



“PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99 MWP
DENOMINATO “SPINETO” DA REALIZZARSI NEL
COMUNE DI CHIEUTI”.

**RELAZIONE GEOLOGICA
PRELIMINARE**

Rev. 0.0

Data: 27 dicembre 2023

QQR-WND-030.REL003a

Committente:

Montepuccio 2 S.r.l.
via Michele Mercati n. 39
00197 Roma (RM)
C. F. e P. IVA: 17089551000
PEC: repsolmonti@pec.it

Progetto e sviluppo:

Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk

SOMMARIO

1	Premessa.....	6
2	Riferimenti normativi.....	7
3	Inquadramento territoriale.....	8
4	Caratteristiche del progetto.....	10
4.1	Descrizione sintetica del progetto.....	10
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO.....	12
5.1	Inquadramento geologico.....	12
5.2	Inquadramento geomorfologico.....	18
5.3	Inquadramento idrografico e idrogeomorfologico.....	21
5.3.1	Inquadramento Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).....	24
5.3.2	Inquadramento del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.).....	27
5.4	Inquadramento sismico.....	29
6	DATI GEOFISI E GEOTECNICI DISPONIBILI.....	36
6.1	Unità litotecnica ASP.....	36
6.2	Unità litotecnica Qc_B.....	39
6.3	Unità litotecnica QC_b.....	40
6.4	Microzonazione omogenea in prospettiva sismica (MOPS).....	43
7	IDAGINI SISMICHE PRELIMINARI.....	44
7.1	Prova sismica attiva tipo MASW.....	45
7.2	Prova sismica passiva tipo HVSR.....	46
7.3	Categoria di sottosuolo.....	46
8	CONCLUSIONI.....	48
9	BIBLIOGRAFIA.....	50

Indice delle Figure

Figura 1 – Ubicazione aerogeneratori e strade di accesso su foto aerea	9
Figura 2 – Carta geologica schematica (mod., da Pieri et al., 1997). - Sezione geologica (mod., da SELLA et al., 1988)	13
Figura 3 – Schemi paleogeografici dell'Italia sudoccidentale dal messiniano al Pleistocene medio (mod. da Tropeano et al., 2002)	14
Figura 4 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio n. 155 – San Severo	15
Figura 5 – Sezione geologica e schema stratigrafico dei pozzi Agip Toma 1 e Sansicario 2.	17
Figura 6 – Colonna litostratigrafica della successione plio-pleistocenica (Lanzame e Tortorici, 1976).....	17
Figura 7 – Modello digitale del terreno con le 5 principali aree fisiografiche: Gargano, Murge, Salento, Tavoliere delle Puglie e settore pugliese dell'Appennino Dauno (Cotecchia et al., 2014).....	19
Figura 8 – Terrazzi fluviali nella valle del T. Saccione e nella valle del T. Foltore (Bracone et al., 2009).....	20
Figura 9 – Il reticolo idrografico che caratterizza il settore tra i fiumi Trigno e Fortore (Bracone et al., 2009)	21
Figura 10 – Stralcio della carta idrogeomorfologica del PPTR della Regione Puglia.	22
Figura 11 – Terrazzi fluviali nella valle del T. Saccione e nella valle del T. Foltore (Bracone et al., 2009).....	25
Figura 12 – Stralcio della cartografia del P.A.I. con l'ubicazione degli aerogeneratori	25
Figura 13 - Stralcio della mappa della pericolosità da frana e pericolosità idraulica del territorio nazionale redatta da I.S.P.R.A. (fonte: https://idrogeo.isprambiente.it)	26
Figura 14 – Stralcio cartografico del P.T.A. della Regione Puglia (fonte dati: http://www.sit.puglia.it/portal/portale_pianificazione_regionale/Piano%20di%20Tutella%20delle%20Acque/Cartografie)	28
Figura 15 – Modello digitale d'elevazione del promontorio del Gargano con la rappresentazione del prolungamento dei sistemi di faglie dallo stesso verso la fossa Appenninica (mod., da BILLI et al., 2007)	31
Figura 16 – Sismicità strumentale degli ultimi 35 anni e catalogo dei forti terremoti italiani - scala di magnitudo, Mw. (fonte dati: govrisv.cnr.it/regioniregione-puglia).....	32
Figura 17 – Numero di eventi riportati per il Comune di Serracapriola (FG) dall'anno 1.000 all'anno 2020 Sismicità strumentale ottenuta dal catalogo ISIDe (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15).....	32
Figura 17 – Faglia normale presso l'abitato di Serracapriola (FG).....	33
Figura 19 – Classificazione sismica del territorio della Regione Puglia (fonte dati: govrisv.cnr.it/regioniregione-puglia – modificata)	34
Figura 20 – Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 88\text{m/s}$) consultabile online all'indirizzo http://zonesismiche.mi.ingv.it	35
Figura 21 – Tabella riassuntiva dei parametri fisici e di stato del COS (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG)).....	37
Figura 22 – Grafici di laboratorio delle prove eseguite (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG))	38
Figura 23 – Tabella riassuntiva dei parametri fisici e di stato del SW (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG)).....	39
Figura 24 – Grafici di laboratorio delle prove eseguite (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG))	40

Figura 25 –Tabella riassuntiva dei parametri fisici e di stato del CL (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG)).....	41
Figura 26 – Grafici di laboratorio delle prove eseguite (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG))	42
Figura 27 – Stralcio di Google Earth con ubicazione dei punti di indagine.....	44

Indice delle Tabelle

Tabella 1- Elenco aereogeneratori e dati catastali del parco eolico	8
Tabella 2- Dati principali di progetto	10
Tabella 3 – Valori di Vseq registrati	45
Tabella 4 – Categorie di sottosuolo individuate	47

Tavole

Tavola 1: Carta geologica

Tavola 2: Carta geomorfologica

Tavola 3: Carta Permeabilità Substrati e Suoli

Tavola 4: Carta dell'idrografia superficiale

Tavola 5: Inquadramento su PAI – Rischio Idraulico

Tavola 6: Inquadramento su PAI – Rischio frana

Allegati

Allegato 1: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

1 Premessa

Il presente elaborato costituisce la Relazione Geologica Preliminare dello Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) per il progetto di realizzazione di un parco eolico denominato "Spineto" nel territorio del comune di Chieuti (FG). La proposta progettuale è contemplata nell'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 "Progetti di competenza statale" al punto:

- 2) Installazioni relative a: impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW, calcolata sulla base del solo progetto sottoposto a valutazione ed escludendo eventuali impianti o progetti localizzati in aree contigue o che abbiano il medesimo centro di interesse ovvero il medesimo punto di connessione e per i quali sia già in corso una valutazione di impatto ambientale o sia già stato rilasciato un provvedimento di compatibilità ambientale.

nonché tra i progetti di attuazione del PNIEC di cui allegato I bis "Opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999" del medesimo D.Lgs 152/06 al punto:

- 1.2) Nuovi impianti per la produzione di energia e vettori energetici da fonti rinnovabili, residui e rifiuti, nonché ammodernamento, integrali ricostruzioni, riconversione e incremento della capacità esistente, relativamente a:
 - 1.2.1 Generazione di energia elettrica: impianti idroelettrici, geotermici, eolici e fotovoltaici (in terraferma e in mare), solari a concentrazione, produzione di energia dal mare e produzione di bioenergia da biomasse solide, bioliquidi, biogas, residui e rifiuti.

Il presente documento costituisce quindi uno studio preliminare ed è stato redatto sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili e prendendo per riferimento studi eseguiti nell'area di studio. In questa fase sono state eseguite delle indagini geofisiche preliminari. Nella successiva fase progettuale sarà necessario eseguire ulteriori indagini geofisiche e geotecniche mirate all'acquisizione dei dati di Sito in corrispondenza delle opere previste dal progetto.

Nello specifico, nel presente documento si riporta:

- inquadramento territoriale;
- inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico;
- analisi dei risultati delle indagini geognostiche disponibili che hanno permesso di caratterizzare le unità litostratigrafiche in corrispondenza delle aree di studio;
- risultati delle indagini preliminari eseguite;
- analisi dei risultati e indicazioni propedeutiche finalizzate alla successiva fase progettuale.

2 Riferimenti normativi

Per la redazione del presente documento si sono prese in considerazione le seguenti norme di riferimento principali:

- D.M. 14/1/2008 – “Testo unitario - Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2/2/2009 – “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164” (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017);
- Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006, “Norme in materia ambientale” (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 – Supplemento Ordinario n. 96) e ss.mm.ii;
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008, “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008).

3 Inquadramento territoriale

Le opere in progetto ricadono in provincia di Foggia nel territorio del Comune di Chieuti.

Nello specifico il parco eolico in progetto è costituito da n. 15 aereogeneratori denominati WTG – A ÷ WTG – Q. (Tabella 1 e Figura 1).

Aerogeneratori	Provincia	Comune
WTG-A	Foggia	Chieuti
WTG-B	Foggia	Chieuti
WTG-C	Foggia	Chieuti
WTG-D	Foggia	Chieuti
WTG-E	Foggia	Chieuti
WTG-F	Foggia	Chieuti
WTG-G	Foggia	Chieuti
WTG-H	Foggia	Chieuti
WTG-I	Foggia	Chieuti
WTG-L	Foggia	Chieuti
WTG-M	Foggia	Chieuti
WTG-N	Foggia	Chieuti
WTG-O	Foggia	Chieuti
WTG-P	Foggia	Chieuti
WTG-Q	Foggia	Chieuti

Tabella 1- Elenco aereogeneratori del parco eolico

4 Caratteristiche del progetto

4.1 Descrizione sintetica del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico nel comune di Chieuti (FG) della potenza complessiva di 99 MW costituito da n. 15 aerogeneratori della potenza nominale di d 6,6 MW. Per la realizzazione e la messa in servizio dell'impianto si prevede di eseguire le seguenti opere:

- sistemazione e adeguamento della viabilità esistente;
- realizzazione di nuova viabilità necessaria per il collegamento alle piazzole degli aerogeneratori;
- realizzazione delle piazzole di montaggio e di stoccaggio dei componenti degli aereogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni in calcestruzzo armato degli aereogeneratori;
- realizzazione di opere di regimazione idraulica superficiale quali, canalette in terra, cunette trincee drenanti, ecc.;
- realizzazione di opere di sistemazione ambientale;
- realizzazione dei cavidotti interrati interni all'impianto;
- trasporto in sito dei componenti elettromeccanici;
- sollevamenti e montaggi meccanici;
- realizzazione sottostazione di trasformazione e cessione dell'utente;
- connessione alla rete elettrica di Trasmissione Nazionale.

Proponente	Queequeg Renewables LTD
Potenza nominale aerogeneratore	6,6 MW
Diametro rotore	170 m
Altezza torre al mozzo	135 m
Numero di aerogeneratori	15

Tabella 2- Dati principali di progetto

Si riportano sinteticamente le caratteristiche delle principali componenti che costituiscono l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica in progetto:

traporto e montaggio di n. 15 aerogeneratori eventi le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: 6,6 MW
- Diametro rotore: 170 m
- Altezza torre al mozzo: 135 m

Installazione infrastrutture elettriche e di controllo costituite principalmente da:

- Rete di alta tensione dell'impianto eolico, costituita dalle linee in 36 kV che connettono gli aerogeneratori ai quadri AT;
- Stallo a 36kV per la connessione alla sottostazione RTN, come definito nella STMG che sarà trasmessa da Terna S.p.A. con il preventivo di connessione.
- Opere civili provvisorie costituite principalmente dalle piazzole per il montaggio degli aerogeneratori in cui si prevede di realizzare attività di scavo e rinterro e realizzazione di superfici piane, di opportuna dimensione e portanza, al fine di consentire il lavoro in sicurezza dei mezzi di sollevamento. Al fine delle lavorazioni si prevede il ripristino dell'area di lavoro;
- Opere civili di fondazione degli aerogeneratori costituiti da plinti in calcestruzzo armato nel quale vengono inghisati i tirafondi della torre di sostegno. Nella fase progettuale successiva potrà essere definito il tipo di fondazione da adottare;
- Opere di viabilità e posa cavi comprendenti la realizzazione delle strade di accesso e di servizio al parco eolico in cui sono previste opere di scavo a sezione obbligata, scavi e movimenti terra.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

5.1 Inquadramento geologico

L'area di studio denominata "Spineto" nel territorio del comune di Chiueti (FG) e ricade nel distretto geologico del Subappennino dauno e del Tavoliere di Puglia, rispetto al quale si trova nell'estrema porzione nord-occidentale.

Dal punto di vista geologico, l'area ricade nel settore più settentrionale della Fossa bradanica che è stata caratterizzata nel corso del Pliocene e del Quaternario da due distinte fasi evolutive:

- una marcata subsidenza (stimata attorno a 1 mm/anno) nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore connessa alla subsidenza del margine interno della Piattaforma apula;
- un sollevamento, valutato in circa 0,3-0,5 mm/anno, che comincia alla fine del Pleistocene inferiore e si esplica nel Pleistocene medio- superiore dovuto o ad un aggiustamento isostatico postorogenetico (Ricchetti et al., 1998) oppure come buckling dell'avampaese per resistenza alla subduzione (Doglioni et al., 1994).

Il contesto geodinamico è connesso principalmente alla subduzione verso Ovest-Sud-Ovest della placca Adria sotto quella Iberica generando processi tettonici associati all'orogenesi appenninica con vergenza in direzione Est-Nord-Est. In questo contesto geodinamico, a partire dal miocene inferiore, il settore crostale pugliese cominciò a subire effetti deformativi connessi alla formazione sia della Catena Appenninica, ad Ovest, che di quella dinarica, ad Est, assumendo così il ruolo di Avampaese. Prima del significativo abbassamento del mare avvenuto durante il messiniano "crisi di salinità del messiniano" circoscritte ingressioni marine coinvolsero le porzioni marginali dell'Avampaese Apulo durante il Miocene. Un'estesa trasgressione marina caratterizzò la fine del messiniano e di conseguenza una buona parte delle aree emerse dell'Avampaese Apulo furono sommerse costituendo la Fossa Bradanica, bacino marino interposto tra l'Appennino Meridionale e l'Avampaese (**Figura 2**).

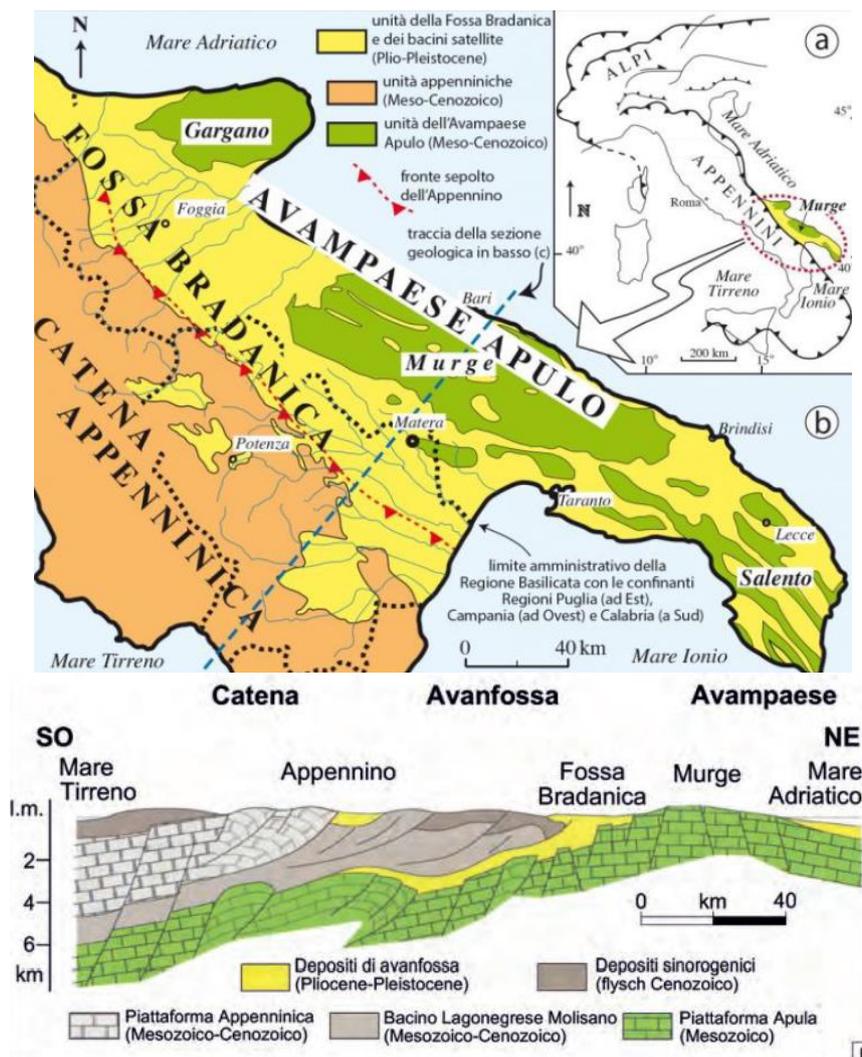


Figura 2 – Carta geologica schematica (mod., da Pieri et al., 1997). - Sezione geologica (mod., da SELLA et al., 1988)

Durante il Pliocene inferiore e medio, diverse emersioni ed immersioni coinvolsero l’Avampaese, testimoniate da depositi carbonatici di piattaforma aperta. Durante il Pliocene superiore, mentre il fronte di accavallamento appenninico migrava verso Est, l’area in esame appariva come un vasto arcipelago, dove i blocchi sollevati costituivano delle isole rocciose calcaree, mentre i blocchi ribassati corrispondevano a bracci di mare poco profondi; la Fossa Bradanica era quindi un bacino marino profondo. Lungo le coste di queste isole si depositavano sabbie e ghiaie carbonatiche, mentre argille emipelagiche si sedimentavano nei settori marini poco profondi a fronte dell’Appennino. Alla fine del Pliocene superiore e all’inizio del Pleistocene inferiore, a causa del lento, eppure progressivo, affondamento, molte delle isole furono sommerse dal mare e le aree marine poco profonde si ampliarono con la conseguente deposizione delle argille emipelagiche (Tropeano et al., 2002).

La tappa finale dell’evoluzione geodinamica del territorio pugliese, tuttora in atto, iniziò nel Pleistocene (alla fine del Pleistocene inferiore-inizio del Pleistocene medio secondo Ciaranfi et al., 1983, Pleistocene medio

secondo Doglioni et al., 1996), quando l'Avampaese Apulo e la Fossa Bradanica cominciarono a sollevarsi (Figura 3).

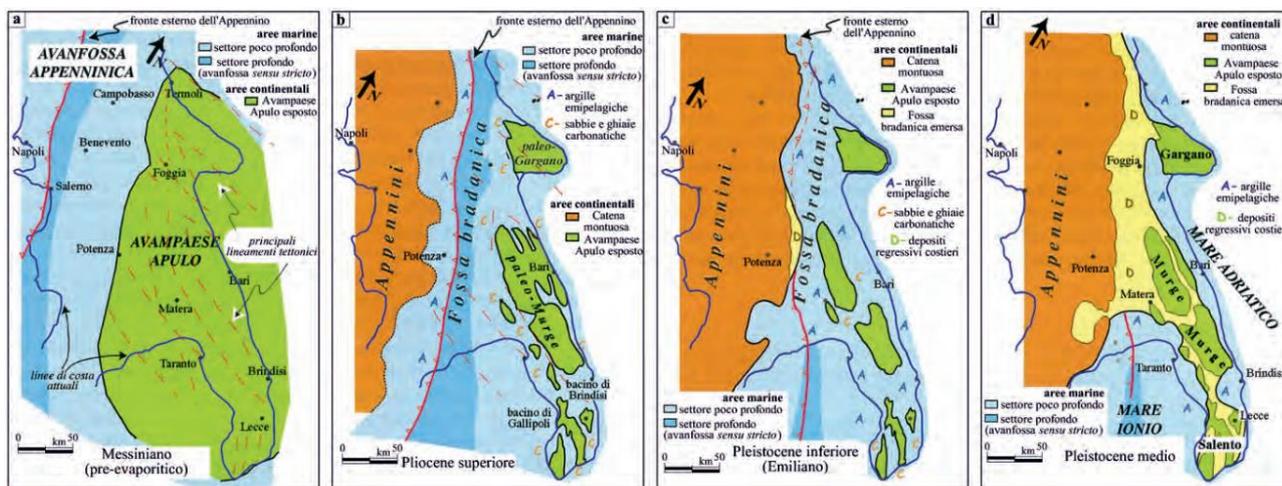


Figura 3– Schemi paleogeografici dell'Italia sudoccidentale dal messiniano al Pleistocene medio (mod. da Tropeano et al., 2002)

Il drastico cambio geodinamico nell'evoluzione della Fossa bradanica nell'ultimo milione di anni in cui il bacino di avanfossa, da subsidente, iniziò a sollevarsi, causando un graduale ritiro del mare, controllato anche da oscillazioni glacio-eustatiche, determinò il succedersi di numerose fasi sedimentarie distinte nel tempo e nello spazio, d'età variabile tra il Pleistocene Medio - Sup. Durante questo periodo nel settore settentrionale della Fossa bradanica si verificò una regressione generalizzata del mare con il progressivo spostamento della linea di costa fino alla posizione attuale del Golfo di Manfredonia, e la successiva, in parte contemporanea, evoluzione in ambiente continentale che ha condizionato le condizioni geologiche e morfologiche successive (Moretti et al., 2011). La successione sedimentaria che rappresenta il colmarsi dell'avanfossa definita nella Carta Geologica, F155 San Severo, (Boni et al., 1969) riporta in continuità con le Argille di Montesecco (QCP2), le Sabbie di Serracapriola (QC, Calabriano o Pliocene Sup-Calabriano), indicative di un ambiente deposizionale di spiaggia sommersa o battigia, ed i Conglomerati di Campomarino (qQ Calabriano-Calabriano terminale), che rappresentano la fase finale della regressione calabriana e l'inizio della deposizione continentale. Tali depositi richiamano quanto descritto nel settore della Fossa bradanica a sud dell'Ofanto, in cui i termini regressivi della successione bradanica sono rappresentati dalle Sabbie di Monte Marano e dal Conglomerato di Irsina (Ricchetti, 1967; Valduga, 1973). Nella cartografia più recente (Foglio 396 S. Severo), le caratteristiche dei depositi sovrastanti le Argille Subappennine (Argille di Montesecco nel Foglio 155) sono raggruppati nel Supersistema del Tavoliere di Puglia (TP) che comprende i depositi regressivi marini, di transizione e continentali, corrispondenti a uno o più cicli sedimentari successivi, organizzati in unità terrazzate, ricalcando quanto desumibile dalla letteratura sul quadro paleogeografico in altri settori della Fossa bradanica (Moretti et al., 2011). Perforazioni profonde indicherebbero che il tetto delle Argille Subappennine (ASP) è modellato da una serie di spianate di

abrasione, sulle quali i depositi del Supersistema del Tavoliere di Puglia giacciono in discordanza (Moretti et al., 2011). Dalla fine del Pleistocene Inf. fino all'Olocene l'evoluzione dell'area bradanica è stata caratterizzata da condizioni continentali, con processi morfogenetici di erosione e deposizione, suddivisi in più fasi. L'erosione dei depositi marini regressivi e la costituzione di estese piane in facies di conoide alluvionale è stata riconosciuta su aree molto estese. Il sollevamento regionale avrebbe determinato la reincisione delle coperture alluvionali, attualmente riconoscibili solo in lembi residui. I successivi depositi alluvionali si sarebbero sedimentati a quote inferiori a causa del mancato approfondimento del reticolo idrografico (Moretti et al. 2011).

Nello specifico le unità litostratigrafiche che affiorano nell'area di studio, sono costituite da terreni prevalentemente di età Pliocenica e Pleistocenica. L'area ricade nel Foglio San Severo n. 155 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (**Figura 4**) e la successione stratigrafica, dal basso verso l'alto, risulta la seguente:



Figura 4 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio n. 155 – San Severo

- (Qcp2) Argille di Montesecco

Argille marnose, siltoso-sabbiose, grigio-azzurre, di genesi marina. In superficie possono presentarsi alterate dagli agenti meteorici, di colore giallastro. Presentano intercalazioni sabbiose che procedendo verso l'alto diventano più frequenti, per poi passare alle sovrastanti Sabbie di Serracapriola. Possono assumere tipiche forme erosive a calanchi. (Pliocene medio);

- (Qc) Sabbie di Serracapriola

Dalle argille sottostanti si passa gradualmente a delle sabbie giallastre, a grana più o meno grossa, più o meno cementate, a stratificazione spesso indistinta con intercalazioni lentiformi di conglomerati grossolani e di argille a grana più o meno grossolana con lenti di conglomerati ed argille. (Pliocene Superiore);

- (qQ) Conglomerati di Campomarino

Ghiaie e conglomerati di facies marina o continentale più o meno cementati, talvolta con livelli di conglomerati compatti. Si compongono di lenti e letti di ghiaie, più o meno cementate, talvolta con livelli di conglomerati compatti, mentre a luoghi sono presenti sabbie a stratificazione incrociata ed intercalazioni di argille verdastre. I conglomerati presentano clasti arrotondati ed appiattiti. (Pleistocene medio);

- (F11) Coperture Fluvio-Lacustri dei Pianalti e del I° Ordine di Terrazzi:

ghiaie più o meno cementate, livelli lentiformi travertinosi con impronte di piante e di gasteropodi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi, ricoperti in generale da "terre nere" ad alto tenore humico. (Pleistocene medio);

- (F12) Coperture fluviali (e lacustri?) del II° Ordine di Terrazzi:

ghiaie più o meno cementate, sabbie, argille sabbiose, spesso ricoperte da "terre nere" ad alto tenore humico. (Pleistocene -medio – Pleistocene Superiore);

- (F13) Alluvioni ghiaioso-sabbioso-argillose del III° Ordine di Terrazzi (Pleistocene Superiore);

- (F14) Alluvioni prevalentemente limoso-argillose del VI° Ordine di Terrazzi (Pleistocene Sup. - Olocene).

Lo spessore delle formazioni del Pliocene medio-superiore risulta variabile a seguito delle differenti geometrie delle zone deposizionali di avanfossa. Le perforazioni profonde eseguite a scopo di ricerca petrolifera hanno evidenziato, come ad esempio la perforazione Agip del Pozzo Tona 1, ubicato a c.a. 16 km in direzione Sud Est dall'area di studio, spessori importanti delle Argilliti subappenniniche (**Figura 5**). Ulteriori studi hanno evidenziato che la formazione delle Argille di Montesecco ha uno spessore massimo affiorante per la parte autoctona sino ad oltre 1.000 metri e uno spessore massimo per la parte alloctona di c.a 300

metri (Moretti et al., 2011). Lo spessore delle Sabbie di Serracapriola è valutato in c.a. 30 m mentre lo spessore della formazione dei Conglomerati di Campomarino è valutato in c.a. 20 m.

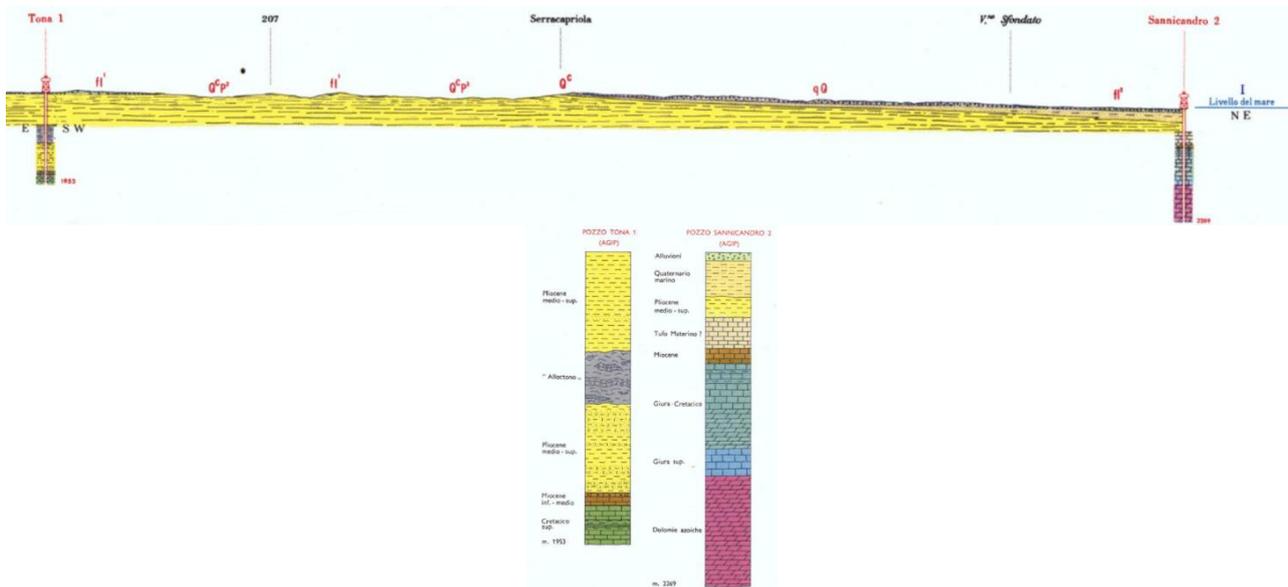


Figura 5 – Sezione geologica e schema stratigrafico dei pozzi Agip Toma 1 e Sansicario 2.

Si riporta in **Tavola 1** l'ubicazione degli aerogeneratori sullo stralcio del foglio Geologico d'Italia in scala 1:100.000, Foglio n. 155 – San Severo.

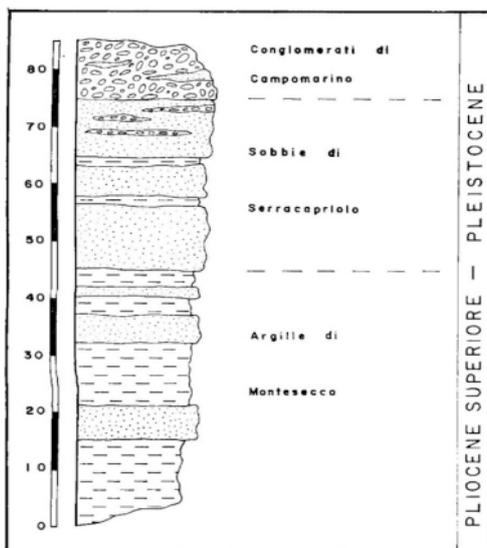


Figura 6 – Colonna litostratigrafica della successione plio-pleistocenica (Lanzame e Tortorici, 1976)

5.2 Inquadramento geomorfologico

Il territorio si sviluppa al margine settentrionale del Tavoliere della Puglia, in un'area compresa tra il Sub-Appennino Dauno ed il Promontorio del Gargano. Il Tavoliere di Puglia rappresenta un'estesa pianura alluvionale avente una estensione di c.a. 3.500 kmq solcata da numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio, limitata a nord dal Fiume Fortore ed a sud dal Fiume Ofanto. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio è caratterizzata da strette ed allungate colline a tetto piatto cui si interpongono larghe valli solcate da numerosi corsi d'acqua che scorrono da ovest verso est, con tracciati paralleli fra loro. Anche la forma dei bacini imbriferi è stretta ed allungata, con linee di spartiacque anch'esse subparallele, isorientate rispetto agli assi dei corsi d'acqua. Il territorio, dal punto di vista geomorfologico, è caratterizzato da una conformazione di bassa collina degradante, a partire dall'alto morfologico costituito dal rilievo dove sorge l'abitato di Serracapriola che raggiunge la quota di 269 m s.l.m., verso il Mare Adriatico posto a Nord e verso il fondovalle del F. Fortore e T. Saccione posti rispettivamente a Est, Sud ed Ovest. Come noto, la conformazione del paesaggio è fortemente influenzata dalla litologia dei terreni affioranti, dove il substrato è composto da terreni pelitici-argillosi prevalgono le forme addolcite e basso pendenti, rispetto a terreni sabbio-conglomeratici che possono pure presentare salti di pendenza. Il territorio è inciso, come detto, da due assi fluviali principali ad andamento SW-NE e sub-parallelo tra loro: il Fiume Saccione a Ovest ed il Fortore a Est. I loro affluenti sono di carattere tipicamente stagionale con portate che si riducono molto nella stagione secca fino ad annullarsi quasi completamente. Il pattern è di tipo dendritico per i terreni argillosi mentre assume forme parallele per i settori sabbio-conglomeratici ed infine una conformazione a meandri nel fondovalle come ben evidenziato nella valle del Fortore.

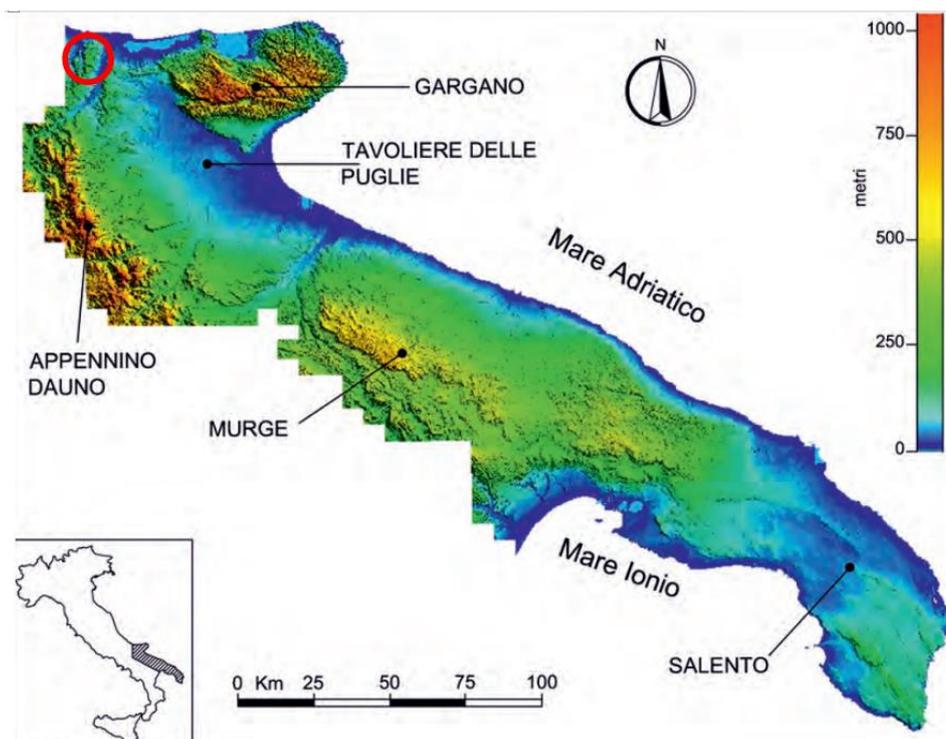


Figura 7 – Modello digitale del terreno con le 5 principali aree fisiografiche: Gargano, Murge, Salento, Tavoliere delle Puglie e settore pugliese dell'Appennino Dauno (Cotecchia et al., 2014)

Le valli del Torrente Saccione e del Torrente Fortore rappresentano gli elementi morfologici più evidenti che caratterizzano l'area. I terrazzi di I° ordine sono rappresentati da superfici poste tra i 145 m ed i 125 m (s.l.m.) a sud di Serracapriola e Colle di Breccia, quelli di II° ordine sono rappresentati da superfici poste a quote comprese tra i 125 m e gli 85 m (s.l.m.), quelli di III° ordine sono rappresentati da superfici comprese tra i 105 m ed i 65 m di quota e sono presenti con una certa continuità lungo tutto il fianco sinistro della valle. I terrazzi di °IV ordine sono rappresentati da superfici comprese tra i 95 m ed i 35 m (s.l.m.), si rinvencono in maniera continua e sono caratterizzati da superfici piuttosto ampie. Le superfici terrazzate dal I° al °IV ordine sono presenti solo in sinistra idrografica del torrente Fortore e presentano segni di dislocazione verso NE. Le caratteristiche individuate indicano la presenza di una valle caratterizzata da fenomeni di progressivo downcutting in corrispondenza di un unico asse vallivo, come è possibile notare anche dal profilo vallivo (**Figura 8**).

Si riporta in **Tavola 2** l'inquadramento del progetto su carta geomorfologica.

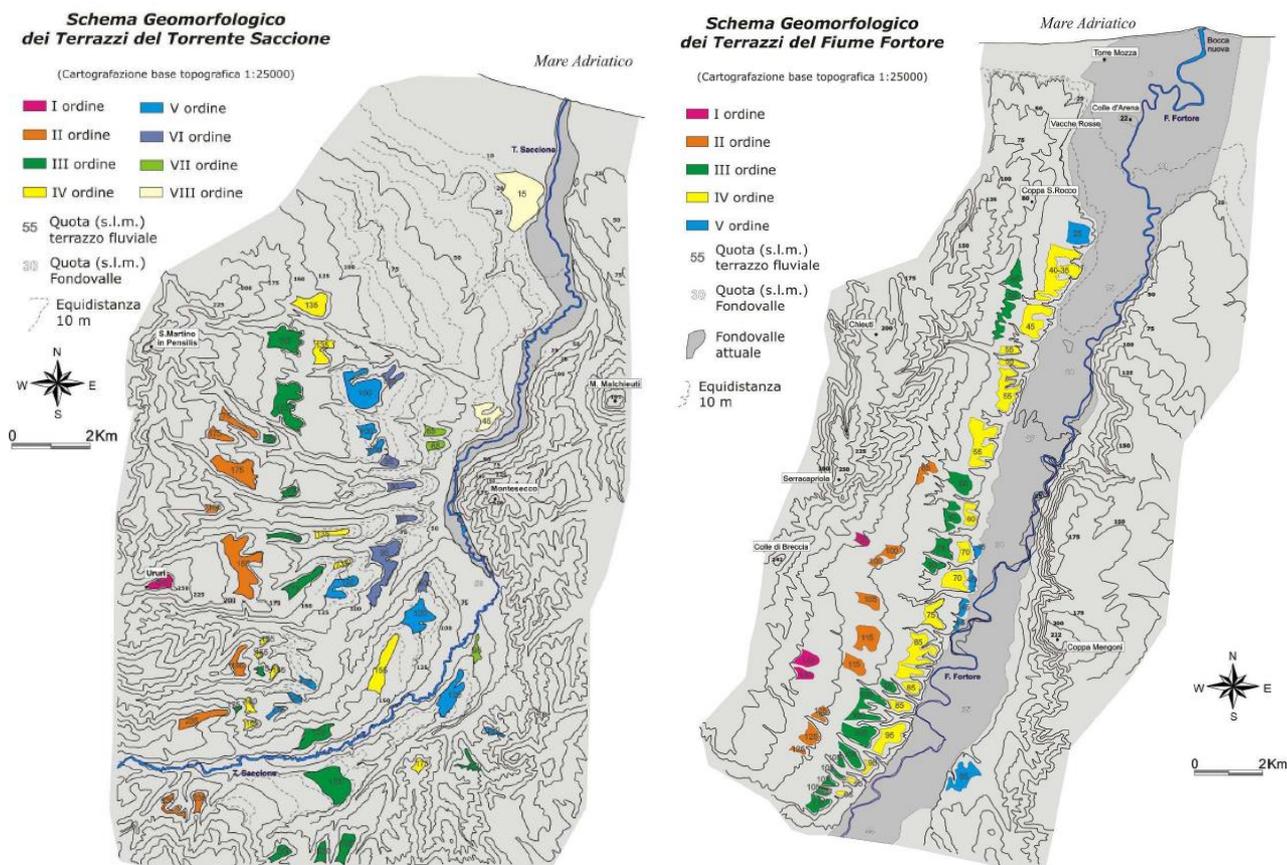


Figura 8 – Terrazzi fluviali nella valle del T. Saccione e nella valle del T. Fortore (Bracone et al., 2009)

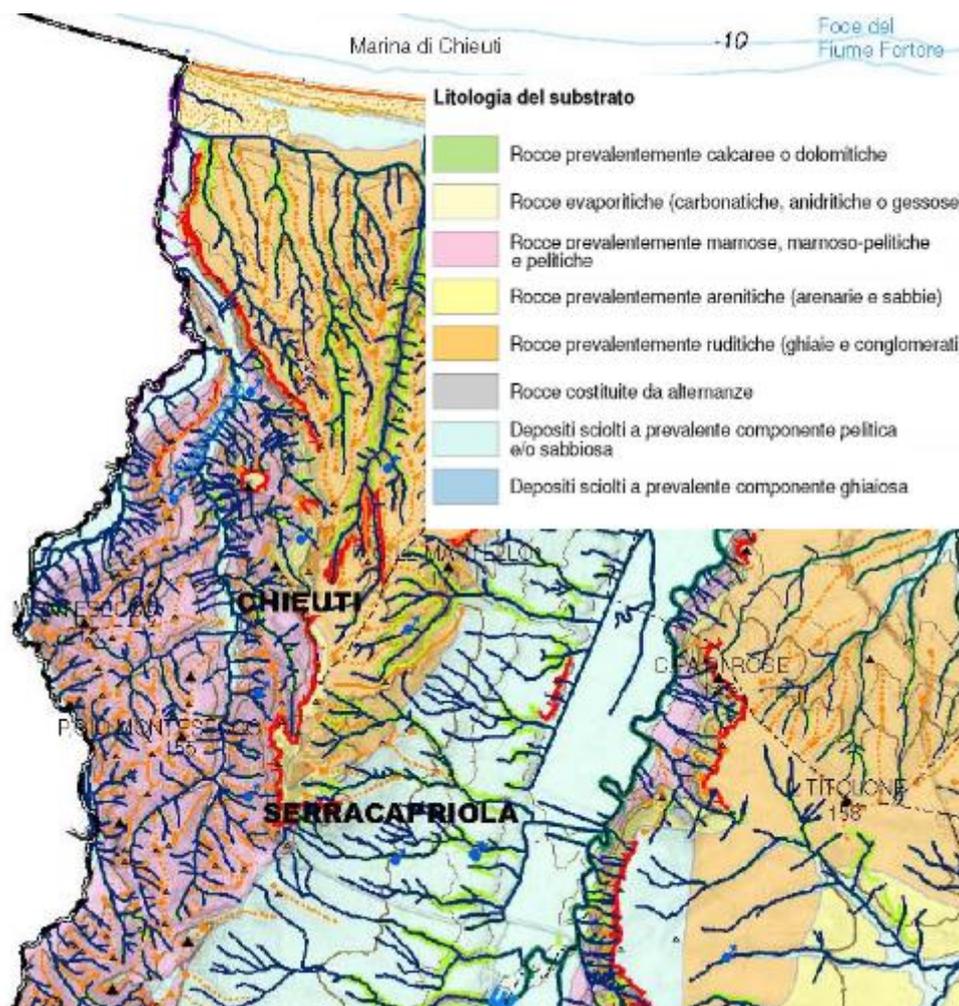


Figura 10 – Stralcio della carta idrogeomorfologica del PPTR della Regione Puglia.

Gli acquiferi dell'area possono essere suddivisi in tre categorie principali: Acquifero poroso superficiale, Acquifero poroso profondo e Acquifero fessurato-carsico profondo.

- 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 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 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 25 m. Specifici studi di carattere idrogeologico indicano che la morfologia della superficie piezometrica del territorio è 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, è 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 -18 e -40 metri rispetto alla quota del piano di campagna.

- Acquifero poroso profondo:

L'acquifero poroso profondo, plio-pleistocenico, è situato in corrispondenza degli strati sabbioso-limosi 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:

L'acquifero carbonatico mesozoico risulta generalmente ribassato a gradinata da sistemi di faglie dirette, a direzione appenninica e antiappenninica, che danno origine nel substrato a 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.

Tenendo conto quanto riportato nella Relazione Geologica del Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Serracapriola (FG) è attribuibile alle unità litostratigrafiche presenti nell'area, un Coefficiente di Permeabilità 'K' medio compreso tra 10^{-4} cm/s e 1 cm/s per i terreni delle Sabbie di Serracapriola, Conglomerati di Campomarino, Alluvioni Terrazzati, Depositi Costieri; mentre le restanti Argille di Montesacco, sono valutabili come poco permeabili con 10^{-6} cm/s < K < 10^{-4} cm/s.

Si riporta in **Tavola 3** la carta di permeabilità dei suoli.

Si riporta in **Tavola 4** la carta con l'idrografia superficiale.

5.3.1 Inquadramento Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (P.A.I.) è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica 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. Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

L'area in esame ricade amministrativamente all'interno della Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino nel Bacino del Fortore ITI015 – UoM Fortore e del Saccione ITI022 – UOM Saccione.



Figura 11 – Terrazzi fluviali nella valle del T. Saccione e nella valle del T. Foltore (Bracone et al., 2009)

Dalla consultazione della carta del dissesto idrogeologico in Italia del 2018 redatta da I.S.P.R.A. si individuano nel territorio del Comune di Chieti delle aree con pericolosità idrogeologica per rischio idraulico e rischio frana.

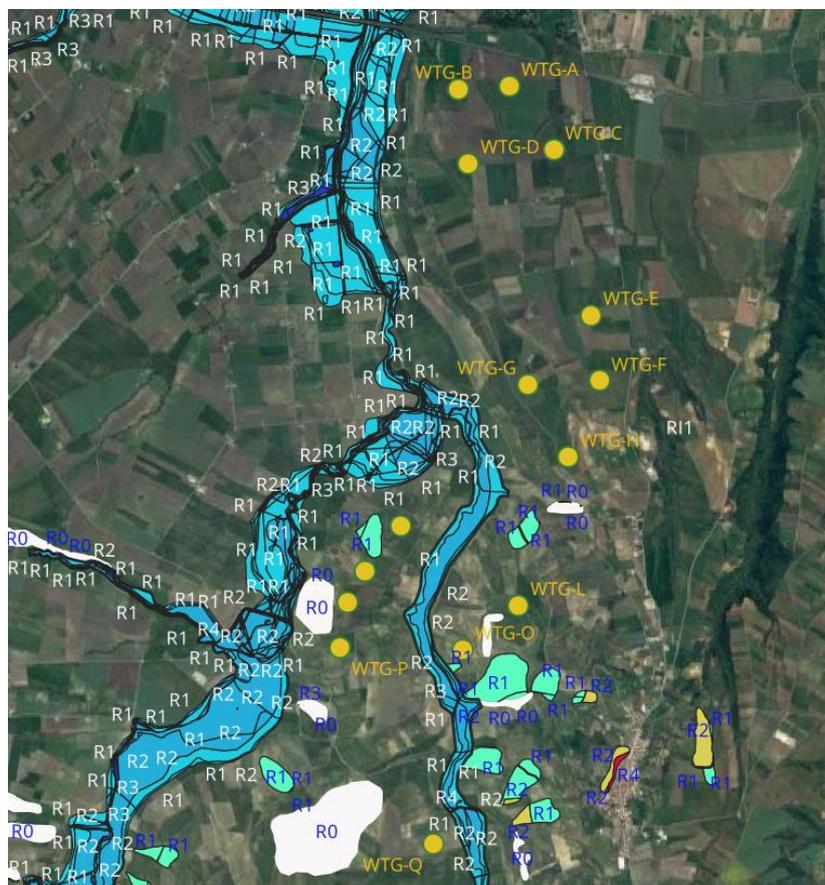


Figura 12 – Stralcio della cartografia del P.A.I. con l'ubicazione degli aerogeneratori

Dallo studio della perimetrazione delle aree del P.A.I. si evidenzia che nessun aerogeneratore ricade nelle aree suddette. Si riporta inoltre uno stralcio della mappa della pericolosità da frana e pericolosità idraulica del territorio nazionale redatta da I.S.P.R.A. in cui si possono individuare nell'area di studio alcune evidenze che non interessano nello specifico i punti di installazione degli aerogeneratori.

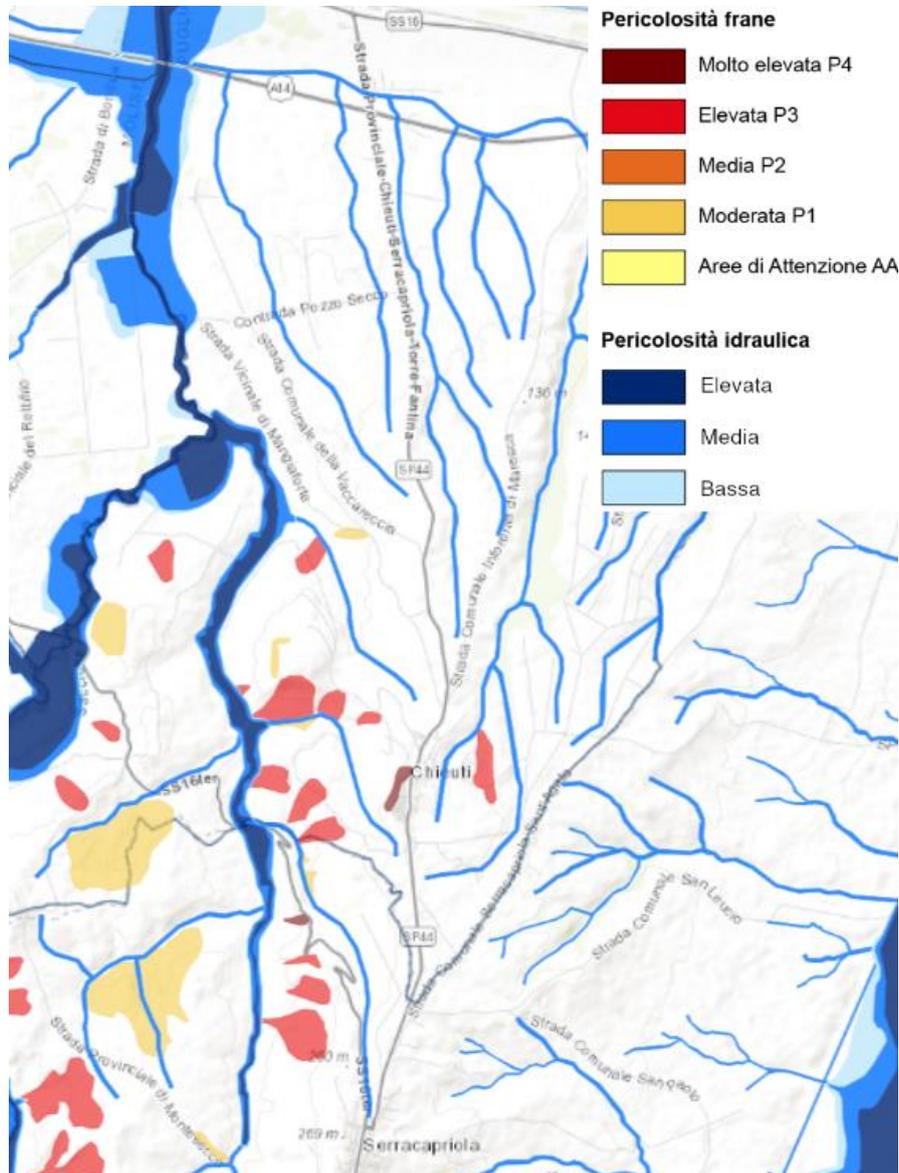


Figura 13 - Stralcio della mappa della pericolosità da frana e pericolosità idraulica del territorio nazionale redatta da I.S.P.R.A. (fonte: <https://idrogeo.isprambiente.it>)

Si riporta in **Tavola 5** l'inquadramento PAI con il Rischio Idraulico.

Si riporta in **Tavola 6** l'inquadramento PAI con il Rischio Frana.

5.3.2 Inquadramento del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.)

Con DGR 19/06/2007 n. 883 la Regione Puglia ha provveduto a adottare il Progetto di Piano di Tutela delle Acque (PTA), strumento tecnico e programmatico attraverso cui realizzare gli obiettivi di tutela quali-quantitativa del sistema idrico così come previsto dall'art. 121 del D.Lgs. 152/06. Il Piano di Tutela delle acque si configura come uno strumento di base per la tutela e la corretta gestione della risorsa idrica. Dato lo stato di sovra sfruttamento dei corpi idrici sotterranei (ad uso dei comparti potabile, irriguo ed industriale) il piano ha previsto una serie di misure atte ad arrestare il degrado quali-quantitativo della falda, in particolare nelle aree di alta valenza idrogeologica ed in quelle sottoposte a stress per eccesso di prelievo. Con l'adozione del Progetto di Piano entravano in vigore le "prime misure di salvaguardia" relative ad aspetti per i quali appariva urgente e indispensabile anticipare l'applicazione delle misure di tutela che lo stesso strumento definitivo di pianificazione e programmazione regionale contiene. Esse hanno assunto carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni, per gli Enti, nonché per i soggetti privati. Tale determinazione si era resa necessaria in quanto le risultanze delle attività conoscitive messe in campo avevano fatto emergere la sussistenza di una serie di criticità sul territorio regionale, soprattutto con riferimento alle risorse idriche sotterranee, soggette a fenomeni di depauperamento, a salinizzazione, a pressione antropica in senso lato. Il piano prevede misure che comprendono da un lato azioni di vincolistica diretta su specifiche zone del territorio, dall'altro interventi sia di tipo strutturale (per il sistema idrico, fognario e depurativo), sia di tipo indiretto (quali ad esempio l'incentivazione di tecniche di gestione agricola, la sensibilizzazione al risparmio idrico, riduzione delle perdite nel settore potabile, irriguo ed industriale ecc).

Si riportano di seguito le misure previste dal Piano:

- Zone di protezione speciale idrogeologica

Il piano ha individuato, sulla base di specifici studi sui caratteri del sistema territorio-acque sotterranee, alcuni comparti fisico-geografici da sottoporre a particolare tutela, in virtù della loro valenza idrogeologica. Coniugando le esigenze di tutela della risorsa idrica con le attività produttive e sulla base di una valutazione integrata tra le risultanze del bilancio idrogeologico, l'analisi dei caratteri del territorio e dello stato di antropizzazione, il PTA ha definito una zonizzazione territoriale, codificando le zone A, B, C e D. A tutela di ciascuna di tali aree, le cui perimetrazioni sono esplicitate all'interno della delibera di adozione, sono individuate specifiche misure di protezione, per le quali si rimanda al Piano.

- Aree vulnerabili da contaminazione salina

Nelle aree costiere interessate da contaminazione salina è prevista la sospensione del rilascio di nuove concessioni per il prelievo ai fini irrigui o industriali. In sede di rinnovo delle concessioni è previsto solo a valle di una verifica delle quote di attestazione dei pozzi rispetto al livello del mare, nonché di un eventuale ridimensionamento della portata massima emungibile.

- Aree di tutela quali-quantitativa

Per la tutela quali-quantitativa della risorsa idrica si richiede una pianificazione delle utilizzazioni delle acque volta ad evitare ripercussioni sulla qualità delle stesse e consentire un consumo idrico sostenibile. A tal fine il piano prevede specifiche verifiche in fase di rilascio o rinnovo delle autorizzazioni, nonché la chiusura dei pozzi non autorizzati.

Le attività in Progetto non prevedano la realizzazione di pozzi per acqua e/o la ricerca della risorsa idrica.

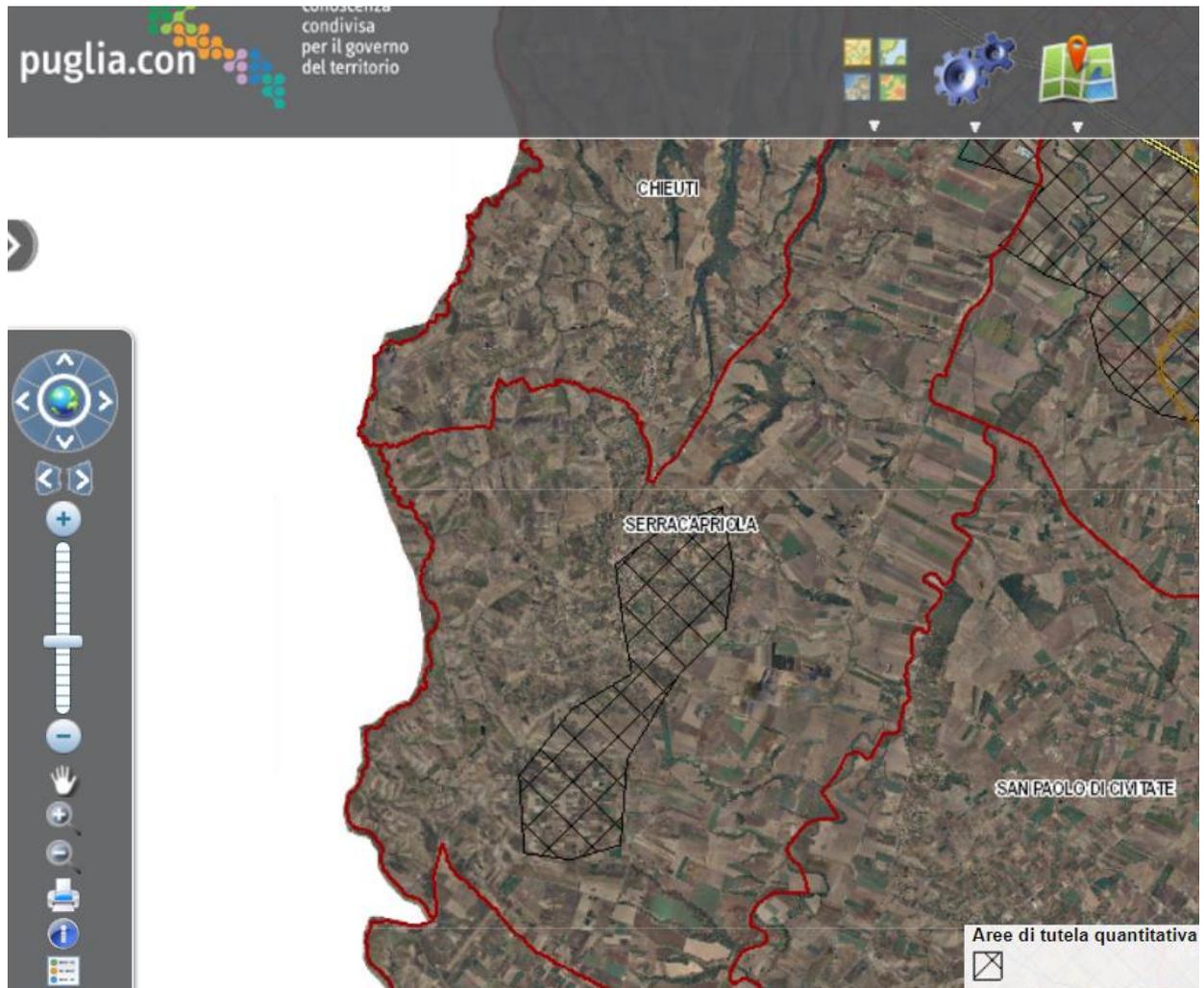


Figura 14 – Stralcio cartografico del P.T.A. della Regione Puglia (fonte dati:

http://www.sit.puglia.it/portal/portale_pianificazione_regionale/Piano%20di%20Tutela%20delle%20Acque/Cartografie)

5.4 Inquadramento sismico

La sismicità dell'area è strettamente connessa alla sua evoluzione ed alle strutture che interessano l'avanfossa e l'avampaese. L'assetto strutturale del vicino promontorio del Gargano è rappresentato da una serie di horst e graben secondari nell'ambito di un unico pilastro tettonico, nel quale predominano fenomeni disgiuntivi rispetto a quelli plicativi. Tale pilastro, asimmetrico, con orientamento E-O è articolato da sistemi di faglia ed è impostato su una più antica deformazione antiforme a largo raggio con asse ONO-ESE. La culminazione di questa struttura tagliata da un sistema di faglie in direzione E-O ed ESE-ONO è localizzata lungo l'allineamento Sannicandro Garganico-San Giovanni Rotondo con asse ONO-ESE e immersione del piano assiale a ONO (Ricchetti et al., 1988). L'horst è interessato da un sistema di faglie di tipo distensivo a gradinata che, oltre a delimitarlo sia verso l'Adriatico che verso la piana di Foggia, lo interessano in tutta la sua estensione. Le lineazioni tettoniche sono maggiormente concentrate nel settore meridionale e lungo una fascia che costituisce all'incirca la cerniera dell'anticlinale (Billi et al., 2007), nel settore orientale, invece, le faglie sono meno frequenti. In particolare, le molteplici discontinuità tettoniche coinvolgenti l'horst asimmetrico del Promontorio del Gargano sarebbero riconducibili a tre principali fasi tettoniche: una prima fase risalente al medio-tardo Miocene, una seconda fase afferente al medio-tardo Pliocene e l'ultima al Quaternario. Una tettonica disgiuntiva disloca le successioni sedimentarie affioranti in alcuni settori del promontorio anche durante il Mesozoico-Paleogene. Sebbene la direzione generale delle diverse discontinuità tettoniche sia E-O, essa devia nettamente in direzione NO-SE e/o in direzione NO-SE nei pressi della punta orientale, nella porzione ad Ovest ed anche in quella settentrionale del promontorio. Al sistema E-O appartengono diversi allineamenti tettonici, quali la Faglia di Mattinata e quella di Rignano Garganico-Manfredonia. In particolare, la Faglia di Mattinata è parte della struttura tettonica nota come "Linea Sud Gargano", che, oltre alla suddetta faglia, comprende la struttura "Gondola-Grifone", un elemento morfostrutturale situato a largo del Promontorio del Gargano (Argnani et al.; 1993) e la struttura positiva "Chieuti" posta nell'entroterra (Patacca & Scandone, 2004).

La linea delle Tremiti (Tremiti line) si colloca a nord di un altro sistema di faglie caratterizzate da cinematica di tipo trascorrente e con componenti, a seconda dei casi, oblique sia di tipo traspressivo che transtensivo. Tale sistema di faglie è caratterizzato da strutture sia onshore che offshore, che individuano una shear zone che prende il nome di Molise-Gondola shear zone (MGsz) (Di Bucci et al., 2006). La Molise-Gondola shear zone (MGsz) da E verso W è costituita dalla Gondola Fault, dalla faglia di Mattinata (Tondiet al., 2005 e riferimenti interni), dalla faglia di Apricena e Serracapriola (Patacca e Scandone, 2004b) e dalla struttura che ha dato origine al terremoto del Molise 2002 (Di Bucci et al., 2006). In generale i lineamenti tettonici presenti nell'area costiera compresa tra il basso Molise ed il settore garganico possono essere raggruppati in tre famiglie principali:

- Famiglia NW-SE, ampiamente sviluppata nella parte occidentale dell'"area sito", costituita da faglie ad alto angolo con cinematica normale, per lo più attive tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore (Patacca & Scandone, 2004b) e con valori di direzione dei piani di faglia compresi tra N130° e N150°;
- Famiglia NE-SW, sviluppata soltanto in prossimità della foce del fiume Fortore in corrispondenza della terminazione meridionale dell'alto strutturale delle Tremiti. E' caratterizzata da strutture con lunghezza limitata e orientazione media N55°. La continuità dell'alto strutturale delle Tremiti di alcune decine di chilometri suggerisce l'esistenza di faglie di crescita sepolte. Queste faglie sono interpretate come faglie dirette legate alle ultime fasi di 20 arretramento dell'asse di flessura della piastra apula la cui attività è riconducibile al Pleistocene inferiore (Patacca & Scandone, 2004b). Esse appaiono oggi inattive in tutta l'area Basso Molise- Gargano;
- Famiglia WNW-ESE, sviluppata in tutta la fascia compresa tra Campomarino e San Paolo di Civitate, costituita da faglie con valori di direzione dei piani di faglia intorno a N100°-N110°, sia con cinematica traspressiva che normale, distinguibili in base allo stato di attività. Le strutture traspressive sono state attive fino al Pleistocene inferiore mentre le strutture con cinematica normale sono distinte in due sottofamiglie, di cui una caratterizzata da attività nel Pleistocene inferiore fino alla base delle sabbie regressive, l'altra con segni di attività recente. Le strutture principali che costituiscono l'alto di Chieti fanno parte delle WNW-ESE con cinematica traspressiva mentre la faglia di Apricena è annoverata tra le faglie normali con la medesima orientazione che sono ancora attive in quanto tutta la successione plio-pleistocenica, comprese le sabbie regressive, risulta dislocata (Patacca & Scandone, 2004b). Anche la faglia di Mattinata fa parte della terza famiglia di faglie ed è caratterizzata da una cinematica trascorrente destra con componente obliqua. Tuttavia, in passato tale struttura è stata interpretata diversamente da diversi autori. In particolare, ad essa è stata attribuita cinematica trascorrente sinistra dal Miocene fino al Pleistocene medio mentre dal Pleistocene medio la faglia di Mattinata è stata interpretata come una struttura riattivata con un cinematiso trascorrente destro (Tondi et al., 2005).

L'attività recente di queste strutture o di alcune di esse è dimostrata sia dai forti terremoti storici del passato (1627 D.C., 1646 D.C., 1731 D.C.) sia dalla sismicità strumentale attuale (Del Gaudio et al., 2007). A queste discontinuità tettoniche sono ascrivibili alcuni eventi sismici che hanno coinvolto il territorio, tra cui quello del 30 Giugno 1627 (Magnitudine = 6,7) e quello del 10 Agosto 1893 (Magnitudine = 5,4). Il terremoto del 1893 colpì l'area nei pressi di Mattinata mentre quello del 1627 interessò un'ampia area nei pressi di San Severo, ove causò almeno 5.000 vittime concentrate soprattutto tra Serracapriola, Lesina, San Paolo di Civitate, Apricena, Torremaggiore e San Severo. Un aspetto rilevante dell'evento sismico del 1627 è il fatto che esso fu accompagnato da fenomeni importanti, quali lo svuotamento per alcune ore del lago di Lesina e un

maremoto avvenuto nella medesima area producendo la sommersione del centro abitato di Lesina (Del Gaudio, 2007).



Figura 15 – Modello digitale d’elevazione del promontorio del Gargano con la rappresentazione del prolungamento dei sistemi di faglie dallo stesso verso la fossa Appenninica (mod., da BILLI et al., 2007)

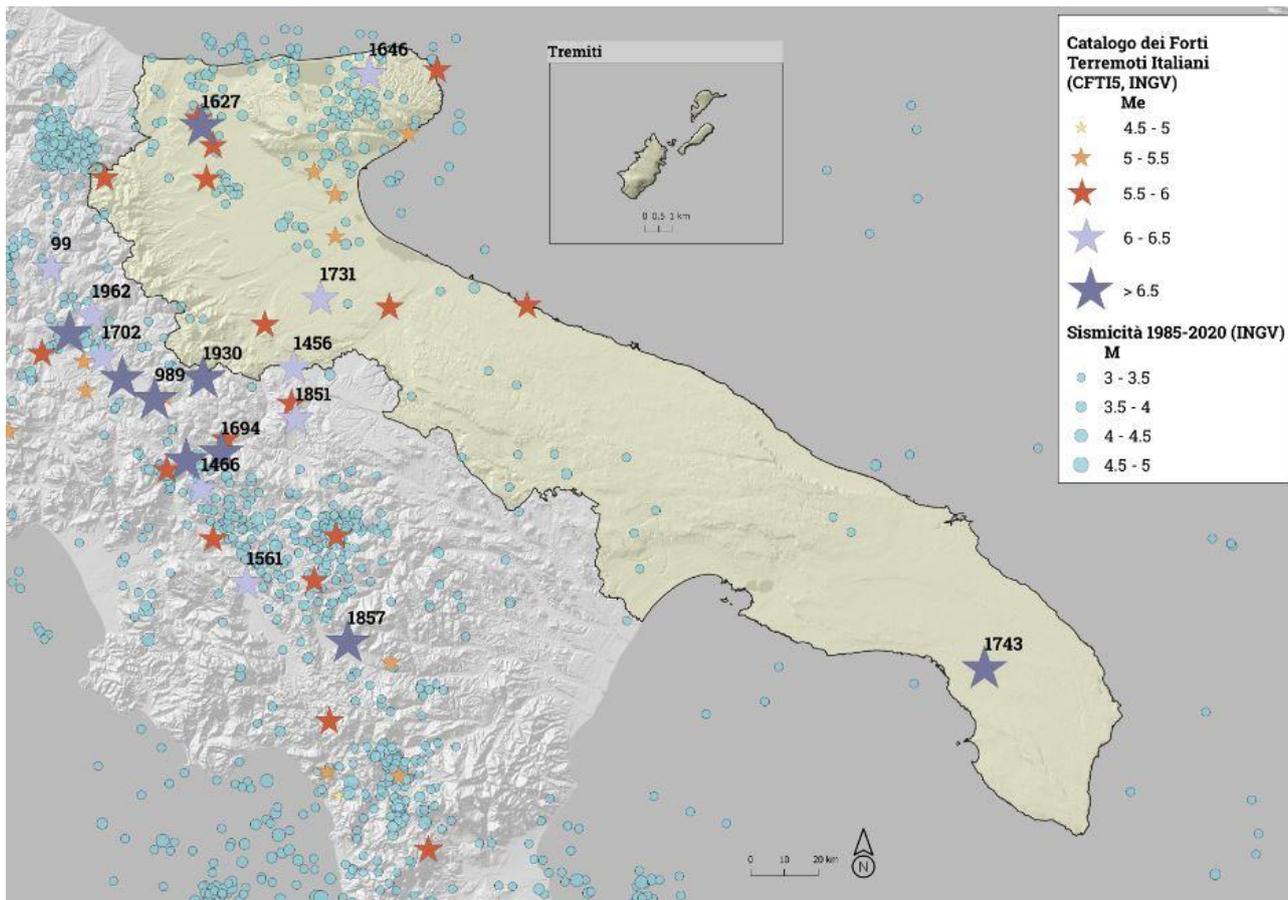


Figura 16 – Sismicità strumentale degli ultimi 35 anni e catalogo dei forti terremoti italiani - scala di magnitudo, Mw. (fonte dati: govrisv.cnr.itregioniregione-puglia)

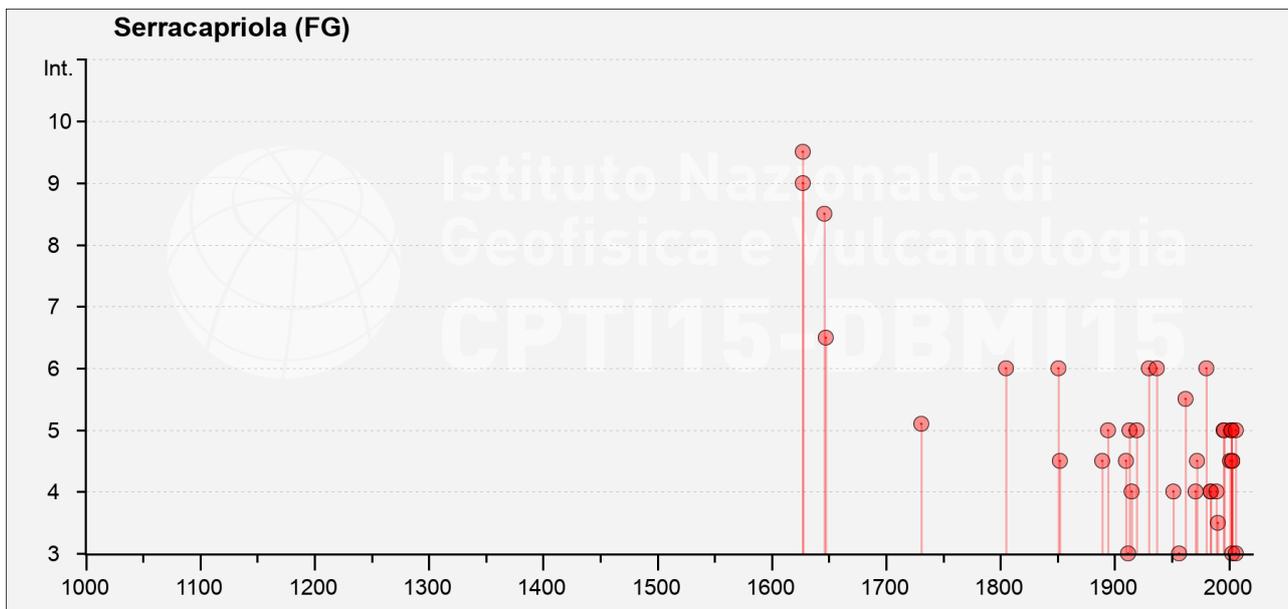


Figura 17 – Numero di eventi riportati per il Comune di Serracapriola (FG) dall'anno 1.000 all'anno 2020 Sismicità strumentale ottenuta dal catalogo ISide (<https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15>)

A seguito delle verifiche eseguite, tramite l'utilizzo dell'applicativo ITHACA – Catalogo faglie capaci del sito ISPRA (<http://sgi.isprambiente.it/Ithaca/viewer/index.html>) si evidenzia la presenza nell'area di studio di una faglia diretta nei pressi dell'abitato di Serracapriola (FG), la faglia risulta essere collegata alla faglia di Apricena (FG).



Figura 18 – Faglia normale presso l'abitato di Serracapriola (FG)

A seguito di eventi sismici calamitosi sul territorio nazionale che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, per una ridefinizione del rischio sismico è stata emanata, in data 20 marzo 2023, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 08.05.2023. Alla stessa è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro zone, a sismicità alta, media, bassa; mentre per la quarta zona, di nuova introduzione è data facoltà alla Regione di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. In base alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, il comune di Chieuti è individuato in Zona Sismica 2.

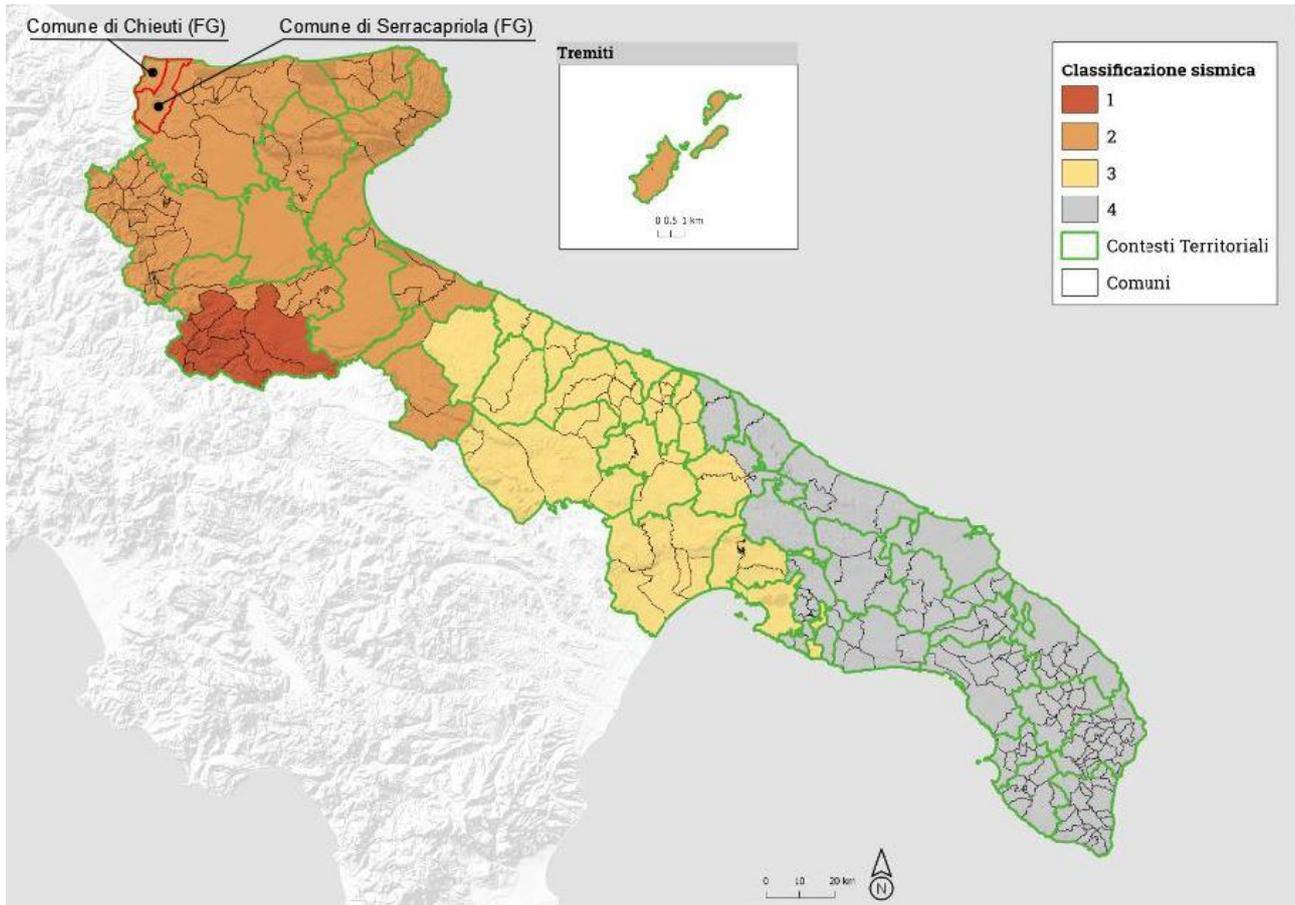


Figura 19 – Classificazione sismica del territorio della Regione Puglia (fonte dati: govrisv.cnr.itregioniregione-puglia – modificata)

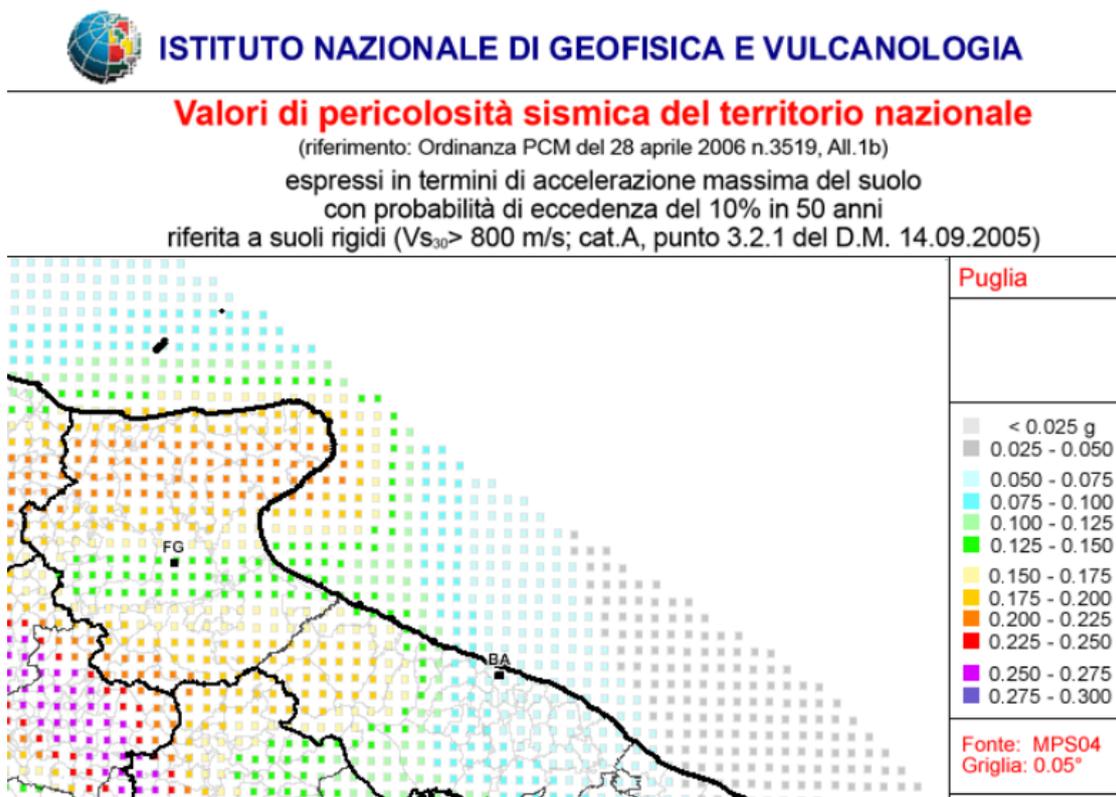


Figura 20 – Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 88$ m/s) consultabile online all'indirizzo <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

Ai sensi dell'articolo 11 del D.L. 39/2009, la Presidenza del Consiglio dei ministri Dipartimento di Protezione Civile, ha provveduto all'emanazione e alla pubblicazione dell'O.P.C.M. n. 4007/2012 (per il 2011) e con successivi decreti del Capo Dipartimento sono state trasferite le risorse economiche alle Regioni. Tra le attività promosse e finanziate dall'O.P.C.M. 4007/2012, rientrano gli studi di Microzonazione Sismica (MZS) da effettuarsi sul territorio regionale secondo procedure e modalità stabilite dalla citata Ordinanza e dalla Regione Puglia nonché dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (I.C.M.S.). Il comune di Chieuti (FG) ha eseguito la microzonazione sismica di 1° livello del proprio territorio. Le indagini geofisiche nell'ambito della MZS comunale hanno permesso di definire le seguenti unità litotecniche principali:

- Unità litotecnica: COS_Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato corrispondente alla formazione delle Argille Subapennine (ASP);
- Unità litotecnica: SWsp_Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose deposte in ambiente costiero corrispondente alla componente grossolana delle Sabbie di Serracapriola (QC_a);
- Unità litotecnica: CLsp_Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre, deposte in ambiente costiero, corrispondenti alla litofacies pelitica delle Sabbie di Serracapriola (QC_B).

6 DATI GEOFISI E GEOTECNICI DISPONIBILI

Nel caso di studio, in questa prima fase di progettazione preliminare si fa riferimento ai risultati delle indagini condotte nell'ambito della Microzonazione Sismica di 1° livello del Comune di Chieuti (FG) reperibile al seguente indirizzo: <https://protezionecivile.puglia.it/microzonazione-sismica>. Si prendono in riferimento i risultati delle indagini che risultano rappresentative per l'area di studio oggetto del presente documento. Come riportato nel capitolo precedente le analisi geotecniche e geofisiche hanno permesso di definire le differenti unità litotecniche di riferimento.

Si riportano nel seguito i risultati per le unità litotecniche riferite alle Argille Subapennine (ASP), componente grossolana delle Sabbie di Serracapriola (Qc_a) e alla litofacies pelitica delle Sabbie di Serracapriola (QC_B).

6.1 Unità litotecnica ASP

Le Argille Subapennine ("ASP") possono essere classificate con COS.

Le analisi di laboratorio, condotte su campioni indisturbati hanno evidenziato un peso per unità di volume compreso tra 19.1 kN/m³ e 20.1 kN/m³ (media: 19.7 kN/m³), peso specifico dei grani G_s compreso tra 2.70 e 2.71 (media: 2.70), e contenuto naturale d'acqua w_n compreso tra 20% e 25% (media: 22%).

La distribuzione granulometrica eseguita sui campioni risulta essere con frazione argillosa (CF), compresa tra 28% e 70%, frazione limosa (MF) compresa tra 30% e 60%, frazione sabbiosa (SF) inferiore a 38% e frazione ghiaiosa (GF) non pervenuta. Dunque, tutti i campioni indagati sono classificabili come "argille con limo", meno frequentemente "limo con argilla", in un caso "sabbia con limo".

La carta di plasticità di Casagrande dei campioni afferenti ai campioni testati, dalla quale si evince come i provini manifestino una certa omogeneità delle proprietà indice, w_L e IP, tali da poterli omogeneamente classificare come argille inorganiche di medio-bassa plasticità, CL, secondo la classificazione USCS.

L'indice di attività dei campioni, è omogeneo, e tale da poter definire i campioni come aventi attività mineralogica bassa (A ≤ 0.75). Le prove di Taglio Diretto, volte a definire i parametri meccanici (relativi al criterio di rottura di Mohr-Coulomb) al picco di resistenza c'P e Φ'P, mostrano una scarsa omogeneità di risposta: mediamente, i campioni testati presentano un angolo di attrito Φ'P, pari a circa 27°, e coesione c'P pari a 15°, nell'ambito di stati tensionali di confinamento fino a 400 kPa. La prova resistenza residua è stata eseguita su un solo provino che ha esibito coesione nulla, ed un angolo di attrito residuo Φ'res pari a 16°. Per quanto riguarda la variazione con la profondità della resistenza non drenata C_u, elaborata da prove di espansione laterale libera "ELL" è possibile osservare un andamento costante all'interno dell'intervallo di profondità 5 ÷ 15 m dal p.c. e mediamente pari a 75 kPa. Rispetto alle prove edometriche riportate è stata

calcolata una pressione di preconsolidazione sulla base del metodo grafico di Casagrande rilevando un $OCR > 1$ per tutti i campioni testati.

COS_ASP		n. campioni	MEDIA	MIN	MAX
	w_n (%)	17	22%	20%	26%
	γ (kN/m ³)	17	19.6	18.7	20.1
	G_s (-)	17	2.70	2.67	2.71
	CF (%)	11	48%	28%	70%
	w_L (%)	12	38%	28%	72%
	IP (%)	12	19%	11%	39%
	A	11	0.4	0.2	0.8

Figura 21 – Tabella riassuntiva dei parametri fisici e di stato del COS (fonte dati: MZS del Comune di Chieti (FG))

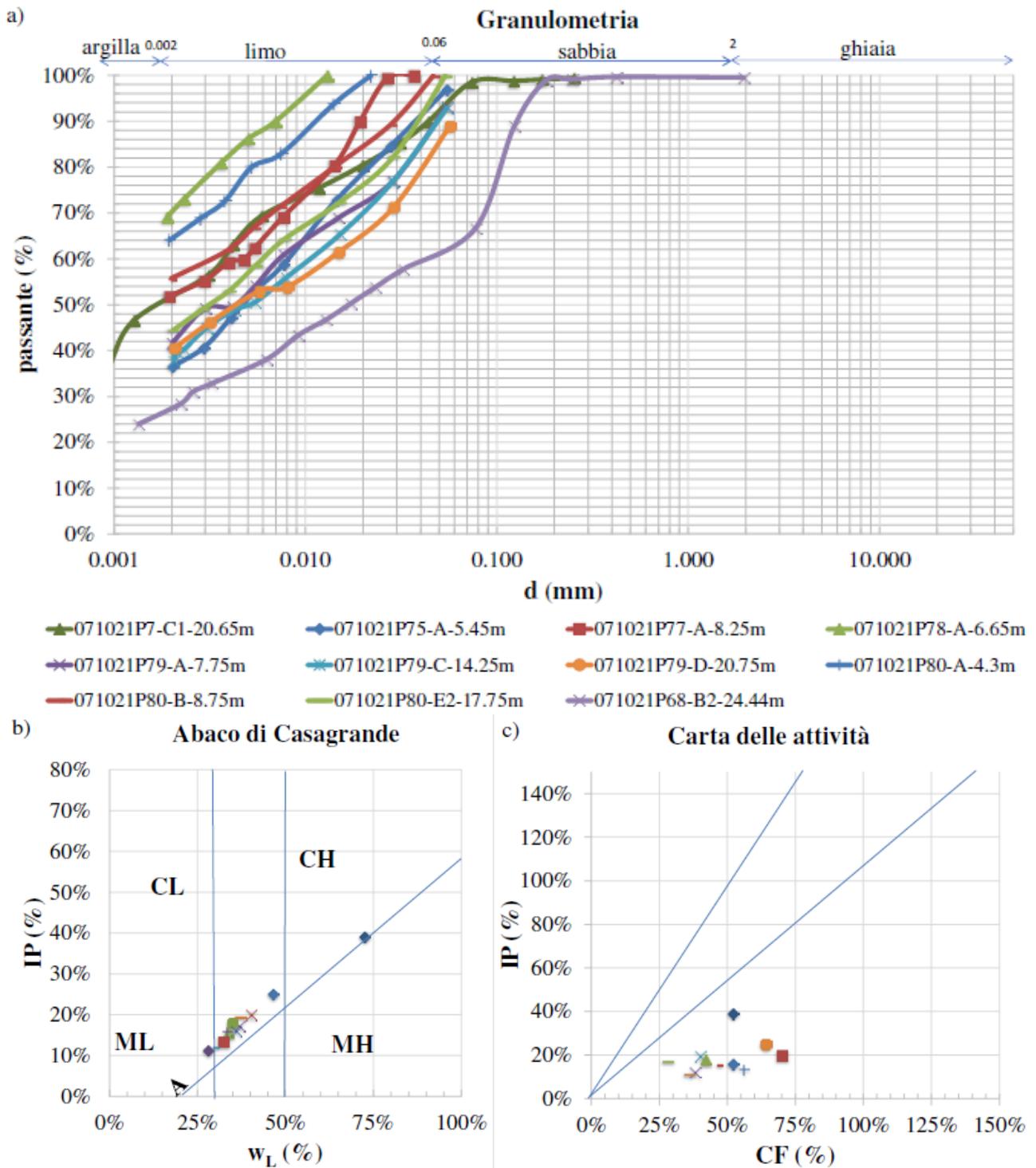


Figura 22 – Grafici di laboratorio delle prove eseguite (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG))

6.2 Unità litotecnica Qc_B

La litofacies più grossolana delle sabbie di Serra Capriola è stata classificata secondo il codice SW. Le analisi sui campioni hanno manifestato un peso per unità di volume γ compreso tra 18.2 kN/m³ e 20.7 kN/m³ (media: 19.0 kN/m³), peso specifico dei grani G_s mediamente pari a 2.6 e contenuto naturale d'acqua w_n compreso tra 10% e 30%. La distribuzione granulometrica dei campioni evidenzia che sono tutti classificabili come grossolani e, nello specifico, con frazione argillosa (CF) non rilevata, frazione limosa (MF) compresa tra 2% e 30% (media: 8%), frazione sabbiosa (SF) compresa tra 66% e 98% (media: 87%), frazione ghiaiosa (GF) compresa tra 0% e 32% (media: 5%). Dunque, tutti i campioni indagati sono classificabili come "sabbie debolmente limose", meno frequentemente "sabbie con ghiaia". Le prove di Taglio Diretto, volte a definire i parametri meccanici (relativi al criterio di rottura di Mohr-Coulomb) al picco di resistenza $c'P$ e $\Phi'P$, in condizioni drenate, mostrano una certa omogeneità di risposta, evidenziata da un fuso circoscritto tra l'involuppo minimo e massimo. Nel caso specifico, è possibile stimare i parametri medi di resistenza al picco: $c'P = 0$ kPa; $\Phi'P=31^\circ$. Nell'ambito di stati tensionali efficaci di confinamento fino a 600 kPa. Lo stato di addensamento, desunto dall'interpretazione delle prove SPT svolta dal Politecnico di Bari, risulta molto eterogeneo, variabile tra 20% 100%.

		n. campioni	MEDIA	MIN	MAX
SW_{sp}	w_n (%)	21	19.0%	10.1%	30%
	γ (kN/m³)	22	19.50	18.21	20.70
	G_s	21	2.64	2.19	2.71
	CF (%)	14	0%	0.0%	0%
	w_L (%)	-	-	-	-
	IP (%)	-	-	-	-
	A	-	-	-	-

Figura 23 – Tabella riassuntiva dei parametri fisici e di stato del SW (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG))

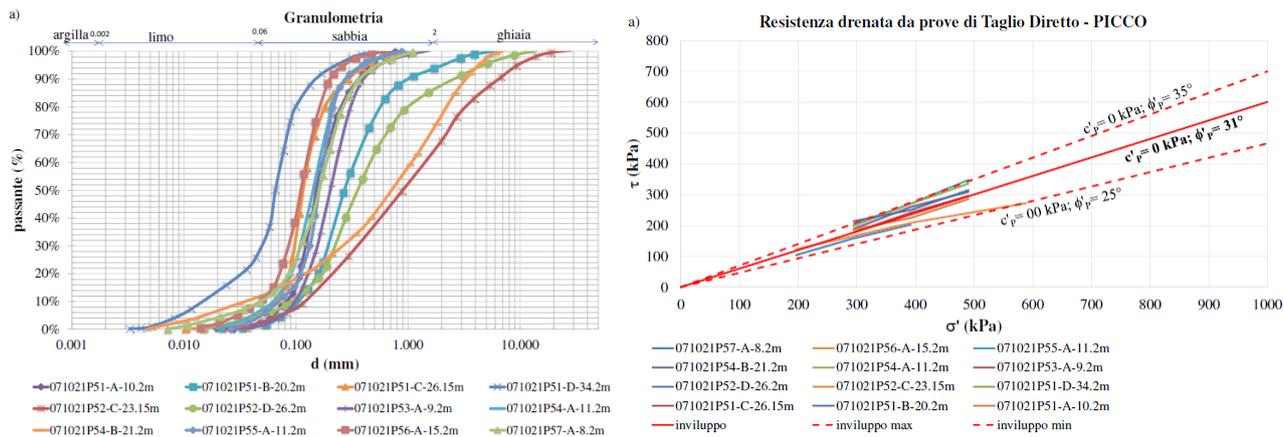


Figura 24 – Grafici di laboratorio delle prove eseguite (fonte dati: MZS del Comune di Chieti (FG))

6.3 Unità litotecnica QC_b

La litofacies pelitica delle Sabbie di Serracapriola può essere classificata secondo il codice CL. Dal punto di vista dello stato fisico del terreno in sito, i provini hanno manifestato mediamente un peso per unità di volume γ compreso tra 17.5 kN/m³ e 19.4 kN/m³ (media: 18.8 kN/m³, Figura), peso specifico dei grani G_s compreso tra 2.71 e 2.82 (media: 2.76), e contenuto naturale d’acqua w_n compreso tra 21.6% e 27% (media: 25%). La distribuzione granulometrica dei campioni evidenzia una frazione argillosa (CF), compresa tra 10% e 24%, frazione limosa (MF) compresa tra 34% e 56%, frazione sabbiosa (SF) compresa tra 24% e 56% e frazione ghiaiosa (GF) non superiore a 3%. Tutti i campioni indagati sono classificabili come “limi con sabbie”, meno frequentemente “sabbie con limo”. Dalla carta di plasticità di Casagrande dei campioni afferenti ai campioni testati, dalla quale si evince come i provini manifestino una certa omogeneità delle proprietà indice, w_L e IP , tali da poterli omogeneamente classificare come argille inorganiche di medio-bassa plasticità, CL, secondo la classificazione USCS. Analogamente, l’indice di attività dei campioni è omogeneo, e tale da poter definire i campioni come aventi attività mineralogica bassa ($A \leq 0.75$). Le prove di Taglio Diretto, volte a definire i parametri meccanici (relativi al criterio di rottura di Mohr-Coulomb) al picco di resistenza c'_p e ϕ'_p , mostrano una scarsa omogeneità di risposta: mediamente, i campioni testati presentano un angolo di attrito ϕ'_p , pari a circa 24°, e coesione c'_p pari a 20°. Altri campioni, prelevati all’interno della medesima formazione, sono stati invece testati attraverso prove triassiali consolidate non drenate (TRX-CU), presentando al picco di resistenza un involucro caratterizzato da $c'_p = 15 \text{ kPa}$ e $\phi'_p = 23^\circ$. Questi ultimi parametri, seppur basati su un numero inferiore di campioni, si reputano maggiormente significativi, confermando comunque i risultati delle prove di taglio diretto al picco di resistenza, nell’ambito di tensioni efficaci di confinamento fino a 600 kPa. Alcuni provini testati mediante prova di taglio diretto al picco di resistenza sono stati testati anche a resistenza residua. In questa condizione, i provini hanno esibito coesione nulla, ed un angolo di attrito residuo ϕ'_{res} pari a 18°. Rispetto alle prove edometriche, il calcolo della pressione di preconsolidazione sulla base del metodo grafico di Casagrande ha permesso di rilevare un

OCR>>1 per il campione più superficiale (9.55 m dal p.c.), mentre gli altri campioni testati hanno esibito un OCR tendente all'unità. Per quanto riguarda lo stato di consistenza, prove in sito con pocket penetrometer hanno permesso di classificare l'unità come "molto consistente", coerentemente con le indicazioni contenute nella tabella 4-14 della parte III degli I.C.M.S.

CLsp		n. campioni	MEDIA	MIN	MAX
	w_n (%)	9	25%	21.6%	27%
	γ (kN/m³)	9	18.8	17.5	19.4
	G_s	9	2.76	2.71	2.82
	CF (%)	9	18%	10.0%	24%
	w_L (%)	7	38%	30.8%	53%
	IP (%)	7	17%	11.2%	30%
	A	7	1.1	0.7	2.5

Figura 25 – Tabella riassuntiva dei parametri fisici e di stato del CL (fonte dati: MZS del Comune di Chieuti (FG))

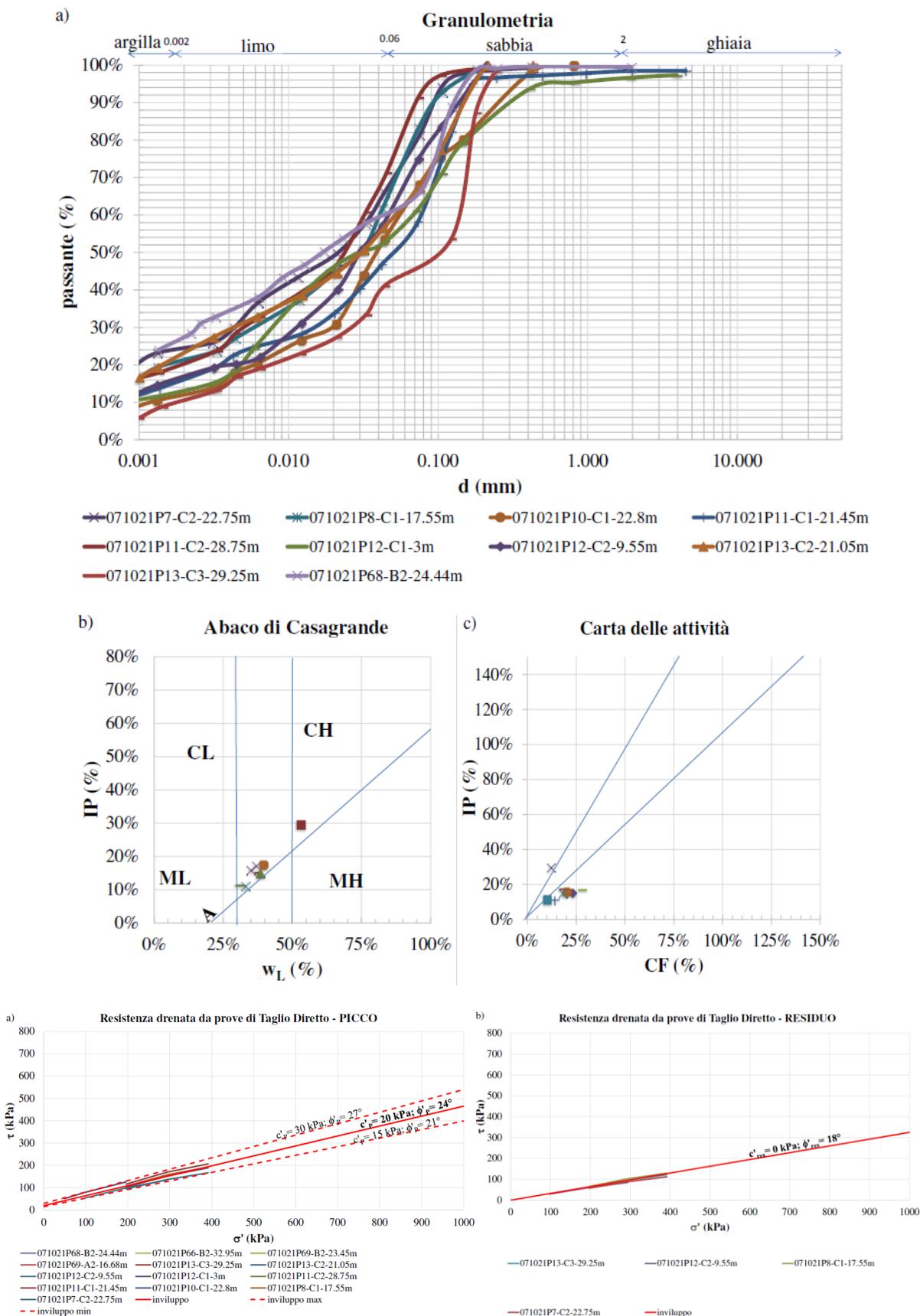


Figura 26 – Grafici di laboratorio delle prove eseguite (fonte dati: MZS del Comune di Chieti (FG))

6.4 Microzonazione omogenea in prospettiva sismica (MOPS)

Nell'ambito della Microzonazione Sismica di 1° livello del Comune di Chieuti (FG), sono stati presi in considerazione i risultati di indagini geofisiche pregresse e di nuova realizzazione, si evidenzia che non sono state individuate Zone stabili, ovvero con morfologia sub-pianeggiante e/o con inclinazione $< 15^\circ$, con substrato sismico affiorante (caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s).

Nell'area di Chieuti le unità litototecniche precedentemente descritte hanno una velocità V_s pari a:

- COS: V_s superiore a 800 m/s;
- CLsp: V_s 180 – 270 m/s;
- SWsp: 500 – 700 m/s.

I terreni di riporto antropico con spessori da 3 a 5 metri risultano avere velocità V_s di 150 – 200 m/s.

La microzonazione eseguita ha evidenziato che i rapporti degli spessori delle suddette unità, variabili nell'area di studio, ne determinano la possibilità di amplificazione e di liquefazione.

7 IDAGINI SISMICHE PRELIMINARI

Nel mese di ottobre 2023, nell'ambito del progetto eolico denominato "Montesecco", ubicato a pochi km di distanza in direzione sud, sono state eseguite le indagini sismiche preliminari in corrispondenza delle aree in cui è prevista l'installazione di n. 7 aerogeneratori. Le indagini preliminari di seguito descritte sono state eseguite nei seguenti punti:

- WTG – 01 > WTG - A
- WTG – 02 > WTG - B
- WTG – 08 > WTG - G
- WTG – 09 > WTG - H
- WTG – 12 > WTG - M
- WTG – 13 > WTG - N
- WTG – 14 > WTG - O

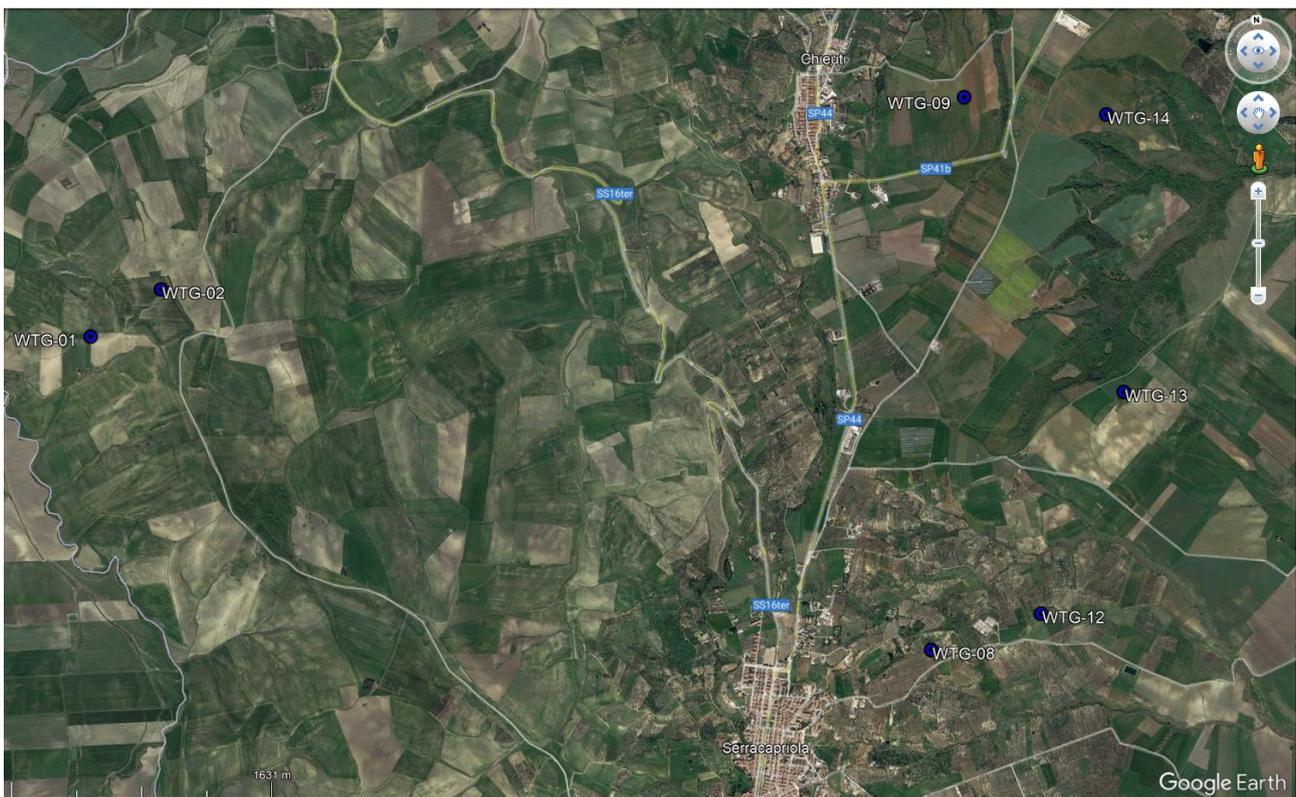


Figura 27 – Stralcio di Google Earth con ubicazione dei punti di indagine

Nello specifico, come descritto nel seguito, sono state eseguite indagini con prova sismica attiva con strumentazione Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) e prove passive di microtremore sismico con tecnica Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr).

7.1 Prova sismica attiva tipo MASW

Il sistema MASW consiste nel misurare le velocità delle onde superficiali a differenti frequenze, la variazione delle quali viene chiamata dispersione, dovuta alla stratificazione delle velocità delle onde S nella determinazione dello spettro di velocità. Grazie ad un metodo di inversione della curva di dispersione, le misure permettono di determinare il profilo verticale delle V_{seq} (nel caso di specie Vs30) che rappresenta un valore medio della velocità delle onde S entro i primi 30 metri dal piano di campagna. La strumentazione utilizzata è composta da una sorgente di onde sismiche, da 12 geofoni posti a 3 metri di distanza, con frequenza 4.5 Hz, per la misurazione dell'intensità e dei tempi di arrivo del treno di onde e da un dispositivo hardware di registrazione dei dati. La sorgente delle onde sismiche è costituita dall'impatto di un martello di 10 kg su una piastra posizionata perpendicolarmente al terreno, in grado di generare un treno di onde sismiche, i cui tempi di arrivo e l'intensità delle stesse vengono registrate dai geofoni e inviate al sismografo centrale di acquisizione. Si eseguono diverse energizzazioni e si misura l'attenuazione del segnale sismico lungo lo stendimento. I risultati delle prove consistono in una curva di dispersione ed in uno spettro di velocità, con un profilo verticale delle onde S. Si sottolinea che le analisi del tipo MASW, determinando valori delle V_{seq} ricavati lungo uno stendimento di lunghezza pari a circa 36 m, possono mediare eventuali variazioni laterali delle stratigrafie.

I valori di V_{seq} che sono stati registrati sono:

Denominazione Punto di Indagine	Denominazione aerogeneratori	Profondità	Velocità in m/s
WTG - 01	WTG - A	30	265
WTG - 02	WTG - B	30	252
WTG - 08	WTG - G	30	401
WTG - 09	WTG - H	30	512
WTG - 12	WTG - M	30	537
WTG - 13	WTG - N	7,7	564
WTG - 14	WTG - O	30	497

Tabella 3 – Valori di V_{seq} registrati

Si riporta in **Allegato 1** il documento "Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR" in cui sono riportati i risultati grafici delle prove eseguite.

7.2 Prova sismica passiva tipo HVSR

Per la determinazione della frequenza fondamentale del terreno, per stimare la profondità del bedrock sismico, sono state effettuate n. 7 prove di microtremore sismico del tipo HVSR. La tecnica dei rapporti spettrali H/V (HVSR = Horizontal to Vertical Spectral Ratio) necessita, per l'applicazione, di registrazioni passive di rumore sismico ambientale. La registrazione del rumore sismico del sito è stata eseguita per mezzo di un sismografo a 24 bit collegato a un geofono tridimensionale da 4.5 Hz, procedendo quindi ad eseguire una registrazione per 1.200 secondi utilizzando una frequenza di campionamento minima di 8 msec. La tecnica utilizzata è basata sul rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale, che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e, tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi e delle discontinuità all'interno delle coperture sedimentarie.

In base all'analisi spettrale eseguita in sito, per le misure eseguite in WTG 01, WTG 02, WTG 08 e WTG 12 risultano picchi compresi tra 0.97 Hz e 1.31 Hz, corrispondenti ad una profondità maggiore di 50 m dal p.c. Le misure eseguite in WTG 09, WTG 13 e WTG 14, non evidenziano alcun picco significativo correlabile a sensibili contrasti di impedenza.

Si riporta in **Allegato 1** il documento "Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR" in cui sono riportate le elaborazioni grafiche dei risultati delle prove eseguite.

7.3 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie di sottosuolo, riportate nel Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018, si può far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . In ottemperanza al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018, in base al valore di V_{seq} e alla sismo-stratigrafia individuata, si definiscono le seguenti categorie di sottosuolo:

- A - 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;
- B - 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;

- C - 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;
- D - 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;
- E - 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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche. Tale analisi si rimanda ai successivi livelli di progettazione al fine di acquisire i risultati delle analisi geotecniche previste necessarie per la costruzione del modello geotecnico del sottosuolo a supporto dell'analisi di risposta sismica.

Punto di Indagine	Categoria di sottosuolo
WTG - 01	C
WTG - 02	C
WTG - 08	B
WTG - 09	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.
WTG - 12	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.
WTG - 13	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.
WTG - 14	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.

Tabella 4 – Categorie di sottosuolo individuate

8 CONCLUSIONI

Tenendo in considerazione quanto esposto ai paragrafi precedenti, si può affermare che l'intervento in progetto insiste su una porzione di territorio caratterizzata da unità litostratigrafiche che affiorano nell'area di età Pliocenica e Pleistocenica, costituite prevalentemente da alternanze irregolari di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e argilloso-limosi con diverso grado di consistenza e di permeabilità.

L'opera in progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da aerogeneratori e relative opere accessorie comprensive di piazzole per sollevamenti e montaggi meccanici, viabilità di cantiere e posa in opera di cavidotti interrati. La presente Relazione Geologica Preliminare riporta l'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area di progetto attraverso lo studio di dati bibliografici e di letteratura, nonché i risultati delle indagini preliminari eseguite. Per l'analisi litostratigrafica sono stati presi in considerazione i risultati delle indagini condotte nell'ambito della Microzonazione Sismica di I° livello del Comune di Chieti (FG).

Le informazioni desunte dalla letteratura presente hanno permesso di individuare n. 3 unità litostratigrafiche principali:

- Argille Subapennine che possono essere classificate con COS;
- litofacies più grossolana delle sabbie di Serra Capriola è classificata secondo il codice SW;
- litofacies pelitica delle Sabbie di Serracapriola può essere classificata secondo il codice CL.

L'idrografia superficiale risulta piuttosto diffusa in relazione alle litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia alla morfologia che caratterizza l'area. Lo scorrimento idrico in superficie, pertanto, avviene secondo linee di massima pendenza e la maggior parte dei corsi d'acqua risultano avere carattere torrentizio e le portate assumono un valore significativo solo a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate.

In base alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, il comune di Chieti è individuato in Zona Sismica 2. Il comune di Chieti (FG) ha eseguito la microzonazione sismica di I° livello del proprio territorio. Le indagini geofisiche nell'ambito della MZS comunale hanno permesso di definire le seguenti unità litotecniche principali:

- Unità litotecnica: COS_Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato corrispondenze alla formazione delle Argille Subapennine (ASP);
- Unità litotecnica: SWsp_Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose deposte in ambiente costiero corrispondente alla componente grossolana delle Sabbie di Serracapriola (Qc_a);

- Unità litotecnica: CLsp_Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre, deposte in ambiente costiero, corrispondenti alla litofacies pelitica delle Sabbie di Serracapriola (QC_B).

Nel mese di ottobre 2023, nell'ambito del progetto eolico "Spineto", ubicato a pochi chilometri di distanza in direzione sud, sono state eseguite indagini simiche preliminari in corrispondenza di n. 7 aerogeneratori di progetto. Tali indagini hanno permesso di definire la categoria di sottosuolo C in corrispondenza dei punti di indagine WTG-01 e WTG-02 e la categoria B in WTG-08 e non ha permesso di definire la categoria per i restanti n. 4 punti di indagine. Al fine di definire le categorie di suolo e di analizzare la risposta sismica locale risulta necessario eseguire indagini geofisiche in corrispondenza di ogni punto di installazione di ogni aerogeneratore.

Dallo studio della perimetrazione delle aree del P.A.I. si evidenzia che nessun aerogeneratore ricade nelle aree a rischio frana e a rischio idrogeologico. Si evidenzia che, nelle successive fasi progettuali dovranno essere eseguiti ulteriori studi atti a verificare la presenza di ulteriori dissesti idrogeologici per la progettazione della viabilità di cantiere e definire eventuali opere di stabilizzazione e di mitigazione se necessario.

A seguito di quanto detto per la successiva fase progettuale, ai fini della progettazione delle fondazioni degli aerogeneratori, delle platee di carico per il montaggio meccanico, nonché per la realizzazione delle piste di accesso risulta necessario e indispensabile eseguire indagini geotecniche e geofisiche, da eseguirsi in corrispondenza di ciascun punto di installazione con l'obiettivo di ottenere informazioni geotecniche e geofisiche sito specifiche.



9 BIBLIOGRAFIA

- Argnani, A., Bortoluzzi, G favali, P, Frugoni, F., Gasparini M., Ligi M., Marani M., Mattietti G., Mele, G. 1994. Foreland tectonics in the Southern Adriatic Sea In The Northern Appennines. Mem. Soc Geol. It;
- Argnani, A., Bortoluzzi, G favali, P, Frugoni, F., Gasparini M., Ligi M., Marani M., Mattietti G., Mele, G. 1994. Foreland tectonics in the Southern Adriatic Sea In The Northern Appennines. Mem. Soc Geol. It;
- Billi A., Gambini, R., Nicolai, C., Storti, F., 2007. Neogene-Quaternary intraforelandtranspression along a Mesozoic platform-basin margin: The Gargano fault system, Adria, Italy. *Geosphere* 3(1): 1-15
- Boni A., Casnedi R., Centamore E., Colantoni P., Cremonini G., Elmi C., Monesi A., Selli R., Valletta M., 1969;
- Boni A., Casnedi R., Centamore E., Colantoni P., Cremonini G., Elmi C., Monesi A., Selli R., Valletta M., 1969. Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 155 "San Severo". Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato – Direzione Generale delle Miniere – Servizio Geologico d'Italia;
- Bracone, V. 2009. Studio geologico-stratigrafico e geomorfologico nel settore compreso tra il fiume Trigno ed il fiume Fortore. Tesi di dottorato. Dottorato di Ricerca in Ambiente e Territorio (XXII ciclo) A.A. 2008-2009;
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 155 "San Severo" (Boni et al., 1969);
- Del Gaudio V, Pierri, P., Frepoli, A., Calcagnile, G., Venisti, N., Cimini, G.B. 2007 A critical revision of the seismicity of Northern Apulia (Adriatic microplate- Southern Italy) and implications for the identification of seismogenic structures. *Tectonophysics* 436:9-35;
- Del Gaudio V, Pierri, P., Frepoli, A., Calcagnile, G., Venisti, N., Cimini, G.B. 2007 A critical revision of the seismicity of Northern Apulia (Adriatic microplate- Southern Italy) and implications for the identification of seismogenic structures. *Tectonophysics* 436:9-35;
- Di Bucci D., Ravaglia A., Seno S., Toscani G., Fracassi U., Valensise G. 2006. Seismotectonics of the Southern Appennines and Adriatic foreland: Insights on active regional E-W shear zones from analogue modelling. *Tectonics*, 25: TC4015 4011-4021;
- Di Bucci D., Burrato P., Vannoli P., Valensise G. 2010. Tectonic evidence for the ongoing AfricaEurasia convergence in central Mediterranean foreland areas: A journey among long-lived shear zones, large earthquakes and elusive fault motions. *Journal of Geophysical Research*, 115(B12404);
- Lanzafame G., Tortorici L. 1976. Osservazioni geologiche sul medio e basso bacino del F. Biferno. *Geologica Romana*, 15 (1976): 199-222, 14 fig., Roma;
- Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia: "Le acque sotterranee e l'intrusione marina in Puglia: dalla ricerca all'emergenza nella salvaguardia della risorsa" (Cotecchia et al., 2014);
- Microzonazione Sismica di livello 1 del Comune di Chieuti (FG), versione 05 - 02- 2022 /RI_001;
- Moretti M., Pieri P., Ricchetti G., Spalluto L., 2011. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 396, San Severo. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale;
- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 155 "San Severo" (Boni et al., 1969);
- Patacca E., Scandone P. 2004. The 1627 Gargano earthquake (Southern Italy): identification and characterization of the causative fault. *Journal of Seismology*, 8, 259-273, ISSN: 1383-4649;
- Patacca E., Scandone P. 2007. Geology of the Southern Appennines. *Bollettino della Società Geologica Italiana* n.7, 75-119;
- Ricchetti G., Ciaranfi N Luperto Sinni E. , Mongelli F e Pieri P 1988 Geodinamica ed evoluzione stratigrafica – tettonica dell'avampaese apulo. *Mem Soc Geo It* 57-82;
- Tondi, E., Piccardi, L., Cacon, S, Kontny B., Cello G (2005): Structural and time constraints for dextral shear along the seismogenic Mattinata Fault (Gargano, southern Italy) *Journal of Geodynamics*, 40134-152;

- Valduga A. 1973. Fossa Bradanica. In Geologia dell'Italia, a cura di Desio A., UTET, 692-695.



“PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99 MWP
DENOMINATO “SPINETO” DA REALIZZARSI NEL
COMUNE DI CHIEUTI”.

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

ALLEGATO 1

Committente:

Repsol Monti S.r.l.
via Michele Mercati n. 39
00197 Roma (RM)
C. F. e P. IVA: 17089551000
PEC: repsolmonti@pec.it

Progetto e sviluppo:

Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk

REPORT INDAGINE GEOFISICA

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA
COMUNE DI SERRACAPRIOLA

INDAGINE GEOFISICA A MEZZO DI PROVE SISMICHE MASW E HVSR

COMMITTENTE: AMBIENTE SPA

LOCALITÀ: CHIEUTI, SERRACAPRIOLA - FG

DATA: OTTOBRE 2023

TITOLO DOCUMENTO: MASW_HVSR_AMBIENTE_SPA_SERRACAP_FG



GEOSERVIZI VALLE SRL

Via Maria km 5600

03029 Veroli (FR)

Cellulare: +39 340 9595831

E-mail: geoservizivallesrl@gmail.com

Partita IVA: 03222080602

DOTT. GEOLOGO LORENZO MASCI

Ordine dei Geologi del Lazio n. 2046





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

1.1 PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dalla Società AMBIENTE Spa, la GEOSERVIZI VALLE Srl ha eseguito un'indagine, in località Serracapriola e Chieuti, in provincia di Foggia, per la determinazione del modello geofisico.

L'indagine è consistita in:

- esecuzione ed elaborazione di n.7 prove geofisiche indirette del tipo MASW;
- esecuzione ed elaborazione di n.7 prova di microtremore sismico del tipo HVSR.

L'ubicazione delle prove è restituita nell'immagine sottostante, mentre i risultati delle indagini sono restituiti nella documentazione allegata al presente elaborato.

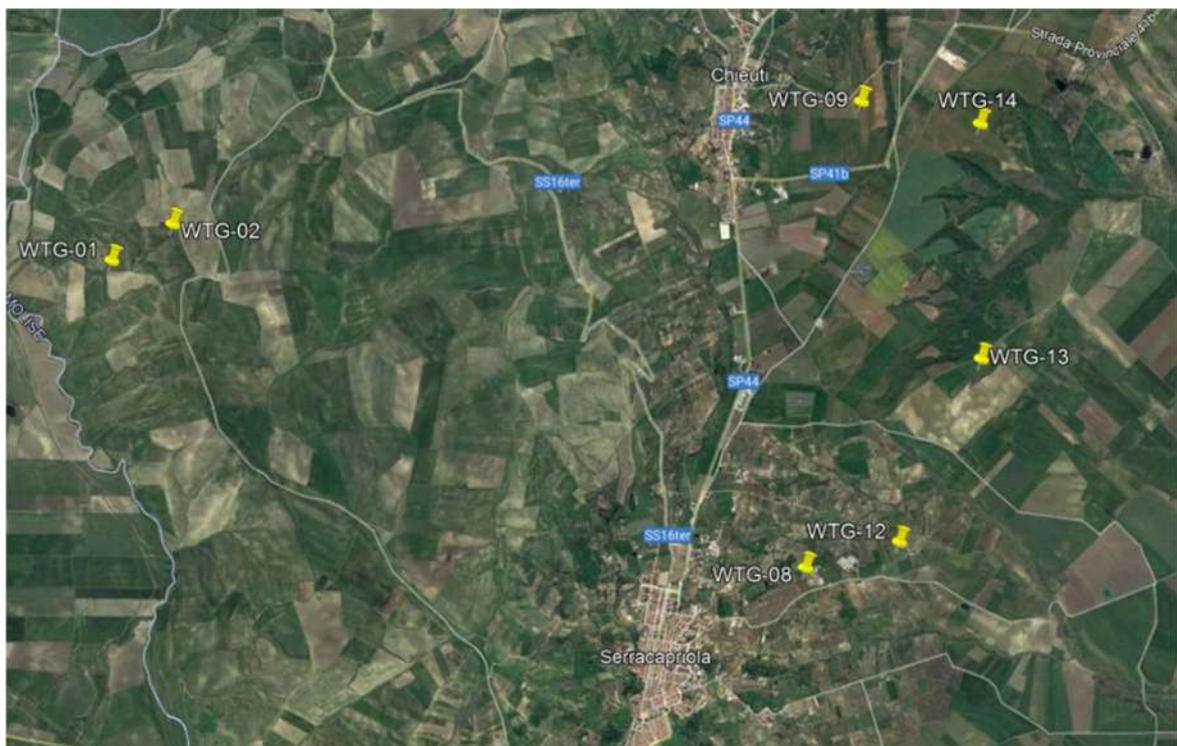


Figura1: Stralcio immagine Google Earth con ubicazione (in giallo) delle zone di indagine



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

1.2 PROVA SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW

Per la determinazione della velocità equivalente $V_{s_{eq}}$ propria del sito e per una caratterizzazione sismo-stratigrafica di dettaglio del sottosuolo, sono state eseguite nel presente intervento di studio n. 7 prove sismiche attive del tipo MASW, così denominate:

- MASW WTG 01
- MASW WTG 02
- MASW WTG 08
- MASW WTG 09
- MASW WTG 12
- MASW WTG 13
- MASW WTG 14

Il sistema MASW consiste nel misurare le velocità delle onde superficiali a differenti frequenze, la variazione delle quali viene chiamata dispersione, dovuta alla stratificazione delle velocità delle onde S nella determinazione dello spettro di velocità. Grazie ad un metodo di inversione della curva di dispersione, le misure permettono di determinare il profilo verticale delle $V_{s_{eq}}$ (nel caso di specie $V_{s_{30}}$) che rappresenta un valore medio della velocità delle onde S entro i primi 30 metri dal piano di campagna.

Lo strumento è composto da una sorgente di onde sismiche, da 12 geofoni posti a 3 metri di distanza, con frequenza 4.5 Hz, per la misurazione dell'intensità e dei tempi di arrivo del treno di onde e da un dispositivo hardware di registrazione dei dati.

La sorgente delle onde sismiche è costituita dall'impatto di un martello di 10 kg su una piastra posizionata perpendicolarmente al terreno, in grado di generare un treno di onde sismiche, i cui tempi di arrivo e l'intensità delle stesse vengono registrate dai geofoni e inviate al sismografo centrale di acquisizione. Si eseguono diverse energizzazioni e si misura l'attenuazione del segnale sismico lungo lo stendimento.

I risultati delle prove consistono in una curva di dispersione ed in uno spettro di velocità, con un profilo verticale delle onde S. Si sottolinea che le analisi del tipo MASW, determinando valori delle $V_{s_{eq}}$ ricavati lungo uno stendimento di lunghezza pari a circa 33 m, possono mediare eventuali variazioni laterali delle stratigrafie.



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

I valori di V_{seq} registrati sono:

Stendimento	H	V_{seq}
MASW WTG 01	30	265 m/s
MASW WTG 02	30	252 m/s
MASW WTG 08	30	401 m/s
MASW WTG 09	30	512 m/s
MASW WTG 12	30	537 m/s
MASW WTG 13	7.7	564 m/s
MASW WTG 14	30	497 m/s

Per il dettaglio dei risultati si rimanda alla documentazione allegata.

1.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie di sottosuolo, riportate nel *Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018*, si può far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{seq} (in m/s), definita dall'espressione:

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

Figura 2: Estratto da Fig. 3.2.1 NTC 2018



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

dove:

- h_i : spessore dell' i -esimo strato;
- V_{si} : 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.

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.

In ottemperanza al *Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018*, in base al valore di $V_{s_{eq}}$ e alla sismo-stratigrafia individuata, si definiscono le seguenti categorie di sottosuolo:

A - 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.

B - 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.

C - Depositati 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.

D - Depositati 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.

E - 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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

In base all'indagine effettuate è possibile identificare le seguenti categorie di sottosuolo:

Stendimento	Categoria di sottosuolo
MASW WTG 01	C
MASW WTG 02	C
MASW WTG 08	B
MASW WTG 09	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.
MASW WTG 12	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.
MASW WTG 13	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.
MASW WTG 14	Sottosuolo non classificabile nelle categorie definite dal D.M.



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

1.4 PROVA DI MICROTREMORE SISMICO DEL TIPO HVSR

Per la determinazione della frequenza fondamentale del terreno, per stimare la profondità del bedrock sismico, sono state effettuate n. 7 prove di microtremore sismico del tipo HVSR, così denominate:

- HVSR WTG 01
- HVSR WTG 02
- HVSR WTG 08
- HVSR WTG 09
- HVSR WTG 12
- HVSR WTG 13
- HVSR WTG 14

La tecnica dei rapporti spettrali H/V (*HVSR = Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) necessita, per l'applicazione, di registrazioni passive di rumore sismico ambientale. Si effettua posizionando sul terreno un geofono a tre componenti attraverso il quale risulta possibile registrare il microtremore lungo due direzioni orizzontali ortogonali (solitamente Est-Ovest e Nord-Sud) e una verticale (up-down).

Per la registrazione del rumore sismico del sito si è utilizzato un sismografo a 24 bit collegato a un geofono tridimensionale da 4.5 Hz, si è proceduto quindi ad eseguire una registrazione per 1200 secondi utilizzando una frequenza di campionamento minima di 8 msec.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici e dall'attività antropica oltre che dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. La tecnica HVSR (o di Nakamura), consente di valutare la frequenza fondamentale di risonanza di uno strato soffice a partire dalle sole registrazioni del rumore in superficie.

Il metodo HVSR ha dimostrato di essere idoneo per valutare il periodo fondamentale di depositi sedimentari (in modo particolare quando l'impedenza di questi è in grande contrasto con l'impedenza del bedrock). La principale applicazione della tecnica del rapporto spettrale H/V è quindi quella di consentire in modo semplice e veloce l'identificazione della frequenza fondamentale f_0 di diverse zone.

La tecnica utilizzata è basata sul rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale, che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSr

dei sottosuoli e, tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi e delle discontinuità all'interno delle coperture sedimentarie.

In base all'analisi spettrale eseguita in sito, per le misure HVSr WTG 01, HVSr WTG 02, HVSr WTG 08, HVSr WTG 12 risultano picchi compresi tra 0.97 Hz e 1.31 Hz, corrispondenti ad una profondità maggiore di 50 m dal p.c. (come evidenziato dalla figura sottostante). Per le misure HVSr WTG 09, HVSr WTG 13 e HVSr WTG 14, non risulta evidente alcun picco significativo correlabili a sensibili contrasti di impedenza.

f_0 (Hz)	h (m)
< 1	> 100
1 - 2	100 - 50
2 - 3	50 - 30
3 - 5	30 - 20
5 - 8	20 - 10
8 - 20	10 - 5
> 20	< 5

Figura 3: Rapporto fra periodo proprio del terreno e profondità delle indagini

Per il dettaglio dei risultati delle prove eseguite, si rimanda alla documentazione allegata.



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

ALLEGATO 1

RISULTATI PROVE MASW

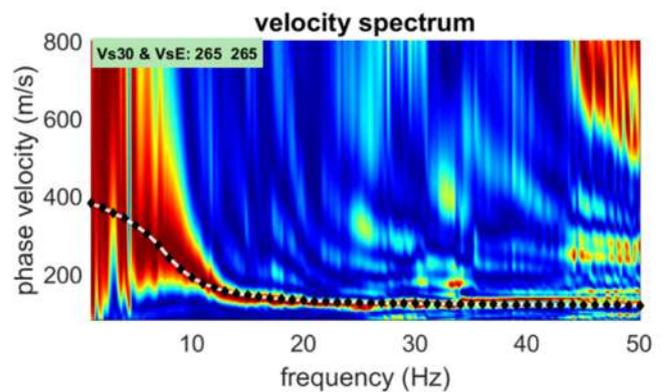
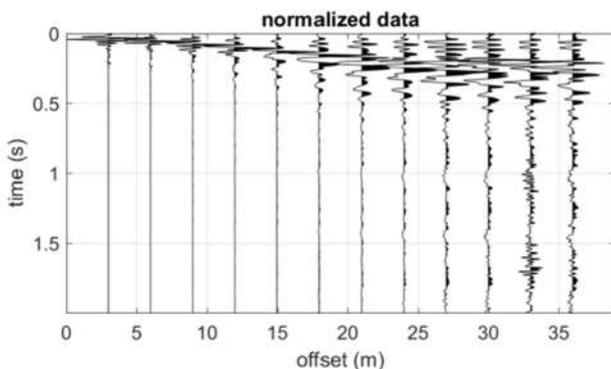
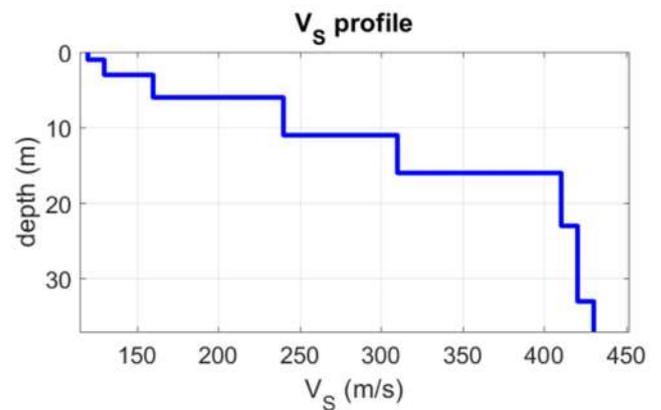


Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 01

Subsurface Model

Vs (m/s): 120 130 160 240 310 410 420 430
 Thickness (m): 1.0, 2.0, 3.0, 5.0, 5.0, 7.0, 10.0
 Density (gr/cm³): 1.76 1.74 1.79 1.89 1.95
 2.02 2.00 1.97
 Shear modulus (MPa): 25 29 46 109 187 339
 352 364
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 294 271 333 500 645 853 786 702
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30
 0.20
 Vs30 (m/s): 265





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





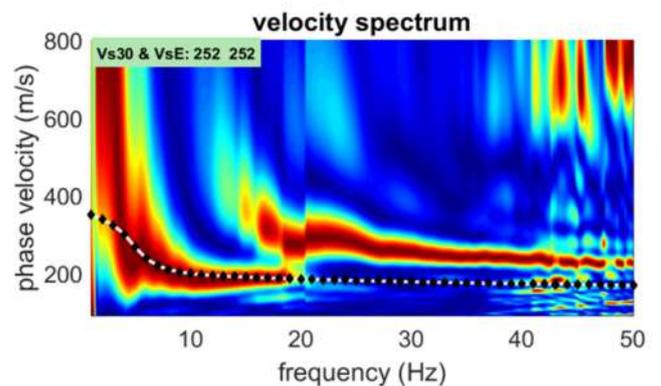
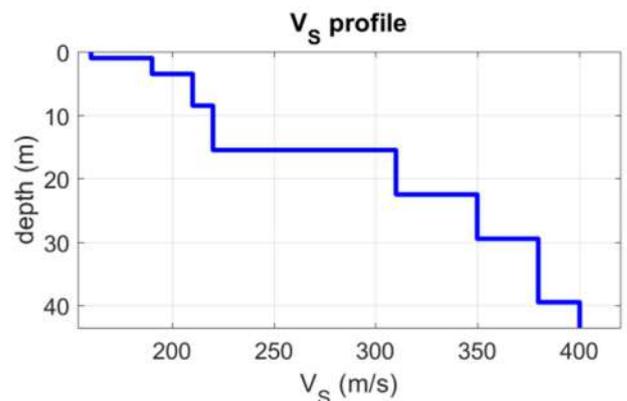
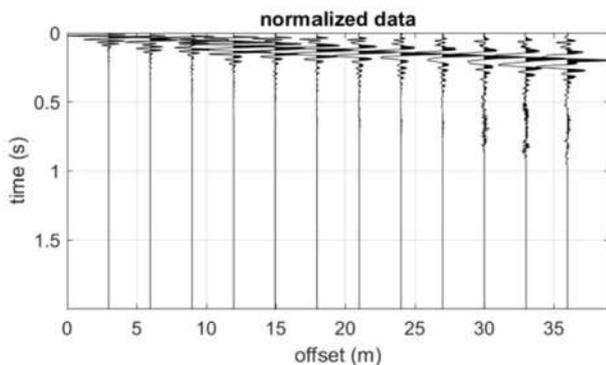
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 02

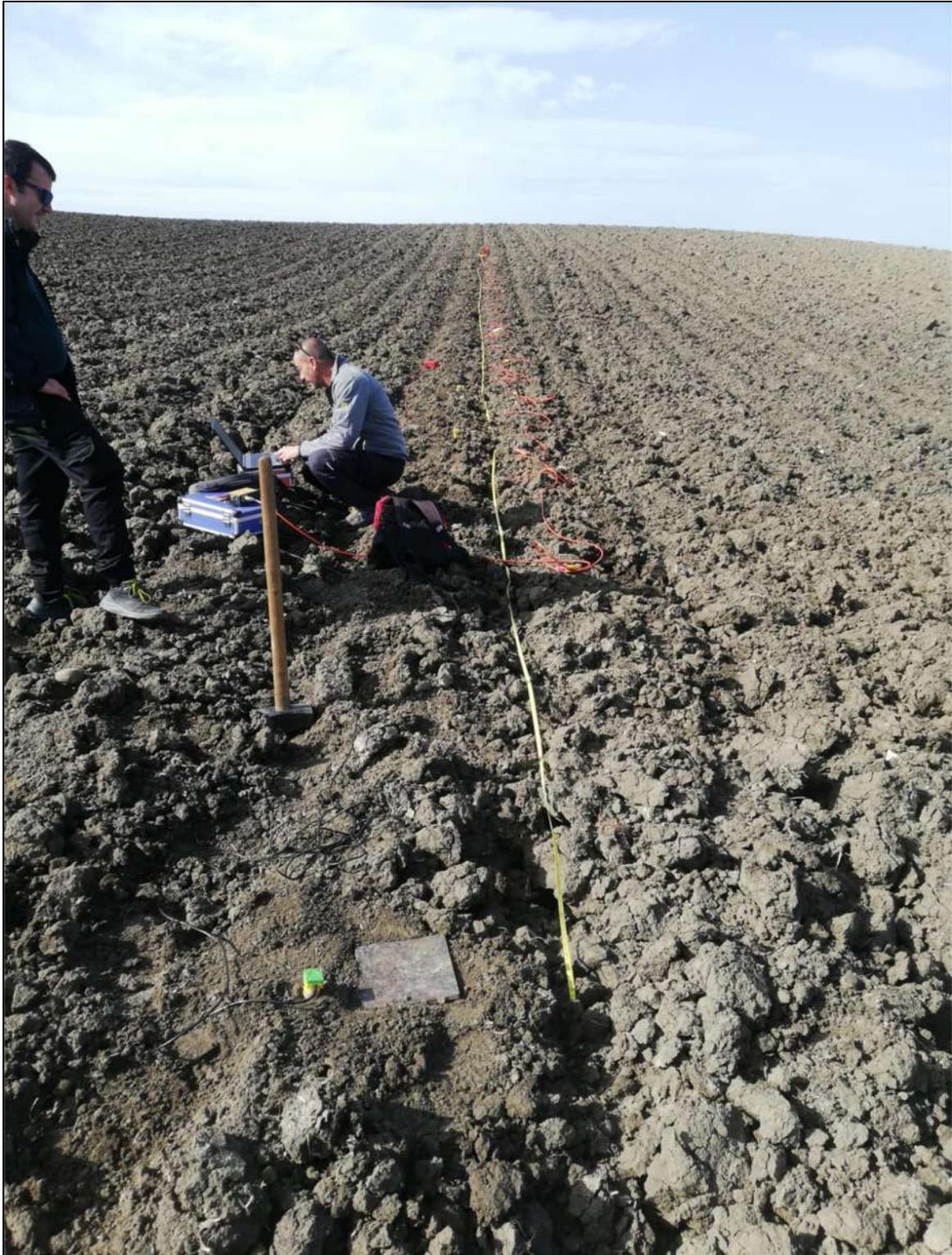
Subsurface Model

Vs (m/s): 160 190 210 220 310 350 380 400
 Thickness (m): 1.0, 2.5, 5.0, 7.0, 7.0, 7.0, 10.0
 Density (gr/cm³): 1.83 1.83 1.85 1.87 1.95
 1.98 1.97 1.95
 Shear modulus (MPa): 47 66 82 90 187 242
 285 312
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
 Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 392 396 437 458 645 728 711 653
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30
 0.20

Vs30 (m/s): 252



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 08

Subsurface Model

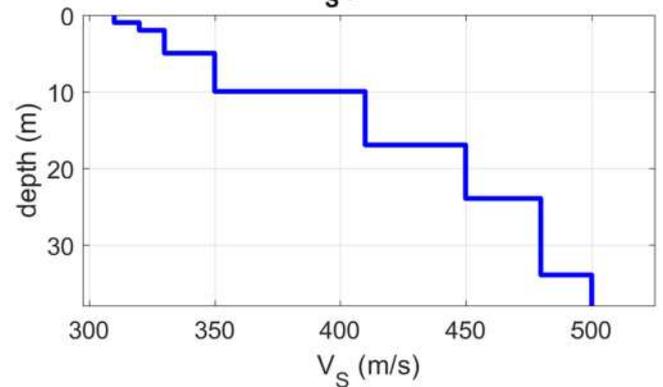
V_s (m/s): 310 320 330 350 410 450 480 500
 Thickness (m): 1.0, 1.0, 3.0, 5.0, 7.0, 7.0, 10.0
 Density (gr/cm³): 1.99 1.96 1.96 1.98 2.02
 2.04 2.03 2.00
 Shear modulus (MPa): 191 200 214 242 339
 413 467 501
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
 Approximate values for V_p and Poisson
 V_p (m/s): 760 667 687 729 853 936 898 816
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30
 0.20

V_{s30} (m/s): 401

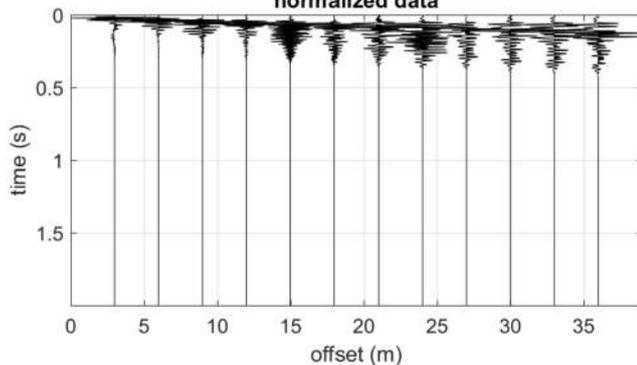


www.winmasw.com

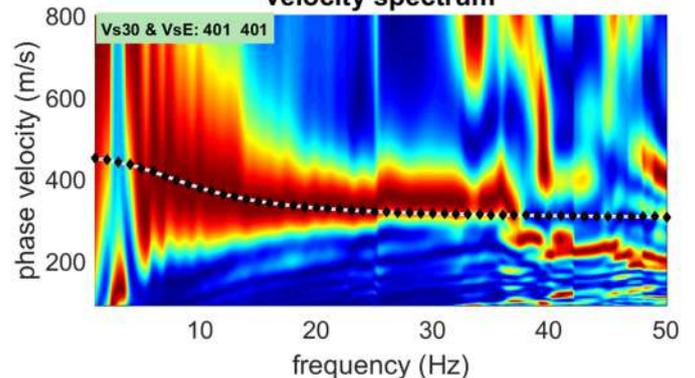
V_s profile



normalized data



velocity spectrum





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR





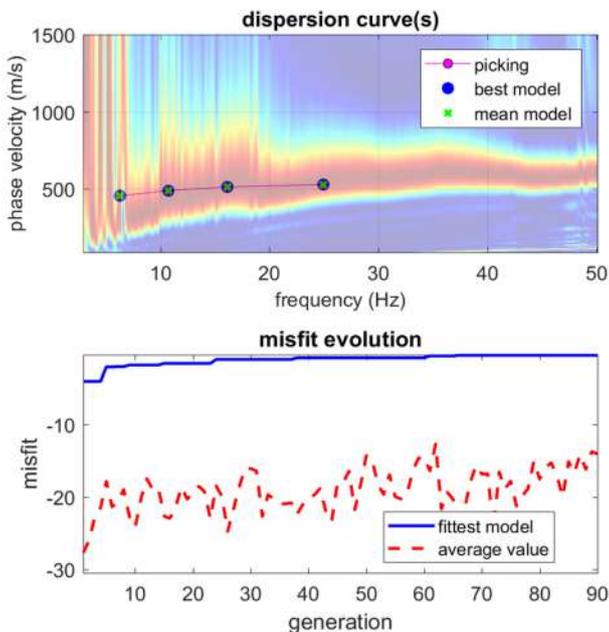
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 09

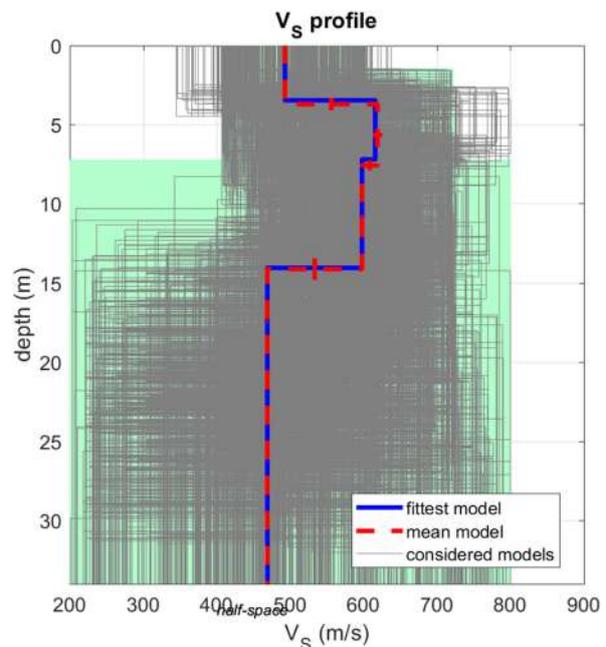
Subsurface Model

Vs (m/s): 493, 619, 598, 469
 Standard deviations (m/s): 0, 6, 2, 1
 Thickness (m): 3.7, 3.9, 6.6
 Standard deviations (m/s): 0.4, 0.3, 0.7
 Density (gr/cm³): 2.06 2.12 2.11 2.05
 Shear modulus (MPa): 501 811 754 450
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
 Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 1026 1289 1245 976
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35

Vs30 (m/s): 512



www.wlnmasw.com



dataset: 2023-10-19_15-09-26_WTG 09 SERRACAPRIOLA 4A 01000_00200_0
 dispersion curve: 1.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 512 512 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 512 512 m/s



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





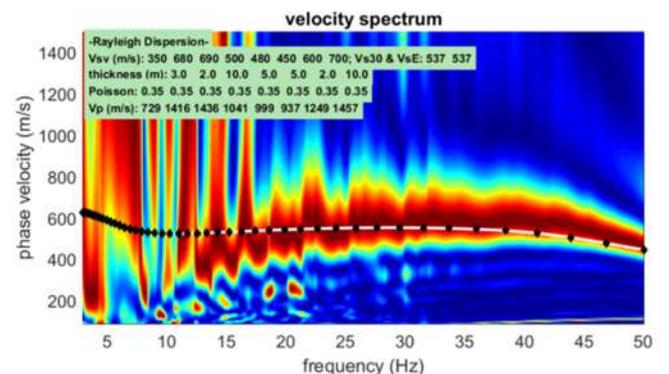
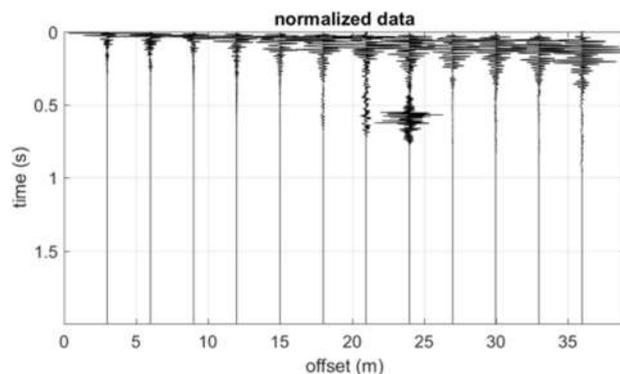
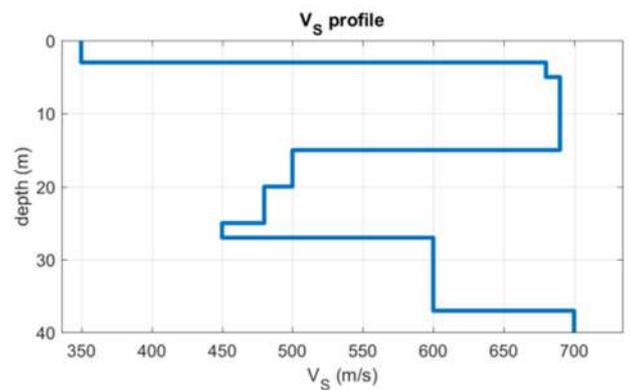
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 12

Subsurface Model

Vs (m/s): 350 680 690 500 480 450 600 700
 Thickness (m): 3.0, 2.0, 10.0, 5.0, 5.0, 2.0, 10.0
 Density (gr/cm³): 1.98 2.14 2.14 2.06 2.05 2.04 2.11 2.15
 Shear modulus (MPa): 242 989 1020 516 473 413 759 1051
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
 Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 729 1416 1436 1041 999 937 1249 1457
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Vs30 (m/s): 537



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





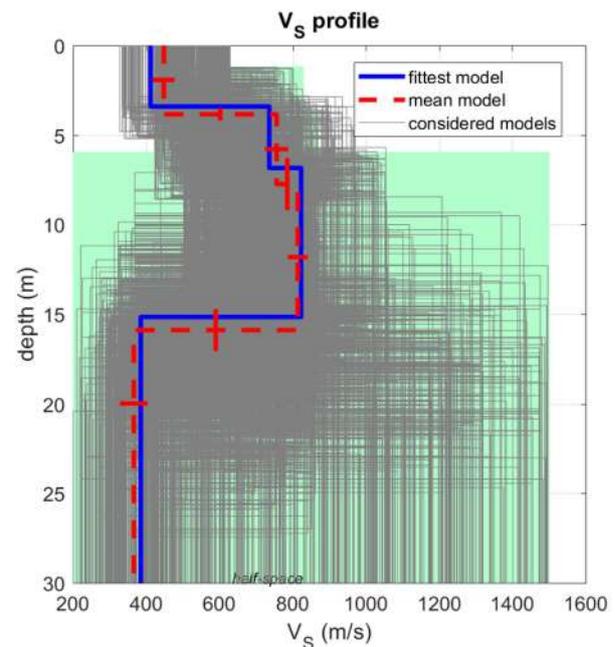
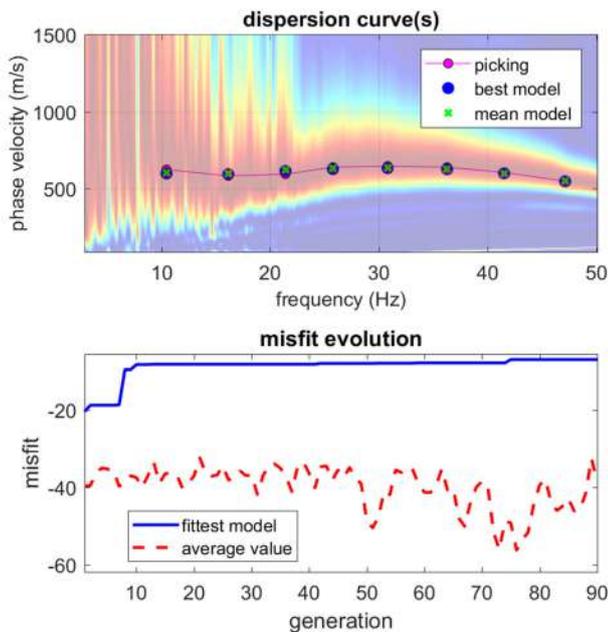
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 13

Subsurface Model

Vs (m/s): 448, 756, 814, 366
 Standard deviations (m/s): 30, 31, 27, 38
 Thickness (m): 3.8, 3.9, 8.2
 Standard deviations (m/s): 0.4, 1.4, 1.2
 Density (gr/cm³): 2.04 2.16 2.18 1.99
 Shear modulus (MPa): 409 1237 1446 266
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
 Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 933 1574 1694 762
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35

 Vs7.7 (m/s): 564



dataset: 2023-10-19_15-09-26_WTG 13 SERRACAPRIOLA 3A 01000_00200_
 dispersion curve: 1.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 487 529 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 482 564 m/s

www.wlmmasw.com



Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





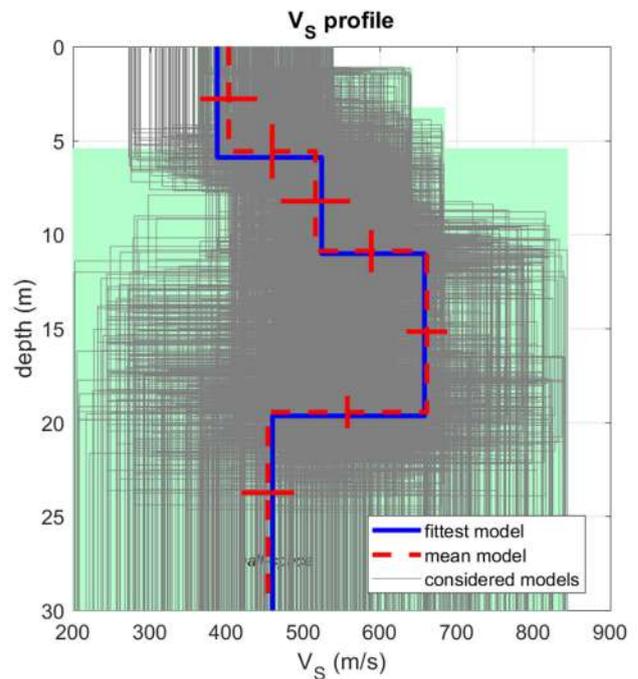
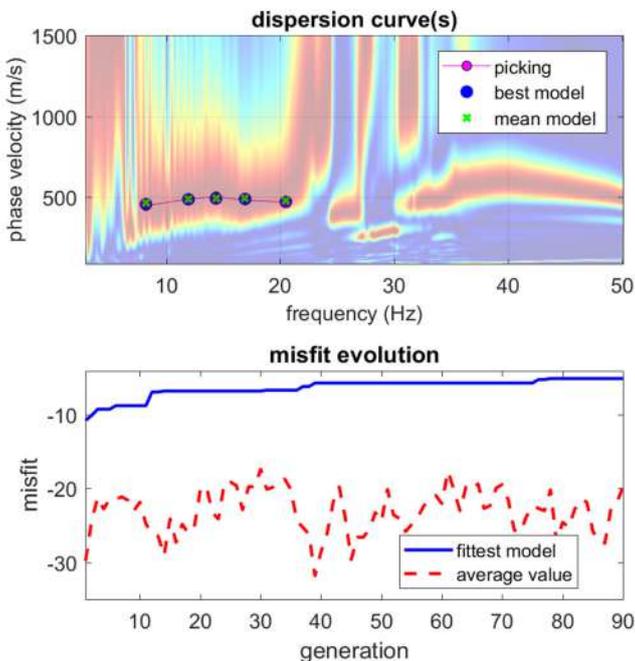
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

MASW WTG 14

Subsurface Model

Vs (m/s): 403, 516, 661, 454
 Standard deviations (m/s): 37, 45, 27, 34
 Thickness (m): 5.6, 5.3, 8.6
 Standard deviations (m/s): 1.5, 1.1, 0.9
 Density (gr/cm³): 2.01 2.07 2.13 2.04
 Shear modulus (MPa): 327 551 931 421
 Analyzing Phase velocities
 Analysis: Rayleigh Waves
 Approximate values for Vp and Poisson
 Vp (m/s): 839 1074 1376 945
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35

Vs30 (m/s): 497



dataset: 2023-10-19_15-55-31_WTG 14 SERRACAPRIOLA 4A 01000_00200_0
 dispersion curve: 1.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 495 495 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 497 497 m/s

www.wlnmasw.com

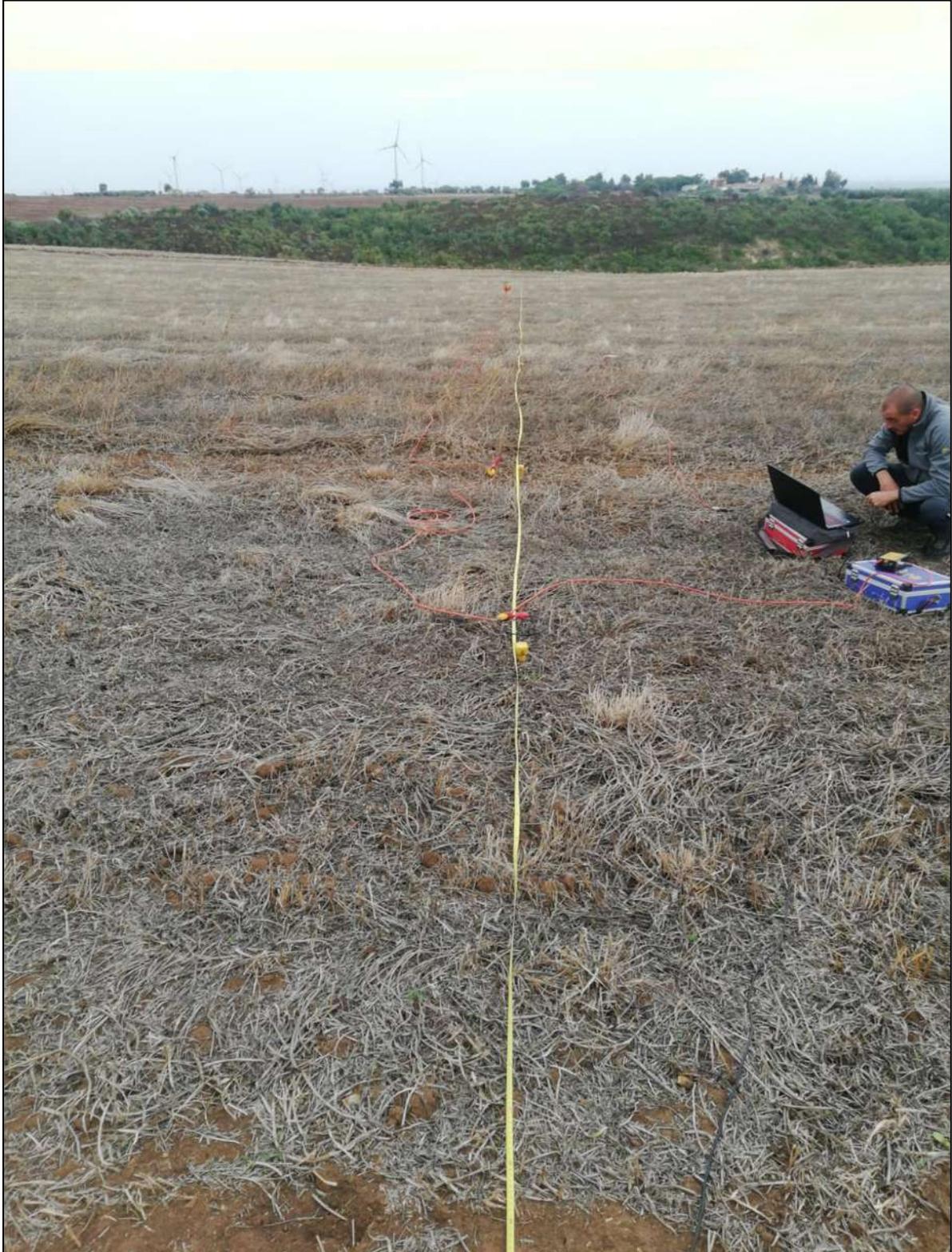


Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

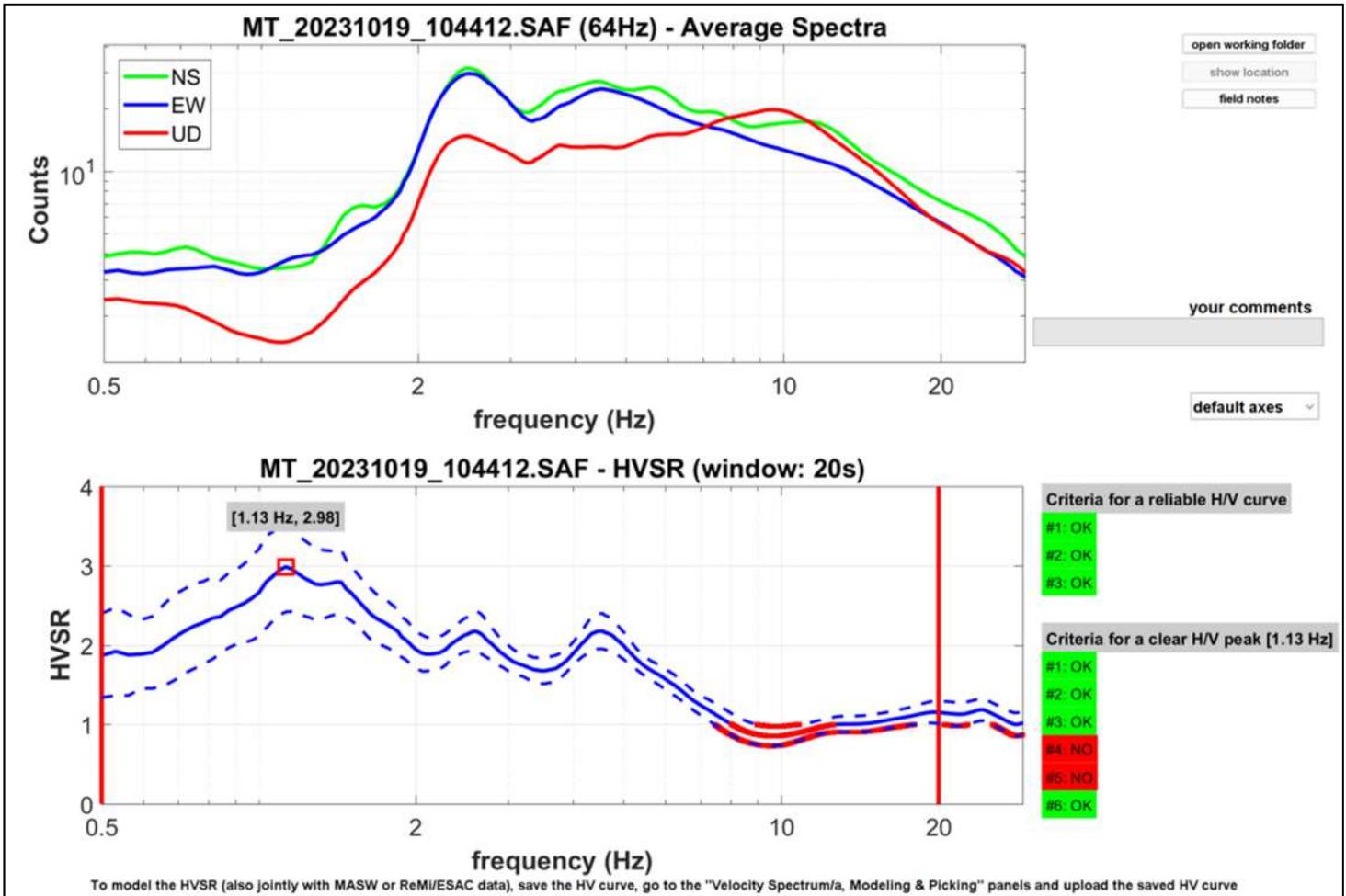
ALLEGATO 2

RISULTATI PROVE HVSR



Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSr

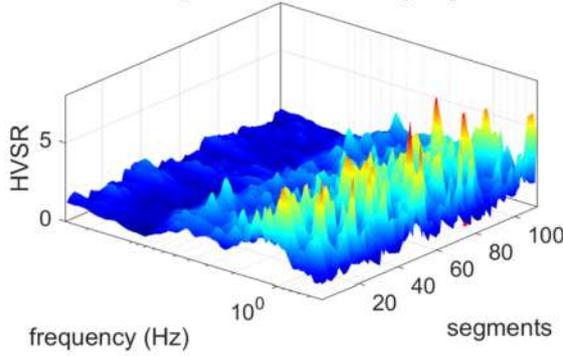
HVSR WTG 01



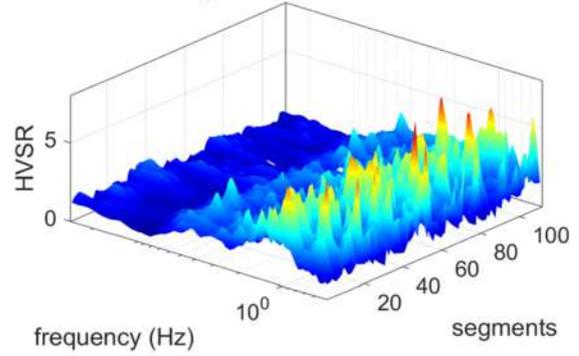


Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

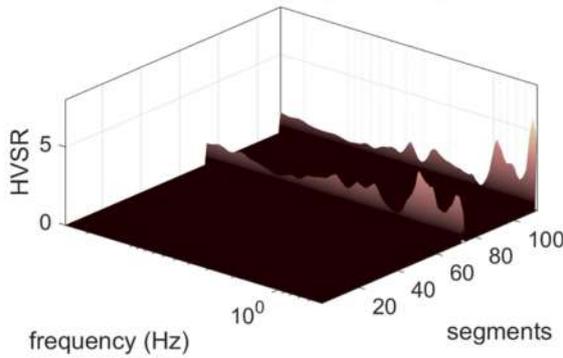
original HVSR curves [112]



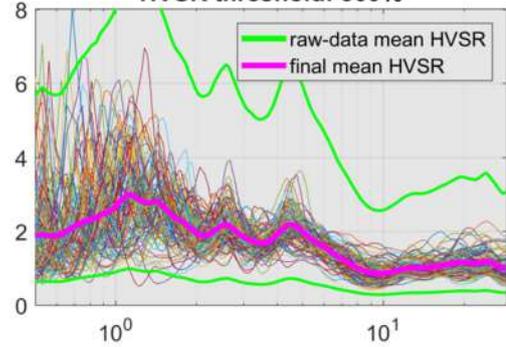
kept 110 HVSR curves



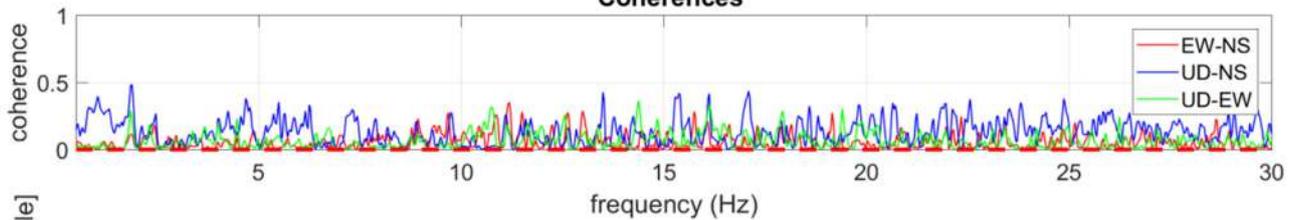
removed 2 HVSR outliers



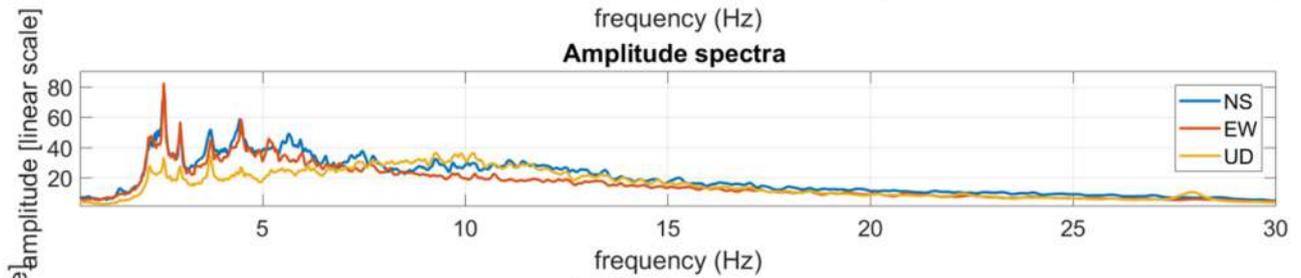
HVSR threshold: 300%



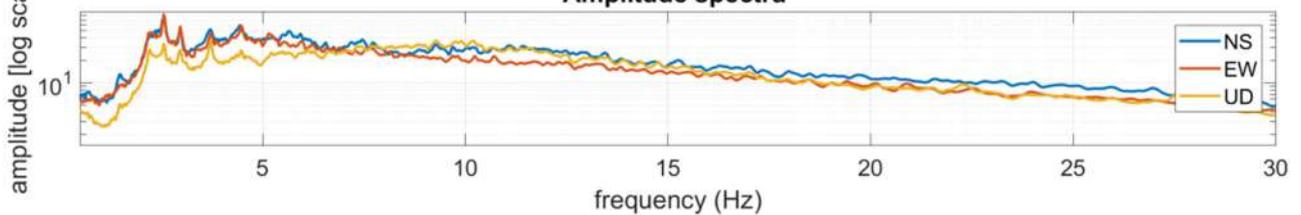
Coherences



Amplitude spectra



Amplitude spectra



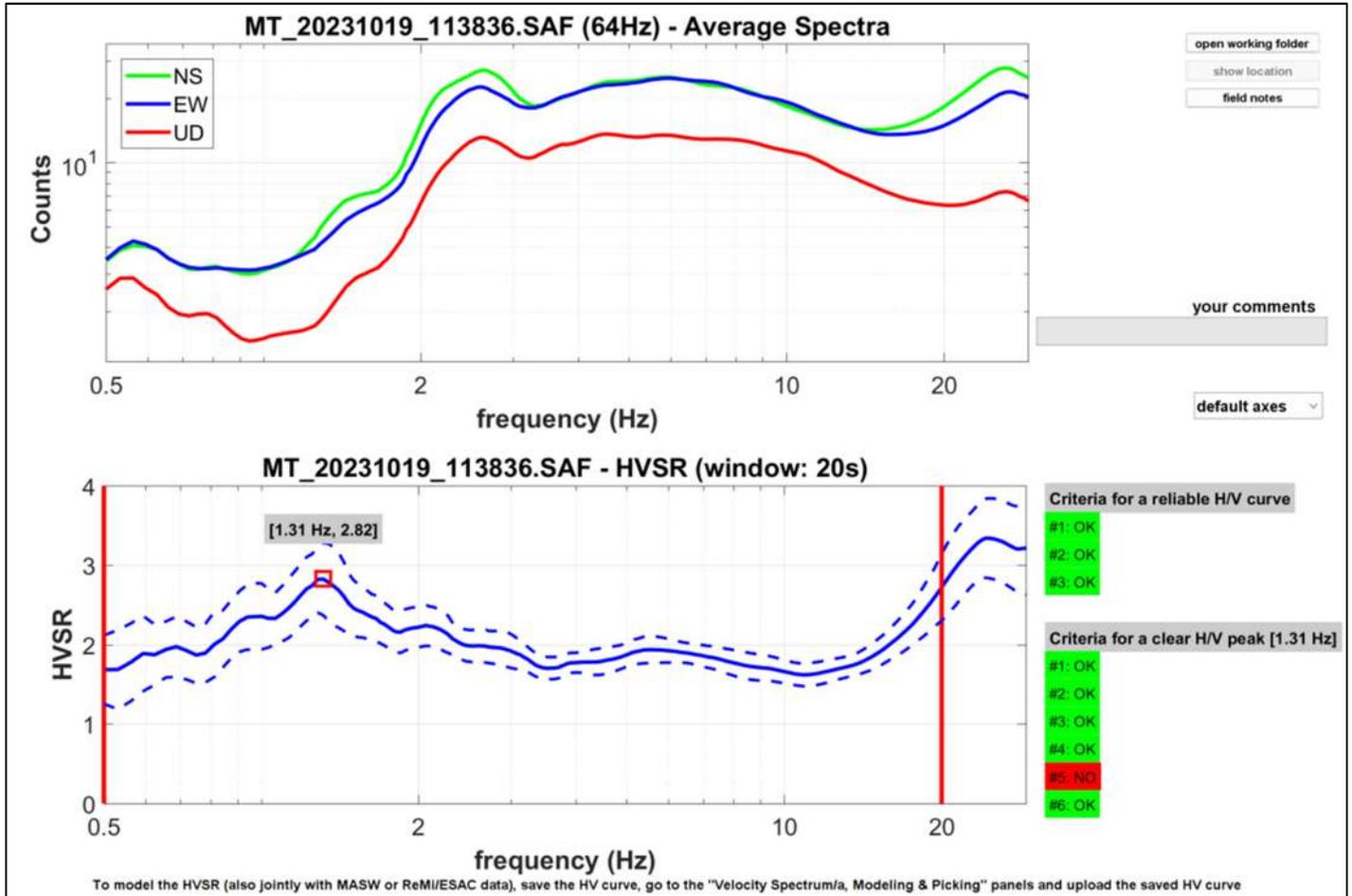
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





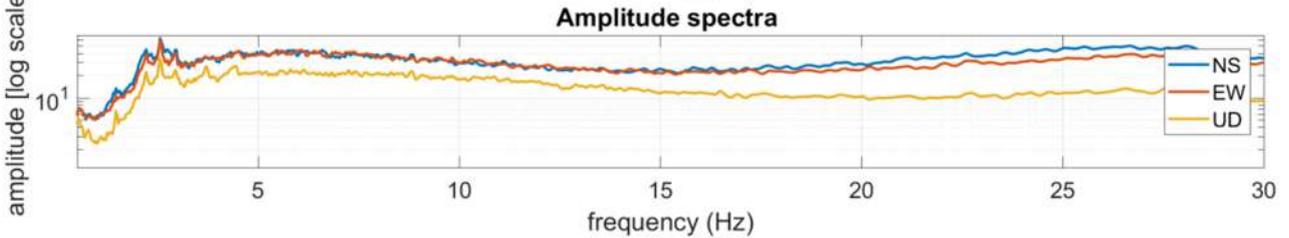
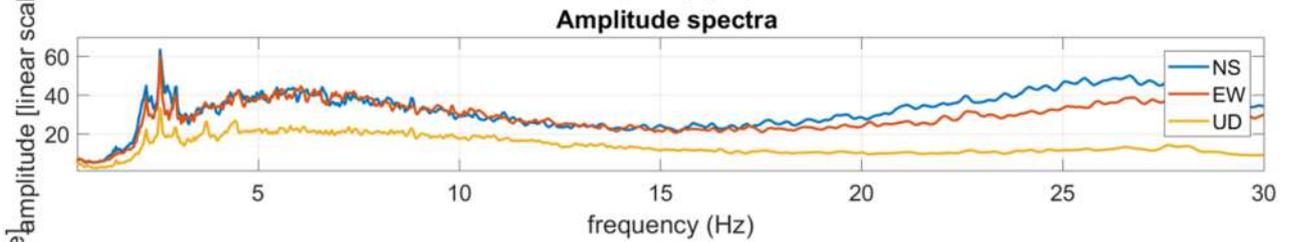
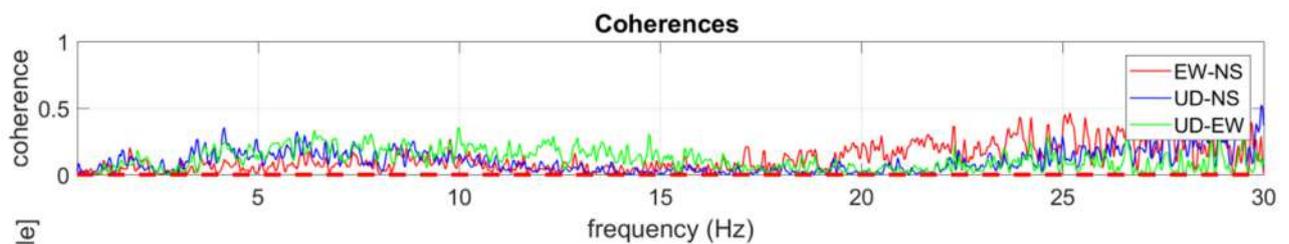
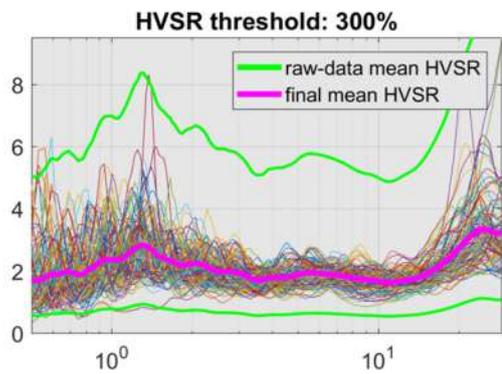
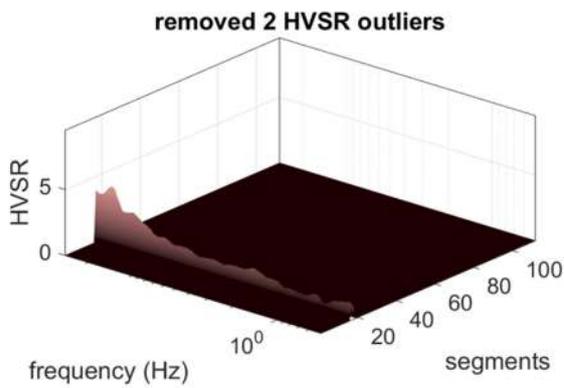
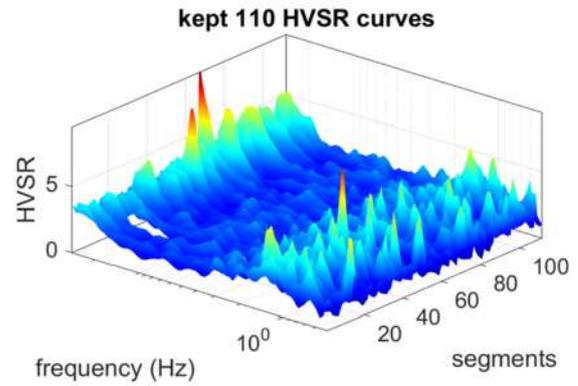
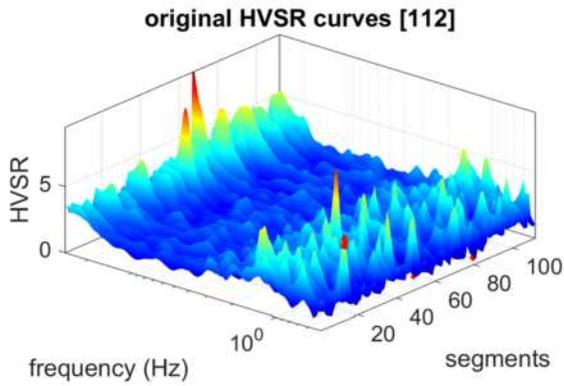
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSr

HVSR WTG 02





Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSr





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

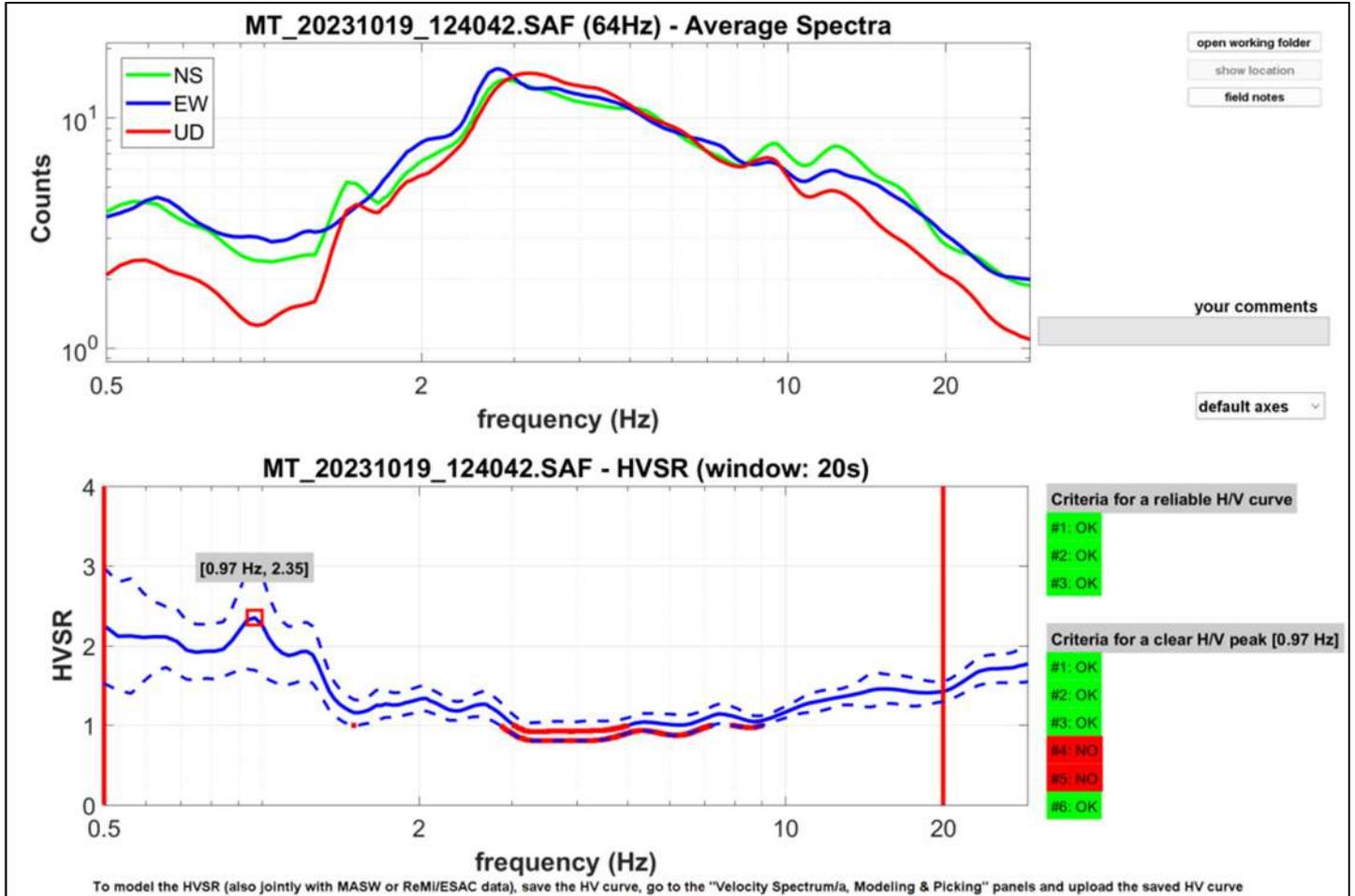
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

HVSR WTG 08



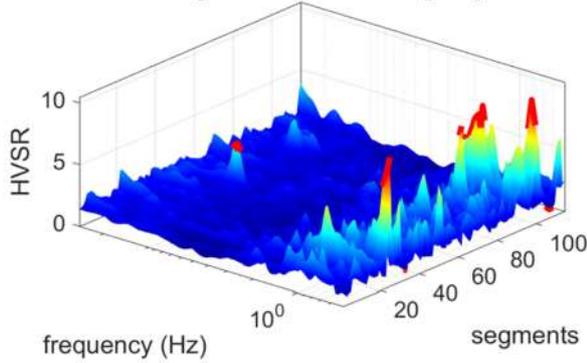


Committente: AMBIENTE SPA

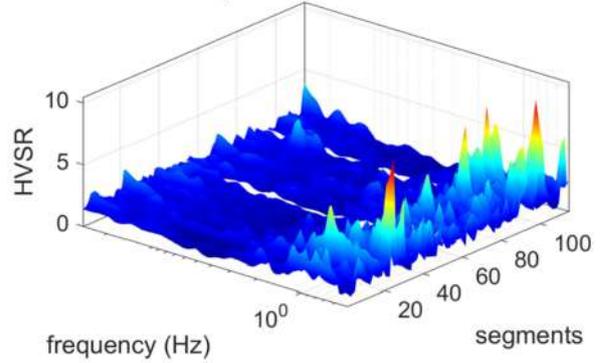
Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

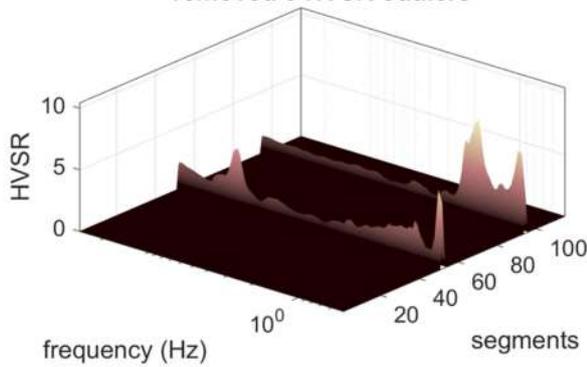
original HVSR curves [115]



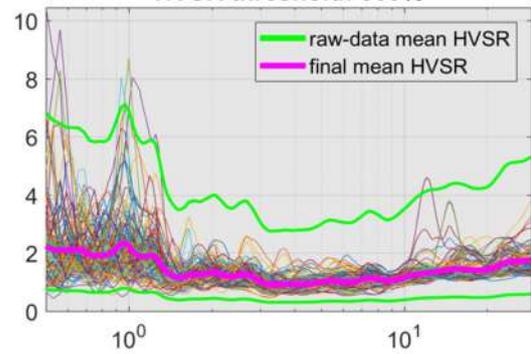
kept 112 HVSR curves



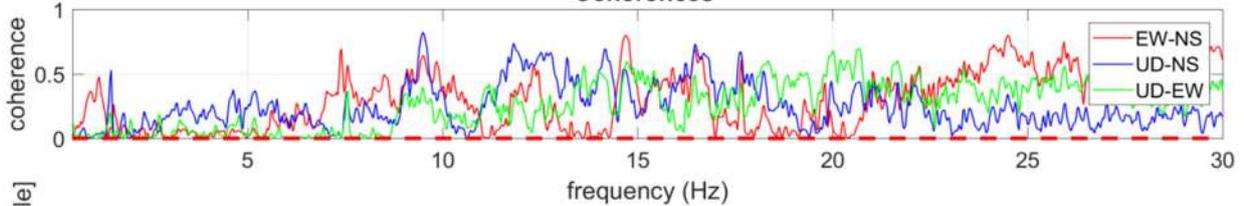
removed 3 HVSR outliers



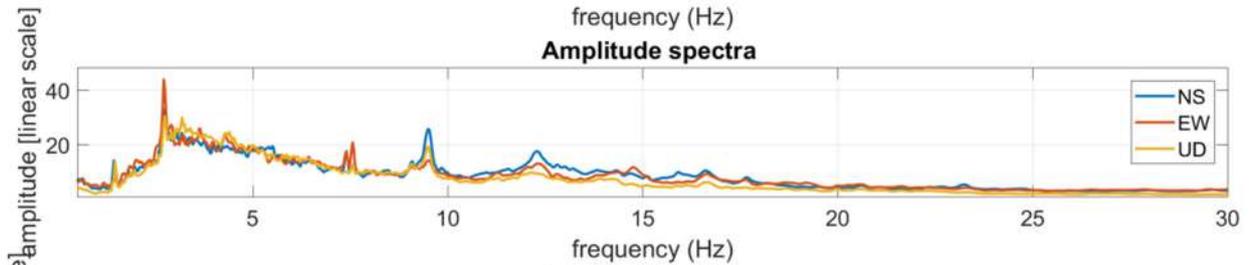
HVSR threshold: 300%



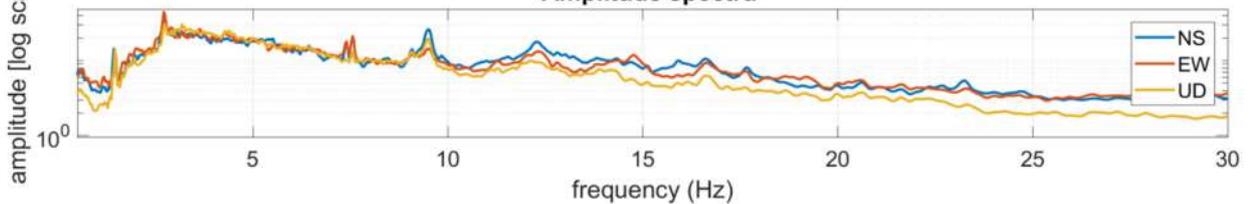
Coherences



Amplitude spectra



Amplitude spectra





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

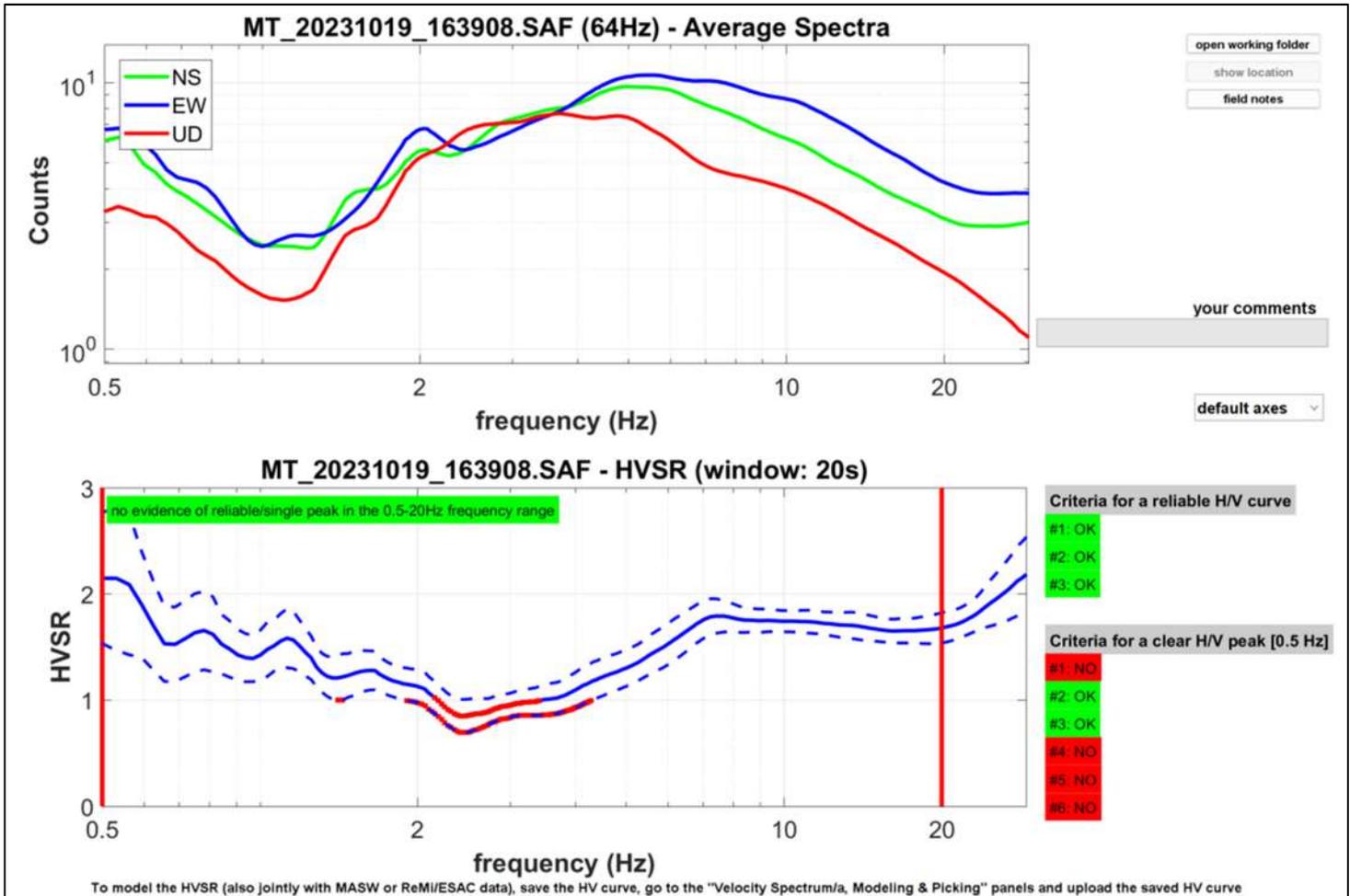
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





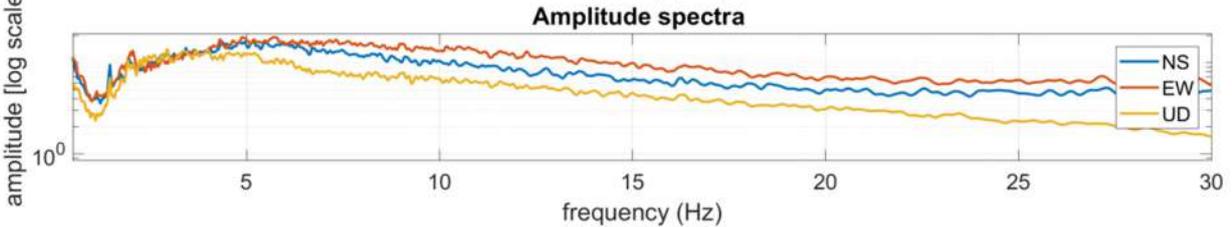
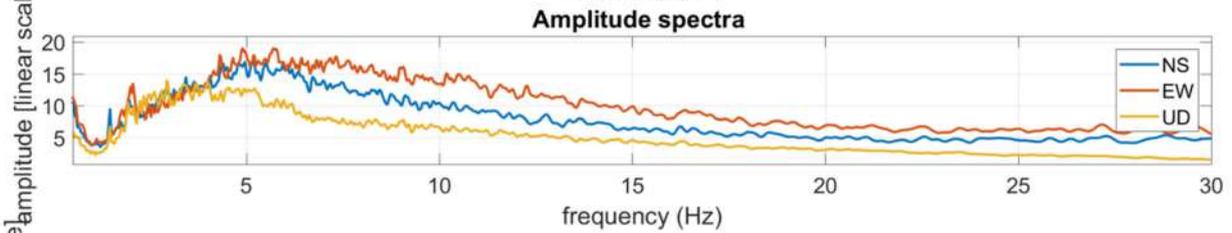
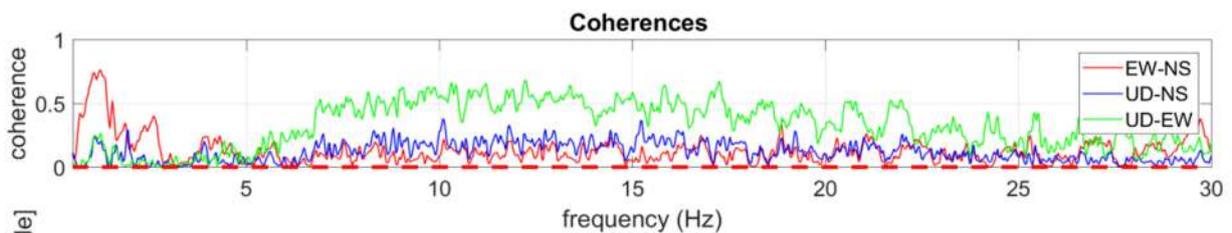
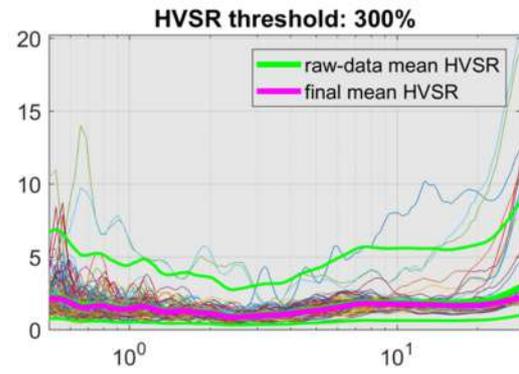
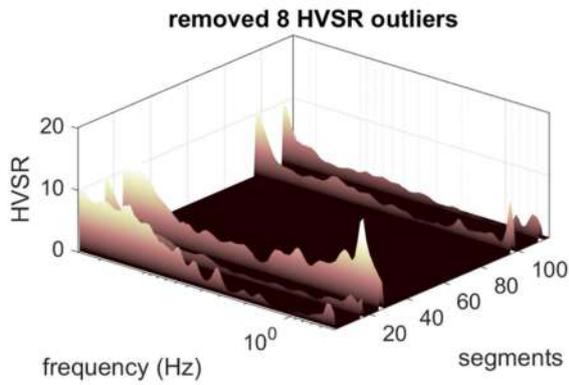
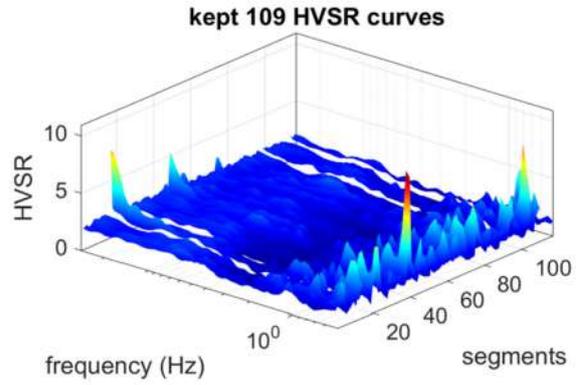
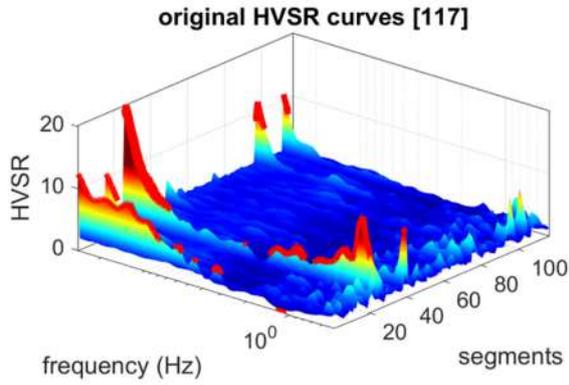
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

HVSR WTG 09





Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSr





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

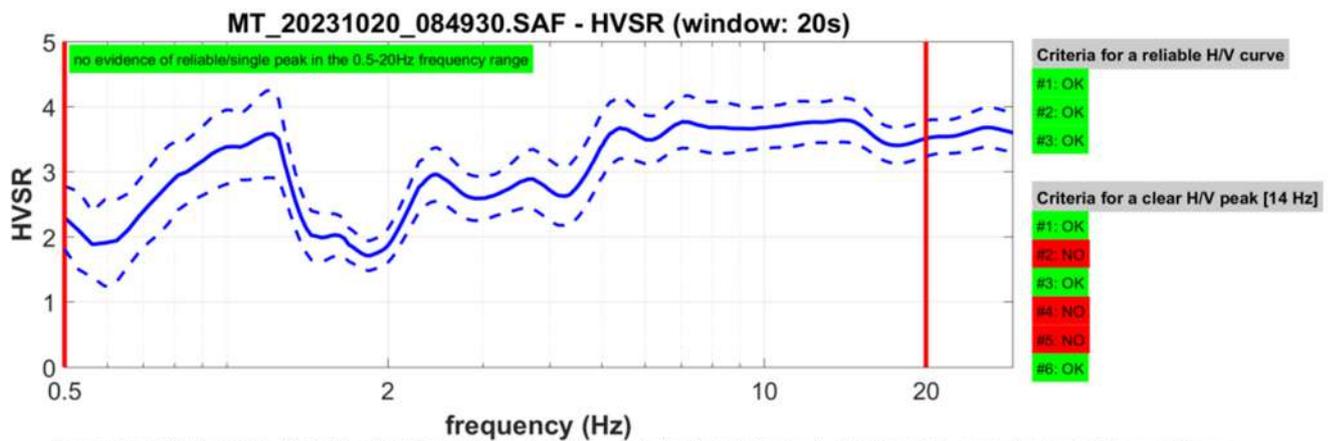
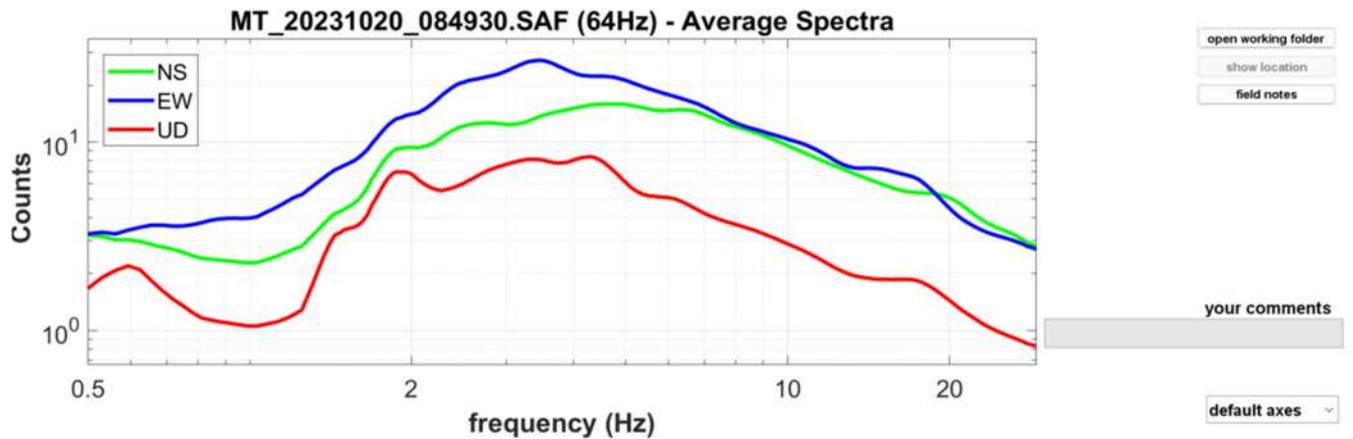
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

HVSR WTG 12

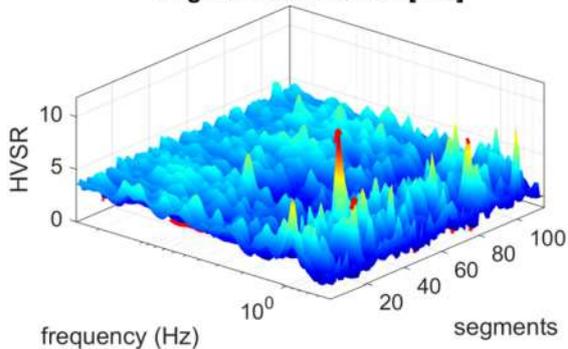


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

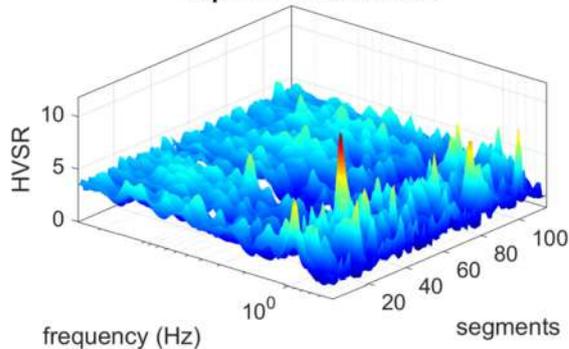


Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSr

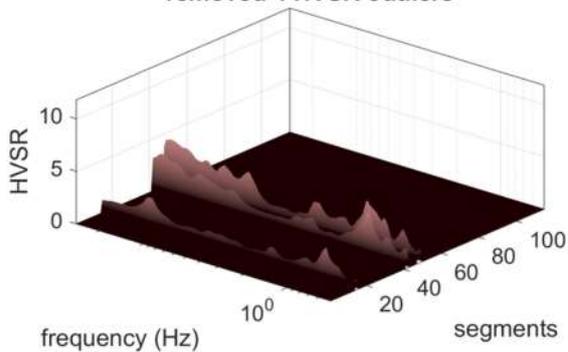
original HVSr curves [115]



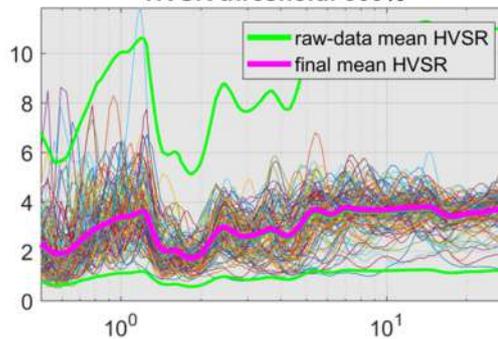
kept 111 HVSr curves



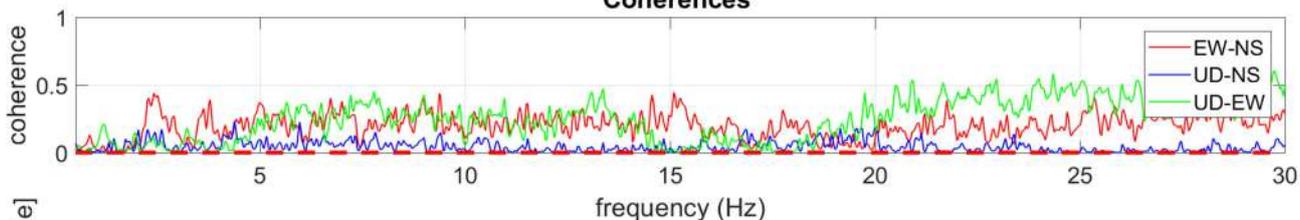
removed 4 HVSr outliers



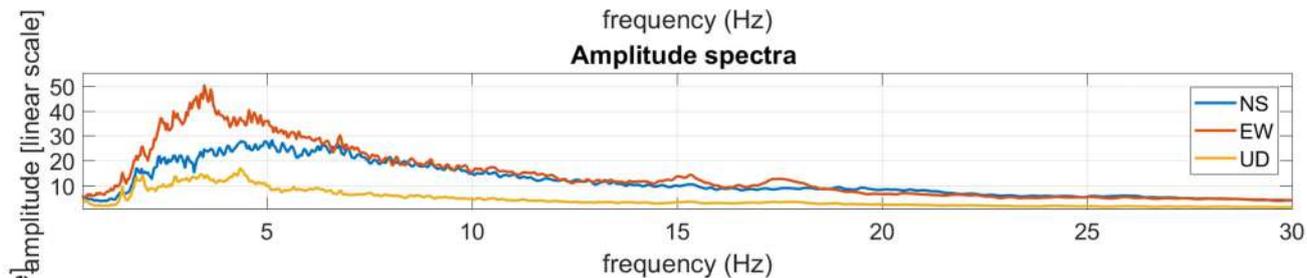
HVSr threshold: 300%



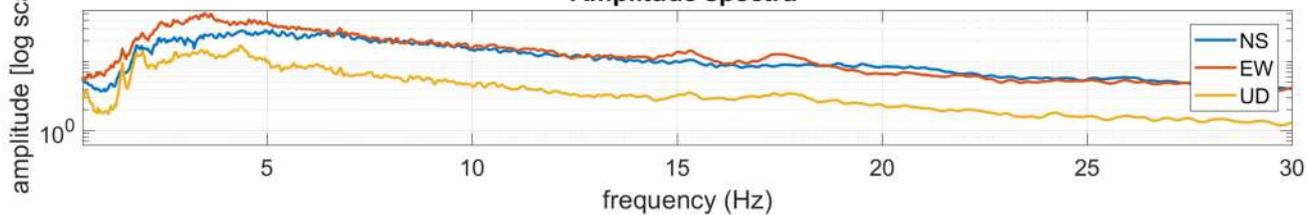
Coherences



Amplitude spectra



Amplitude spectra





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

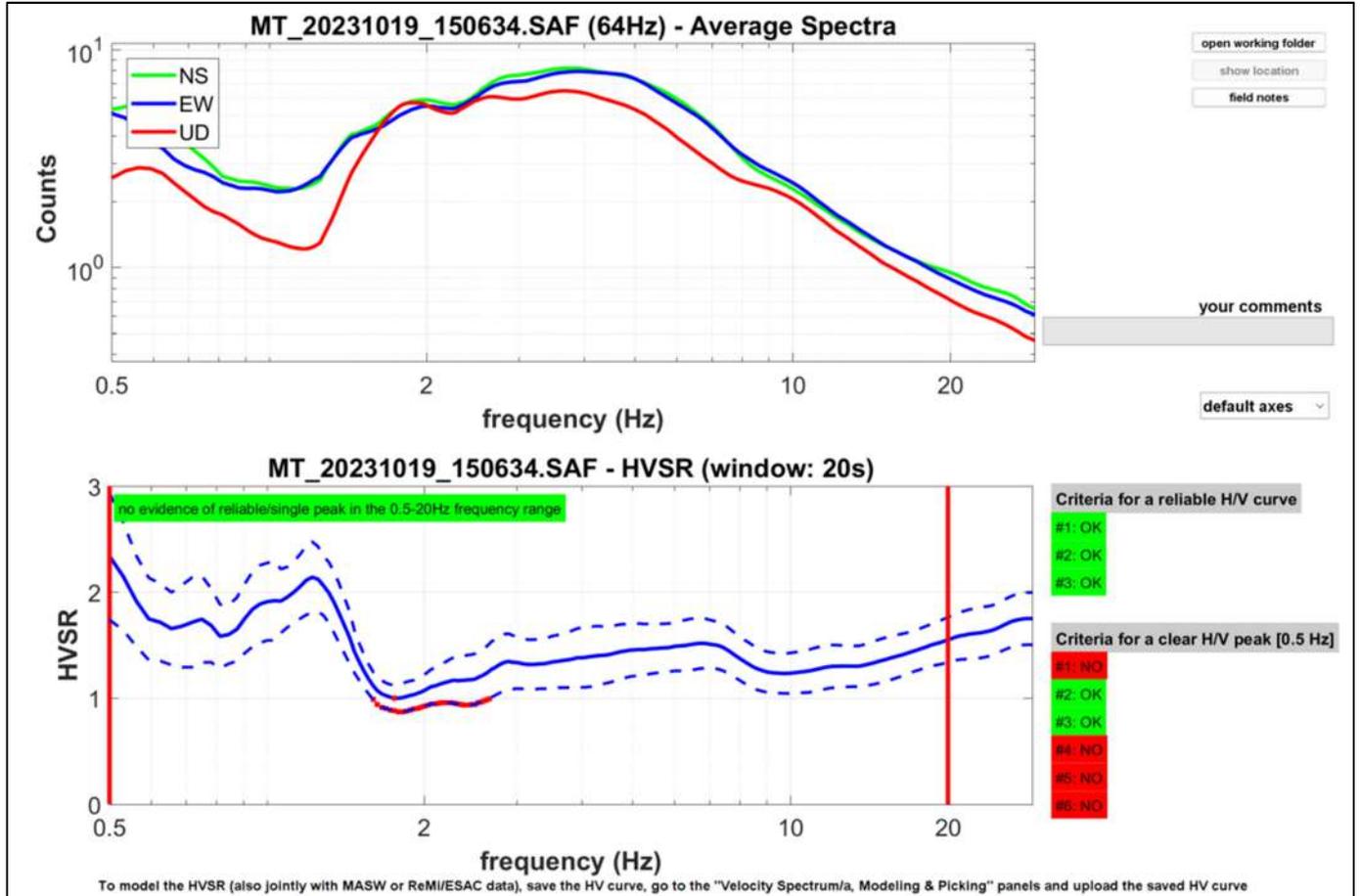
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

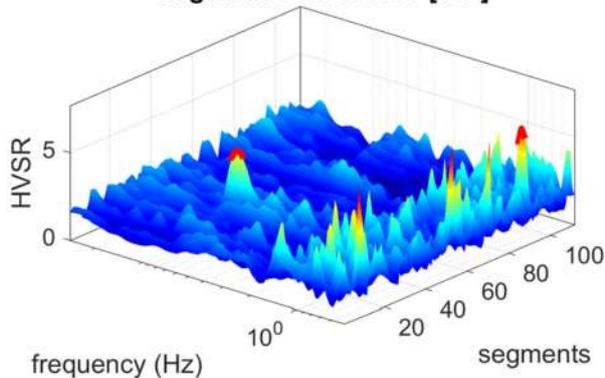
HVSR WTG 13



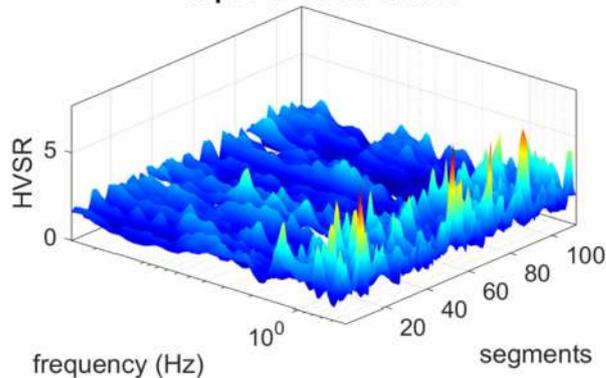


Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

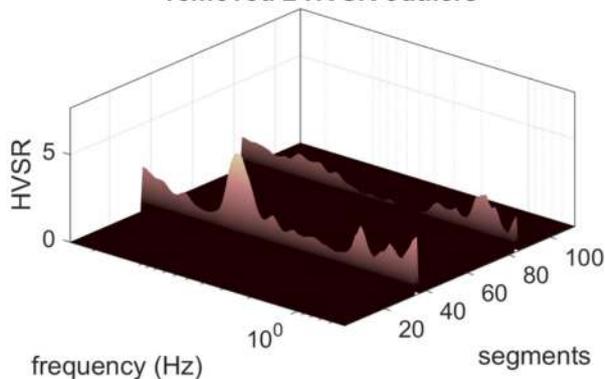
original HVSR curves [112]



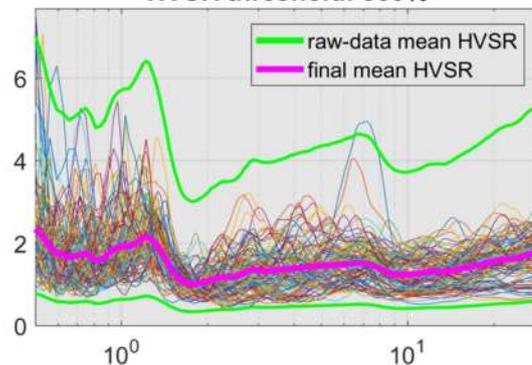
kept 110 HVSR curves



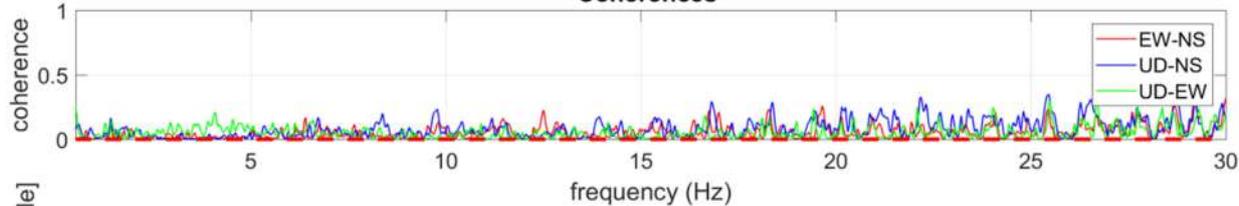
removed 2 HVSR outliers



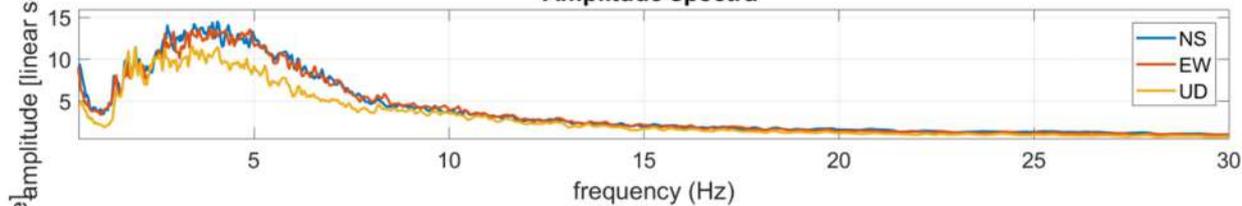
HVSR threshold: 300%



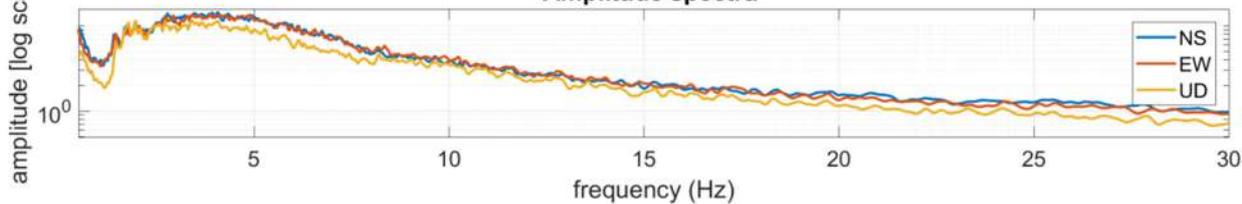
Coherences



Amplitude spectra



Amplitude spectra





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

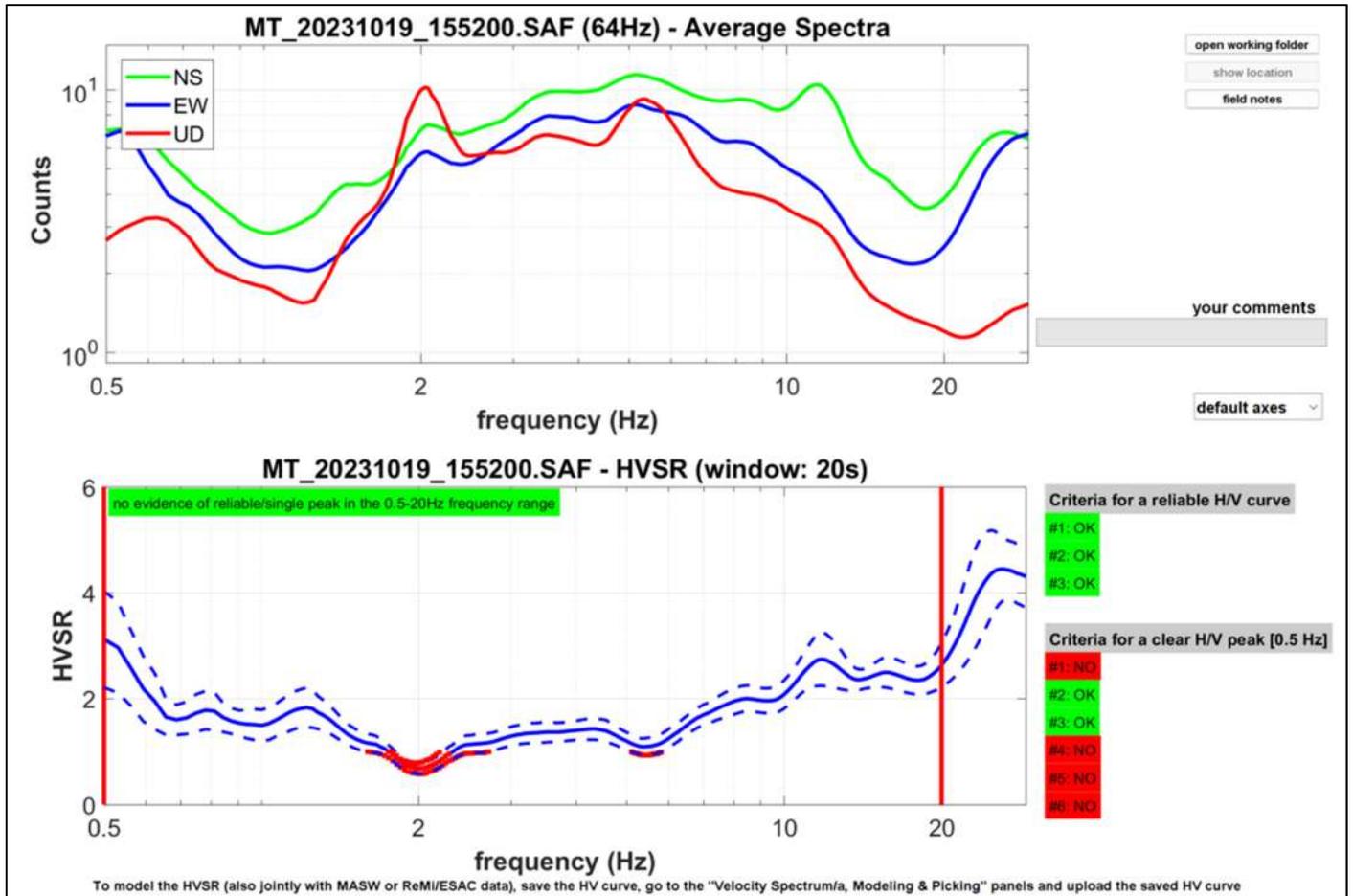
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





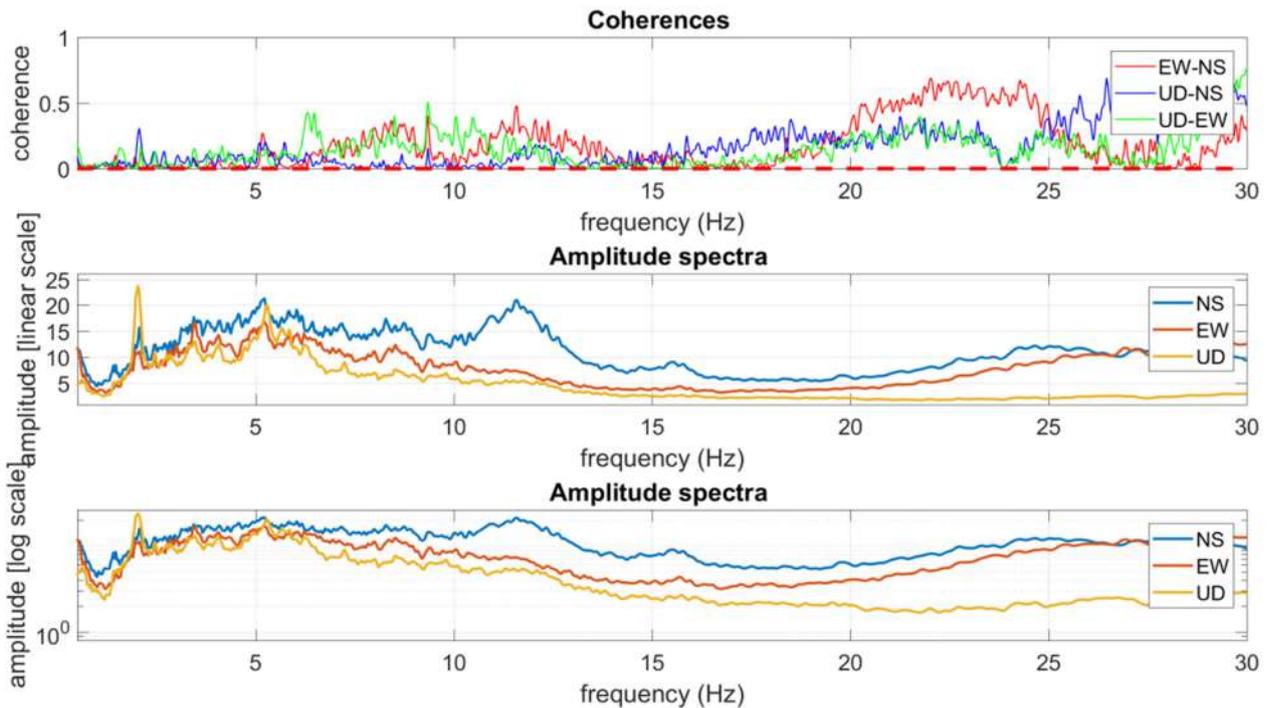
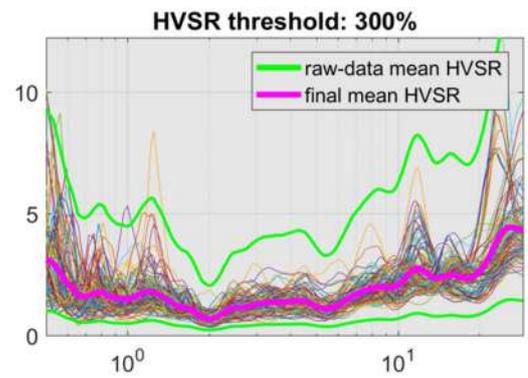
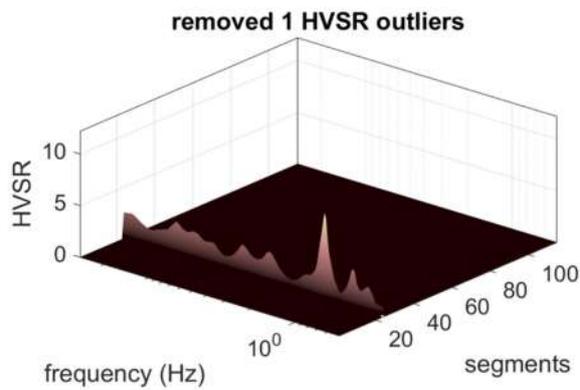
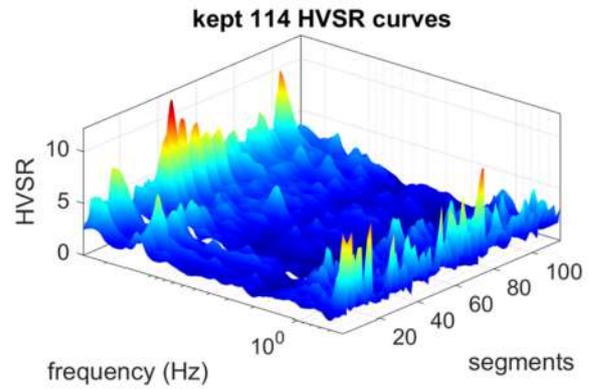
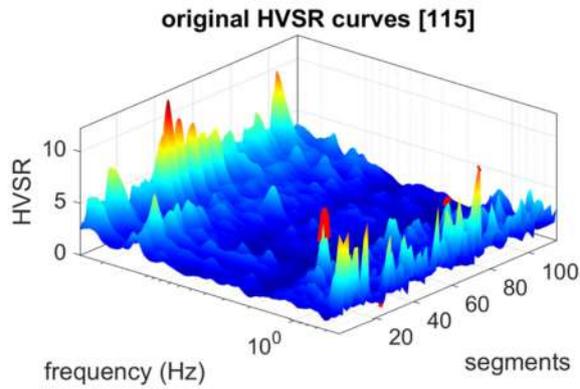
Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

HVSR WTG 14





Committente: AMBIENTE SPA
Località: Chieuti, Serracapriola - FG
Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR





Committente: AMBIENTE SPA

Località: Chieuti, Serracapriola - FG

Oggetto: Indagine geofisica a mezzo di prove sismiche MASW e HVSR

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

