza affida alle Regioni. Le zone sismiche, distinte in 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, sono state individuate in base al sistema dei codici europei (EC8).

ZONA 1 – caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,25 < a_g \leq 0,35$ g (alta sismicità)

ZONA 2 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,15 < a_g \leq 0,25$ g (media sismicità)

ZONA 3 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,05 < a_g \leq 0,15$ g (bassa sismicità)

ZONA 4 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $a_g \leq 0,05$ g (sismicità molto bassa)

Decreti fino al 1984	GdL 1988	Classificazione 2003
I categoria	S=12	Zona 1
II categoria	S=9	Zona 2
III categoria	S=6	Zona 3
N.C.	N.C.	Zona 4

Il territorio di Ascoli Satriano è classificato come Zona 1.

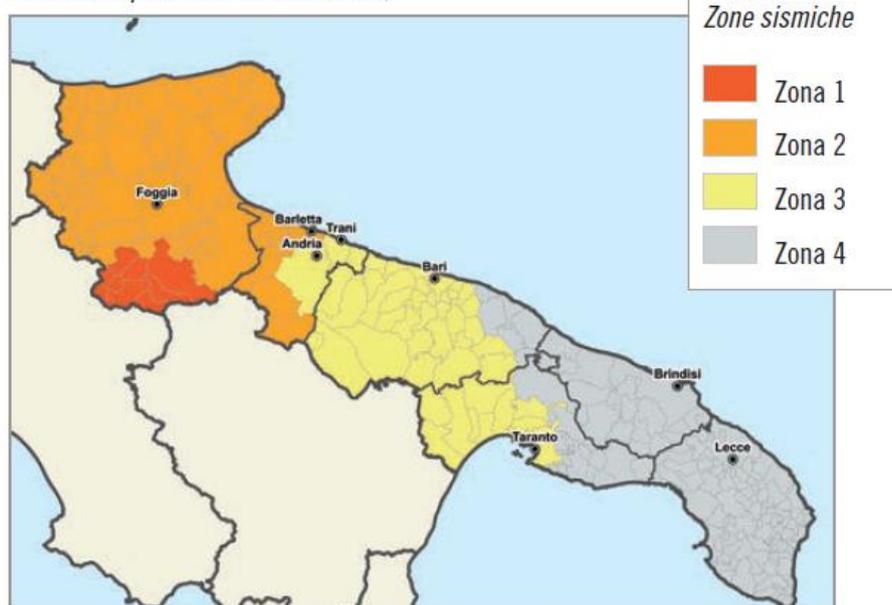
Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)*	I
071005	Zona 1	0.192 g	8.2 MCS

dove:

$PGA (g)^*$ = accelerazione orizzontale di picco del terreno (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

I = intensità macrosismica (MCS) valore d'intensità MCS atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni); $g = 981 \text{ cm/sec}^2$ (accelerazione di gravità).

Attuale classificazione sismica (DGR n. 153/2004
che ha recepito OPCM n. 3274/2003).



Secondo quanto riportato nelle NTC 2018, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito oggetto d'intervento, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento; pertanto la stima della pericolosità sismica, viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente".

AREA STAZIONE DI CONSEGNA



Sito in esame e reticolo sismico di riferimento

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0,047	2,479	0,289
Danno (SLD)	50	0,062	2,520	0,294
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,196	2,466	0,391
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,277	2,371	0,414
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0,1

Cat. Sottosuolo B

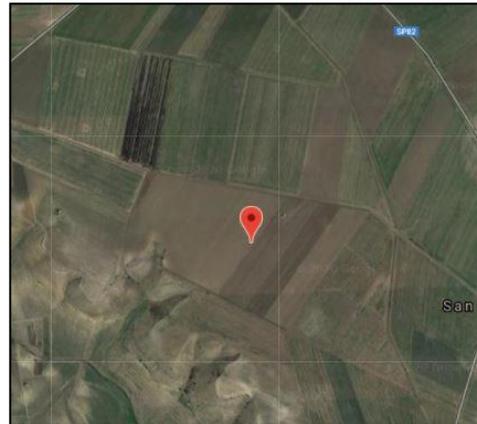
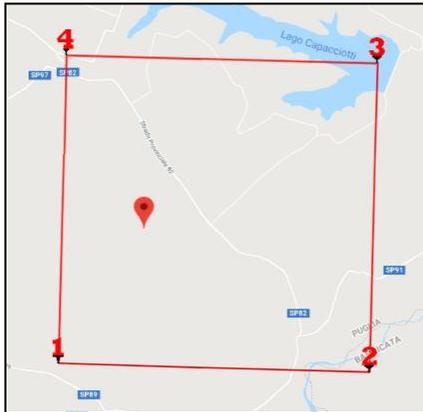
Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,14
CC Coeff. funz categoria	1,41	1,41	1,33	1,31
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,015	0,057	0,089
kv	0,006	0,007	0,028	0,044
Amax [m/s ²]	0,549	0,727	2,309	3,100
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

AREA IMPIANTO_LOTTO B



Sito in esame e reticolo sismico di riferimento

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale, Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.046	2.501	0.287
Danno (SLD)	50	0.061	2.510	0.293
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.195	2.505	0.367
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.277	2.363	0.412
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 u_s (m): 0,1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,14
CC Coeff. funz categoria	1,41	1,41	1,34	1,31
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.056	0.088
kv	0.005	0.007	0.028	0.044
Amax [m/s ²]	0.538	0.722	2.298	3.094
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AREA IMPIANTO_LOTTO A



Sito in esame e reticolo sismico di riferimento

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale, Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc [*] [s]
Operatività (SLO)	30	0.046	2.485	0.288
Danno (SLD)	50	0.062	2.516	0.293
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.197	2.490	0.377
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.278	2.369	0.413
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,14
CC Coeff. funz categoria	1,41	1,41	1,34	1,31
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.057	0.089
kv	0.006	0.007	0.028	0.044
Amax [m/s ²]	0.546	0.727	2.313	3.107
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

INDAGINI "MASW"

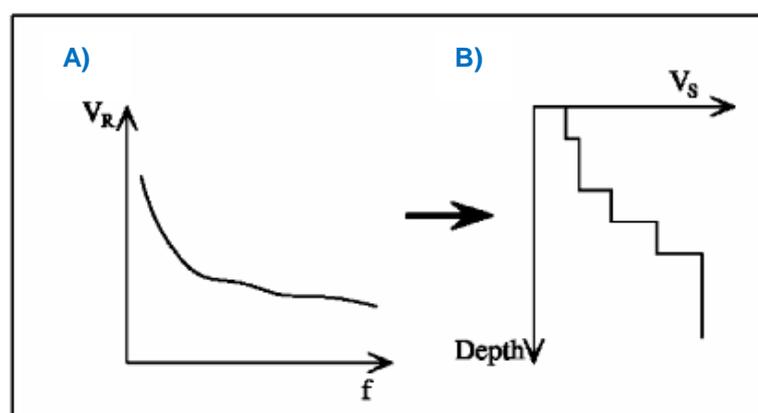
Cenni metodologici

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 rigidezza 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:

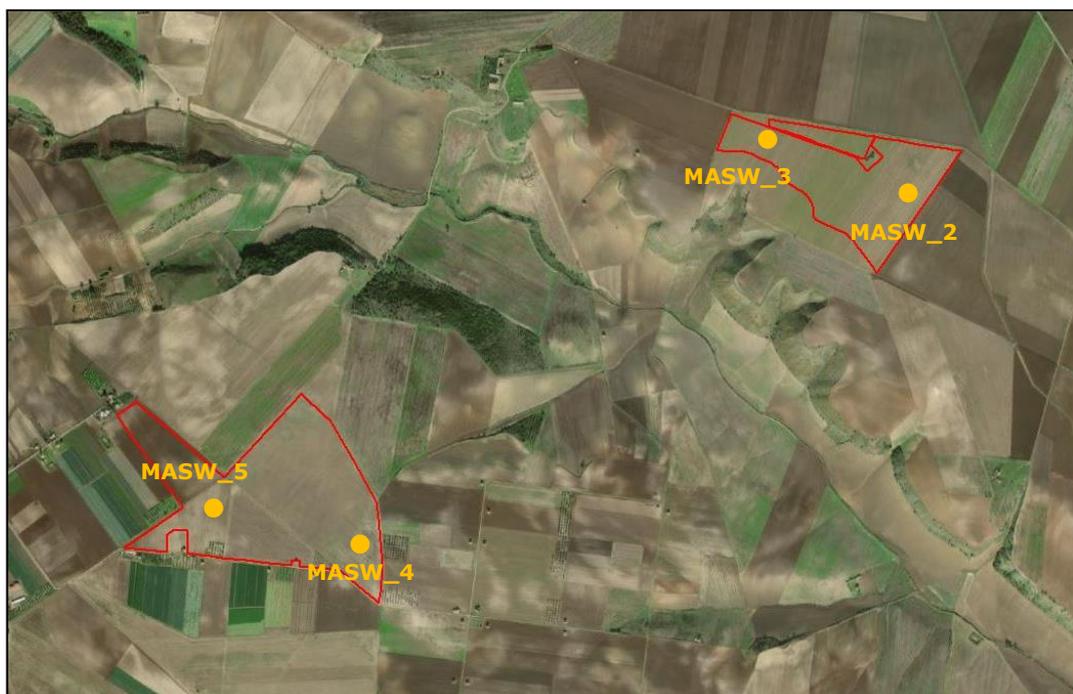
1. calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica;
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di 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: cinque stendimenti (1 area stazione, 2 Lotto_A e 2 Lotto_B) di lunghezza pari 50 metri cadauno, lungo i quali sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 2.00 m. Gli shots, realizzati mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg circa, sono stati eseguiti esternamente ad ogni singolo stendimento ad una distanza di circa 10 mt; la registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit.



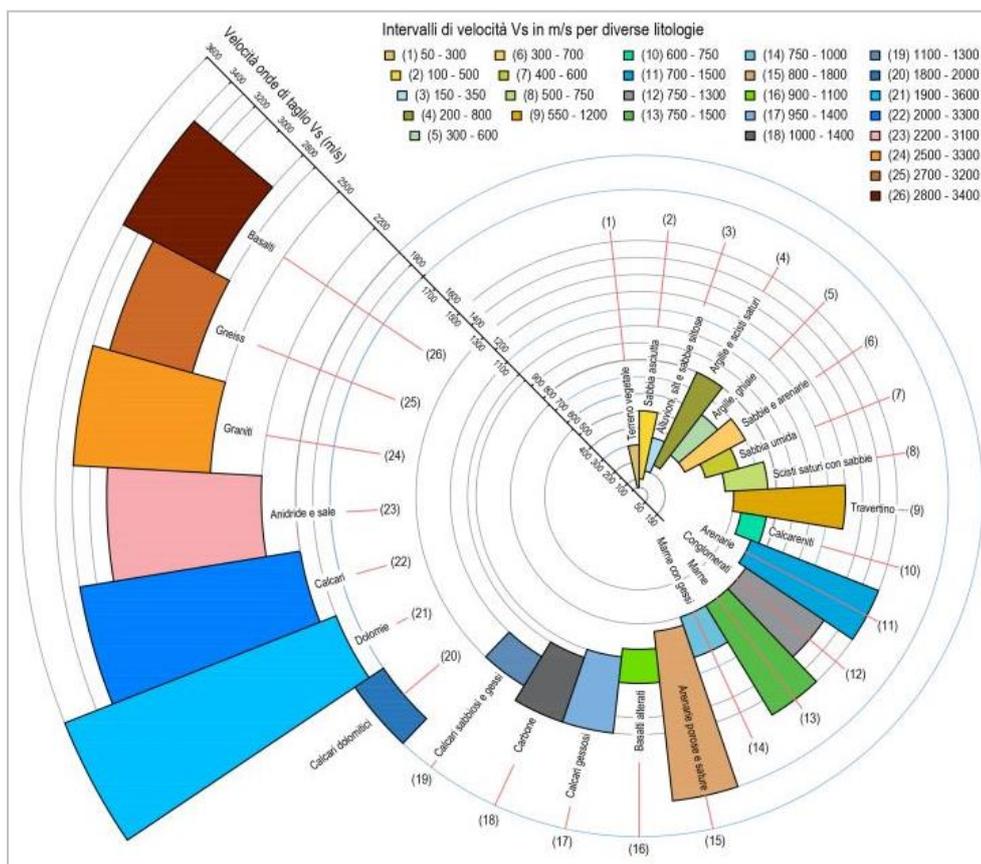
Planimetria indagini MASW

VS,EQ E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

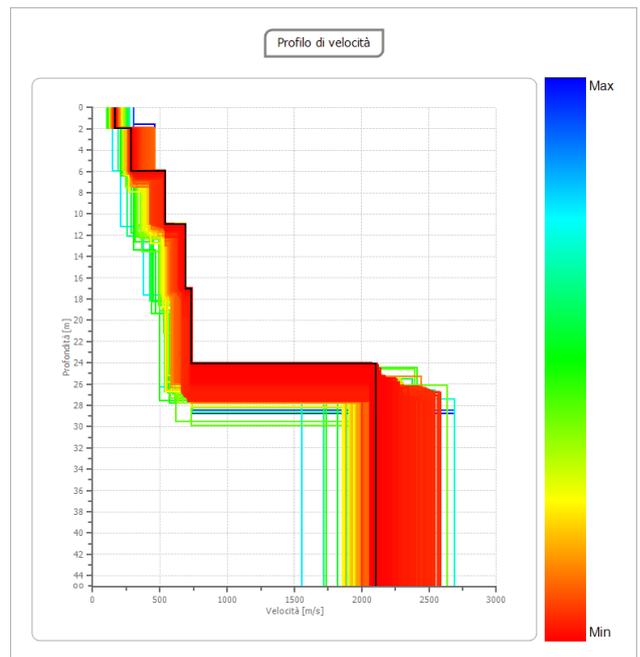
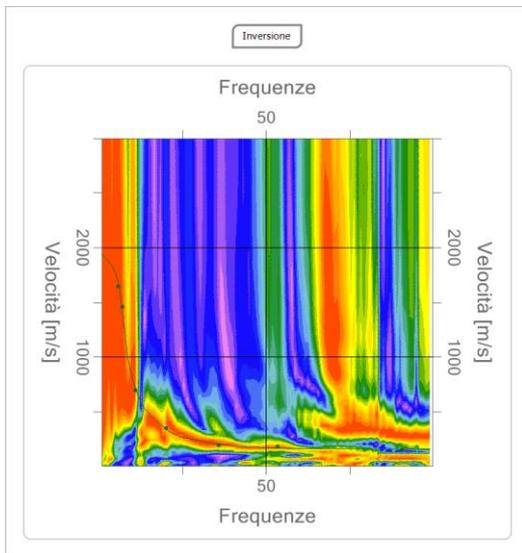
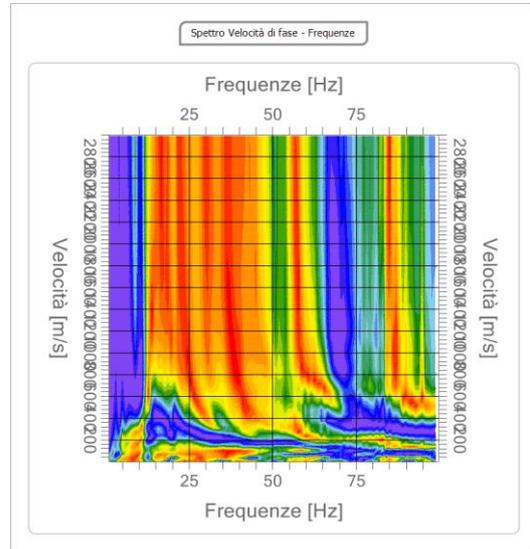
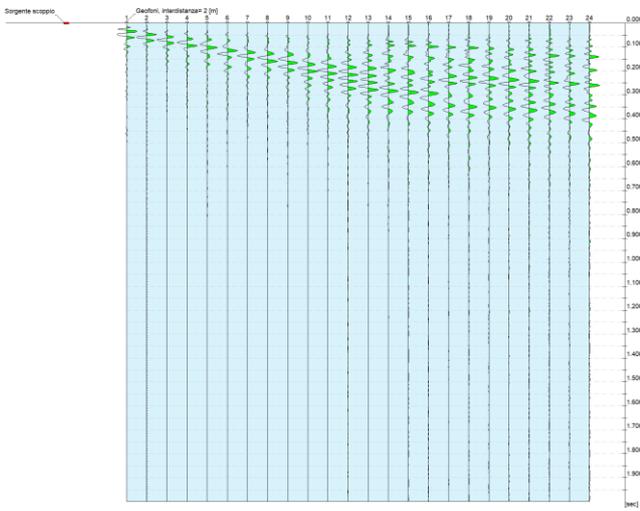
Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

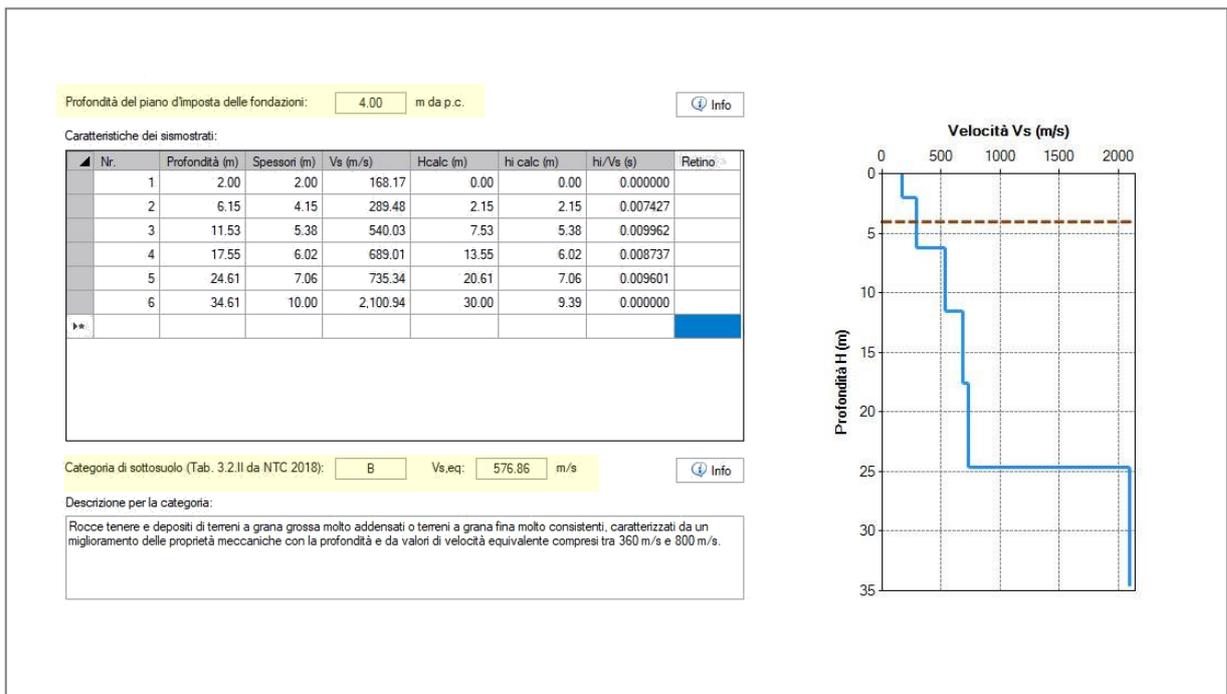
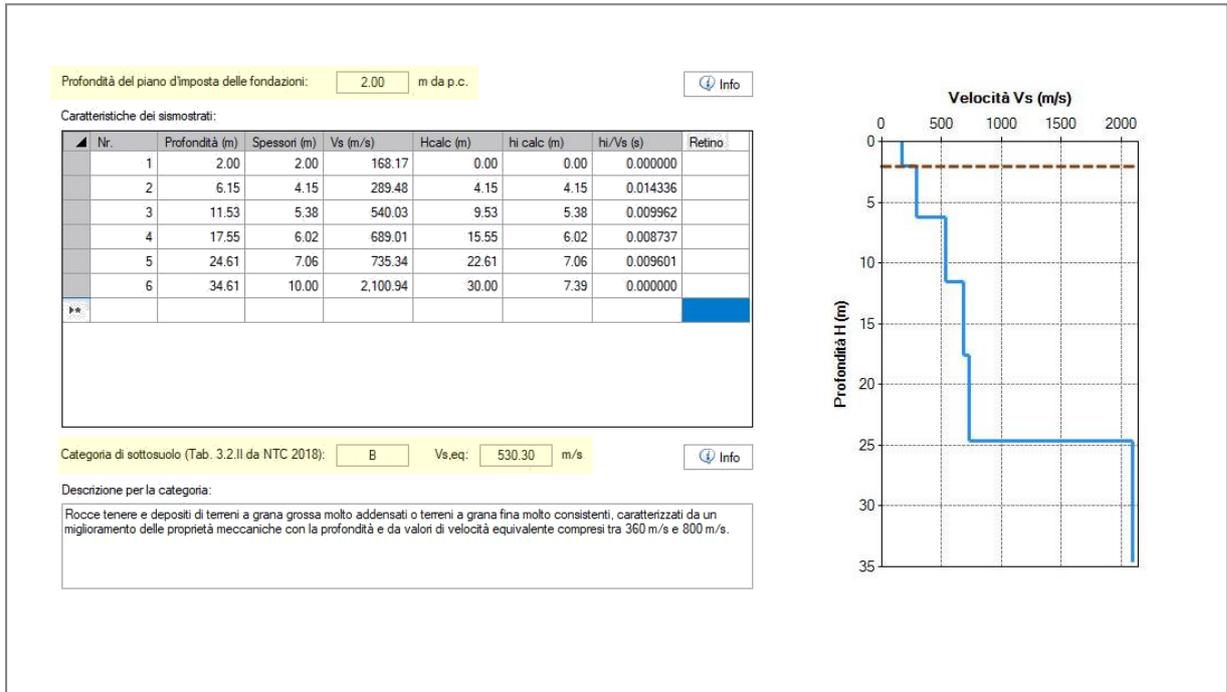
dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $[V_s(strato)]$. Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. 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_{s30} ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.



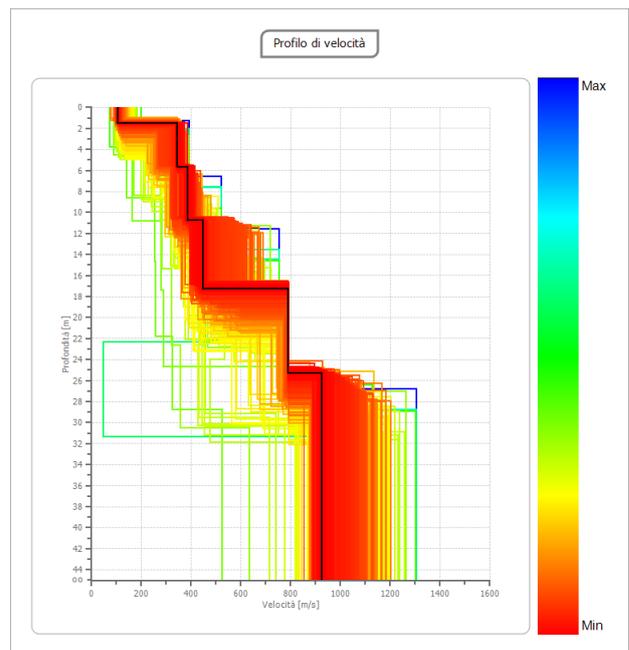
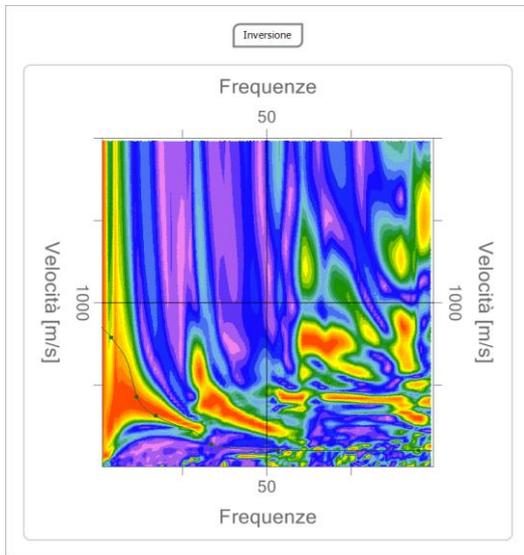
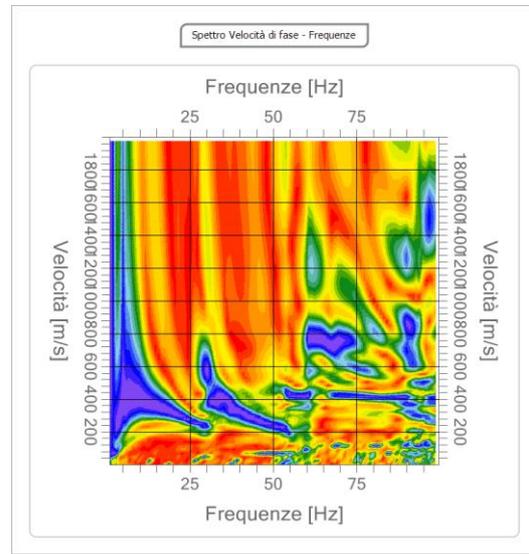
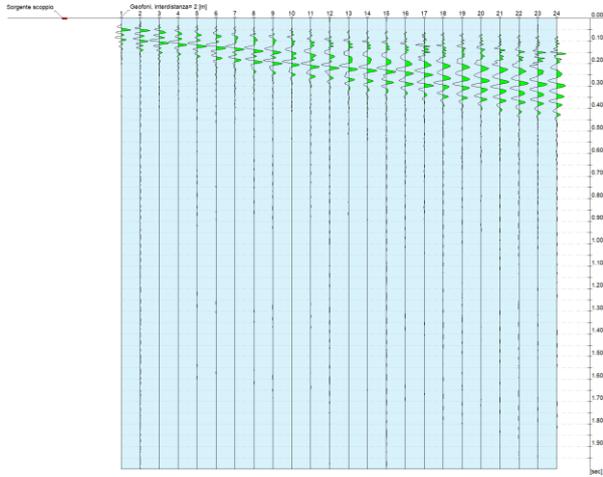
AREA STAZIONE DI CONSEGNA. MASW_1



Indagine MASW_1: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

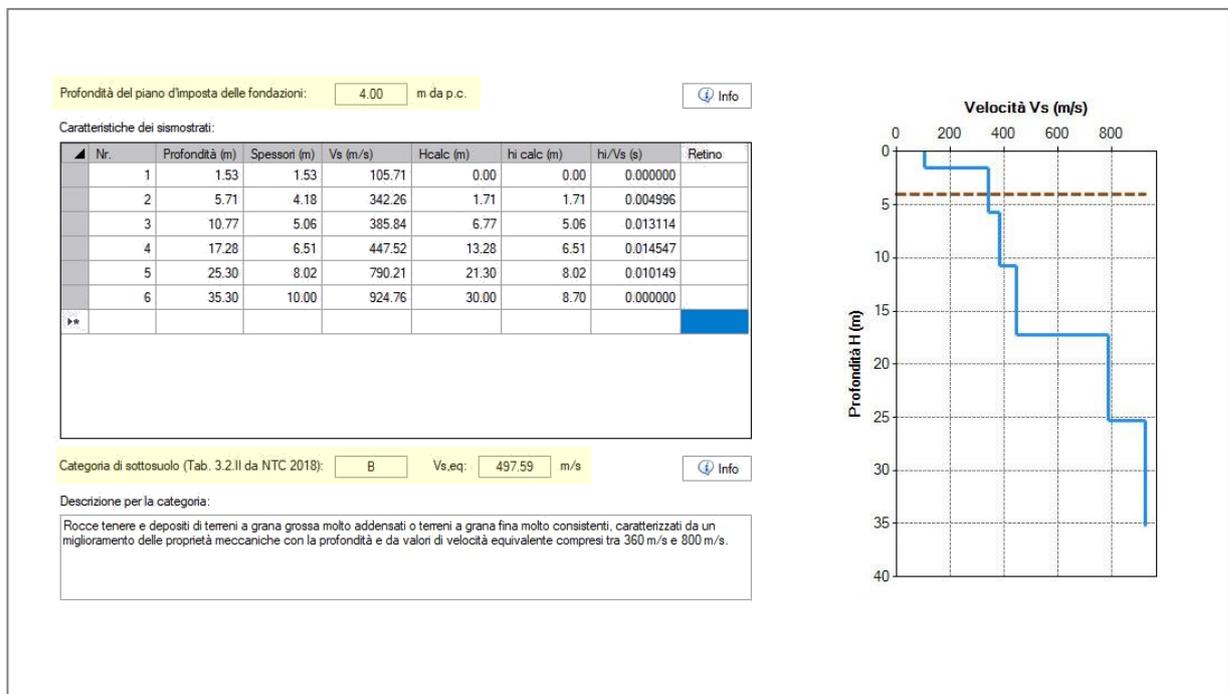
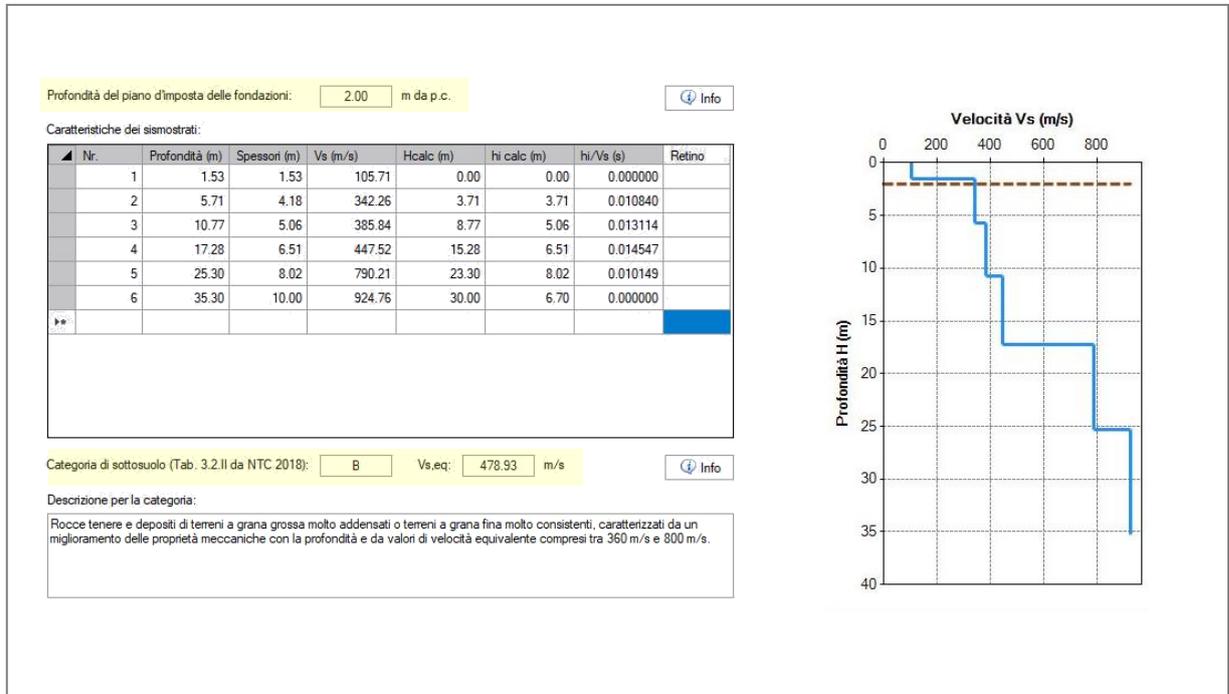
V_{seq} MASW_1

AREA LOTTO_B. MASW_2

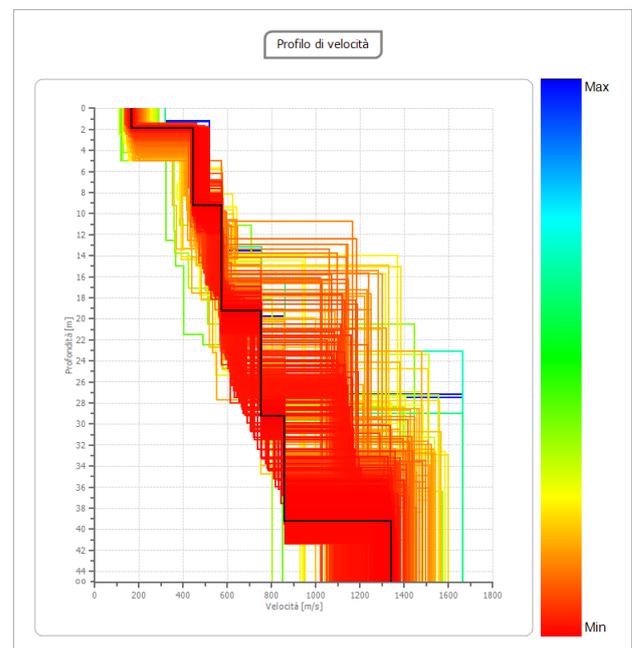
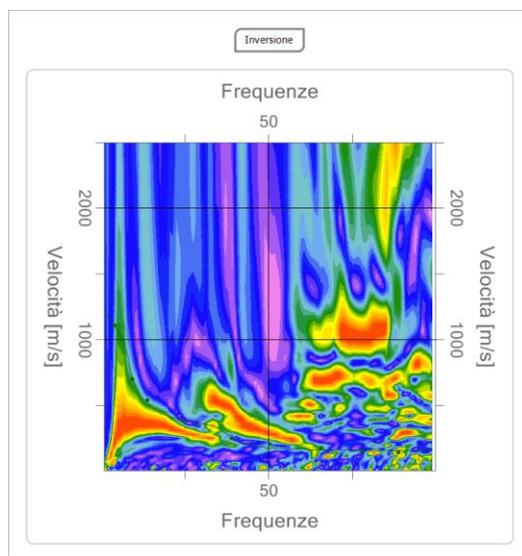
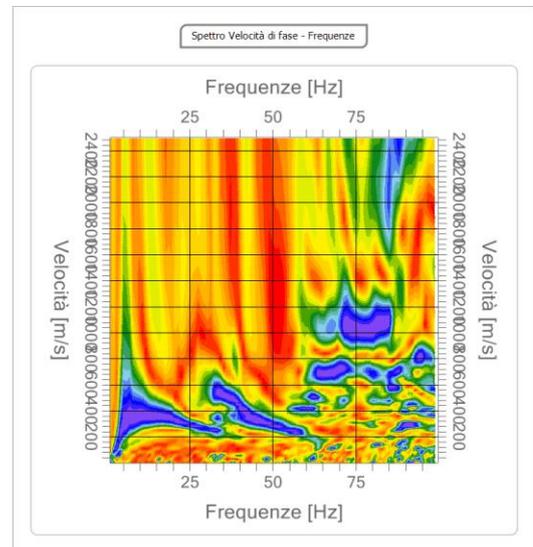
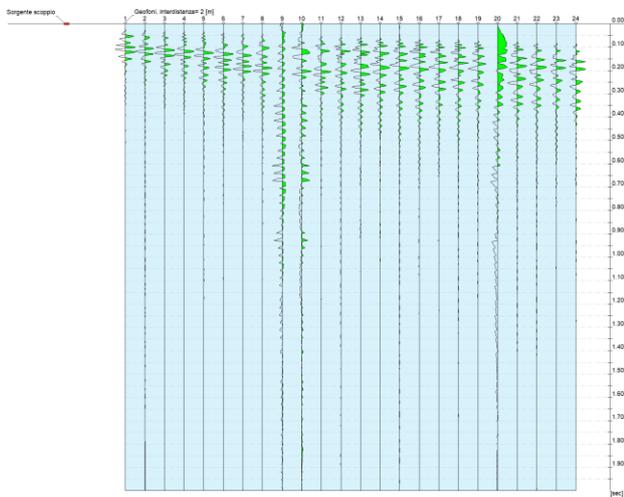


Indagine MASW_2: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

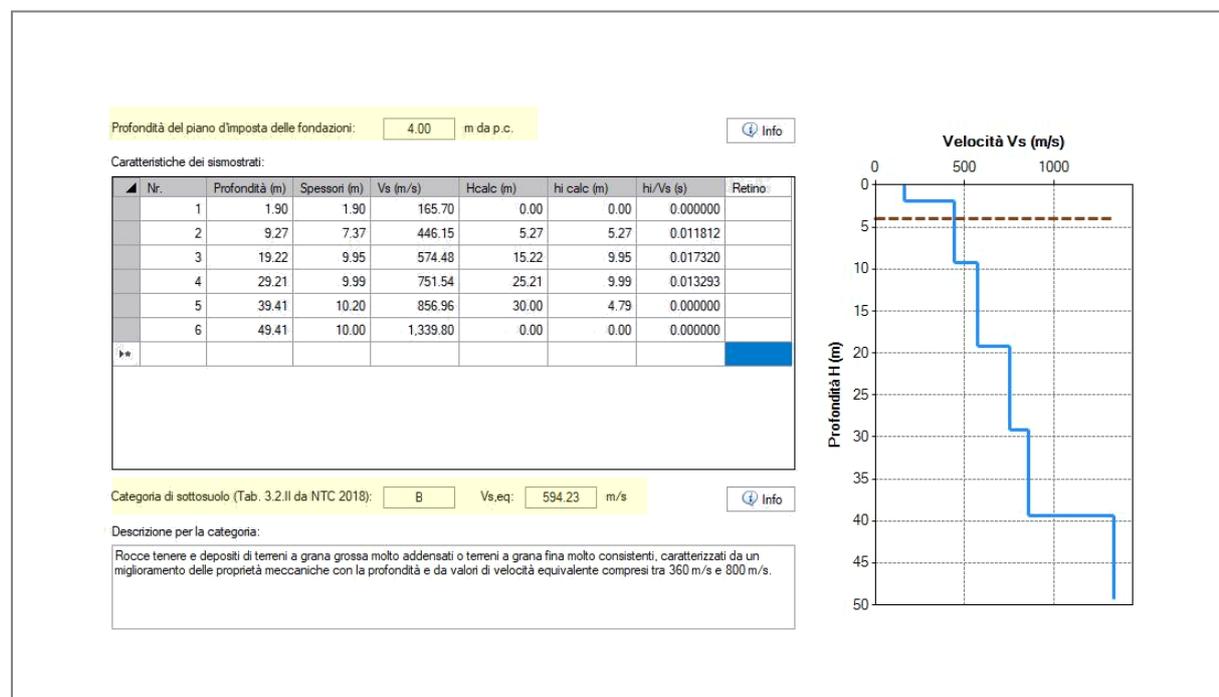
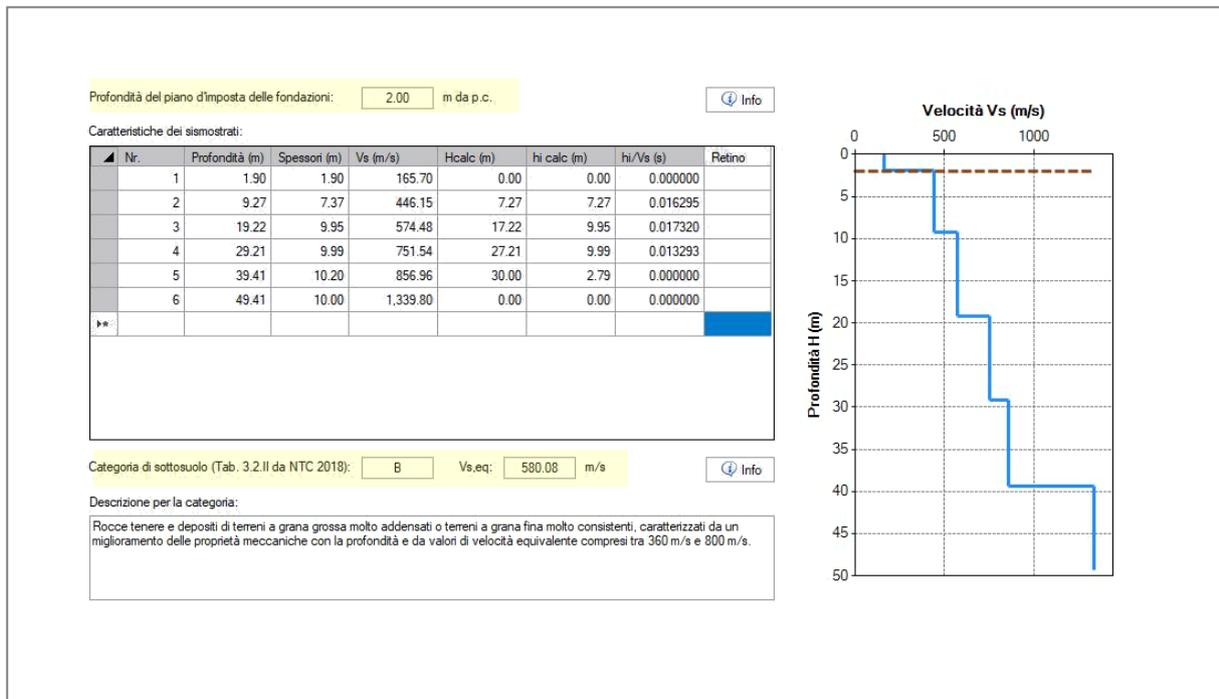
Vseq MASW_2



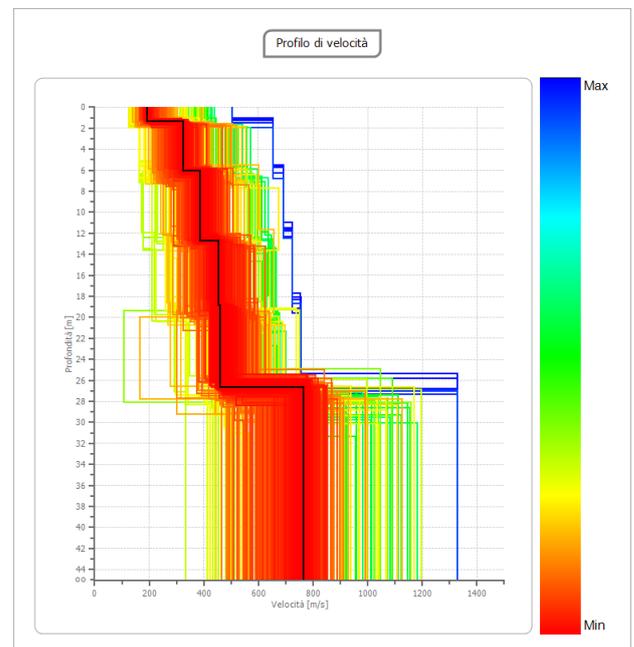
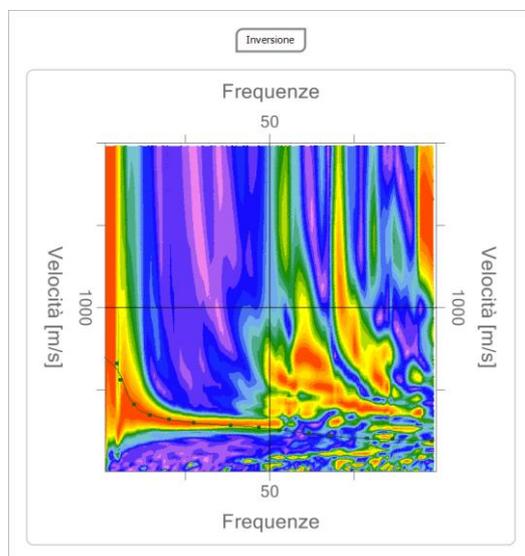
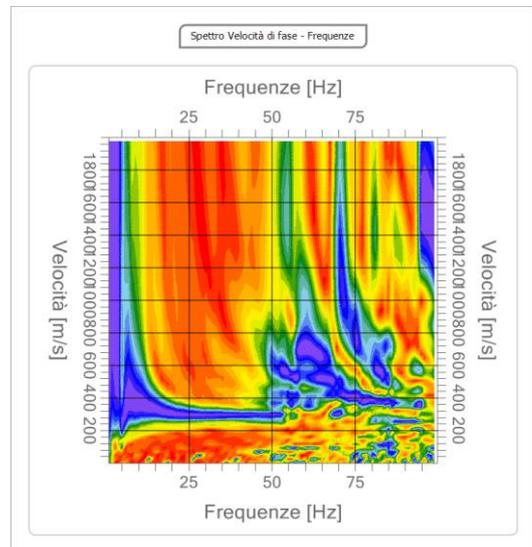
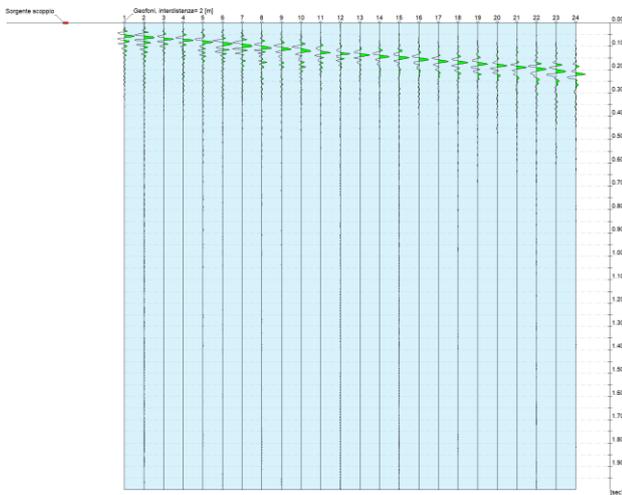
AREA LOTTO_B. MASW_3



Indagine MASW_3: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

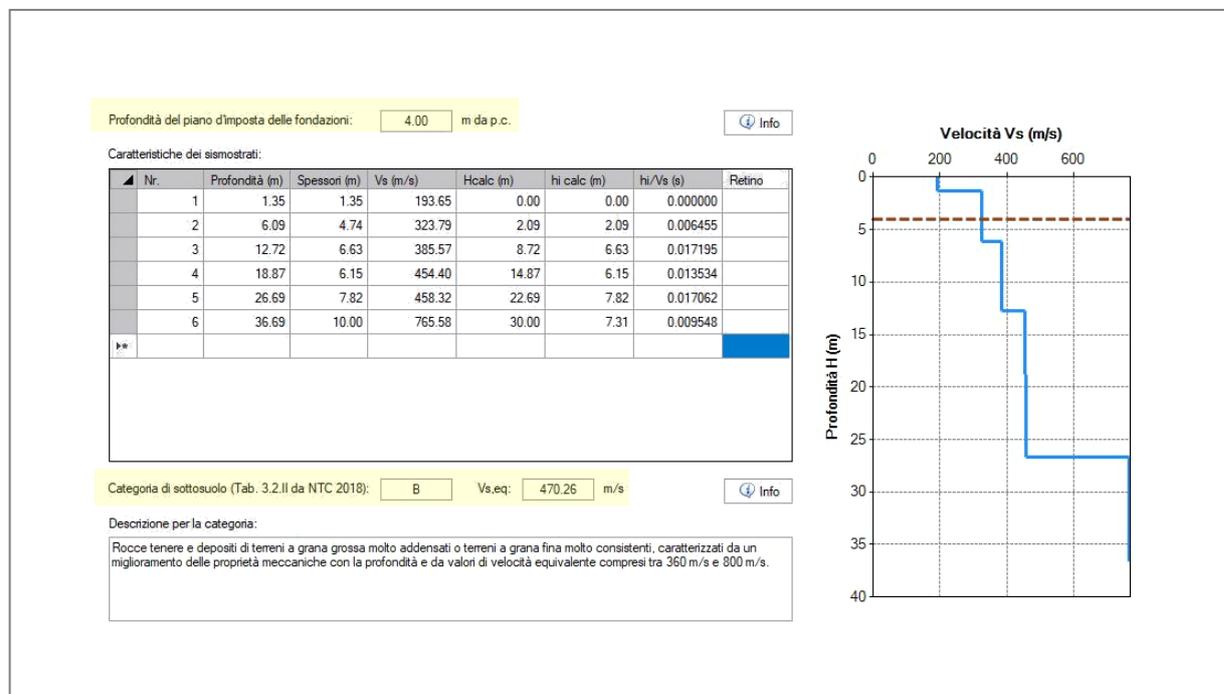
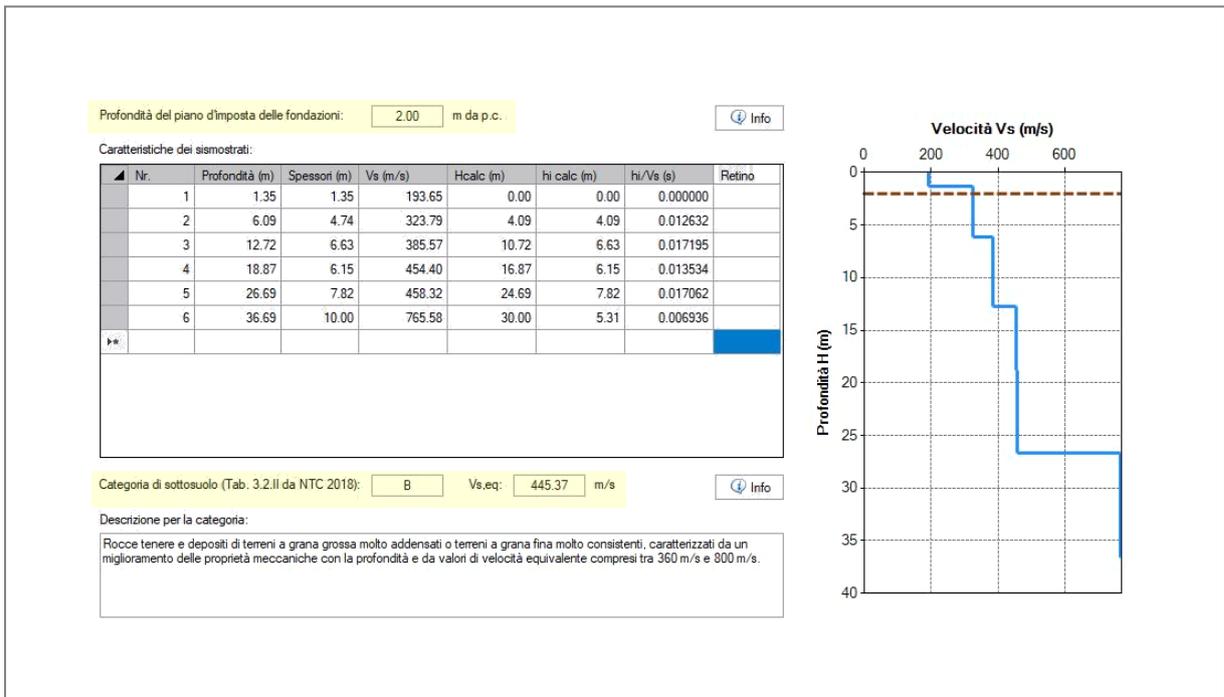
V_{seq} MASW_3

AREA LOTTO_A. MASW_4

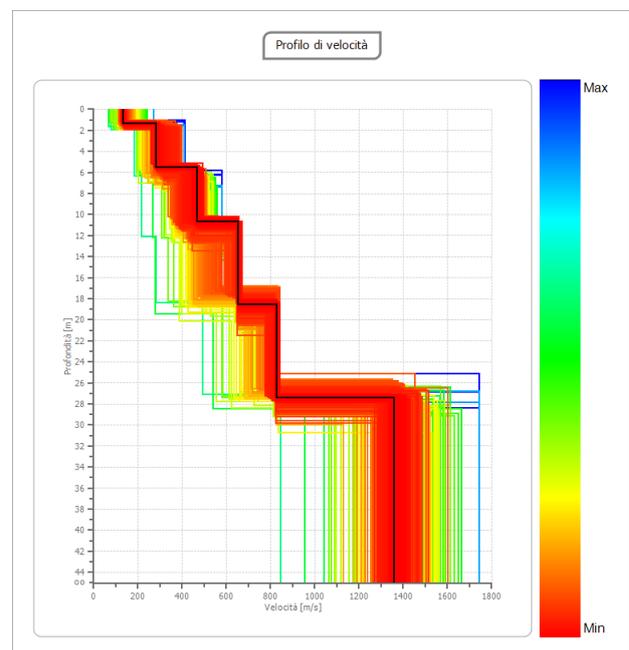
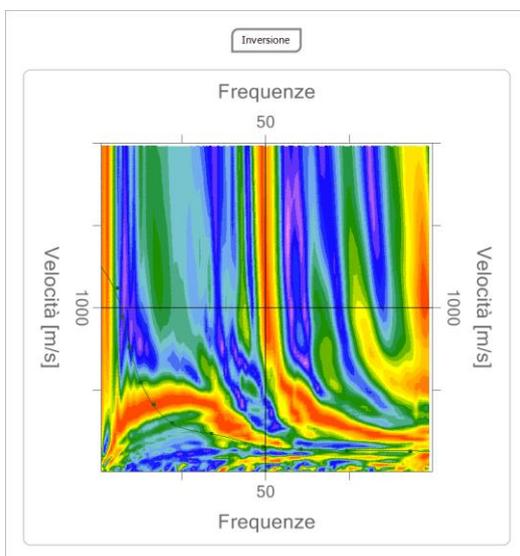
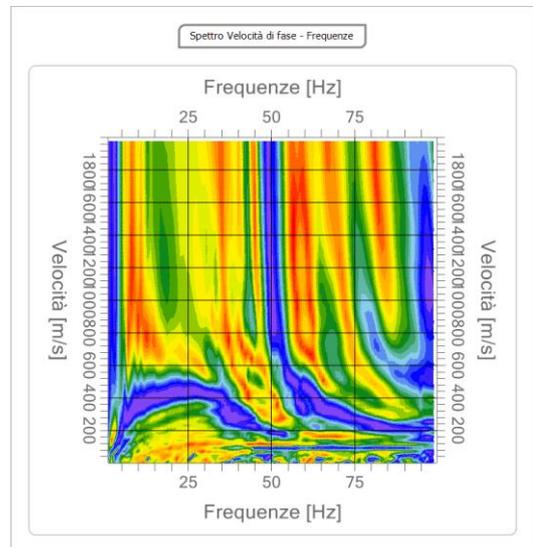
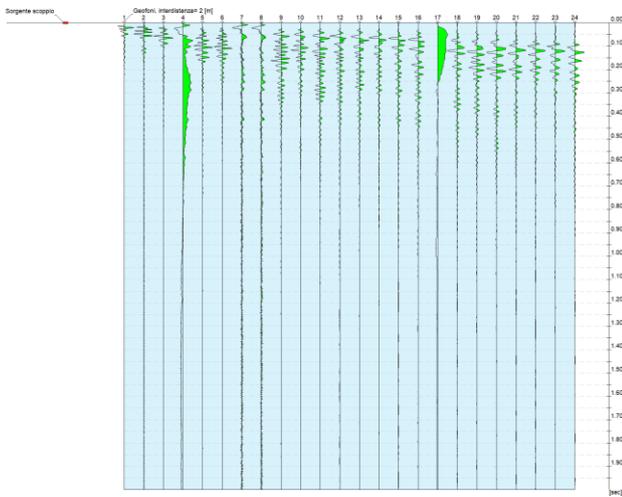


Indagine MASW_4: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

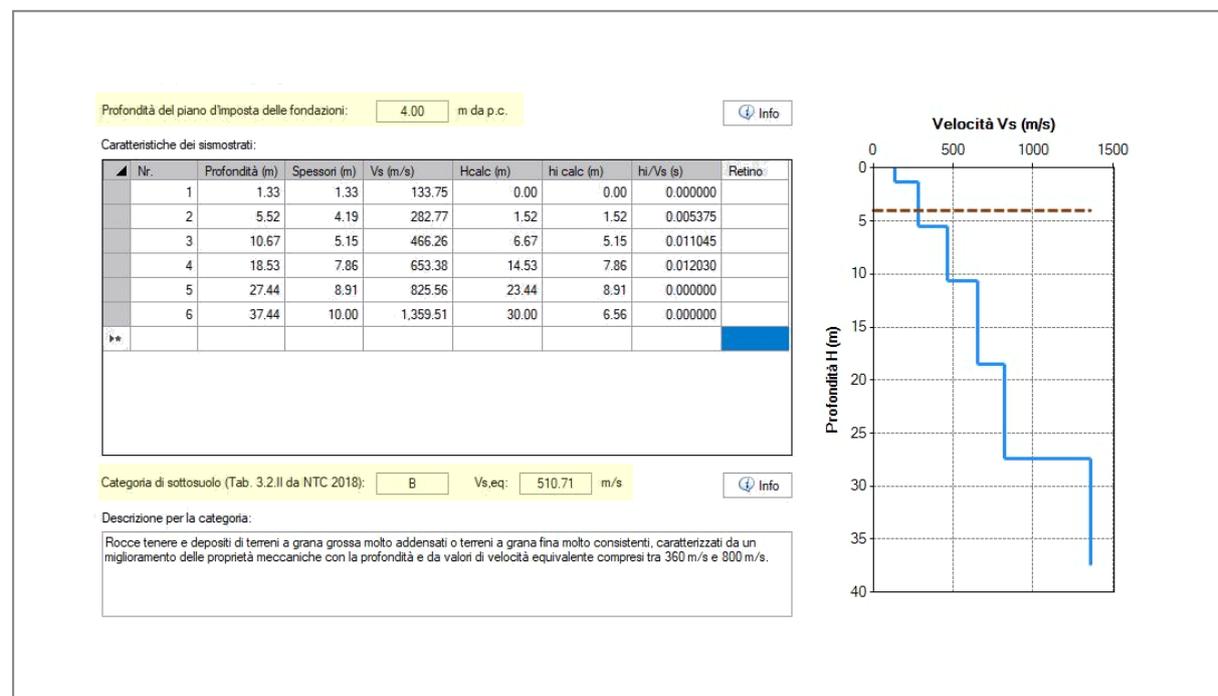
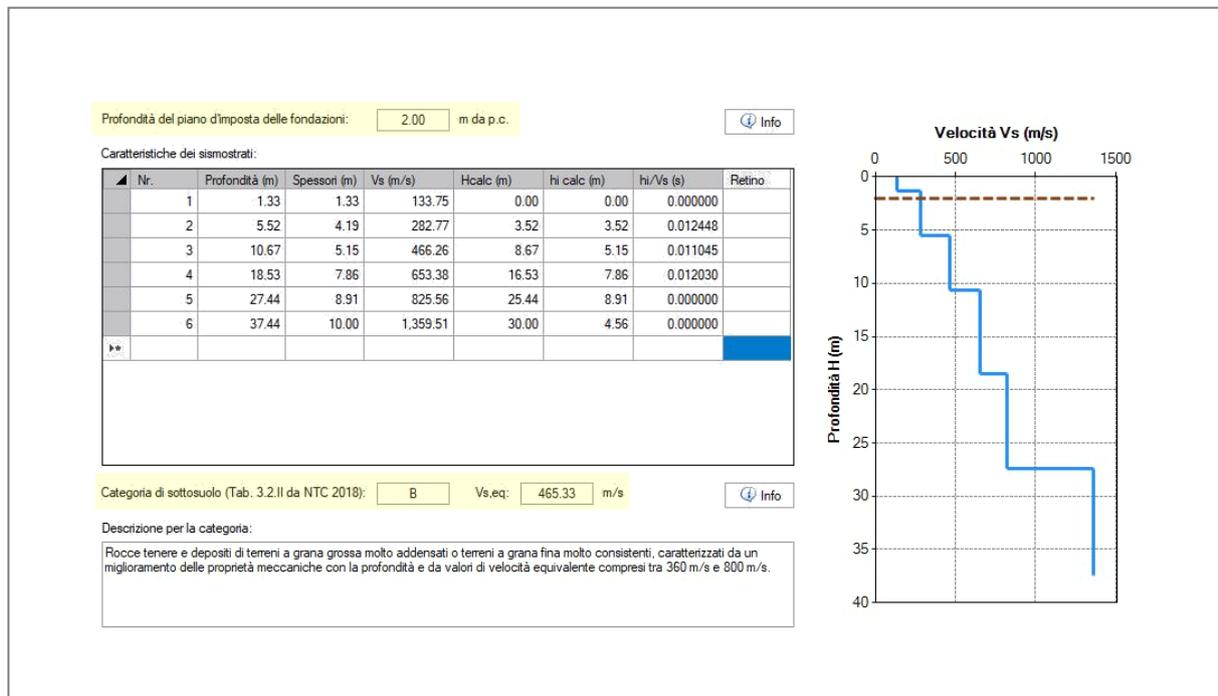
VSeq MASW_4



AREA LOTTO_A. MASW_5



Indagine MASW_5: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

V_{seq} MASW_5

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P

Cenni metodologici

Il metodo consiste nella rilevazione delle velocità delle onde sismiche, generate da una massa battente, attraverso un'interfaccia tra due mezzi con diverse caratteristiche elastiche. I valori di velocità delle onde sismiche, misurati in sito per ciascun volume di sottosuolo differenziato, unitamente alla "facies litologica" interpretata, hanno consentito di determinare una serie di parametri elasto-meccanici di riferimento.

Questi risultano derivati da correlazioni sperimentali, per tipologia litologica, tra parametri geomeccanici e parametri elastici. I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, puntualmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

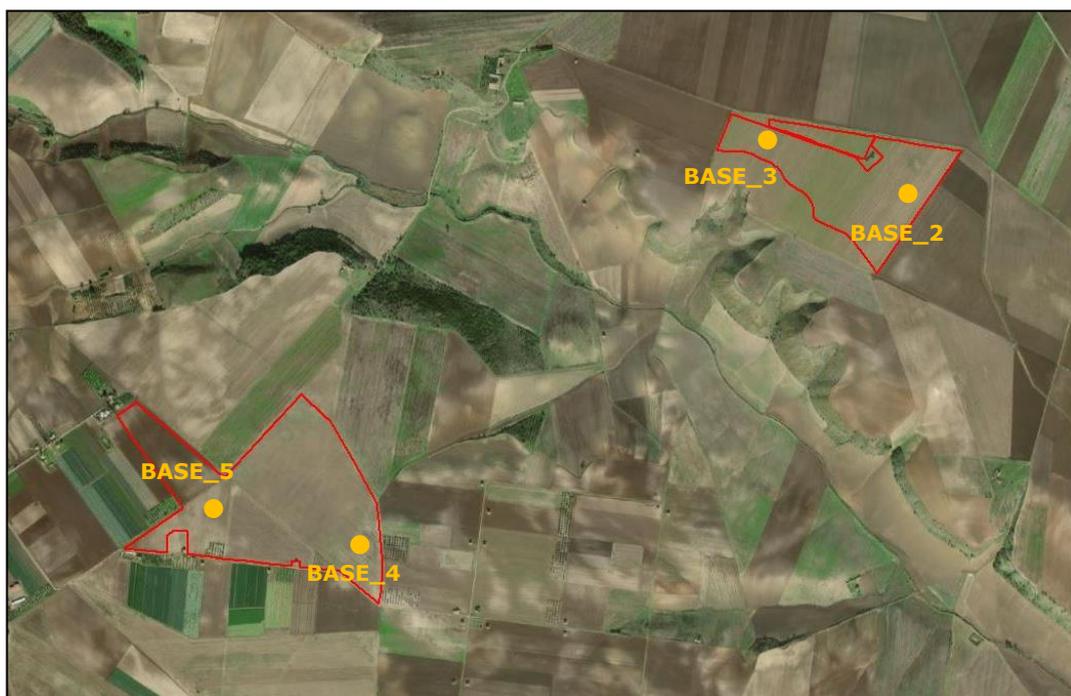
Modalità esecutive

Nel caso in oggetto, sono state realizzate cinque basi sismiche (1 area stazione, 2 Area_A e 2 Area_B) con stendimenti di 50 metri lungo i quali sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 2.00 m.

Per ogni base sismica sono stati realizzati 3 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg circa e l'energizzazione è avvenuta secondo il seguente modo:

- 2 shots esterni allo stendimento;
- 1 shots centrale;

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



Planimetria indagini geofisiche



Base_1



Base_2



Base_3

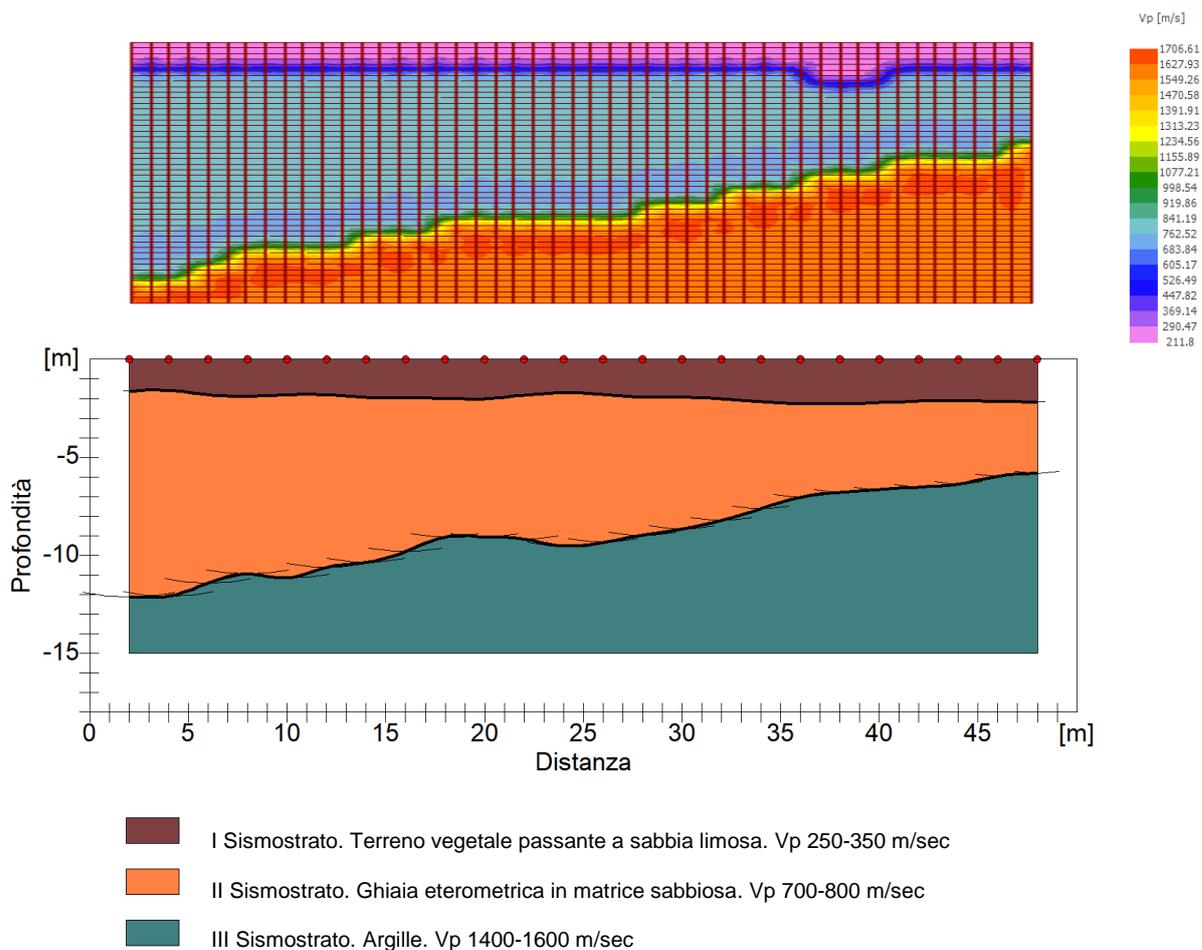
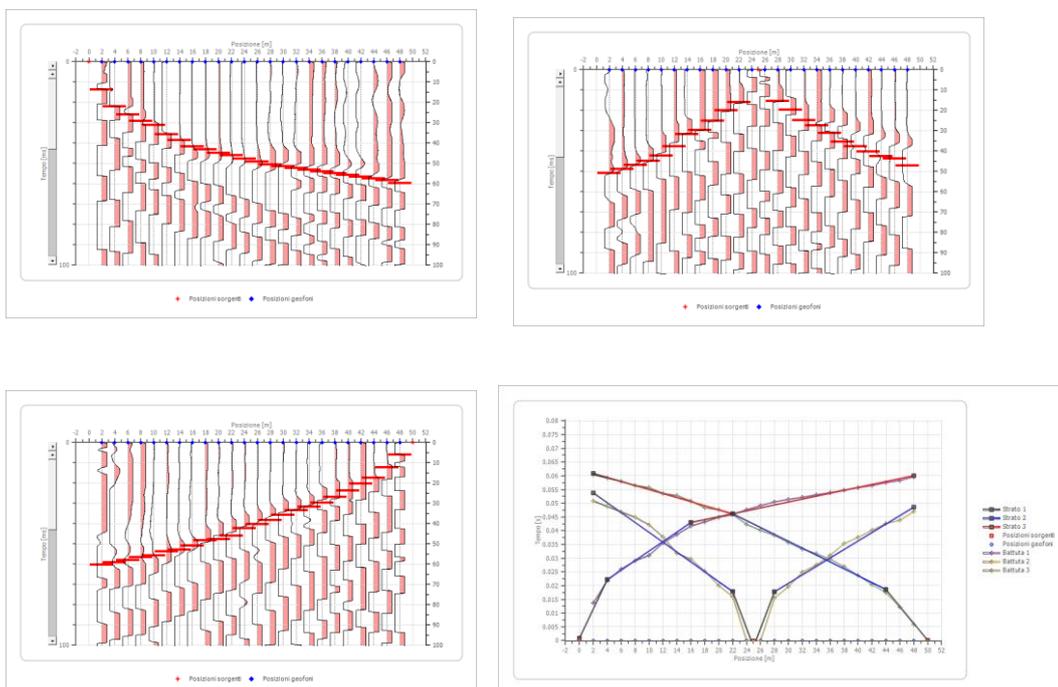


Base_4



Base_5

AREA STAZIONE DI CONSEGNA. BASE_1



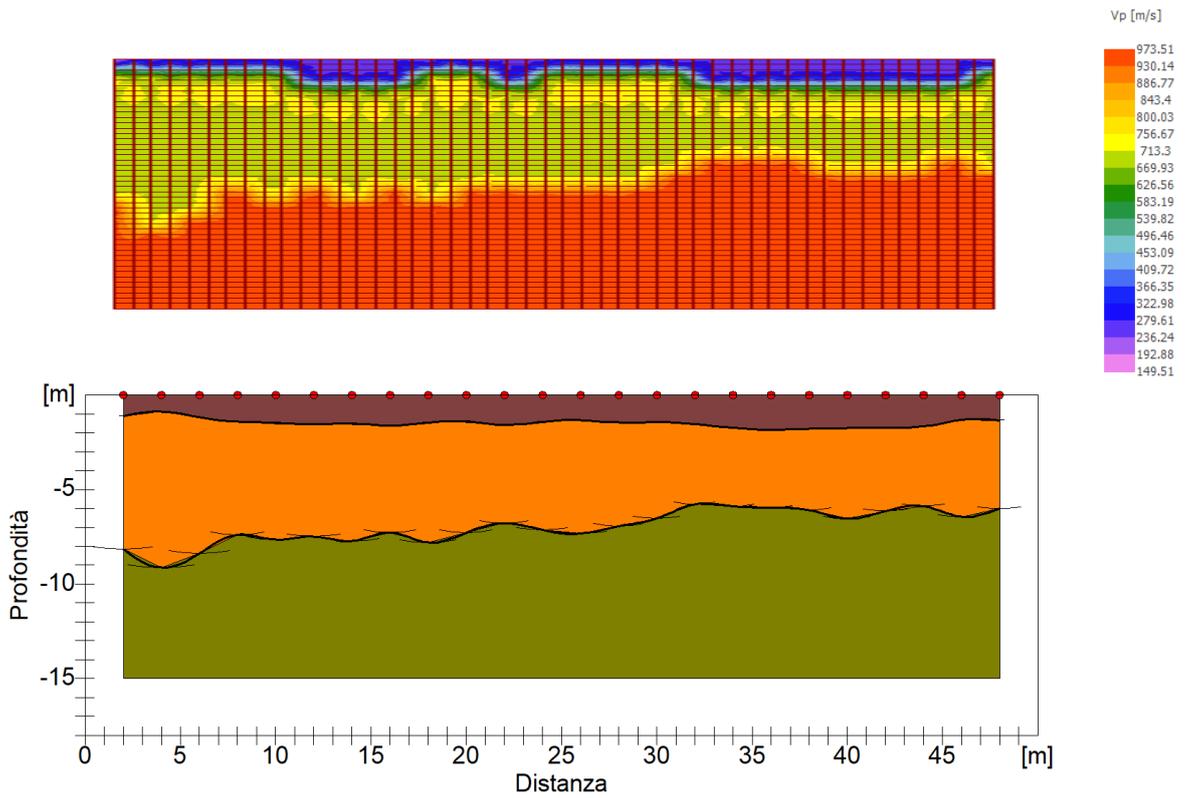
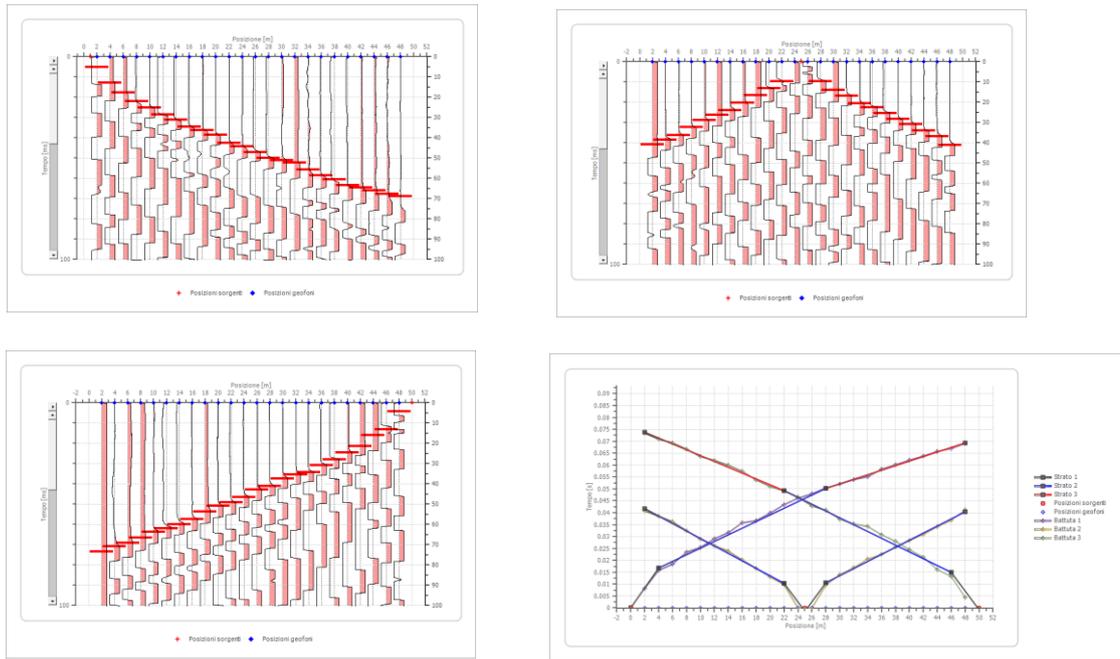
BASE_1: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

PARAMETRI GEOTECNICI AREA STAZIONE DI CONSEGNA

Range di variazione dei parametri sismici			
Parametri sismici		II sismostrato	III sismostrato
velocità onde P	m/s	700 - 800	1400 - 1600
velocità onde S	m/s	336 - 384	422 - 482
modulo di Poisson μ	-	0.35 - 0.35	0.45 - 0.45
densità geofisica γ	g/cm ³	1.77 - 1.82	2.02 - 2.07
modulo di taglio G	MPa	200 - 268	360 - 482
mod. dinamico Young Ed	MPa	541 - 724	1044 - 1399
rigidità sismica R	t/cm ² s	595 - 698	853 - 999

Valori caratteristici dei parametri sismici			
Parametri sismici		II sismostrato	sismostrato
velocità onde P	m/s	702	1422
velocità onde S	m/s	337	429
modulo di Poisson μ	///	0.35	0.45
densità geofisica γ	g/cm ³	1.8	2.0
modulo di taglio G	MPa	202	373
mod. dinamico Young Ed	MPa	545	1081
mod. statico Young Es	MPa	45	76
angolo di attrito	°	32	23
coesione non drenata cu	KPa	127	172
coesione drenata c'	KPa	18.2	24.6
coeff. compressibilità mv	MPa	0.022	0.013

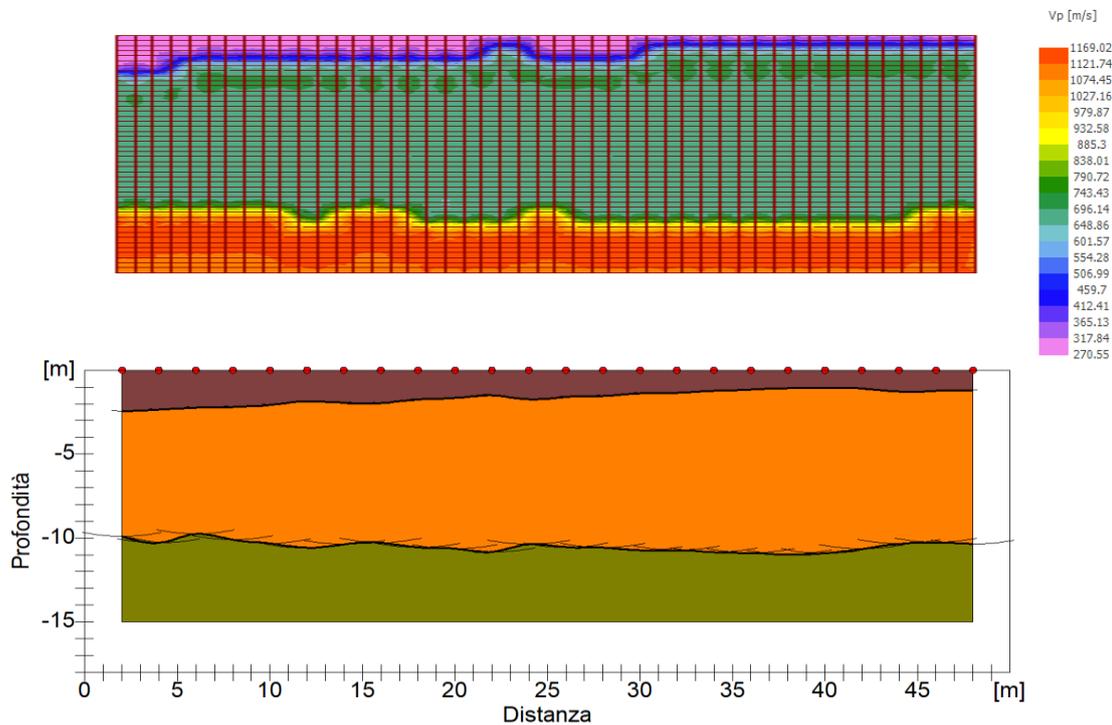
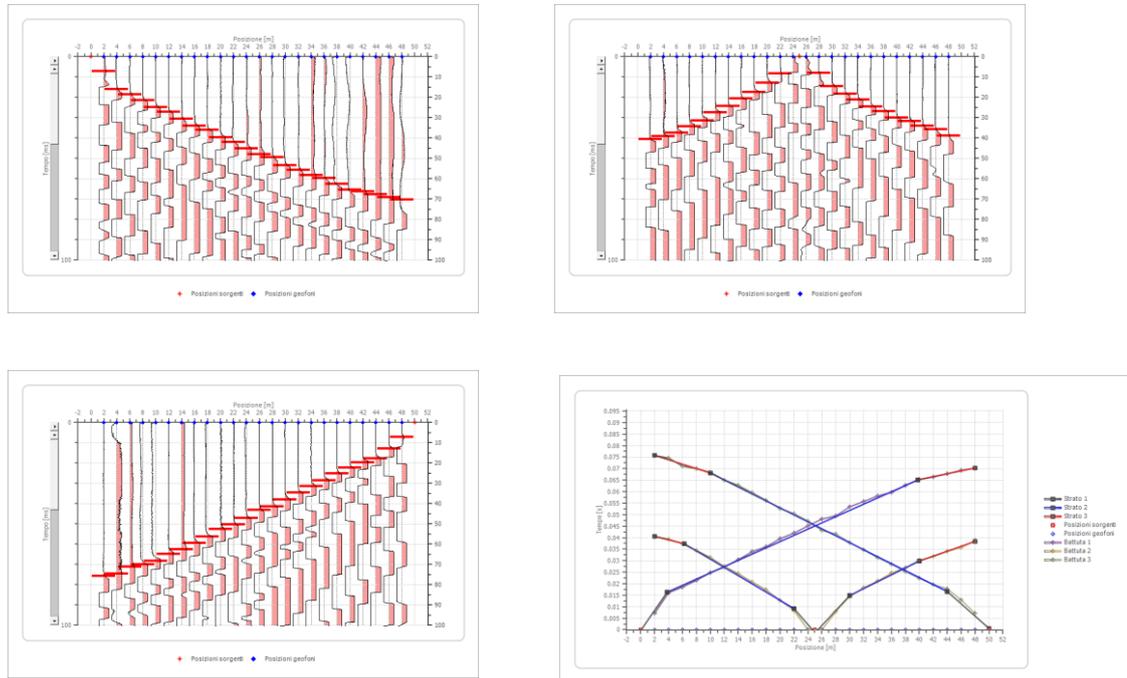
AREA LOTTO_B. BASE_2



- I Sismostrato. Terreno vegetale passante a sabbia limosa. Vp 280-400 m/sec
- II Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa. Vp 700-800 m/sec
- III Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa cementata. Vp 1000-1100 m/sec

BASE_2: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA LOTTO_B. BASE_3



- I Sismostrato. Terreno vegetale passante a sabbia limosa. V_p 270-380 m/sec
- II Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa. V_p 700-800 m/sec
- III Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa cementata. V_p 1000-1100 m/sec

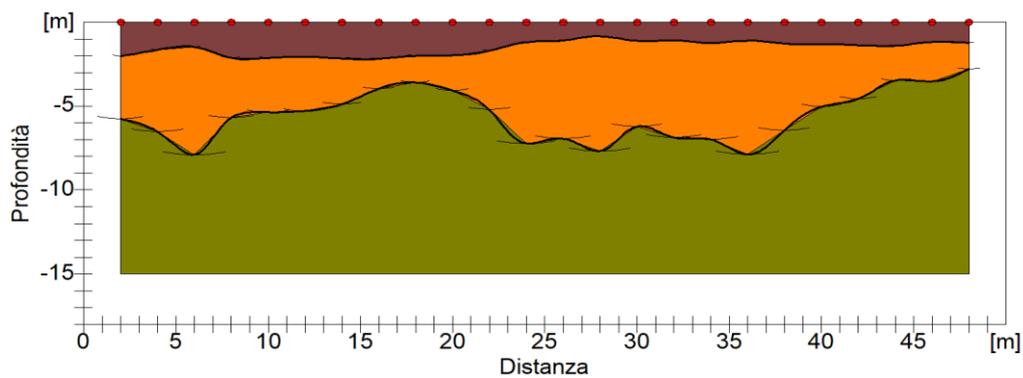
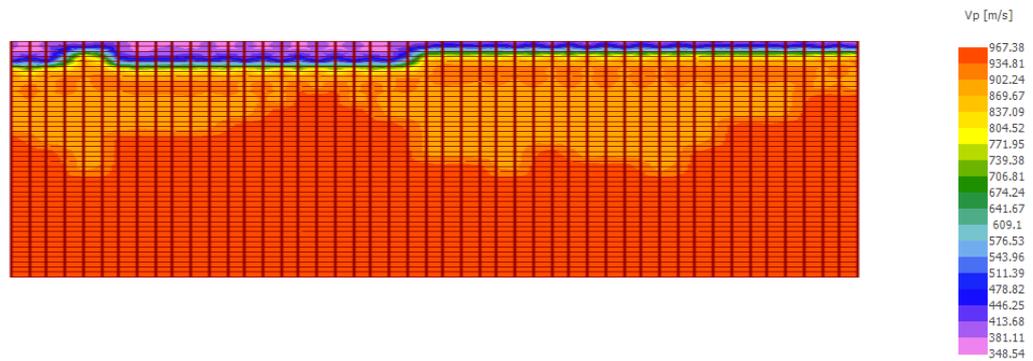
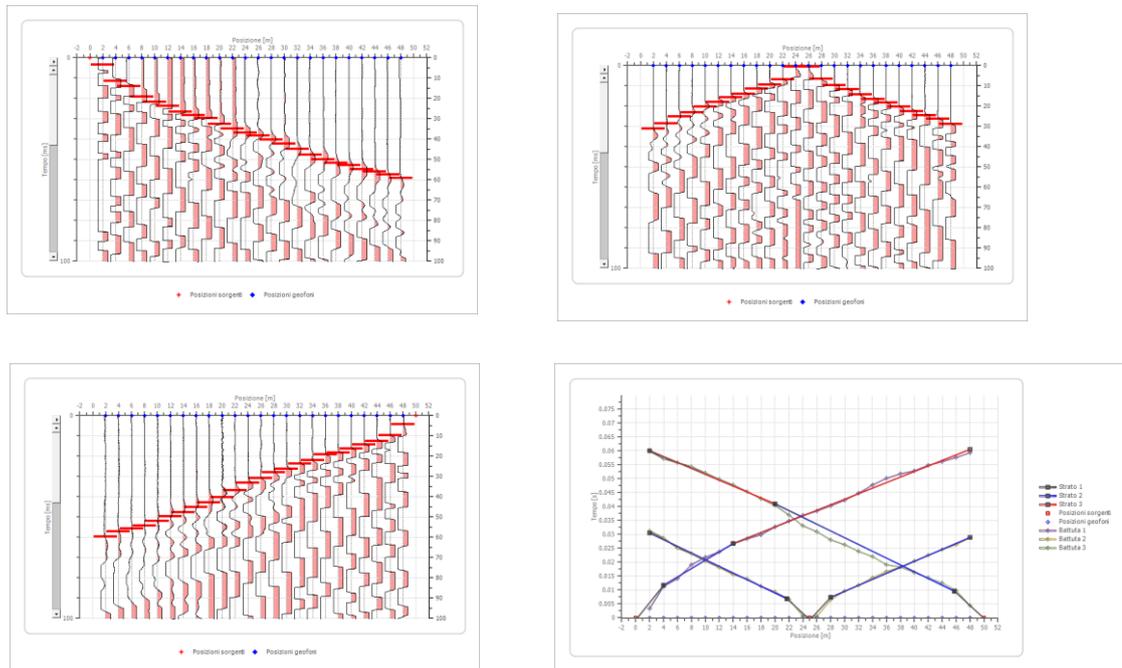
BASE_3: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

PARAMETRI GEOTECNICI AREA LOTTO_B

Range di variazione dei parametri sismici			
Parametri sismici		II sismostrato	III sismostrato
velocità onde P	m/s	700 - 800	1000 - 1100
velocità onde S	m/s	336 - 384	480 - 528
modulo di Poisson μ	-	0.35 - 0.35	0.35 - 0.35
densità geofisica γ	g/cm ³	1.77 - 1.82	1.89 - 1.93
modulo di taglio G	MPa	200 - 268	437 - 539
mod. dinamico Young Ed	MPa	541 - 724	1181 - 1455
rigidità sismica R	t/cm ² s	595 - 698	910 - 1020

Valori caratteristici dei parametri sismici			
Parametri sismici		II sismostrato	sismostrato
velocità onde P	m/s	702	1002
velocità onde S	m/s	337	482
modulo di Poisson μ	///	0.35	0.35
densità geofisica γ	g/cm ³	1.8	1.9
modulo di taglio G	MPa	202	440
mod. dinamico Young Ed	MPa	545	1187
mod. statico Young Es	MPa	45	86
angolo di attrito	°	32	33
coesione non drenata cu	KPa	127	159
coesione drenata c'	KPa	18.2	22.7
coeff. compressibilità mv	MPa	0.022	0.012

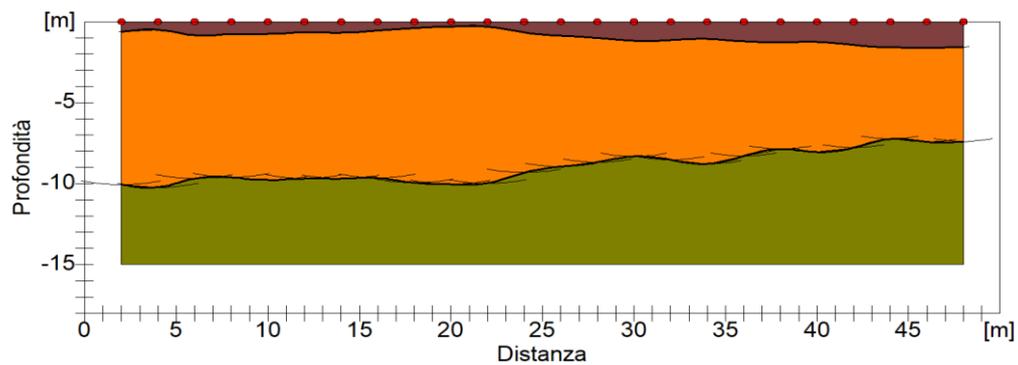
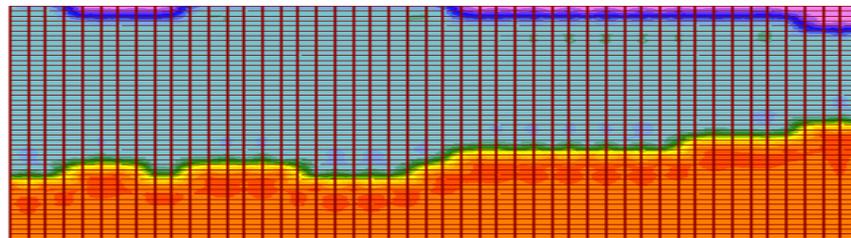
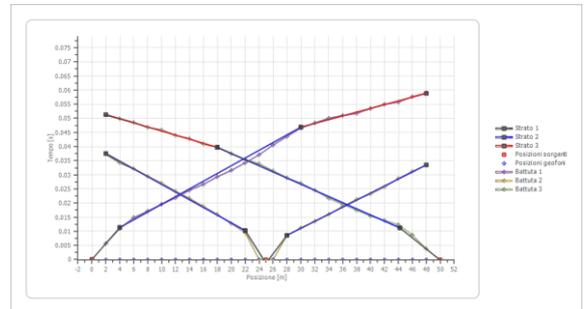
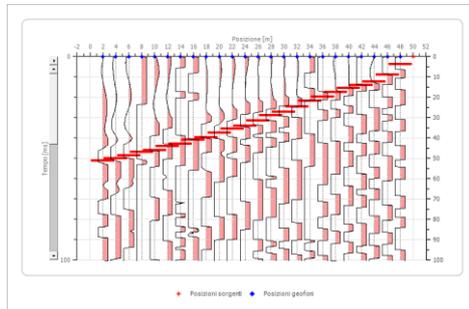
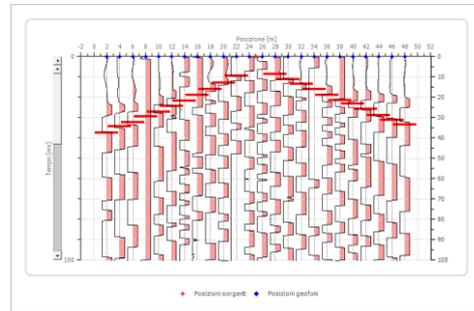
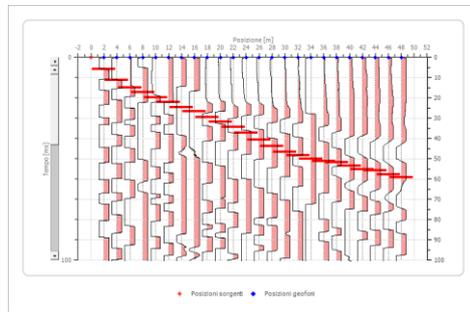
AREA LOTTO_A. BASE_4



- I Sismostrato. Terreno vegetale passante a sabbia limosa. Vp 350-420 m/sec
- II Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa. Vp 750-850 m/sec
- III Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa cementata. Vp 1000-1100 m/sec

BASE_4: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA LOTTO_A. BASE_5



- I Sismostrato. Terreno vegetale passante a sabbia limosa. Vp 320-400 m/sec
- II Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa. Vp 700-800 m/sec
- III Sismostrato. Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa cementata. Vp 1200-1300 m/sec

BASE_5: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

PARAMETRI GEOTECNICI AREA LOTTO_A

Range di variazione dei parametri sismici			
Parametri sismici		II sismostrato	III sismostrato
velocità onde P	m/s	750 - 850	1000 - 1300
velocità onde S	m/s	360 - 408	480 - 624
modulo di Poisson μ	-	0.35 - 0.35	0.35 - 0.35
densità geofisica γ	g/cm ³	1.79 - 1.84	1.89 - 1.99
modulo di taglio G	MPa	233 - 306	437 - 777
mod. dinamico Young Ed	MPa	629 - 827	1181 - 2098
rigidità sismica R	t/cm ² s	646 - 750	910 - 1244

Valori caratteristici dei parametri sismici			
Parametri sismici		II sismostrato	sismostrato
velocità onde P	m/s	752	1067
velocità onde S	m/s	361	513
modulo di Poisson μ	///	0.35	0.35
densità geofisica γ	g/cm ³	1.8	1.9
modulo di taglio G	MPa	235	504
mod. dinamico Young Ed	MPa	633	1361
mod. statico Young Es	MPa	51	97
angolo di attrito	°	32	34
coesione non drenata cu	KPa	127	159
coesione drenata c'	KPa	18.2	22.7
coeff. compressibilità mv	MPa	0.020	0.010

CONCLUSIONI

L'indagine geologica, morfologica, idrogeologica e sismica ha evidenziato la seguente situazione ambientale:

- **Caratteri morfologici:** le aree d'intervento presentano nel complesso un andamento morfologico sub-pianeggiante caratterizzate da una modesta ($< 1^\circ$) e generalizzata pendenza in direzione E-NE (Lotto_B) e N (Lotto_A); non si rilevano emergenze geomorfologiche e fenomeni di dissesto attivi o incipienti che possono alterare l'attuale equilibrio statico.
- **Caratteri geolitologici:** i terreni destinati all'installazione dei pannelli fotovoltaici e quelli relativi alla stazione di elevazione risultano appartenere allo stesso bacino di formazione e litologicamente simili; questi, al di sotto della copertura agraria in facies sabbioso-limosa, sono costituiti da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa con incremento del grado di cementazione all'aumentare della profondità.
- **PAI ed Assetto idrografico:** l'analisi della "Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica" ha permesso di escludere situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica nelle aree oggetto di studio. Dall'analisi invece della "Carta Idrogeomorfologica" ed IGM in scala 1:25.000 si rilevano alcune interferenze solo tra il tracciato del cavidotto ed il reticolo idrografico; pertanto, in ottemperanza a quanto disciplinato nelle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si è proceduto a specifico studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ha permesso di evidenziare le reali interferenze e criticità al fine di operare adeguate scelte progettuali nel rispetto dell'attuale assetto morfologico ed idraulico dei luoghi. Per una disamina dettagliata si rimanda a specifiche relazioni di compatibilità idrologica ed idraulica.

- **Caratteri idrogeologici e vulnerabilità della falda:** l'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza, oltre che dell'acquifero carsico profondo, di un acquifero poroso superficiale e profondo. In considerazione del tipo d'intervento non si rilevano interazioni dirette o indirette con i suddetti acquiferi.
- **Classificazione del terreno di fondazione:** le indagini sperimentali hanno permesso di classificare i terreni di fondazione in classe "B".

Ruvo di Puglia, gennaio 2021

dott. geol. Angelo RUTA

