



REGIONE CAMPANIA

Comune di

CARINARO

provincia di CASERTA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - MISSIONE 4 - COMPONENTE 1
ISTRUZIONE E RICERCA INVESTIMENTO 1.1: PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE
DELL'INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA
CUP: H55E22000350006

**NUOVO ASILO NIDO E SERVIZI INTEGRATIVI
IN VIA SALVATORE
PROGETTO ESECUTIVO**

committente: Amministrazione Comunale di Carinaro (CE)

RUP: Ing. Daniele Vetere

RELAZIONE GEOLOGICA

Elaborato

1.9

Visti ed Approvazioni

Il Progettista
Ing. Giovanni Marra

Visto: Responsabile del Procedimento

Maggio 2023

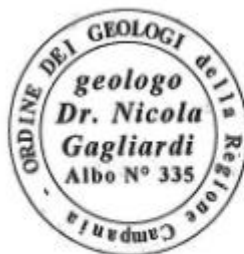
RELAZIONE GEOLOGICA

MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO

MORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO-SISMICO

IL GEOLOGO

Dr. Gagliardi Nicola



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Gagliardi Nicola", written over the right side of the professional stamp.

INDICE :

Relazione geologica (modello geologico-geotecnico- sismico- idrogeologico)

- 1) Premessa
- 2) Campagna indagini geognostiche
- 3) Inquadramento geologico
- 4) Geologia locale
- 5) Inquadramento morfologico
- 6) Idrogeologia
- 7) Successione litostratigrafica locale
- 8) Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo
- 9) Compatibilità assetto idrogeologico
- 10) Caratterizzazione sismica del sito
- 11) Verifica liquefazione durante un sisma
- 12) Conclusioni

ALLEGATI :

Indagini sismiche

- 1) Masw, per la determinazione della frequenza di sito

Indagini geognostiche

- 1) Cartina ubicazioni indagini
- 2) Prove penetrometriche dinamiche DPSH
- 3) Stratigrafia sondaggio



AREA IN OGGETTO

1) PREMESSA

Lo scrivente dr. Gagliardi Nicola , regolarmente iscritto all’Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 335 , ha ricevuto incarico dal Comune di Carinaro , di eseguire uno studio geologico finalizzato alla REALIZZAZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO SCOLASTICO DA DESTINARE AD ASILO NIDO E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA SITUATO NEL COMUNE DI CARINARO -CE- IN VIA SALVATORE AREA EX DEPURATORE .

(nell’ambito del PNRR ID Misura M4C1I1.1 Piano per Asili nido e Scuole dell’Infanzia –finanziato dall’Unione Europea Next Generation EU)

Coordinate geografiche : 40.986505 14.226948

In applicazione alle NTC 2018 , in particolare per quanto riguarda il capitolo

“ indagini ,caratterizzazioni e modellazione geotecnica” art. 59 del DPR n. 380/2001” le indagini in sito sono state eseguite e certificate da IMPRESONDA via Laviano n. 26 Caserta , autorizzata dal Ministero Infrastrutture con Decreto Concessione n. 8998 del 15-6-2011 sett. C .

RIFERIMENTI NORMATIVI

Si precisa che per l’esecuzione dello studio geologico , ci si è attenuti ai seguenti dispositivi legislativi:

- Circolare Ministero LL. PP. 31-10 -1986 (Istruzioni relative alle norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato)
- Ministero dei Lavori Pubblici D.M. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni circolare 24/9/88 n. 30483 Istruzioni Applicative
- Legge regionale Campania n. 9 del 7/1/83
- Agi (Associazione Geotecnica Italiana)

- Eurocodice 7.2 7.3
- D.L. n. 180/1988 (Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico)
- D.M. gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni)
- circolare n. 617 del 2 febbraio 2009
- D.G.R. n. 5447 del 7 novembre 2002 Aggiornamento della classificazione sismica.

Con l'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche, per la conoscenza delle caratteristiche geologiche, sismiche idrogeologiche e geotecniche del sito, sono previste le seguenti fasi di studio:

- A. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito così come specificato nel D.M. 2018 ed, in particolare, nel paragrafo C.6.2.1 della Circ. n. 617 del 2 /02/ 2009
- B. Modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base;
- C. Caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo.

Il programma di lavoro svolto è di seguito illustrato:

- reperimento e consultazione della cartografia tecnico – scientifica esistente;
- rilevamento geologico e morfologico sia areale che di dettaglio per la determinazione della distribuzione superficiale ed in profondità dei vari litotipi e per la ricostruzione dell'assetto tettonico
- Analisi del "Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico ed il rischio frana" edito dalla competente Autorità di Bacino;
- studio della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Quale bibliografia generale si è fatto riferimento :

"Carta Geologica d'Italia" F. 183 e 184 e relative note illustrative ;

"Carta degli scenari di rischio" (piano stralcio per l'assetto idrogeologico);

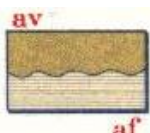
“studi geologici” a corredo degli strumenti urbanistici del Comune di Carinaro.

Lo scopo è stato di caratterizzare dal punto di vista geologico ,geomorfologico stratigrafico , idrogeologico , sismico e geotecnico , i terreni di sedime del sito in esame , si riferisce su :

- Campagna indagini geognostiche , e di sismica
- Inquadramento geologico e morfologico
- Schema circolazione idrica , Idrogeologia
- Successione litostratigrafica locale
- Caratterizzazione geotecnica
- Caratterizzazione sismica del sito
- Valutazione della liquefazione dei terreni durante un sisma



Carta geologica scala 1:100.000 foglio 183-184



Prodotti piroclastici dei Flegrei e ceneri vesuviane d'età storica (av).
Lapilli chiari non differenziati, depositi piroclastici e loro suoli nella pianura circumflegrea (af), ricoprenti generalmente la formazione (p).

2) *CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE*

Il programma di indagini geognostiche ha previsto :

n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo

n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti del tipo DPSH,

n. 4 prove SPT per poter caratterizzare dal punto di vista geotecnico la formazione tufitica e le
sabbie vulcaniche cineritiche color grigio nerastro

n. 1 prospezione sismica masw con profondità indagine di 30 mt

Si rimanda alle schede sinottiche allegate per una migliore visualizzazione dei risultati .

3) *INQUADRAMENTO GEOLOGICO*

L'area investigata, in cartografia ufficiale, è parte del Foglio n. 183-184 (Napoli –Ischia) della Carta Geologica d'Italia, nella quale è individuabile nel margine orientale della piana Campana , in posizione marginale , in quanto i vari centri eruttivi si trovano a sud ovest degli abitati di Giugliano , Marano , Villaricca

Il territorio dei Campi Flegrei risulta costituito da depositi prevalentemente vulcanici piroclastici , prodotti dal sistema magmatico flegreo e solo in piccola parte di depositi continentali (colluvio-alluvionali) e marini . In forma subordinata si ritrovano alternati depositi piroclastici legati al Vesuvio.

Le piroclastiti includono sia depositi da caduta , che depositi di vari tipi di flusso piroclastico e furono emessi in ingenti quantità ed in piu' riprese , come in precedenza detto sia dall'apparato vulcanico del complesso dei Campi Flegrei , sia in parte minore dal Vesuvio .

Depositi di mare basso e di spiaggia possono ritrovarsi a varie altezze stratigrafiche. Questi generalmente sono presenti nel sottosuolo delle pianure prossime alla linea di costa , ma a volte sono dislocati a varie altezze per effetto delle deformazioni indotte dall'attività vulcano-tettonica.

Il substrato roccioso si trova a profondità notevoli (oltre i 3000 mt) ed è costituito da depositi carbonatici analoghi in senso lato a quelli affioranti nella penisola Sorrentina .

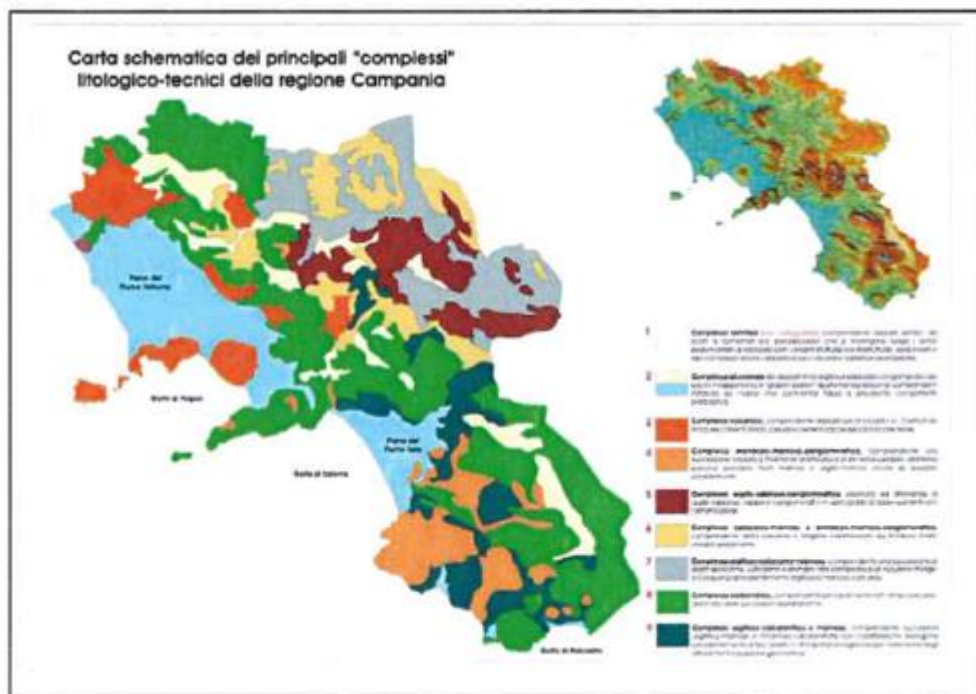
I primi episodi di vulcanismo e quindi associati a prodotti piroclastici , sono databili a 40.000 anni fa e sono attribuibili all'apparato vulcanico Somma-Vesuvio . Successivamente i depositi di vulcaniti e dei sedimenti marini sono stati ricoperti dall'ignimbrite Campana (Barberi e al.) eruttata dai Campi Flegrei circa 37.000 anni fa .

Questo determino' la quasi completa emersione della Piana Campana (Di Vito e al.) .

La successione stratigrafica dei prodotti piroclastici provenienti dai Campi Flegrei che si incontrano nell'area , ha avuto genesi in piu' episodi eruttivi , essenzialmente riconducibili a quattro periodi principali .

Tali piroclastiti si sono andate a deporre in ambiente marittimo o comunque lacustre e talora anche subaereo , le coltri piroclastiche si sono inoltre depositate , seguendo le correnti e i venti predominanti al momento delle eruzioni stesse .

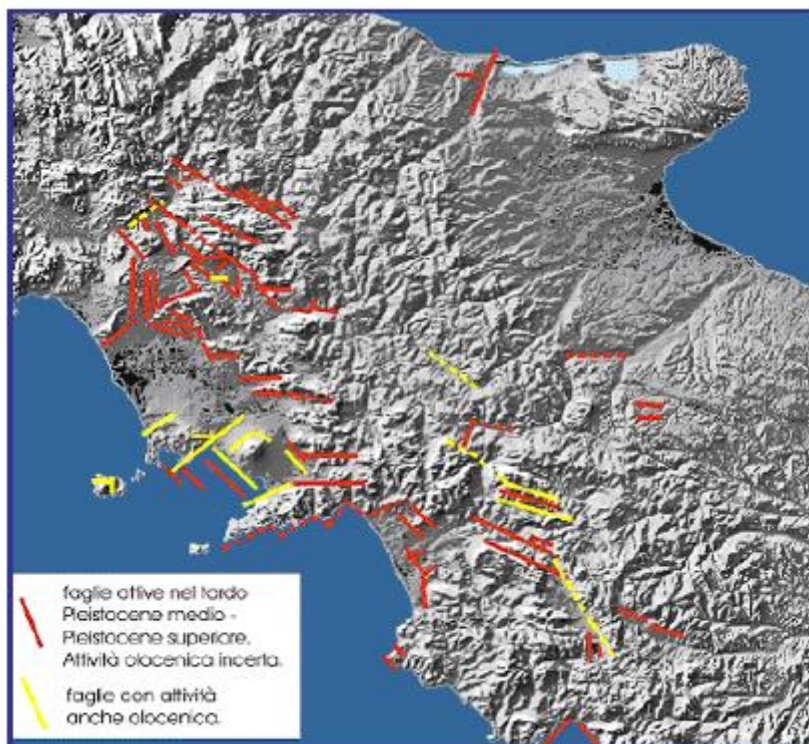
Detto quadro deposizionale ha comportato sia la presenza e la differenziazione delle piroclastiti in piu' unità e formazioni (tufo napoletano ,pozzolane , cineriti ,ecc..) sia la possibilità e la presenza di localizzati o relativamente diffusi depositi lacustri tipo torbe , o comunque intervalli di vario spessore con notevole presenza di materiale organico .



Schema geologico della piana Campana

Tale piana una delle piu' estese dell'Italia meridionale rappresenta un enorme graben delimitato a nord dal Roccamonfina e dal monte Massico ,a nord est dai monti Tifatini a sud ovest dai complessi vulcanici dei campi flegrei e del Somma Vesuvio , ad ovest dal mare .

Il graben si è impostato nel pliocene superiore sui terreni carbonatici del mesozoico , che durante il quaternario furono smembrati e ribassati a gradinata verso il centro della piana (fino a 3.000-4.000 mt) a seguito degli intensi fenomeni tettonici distensivi successivi alla surrezione della catena appenninica .



Carta delle faglie dell'Appennino Meridionale

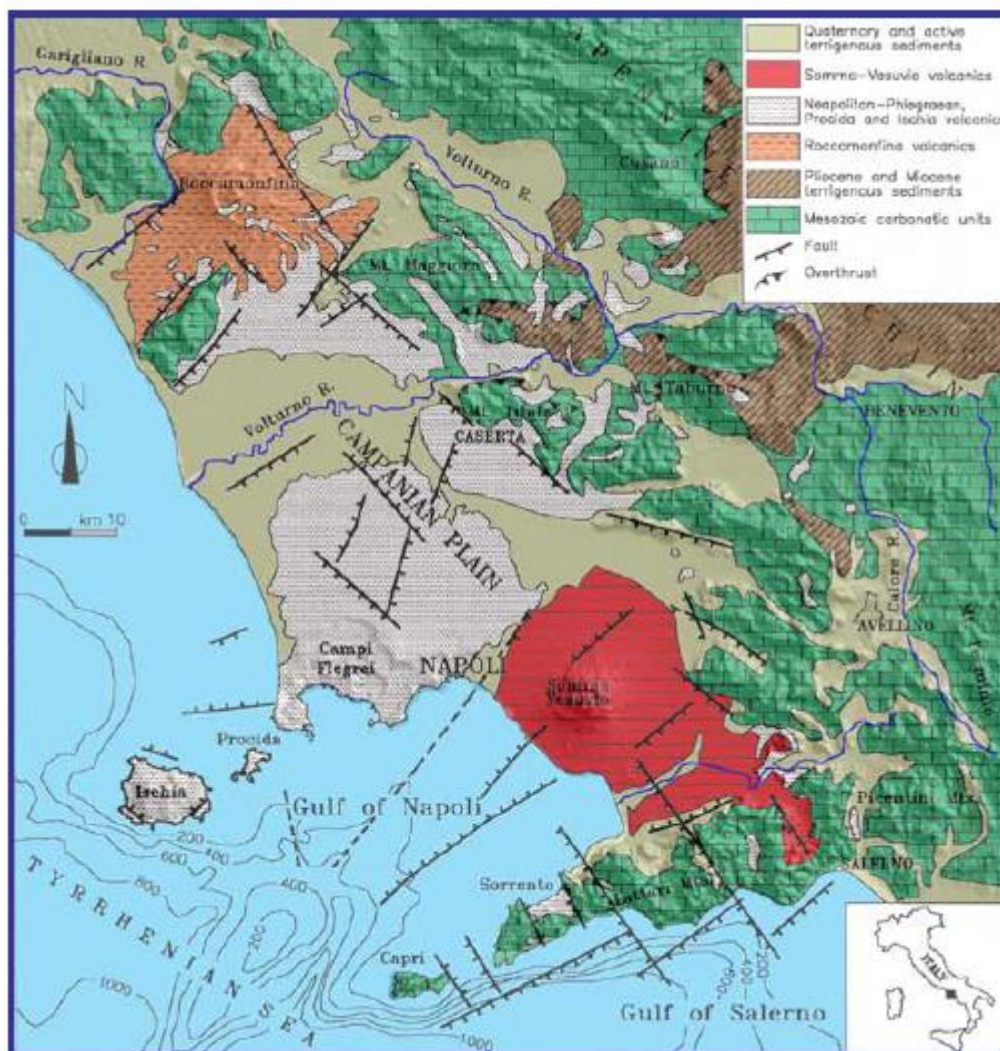
Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto lo sprofondamento ,sono evidenti ai margini della piana e marcano i rilievi carbonatici secondo direttrici con orientamento Nord Ovest Sud Est .

La tettonica di tipo distensivo ha comportato sia lo sprofondamento del substrato roccioso carbonatico sia in contemporaneo o successivo istaurarsi di numerosi ed importanti centri vulcanici :

(Roccamonfina , complesso Flegreo , e Somma Vesuvio) .

Questi caratterizzano tutta la fascia costiera Tirrenica italiana , partendo dalla Toscana e scendendo verso sud , sino alla penisola Sorrentina .

Nella piana Campana , i ribassamenti variano (come accennato) ,dai circa 3000 mt della sua posizione settentrionale , la piana del Volturno , ai circa 1500 mt di quella meridionale , la piana del Sarno .



Carta geologica strutturale

Lungo questi allineamenti strutturali ,riconosciuti anche in profondità nel settore centrale dell'area esaminata ,si è impostato il vulcanismo potassico della "Provincia Romana" (vulcano di Roccamonfina) e della "Provincia Campana" (Campi Flegrei e Somma Vesuvio), responsabile della formazione delle potenti coltre piroclastiche che hanno riempito la depressione strutturale .

I terreni vulcanici ,litotipi piu' rappresentativi dell'area investigata , sono costituiti da vari termini della "ignimbrite Campana" . L'emissione del materiale era accompagnata da fuoriuscita di notevoli quantità di gas ,che avvolgevano le piroclastiti in una guaina di volatili ,tale condizione ha dotato i materiali di notevole mobilità conferendo loro l'aspetto di una nube ardente .

Evidentemente le aree piu' distanti dai centri di emissione sono state raggiunte solo dai materiali piu' fini a causa della diminuita forza di trasporto del gas .

Questa formazione affiora prevalentemente nell'area di piana ed è ascrivibile al primo periodo dell'attività vulcanica flegrea . Per quanto attiene alle sue caratteristiche fisiche , è considerata una piroclastite da flusso di natura trachitica fonolitica e la sua origine è messa in relazione a meccanismi di tipo fessurale lungo fratture di entità regionale secondo modalità che prescindono un edificio vulcanico .

La variazione di facies laterale è evidenziata dalla presenza di un tufo grigio scarsamente cementato . Generalmente la formazione completa di tutti i suoi termini affiora nella zona pedemontana , dove gli spessori della coltre sono maggiori .

4) *GEOLOGIA LOCALE*

Il territorio , da un punto di vista geologico , appartiene unicamente alla facies piroclastica associabile alla fase ignimbratica trachi-fonolitica della pianura Casertana.

Al di sotto delle coperture , l'esordio spetta ad una piroclastite pozzolanica associabile al secondo dei periodi di emissione flegrea , di età tardo pleistocenica .

Tale strato è interrotto da livelli di pochi decimetri costituiti da piccole pomice e lapilli chiari , totalmente la deposizione pozzolanica ammonta in spessore a non piu di 4-5 mt .

Al di sotto si rinviene uno strato tufaceo da giallastro a grigio , si passa al litotipo che caratterizza il substrato fino ad elevatissime profondità ,trattasi della deposizione dei prodotti piroclastici ascrivibili al cosiddetto primo periodo di emissione flegrea .

Diversa dalla precedente per età e provenienza , (apparato di Roccamonfina) la massa presenta un colore policromo ,costituita da cineriti frammiste a scorie nerastre aventi dimensioni medie grosse e ad altri inclusi pomicei e lapillei .

Inizialmente la facies esplica tali termini nella loro forma sciolta poichè scarso è l'apporto diagenetico sui processi di litificazione , la giacitura si presenta in un'unica bancata, e caotica è la disposizione degli inclusi pomicei scoriacei e lapillei .

Gradualmente con l'aumentare della profondità ,le cineriti assumono una colorazione grigio violaceo con tonalità piu' o meno scure .

Tali depositi analoghi per chimismo ai precedenti , rappresentano l'evoluzione in termini sedimentari della massa che ,a quella profondità ,per aumento della tensione litostatica ,ma anche per processi autometamorfosanti in via di compimento ,consentono il progressivo raggiungimento delle condizioni di liticità tipiche del locale tufo grigio campano .

In esso la componente vetrosa sempre abbondante , ha originato per alterazione ,leganti mineralogici capaci di rendere tenace la massa che presenta a questo punto ,la struttura eutaxitica nella quale gli inclusi sono disposti in modo non piu' causale ma sono isoorientati ad indicare tipicamente l'esistenza del tufo .

5) INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico , il territorio del Comune di Carinaro ricade nella Piana Campana a nord est la Pianura è delimitata dai monti calcareo dolomitici , secondo un allineamento SE-NO , inoltre è presente una zona di alture collinari , formate da sedimenti terrigeni del miocene , che a sud si

appoggiano ai rilievi mesozoici e verso nord si estendono attraverso il Volturno fino ai piedi dei versanti del Matese . Altri allineamenti morfologici sono rappresentati dalla pianura circumflegrea , la pianura valliva del medio Volturno e l'edificio vulcanico di Roccamonfina .

L'attuale assetto morfologico dell'area in studio , risulta ereditato dalle fasi tettoniche che hanno agito nel passato , esso è praticamente pianeggiante , le deboli pendenze non consentono l'istaurarsi di fenomeni gravitativi .

Lungo le aree che delimitano la zona d'interesse non sono stati riscontrati segni di instabilità o di erosione .

6) IDROGEOLOGIA

Nel settore della Piana Campana che comprende l'area in studio è presente il secondo corso d'acqua dell'intera piana dopo il fiume Volturno , oggi rappresentato dal canale di bonifica dei Regi Lagni , (anticamente fiume Clanio che discendendo di Avella sfociava nell'attuale Lago Patria) .

Circa 5.000 anni fa la Piana Campana è stata interessata da una lunga fase di impaludamento persistendo fino alla bonifica , alla quale si deve tra l'altro la realizzazione del canale artificiale . A questa fase di impaludamento si deve la presente nell'area adiacente il corso del canale di depositi fluvio palustri rappresentata da una alternanza di sedimenti limosi-argillosi , lenti di torba , sedimenti sabbiosi , piroclastiti rimaneggiate .

Il sottosuolo della piana è sede di una importante falda idrica . L'acquifero principale è rappresentato dai depositi sedimentari o piroclastici sciolti con granulometria da media a media grossolana sottostanti l'ignimbrite campana .

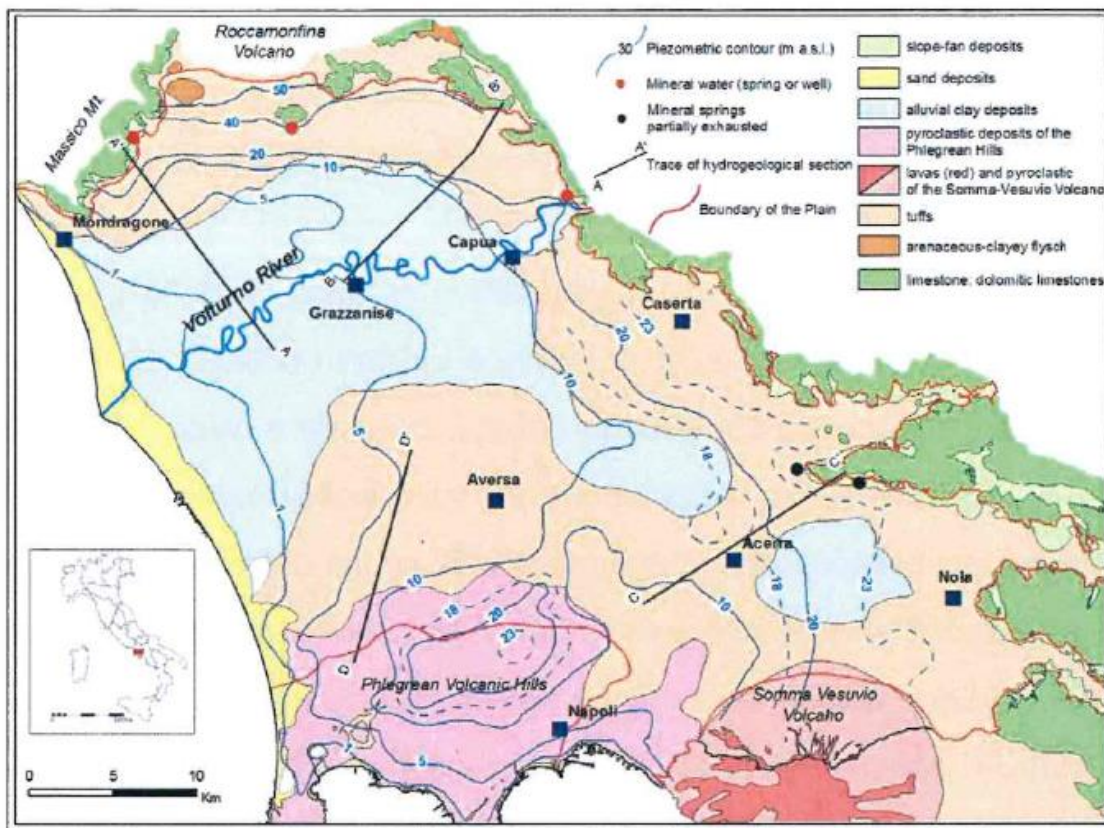


Fig. 3 - Carta idrogeologica della Piana Campana (da Ducci, 2007).

Quest'ultima in funzione dello spessore e delle caratteristiche strutturali e tessiturali, grado di litificazione granulometria, presenza e concentrazione di scorie ecc., svolge la funzione di corpo confinante o semiconfinante.

La base dell'acquifero principale si trova a profondità elevate. Al di sopra di questi livelli poco permeabili sono talora presenti spessori ridotti di materiali sciolti, anch'essi sede di falde di tipo freatiche di importanza minore, l'alimentazione e quindi la ricarica è legata agli apporti meteorici, laddove non sussistono condizioni di confinamento, a travasi sotterranei con origine nei rilievi carbonatici o vulcanici che delimitano la piana, ed a fenomeni di filtrazione da acquiferi più superficiali.

Gli apporti per travasi sotterranei nella piana campana, sono stimati nell'ordine di 70 milioni di metri cubi anno, la trasmissività media dell'acquifero principale è di circa $10 \text{ (elevato alla -2) } \text{mq/sec}$.

La falda idrica nel settore della piana in studio presenta un deflusso generale verso ovest-nord ovest , ossia verso il mar Tirreno , che ne rappresenta il recapito e risulta influenzata .

Fenomeni di intenso sfruttamento locale possono determinare deflussi anomali della falda .

Nell'area del territorio di Carinaro in special modo nel sito di intervento , il pelo libero della falda varia ad una profondità di circa -10,00 mt dal p.c. .

L'acquifero è dotato di una discreta protezione naturale dall'inquinamento , attese le profondità della falda e la permeabilità dei terreni piroclastici , che in funzione della presenza di livelli sabbiosi-limosi risulta a tratti medio bassa .

L'area in esame fa parte del bacino idrografico della media valle del Volturno .La rete idrografica è assente. La circolazione idrica sotterranea è alimentata dal flusso idrico che si muove dalle propaggini degli appennini verso il mare .

Il complesso piroclastico che affiora nell'area in studio e che si trova a contatto con il complesso carbonatico , globalmente svolge un'azione tamponante nei confronti di quest'ultimo , tuttavia la presenza di strati sabbiosi , di notevoli dimensioni , da luogo al deflusso di cospicue quantità di acqua dalla falda in rete che vanno ad aumentare le falde che si rinvergono nella piana .

L'acquifero principale è rappresentato da depositi sedimentari o piroclastici sciolti con granulometria da media a grossolana , sottostanti all'ignimbrite campana ,quest'ultima in funzione dello spessore e delle caratteristiche tessiturali e strutturali (grado di litificazione , granulometria, presenza e concentrazione di scorie ecc) svolge la funzione di corpo confinante e semiconfinante .

L'acquifero si può considerare come un unico corpo idrico circolante in rami anastomizzanti, Dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere due grandi complessi :

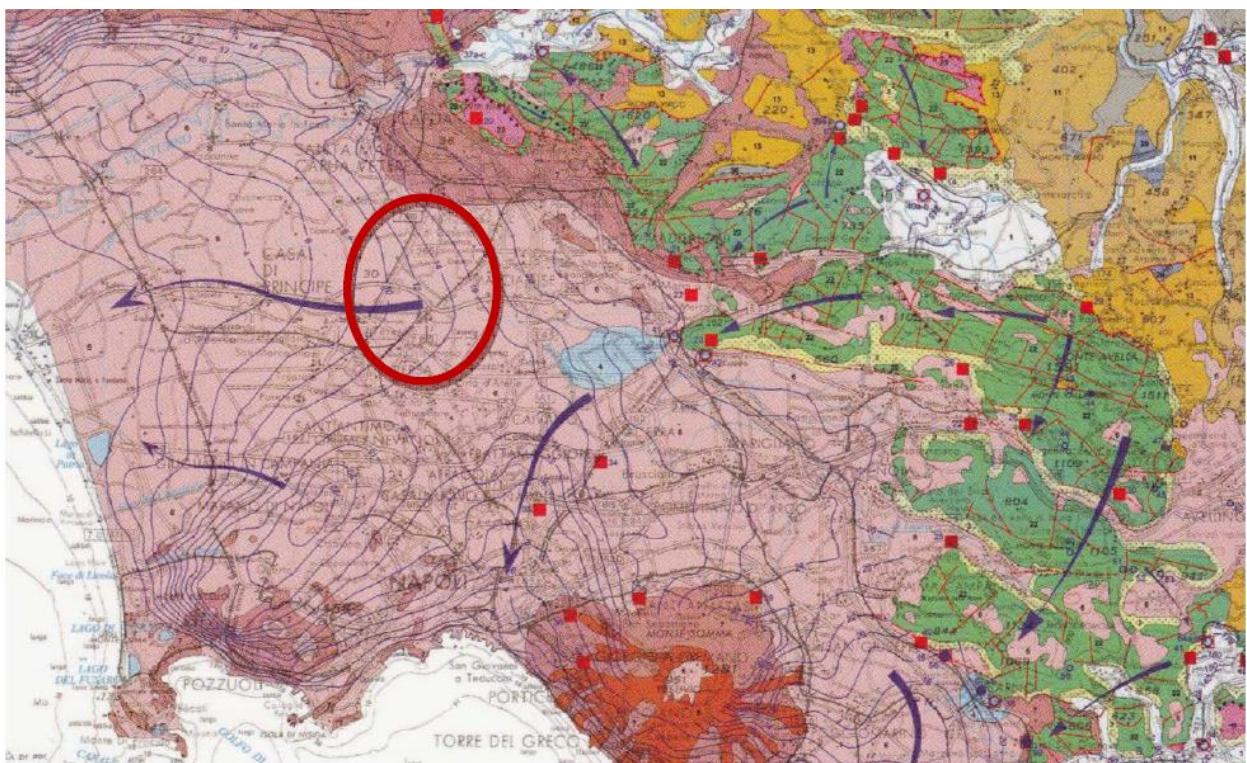
- 1) Complesso calcareo dolomitico , è caratterizzato da un alto grado di permeabilità per fratturazione o per carsismo interessato da una circolazione idrica sotterranea

- 2) Complesso dei materiali piroclastici , piu' rappresentativo dell'area in studio , raggruppa terreni che hanno in comune l'origine vulcanico-detritico e il grado di permeabilità relativo è generalmente basso tranne che per qualche livello , peraltro discontinuo .

La complessità e la disomogeneità strutturali di questo ultimo complesso idrogeologico genera , a grande scala una serie di piccole falde sovrapposte con rapporti di intersambio dovuti principalmente a fenomeni di drenanza , alle caratteristiche litologiche dei sedimenti e ai rapporti esistenti tra i vari litotipi .

Nell'area in studio per le caratteristiche locali del complesso ignimbrico , la falda assume carattere confinato , è naturalmente suscettibile di variazioni per apporti meteorici stagionale (fattore di ricarica) e forti depauperamenti per emungimenti di carattere antropico .

La climatologia ,assegna al territorio d'indagine , un regime pluviometrico di tipo Appenninico ,in cui il periodo piovoso è concentrato nelle stagioni autunno inverno , e le piogge acquistano i massimi valori di frequenza e portata , nei mesi di novembre e dicembre . Nella carta delle precipitazioni medie annue , tale zona ricade interamente tra le isoiete 900 – 1000 mm/anno .



Carta idrogeologica dell'Italia meridionale; cerchiata in rosso l'area di Carinara (da Celico et alii, 2005).

7) LITOSTRATIGRAFIA LOCALE

La litostratigrafia locale è stata ricostruita mediante le indagini geognostiche in sito.

Escludendo la copertura antropizzata, può essere ricondotta ad un modello a quattro strati.

- 1) Piroclastiti limo-sabbiose color bruno ocre, ricche di pomice e lapilli, di modesta consistenza, presente fino a circa 3,40 mt dal p.c., la caratterizzazione geotecnica è avvenuta tramite le prove penetrometriche e può essere così rappresentata:

peso specifico $\gamma = 15,57$, coesione $C = 0,10$ angolo attrito 24°

- 2) Piroclastiti sabbiose color ocre, con scorie e pomice, di modesta consistenza, presenti da 3,40 a 4,60 mt dal p.c., la caratterizzazione geotecnica è avvenuta tramite le prove penetrometriche e può essere così rappresentata:

peso specifico $\gamma = 16,21$, coesione $C = 0,00$ angolo attrito $28,5^\circ$

- 3) Tufiti addensate da color giallastro a grigio nerastre, da 4,60 a 10,00 mt

Le caratteristiche geotecniche della tufite, sono discrete, si presenta addensata ricca di scorie e inclusi vulcanici, con a tratti livelli sabbiosi grossolani, presenta le seguenti caratteristiche: peso volume = $17,71 \text{ KN/mc}$,

- 4) Sabbie vulcaniche color grigio nerastro con inclusi scoriacei, addensate e compatte, a tratti si rinvencono livelli cineritici (cinerazzo) a grana fine. Sono presenti da circa 10,00 mt dal p.c. fino a profondità investigata, tuttavia da dati bibliografici e di letteratura tale formazione dura per diverse decine e decine di metri in profondità.

Si evincono i seguenti valori: peso unità volume KN/mc $18,33$, coesione $0,00$
angolo di attrito 31° .

La stratigrafia individuata è la seguente :

0,00 - 1,30 copertura antropizzata

1,30 - 3,40 piroclastiti limo sabbiose color bruno con inclusi pomicei e lapillei

3,40 - 4,60 piroclastiti sabbiose color ocre con scorie e pomici

4,60 - 10,00 tufiti addensate da color giallastro a grigio nerastro ,con livelli sabbiosi grossolani

10,00 - 30,0 sabbie vulcaniche addensate color grigio ,a tratti livelli cineritici a grana fine

PROVE S P T (standard Penetration Test)

Quota 3,50 – 3,95 n. colpi 2 – 3 – 4

Quota 6,50 – 6,95 n. colpi 18 – 20 – 20

Quota 8,00 – 8,45 n. colpi 19 – 20 – 21

Quota 12,0 – 12,45 n. colpi 18 – 19 – 19

8)CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

PIROCLASTITE LIMOSE (1° strato)

Angolo di attrito : 24°

Coesione : C = 0,10

Peso volume $\gamma = 15,57 \text{ KN/mc}$

Modulo edometrico = 16,4 kg/cmq

PIROCLASTITE SABBIOSE (2° strato)

Angolo di attrito : $28,5^\circ$

Coesione : $C = 0,00$

Peso volume $\gamma = 16,21 \text{ kN/mc}$

Modulo edometrico = 51 kg/cm^2

TUFITI ADDENSATE (3° strato)

Angolo di attrito : 33°

Peso volume $\gamma = 17,71 \text{ kN/mc}$

Coesione = $C = 0,70$

Modulo edometrico = 127 kg/cm^2

SABBIE CINERITICHE COLOR GRIGIASTRO (4° strato)

Angolo di attrito : 31°

Coesione : $C = 0,00$

Peso volume $\gamma = 18,33 \text{ kN/mc}$

Modulo edometrico = 120 kg/cm^2

9) COMPATIBILITA' CON IL PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Comune di Carinaro ricade nell'ambito di competenza già' (Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania) , ora incorporata nell'Autorità di Bacino Regionale del Sarno , dotata di Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato con Delibera n. 384 del Comitato istituzionale del 29/11/2010

La cartografia del P.A.I. si suddivide in :

- Rischio e pericolosità da frana
- Rischio e pericolosità idraulica
- Rischio finalizzato alle azioni di Protezione Civile

I Piani di Assetto Idrogeologico e i Piani Stralcio sono finalizzati a garantire un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali , il recupero degli ambiti idraulici e del sistema delle acque , la programmazione dell'uso del suolo ai fini della difesa , della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni .

Il Piano è costituito dai seguenti elaborati tecnico mnormativi : Norme di attuazione , Relazione Generale , Relazioni Tecniche , Relazione metodologica , suscettibilità all'innesco , al transito e invasione per frane .

Sistema di early-warning per la mitigazione del rischio , quaderno delle opere tipo , programma degli interventi prioritari e dai seguenti elaborati grafici : rischio e pericolosità da frana , rischio e pericolosità idraulica , rischio finalizzato alle azioni di protezione civile .

Come attestato dalla Cartografia del P.S.A.I. e confermato anche dalla tav. G1 all. 7 e 8 "Rischio componente suolo rischio Frana" e "componenti suolo di rischio idraulico" che riprende appunto la cartografia dell'Autorità di Bacino , il sito ricade in un'area la quale non è soggetta a rischio idrogeologico , in quanto ricade al di fuori di aree soggette a pericolosità da frana e idraulica .

Sul sito , non sono stati riconosciuti fenomeni riferibili a colate di fango ne a fenomeni di instabilità gravitazionale nell'intera area , ne sono segnalati fenomeni di invasione di acque di scolo ne sono stati riconosciuti alluvionamenti dell'area , non sono stati rinvenuti detriti o fanghiglie nelle zone circostanti .

Si puo' escludere visto la morfologia pianeggiante, che l'area d'intervento possa essere invasa da materiale proveniente da monte .

In definitiva non sussistono ne sono state precedentemente segnalate condizioni di rischio , cosi' come riportato dal PSAI dell'Autorità di Bacino .

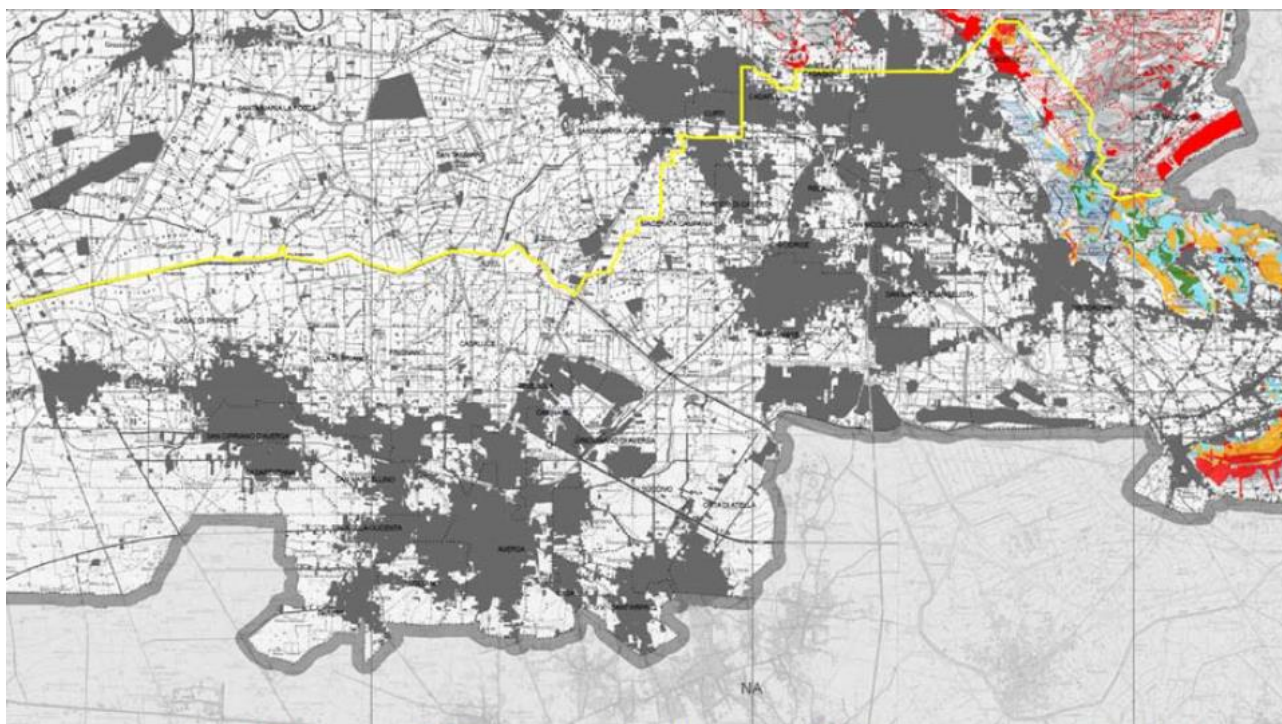


Fig.8.1 – Carta PAI Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania - Carta Rischio frana

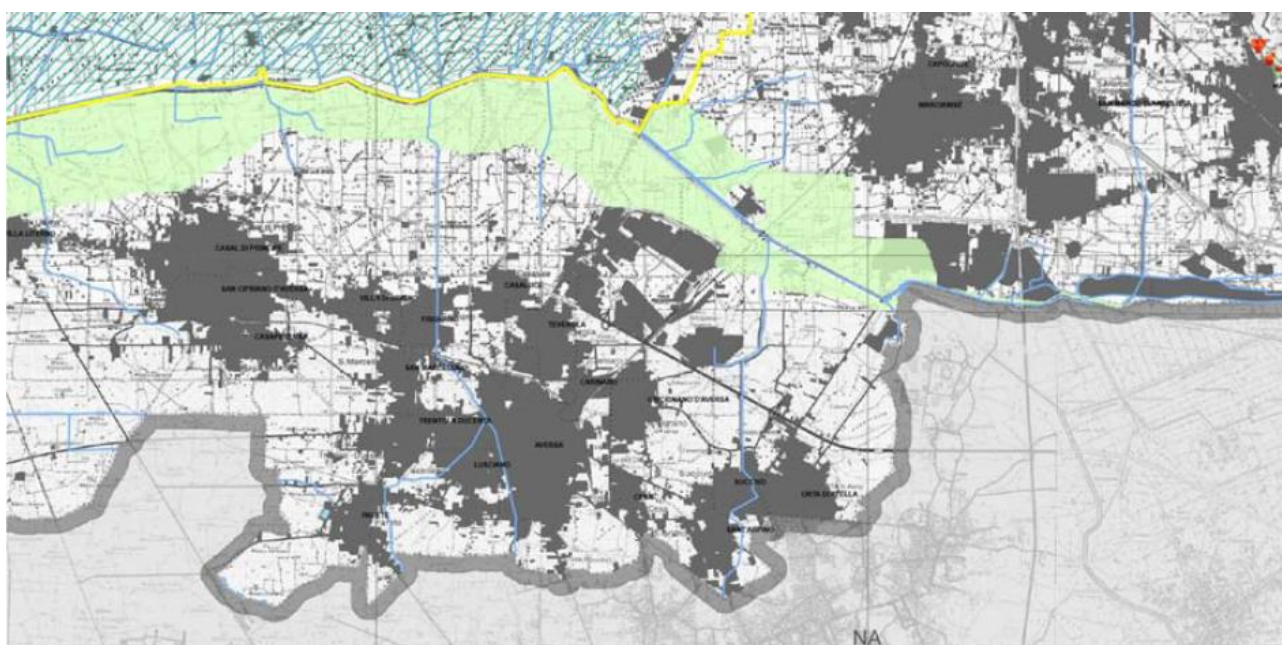


Fig.8.2 – Carta PAI Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania - Carta Rischio idraulico

10) MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

In base alla classificazione delle aree sismiche della Regione Campania (D.G.R. n. 5447 del 7/11/2002) il territorio Comunale di Carinaro (CE) è compreso in zona sismica 2 , a media sismicità (S9 secondo la precedente Normativa).

L'accelerazione massima di riferimento , per il sito oggetto di studio raggiunge valori massimi di PGA pari a 0,25 g .

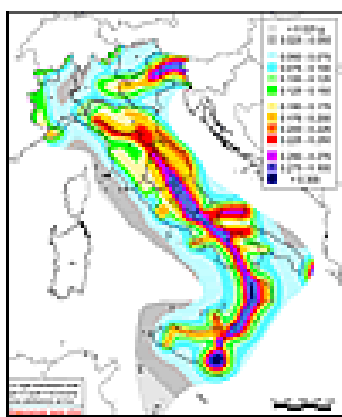


figura INGV – Zone Sismiche

– Calcolo della Vs30 e determinazione della categoria topografica

Le nuove disposizioni vigenti in materia sismica (D.M. Infrastrutture del 17/01/2018) prevedono la definizione di microzone nell'ambito dei territori comunali.

Le microzone sono aree omogenee definite in base ai valori delle Vs30, calcolati come media ponderale della velocità delle onde sismiche per i primi 30 m di profondità nel sottosuolo. Al valore del Vs equiv. viene associata una categoria di suolo entro sette diverse.

Per la valutazione della Vs equiv. nel sito di intervento è stata eseguita una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. con sismometro disposto secondo la direzione E -W e che ha restituito un profilo verticale della Vs in funzione della profondità fino a – 30m dal piano campagna.

Il valore della Vs30 ottenuto:

$$V_s \text{ equiv.} = 325 \text{ m/s}$$

Consente di collocare il sito di progetto nella categoria di suolo di fondazione “ **C**”

La normativa prevede anche la classificazione topografica del sito e l'introduzione di un coefficiente di amplificazione topografica **ST** per tenere conto degli effetti indotti da una morfologia non pianeggiante. Per configurazioni superficiali semplici, come nel caso in esame, si possono utilizzare dei valori di riferimento in funzione delle caratteristiche geomorfologiche locali:

<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>	<i>St</i>
<i>T1</i>	<i>Superficie pianeggiante, pendii isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>	<i>1.0</i>
<i>T2</i>	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>	<i>1.2</i>
<i>T3</i>	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>	<i>1.2</i>
<i>T4</i>	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>	<i>1.4</i>

Per il caso in esame può fare riferimento alla categoria **T1** alla quale corrisponde **St = 1.0**

11) VALUTAZIONE LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DURANTE UN SISMA

La liquefazione può essere una delle principali cause di danno delle opere geotecniche , e quindi anche delle opere di fondazione di manufatti .

Il potenziale di liquefazione dipende da tre fattori : caratteri del moto sismico ,ampiezza, frequenza e durata e natura dei terreni . Attesa la scarsità di evidenze ben documentate di fenomeni di liquefazione in Italia e in particolare in Campania , le metodologie operative per la determinazione del potenziale di liquefazione dei terreni ,derivano da esperienze maturate in ambiti geologici diversi da quello italiano .

Alcuni metodi mettono in relazione la distanza epicentrale con la magnitudo (o momento sismico dell'evento) o con metodi basati su base geomorfologica .

Fattore importante per l'esclusione ,nel caso di studio , è la tipologia dei materiali presenti in affioramento che ne fanno escludere la possibilità .Come riportato nel DM NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5
- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 8.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 8.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

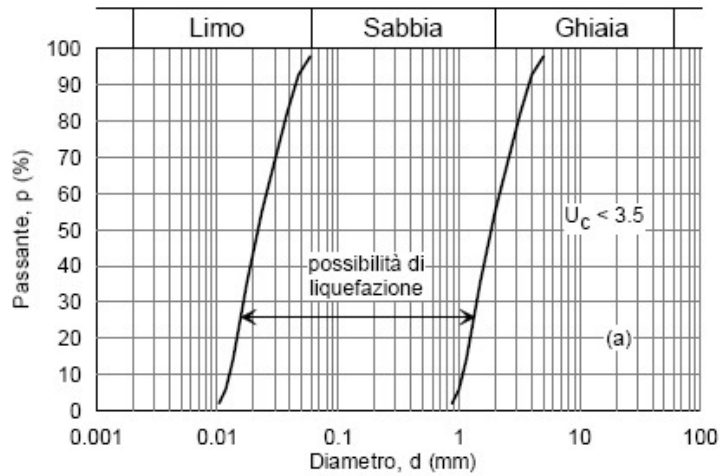


Figura 8.11.1(a) DM 2018

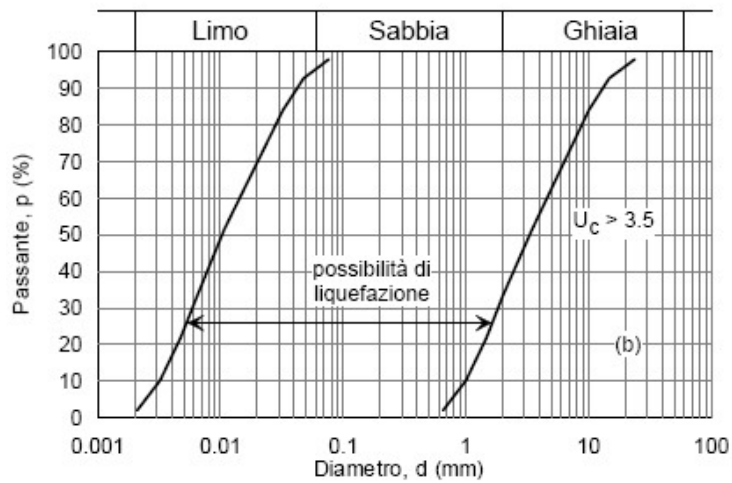


Figura 8.11.1(b) DM 2018

Nel caso specifico la verifica a liquefazione non viene omessa, in quanto la falda idrica è presente a circa - 10.00 m dal p.c.

Per quanto riguarda il calcolo geotecnico teso a valutare la suscettibilità alla mobilità ciclica (fenomeno della liquefazione) dei terreni (sabbie, sabbie limose) presenti nel sottosuolo dell'area che potrebbero influenzare la stabilità delle fondazioni della struttura si è operato con un metodo, quello di Seed e Idriss, empirico e semplificato teso alla suddetta valutazione sugli strati di terreno interessato fino a profondità di 30 m. Da tale calcolo, che tiene conto delle caratteristiche geotecniche delle sabbie e sabbie limose riportate presenti negli strati del sottosuolo dell'area in esame e della magnitudo massima di 7.5e accelerazione $a_g = 0.25$

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Metodo empirico di Seed e Idriss

Versione semplificata proposta dal GNDT-CNR

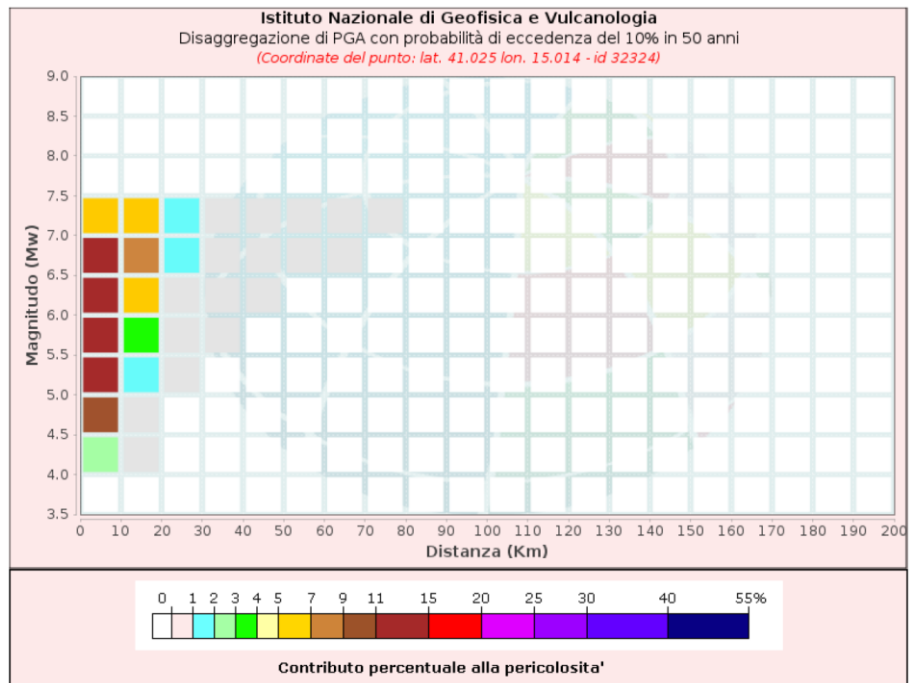
Relazione per il calcolo di FI:

$$FI = \frac{t/s'o}{rd/s'o} = \frac{0,26 * (0.16 * Na^{0.5} + (0.21 * Na^{0.5})^{14})}{0,65 * A/g * so/s'o * (1 - 0.01z)}$$

Profondità falda dal p.c. metri

10,00

è risultato che gli strati non sono liquefacibili.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	2.6700	9.5300	13.0000	14.5000	13.7000	11.0000	5.7500	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0037	0.3220	1.5600	3.6000	5.7700	7.3700	5.3200	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.2370	0.9340	1.9100	1.4800	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.1120	0.4910	0.4670	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.1090	0.1590	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0132	0.0513	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0114	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 6.05 ; distanza = 8.47 ; epsilon = 0.748

12) CONCLUSIONI

Sulla base degli elementi acquisiti e descritti ,è possibile trarre le seguenti valutazioni :

le caratteristiche geologiche ,stratigrafiche ,geotecniche, geomorfologiche idrogeologiche ,sismiche dell'area in studio , sono compatibili con l'opera in progetto .

L'assetto stratigrafico del sottosuolo dell'area investigata è costituito da un termine litologico in continuità stratigrafica e giaciturale.

Il contesto geomorfologico entro il quale ricade l'area di interesse non risulta penalizzato da situazioni di instabilità, né ricade in aree di "attenzione" così come risulta dalla carta degli scenari di rischio della competente Autorità di Bacino.

Gode di un sufficiente grado di stabilità che consente l'uso per quanto in progetto.

La determinazione della V_{sequiv} consente di porre il sito entro la categoria di "suolo di fondazione "C" $V_{s,eq}$ 325/ms in accordo con i dati litostratigrafici, riguardo la categ. topografica, le locali condizioni, si può fare riferimento alla T1 a cui corrisponde $St = 1.0$.

Durante la fase delle perforazioni non è stata rilevata presenza di cavità , vuoti o anomalie all'interno del sottosuolo , pertanto si rileva continuità litologica .

Le indagini hanno confermato l'omogeneità geologica stratigrafica per l'intera area .

Un discreto piano fondazionale è situato a circa -4,60 mt dall'attuale piano campagna .



UBICAZIONI PROVE

Sondaggio geognostico : ■

Prove DPSH : ●

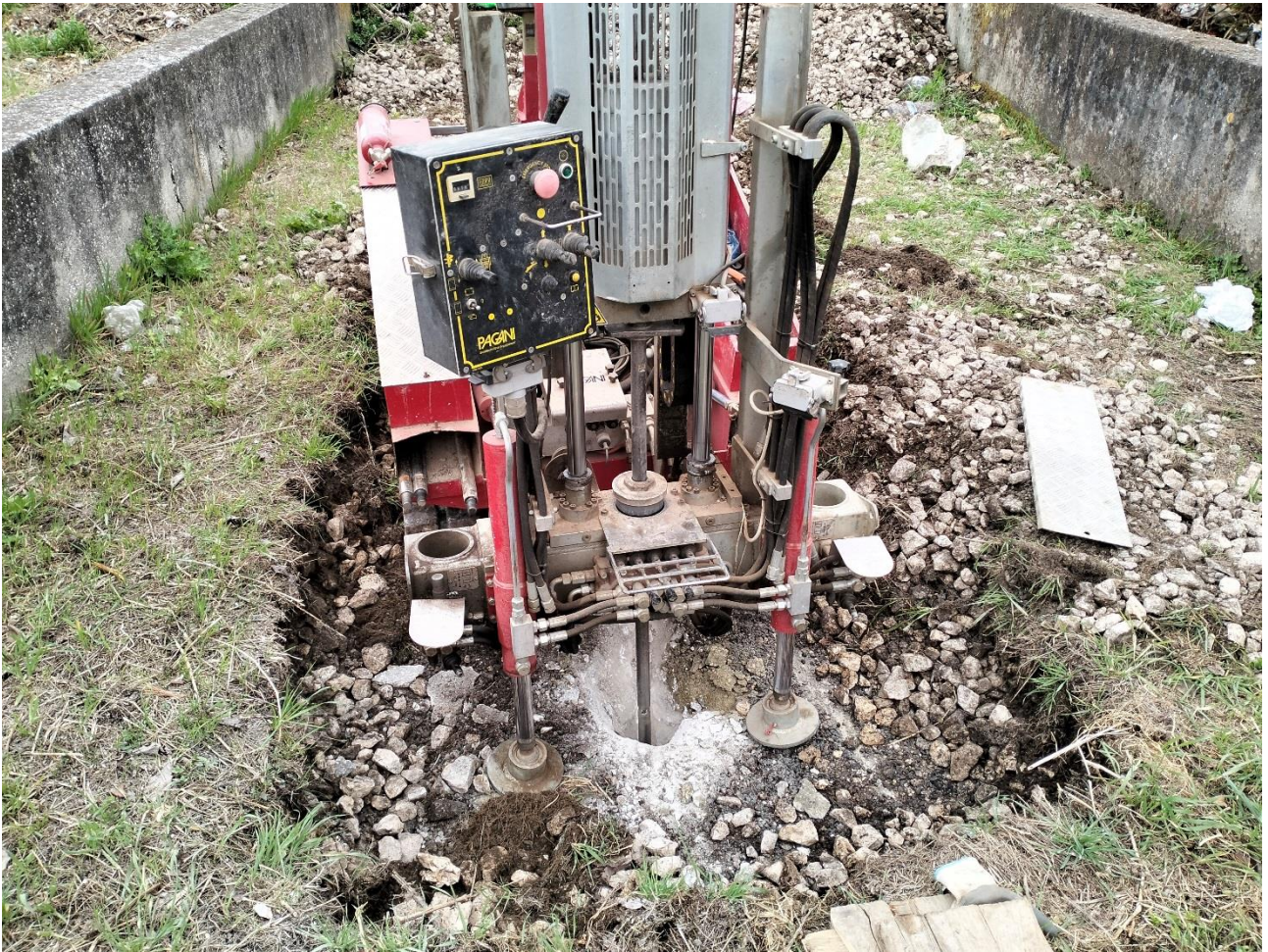
Sismica masw : —













PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

1

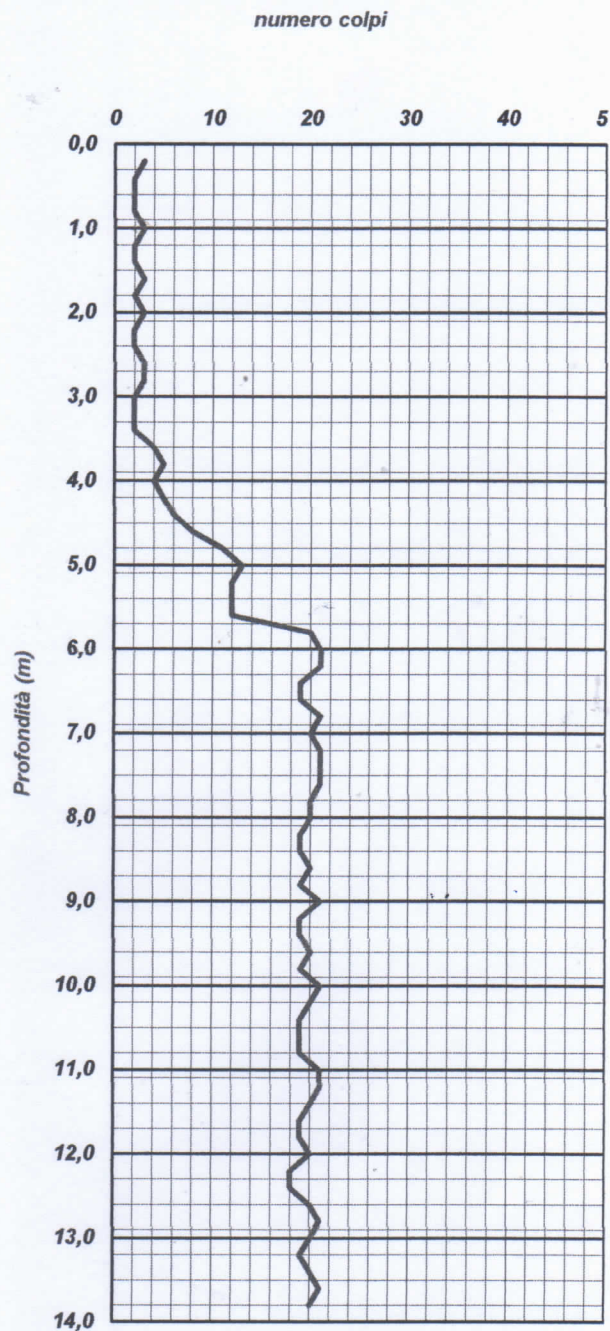
COMMITTENTE COMUNE CARINARO

LOCALITA': Nuovo Asilo nido nel Comune di Carinaro via Salvatore

DATA ESECUZIONE PROVA: 10/05/2023

DATA EMISSIONE CERTIFICATO: 12/05/2023

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,80	19				
0,20	3	9,00	21				
0,40	2	9,20	19				
0,60	2	9,40	19				
0,80	2	9,60	20				
1,00	3	9,80	19				
1,20	2	10,00	21				
1,40	2	10,20	20				
1,60	3	10,40	19				
1,80	2	10,60	19				
2,00	3	10,80	19				
2,20	2	11,00	21				
2,40	2	11,20	21				
2,60	3	11,40	20				
2,80	3	11,60	19				
3,00	2	11,80	19				
3,20	2	12,00	20				
3,40	2	12,20	18				
3,60	4	12,40	18				
3,80	5	12,60	20				
4,00	4	12,80	21				
4,20	5	13,00	20				
4,40	6	13,20	19				
4,60	8	13,40	20				
4,80	11	13,60	21				
5,00	13	13,80	20				
5,20	12	14,00					
5,40	12	14,20					
5,60	12	14,40					
5,80	20	14,60					
6,00	21	14,80					
6,20	21	15,00					
6,40	19	15,20					
6,60	19	15,40					
6,80	21	15,60					
7,00	20	15,80					
7,20	21	16,00					
7,40	21	16,20					
7,60	21	16,40					
7,80	20	16,60					
8,00	20	16,80					
8,20	19	17,00					
8,40	19	17,20					
8,60	20	17,40					



Prof. = profondità dal piano campagna (m)
num. Colpi = numero colpi

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

1

COMMITTENTE:	COMUNE CARINARO				
LOCALITA':	Nuovo Asilo nido nel Comunedì Carinaro via Salvatore				
DATA ESECUZIONE PROVA:	10/05/2023		DATA EMISSIONE CERTIFICATO:	12/05/2023	

Prof.	num. Colpi	Φ	Cu	Eed	D.R.	Prof.	num. Colpi	Φ	Cu	Eed	D.R.	Prof.	num. Colpi	Φ	Cu	Eed	D.R.
0,20	3	25,155	0,00	21,3	42,63	10,60	19	31,559	0,00	134,9	60,489	21,00	0	#NUM!	0,00	0	0
0,40	2	23,607	0,00	14,2	34,157	10,80	19	31,548	0,00	134,9	60,097	21,20	0	#NUM!	0,00	0	0
0,60	2	23,596	0,00	14,2	33,541	11,00	21	31,916	0,00	149,1	62,776	21,40	0	#NUM!	0,00	0	0
0,80	2	23,585	0,00	14,2	32,958	11,20	21	31,862	0,00	149,1	60,961	21,60	0	#NUM!	0,00	0	0
1,00	3	25,112	0,00	21,3	39,686	11,40	20	31,665	0,00	142	59,114	21,80	0	#NUM!	0,00	0	0
1,20	2	23,564	0,00	14,2	31,877	11,60	19	31,458	0,00	134,9	57,255	22,00	0	#NUM!	0,00	0	0
1,40	2	23,554	0,00	14,2	31,375	11,80	19	31,446	0,00	134,9	56,9	22,20	0	#NUM!	0,00	0	0
1,60	3	25,08	0,00	21,3	37,839	12,00	20	31,628	0,00	142	58,021	22,40	0	#NUM!	0,00	0	0
1,80	2	23,532	0,00	14,2	30,438	12,20	18	31,217	0,00	127,8	54,71	22,60	0	#NUM!	0,00	0	0
2,00	3	25,059	0,00	21,3	36,742	12,40	18	31,205	0,00	127,8	54,383	22,80	0	#NUM!	0,00	0	0
2,20	2	23,511	0,00	14,2	29,58	12,60	20	31,592	0,00	142	56,986	23,00	0	#NUM!	0,00	0	0
2,40	2	23,5	0,00	14,2	29,178	12,80	21	31,765	0,00	149,1	58,052	23,20	0	#NUM!	0,00	0	0
2,60	3	25,027	0,00	21,3	35,262	13,00	20	31,568	0,00	142	56,326	23,40	0	#NUM!	0,00	0	0
2,80	3	25,016	0,00	21,3	34,807	13,20	19	31,361	0,00	134,9	54,587	23,60	0	#NUM!	0,00	0	0
3,00	2	23,468	0,00	14,2	28,062	13,40	20	31,543	0,00	142	55,689	23,80	0	#NUM!	0,00	0	0
3,20	2	23,458	0,00	14,2	27,718	13,60	21	31,716	0,00	149,1	56,746	24,00	0	#NUM!	0,00	0	0
3,40	2	23,447	0,00	14,2	27,386	13,80	20	31,519	0,00	142	55,073	24,20	0	#NUM!	0,00	0	0
3,60	4	26,064	0,00	28,4	38,277	14,00	0	#NUM!	0,00	0	0	24,40	0	#NUM!	0,00	0	0
3,80	5	26,9	0,00	35,5	42,306	14,20	0	#NUM!	0,00	0	0	24,60	0	#NUM!	0,00	0	0
4,00	4	26,043	0,00	28,4	37,417	14,40	0	#NUM!	0,00	0	0	24,80	0	#NUM!	0,00	0	0
4,20	5	26,879	0,00	35,5	41,376	14,60	0	#NUM!	0,00	0	0	25,00	0	#NUM!	0,00	0	0
4,40	6	27,559	0,00	42,6	44,84	14,80	0	#NUM!	0,00	0	0	25,20	0	#NUM!	0,00	0	0
4,60	8	28,622	0,00	56,8	50,38	15,00	0	#NUM!	0,00	0	0	25,40	0	#NUM!	0,00	0	0
4,80	11	29,818	0,00	78,1	58,448	15,20	0	#NUM!	0,00	0	0	25,60	0	#NUM!	0,00	0	0
5,00	13	30,44	0,00	92,3	62,879	15,40	0	#NUM!	0,00	0	0	25,80	0	#NUM!	0,00	0	0
5,20	12	30,125	0,00	85,2	59,797	15,60	0	#NUM!	0,00	0	0	26,00	0	#NUM!	0,00	0	0
5,40	12	30,113	0,00	85,2	59,2	15,80	0	#NUM!	0,00	0	0	26,20	0	#NUM!	0,00	0	0
5,60	12	30,102	0,00	85,2	58,621	16,00	0	#NUM!	0,00	0	0	26,40	0	#NUM!	0,00	0	0
5,80	20	32,027	0,00	142	74,952	16,20	0	#NUM!	0,00	0	0	26,60	0	#NUM!	0,00	0	0
6,00	21	32,201	0,00	149,1	76,08	16,40	0	#NUM!	0,00	0	0	26,80	0	#NUM!	0,00	0	0
6,20	21	32,19	0,00	149,1	75,376	16,60	0	#NUM!	0,00	0	0	27,00	0	#NUM!	0,00	0	0
6,40	19	31,799	0,00	134,9	71,046	16,80	0	#NUM!	0,00	0	0	27,20	0	#NUM!	0,00	0	0
6,60	19	31,787	0,00	134,9	70,413	17,00	0	#NUM!	0,00	0	0	27,40	0	#NUM!	0,00	0	0
6,80	21	32,155	0,00	149,1	73,378	17,20	0	#NUM!	0,00	0	0	27,60	0	#NUM!	0,00	0	0
7,00	20	31,959	0,00	142	70,993	17,40	0	#NUM!	0,00	0	0	27,80	0	#NUM!	0,00	0	0
7,20	21	32,133	0,00	149,1	72,13	17,60	0	#NUM!	0,00	0	0	28,00	0	#NUM!	0,00	0	0
7,40	21	32,121	0,00	149,1	71,53	17,80	0	#NUM!	0,00	0	0	28,20	0	#NUM!	0,00	0	0
7,60	21	32,11	0,00	149,1	70,945	18,00	0	#NUM!	0,00	0	0	28,40	0	#NUM!	0,00	0	0
7,80	20	31,913	0,00	142	68,677	18,20	0	#NUM!	0,00	0	0	28,60	0	#NUM!	0,00	0	0
8,00	20	31,902	0,00	142	68,133	18,40	0	#NUM!	0,00	0	0	28,80	0	#NUM!	0,00	0	0
8,20	19	31,696	0,00	134,9	65,89	18,60	0	#NUM!	0,00	0	0	29,00	0	#NUM!	0,00	0	0
8,40	19	31,685	0,00	134,9	65,383	18,80	0	#NUM!	0,00	0	0	29,20	0	#NUM!	0,00	0	0
8,60	20	31,868	0,00	142	66,574	19,00	0	#NUM!	0,00	0	0	29,40	0	#NUM!	0,00	0	0
8,80	19	31,662	0,00	134,9	64,405	19,20	0	#NUM!	0,00	0	0	29,60	0	#NUM!	0,00	0	0
9,00	21	32,03	0,00	149,1	67,213	19,40	0	#NUM!	0,00	0	0	29,80	0	#NUM!	0,00	0	0
9,20	19	31,639	0,00	134,9	63,469	19,60	0	#NUM!	0,00	0	0	30,00	0	#NUM!	0,00	0	0
9,40	19	31,628	0,00	134,9	63,017	19,80	0	#NUM!	0,00	0	0	30,20	0	#NUM!	0,00	0	0
9,60	20	31,811	0,00	142	64,199	20,00	0	#NUM!	0,00	0	0	30,40	0	#NUM!	0,00	0	0
9,80	19	31,605	0,00	134,9	62,139	20,20	0	#NUM!	0,00	0	0	30,60	0	#NUM!	0,00	0	0
10,00	21	31,973	0,00	149,1	64,881	20,40	0	#NUM!	0,00	0	0	30,80	0	#NUM!	0,00	0	0
10,20	20	31,777	0,00	142	62,89	20,60	0	#NUM!	0,00	0	0	31,00	0	#NUM!	0,00	0	0
10,40	19	31,571	0,00	134,9	60,889	20,80	0	#NUM!	0,00	0	0	31,20	0	#NUM!	0,00	0	0

LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

Φ = angolo di attrito (gradi)

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)

Dr = densità relativa (%)

Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

2

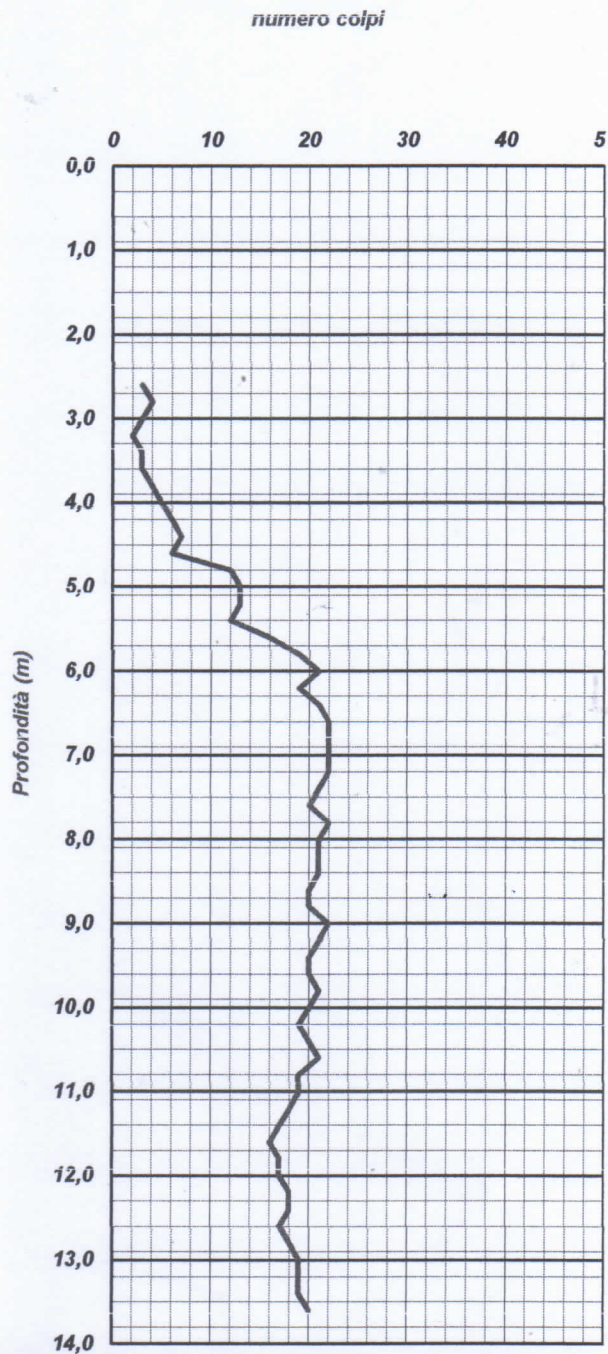
COMMITTENTE COMUNE CARINARO

LOCALITA': Nuovo Asilo Nido in via Salvatore -Carinaro-(prova eseguita nella vasca a partire da - 2,50)

DATA ESECUZIONE PROVA: 10/05/2023

DATA EMISSIONE CERTIFICATO: 12/05/2023

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0,00	8,80	20				
0,20		9,00	22				
0,40		9,20	21				
0,60		9,40	20				
0,80		9,60	20				
1,00		9,80	21				
1,20		10,00	20				
1,40		10,20	19				
1,60		10,40	20				
1,80		10,60	21				
2,00		10,80	19				
2,20		11,00	19				
2,40		11,20	18				
2,60	3	11,40	17				
2,80	4	11,60	16				
3,00	3	11,80	17				
3,20	2	12,00	17				
3,40	3	12,20	18				
3,60	3	12,40	18				
3,80	4	12,60	17				
4,00	5	12,80	18				
4,20	6	13,00	19				
4,40	7	13,20	19				
4,60	6	13,40	19				
4,80	12	13,60	20				
5,00	13	13,80					
5,20	13	14,00					
5,40	12	14,20					
5,60	16	14,40					
5,80	19	14,60					
6,00	21	14,80					
6,20	19	15,00					
6,40	21	15,20					
6,60	22	15,40					
6,80	21	15,60					
7,00	22	15,80					
7,20	22	16,00					
7,40	21	16,20					
7,60	20	16,40					
7,80	22	16,60					
8,00	21	16,80					
8,20	21	17,00					
8,40	20	17,20					
8,60	22	17,40					



Prof. = profondità dal piano campagna (m)
num. Colpi = numero colpi

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

2

COMMITTENTE: COMUNE CARINARO

LOCALITA': Nuovo Asilo Nido in via Salvatore -Carinaro-(prova eseguita nella vasca a partire da - 2,50)

DATA ESECUZIONE PROVA: 10/05/2023

DATA EMISSIONE CERTIFICATO: 12/05/2023

Prof.	num. Colpi	Φ	Cu	Eed	D.R.
0,20	0	#NUM!	0,00	0	0
0,40	0	#NUM!	0,00	0	0
0,60	0	#NUM!	0,00	0	0
0,80	0	#NUM!	0,00	0	0
1,00	0	#NUM!	0,00	0	0
1,20	0	#NUM!	0,00	0	0
1,40	0	#NUM!	0,00	0	0
1,60	0	#NUM!	0,00	0	0
1,80	0	#NUM!	0,00	0	0
2,00	0	#NUM!	0,00	0	0
2,20	0	#NUM!	0,00	0	0
2,40	0	#NUM!	0,00	0	0
2,60	3	25,027	0,00	21,3	35,262
2,80	4	26,107	0,00	28,4	40,192
3,00	3	25,006	0,00	21,3	34,369
3,20	2	23,458	0,00	14,2	27,718
3,40	3	24,984	0,00	21,3	33,541
3,60	3	24,974	0,00	21,3	33,149
3,80	4	26,054	0,00	28,4	37,839
4,00	5	26,889	0,00	35,5	41,833
4,20	6	27,57	0,00	42,6	45,325
4,40	7	28,144	0,00	49,7	48,433
4,60	6	27,531	0,00	42,6	43,63
4,80	12	30,148	0,00	85,2	61,047
5,00	13	30,44	0,00	92,3	62,879
5,20	13	30,428	0,00	92,3	62,239
5,40	12	30,113	0,00	85,2	59,2
5,60	16	31,193	0,00	113,6	67,689
5,80	19	31,833	0,00	134,9	73,054
6,00	21	32,201	0,00	149,1	76,08
6,20	19	31,81	0,00	134,9	71,697
6,40	21	32,178	0,00	149,1	74,692
6,60	22	32,343	0,00	156,2	75,768
6,80	22	32,332	0,00	156,2	75,105
7,00	22	32,32	0,00	156,2	74,458
7,20	22	32,309	0,00	156,2	73,828
7,40	21	32,121	0,00	149,1	71,53
7,60	20	31,925	0,00	142	69,235
7,80	22	32,275	0,00	156,2	72,029
8,00	21	32,087	0,00	149,1	69,816
8,20	21	32,076	0,00	149,1	69,271
8,40	21	32,064	0,00	149,1	68,739
8,60	20	31,868	0,00	142	66,574
8,80	20	31,856	0,00	142	66,078
9,00	22	32,206	0,00	156,2	68,794
9,20	21	32,019	0,00	149,1	66,726
9,40	20	31,822	0,00	142	64,654
9,60	20	31,811	0,00	142	64,199
9,80	21	31,984	0,00	149,1	65,328
10,00	20	31,788	0,00	142	63,317
10,20	19	31,582	0,00	134,9	61,298
10,40	20	31,765	0,00	142	62,471

Prof.	num. Colpi	Φ	Cu	Eed	D.R.
10,60	21	31,939	0,00	149,1	63,593
10,80	19	31,548	0,00	134,9	60,097
11,00	19	31,537	0,00	134,9	59,712
11,20	18	31,278	0,00	127,8	56,439
11,40	17	31,049	0,00	120,7	54,5
11,60	16	30,807	0,00	113,6	52,541
11,80	17	31,024	0,00	120,7	53,822
12,00	17	31,012	0,00	120,7	53,493
12,20	18	31,217	0,00	127,8	54,71
12,40	18	31,205	0,00	127,8	54,383
12,60	17	30,976	0,00	120,7	52,539
12,80	18	31,18	0,00	127,8	53,746
13,00	19	31,373	0,00	134,9	54,9
13,20	19	31,361	0,00	134,9	54,587
13,40	19	31,349	0,00	134,9	54,279
13,60	20	31,531	0,00	142	55,378
13,80	0	#NUM!	0,00	0	0
14,00	0	#NUM!	0,00	0	0
14,20	0	#NUM!	0,00	0	0
14,40	0	#NUM!	0,00	0	0
14,60	0	#NUM!	0,00	0	0
14,80	0	#NUM!	0,00	0	0
15,00	0	#NUM!	0,00	0	0
15,20	0	#NUM!	0,00	0	0
15,40	0	#NUM!	0,00	0	0
15,60	0	#NUM!	0,00	0	0
15,80	0	#NUM!	0,00	0	0
16,00	0	#NUM!	0,00	0	0
16,20	0	#NUM!	0,00	0	0
16,40	0	#NUM!	0,00	0	0
16,60	0	#NUM!	0,00	0	0
16,80	0	#NUM!	0,00	0	0
17,00	0	#NUM!	0,00	0	0
17,20	0	#NUM!	0,00	0	0
17,40	0	#NUM!	0,00	0	0
17,60	0	#NUM!	0,00	0	0
17,80	0	#NUM!	0,00	0	0
18,00	0	#NUM!	0,00	0	0
18,20	0	#NUM!	0,00	0	0
18,40	0	#NUM!	0,00	0	0
18,60	0	#NUM!	0,00	0	0
18,80	0	#NUM!	0,00	0	0
19,00	0	#NUM!	0,00	0	0
19,20	0	#NUM!	0,00	0	0
19,40	0	#NUM!	0,00	0	0
19,60	0	#NUM!	0,00	0	0
19,80	0	#NUM!	0,00	0	0
20,00	0	#NUM!	0,00	0	0
20,20	0	#NUM!	0,00	0	0
20,40	0	#NUM!	0,00	0	0
20,60	0	#NUM!	0,00	0	0
20,80	0	#NUM!	0,00	0	0

Prof.	num. Colpi	Φ	Cu	Eed	D.R.
21,00	0	#NUM!	0,00	0	0
21,20	0	#NUM!	0,00	0	0
21,40	0	#NUM!	0,00	0	0
21,60	0	#NUM!	0,00	0	0
21,80	0	#NUM!	0,00	0	0
22,00	0	#NUM!	0,00	0	0
22,20	0	#NUM!	0,00	0	0
22,40	0	#NUM!	0,00	0	0
22,60	0	#NUM!	0,00	0	0
22,80	0	#NUM!	0,00	0	0
23,00	0	#NUM!	0,00	0	0
23,20	0	#NUM!	0,00	0	0
23,40	0	#NUM!	0,00	0	0
23,60	0	#NUM!	0,00	0	0
23,80	0	#NUM!	0,00	0	0
24,00	0	#NUM!	0,00	0	0
24,20	0	#NUM!	0,00	0	0
24,40	0	#NUM!	0,00	0	0
24,60	0	#NUM!	0,00	0	0
24,80	0	#NUM!	0,00	0	0
25,00	0	#NUM!	0,00	0	0
25,20	0	#NUM!	0,00	0	0
25,40	0	#NUM!	0,00	0	0
25,60	0	#NUM!	0,00	0	0
25,80	0	#NUM!	0,00	0	0
26,00	0	#NUM!	0,00	0	0
26,20	0	#NUM!	0,00	0	0
26,40	0	#NUM!	0,00	0	0
26,60	0	#NUM!	0,00	0	0
26,80	0	#NUM!	0,00	0	0
27,00	0	#NUM!	0,00	0	0
27,20	0	#NUM!	0,00	0	0
27,40	0	#NUM!	0,00	0	0
27,60	0	#NUM!	0,00	0	0
27,80	0	#NUM!	0,00	0	0
28,00	0	#NUM!	0,00	0	0
28,20	0	#NUM!	0,00	0	0
28,40	0	#NUM!	0,00	0	0
28,60	0	#NUM!	0,00	0	0
28,80	0	#NUM!	0,00	0	0
29,00	0	#NUM!	0,00	0	0
29,20	0	#NUM!	0,00	0	0
29,40	0	#NUM!	0,00	0	0
29,60	0	#NUM!	0,00	0	0
29,80	0	#NUM!	0,00	0	0
30,00	0	#NUM!	0,00	0	0
30,20	0	#NUM!	0,00	0	0
30,40	0	#NUM!	0,00	0	0
30,60	0	#NUM!	0,00	0	0
30,80	0	#NUM!	0,00	0	0
31,00	0	#NUM!	0,00	0	0
31,20	0	#NUM!	0,00	0	0

LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)

num. colpi. = numero di colpi

Φ = angolo di attrito (gradi)

Eed = modulo di compressibilità edometrica (Kg/cm²)

Dr = densità relativa (%)

Cu = coesione non drenata (Kg/cm²)



INDAGINE SISMICA
HOLISURFACE (VELOCITA' DI
GRUPPO DELLE COMPONENTI
VERTICALE E RADIALE DELLE
ONDE DI RAYLEIGH) E DI
MICROTREMORI A STAZIONE
SINGOLA

OGGETTO

Realizzazione di un nuovo edificio scolastico da
destinare ad asilo nido e servizi di educazione e cura
per la prima infanzia

LOCALITA'

Via Salvatore - Carinaro

DATA

19 Maggio 2023

1-Introduzione

In riferimento ai lavori di cui in oggetto, in data 19/05/2023, è stata eseguita un'indagine di sismica attiva, di tipo Holisurface (*Holistic analysis of Surface waves – HS*), ed un'indagine di microtremori a stazione singola, per la determinazione della successione sismostratigrafica e della $V_{s,eq}$, dell'area di intervento (**Fig. 1**).

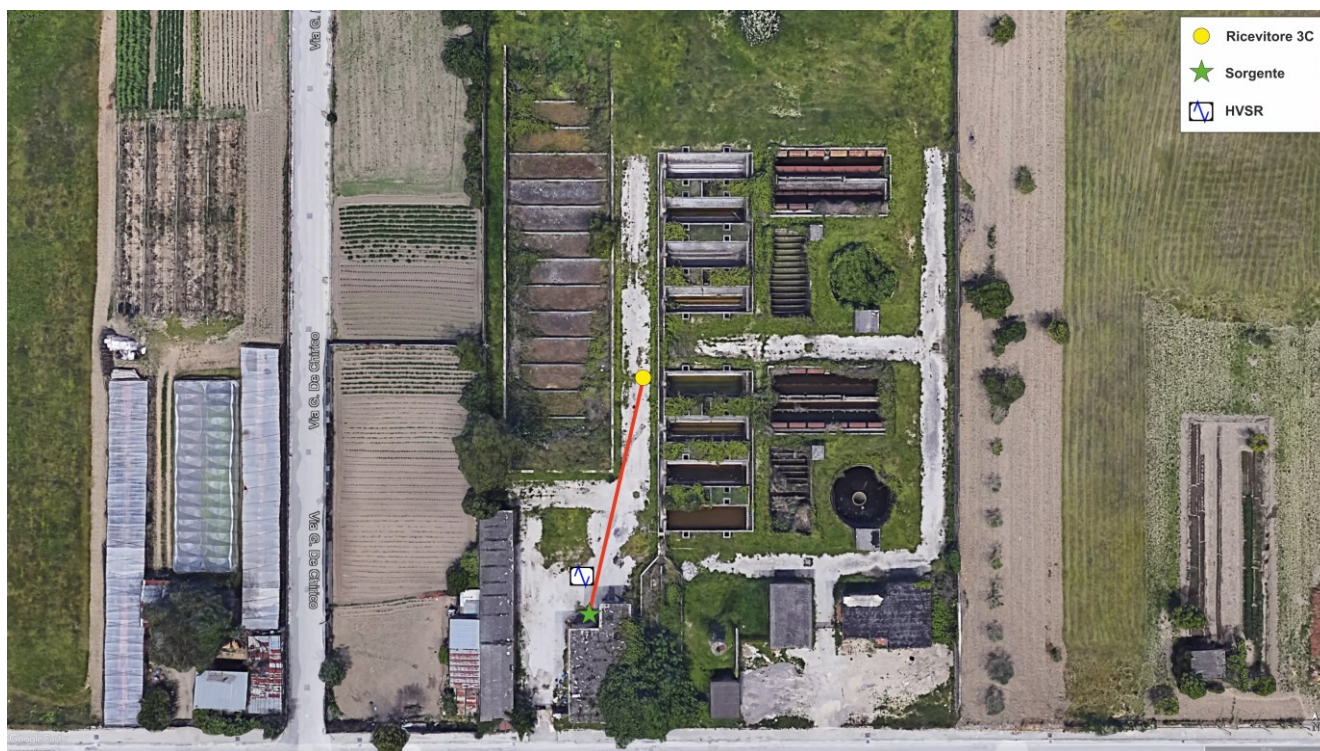


Figura 1 – Ubicazione indagine

La tecnica HS si fonda sulla determinazione di diversi observables (spettri di velocità di gruppo delle componenti verticale (Z), radiale (R) e trasversale (T), Radial-to-Vertical Spectral Ratio – RVSR e curve Rayleigh-wave Particle Motion, RPM) che, anche congiuntamente alla curva HVSR, consentono di impostare un'inversione congiunta utile a determinare in modo robusto e puntuale il profilo V_s (vedi schema concettuale riportato in **Figura 2** e tratto da Dal Moro, 2019).

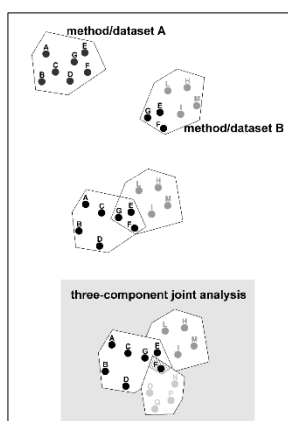


Figura 2. Schema concettuale per descrivere il significato dell'analisi congiunta possibile da dati multi-componente. Solamente l'utilizzo di diversi "oggetti di analisi" (observables) consente di restringere l'ambiguità che, altrimenti, caratterizza qualsiasi indagine di superficie.

2-Metodologie

2.1-HoliSurface®

La metodologia HoliSurface® (HS) è una procedura di acquisizione ed analisi di dati di sismica attiva che considera in modo congiunto (olistico) tutta una serie di oggetti di analisi (observables) che, nel loro insieme, descrivono in maniera appunto olistica la propagazione delle onde di Rayleigh e Love (vedi riferimenti bibliografici in calce).

Tale tipo di indagine è una evoluzione (oggetto di brevetto – www.holisurface.com) del metodo di analisi delle velocità di gruppo tramite MFA (Multiple Filter Analysis – Dziewonski et al., 1969) e/o FTAN (Frequency Time ANalysis – Natale et al., 2004), quindi basata sulla dispersione delle onde di superficie (velocità di gruppo; rapporto tra spazio e tempo di arrivo dell'onda frequenza per frequenza) e la sua analisi secondo l'approccio FVS (Full Velocity Spectrum).

Per il presente lavoro si sono determinate entrambe le componenti dell'onda di Rayleigh (componente Z e R), e si è svolta l'inversione della componente radiale che è risultata estremamente chiara, secondo i principi del fronte di Pareto così come presentato ad esempio in Dal Moro et al. (2015; 2016; 2019). L'acquisizione dei dati HS (attivi) avviene grazie ad un semplice geofono triassiale.

Rispetto la cosiddetta tecnica MASW, la differenza sostanziale sta nel fatto che per effettuare acquisizioni e analisi HoliSurface®, invece di utilizzare **n** geofoni a componente singola, si utilizza un unico geofono a tre componenti (geofono triassiale) opportunamente orientato in modo da poter definire nell'ordine la componente verticale (Z), quella radiale (R) e la trasversale (T).

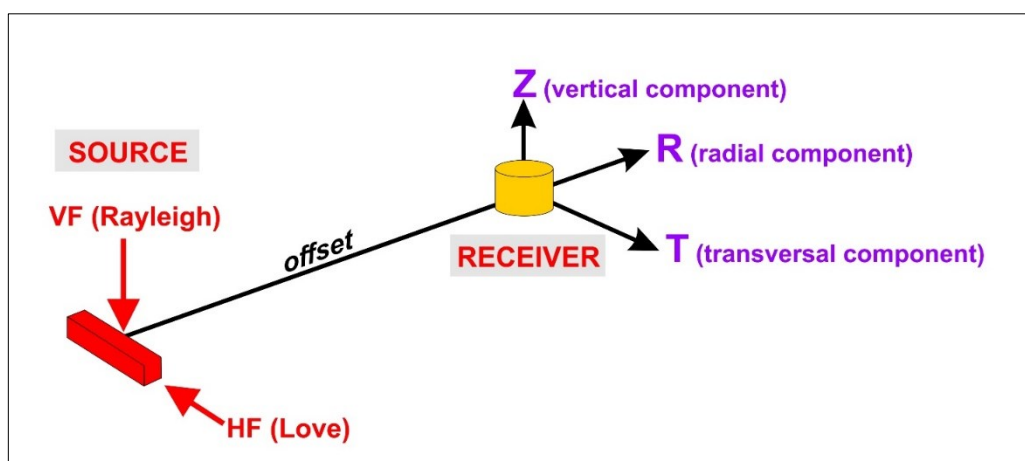


Figura 3. Componenti sismiche

La seguente tabella riporta i principali parametri di acquisizione:

offset	35 m
lunghezza registrazione	2 s (poi ridotto a 0.7 s in fase di elaborazione)
frequenza di campionamento	1000 Hz
sorgente	Mazza da 10 kg (per la generazione delle onde di Rayleigh)
stack	9



Fasi di acquisizione della sismica attiva

2.2-Microtremori a stazione singola

La tecnica del rapporto spettrale HVSR (**H**orizontal to **V**ertical **S**pectral **R**atio) consente di stimare l'effetto di sito, legato ad una copertura sedimentaria, a partire da registrazioni di rumore sismico a singola stazione secondo tre componenti ortogonali. Il rapporto spettrale HVSR mostra un picco in corrispondenza della frequenza fondamentale di sito.

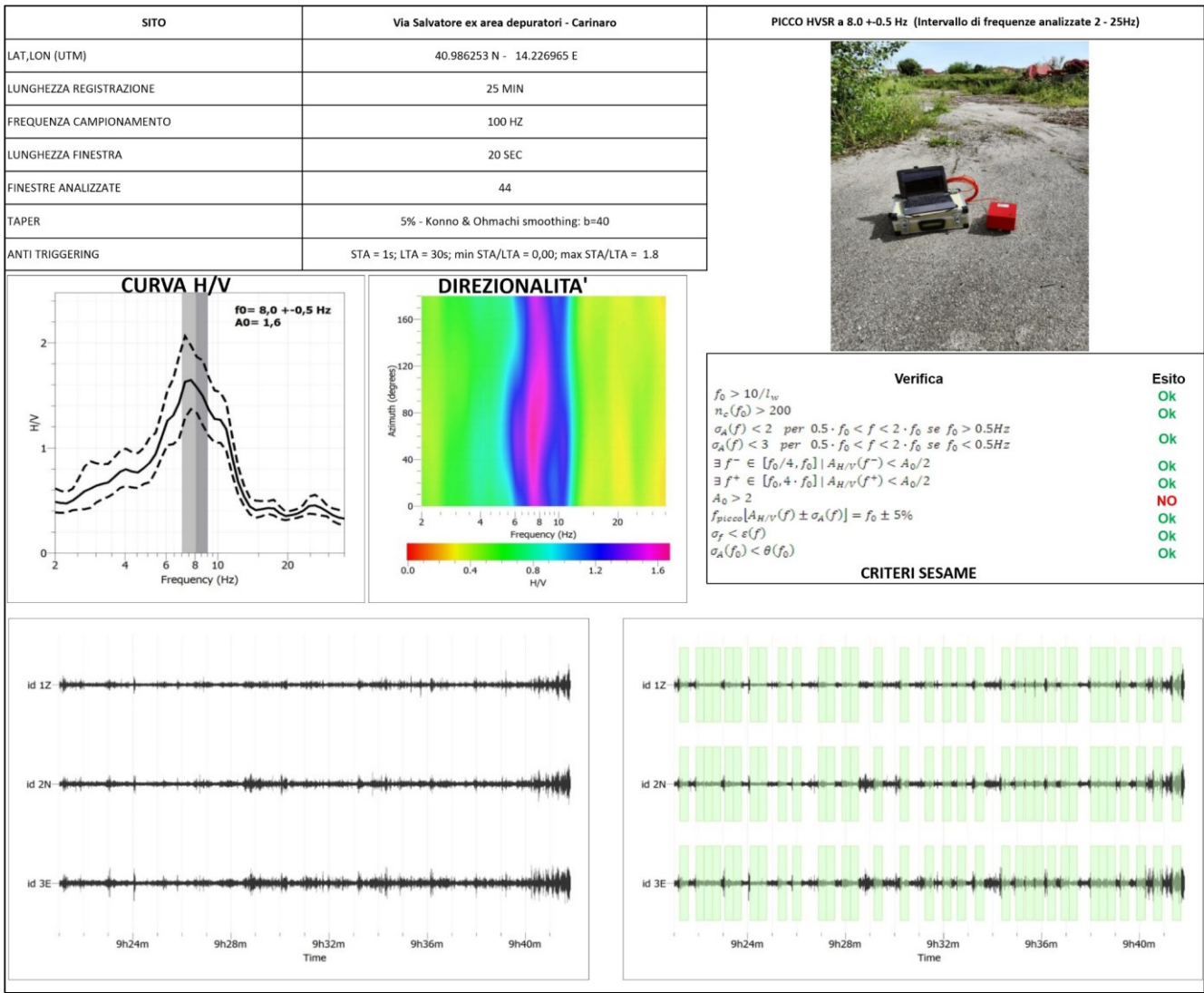
Tale metodologia assume che il campo d'onda dei microtremori sia costituito da onde di volume e di superficie che si propagano in un singolo strato soffici su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione di sito (Nakamura 1989).

Le ipotesi su cui si basa la tecnica di Nakamura sono:

- i microtremori sono generati da sorgenti locali e non da sorgenti profonde
- le sorgenti di microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base
- la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale

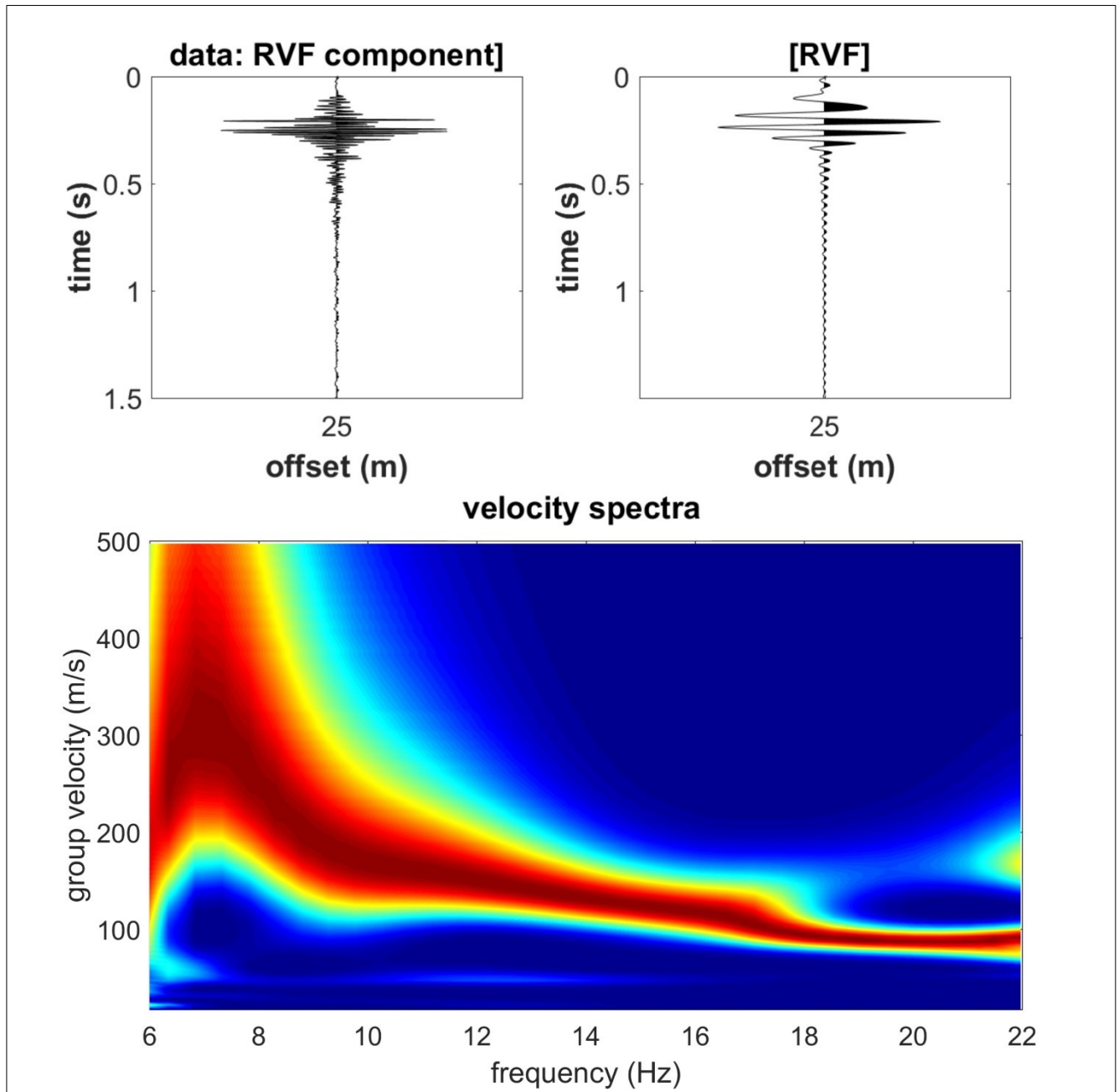
Operativamente la funzione HVSR viene definita a partire da serie temporali superiori a 10 min, acquisite secondo le tre componenti del moto. Le registrazioni di rumore sismico vengono sottoposte ad operazioni di rimozione della media, di detrending e di filtraggio in un'opportuna banda di frequenze di interesse. Successivamente vengono suddivise in finestre temporali regolari, applicando ad esse una funzione di tapering per minimizzare gli effetti di troncamento della serie temporale. Per ciascuna finestra vengono calcolate le trasformate di Fourier, in un'opportuna banda di frequenze, applicando agli spettri di ampiezza definiti, una funzione di smoothing. Per ogni singola finestra temporale viene calcolata una funzione spettrale HVSR come rapporto tra la media aritmetica o del modulo degli spettri delle componenti orizzontali e quello della componente verticale. Successivamente i singoli rapporti spettrali sono mediati sull'intero intervallo temporale, definendo una funzione media HVSR, caratteristica del sito d'indagine.

L'indagine HVSR, è stata condotta con il sismografo **Geobox della Sara Instruments** costituito da sensori a 4,5 Hz, linearizzati ad 1 Hz. La durata della registrazione è stata di 25 minuti e la frequenza di campionamento di 100 Hz.

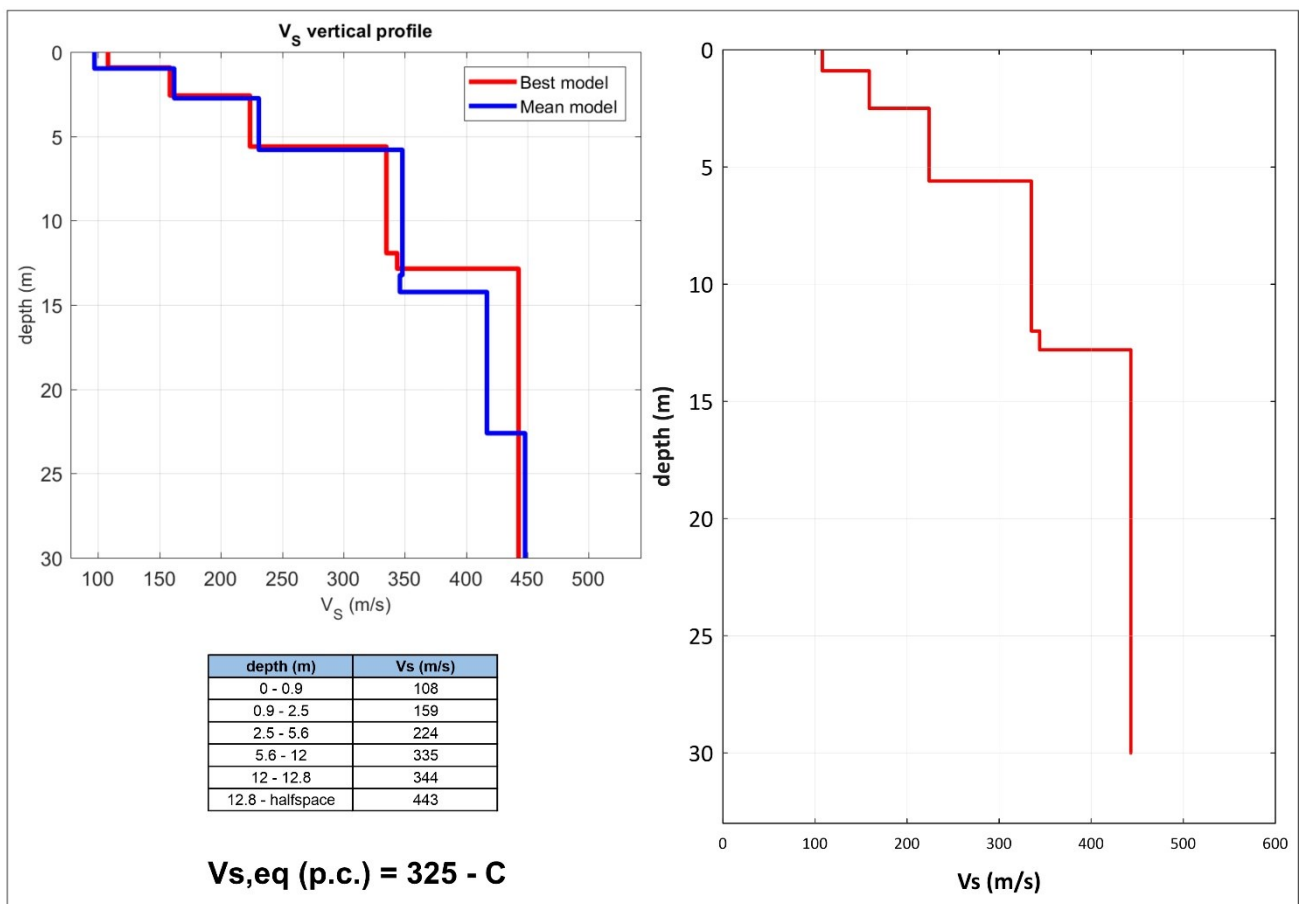
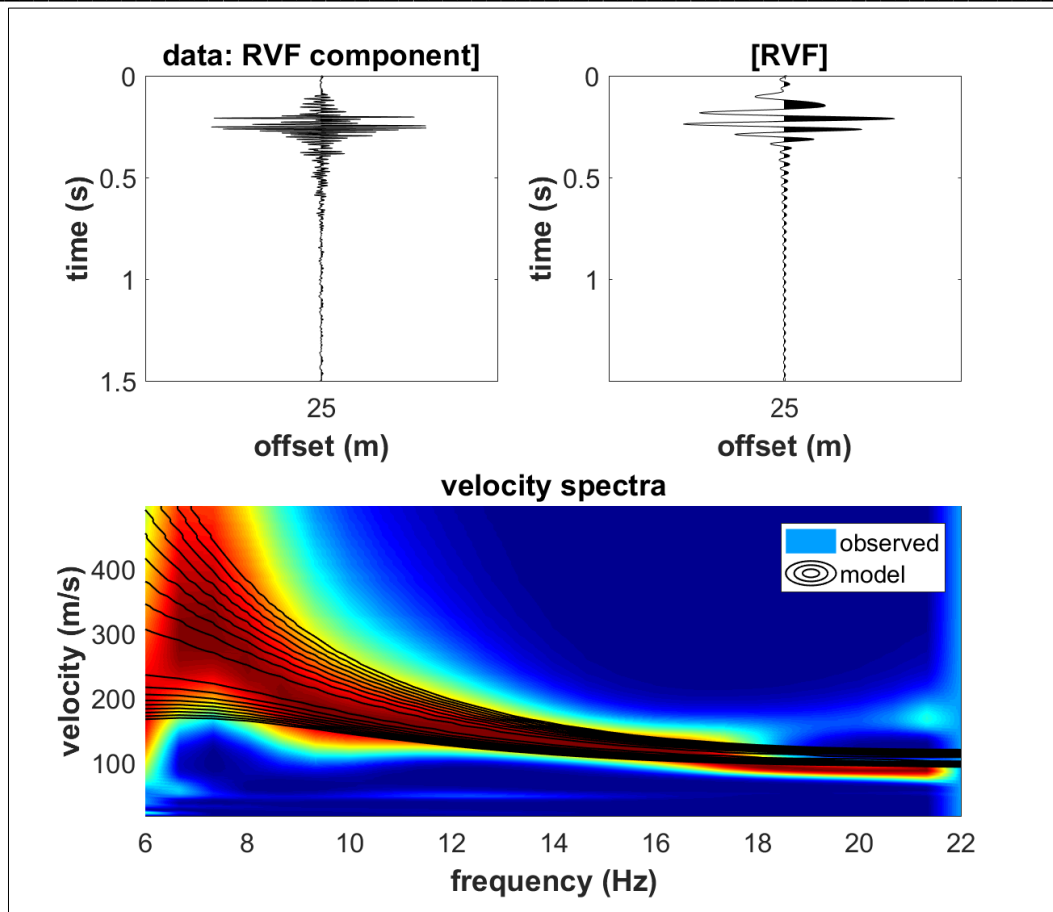


3-INVERSIONE della componente Radiale dell'onda di Rayleigh

Lo spettro di velocità di gruppo della componente R (radiale) dell'onda di Rayleigh è stato invertito secondo i criteri dell'ottimo paretiano (e.g. Dal Moro et al., 2019). Gli spettri di velocità sono stati gestiti tramite approccio FVS (*Full Velocity Spectrum* – Dal Moro 2014; 2019) quindi senza alcun *picking*/interpretazione in termini di curve modali.



L' observable utilizzato per l'inversione: la traccia sismica attiva della componente R e lo spettro della velocità di gruppo computata



Risultati dell'inversione svolta, modello scelto e categoria di sottosuolo

Per la classificazione del sottosuolo si è tenuto conto delle condizioni stratigrafiche e dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$, definita dall'espressione:

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

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

E' stata, quindi, calcolata la V_s equivalente come da normativa (eq. 3.2.1 NTC 2018), ponendo $H=30$, dato che il substrato sismico di riferimento, per il sito in questione, è posto ad una profondità superiore a 30 m.

$V_{s,eq} (p.c.) = 325 \text{ m/s}$

Categoria suolo di fondazione= **C**

4-RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Arai, H., Tokimatsu, K., 2005. *S-Wave velocity profiling by joint inversion of microtremor dispersion curve and horizontal-to-vertical (H/V) spectrum*. Bull. Seism. Soc. Am. 95, 1766–1778.
- Arai, H., Tokimatsu, K., 2004. *S-wave velocity profiling by inversion of microtremor H/V spectrum*. Bull. Seism. Soc. Am 94, 53–63.
- Dal Moro G., 2020. *On the identification of industrial components in the Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSr) from microtremors*. Pure and Applied Geophysics (in stampa)
- Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S., 2019. *On the efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves: Technical aspects and two comparative case studies*. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 125. On-line: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267726118310613>
- Dal Moro G., 2019. *Effective Active and Passive Seismics for the Characterization of Urban and Remote Areas: Four Channels for Seven Objective Functions*. Pure and Applied Geophysics, 176, 1445-1465. Available on-line: <https://rdcu.be/bbT04>
- Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017. *Improved Holistic Analysis of Rayleigh Waves for Single- and Multi-Offset Data: Joint Inversion of Rayleigh-wave Particle Motion and Vertical- and Radial-Component Velocity Spectra*. Pure and Applied Geophysics, on-line: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00024-017-1694-8.pdf>
- Dal Moro G. and Puzzilli L.M., 2018. *Single- and multi-component inversion of surface waves acquired by a single 3-component geophone: an illustrative case study*, Acta Geodyn. Geomater., 14, 4 (188), 431-444, online: https://www.irms.cas.cz/materialy/acta_content/2017_doi/DalMoro_AGG_2017_0024.pdf
- Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017. *Analysis of Rayleigh-Wave Particle Motion from Active Seismics*. Bulletin of the Seismological Society of America (BSSA), 107, 51-62
- Dal Moro G., Keller L., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2016. *Shear-wave velocity profiling according to three alternative approaches: a comparative case study*. Journal of Applied Geophysics, 134, 112-124
- Dal Moro G., 2016. *Four Geophones for seven possible objective functions: active and passive seismics for tricky areas*. Invited presentation and Extended Abstract for the Urban Geophysics workshop of the 22nd EAGE Near Surface Geoscience conference (4-8 September 2016 - Barcelona, Spain)
- Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015. *Less is more: from van der Rohe to the 4-channel system for the efficient and holistic acquisition and analysis of surface waves. An urban case study*. Proceedings of the GNGTS (Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida - ogs.trieste.it) congress (17-19 November 2015 - Trieste, Italy)
- Keller L., Weber T., Dal Moro G., 2015. *Geophysikalische In-situ-Bestimmung der Eingangsparameter in die seismischen Standortanalysen am Beispiel des Ambassador House Opfikon*. Proceedings of the 14th D-A-CH conference of the Swiss Society for Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Zurich, August 21-21, SIA D0255, ISBN 978-3-03732-060-0
- Dal Moro G., Keller L., Poggi V., 2015. *A Comprehensive Seismic Characterization via Multi-Component Analysis of Active and Passive Data*. First Break, 33, 45-53
- Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015. *Efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves*. Proceedings of the Near-Surface EAGE 2015 congress (Turin - Italy) [having received a very high score from the reviewers, the work was invited to be published in *Near Surface Geophysics* (the paper was instead published in *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*)]

- Dal Moro G., 2015. *Joint Inversion of Rayleigh-Wave Dispersion and HVSR of Lunar Seismic Data from the Apollo 14 and 16 sites*. ICARUS, 254, 338-349
- Dal Moro G., Ponta R., Mauro R., 2015. *Unconventional Optimized Surface Wave Acquisition and Analysis: Comparative Tests in a Perilagoon Area*. Journal of Appl. Geophysics, 114, 158-167
- Dziewonski A., Bloch S., Landisman N., 1969. *A technique for the analysis of transient seismic signals*. Bull Seism. Soc. Am. 59, 427-444.
- Keller L., Dal Moro G., Spillmann T., Deplazes G., Madritsch H., 2019. Mapping bedrock topography of the Lower Aare valley using seismic surface waves. 7th Swiss Geoscience Meeting, Fribourg 2019 (22-23 November 2019)**
- Mark, N., Sutton, G.H., 1975. *Lunar shear velocity structure at Apollo sites 12, 14, and 15*. J. Geophys. Res. 80, 4932–4938.
- Nakamura, Y., 2000. *Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications*. In: Proc XII World Conf. Earthquake Engineering, New Zealand. Paper no 2656.
- Nakamura, Y., 1996. *Realtime Information Systems for Seismic Hazard Mitigation*. Quarterly Report of Railway Technical Research Inst. (RTRI), 37, 112–127.
- Nakamura, Y., 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface*. Quarterly Report of Railway Technical Research Inst. (RTRI), 30, 25–33.
- Natale M., Nunziata C., Panza G.F. 2004. *FTAN method for the detailed definition of Vs in urban areas*. In 13th World Conference on Earthquake Engineering, p. 2694. Vancouver, B.C., Canada.
- Perron V., Gélis C., Froment B., Hollender F., Bard P.-Y., Cultrera G., Cushing E.C., 2018. *Can broad-band earthquake site responses be predicted by the ambient noise spectral ratio? Insight from observations at two sedimentary basins*. Geophysical Journal International, 215, 1442–1454.
- Stemberk J., Dal Moro G., Stemberk J., Blahůt J., Coubal M., Košťák B., Zambrano M., Tondi E., 2019. *Strain monitoring of active faults in the central Apennines (Italy) during the period 2002–2017*. Tectonophysics, 750, 22-35, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.10.033>