

REGIONE PUGLIA

COMUNE DI BRINDISI

(PROVINCIA DI BRINDISI)

PROGETTO

COMUNICAZIONE SULLE MODALITA' DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO ED AUTORIZZAZIONE ALLO SCARICO DI ACQUE REFLUE DOMESTICHE, STAZIONE DI ELEVAZIONE PER CONNESSIONE IMPIANTI GUARINI srl-BARONI srl-DEPALMA srl-BARONINUOVI arl - C/da "Palmarini" - BRINDISI (BR).

(D.Lgs.152/06 - Regolamento Regionale n.26 del 9 dicembre 2013 e Regolamento Regionale n.7 del 26 maggio 2016).

COMMITTENTE

GUARINI srl-BARONI srl-DEPALMA srl-BARONINUOVI arl
Viale Duca D'Aosta, 51
39100 - Bolzano (BZ)

TITOLO ELABORATO

ELABORATO N.

RELAZIONE GEOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

DATA

REVISIONE

SCALA

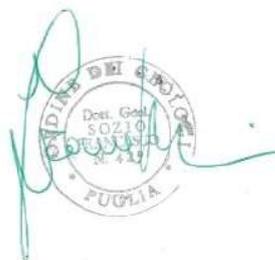
24/02/2023

0

-

IL TECNICO

Dr. Geol. Francesco SOZIO



INDICE

1. PREMESSA
2. UBICAZIONE
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LINEAMENTI TETTONICI
4. LINEAMENTI DI GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA
5. GEOLOGIA
6. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO
8. CARATTERI LITOLOGICI
9. COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)
10. CARATTERI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI
11. SUB-IRRIGAZIONE NEL TERRENO
12. NOTE CONCLUSIVE E RACCOMANDAZIONI

ALLEGATI

1. Corografia sc.1:25.000
2. Stralcio catastale
3. Carta Tecnica Regionale
4. Tav.6.2-PTA Regione Puglia, Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della murgia e del salento sc.1:200.000
5. Tav.A-PTA Regione Puglia, Zone di protezione speciale idrogeologica sc.1:500.000
6. Tav.B-PTA Regione Puglia, Aree di vincolo d'uso degli acquiferi sc.1:500.000
7. Tab.4-PTA Regione Puglia, aree interessate da contaminazione salina
8. Carta geologica sc.1:100.000
9. Carta della pericolosità idraulica e geomorfologica, PAI ex Adb Puglia sc.1:5.000
10. Modello idrogeologico
11. Carta delle indagini geognostiche in sito
12. Rilievo fotografico
13. Report indagini penetrometriche
14. Report indagini geofisiche

1. PREMESSA

Le Società **GUARINI srl-BARONI srl-DEPALMA srl-BARONINUOVI arl**, viale Duca D'Aosta n.51 – 39100 Bolzano (BZ), dovendo comunicare le modalità di gestione delle acque meteoriche di dilavamento, art.15 c.4 del Regolamento Regionale Puglia n.26/2013, e chiedere l'Autorizzazione allo scarico sul suolo, mediante sub-irrigazione, delle acque reflue domestiche hanno conferito allo scrivente incarico di eseguire uno studio geologico allo scopo di descrivere le caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche, del sito in parola, in ottemperanza al disposto della normativa vigente che regola gli interventi sul suolo e nel sottosuolo secondo quanto previsto dal D.M. 11/03/1988 e Circ. LL.PP. n° 30483.

Sull'area di intervento sarà realizzata una Stazione Elettrica di elevazione, trasformazione utente, per la connessione degli impianti Guarini, Baroni Vecchi, Baroni Nuovi e De Palma, che sarà dotato di un sistemi di raccolta trattamento e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento e di un sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque reflue reflue domestiche rivenienti dai servizi igienici, ai sensi della normativa vigente: D.Lgs.152/2006 e Regolamenti Regionali n.26 del 9 dicembre 2013 e n.7 del 26 maggio 2016.

Nella seguente relazione vengono esaminati anche gli aspetti idrogeologici dell'area interessata al progetto definitivo della rete di raccolta acque meteoriche e reflue domestiche e del recapito finale degli impianti oggetto di realizzazione.

Non essendo l'area di intervento dotata ne di una rete di raccolta acque meteoriche, fognatura bianca, e neanche di una rete di fognatura nera è stato eseguito uno studio geologico ed idrogeologico allo scopo di verificare la rispondenza dei terreni, di pertinenza degli impianti in oggetto, alle disposizioni normative relative allo smaltimento sul suolo, mediante sub-irrigazione, di acque meteoriche provenienti da impianto di depurazione e di

acque reflue domestiche, oltre che le caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche e idrogeologiche dell’area interessata dalle opere previste in progetto.

In ottemperanza al disposto delle Normative nazionali e regionali vigenti, dal Piano di Tutela delle acque approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.1441 del 04 agosto 2009, dal D.Lgs. n°152 del 03/04/2006, dal D.Lgs. 18 agosto 2000 n°258, Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia – art.121 del D.Lgs.152/2006, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.1441 del 4 agosto 2009 e il Regolamento della Regione Puglia 20 febbraio 1988 n°5, Appendice al Piano Direttore e successive modificazioni ed integrazioni, in tutte le aree non fornite da fognatura dinamica gli insediamenti devono dotarsi di impianto di depurazione e smaltimento delle acque di scarico.

Al fine di avere informazioni geologiche sufficienti l’area in oggetto è stata sottoposta ad un rilevamento geologico, ad un’attenta analisi delle litologie attraverso gli affioramenti rocciosi limitrofi, ad una caratterizzazione idrogeologica attraverso l’utilizzo delle risultanze di una campagna di indagini geognostiche che lo scrivente ha condotto in sito.:

- *Realizzazione di n.1 rilievo sismico a rifrazione in onda P (sigla:SS1), ubicato come da planimetria allegata, della lunghezza pari a 96 ml, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P;*
- *Esecuzione di n.1 prospezione sismica con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla medesima traccia delle prospezioni a rifrazione, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto all’allineamento citato, (MASW1);*
- *Esecuzione di n.2 prove Penetrometriche Dinamiche denominate **DIN1-DIN2.***

2. UBICAZIONE

L'area interessata dai lavori previsti in progetto è situata ad ovest dell'abitato del Comune di BRINDISI (BR), località “Palmarini”.

Dati Topografici : F°203 DELLA CARTA D'ITALIA
I N.E. “BRINDISI” – sc.1:25.000
Quota sul livello del mare, 36.00 m.

Coordinate Geografiche UTM: Latitudine 40° 36' 10” Nord
Longitudine 17° 53' 57” Est

Dati catastali : Foglio 107
P.lle 596-598

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LINEAMENTI TETTONICI

L'impalcatura geologica dell'area è esclusivamente costituita dal Cretacico, rappresentato dalle Dolomie di Galatina, del Cenomaniano e, forse del Turomaniano inferiore, e dai calcari di Melissano, del Cenomaniano-Senoniano.

Al Cretacico si addossano lungo scarpate, o si sovrappongono, in trasgressione, sedimenti miocenici, costituiti dalla tipica “pietra leccese”, prevalentemente dell'Elveziano, e dalle calcareniti di Andrano, in prevalenza del Miocene medio-superiore.

Notevole diffusione hanno pure i sedimenti marini Pliocenici e quaternari, spesso rappresentati dai ben noti “tufi” (calcareniti del Salento). Anche questi sedimenti sono trasgressivi, appoggiati lateralmente o sovrapposti ai sedimenti più antichi, del Cretacico e del Miocene.

I depositi continentali sono esclusivamente Olocenici e sono rappresentati dai depositi sabbioso-argillosi, spesso lagunari, e dalle dune sabbiose, della fascia costiera, e dalla copertura eluviale e di “terra rossa” dell'interno.

La morfologia è piuttosto dolce e ciò trova corrispondenza nel fatto che i piegamenti che hanno colpito le formazioni affioranti sono piuttosto blandi.

In superficie non sono state rilevate faglie, a parte una faglia presunta al margine occidentale del foglio Brindisi, quindi le dislocazioni per faglia o sono quasi del tutto assenti, oppure sono anteriori ai terreni pliocenici e pleistocenici che occupano le zone strutturalmente depresse, ed in tal caso risultano sepolte dagli stessi.

Il Cretacico è ben rappresentato nella parte nordoccidentale del foglio Brindisi, con un esteso affioramento che costituisce la terminazione meridionale delle Murge baresi. Affiora inoltre con lembi allungati secondo NO-SE anche nella parte meridionale del foglio Brindisi. Tutti gli

affioramenti cretacici rappresentano degli “alti” strutturali. Infatti gli strati che li costituiscono si immergono sempre verso l’esterno, dando luogo ad anticlinali più o meno ampie, di solito piuttosto dolci, ad asse diretto secondo Nordovest-Sudest, ondulato; in tal modo in superficie i limiti dei terreni cretacici tendono ad assumere un andamento ellittico, con asse maggiore secondo Nordovest-Sudest.

Sulla base degli affioramenti cretacici e tenendo conto dei casi in cui la discontinuità degli affioramenti è dovuta a fatti erosivi posteriori, si possono distinguere da Nordest a Sudovest le seguenti anticlinali: Campi Salentina, Carmiano, Manduria e Torricella.

4.LINEAMENTI DI GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'area che si intende studiare occupa la parte centrale di un ampio pianoro morfologico di natura sabbioso-calcarenitica, subpianeggiante nella zona di intervento, sul quale sorge, ad est l'abitato del Comune di Brindisi (BR).

L'analisi geomorfologica evidenzia l'esistenza di forme erosive superficiali, di tipo lineare ed areale, dovute alle precipitazioni meteoriche, che si dirigono generalmente verso sudovest e nordest. E' da escludersi comunque allo stato attuale qualsiasi tipo di attività franose, dissesti in atto o potenziali che possono interessare l'equilibrio geostatico generale. L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di solchi erosivi disposti verso nord e verso nordest, Canale Reale – Canale di Cillarese, che recapitano le acque degli interi bacini idrografici nel vicino mare adriatico, ad est dell'area oggetto del presente studio.

L'idrografia sotterranea è invece tipica di rocce permeabili per porosità e per fessurazione e fratturazione. Nei depositi calcarei e calcarenitici, infatti, le acque di provenienza meteorica si muovono all'interno della roccia attraverso fratture sub-verticali e sub-orizzontali, originando così degli acquiferi profondi.

I depositi arenacei e sabbiosi presentano una permeabilità per porosità, le acque meteoriche filtrano nel sottosuolo attraverso i pori della roccia dando luogo ad acquiferi molto variabili sia arealmente che nelle portate. Nell'area di intervento non è segnalata la presenza di falde freatiche superficiali, la falda profonda o di base si attesta alla profondità di circa 33.00 m. dal p.c. all'interno dei calcari mesozoici. Le opere da realizzare saranno collocate al di fuori degli areali di pericolosità cartografati negli elaborati del PAI (*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*) dell'ex AdB di Bacino della Puglia, l'area in oggetto è infatti esclusa sia da quelle a Pericolosità Geomorfologica e che Idraulica. Gli interventi da

realizzarsi, scarico sul suolo mediante sub-irrigazione delle acque meteoriche ed acque reflue domestiche, non interferiranno con la falda presente nel sottosuolo poiché gli scavi, della profondità massima di circa 120 cm, si attesteranno ben al di sopra del livello di massima escursione della falda stessa, che come già detto è di tipo profonda.

Esiste, infatti, un franco di sicurezza ambientale tra il fondo delle trincee disperdenti ed il pelo libero della falda profonda pari a 31.50 m.

In riferimento al “Piano di Tutela delle acque” della Regione Puglia l’area in esame è al di fuori sia delle aree denominate “ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE IDROGEOLOGICA” (stralcio Tav.A) e sia di quelle denominate “AREE DI VINCOLO D’USO DEGLI ACQUIFERI” (stralcio Tav.B), Tab.4 Aree interessate da contaminazione salina.

Attraverso la Tav.6.2 del PTA della Regione Puglia approvato con Delibera della Giunta Regionale n.1441 del 4 agosto 2009, Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della murgia e del salento, è possibile verificare che non ci sono pozzi per uso potabile nel raggio di 500 m. dall’area oggetto di intervento.

5. GEOLOGIA

Al fine di avere informazioni geologiche sufficienti l'area in oggetto è stata sottoposta ad un rilevamento geologico che ha evidenziato, in un'area ritenuta significativa, la presenza di vari tipi di sedimenti appartenenti alle seguenti formazioni geologiche :

de - Depositi eluviali (Olocene)

Questi depositi, generalmente costituiti da terre rosse, occupano le zone depresse scavate all'interno dei depositi sabbioso-calcarenitici dai corsi d'acqua temporanei. Nel foglio geologico sono riportati solo quei depositi relativamente più estesi e più potenti (oltre i 2-3 m. di spessore), che occupano depressioni in prossimità della costa, i fondi di alcune lame oppure plaghe interne dove non è possibile stabilire il tipo di roccia sottostante.

Assai diffusa sopra i rilievi cretacici è pure la “terra rossa”, raccolta generalmente in sacche di origine carsica, poco profonde e poco estese. Spesso la “terra rossa” è associata a noduli e pisoliti di bauxite.

s - Depositi lagunari-palustri recenti (Olocene)

Sono presenti in lembi più o meno estesi ma sempre poco potenti lungo la costa adriatica e ionica. Occupano depressioni in prossimità della costa, talora completamente separate dal mare, talaltra in comunicazione periodica. Sono costituite da ripetute intercalazioni di sabbie prevalentemente calcaree, sabbie argillose, argille sabbiose e limi, con tinta variabile attorno ai toni grigi. Rappresentano il riempimento, generalmente parziale, di

depressioni costiere. La potenza non è rilevabile direttamente, causa l’assenza di sezioni adatte allo scopo, non dovrebbe tuttavia superare i pochi metri.

Q^{1s}, Q^{1c} – Formazione di Gallipoli (Calabriano)

Questa formazione è costituita da sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate in strati di spessore centimetrico che passano inferiormente a marne argilloso-sabbiose e marne argillose grigio-azzurrastrare (**Q^{1s}** Calabriano);

In questa unità si intercalano spesso banchi arenacei e calcarenitici, ben cementati (**Q^{1c}** Calabriano). La Formazione di Gallipoli è costituita da due litotipi fondamentali, che sono: le marne argillose e, più raramente, le marne, alla base; le sabbie, più o meno argillose, alla sommità.

La parte superiore della formazione di Gallipoli è quasi totalmente priva di macrofossili; i microfossili invece sono anche qui relativamente abbondanti; le forme più significative sono: *Cassidulina laevigata* D’ORB., *Carinata* SILV., *Bulimina marginata* D’ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.); *Hyalinea balthica* sembra essere completamente assente.

Q³, Q², Q^{1-P3}, P³ - Calcareniti del Salento (Pliocene sup.med.-Pleistocene)

Con tale termine formazionale si intendono tutti quei sedimenti calcarenitici plio-pleistocenici noti in bibliografia con la denominazione generica ed impropria di “tufi”, che localmente assumono nomi diversi, come càrparo, gentile, màzzaro, cozzoso, rognoso, scorzo, verdadiero, zuppigno, mollica ecc. Si tratta in genere di calcareniti e di calcari bioclastici, a grana da finissima a media, di colore dal grigio-chiaro al rossastro, il più delle volte porosi.

In base ai rapporti stratigrafici e alle caratteristiche paleontologiche, in seno all'unità è stato possibile fare delle suddivisioni, che molte volte corrispondono a variazioni litologiche piuttosto sensibili e che sempre trovano giustificazione nelle nostre conoscenze sull'evoluzione paleogeografica della Penisola Salentina durante il Plio-Pleistocene.

Con tali criteri le Calcareniti del Salento sono state suddivise in vari orizzonti. L'orizzonte più antico, di età prevalentemente del Pliocene inferiore, non affiora nell'area in oggetto ma è rappresentato più a sudovest, nell'ambito dei fogli Otranto e Gallipoli.

C⁸⁻⁶ - Dolomie di Galatina (Cenomaniano sup.-Turoniano)

Questa formazione è costituita da calcari dolomitici e dolomie di colore grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiari contenenti microfossili non molto frequenti. Queste dolomie passano gradualmente al calcare di Altamura.

Le Dolomie di Galatina rappresentano la formazione più antica affiorante nell'area, dove costituiscono la totalità del cretaceo affiorante.

La formazione è rappresentata dai seguenti tipi litologici: 1) dolomie e calcari dolomitici, grigi, talora bituminosi; in alcuni livelli la dolomitizzazione si è compiuta durante la prima diagenesi (dolomitizzazione pene contemporanea, dimostrata dalla grana assai minuta, dalla porosità scarsa, dalle strutture originarie ben conservate), mentre in altri livelli, più frequenti, la dolomitizzazione è di diagenesi tardiva (grana più grossa, porosità notevole, strutture originarie praticamente scomparse); 2) calcari micritici, chiari, spesso laminari; 3) calcari ad intraclasti; 4) calcari a pellets; 5) calcari a bioclasti; 6) breccie calcaree.

6. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'

Le rocce affioranti nell'area oggetto di studio sono in prevalenza permeabili per porosità, fessurazione o per entrambe, con grado di permeabilità variabile in relazione a diversi fattori quali: *Incisività di fenomeni paracarsici; Assortimento granulometrico; Struttura e diagenesi del deposito.*

In particolare possiamo dire che mentre i depositi sabbiosi sono dotati di permeabilità primaria, le calcareniti presentano invece una permeabilità variabile di tipo secondaria per fatturazione e fessurazione. In base alle litologie affioranti è possibile classificare i terreni rinvenibili nella zona di studio in relazione alla loro permeabilità:

Terreni permeabili per porosità

Appartengono a questa categoria i depositi sabbiosi e calcarenitici, queste ultime presentano una permeabilità variabile per la presenza di macrofossili e fratture che aumentano sensibilmente le vie preferenziali del flusso idrico.

Terreni permeabili per fessurazione

Questi tipi di terreni sono rappresentati dalle calcareniti e dalle argille che grazie ad una fitta rete di fessure e fratture , presentano una permeabilità variabile sia lateralmente che verticalmente.

Terreni permeabili per porosità e per fessurazione

Appartengono a questa categoria le sole calcareniti che presentano sia una porosità primaria, dovuta alla presenza di vuoti interstiziali, e sia una porosità secondaria dovuta alla presenza di fratture e fessure.

7. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

Per la ricostruzione litostratigrafia e la caratterizzazione idrogeologica e geotecnica dell'area di intervento è stata condotta una campagna di indagini geognostiche in sito durante la quale si sono effettuate le seguenti indagini:

- *Realizzazione di n.1 rilievo sismico a rifrazione in onda P (sigla:SS2), ubicato come da planimetria allegata, della lunghezza pari a 96 ml, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P;*
- *Esecuzione di n.1 prospezione sismica con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla medesima traccia delle prospezioni a rifrazione, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto all'allineamento citato, (MASW2);*
- *Esecuzione di n.2 prove Penetrometriche Dinamiche denominate **DIN1-DIN2.***

RILIEVI SISMICI

Tali indagini consentono l'acquisizione di alcuni elementi di carattere geotecnico-dinamico e la valutazione del parametro Velocità equivalente, ai sensi dell'Ord. P.C.M. 3274/2003, ai fini della risposta sismica locale. La analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dai rilievi condotti, consente di effettuare una suddivisione tipica dell'area di intervento di max n.3 differenti sismostrati, associati a differenti situazioni geologico-tecniche:

I° livello: ($V_p = 600$ m/sec), associato a coperture areate/vegetali e coltri limo-sabbiose, a medio scadenti caratteri geotecnici; tale livello si individua per una profondità media pari a 3.40 m circa dal p.c. con andamento piuttosto regolare;

II° livello: ($V_p = 1.200$ m/sec), associato con buona probabilità a substrato sabbio-limoso con livelli calcarenitici (tipo panchina) a discreta risposta acustica, quindi geotecnica; tale sismostrato si individua sino a circa 5.30 m dal p.c.;

III° livello: ($V_p = 2.200$ m/sec), associato a substrato argilloso a discreta-buona risposta acustica, quindi geotecnica; tale sismostrato si individua sino alla profondità di massima investigazione, circa 28.00-30.00 m. dal p.c.

PROVE PENETROMETRICHE (SPT)

Come già riferito nell'area di indagine sono stati indagati n.2 punti di indagine penetrometrica, ubicati laddove sono in progetto le cabine di campo, denominati **DIN1-DIN2**, spinti sino alla profondità di 3,60-3,00 m. dal piano campagna. Le verticali di indagine hanno rilevato la presenza di 2 strati, corrispondenti ad orizzonti limo-sabbioso e sabbio-limoso con livelli calcarenitici con al tetto materiale areato/vegetale, come evidenti nei diagrammi “numero colpi punta – Rpd”, con caratteristiche geotecniche da scadenti a buone.

Strato (1):

La parte superficiale del primo strato, quello direttamente interessato dalla sub-irrigazione, ha fornito un numero di colpi necessario a fare avanzare la punta penetrometrica di 10,0 cm (N) compreso tra 2-10 pertanto, trattasi di un terreno sciolto o a moderata consistenza, quindi poco addensato e permeabilità media per porosità.

8. CARATTERI LITOLOGICI

L'area interessata dai lavori previsti in progetto, costituita da sedimenti continentali denominati in letteratura geologica “*Formazione di Gallipoli*” (**Q^{1s}**), presenta un assetto geologico in senso lato favorevole ad interventi antropici senza richiedere particolari approfondimenti sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico, a differenza di quello geotecnico/geomeccanico che è stato determinato attraverso l'utilizzo di indagini dirette ed indirette effettuate nel sito oggetto del presente studio.

Tali indagini hanno permesso di ricostruire la seguente successione stratigrafica dell'area oggetto degli interventi in progetto:

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

- 0.00 - 3.40 m.** *Copertura limo-sabbiosa areata a scadenti caratteri geotecnici*
PERMEABILITA' MEDIA PER POROSITA'
- 3.40 - 5.30 m.** *Substrato sabbio-limoso con livelli calcarenitici a discreti caratteri geotecnici*
PERMEABILITA' BASSA PER FESSURAZIONE E FRATTURAZIONE
- 5.30 - 30.00 m.** *Substrato calcarenitico/calcareo a buoni/ottimi caratteri geotecnici*
PERMEABILITA' MEDIA PER FESSURAZIONE E FRATTURAZIONE

9. COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)

Al fine di determinare la permeabilità dei terreni presenti in sito e verificare se sono idonei alla sub-irrigazione, come previsto dai R.R. n.26 del 2013 e R.R n.7 del 2016, si sono utilizzate le risultanze delle indagini penetrometriche e sismiche effettuate in sito.

Attraverso alcune considerazioni sui risultati ottenuti che evidenziano la presenza in superficie di un terreno limo-sabbioso areato, poco addensato è possibile attribuire a questo terreno una media permeabilità pari a:

Coefficiente di Permeabilità $K = 0.005 \text{ cm/sec}$ ($5.0 * 10^{-3} \text{ cm/sec}$) ovvero $5.0 * 10^{-5} \text{ m/sec}$.

- **Calcolo della Lunghezza della trincea drenante per lo scarico delle acque meteoriche: Scarico S1**

Le acque meteoriche dopo il trattamento subito all'interno dell'impianto saranno accumulate nella vasca di accumulo per il riutilizzo, ai sensi del R.R. n.26/2013, di qui prelevate, con apposita pompa sommersa di sollevamento, per il riutilizzo mentre il solo troppo pieno di questa vasca sarà smaltito in sub-irrigazione.

Poiché il terreno ha un valore della permeabilità pari a $5 * 10^{-5} \text{ m/s}$ (ovvero $0.5 \text{ l/s} * \text{mq}$) la lunghezza L della trincea drenante necessaria per smaltire una portata pari a 100 l/s deve essere

$$L = QM / k = 200 \text{ m.}$$

- **Calcolo della lunghezza della trincea drenante per lo scarico delle acque reflue domestiche, servizi: Scarico S2**

Lo sviluppo della condotta disperdente, in funzione della natura del terreno, si assume pari a 2 m per Ab.E. pertanto, sarà utilizzata una trincea della Lunghezza

L = 2 m x 4 Ab.E. = 8 m.

NATURA TERRENO	TEMPO PERCOLAZIONE (min)	LUNGHEZZA CONDOTTA (m/A.E.)
Sabbia sottile, materiale leggero di riporto	< 2	2
Sabbia grossa e pietrisco	5	3
Sabbia sottile con argilla	10	5
Argilla con poca sabbia	30÷60	10
Argilla compatta	> 60	non adatta

Tab 1 - Lunghezze unitarie delle condotte disperdenti per sub- irrigazione (All.5 Del.Com. Intermin. 4/2/77)

Ubicazione trincea drenante:

- distanza > 5 m dai muri perimetrali di fondazione dei fabbricati;
- distanza > 30 m da condotte, serbatoi o altro servizio di acqua potabile;
- distanza tra il massimo livello della falda (in condizioni di massima ricarica) ed il fondo della trincea > 1 m.

La falda a valle del sistema di dispersione, per una distanza di almeno 100 m da essa, non potrà essere utilizzata per usi potabili o domestici, o per l'irrigazione di prodotti da mangiare crudi.

Per quanto attiene al rischio ambientale ed idrogeologico dell'acquifero sotterraneo, essendo quest'ultimo ad una profondità di circa 33.0 m. dal p.c., esiste un ampio **franco di sicurezza**, di circa 31.5 m., ovvero strato di suolo e sottosuolo posto al di sopra del livello di massima escursione delle acque sotterranee che per sua natura e spessore garantisce la salvaguardia qualitativa della stessa, impedendone infatti, la sua contaminazione.

10. CARATTERI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI

Le indagini eseguite hanno evidenziato una situazione stratigrafica che ci permette di individuare 1 tipologia di terreno dai caratteri fisico-meccanici omogenei, sul quale si realizzeranno tutte le opere in progetto.

Deposito limo-sabbioso di colore grigio

Costituito da limi-sabbiosi e sabbie-limose poco addensate di colore grigio a grana medio-fine. Spessore di 3,4 m circa; Sono terreni a media consistenza e facilmente asportabili.

Y_{sat} = 18.58	KN/mc	(<i>peso di volume saturo</i>)
Y_n = 18.24	KN/mc	(<i>peso di volume naturale</i>)
C_u = 24.52	KPa	(<i>coesione non drenata</i>)
C = 2.45	KPa	(<i>coesione drenata</i>)
Φ = 15°		(<i>angolo di attrito efficace</i>)
E_{ed} = 8.55	Mpa	(<i>Modulo edometrico</i>)
Y = 6.84	Mpa	(<i>Modulo di young</i>)

L'escavazione di questi terreni non necessita di mezzi speciali e le pareti verticali degli scavi in questi terreni si presentano stabili.

11. SUB-IRRIGAZIONE NEL TERRENO

La sub-irrigazione che si intende operare si rende necessaria ed indispensabile perché non è possibile smaltire sia le acque meteoriche in un sistema di fognatura pubblica e sia le acque reflue domestiche in quanto assenti nell'area di intervento.

Una volta trattate, le acque reflue provenienti dagli impianti di trattamento e depurazione vengono disperse nel terreno, tramite apposite tubazioni, attraverso un particolare sistema di dispersione forzata.

L'acqua viene dispersa nel terreno attraverso condotte di tubi forati disposti in trincee parallele di sub-irrigazione ed immersi in un materiale ghiaioso (la dimensione della ghiaia pulita varia tra 40 – 70 mm) prima di essere ricoperta da uno strato di terreno vegetale e da un tessuto non tessuto o carta da imballo.

La condotta viene posta in una trincea profonda circa 700 mm all'interno di uno strato di pietrisco (dello spessore pari a 300 mm) collocato nella metà inferiore della stessa trincea.

La trincea viene infine riempita con terreno di copertura, previa posa in opera di uno strato di tessuto non tessuto al fine di evitare la penetrazione di materiale fine all'interno dello strato di pietrisco sottostante (Fig.1).

La trincea deve seguire l'andamento delle curve di livello per mantenere la condotta disperdente in idonea pendenza. Lungo l'asse della condotta disperdente saranno messe a dimora piante sempreverdi ad elevato apparato fogliare (*lauroceraso, pitosforo, oleandro, ecc.*) che consentono il rapido smaltimento del liquido chiarificato mediante evapotraspirazione.

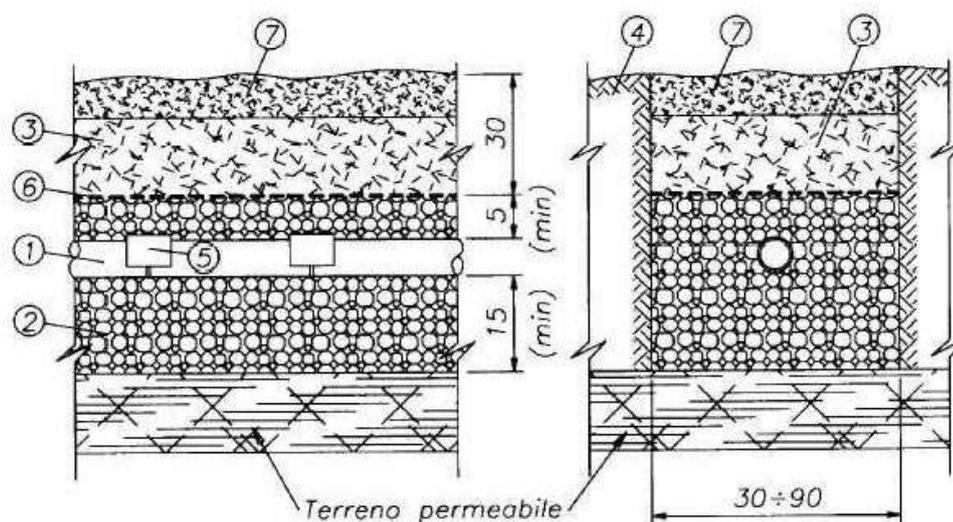


Fig.1 - schema trincea di sub-irrigazione

Legenda:

- 1 - tubazione di dispersione
- 2 - ghiaia grossolana
- 3 - terreno di copertura
- 4 - terreno naturale
- 5 - copertura a protezione dei giunti
- 6 - strato di tessuto non tessuto
- 7 - terreno riportato per compensare l'assestamento

12. NOTE CONCLUSIVE E RACCOMANDAZIONI

Le indagini svolte in questo studio (rilevamento geologico di superficie; analisi delle litologie affioranti; analisi stratigrafiche; caratteristiche morfologiche ed idrogeologiche; caratteri geotecnici.) hanno permesso di accertare quanto segue:

- *Assenza di movimenti gravitativi in atto o potenziali che possono interessare l'equilibrio geostatico generale;*
- *Assenza di corsi d'acqua superficiali che possono direttamente interessare il sito in parola;*
- *Presenza di una falda profonda che attesta la propria superficie piezometrica alla profondità di circa 33.00 m. dal p.c., febbraio 2023;*
- *Le acque che provengono dagli impianti di depurazione hanno caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche compatibili con l'ambiente ricettore;*
- *Le trincee drenanti di progetto consentono di smaltire le portate previste in progetto, in sicurezza ambientale del sito;*
- *I terreni che saranno interessati dalle reti di sub-irrigazione presentano una media permeabilità pari a $K = 5 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$.*

Sono da escludere in linea di massima, cedimenti significativi che possono compromettere la tenuta dei giunti delle tubazioni. Le caratteristiche geolitologiche e strutturali, unitamente ai caratteri geomorfologici del territorio, consentono di mettere in evidenza condizioni generali di stabilità dell'area studiata; non esistono infatti né sembrano essere esistiti fenomeni di dissesto. Dal punto di vista idrogeologico ed ambientale ai fini della

salvaguardia della falda idrica presente nel sottosuolo, va sottolineato che lo scarico in progetto, costituito da due sistemi di sub-irrigazione, assicura in pieno lo smaltimento della portata meteorica di progetto oltre che la salvaguardia della falda idrica.

L'indagine compiuta, infatti, fornisce utili indicazioni sulle possibilità pratiche di conferimento delle acque che saranno convogliate dalla rete pluviale in progetto, garantendo la sicurezza ecologica nel senso più lato in conformità alle nuove norme.

Il rilascio delle acque potrà, quindi, avvenire nel rispetto delle prescrizioni e delle modalità previste dalla vigente normativa in materia di scarichi di acque meteoriche e reflue. Le considerazioni esposte consentono di ritenere che l'immissione degli scarichi non produrrà effetti negativi all'ambiente del sottosuolo ed in particolare al corpo idrico sotterraneo.

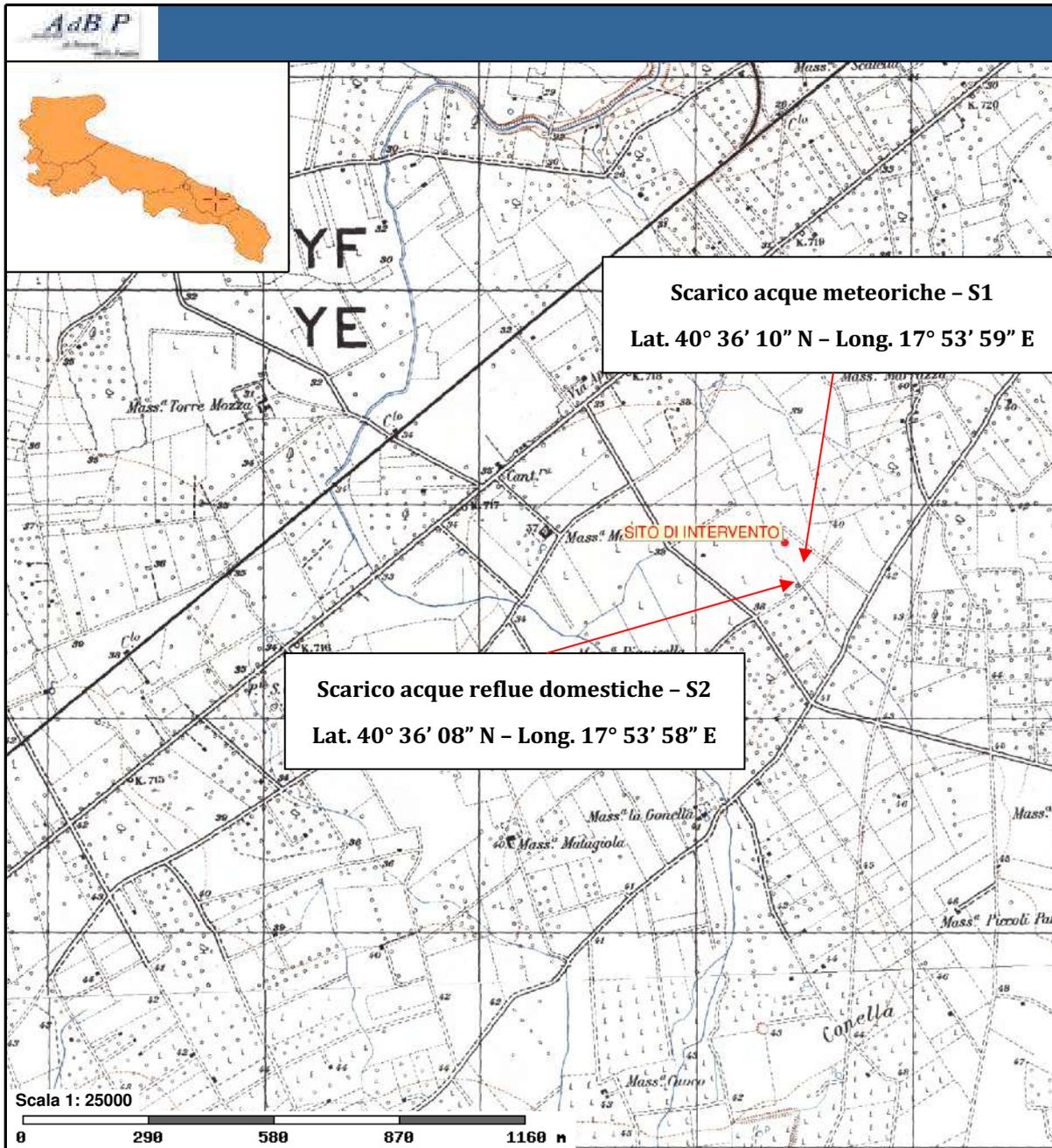
Si esprime pertanto parere favorevole allo smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento e reflue domestiche sul suolo, mediante sub-irrigazione, e a tal fine si consiglia la messa a dimora di piante sempreverdi, con ampio apparato fogliare, che possano contribuire allo smaltimento ulteriore dei reflui attraverso il processo di evapotraspirazione;

Questo documento si compone di 23 pagine e 14 allegati.

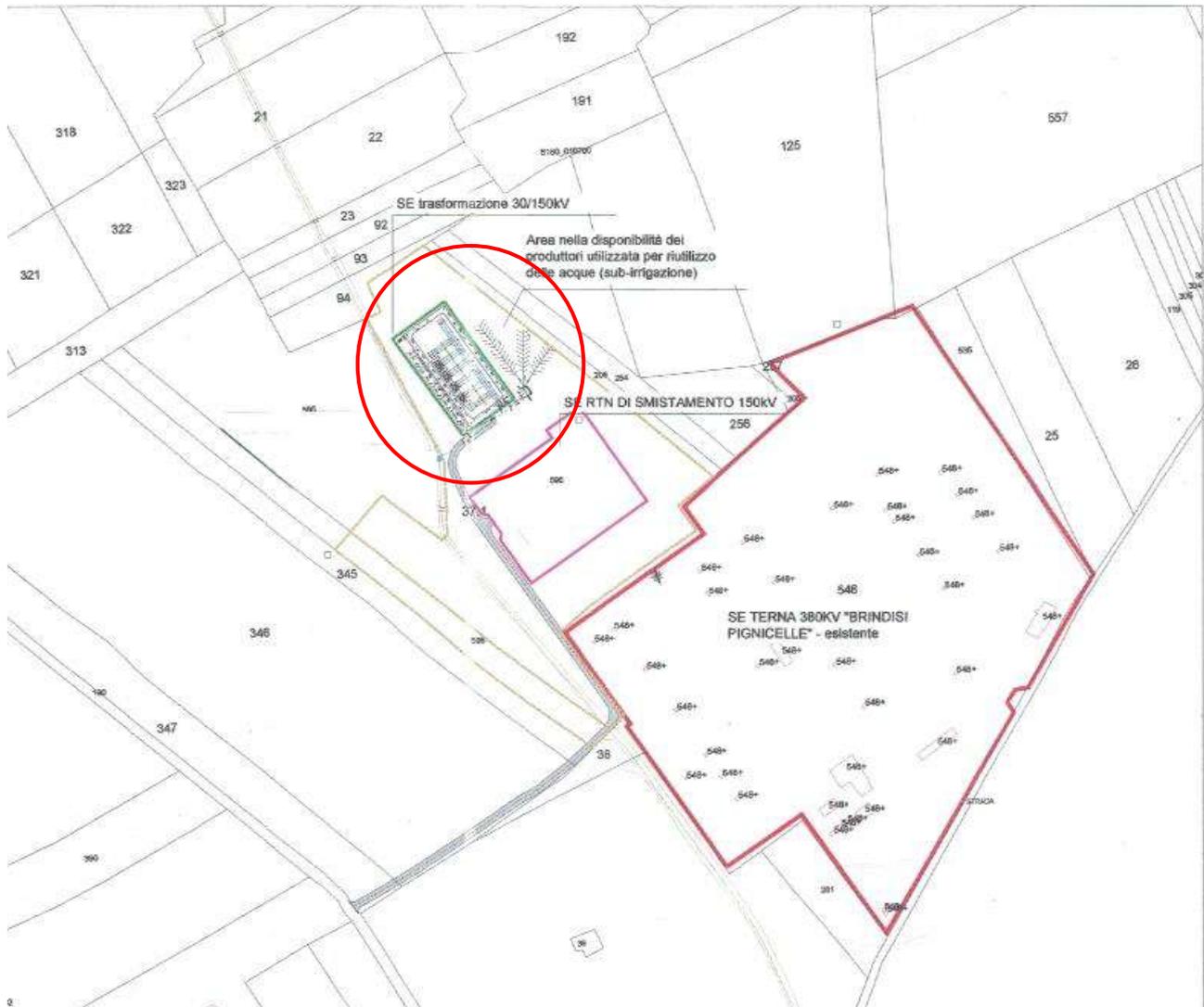
Ginosa, febbraio 2023

Dr. Geologo Francesco SOZIO



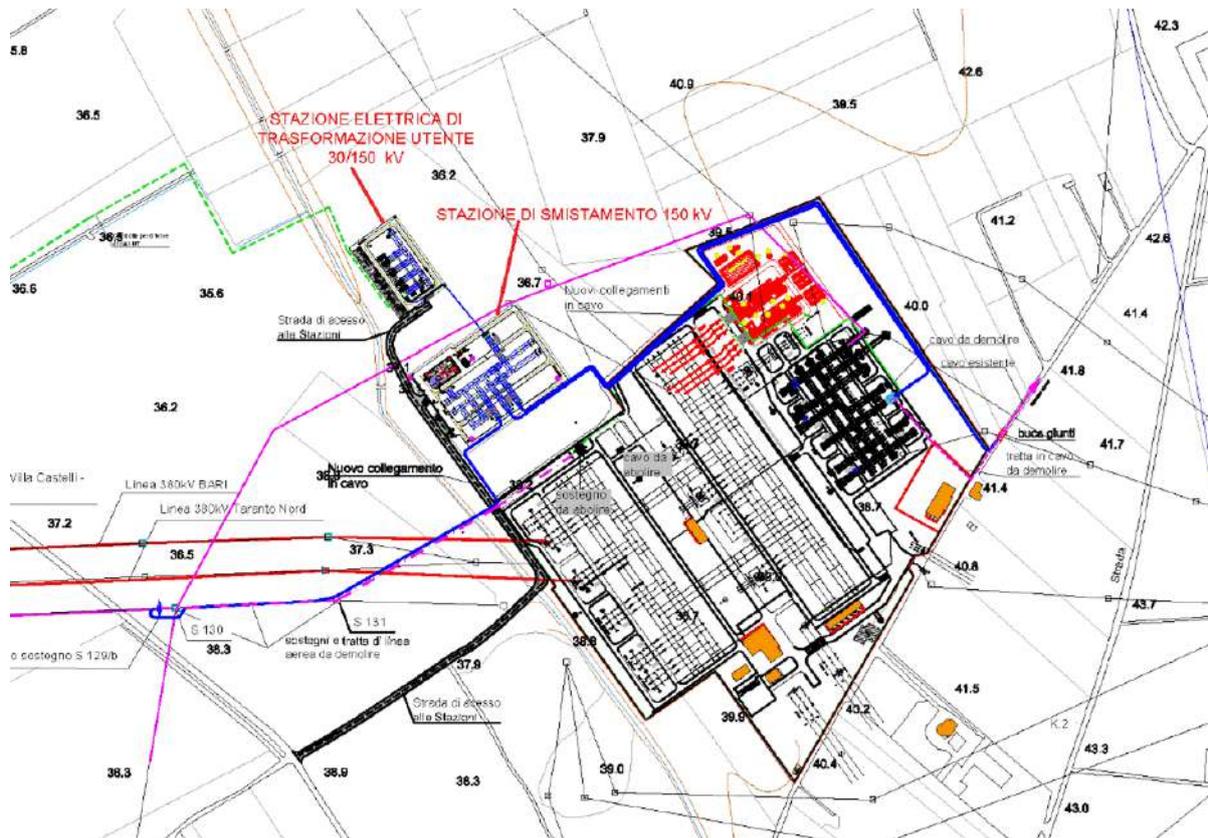


COROGRAFIA sc.1:25.000
Foglio n.203 della carta d'Italia I.G.M. I N.E. "BRINDISI"

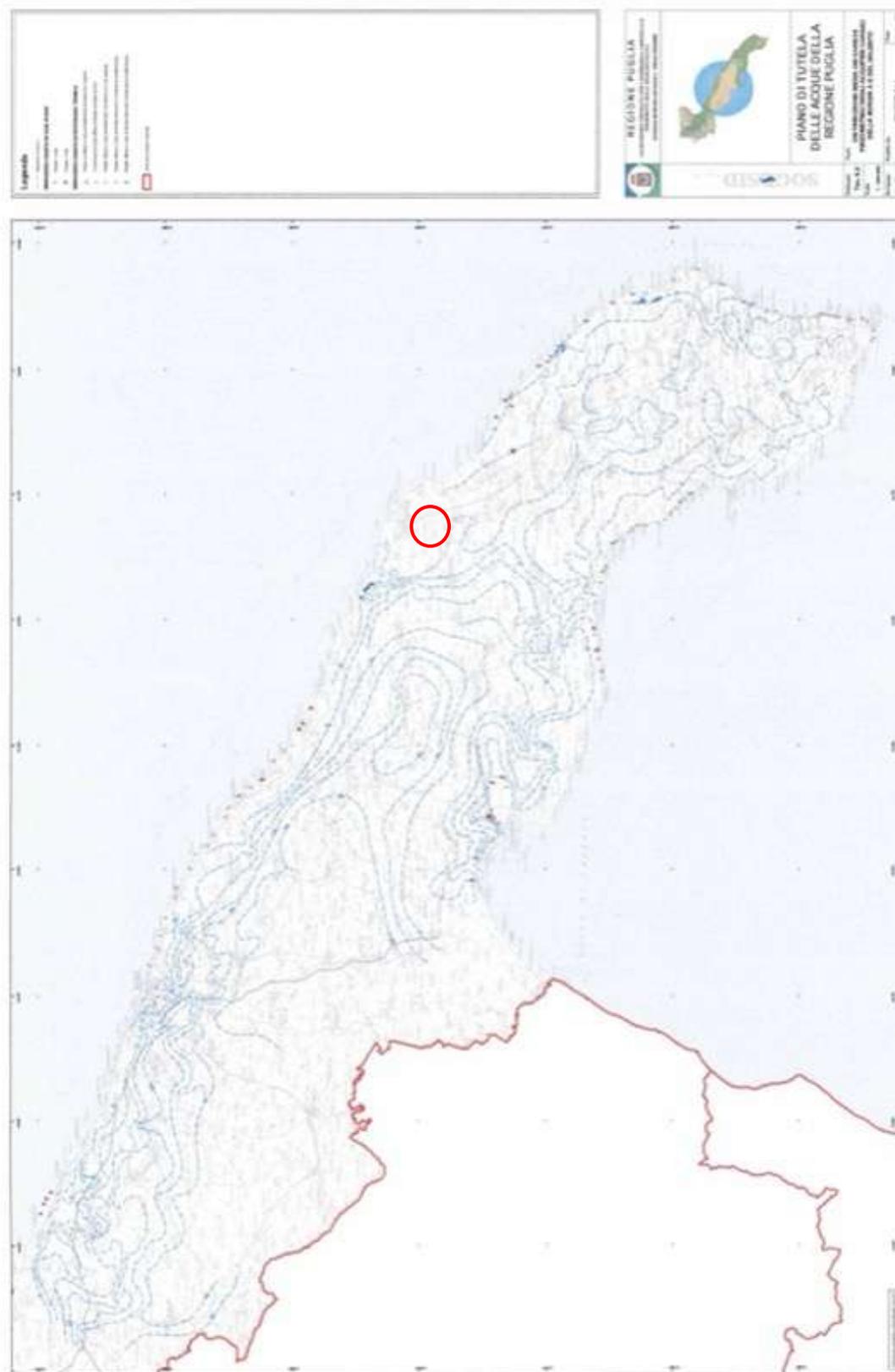


STRALCIO CATASTALE

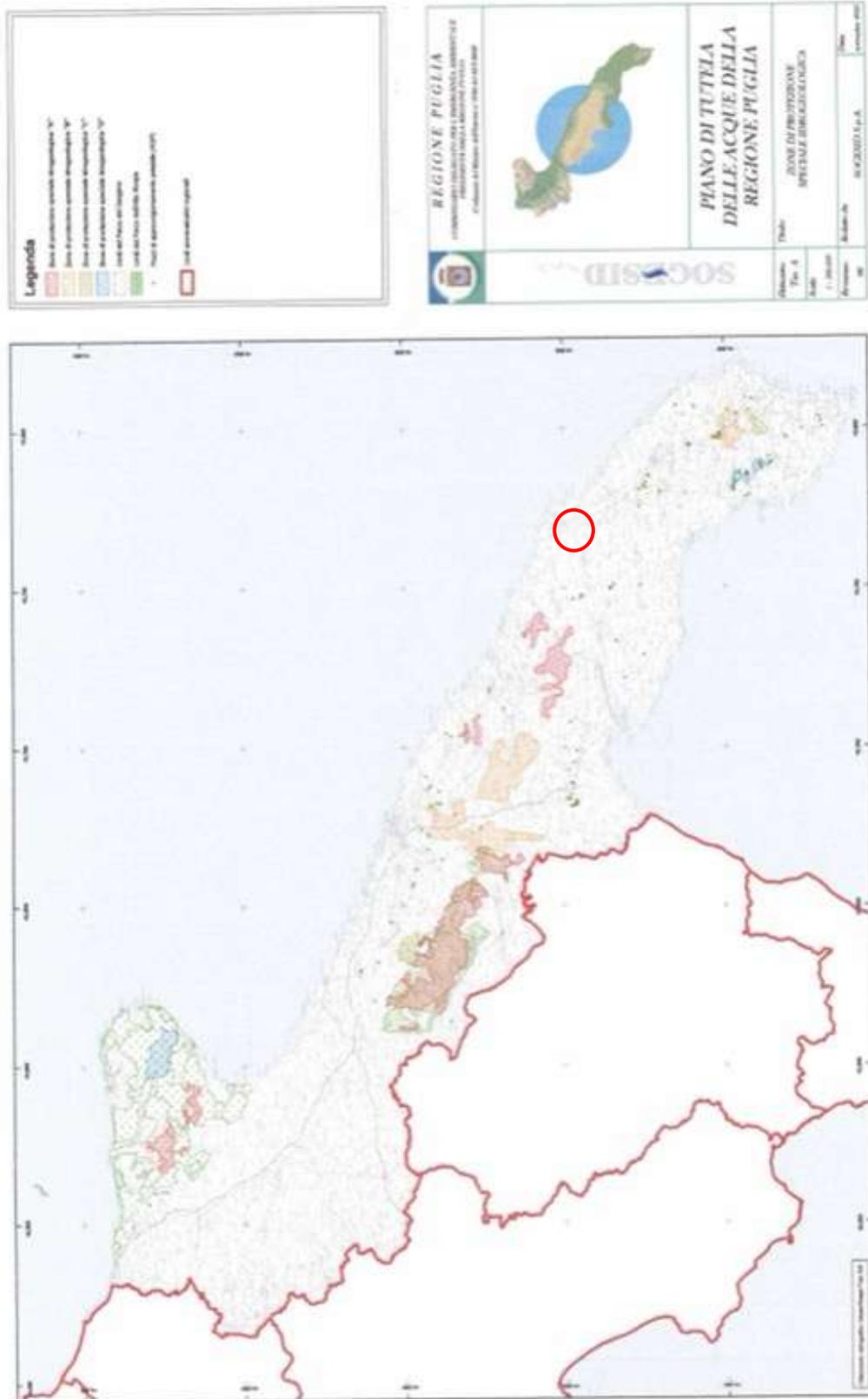
Foglio n.107 P.lle nn.596-598 Comune di Brindisi



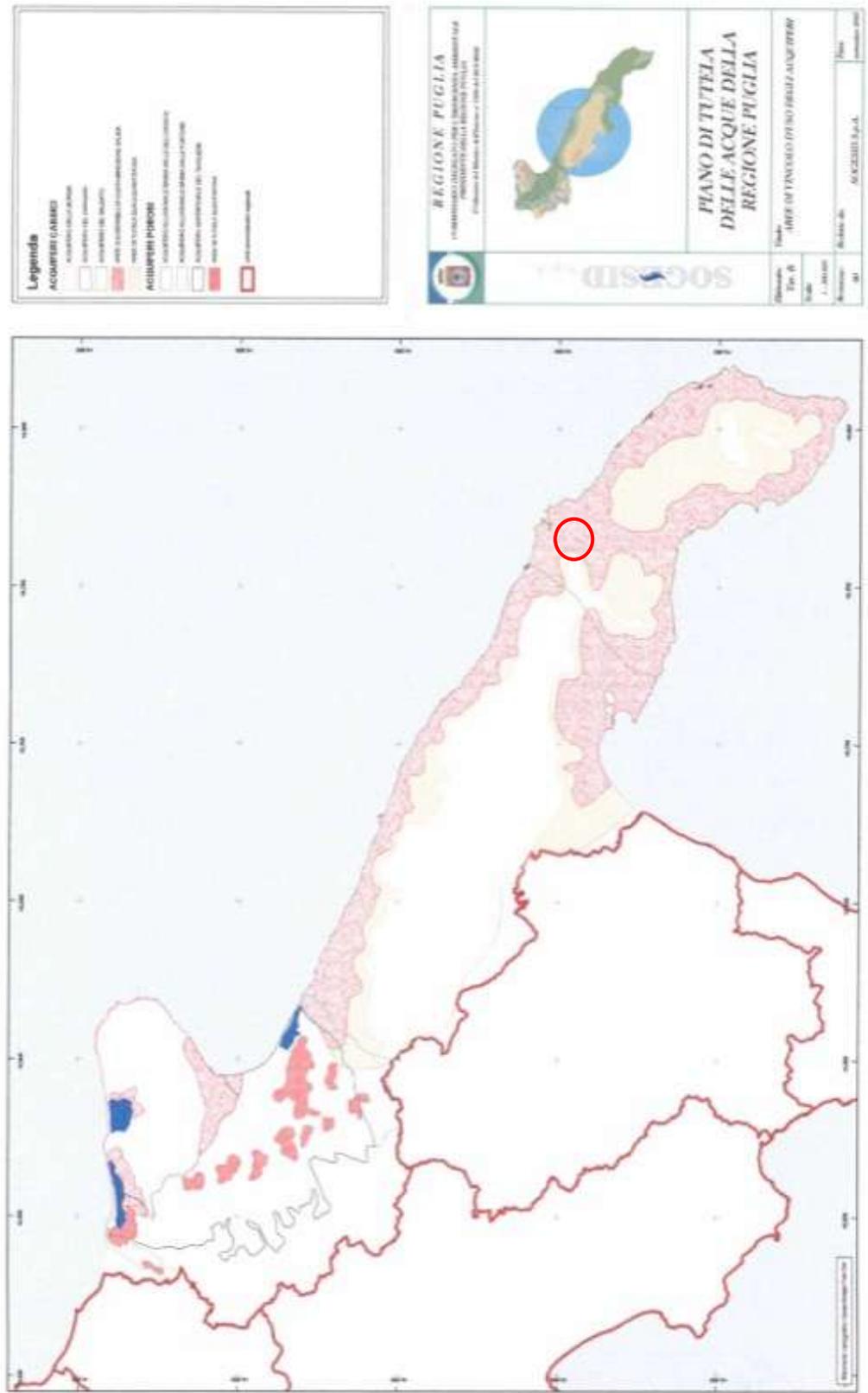
STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE



Tav.6.2 – PTA Regione Puglia, Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della murgia e del salento



Tav.A - PTA Regione Puglia, Zone di protezione speciale idrogeologica



Tav.B – PTA Regione Puglia, Aree di vincolo d’uso degli acquiferi

AREE DI VINCOLO D'USO DEGLI ACQUIFERI – ~~ACQUIFERO~~ **ACQUIFERO CARSIICO DEL SALENTO** – (Cfr. Figure da 13 a 20)

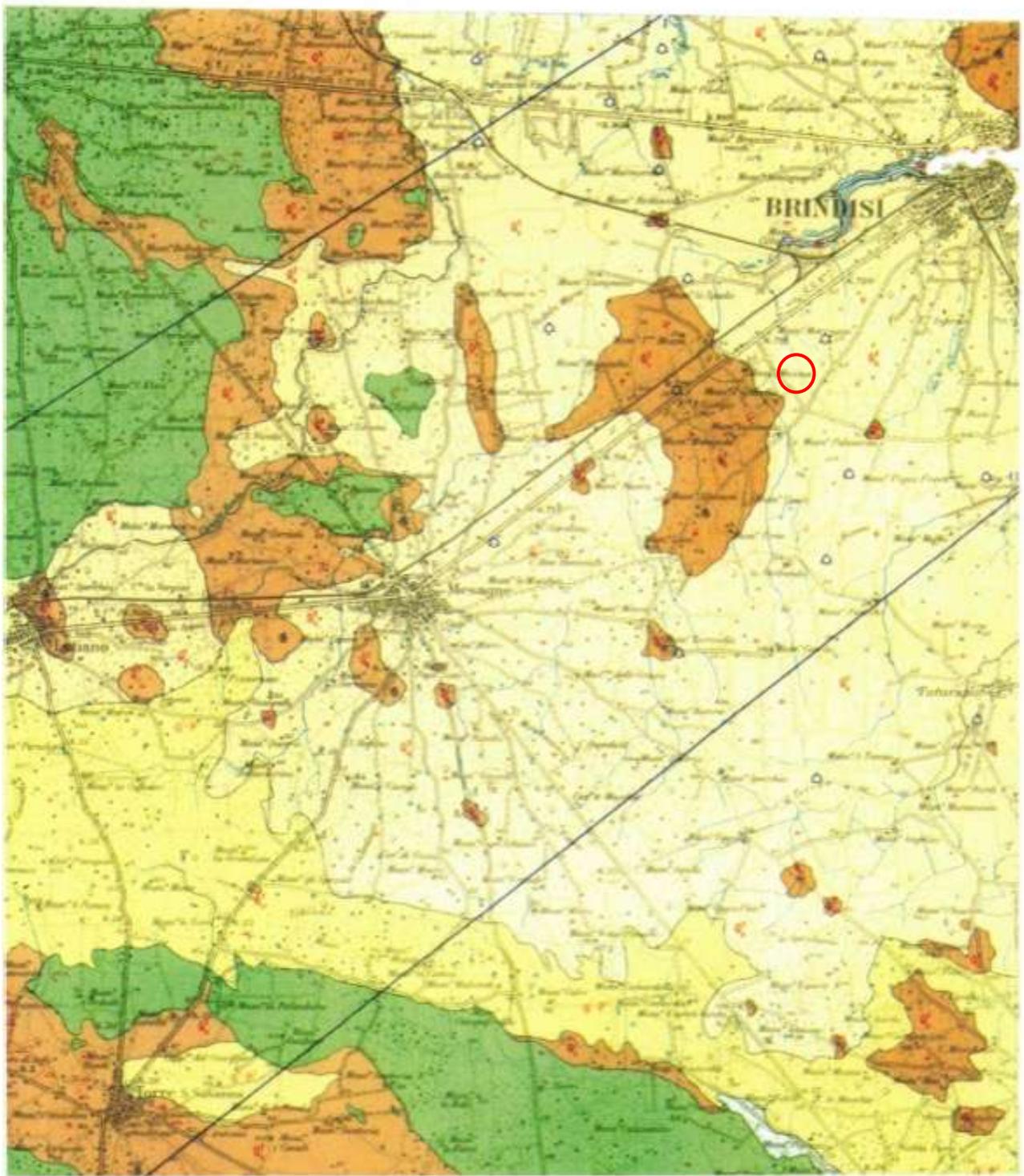
TAB.4 : Aree interessate da contaminazione salina		
Comune (Sezione)	Fig.	Numeri dei Fogli catastali interessati
ACQUARICA DEL CAPO	20	9, 10, 11, 18, 22
ALESSANO	20	14, 2021, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
ALEZIO	18	1, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
ALLISTE	18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
ANDRANO	19-20	4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
AVETRANA	15-16	16, 17, 20, 28, 29, 30, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54
BRINDISI	13-14	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,
		23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43,
		44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65,
		66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86,
		87, 88, 89, 90, 91, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112,
		113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137,
		138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158,
		159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179,
		180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195
		CALIMERA
CANNOLE	19	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22
CAPRARICA DI LECCE	17	10, 15
CARPIGNANO SALENTINO	17	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
CASTRI DI LECCE	17	3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
CASTRIGNANO DEL CAPO	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
CASTRO	19-20	2, 4, 5, 9, 10, 11, 15, 16
CELLINO SAN MARCO	14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
COPERTINO	16	30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 46, 47, 52, 61, 63
CORSANO	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
DISO	19-20	1, 3, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
FAGGIANO	15	16, 17, 18, 19

Tab.4 - PTA Regione Puglia, Aree interessate da contaminazione salina

CARTA GEOLOGICA sc.1:100.000
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – Foglio 203 "BRINDISI"

LEGENDA

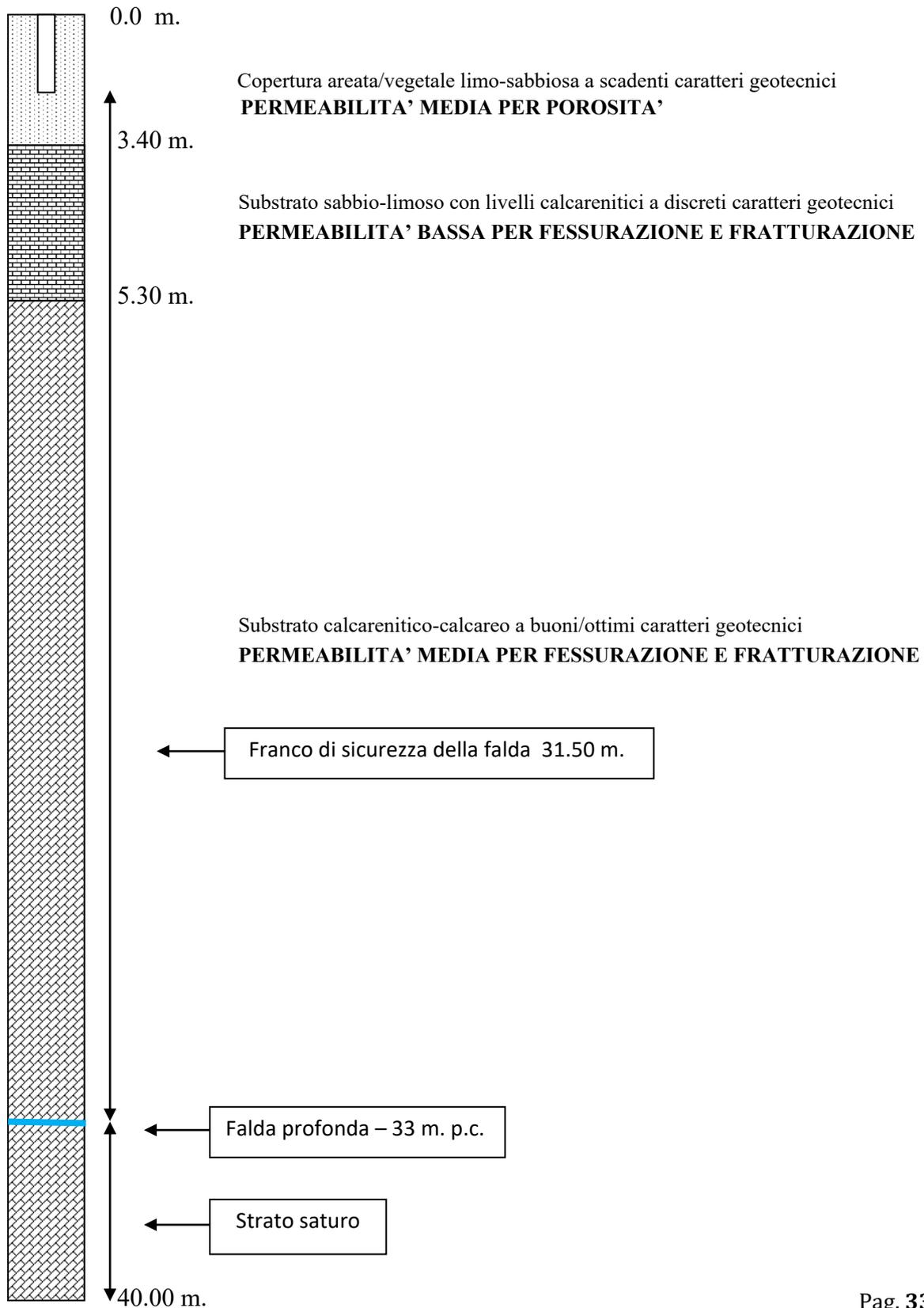
- de - Depositi eluviali (Olocene)
- s - Depositi lagunari-palustri recenti (Olocene)
- Q¹, Q² - Formazione di Gallipoli (Calabriano)
- Q³, Q⁴, Q⁵, P¹, P² - Calcareniti del Salento (Calabriano-Pliocene sup. medio)
- C^{aa} - Dolomie di Galatina (Cenomaniano sup.)

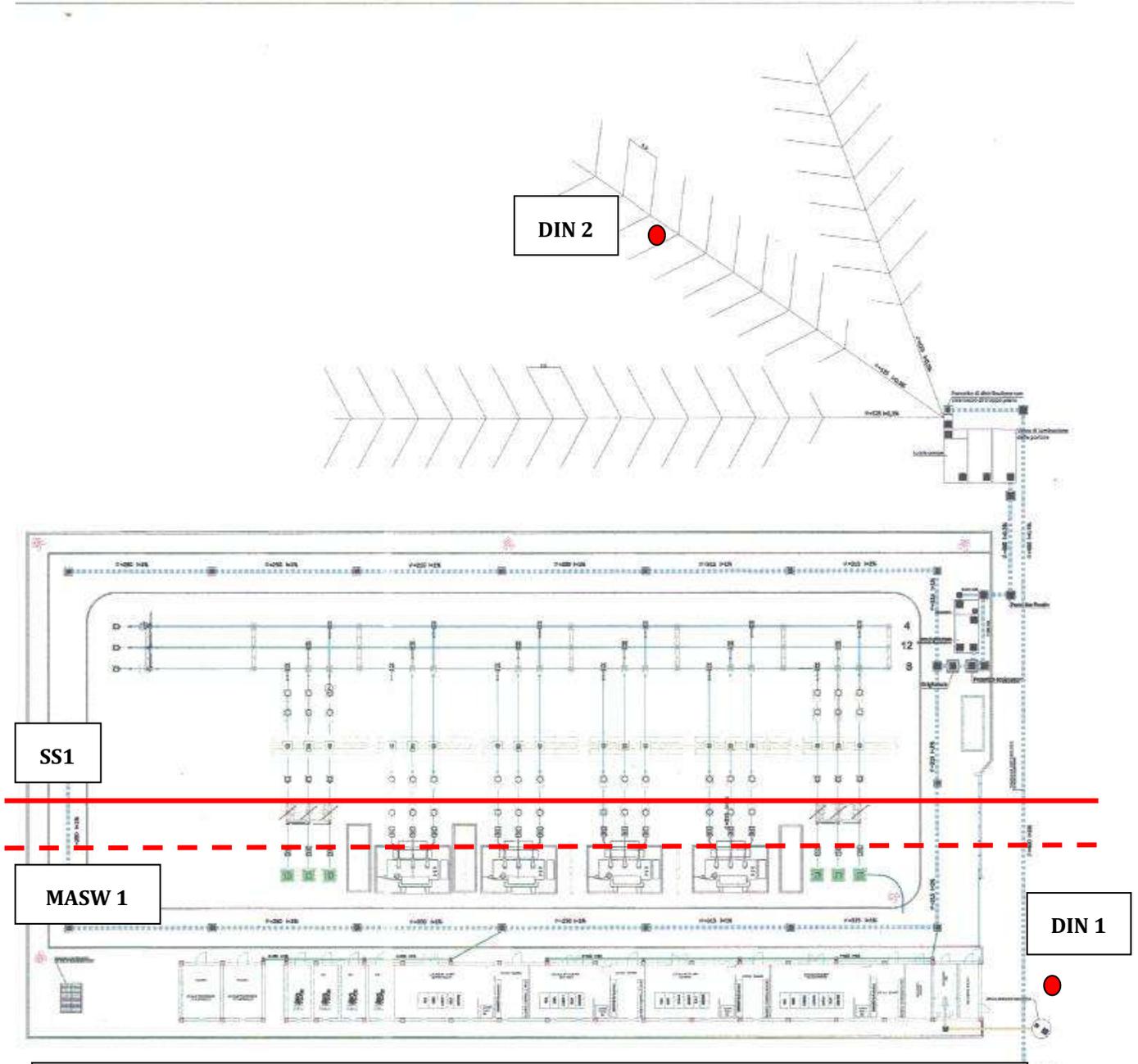




MODELLO IDROGEOLOGICO

SE località “Palmarini” – BRINDISI





CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

-  Rilievo sismico a rifrazione in onda P – SS1
-  Prospezione sismica con tecnica MASW, MASW1
-  Prova Penetrometrica dinamica, DIN1-DIN2

RILIEVO FOTOGRAFICO

Stazione di elevazione e smistamento

Prova Penetrometrica Dinamica denominata **DIN1**



Prova Penetrometrica Dinamica denominata **DIN2**



Rilievo sismico a rifrazione in onda P e prospezione sismica in onda S



REGIONE PUGLIA

COMUNE DI BRINDISI (BR)

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO
"GUARINI" E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE
Contrada Vaccaro – Brindisi (BR)
Stazione Terna – Brindisi (BR)

ELABORATO:

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Il Geologo
Dr. Lorenzo PORCARI



Via L. da Vinci, 31 – 75100 MATERA – Mob. 335 7121638

COMMITTENTE :
GUARINI S.R.L.
Galleria Vintler, 17 – Bolzano (BZ)

DATA :
Gennaio 2020

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

(DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	1.1.1.1.1.1 $M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento/fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento/fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento/fango bentonitico: talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti

riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M peso massa battente.

M' peso aste.

H altezza di caduta.

A area base punta conica.

δ passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R_{pd} resistenza dinamica punta (area A).

e infissione media per colpo (e/N).

M peso massa battente (altezza caduta H).

P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

Cs parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

Cd funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

Cr parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977) - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).

- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con N_{spt} < 8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).

- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975), per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq), valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann - Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .

- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

Matera, gennaio 2020

Il Geologo

Dr. Geol. Lorenzo PORCARI



The image shows a handwritten signature in blue ink that reads "Lorenzo Porcari". Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA BASILICATA" around the perimeter, "Dr. Geol. PORCARI" in the center, and "iscritto 256" below the name.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (“Stazione Terna” Nr.1 - Nr.2)

Committente: GUARINI S.R.L. Cantiere: Stazione Elevazione e Smistamento Località: Stazione Terna - Brindisi (BR)	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 02/01/2020
 Profondità prova 3.60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.56	0.65	28.05	32.75
0.20	2	0.855	0.56	0.65	27.99	32.75
0.30	2	0.853	0.56	0.65	27.93	32.75
0.40	2	0.851	0.56	0.65	27.86	32.75
0.50	3	0.849	0.83	0.98	41.70	49.12
0.60	3	0.847	0.83	0.98	41.61	49.12
0.70	6	0.845	1.66	1.96	83.04	98.25
0.80	7	0.843	1.93	2.29	96.67	114.62
0.90	10	0.842	2.62	3.11	130.76	155.39
1.00	18	0.790	4.42	5.59	220.89	279.70
1.10	18	0.788	4.41	5.59	220.40	279.70
1.20	18	0.786	4.40	5.59	219.92	279.70
1.30	16	0.785	3.90	4.97	195.06	248.62
1.40	13	0.783	3.16	4.04	158.14	202.00
1.50	13	0.781	3.16	4.04	157.80	202.00
1.60	10	0.830	2.58	3.11	128.90	155.39
1.70	8	0.828	2.06	2.49	102.92	124.31
1.80	7	0.826	1.80	2.18	89.88	108.77
1.90	6	0.825	1.46	1.77	73.16	88.70
2.00	6	0.823	1.46	1.77	73.02	88.70
2.10	7	0.822	1.70	2.07	85.03	103.49
2.20	5	0.820	1.21	1.48	60.62	73.92
2.30	4	0.819	0.97	1.18	48.41	59.14
2.40	4	0.817	0.97	1.18	48.32	59.14
2.50	5	0.816	1.21	1.48	60.29	73.92
2.60	6	0.814	1.44	1.77	72.23	88.70
2.70	6	0.813	1.44	1.77	72.10	88.70
2.80	10	0.811	2.40	2.96	119.96	147.84
2.90	14	0.760	3.00	3.95	150.02	197.39
3.00	24	0.709	4.80	6.77	239.80	338.38
3.10	22	0.707	4.39	6.20	219.40	310.18
3.20	24	0.706	4.78	6.77	238.89	338.38
3.30	40	0.605	6.82	11.28	341.02	563.96
3.40	50	0.603	8.51	14.10	425.37	704.95
3.50	50	0.602	8.49	14.10	424.47	704.95
3.60	50	0.601	8.47	14.10	423.59	704.95

ELABORAZIONE STATISTICA PROVA Nr.1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3.2	9.41	2.83	Coesivo	0	18.34	18.63	29.34	0.76	7.16	Sabbia Limosa
3.6	47.5	13.4	Coesivo	0	22.85	24.52	63.26	0.76	36.15	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
Sabbia Limosa	7.16	3.20	43.84	87.77	24.52	28.34	68.65	84.93	62.86	95.32	35.11	83.45	87.77
Calcarenite	36.15	3.60	239.28	443.16	0.00	130.23	353.24	401.97	279.49	369.91	177.30	574.28	443.16

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov, Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
Sabbia Limosa	7.16	3.20	3.22	--	7.34	8.78
Calcarenite	36.15	3.60	16.26	--	36.33	35.45

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
Sabbia Limosa	7.16	3.20	6.07	7.02
Calcarenite	36.15	3.60	38.77	35.45

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Sabbia Limosa	7.16	3.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Calcarenite	36.15	3.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Sabbia Limosa	7.16	3.20	Meyerhof	18.34
Calcarenite	36.15	3.60	Meyerhof	22.85

Peso unità di volume saturo

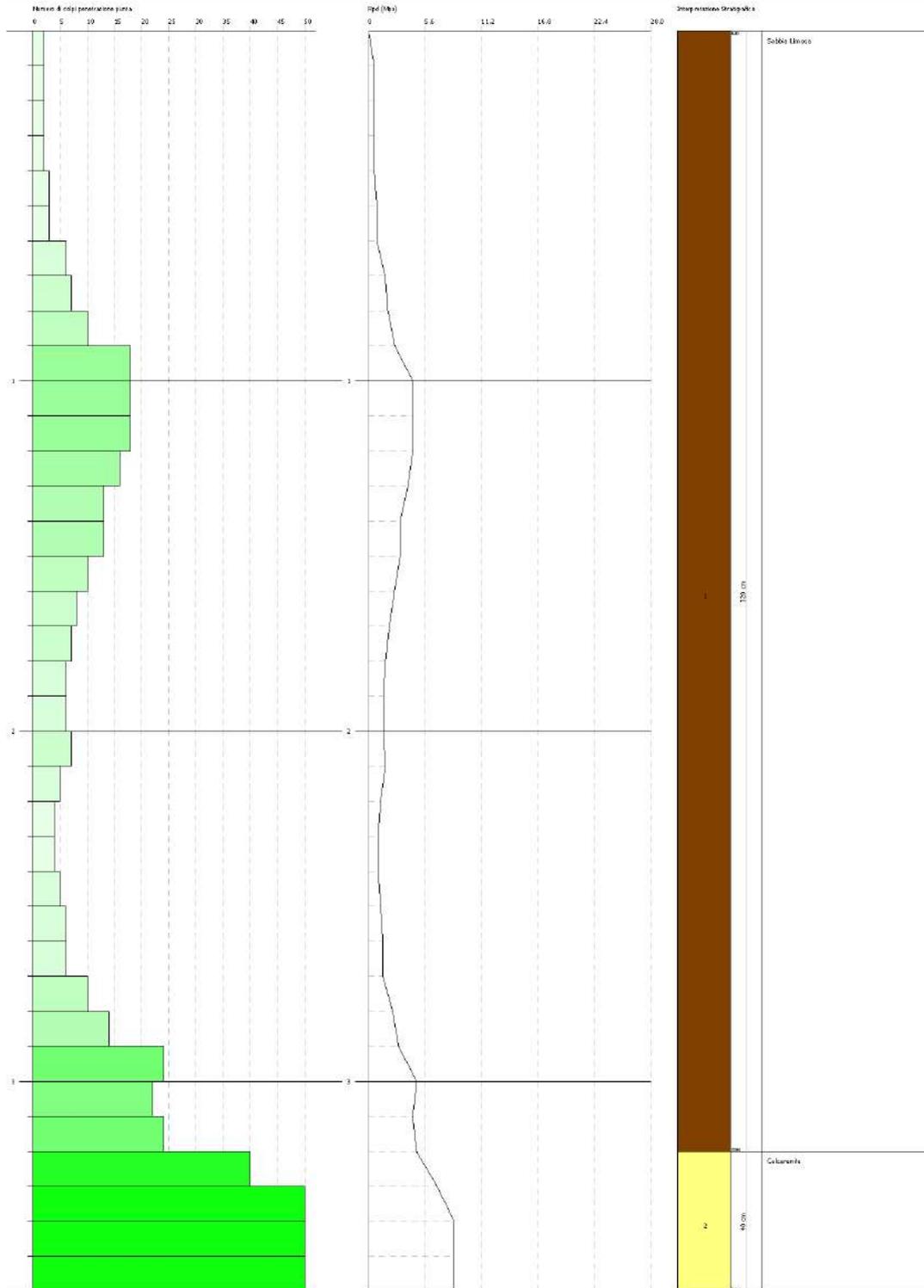
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturato (KN/m ³)
Sabbia Limosa	7.16	3.20	Meyerhof	18.63
Calcarenite	36.15	3.60	Meyerhof	24.52

PROVA PENE TROMETRICA DINAMICA N° 1
 Strumento utilizzato... DPM (D.L. 030/10) (Medium)

Contratto: GUARDIA S.R.L.
 Ordine Servizio: Direzione e Sistemazione
 Località: BRINDISI

Data: 10/03/2020

Scala: 1:50



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 02/01/2020
 Profondità prova 3.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	2	0.857	0.56	0.65	28.05	32.75
0.20	2	0.855	0.56	0.65	27.99	32.75
0.30	2	0.853	0.56	0.65	27.93	32.75
0.40	2	0.851	0.56	0.65	27.86	32.75
0.50	3	0.849	0.83	0.98	41.70	49.12
0.60	3	0.847	0.83	0.98	41.61	49.12
0.70	4	0.845	1.11	1.31	55.36	65.50
0.80	3	0.843	0.83	0.98	41.43	49.12
0.90	5	0.842	1.31	1.55	65.38	77.69
1.00	8	0.840	2.09	2.49	104.39	124.31
1.10	8	0.838	2.08	2.49	104.17	124.31
1.20	12	0.836	3.12	3.73	155.93	186.46
1.30	15	0.785	3.66	4.66	182.86	233.08
1.40	14	0.783	3.41	4.35	170.31	217.54
1.50	12	0.831	3.10	3.73	154.99	186.46
1.60	10	0.830	2.58	3.11	128.90	155.39
1.70	6	0.828	1.54	1.86	77.19	93.23
1.80	6	0.826	1.54	1.86	77.04	93.23
1.90	10	0.825	2.44	2.96	121.93	147.84
2.00	9	0.823	2.19	2.66	109.53	133.06
2.10	10	0.822	2.43	2.96	121.47	147.84
2.20	13	0.770	2.96	3.84	148.01	192.19
2.30	14	0.769	3.18	4.14	159.09	206.97
2.40	14	0.767	3.18	4.14	158.78	206.97
2.50	18	0.766	4.08	5.32	203.76	266.11
2.60	27	0.714	5.70	7.98	285.10	399.17
2.70	48	0.613	8.70	14.19	434.88	709.63
2.80	50	0.611	9.04	14.78	451.96	739.19
2.90	50	0.610	8.60	14.10	430.05	704.95
3.00	50	0.609	8.58	14.10	429.09	704.95

ELABORAZIONE STATISTICA PROVA Nr.2

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.6	8.92	2.72	Coesivo	0	18.14	18.53	23.58	0.76	6.79	Sabbia Limosa
3	49.5	14.29	Coesivo	0	23.54	24.52	51.87	0.76	37.67	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi - Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
Sabbia Limosa	6.79	2.60	41.58	83.26	24.52	26.87	65.02	81.59	59.72	92.57	33.34	85.22	83.26
Calcarenite	37.67	3.00	249.38	461.80	0.00	135.04	368.34	428.75	289.10	387.17	184.66	609.19	461.80

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
Sabbia Limosa	6.79	2.60	3.06	--	6.97	8.32
Calcarenite	37.67	3.00	16.95	--	37.85	36.94

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
Sabbia Limosa	6.79	2.60	5.66	6.66
Calcarenite	37.67	3.00	40.48	36.94

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Sabbia Limosa	6.79	2.60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Calcarenite	37.67	3.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Sabbia Limosa	6.79	2.60	Meyerhof	18.14
Calcarenite	37.67	3.00	Meyerhof	23.54

Peso unità di volume saturo

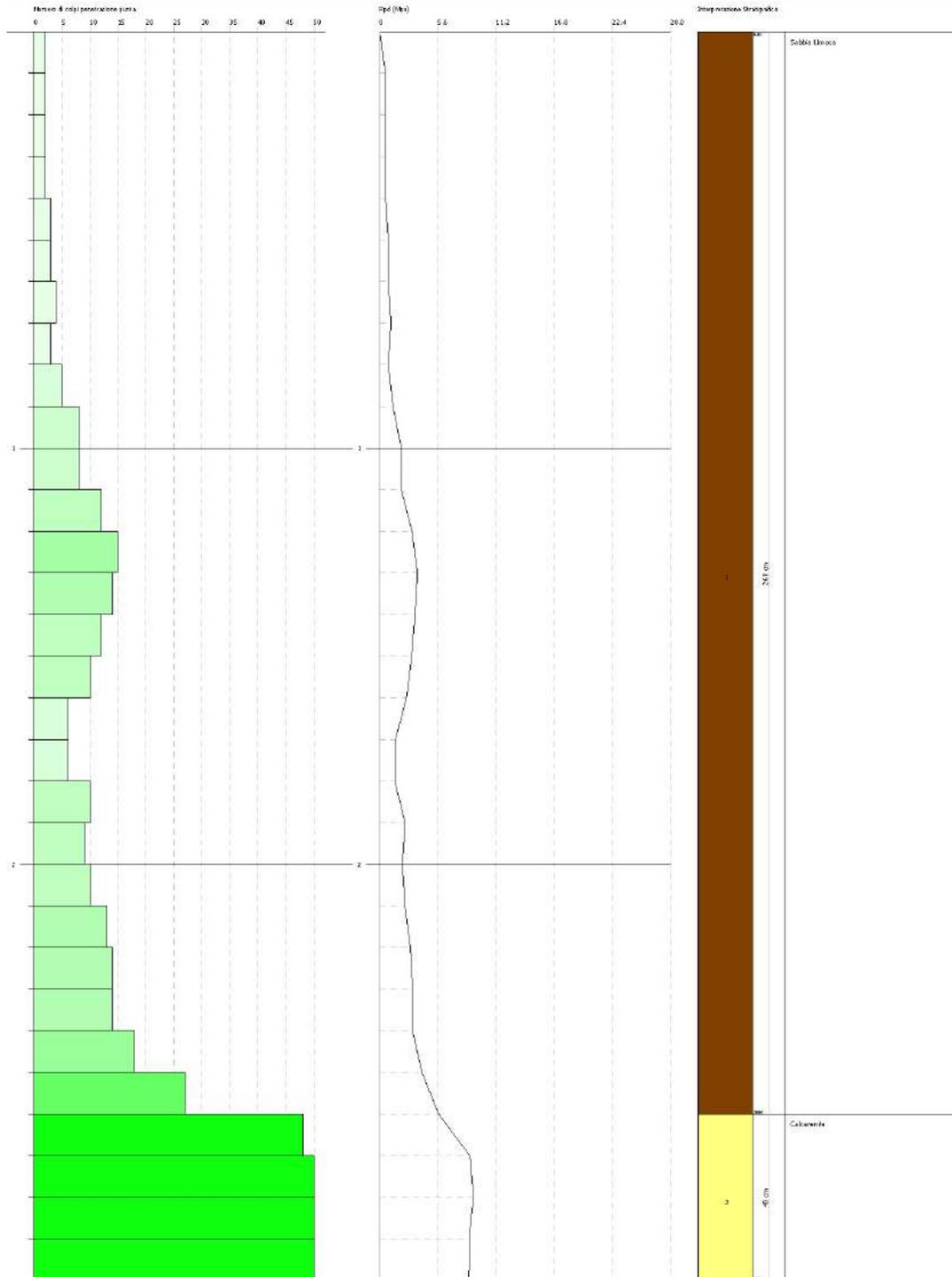
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Sabbia Limosa	6.79	2.60	Meyerhof	18.53
Calcarenite	37.67	3.00	Meyerhof	24.52

PROVA PENE TROMETRICA DINAMICA N°2
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Contratto: QUARTE SRL
 Comune: Brindisi (Basilicata e Sottanero)
 Località: Brindisi (BR)

Data: 10/03/2020

Scala: 1:50



COMMITTENTE : **Guarini Srl**
Galleria Vintler,17 - Bolzano

RIF. LAVORO : Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

ELABORATO : **Report Indagini Geofisiche**

INDAGINI GEOFISICHE - GEOTECNICHE - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI



Il Direttore Tecnico :

Dr. Geol. G. Michele VIZZIELLO

PROGEO del Dr. Geol. VIZZIELLO G. M.
Via Plave, n. 4 Tel. 0835/332812
75100 MATERA
Cod. Fisc. VZZ GNN 67H15 P062K
Part. IVA 00577980774

ELENCO ALLEGATI :

- All.1) Dromocrone, Sezioni Sismiche Tomografiche, Dati Sismici Singolo Rilievo
- All.2) Rilievi Masw (Sismogrammi-Spettri FX-FK-FV-Curve di Dispersione-Profilo Verticali Vs)

DATA :

Gennaio 2020



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

Sommario

PREMESSA	2
1. RILIEVI SISMICI ONDA P	3
1.1 Metodologia Adottata Rilievi Sismici in onda P	3
1.2 Strumentazione Adottata e Trattamento dati	4
1.3 Risultanze del Rilievo Sismico in onda P	6
2 RILIEVI SISMICI A TECNICA MASW	7
2.1 Cenni Teorici	7
2.2 Acquisizione e Processing dati	8
2.3 Strumentazione Adottata e Trattamento dati	10
2.4 Richiamo alla normativa vigente sulla classificazione sismica dei suoli (NTC 2018 -D.M. 17 gennaio 2018)	11
2.5 Categorie di sottosuolo	12
2.6 Risultanze del rilievo a Tecnica Masw e parametri elastodinamici	15



PREMESSA

Il presente Report Geofisico riferisce sulle risultanze di un'indagine indiretta condotta per la caratterizzazione sismoelastica dei terreni presenti in un'area del Comune di Brindisi (Loc. C.da Vaccaro), interessata dalla Realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione" (Committ.: GUARINI Srl – Bolzano).

Si sono adottate metodologie geofisiche quali Rilievi Sismici in onda P, Rilievi Sismici con tecnica MASW, per valutare la risposta dei terreni alle differenti metodologie ed ottenere informazioni stratigrafiche al di sotto delle sezioni tracciate dai rilievi di campo; si è valutata inoltre la risposta sismica locale del sito ai sensi del **NTC 2018** - DM 17 gennaio 2018.

Allo scopo l'indagine realizzata in loco è consistita in:

- realizzazione di n. 2 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigla: SS1-SS2), ubicati nell'area di indagine come da indicazioni della DL, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità in onda P;
- esecuzione di n. 2 prospezioni sismiche a tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) a sigla: Masw1-Masw2, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto ai 2 allineamenti citati.

Le tipologie di rilievo condotte sul terreno e le ubicazioni corrispondenti, sono state indicate dalla D.L., in maniera tale da investigare al meglio l'area di interesse compatibilmente con gli spazi fisici a disposizione.



1. RILIEVI SISMICI ONDA P

Come riferito in premessa, nell'area interessata dal presente studio, si sono realizzati n.2 rilievi sismici, per una lunghezza pari a $L=115\text{m/cad.}$, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P.

Data la lunghezza delle singole basi, la profondità utile di investigazione è risultata pari a circa 28.0/30.0m.

La spaziatura tra i geofoni sugli stendimenti è risultata pari a 5.0m, con "offset" di 2.5m.

Per la rilevazione delle onde P si è effettuata la energizzazione tramite "Hammer Blow" da 8 Kg fatto impattare su una piastra in lega di acciaio solidale con il terreno e posta sui vari punti di scoppio (*Shots*), ed utilizzati n.24 geofoni con frequenza di vibrazione 10-14 Hz.

I valori di velocità cui si farà riferimento di seguito, riportati nelle sezioni sismostratigrafiche allegate, sono quelli *medi* valutati sullo stendimento con il metodo GRM-Tomografico (*GRM-type Analysis*).

1.1 Metodologia Adottata Rilievi Sismici in onda P

La tecnica di esecuzione della sismica di rifrazione, consiste nel rilevare a distanze orizzontali variabili rispetto ad un punto di origine, gli arrivi di onde sismiche di compressione e di taglio (con appositi geofoni da 10-14 Hz per le onde P) generate da una sorgente di impulsi sismici e rifratte da discontinuità geologico-strutturali .

La velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p), costituisce il parametro discriminante per la determinazione della natura litologica del mezzo investigato.

La associazione delle velocità rilevate ad i corrispondenti litotipi ("taratura" delle misurazioni geofisiche) è stata fatta sulla base di dati stratigrafici desunti da ampia bibliografia in possesso ed affioramenti disponibili in loco.

Per ogni profilo (copertura tomografica eseguita con n. 7 shots distanziati in maniera regolare) si sono eseguiti n. 2 scoppi (*Shots* 1-7) agli estremi del rilievo e n. 5 scoppi interni al rilievo (*Shots* 2-3-4-5-6), che permettono di tracciare il diagramma delle velocità complementari e di ottenere una buona ricopertura di dati (informazioni sullo stesso rifrattore da energizzazioni diverse), ricavare giaciture dei livelli rifrattori e ridurre infine il margine di errore in una investigazione di tipo indiretto.

Dopo aver determinato il tempo totale (*total time*), si sono definite profondità e velocità del/i rifrattore/i sotto ciascun geofono con il metodo GRM (*Generalized Reciprocal Time-Palmer 1980*) e SeisOpt Pro v.4.0 (*Optim Inc. USA*) per la elaborazione tomografica delle velocità sismiche in onda P.

1.2 Strumentazione Adottata e Trattamento dati

- *Sismica di Superficie:*

-Sismografo Mod. **Geode Geometrics** : acquisizione con risoluzione di 24 bit, con 24 canali con segnale digitale memorizzato direttamente sullo strumento; trasferimento dati su PC;

Geode Ultra-Light Exploration Seismograph



Fig.1) Sismografo GEODE (Geometrics USA)

Caratteristiche Tecniche

Ultra Light-weight: 3.6 kg

Expandable:* Available with 3 to 24 channels per module; connect more modules to build low cost distributed systems up to 1000 channels.

Unmatched Specifications: 24 bit, ultra-high resolution 20 kHz bandwidth (8 to 0.02 ms sampling), low distortion (0.0005%), low noise (0.2uV), stacking accuracy (1/32 of sample interval).



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO – CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 – 75100 MATERA – 0835-381960-261746

-Apparato di ricezione (per Sismica di Superficie in onda P): 24 geofoni marca OYO 8-14 Hz, per onda P con time break sincrono con la sorgente di energia;

-Sorgente di Energia (per Sismica di Superficie in onda P : energizzatore a cartucce a salve ESI; “Hammer Blow” da 8 Kg che impatta su una piastra in lega d’acciaio (onda P);

-Trattamento dati (per Sismica di Superficie): display sismogrammi, lettura first break points per le onde P (FBP), analisi delle intensità dei segnali sismici, costruzione delle dromocrone, tramite programma trattamento dati: “WINSISM V.12”, inversione tomografica (onda P) tramite programma SeisOpt Pro v.5.0 (*Optim Inc. USA*), definizione della profondità dei rifrattori tramite GRM-Type-Analysis; ottimizzazione e trasferimento dati in sistema C.A.D.



1.3 Risultanze del Rilievo Sismico in onda P

Per il rilievo in parola, è stata effettuata la correzione topografica della quota dei geofoni posti unicamente sullo stendimento SS1, dotato comunque di blande variazioni di quota; nella base SS2 tale correzione non è stata apportata, data la presenza di un'area di rilievo pressoché pianeggiante.

La analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dall'indagine condotta, consente di effettuare una suddivisione di max n.3 differenti sismostrati, associati a differenti situazioni geologico-tecniche:

Base SS1

I° livello: ($V_p=300$ m/sec), associato a coperture areate/vegetali limo-sabbiose, a scadenti caratteri geotecnici; tale livello si individua per una profondità media pari a 1.7 m circa da p.c. con andamento relativamente regolare (v. sismosezione);

II° livello: ($V_p=900$ m/sec), associato con buona probabilità a substrato sabbio-limoso con livelli calcarenitici (tipo "panchina"/formazione di Gallipoli) a discreta risposta acustica, quindi geotecnica; tale sismostrato si individua sino a circa 12.6m da p.c.;

III° livello: ($V_p=2.200$ m/sec), associato a substrato argilloso e/o sabbio-calcarenitico discreta-buona risposta acustica, quindi geotecnica. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione (circa 28.0-30.0m da p.c.).

Base SS2

I° livello: ($V_p=600$ m/sec), associato a coperture areate/vegetali e coltri limo-sabbiose, a medio-scadenti caratteri geotecnici; tale livello si individua per una profondità media pari a 3.4 m circa da p.c. con andamento relativamente regolare (v. sismosezione);

II° livello: ($V_p=1.200$ m/sec), associato con buona probabilità a substrato sabbio-limoso con livelli calcarenitici (tipo "panchina"/formazione di Gallipoli) a discreta risposta acustica, quindi geotecnica; tale sismostrato si individua sino a circa 5.3m da p.c.;

III° livello: ($V_p=2.200$ m/sec), associato a substrato argilloso discreta-buona risposta acustica, quindi geotecnica. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione (circa 28.0-30.0m da p.c.).



2 RILIEVI SISMICI A TECNICA MASW

La risposta sismica locale dell'area di interesse, ai sensi della normativa sismica vigente (NTC 2018 – DM 17 gennaio 2018), è stata valutata con Tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) sulla medesima traccia delle basi sismiche SS1 ed SS2; si è ottenuto il profilo verticale medio delle Vs nel baricentro di dette basi (rif. Masw1-Masw2).

2.1 Cenni Teorici

La tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), consente di fornire un profilo verticale medio delle Vs relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento operato.

Tale profilo verticale delle Vs viene ricavato per inversione o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde P ed onde Sv (onde di taglio verticali).

In un mezzo stratificato, tali onde sono di tipo guidato e dispersivo.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza.

Le componenti con frequenza minore, penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Il profilo di velocità onde di Rayleigh ($V_{\text{fase}}/\text{frequenza}$), può essere convertito nel profilo Vs/profondità.

Il metodo SASW (Nazarian e Stokoe, 1984) utilizza una sorgente attiva e due sismometri da 1Hz polarizzati verticalmente spaziati da 1m sino a 500m; le Vs sono ricavate dallo studio delle velocità di fase delle onde di Rayleigh.

Tali velocità di fase sono ricavate per confronto diretto degli spettri d'ampiezza e fase di ciascuna coppia di sismometri, ottenuti istantaneamente in sito tramite un oscilloscopio che esegue una trasformata veloce di Fourier; l'interpretazione è svolta nel dominio delle frequenze, e si suppone che gli arrivi più energetici appartengano al treno d'onde di Rayleigh.



In ambienti rumorosi, la metodologia SASW non porta sempre a risultati soddisfacenti per il fatto che, nel dominio delle frequenze non è possibile separare le onde di Rayleigh da quelle di altra natura.

Il metodo MASW (Park et al., 1999) è stato sviluppato in parte per superare le difficoltà del metodo SASW in ambienti rumorosi.

Viene effettuata infatti una registrazione simultanea di 12 o più canali, che fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità.

In questo caso la interpretazione e salvataggio dati nel dominio temporale, consente di separare le onde di Rayleigh presenti nelle acquisizioni (caratterizzate normalmente da elevata ampiezza di segnale); si stima che circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si tramuta in onde di superficie.

L'analisi spettrale detta "*overtone analysis*", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie sul quale effettuare il *picking* della curva di dispersione, ed ottenere per successiva inversione il profilo 1-D delle Vs. La tecnica prevede inoltre di eseguire misure ripetute spostandosi nella direzione di allineamento dello stendimento.

2.2 Acquisizione e Processing dati

L'analisi mediante tecnica MASW, è stata effettuata registrando onde di superficie (sorgente attiva-massa battente) registrando i dati sismici (*common-shot gathers*) mediante array lineare di 24 geofoni (bassa frequenza: 4.5 Hz) su n.3 tracce da 1 sec/cad, con geofoni distanziati con passo **5.0m** e offset variabile **2-5-10m**.

Si sono registrate su n. 24 canali, onde con range di frequenza 2-30Hz, che in condizioni ottimali offrono dettagliate informazioni sulla ricostruzione del profilo Vs in profondità.

Dopo aver caricato il *dataset* di campo, si è determinato tramite software dedicato lo spettro di velocità (diagramma Velocità/Frequenza).

Nello spettro di velocità *v-f* sono visualizzati gli andamenti con evidente coerenza di fase e potenza significativa che consentono di riconoscere in modo "visivo" le onde di Rayleigh che hanno carattere dispersivo (Modo Fondamentale), rispetto a quelle (onde Rayleigh di ordine superiore,



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

onde di pressione, suono e rumore incoerente) che hanno altri Modi e tipi di onde (Modo superiore – *Aliasing spaziale*).

Si è eseguito il picking (Modo Fondamentale) della curva di dispersione; tali valori sono stati poi plottati su un diagramma *velocità-frequenza*, per l'analisi della curva di dispersione ed ottimizzazione del modello diretto monodimensionale di V_s .

Negli elaborati prodotti sono stati riportati oltre al sismogramma prescelto per l'inversione, i seguenti spettri:

Spettro FX: proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema distanza -frequenza. Analizzando lo spettro è possibile comprendere a quali frequenze è situato l'impulso di energia e se al segnale è sovrapposto del *noise*.

Spettro FK : proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma medio, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema numero d'onda-frequenza. Da tale spettro è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.

Spettro FV : proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema frequenza-velocità. Anche da tale spettro è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.



2.3 Strumentazione Adottata e Trattamento dati

- **Tecnica MASW:**

-Sismografo Mod. **Geode Geometrics** : acquisizione con risoluzione di 24 bit, con 24 canali con segnale digitale memorizzato direttamente sullo strumento; trasferimento dati su PC;

-Apparato di ricezione (per Sismica di Superficie in onda S): 24 geofoni marca OYO-GEOSPACE 4.5 Hz con time break sincrono con la sorgente di energia (starter);

-Sorgente di Energia (per Sismica di Superficie in onda P tipo "Hammer Blow" da 8 Kg che impatta su una piastra in lega d'acciaio (onda P);

-Trattamento dati (per Sismica di Superficie): display sismogrammi, *processing* dei dati SEG-Y, calcolo dello spettro di velocità per ogni traccia acquisita, effettuazione del *picking* della curva di dispersione, plottaggio su un diagramma periodo-velocità di fase, ottimizzazione del modello diretto di velocità delle onde di taglio: softwares:

winMASW 4.0 (Eliosoft); SWAN 1.4 (GeoStudi Astier Srl).



2.4 Richiamo alla normativa vigente sulla classificazione sismica dei suoli (NTC 2018 -D.M. 17 gennaio 2018)

Il D.M. 17 gen. 2018 (NTC 2018), definisce la pericolosità sismica, intesa come "accelerazione massima attesa a_g su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat. A - $V_{s30} > 800$ m/s)", in funzione del sito e non più in relazione alla zona sismica del comune cui appartiene l'area oggetto dell'intervento.

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (allegato A del D.M. 14 gennaio 2008 ed eventuali successivi aggiornamenti), viene effettuata direttamente per il sito in esame, sulla base delle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008.

Tale reticolo è costituito da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi (e per 9 differenti valori del periodo di ritorno - da 30 anni a 2.475 anni) sono forniti i valori dei parametri a_g (espresso in g/10), F_0 (adimensionale) e T^*c (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica.

Una volta individuate le coordinate del sito oggetto d'intervento, il calcolo di ciascuno dei relativi parametri spettrali su indicati può essere effettuato attraverso la media pesata dei corrispondenti valori nei 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che circondano il sito in esame secondo la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove :

p è il parametro di interesse nel punto in esame;

p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Se il tempo di ritorno considerato non coincide con nessuno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, per ricavare il valore del parametro di interesse sarà necessario effettuare un'ulteriore interpolazione (tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno che comprendono quello di calcolo) con la formula seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

dove:

p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno TR considerato
TR1 e TR2 sono i valori del tempo di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori di p1 e p2.

2.5 Categorie di sottosuolo

E' possibile determinare l'azione sismica di progetto per un dato sito mediante specifiche analisi indicate nel cap. 7.11.3 delle NTC 2018, oppure per la definizione dell'azione sismica è consentito un approccio semplificato, basato sulle seguenti categorie di sottosuolo di riferimento (A,B,C,D,E):

Tabella 3.2.II_NTC2018 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m</i> , 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al par. 3.2.3 delle NTC_2018.

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

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo.

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

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

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

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è ottenuta mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, può essere valutata tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

Di seguito si riportano i dati derivati dalla campagna specifica, dopo aver esplicitato metodologia, strumentazione e softwares adottati per lo studio geofisico.

Rif.: Brindisi - Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

2.6 Risultanze del rilievo a Tecnica Masw e parametri elastodinamici

L'analisi delle velocità delle onde di taglio rilevate con tecnica Masw ha considerato un numero adeguato di strati (n. 4-5) per effettuare un *fitting* migliore della curva di dispersione; per la Masw effettuata si sono "normalizzati" i dati dei n. 4-5 sismostrati portandoli a n. 3 (media ponderata), per poter effettuare un confronto con i dati in onda P (in considerazione degli spessori rilevati con le onde di compressione) ed ottenere i parametri sismoelastici richiesti.

I parametri ottenuti nell'interpretazione sono sintetizzati nella tabella che segue:

Profilo Verticale Vs				Masw1
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.46	0.00	1.46	198	VSeq (m/s): 356
11.16	1.46	12.62	289	
10.78	12.62	23.40	407	
6.60	23.40	30.00	565	Tipo di Suolo: C

Profilo Verticale Vs				Masw2
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
3.26	0.00	3.26	224	VSeq (m/s): 402
2.42	3.26	5.68	273	
7.64	5.68	13.32	376	
7.24	13.32	20.56	478	
9.44	20.56	30.00	597	Tipo di Suolo: B

e, dopo l'operazione di normalizzazione a n.3 strati, lasciando inalterato il valore di Vseq ottenuto tramite *best fit* della curva di dispersione:

Profilo Verticale Vs (media livv.3-4)				Masw1 norm.
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.46	0.00	1.46	198	VSeq (m/s): 356
11.16	1.46	12.62	289	
17.38	12.62	30.00	467	
				Tipo di Suolo: C

Profilo Verticale Vs (media livv.3-4-5)				Masw2 norm.
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
3.26	0.00	3.26	224	VSeq (m/s): 402
2.42	3.26	5.68	273	
24.32	5.68	30.00	492	
				Tipo di Suolo: B

per cui le aree in esame possono essere classificate nella categoria **C** e **B** di cui alle **NTC2018**.

I dati di sintesi delle rilevazioni in onda P/S effettuate, il calcolo dei parametri elastodinamici sono riportati nella tabella che segue:

Moduli Elastodinamici - Fotovoltaico BR - BASE SS1								
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa

STRATO prof.media(m)

I	1.71	0.30	0.20	0.11	1.51	1342	602	580	3.3
II	12.63	0.90	0.29	0.44	1.86	4562	1581	13227	22.0
III	max invest (P).	2.20	0.47	0.48	2.20	14449	4893	102070	133.2

Moduli Elastodinamici - Fotovoltaico BR - BASE SS2								
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa

STRATO prof.media(m)

I	3.44	0.60	0.22	0.42	1.72	2496	880	5138	8.6
II	5.32	1.20	0.27	0.47	1.96	4390	1490	26807	20.8
III	max invest (P).	2.20	0.49	0.47	2.20	16008	5431	101353	156.2

Legenda parametri dinamici				
Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi	δ	Densità geofisica T/m ³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi	Edin	Modulo di Elasticità dinamico Kg/cm ²
Vp	Velocità onde di compressione	Km/sec	Gdin	Modulo di Taglio dinamico Kg/cm ²
Vs	Velocità onde di taglio	Km/sec	Kdin	Modulo di Compressibilità dinamico Kg/cm ²
μ	Coefficiente di Poisson	-	Estat	Modulo di Elasticità statico Mpa

** Ciò chiarito, per le tipologie di rilievo effettuate, si rimanda agli elaborati specifici prodotti, per una più approfondita analisi dello studio condotto.

Matera, dicembre 2018

Progeo

Dr. Geol. G. Michele VIZZIELLO

PROGEO del Dr. Geol. VIZZIELLO G. M.
Via Piave, n. 4 Tel. 0835/332812
75100 MATERA
Cod. Fisc. VZZ GNN 67H15 P052K
Part. IVA 00577980774

Rif.: Brindisi - Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

Elenco Allegati:

- All.1) Dromocrone, Sezioni Sismiche Tomografiche, Dati Sismici Singolo Rilievo
- All.2) Rilievi Masw (Sismogrammi-Spettri FX-FK-FV-Curve di Dispersione-Profil Verticali Vs)



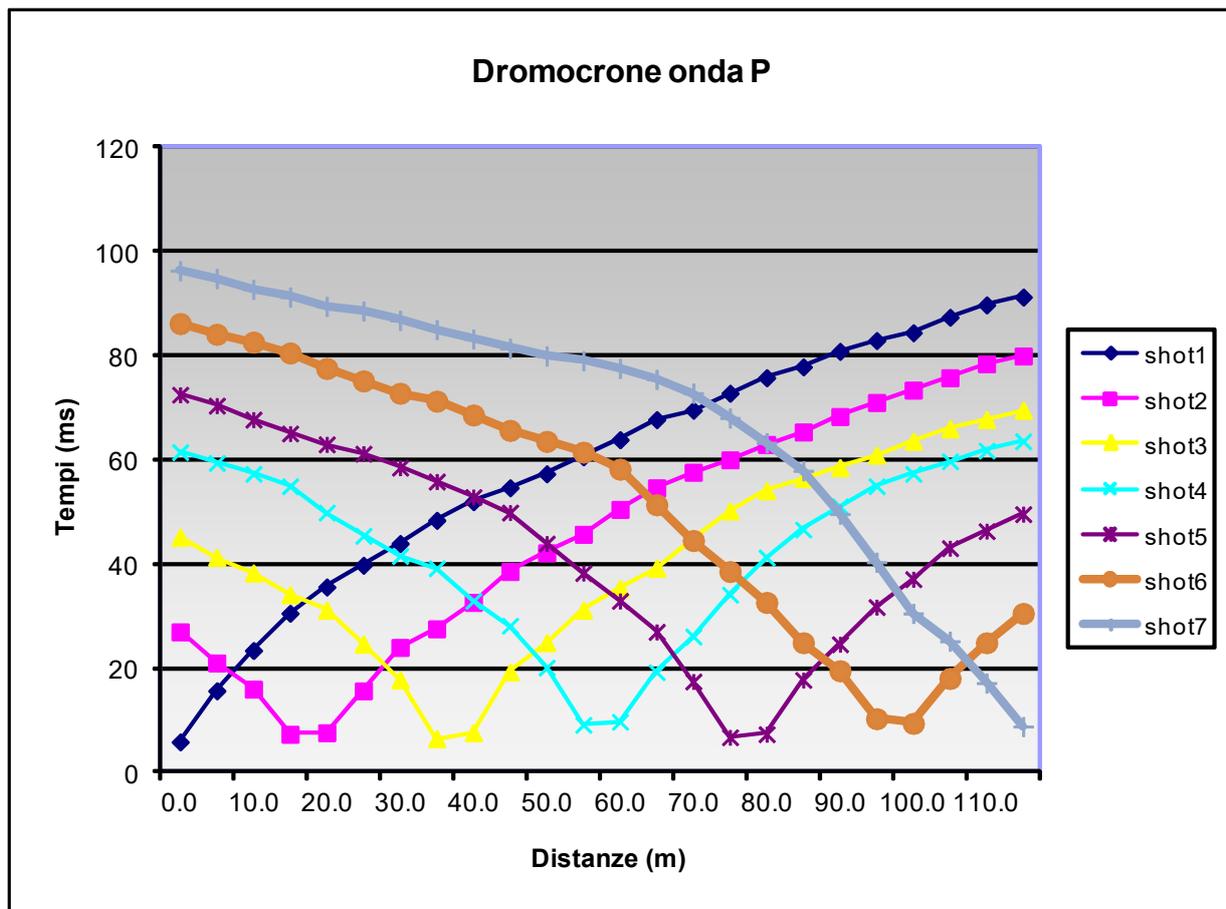
DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

All.1) Dromocrone, Sezioni Sismiche Tomografiche, Dati Sismici Singolo Rilievo

Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

Data: Gen. 2020

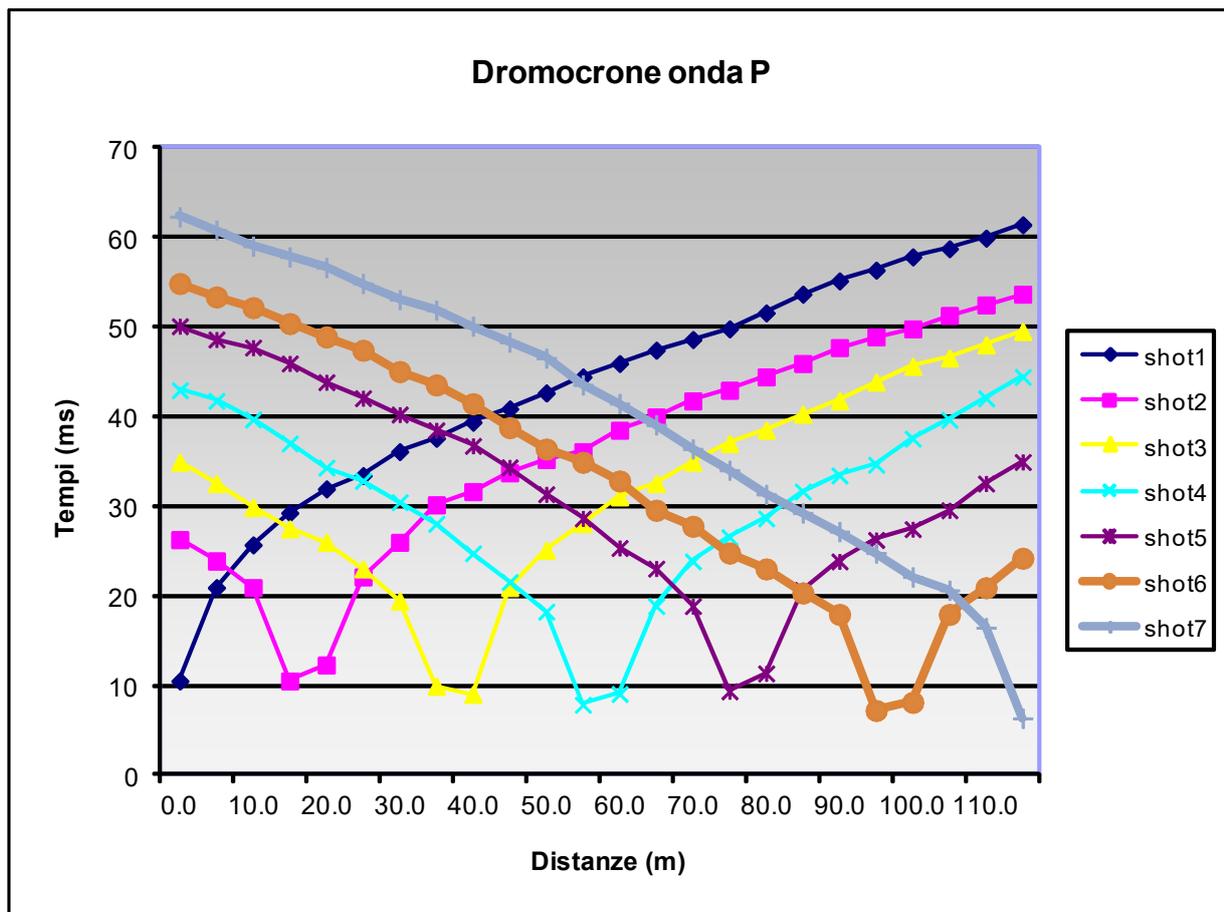


Base 1 - Brindisi - gen.2020

Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

Data: Gen. 2020



Base 2 - Brindisi - gen.2020



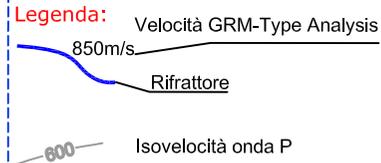
Dr. G.Michele VIZZIELLO - Matera 0835-381960

WWW.PROGEOMATERA.IT

Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

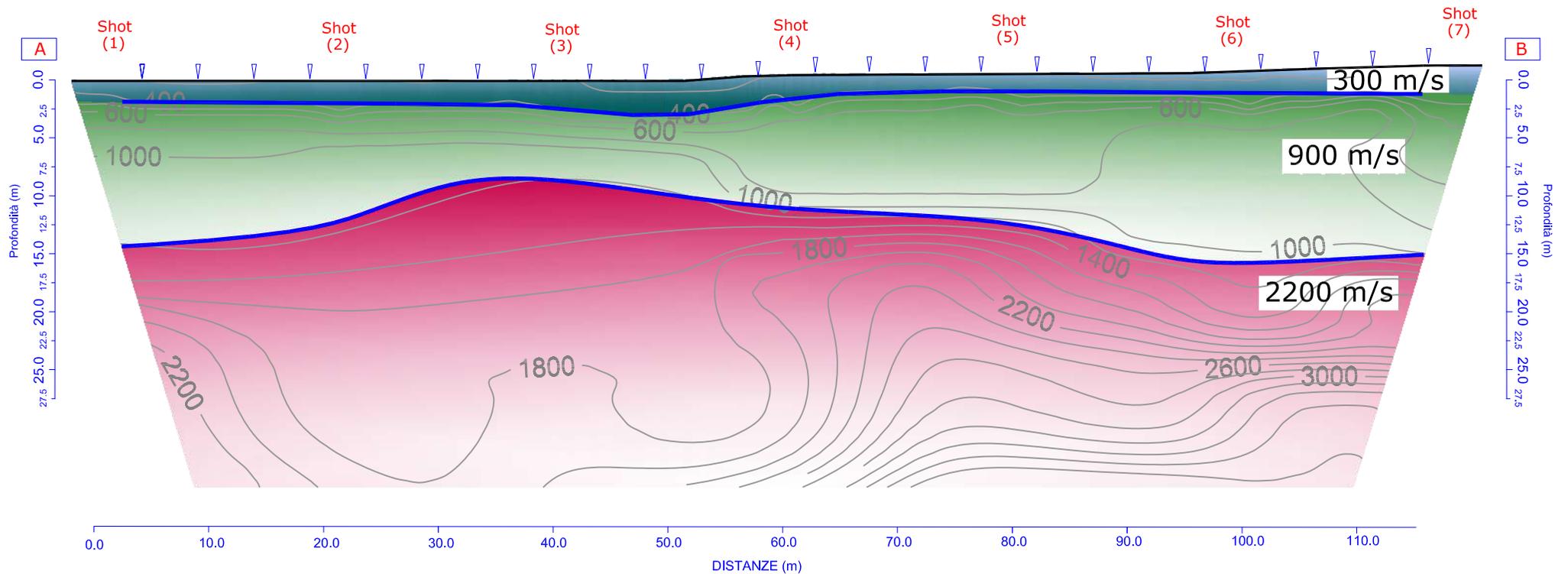
Data: Gen. 2020



BASE SS1

Moduli Elastodinamici - Fotovoltaico BR - BASE SS1

	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	
STRATO	prof.media(m)								
I	1.71	0.30	0.20	0.11	1.51	1342	602	580	3.3
II	12.63	0.90	0.29	0.44	1.86	4562	1581	13227	22.0
III	max invest (P).	2.20	0.47	0.48	2.20	14449	4893	102070	133.2



- Sismostrato a medio-scarso risposta tecnica
- Sismostrato a medio-discreta risposta tecnica
- Sismostrato a buona risposta tecnica

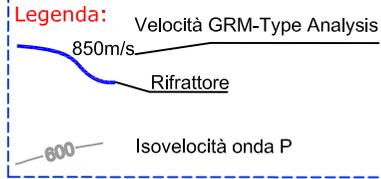


WWW.PROGEOMATERA.IT

Dr. G. Michele VIZZIELLO - Matera 0835-381960

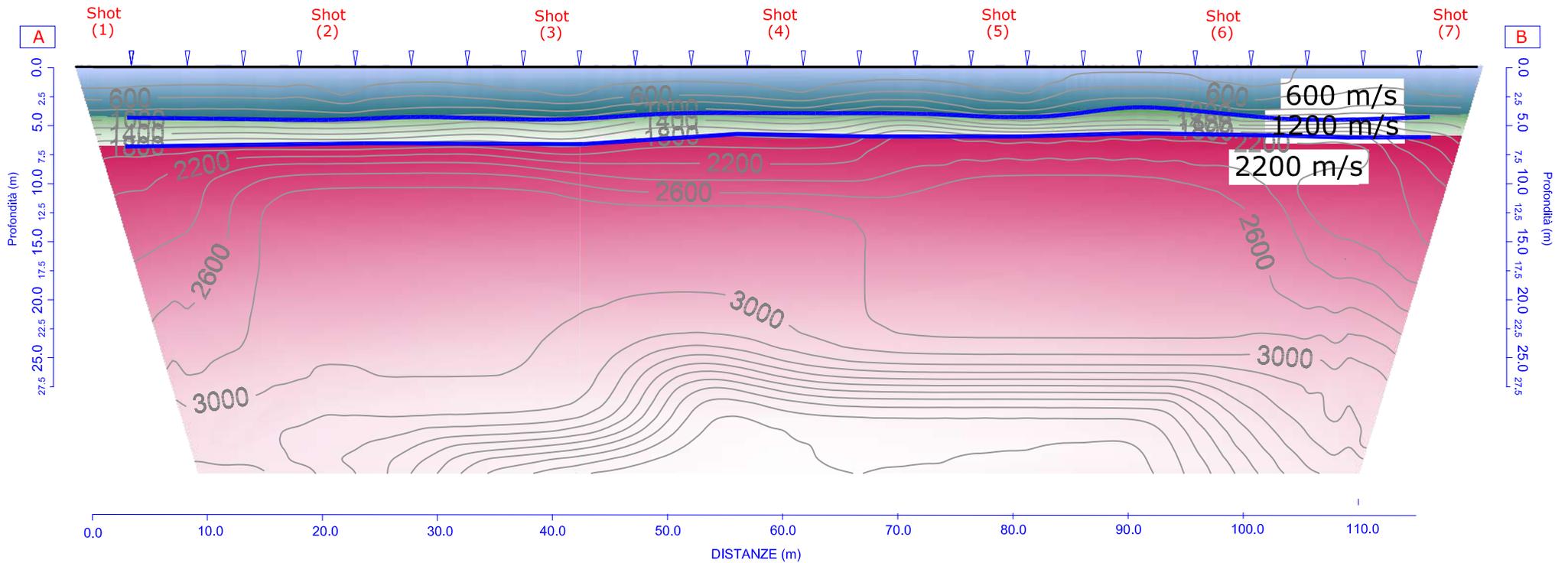
Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico "Vecchi Baroni" e delle Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: **GUARINI Srl**
Bolzano
 Data: Gen. 2020



BASE SS2

Moduli Elastodinamici - Fotovoltaico BR - BASE SS2									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		1/m ³	Kg/cm ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	
STRATO	prof. media(m)								
I	3.44	0.60	0.22	0.42	1.72	2496	880	5138	8.6
II	5.32	1.20	0.27	0.47	1.96	4390	1490	26807	20.8
III	max invest (P).	2.20	0.49	0.47	2.20	16008	5431	101353	156.2



- Sismostrato a medio-scarso risposta tecnica
- Sismostrato a medio-discreta risposta tecnica
- Sismostrato a buona risposta tecnica

CANTIERE: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

COMITENTE: GUARINI Srl - Bolzano

DATA: gen-20

TOMOGRAFIA SISMICA

SS1

I° Sismostr.
II° Sismostr.
III° Sismostr.

Vel. P (m/sec)	Vel. S (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
300	-	1.71
900	-	12.63
2.200	-	max indagine

Parziali (m)	Quota Rifratt.1 Relativa (m)	Topografia Relativa (m)	Prof. Rifratt.1 da p.c. (m)	Parziali (m)	Quota Rifratt.2 Relativa (m)	Topografia Relativa (m)	Prof. Rifratt.2 da p.c. (m)
0.0	-1.56	0.0	1.56	0.0	-13.62	0.0	13.62
5.0	-1.56	0.0	1.56	5.0	-13.62	0.0	13.62
10.0	-1.68	0.0	1.68	10.0	-14.50	0.0	14.50
15.0	-1.68	0.0	1.68	15.0	-14.37	0.0	14.37
20.0	-1.68	0.0	1.68	20.0	-10.14	0.0	10.14
25.0	-1.68	0.0	1.68	25.0	-9.33	0.0	9.33
30.0	-1.68	0.0	1.68	30.0	-8.18	0.0	8.18
35.0	-1.94	0.0	1.94	35.0	-8.18	0.0	8.18
40.0	-2.20	0.0	2.20	40.0	-8.18	0.0	8.18
45.0	-2.58	0.0	2.58	45.0	-9.07	0.0	9.07
50.0	-2.45	0.0	2.45	50.0	-10.07	0.0	10.07
55.0	-1.68	0.3	1.93	55.0	-11.61	0.3	11.86
60.0	-1.17	0.5	1.67	60.0	-11.87	0.5	12.37
65.0	-0.91	0.5	1.41	65.0	-11.87	0.5	12.37
70.0	-0.53	0.5	1.03	70.0	-11.87	0.5	12.37
75.0	-0.53	0.5	1.03	75.0	-12.00	0.5	12.50
80.0	-0.53	0.6	1.11	80.0	-12.64	0.6	13.22
85.0	-0.79	0.7	1.45	85.0	-14.31	0.7	14.97
90.0	-0.79	0.7	1.53	90.0	-15.01	0.7	15.75
95.0	-0.91	0.8	1.73	95.0	-14.91	0.8	15.73
100.0	-0.91	0.9	1.81	100.0	-14.81	0.9	15.71
105.0	-0.91	1.0	1.89	105.0	-14.71	1.0	15.69
110.0	-0.79	1.1	1.85	110.0	-14.61	1.1	15.67
115.0	-0.79	1.1	1.93	115.0	-14.51	1.1	15.65

MEDIA

1.71

MEDIA

12.63

CANTIERE: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

COMITENTE: GUARINI Srl - Bolzano

DATA: gen-20

TOMOGRAFIA SISMICA

SS2

I° Sismostr.
II° Sismostr.
III° Sismostr.

Vel. P (m/sec)	Vel. S (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
600	-	3.44
1.200	-	5.32
2.200	-	<i>max indagine</i>

Parziali (m)	Quota Rifratt.1 Relativa (m)	Topografia Relativa (m)	Prof. Rifratt.1 da p.c. (m)	Parziali (m)	Quota Rifratt.2 Relativa (m)	Topografia Relativa (m)	Prof. Rifratt.2 da p.c. (m)
0.0	-3.53	0.00	3.53	0.0	-5.97	0.00	5.97
5.0	-3.53	0.00	3.53	5.0	-5.97	0.00	5.97
10.0	-3.53	0.00	3.53	10.0	-5.84	0.00	5.84
15.0	-3.79	0.00	3.79	15.0	-5.84	0.00	5.84
20.0	-3.91	0.00	3.91	20.0	-5.84	0.00	5.84
25.0	-3.53	0.00	3.53	25.0	-5.84	0.00	5.84
30.0	-3.40	0.00	3.40	30.0	-5.84	0.00	5.84
35.0	-3.79	0.00	3.79	35.0	-5.84	0.00	5.84
40.0	-3.79	0.00	3.79	40.0	-5.71	0.00	5.71
45.0	-3.40	0.00	3.40	45.0	-5.33	0.00	5.33
50.0	-3.14	0.00	3.14	50.0	-4.94	0.00	4.94
55.0	-3.14	0.00	3.14	55.0	-4.94	0.00	4.94
60.0	-3.14	0.00	3.14	60.0	-4.94	0.00	4.94
65.0	-3.14	0.00	3.14	65.0	-4.94	0.00	4.94
70.0	-3.27	0.00	3.27	70.0	-4.94	0.00	4.94
75.0	-3.66	0.00	3.66	75.0	-4.94	0.00	4.94
80.0	-3.53	0.00	3.53	80.0	-4.94	0.00	4.94
85.0	-2.89	0.00	2.89	85.0	-4.94	0.00	4.94
90.0	-2.50	0.00	2.50	90.0	-4.94	0.00	4.94
95.0	-3.27	0.00	3.27	95.0	-4.94	0.00	4.94
100.0	-3.91	0.00	3.91	100.0	-4.94	0.00	4.94
105.0	-3.79	0.00	3.79	105.0	-4.94	0.00	4.94
110.0	-3.53	0.00	3.53	110.0	-5.20	0.00	5.20
115.0	-3.53	0.00	3.53	115.0	-5.20	0.00	5.20

MEDIA

3.44

MEDIA

5.32



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

All.2) Rilievi Masw (Sismogrammi-Spettri FX-FK-FV-Curve di Dispersione-Profili Verticali Vs)

Vs30 - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

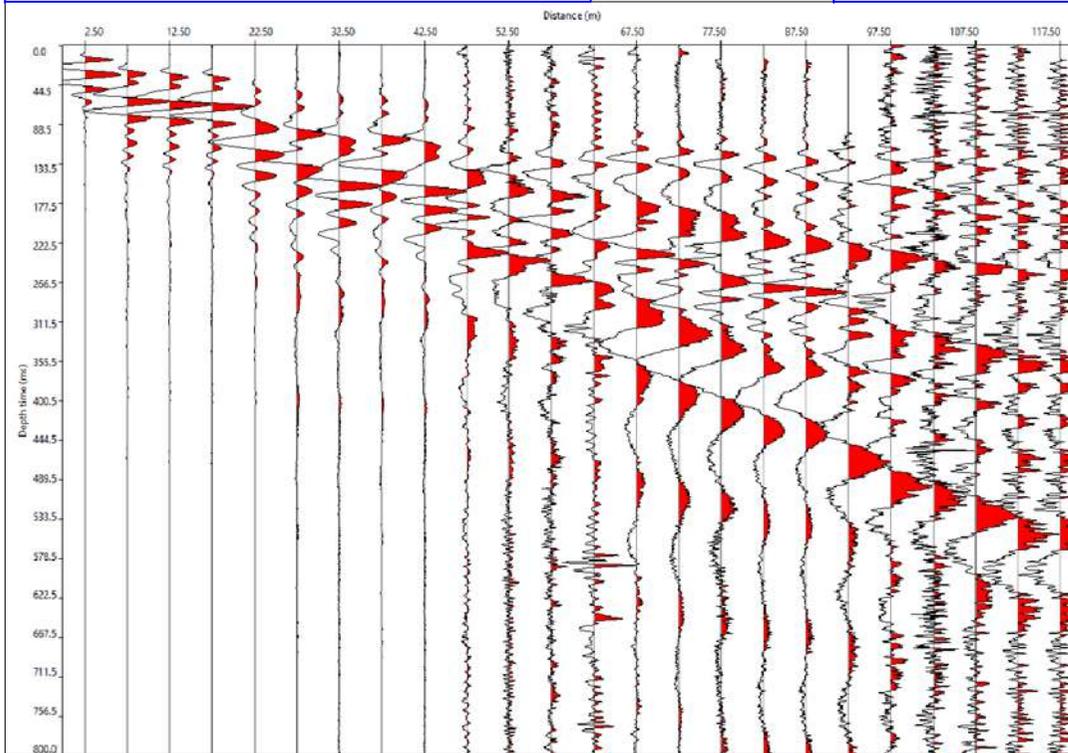
Committ: GUARINI Srl
Bolzano

Data: Gen. 2020

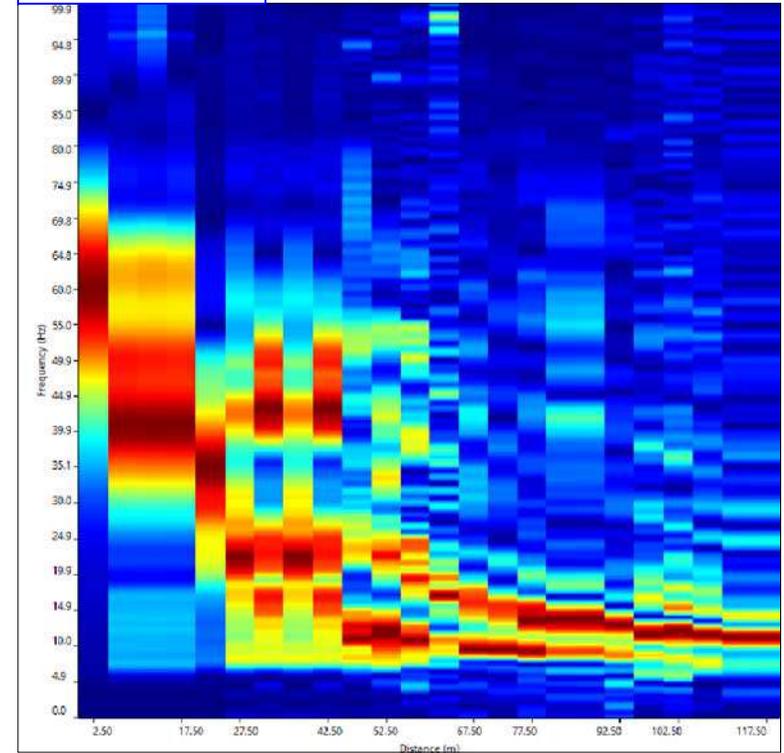
Rif: MASW_1

Sismogramma di Riferimento

Shot: 5.0m
Passo: 2.5m



Spettro FX



Vs30 - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

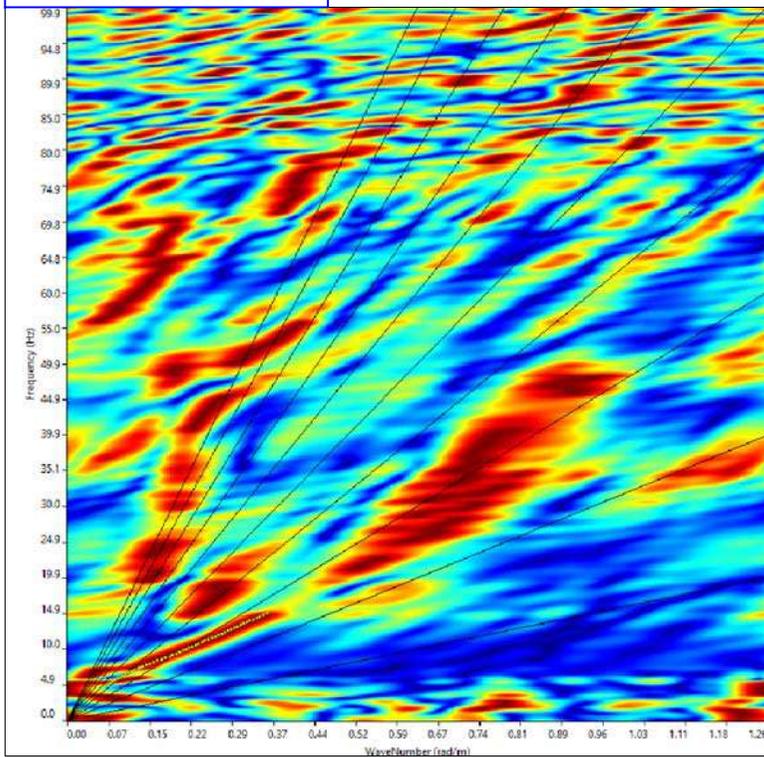
Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

Data: Gen. 2020

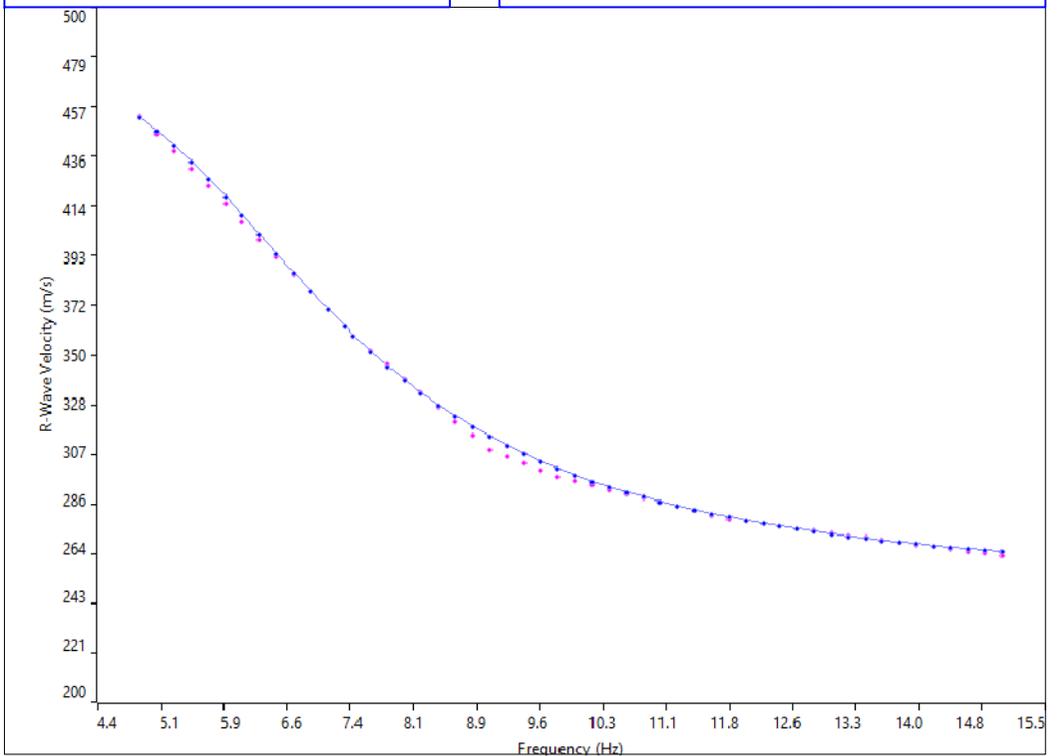
Rif: MASW_1

Spettro FK



Curve di Dispersione

Sperimentale Teorica Calcolata



Vs30 - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

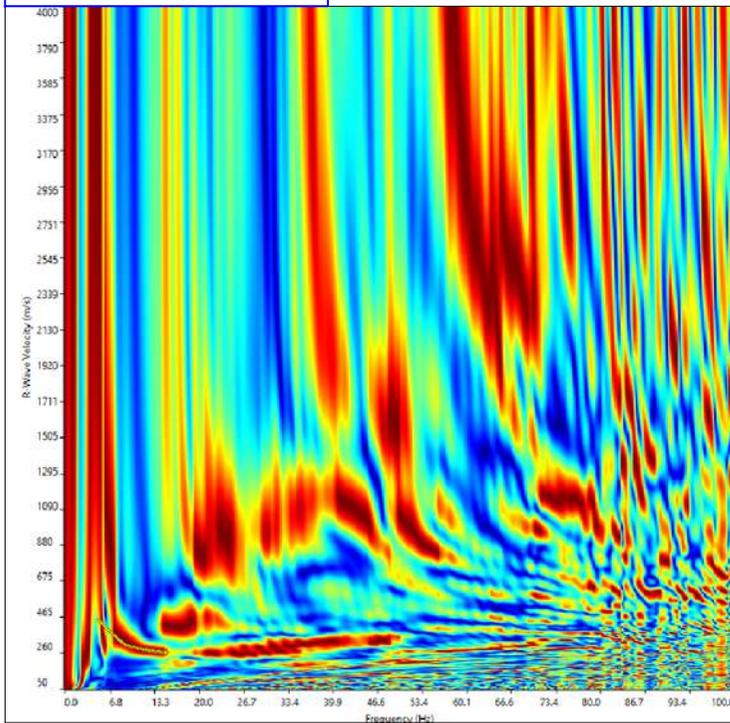
Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

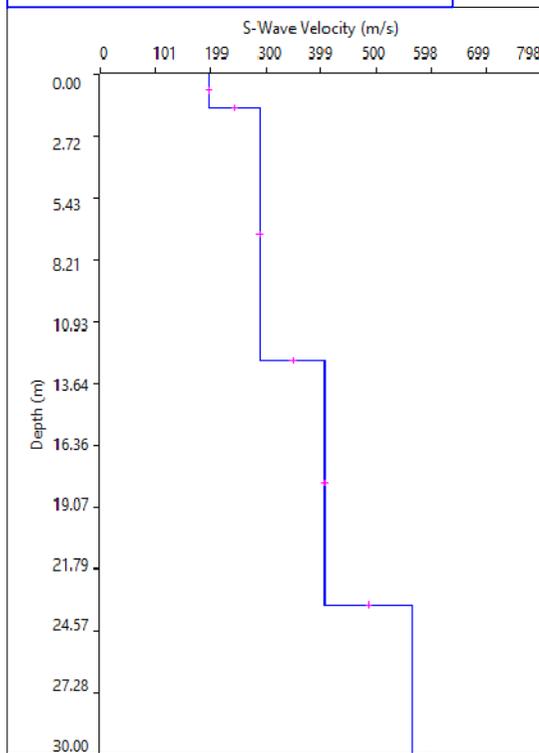
Data: Gen. 2020

Rif: MASW_1

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw1
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.46	0.00	1.46	198	VSeq (m/s): 356
11.16	1.46	12.62	289	
10.78	12.62	23.40	407	
6.60	23.40	30.00	565	Tipo di Suolo: C

Vs30 - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

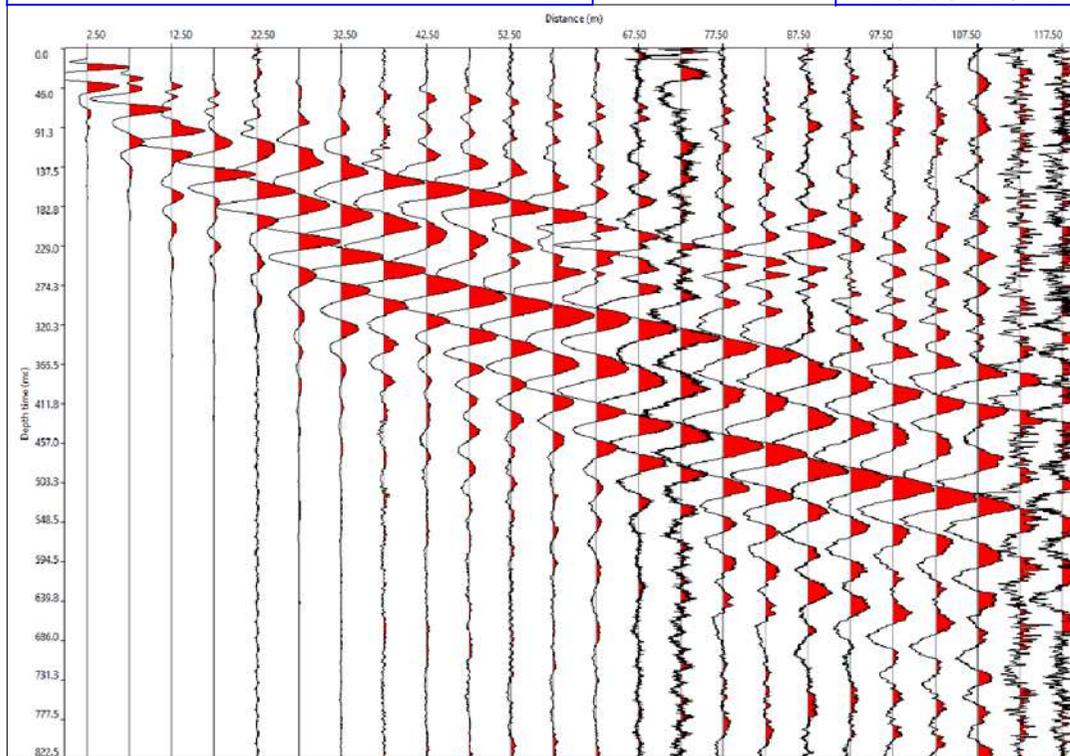
Committ: GUARINI Srl
Bolzano

Data: Gen. 2020

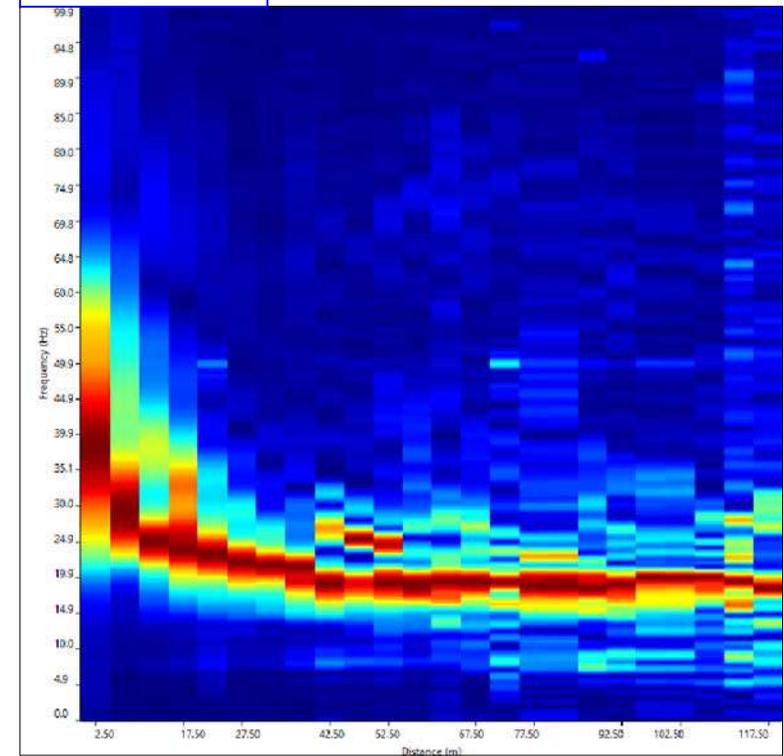
Rif: MASW_2

Sismogramma di Riferimento

Shot: 5.0m
Passo: 2.5m



Spettro FX



Vs30 - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

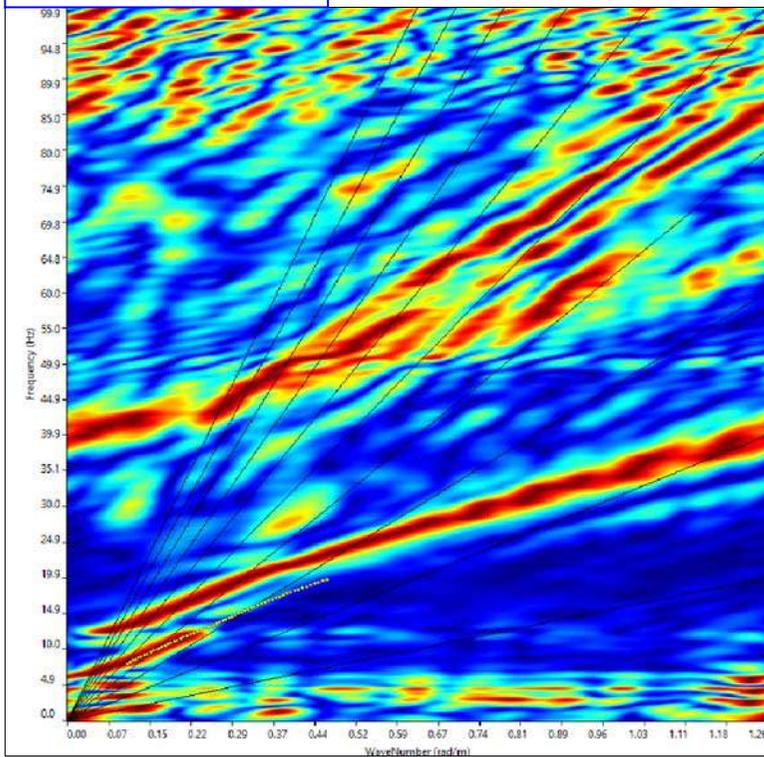
Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

Data: Gen. 2020

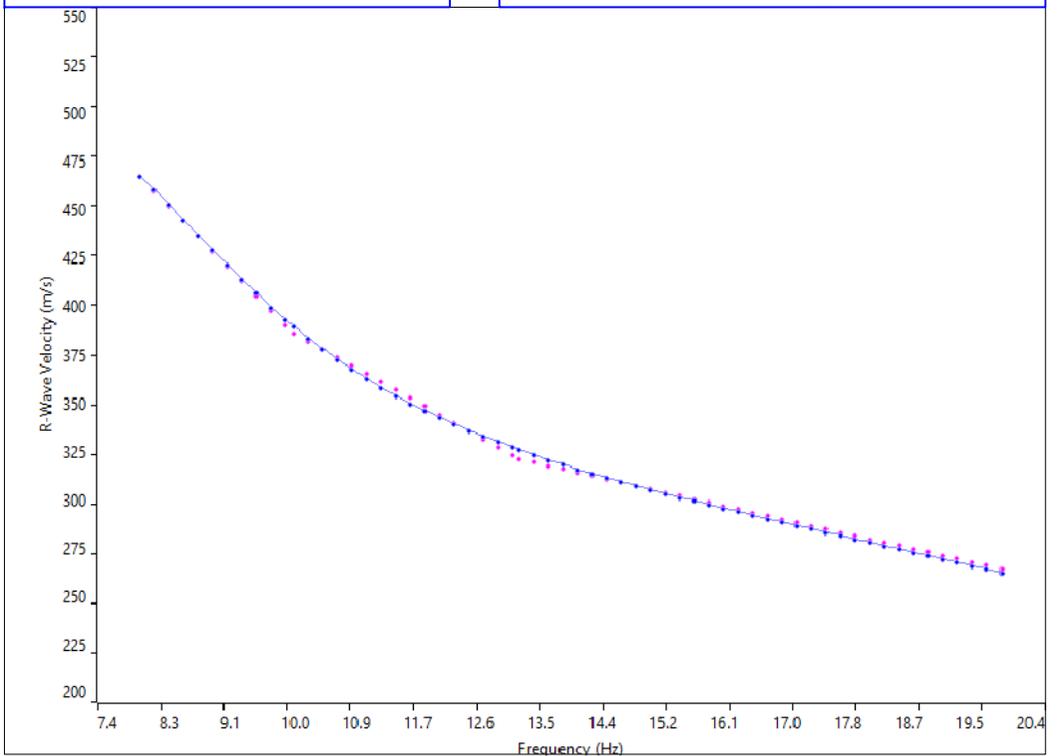
Rif: MASW_2

Spettro FK



Curve di Dispersione

Spesimentale Teorica Calcolata



Vs30 - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

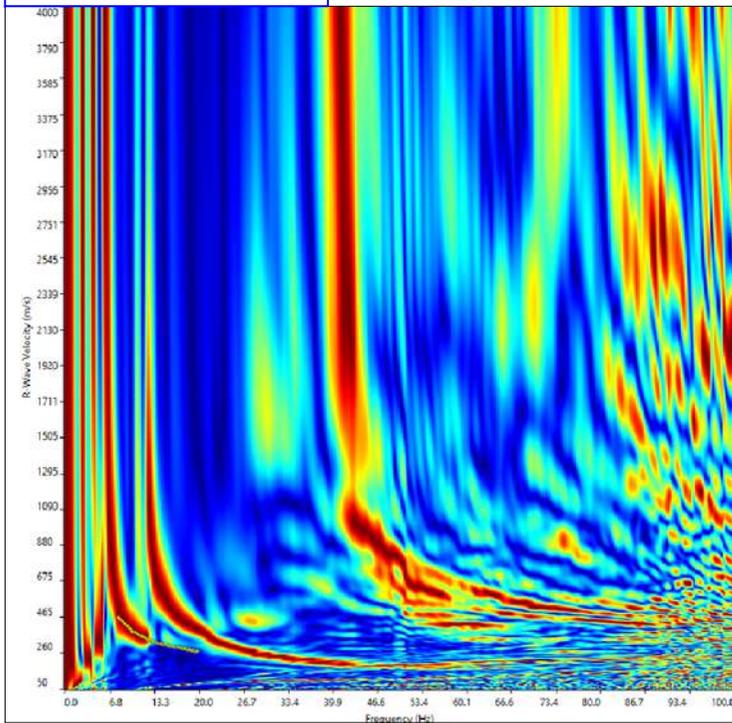
Rif.: Realizzazione Impianto Fotovoltaico denominato "Guarini" e delle relative opere di connessione.

Committ: GUARINI Srl
Bolzano

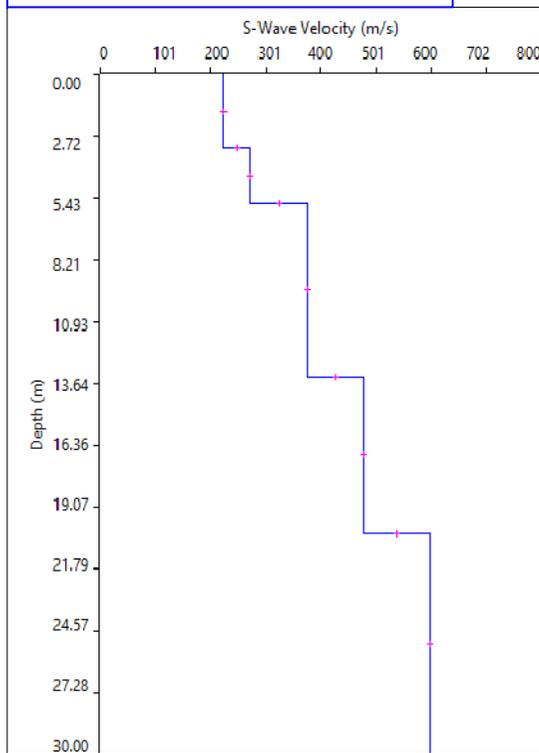
Data: Gen. 2020

Rif: MASW_2

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw2
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
3.26	0.00	3.26	224	VSeq (m/s): 402
2.42	3.26	5.68	273	
7.64	5.68	13.32	376	
7.24	13.32	20.56	478	
9.44	20.56	30.00	597	Tipo di Suolo: B