

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 1 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

0	Emissione	Baldelli P.	Buongarzone	Davani	Dic. 2019
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvat</b>	<b>Data</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 2 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
	1.1 Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento	4
	1.2 Normativa di riferimento	5
<b>2</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICO GEOMORFOLOGICI GENERALI</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICO GEOMORFOLOGICI PUNTUALI</b>	<b>8</b>
	3.1 Indagini eseguite	8
	3.2 Analisi geologica, stratigrafica e strutturale	8
	3.3 Analisi geomorfologica	9
	3.4 Analisi idrologica-idrogeologica	10
	3.5 Parametrizzazione fisico-meccanica	11
	3.6 Portanza fondazioni	11
<b>4</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI E CONCLUSIONI</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE</b>	<b>15</b>
	5.1 Individuazione della pericolosità sismica di base sito specifica secondo "Norme Tecniche per le Costruzioni" del 2018 e relativa circolare esplicativa	17
	5.2 Spettro di risposta sismica locale in funzione delle condizioni di sito	21
	5.3 Metodo semplificato D.M. 14 Gennaio 2008, agg.2018	21
	5.4 Sismica passiva HVSR	27
	5.5 Risultati Down Hole	30
	5.6 Parametri sismici di progetto approccio semplificato NTC2018	32
	5.7 Potenziale di Liquefazione	34

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 3 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## ELABORATI

- Tav. 1: Ubicazione dell'area (Scala 1:10.000)
- Tav. 2: Estratto catastale
- Tav. 3: Carta Geomorfologica (Scala 1:10.000)
- Tav. 4: Carta Geologica generale (Scala 1:10.000)
- Tav. 5: Carta idrogeologica (Scala 1:10.000)
- Tav. 6: Ubicazione indagini geognostiche, Scala 1:1000
- Tav. 7: Sezioni Geologiche A-A' – B-B' (scala 1:500)

## ALLEGATI

Allegato 1: Indagini sismiche tipo MASW, Down Hole e HVSR complete di analisi inversione dati, Prove DPSH

Allegato 2: Relazione Prove DPSH

Allegato 3 – Colonnine stratigrafiche dei sondaggi eseguiti

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 4 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1 PREMESSA

Su incarico della Società S.G.I. è stato eseguito uno studio a carattere geologico, geomorfologico e sismico finalizzato alla realizzazione di una stazione di spinta gas, sita in località Sarrocciano nel comune di Corridonia (MC).

### 1.1 Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento

L'area in esame ricade nel Foglio 125 IV della Carta d'Italia IGM (scala 1:25.000) e nell'Ortofotocarta Regionale Sezione n° 303110 (scala 1:10.000, Tav. 1). Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico.

Dati catastali: · FOGLIO 12 Mappale 114 del Comune di Corridonia (MC)

Per la conoscenza litostratigrafica del sito e delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni di fondazione sono state effettuate le seguenti attività:

- analisi della bibliografia esistente;
- rilevamento geologico-geomorfologico superficiale di dettaglio;
- n. 6 Prove penetrometriche DPSH (dati riportati in appendice 3).;
- N. 4 Sondaggi Geognostici;
- N. 1 prova Down Hole (DH) (dati riportati in appendice 4).
- N.1 indagine Sismica con metodologia ANALISI H/V A STAZIONE SINGOLA per la misura del periodo fondamentale del sito e per la stima delle VS30 (dati riportati in appendice 1).
- N. 2 prove di sismica passiva HVSR. (dati riportati in appendice 2).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 5 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1.2 Normativa di riferimento

**D.M. LL.PP. del 11/03/1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**D.M. LL.PP. del 14/02/1992** - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**D.M. 9 Gennaio 1996** - Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**D.M. 16 Gennaio 1996** - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

**Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

**Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici. (Stesura finale 2003).

**Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

**Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003** - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

**Norme tecniche per le Costruzioni 17/01/2018** - Norme tecniche per le costruzioni.

**Consiglio superiore dei Lavori Pubblici** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018. Circolare 11 Febbraio 2019.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 6 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## PARTE PRIMA: MODELLAZIONE GEOLOGICA

### 2 CARATTERI GEOLOGICO GEOMORFOLOGICI GENERALI

Nell'area oggetto di studio affiorano i depositi Plio-Pleistocene di ambiente marino facente parti del Bacino Periadriatico Marchigiano Esterno. Con l'emersione tali depositi sono stati incisi dal Fiume Chienti, e ricoperti da materiali alluvionale di età olocenica secondo quattro ordini di terrazzamento. (vd Tav. 3).

L'interazione tra il sollevamento dell'area ed il fenomeno delle glaciazioni ha portato alla formazione di tre superfici più propriamente dette "terrazzi" poste a quote progressivamente crescenti a partire dall'attuale fondovalle ed incassate nei crinali denominati "villafranchiani" (Pleistocene inf. circa 1,0 Ma).

I terrazzi alluvionali più antichi di I° e II° ordine, vengono riferiti rispettivamente al Pleistocene medio (0,5 Ma circa) e al Pleistocene medio finale (0,18 Ma circa). I terrazzi alluvionali più antichi di I° e II° ordine, vengono riferiti rispettivamente al Pleistocene medio (0,5 Ma circa) e al Pleistocene medio finale (0,18 Ma circa). Una genesi differente viene invece attribuita alla creazione del terrazzo più recente di IV° ordine, ben evidenziato nella nostra area a cui è stata associata una causa antropica costituito prevalentemente da ghiaie-sabbiose i cui elementi provengono dall'erosione della dorsale carbonatica Umbro-Marchigiana. Intercalate ai depositi ghiaiosi sono presenti lenti di materiale a granulometria più fine come sabbie, limi ed argille provenienti dallo smantellamento delle vicine aree collinari (MUSbn del CARG).

Alla base delle alluvioni nell'area in esame è presente il substrato marino pliocenico (membro di Offida), caratterizzato dall'affioramento della formazione delle Argille Azzurre costituita prevalentemente da litofacies pelitica.

Più specificatamente nell'area in esame è presente un membro locale (*Membro di Offida FAA5*) a chiusura della *Formazione delle Argille azzurre* a cui è stata attribuita un'età compresa tra il Pleistocene basale e il Siciliano costituito da un'alternanza di peliti marnose grigio-azzurre e grigio-avana, tendenzialmente massive e più o meno siltose, e di peliti siltose in strati sottili e sottilissimi con straterelli laminati limoso-sabbiosi ocracei, raramente sabbiosi, a granulometria fina e dall'intercalazione all'interno dei seguenti membri:

- (FAA5c) : costituiti principalmente da strati arenacei e da sottili livelli pelitici intercalati. Le arenarie si presentano ben cementate, a granulometria da fi e a grossolana e in strati che, a luoghi, sono anche molto spessi.
- (FAA5d): caratterizzati da un'alternanza di strati, da sottili a medio - spessi, di sabbie e straterelli di peliti rappresentate sia da livelli di qualche centimetro di spessore, isolati e laminati, che da orizzonti pelitico- arenacei con spessori massimi di 30-50 cm. La frazione sabbiosa è data da sabbie gialle ocracee, localmente giallo arancio, talora grigiastre, con granulometria da media a fi ne e con rari livelli più grossolani.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 7 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- (FAA5e): costituita, in genere, da peliti e peliti laminate con intercalazioni sabbiose di spessore variabile da circa 2-3 cm fino a 25 cm. Il rapporto sabbia/argilla è generalmente molto basso (0,3-0,4); la frazione pelitica è costituita da silt argilloso e, più raramente, da silt o argilla. La frazione sabbiosa è data, per lo più, da arenarie gialle e talora grigiastre a granulometria da media a fine che presentano un basso grado di cementazione.

Nell'area in oggetto, non sono state rilevate dislocazioni tettoniche importanti né zone interessate da movimenti gravitativi in atto o quiescenti e pertanto si può concludere che le caratteristiche geologiche e geomorfologiche garantiscono buona stabilità a tutta la zona.

#### DEPOSITI CONTINENTALI

Nell'area in esame affiorano in modo disomogeneo depositi continentali rappresentati da materiale eluvio-colluviale attribuibili alle fasi climatiche fredde del Quaternario.

Essi sono caratterizzati da materiali a prevalente granulometria fine, che sovente bordano con raccordi concavi i pendii collinari. La loro età è in genere recente e la loro deposizione è talora tuttora attiva. Le coperture eluvio colluviali poco potenti dei versanti montuosi vengono diffusamente interessati da fenomeni franosi superficiali, attivati da precipitazioni intense e prolungate.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 8 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3 CARATTERI GEOLOGICO GEOMORFOLOGICI PUNTUALI

#### 3.1 Indagini eseguite

Le indagini, volte alla ricostruzione lito-stratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati, sono state come di seguito articolate.

- analisi della bibliografia esistente;
- rilevamento geologico-geomorfologico superficiale di dettaglio;
- n. 6 Prove penetrometriche DPSH (dati riportati in appendice 3).;
- N. 4 Sondaggi Geognostici di cui un DH;
- N. 1 prova Down Hole (DH) (dati riportati in appendice 4).
- un'indagine Sismica con metodologia ANALISI H/V A STAZIONE SINGOLA per la misura del periodo fondamentale del sito e per la stima delle VS30 (dati riportati in appendice 1).
- N. 2 prove di sismica passiva HVSR. (dati riportati in appendice 2).

#### 3.2 Analisi geologica, stratigrafica e strutturale

Le indagini eseguite hanno permesso di ricostruire la seguente stratigrafia:

##### **UNITÀ DELLA COPERTURA:** (*Olocene*)

##### ***A) Depositi alluvionali*** caratterizzati da:

una Litofacies ( **LITOTIPO I** ) costituita prevalentemente da ghiaie con sabbia limosa, marrone chiaro, addensate, lasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici e ghiaie-sabbiose i cui elementi provengono dall'erosione della dorsale carbonatica Umbro-Marchigiana fino ad una profondità oscillante fra i 13 e i 16 mt. All'interno sono presenti lenti di materiale a granulometria più fine come limi ed argille avana a venature verdastre con clasti arenacei molto consistenti spesse anche 3-4 mt (BH2, BH3 e BH4) ;

una Litofacies ( **LITOTIPO II** ) costituita prevalentemente da argilla grigia con livelli di sabbia limosa e limi molto consistenti presente a partire da una profondità di circa 16 mt.

##### **UNITÀ DEL SUBSTRATO:** (*Messiniano sup.*) ipotizzata.

##### ***B) Membro di Offida***

(*FAA*) – (**LITOTIPO III**) - un'alternanza di peliti marnose grigio-azzurre e grigio-avana, tendenzialmente massive e più o meno siltose con profondità > di 30 mt



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 9 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3.3 Analisi geomorfologica

L'area individuata ricade interamente all'interno del terrazzo alluvionale di IV° ordine del F. Chienti, in sponda sinistra ad una quota di circa 62 mt s.l.m. Ha una estensione complessiva di 25.213 mq su una morfologia sub-pianeggiante. A nord l'area è bordata dal rilevato della strada statale 77 della Val di Chienti (SS 77) mentre a sud una scarpata di erosione fluviale la separa dal greto attuale del F. Chienti che scorre radente i piedi del versante dove affiorano le formazioni plio-pleistoceniche interessate superficialmente da fenomeni gravitativi.

Dal punto di vista geomorfologico, in particolare, l'area in progetto presentandosi pianeggiante non mostra dissesti riconducibili all'opera della gravità. (vd Tav. 3). L'area individuata ricade interamente all'interno del terrazzo alluvionale di IV° ordine del F. Chienti, in sponda sinistra ad una quota di circa 62 mt s.l.m. Ha una estensione complessiva di 25.213 mq su una morfologia sub-pianeggiante. A nord l'area è bordata dal rilevato della Superstrada Val di Chienti mentre a sud una scarpata di erosione fluviale la separa dal greto attuale del F. Chienti che scorre radente i piedi del versante dove affiorano le formazioni plio-pleistoceniche interessate superficialmente da fenomeni gravitativi. Dal punto di vista geomorfologico, in particolare, l'area in progetto presentandosi pianeggiante non mostra dissesti riconducibili all'opera della gravità.

Sono assenti invece le forme, i depositi e i processi legati all'azione delle acque correnti superficiali, quali l'erosione areale, il ruscellamento concentrato, ecc., dato il basso gradiente topografico e la discreta permeabilità dei terreni affioranti.

Dall'esame della cartografia del P.A.I. della Regione Marche l'area in esame non risulta interessata da fenomeni di esondazione così come confermato anche dallo studio sul rischio idraulico realizzato dal Consorzio di Bonifica delle Marche (2018), per il Fiume Chienti per tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni. (TAV.3)

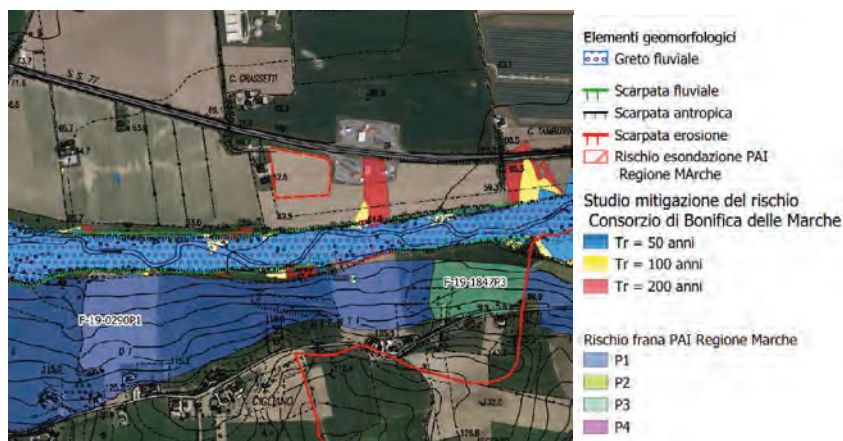


Figura 1 – estratto carta geomorfologica Tav. 3)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 10 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3.4 Analisi idrologica-idrogeologica

Per quanto riguarda l'idrologia profonda, essa si sviluppa all'interno di un complesso di depositi di origine alluvionale, formato essenzialmente da depositi recenti delle pianure alluvionali, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi con intercalate lenti, di varia estensione e spessore, argilloso-limose e sabbioso-limose.

In tali depositi sono presenti falde monostrato a superficie libera di notevole importanza per l'approvvigionamento idrico regionale ad uso civile, agricolo ed industriale. Tali acquiferi sono ricaricati essenzialmente dalle acque superficiali. La trasmissività varia, indicativamente, da  $10^{-1}$  a  $10^{-4}$  m/sec. La permeabilità delle coperture varia da  $10^{-3}$  m/sec., in presenza di ghiaie affioranti, a  $10^{-6}$  m/sec. per le coperture limoso-argillose. L'infiltrazione totale, nelle pianure dei fiumi principali, è nettamente superiore al ruscellamento. L'infiltrazione efficace è molto ridotta o trascurabile. (vd Tav. 4-5).

Sulla base dei risultati orientativi delle indagini effettuate in zona, la falda freatica è ubicata ad una quota di circa -2 mt dal p.c alla data del 20/10/2019. Il livello della falda può subire oscillazioni stagionali, e l'altezza del battente idrico è sensibilmente variabile da zona a zona in funzione dell'andamento morfologico sepolto della formazione di base impermeabile. Nell'area in oggetto la falda viene sfruttata da impianti di prelievo.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 11 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3.5 Parametrizzazione fisico-meccanica

Si riportano di seguito i **valori caratteristici** (N.T.C. 2008, agg.2018) dei parametri fisico-meccanici dei litotipi dedotti dalle prove DPSH (vedi Tavola 6), e da precedenti studi e da correlazioni con prove di laboratorio effettuate su campioni con caratteristiche geotecniche simili. Dal modello geologico si possono individuare due Unità Litotecniche.

**Unità Litotecnica delle terre di copertura** (Depositi alluvionali)

**UNITÀ DELLA COPERTURA:** (Olocene)

- **Litotipo I** *Litotipo alluvionale ghiaioso*
- **Litotipo II** *Litotipo alluvionale limoso argilloso*

	Angolo di Attrito [°]	Coesione Drenata [Kg/cmq]	Coesione non drenata [Kg/cmq]	Modulo di compressibilità edometrica [Kg/cmq]	Modulo di Young [Kg/cmq] <u>Valore</u>	$\gamma$ peso volume (T/m <sup>3</sup> )
<b>Litotipo I</b>	<b>27</b>	-	-	-	<b>90-100</b>	<b>1,60 - 1,70</b>
<b>Litotipo II</b>	-	-	<b>0.5-0.6</b>	<b>90-100</b>	<b>160-200</b>	<b>1.90 - 2,10</b>

Figura 2 – parametri geotecnici

Gli spessori delle formazioni si leggono nella Tavola 7 allegata.

### 3.6 Portanza fondazioni

A puro titolo esplicativo del progettista si riporta il calcolo della capacità portante del terreno di fondazione utilizzando la formula Brich-Hansen per fondazioni a base rettangolare o quadrata. Le verifiche alle NTC2018 Tipo GEO sono state condotte in approccio 1 combinazione 2 in quanto si ottengono valori più gravosi.

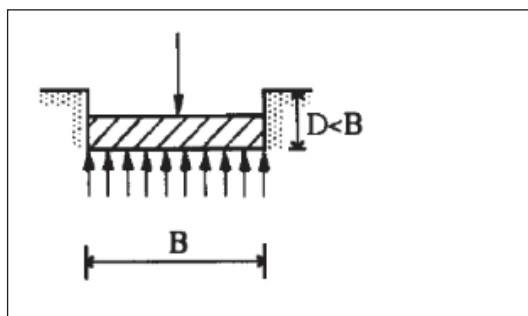
ag	1.775 m/s <sup>2</sup>
Fo	2.470
Tc*	0.321 s
Cat. suolo	B
Categ. Topogr.	T1

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 12 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Parametri sismici  
**VERIFICA AL COLLASSO PER CARICO LIMITE PER IL SISTEMA TERRENO-FONDAZIONE**  
 Secondo la combinazione: Approccio 2 – Combinazione (A1+M1+R3)

Dati fondazione nastriforme

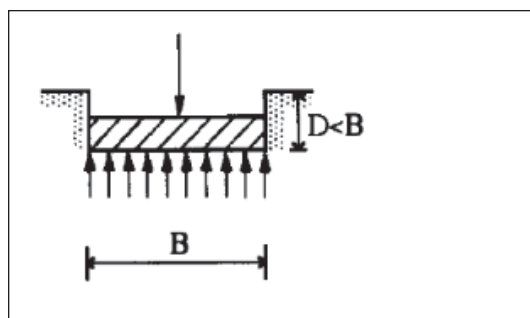
<b>L</b>	1,00 m	
<b>H</b>	0,50 m	
<b>D</b>	1,50 m	
Angolo di attrito	$\varphi'$	27 °
Coesione	$c'$	10,00 kPa



IPOTESI		Capacità portante KN/m <sup>2</sup>	Verifica statica	Verifica sismica
<b>B</b>	1,00 m	757	Non verificata	Non verificata
<b>B</b>	1.50 m	780	verificata	verificata
<b>B</b>	2.00 m	832	verificata	verificata

Dati fondazione quadrate

<b>H</b>	0,50 m	
<b>D</b>	1,50 m	
Angolo di attrito	$\varphi'$	27,00 °
Coesione	$c'$	10,00 kPa

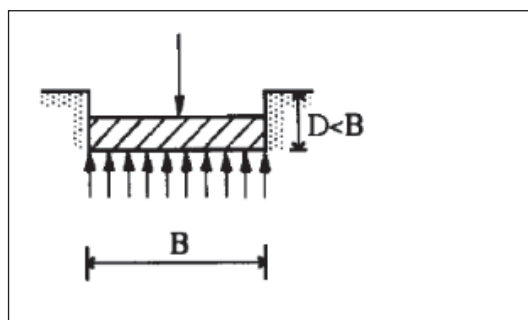


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 13 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

IPOTESI		Capacità portante KN/m <sup>2</sup>	Verifica statica	Verifica sismica
<b>B x L</b>	1.0x1.0	757	Non verificata	Non verificata
<b>B x L</b>	2.0x2.0	843	verificata	verificata
<b>B x L</b>	3.0x3.0	932	verificata	verificata

### Dati fondazione a Platea

<b>H= altezza fondazione</b>	0,50 m	
<b>D= affondamento della zattera</b>	3,50 m	
Angolo di attrito	$\varphi'$	27,00 °
Coesione	$c'$	10,00 kPa



IPOTESI		Capacità portante KN/m <sup>2</sup>	Verifica statica	Verifica sismica
<b>B x L</b>	8.0x9.0	1098	verificata	verificata
<b>B x L</b>	16.0x25.0	1553	verificata	verificata

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 14 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 4 MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI E CONCLUSIONI

Di seguito vengono sintetizzati i punti salienti di questa relazione geologica:

- I rilievi geomorfologici hanno evidenziato come l'area oggetto d'intervento non risulta interessata direttamente da fenomeni gravitativi localizzati in atto e/o potenziali
- La campagna geognostica effettuata e le indagini reperite non hanno messo in luce la presenza di superfici piezometriche almeno fino alle profondità indagate.
- nel caso il progettista dovesse optare per fondazioni superficiali si consiglia di intestare il piano delle fondazioni ad una profondità di almeno 1,00 mt dal piano campagna;
- a monte dell'area in esame, dovranno essere realizzate opere di sistemazione superficiale che permettano l'allontanamento rapido delle acque correnti superficiali per ridurre l'infiltrazione.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 15 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## PARTE SECONDA: MODELLAZIONE SISMICA

### 5 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'ordinanza del PCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica – G.U. n. 105 dell'8.5.2003) e successive modifiche e integrazioni, recepita dalla Regione Marche con D.G.R. n. 1046 del 29.07.2003, classifica il comune di Corridonia nella **Zona 2**.

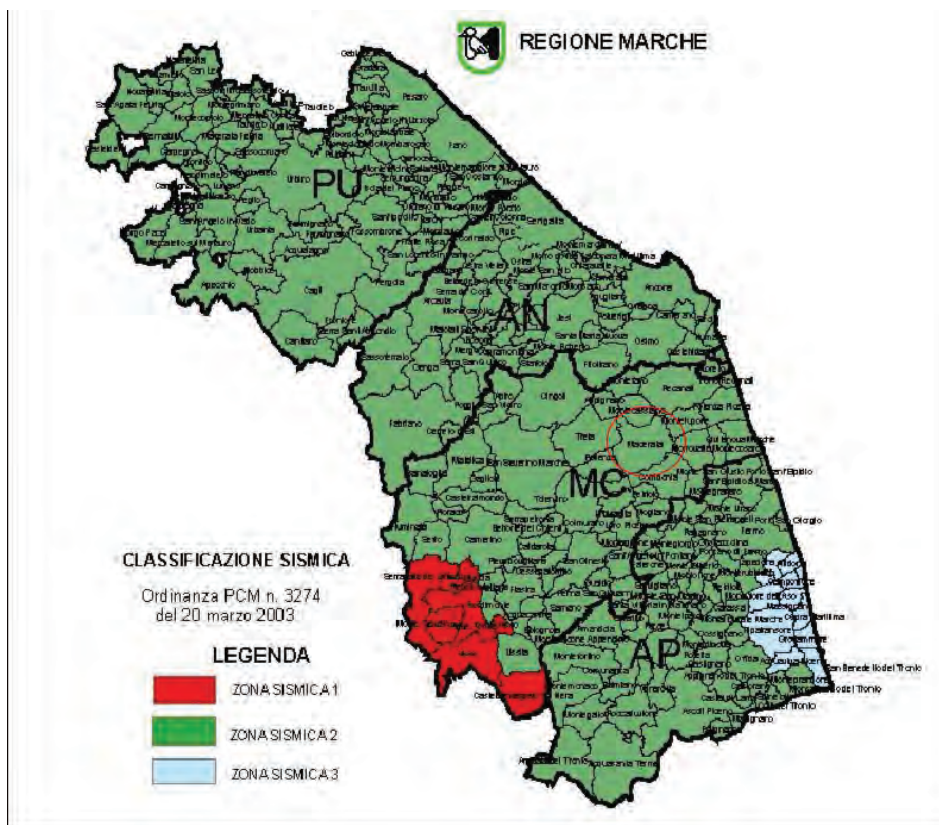


Figura 3 – Classificazione sismica PCM 3274/2003

Tale zona è individuata da un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (che equivale ad un tempo di ritorno di 475 anni), compresa tra 0.15 e 0.25 (ag/g).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 16 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ ).	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ( $a_g/g$ ).
2	0.15	0.25

I valori della pericolosità sismica di base del territorio di Tolentino (Ordinanza PCM del 28 Aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s, cat. A, punto 3.2.1 DM 14/09/2005), risultano compresi tra **0.15g-0.20g**

([http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa\\_ps\\_apr04/marche.html](http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/marche.html)).

Tale accelerazione è riferibile ad un tempo di ritorno di 475 anni.

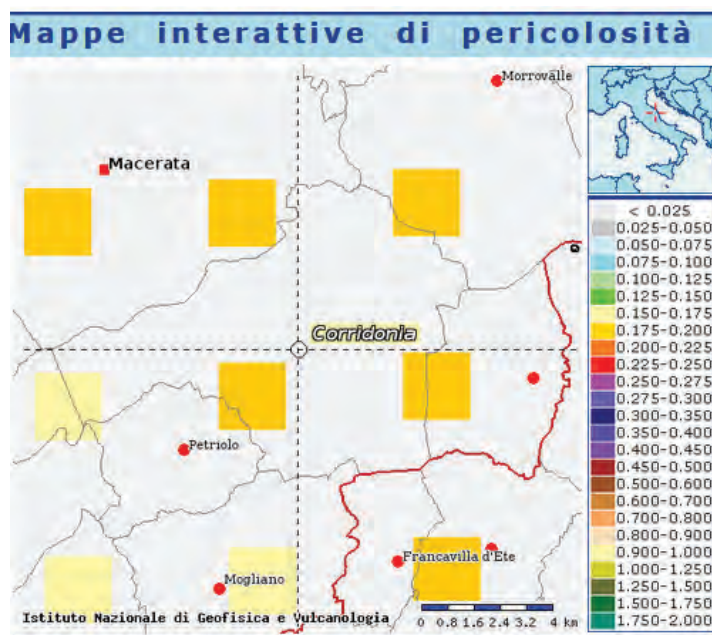


Figura 4 – Mappa interattiva di pericolosità sismica per la zona di Corridonia (MC), i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo.

L'OPCM 3907\_2010 associa al Comune di Corridonia un'accelerazione orizzontale massima al suolo ag pari a:

$$\underline{a_g = 0,1813}$$



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 17 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Anche quest'accelerazione è espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s, cat. A, punto 3.2.1 DM 14/09/2005).

Si evidenzia che la zonazione sismica è riferita ad un unico tempo di ritorno pari a TR 475 anni.

Attualmente, la suddivisione in zone sismiche non ha più senso prescritzionale per la progettazione, ma è essenzialmente uno strumento di controllo procedurale ed amministrativo. Nel 2008 vengono infatti emanate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC E S.M.) che svincolano le azioni sismiche di progetto all'appartenenza ad una determinata zona sismica, correlandole direttamente alla mappa di pericolosità sismica MPS04 (Gruppo di Lavoro MPS, 2004) elaborata per diversi periodi di ritorno.

## 5.1 Individuazione della pericolosità sismica di base sito specifica secondo "Norme Tecniche per le Costruzioni" del 2018 e relativa circolare esplicativa

**Step 1: Individuazione della pericolosità del sito.** Per l'individuazione della pericolosità sismica del sito, sono state individuate le coordinate d'interesse sull'ellissoide ED50.

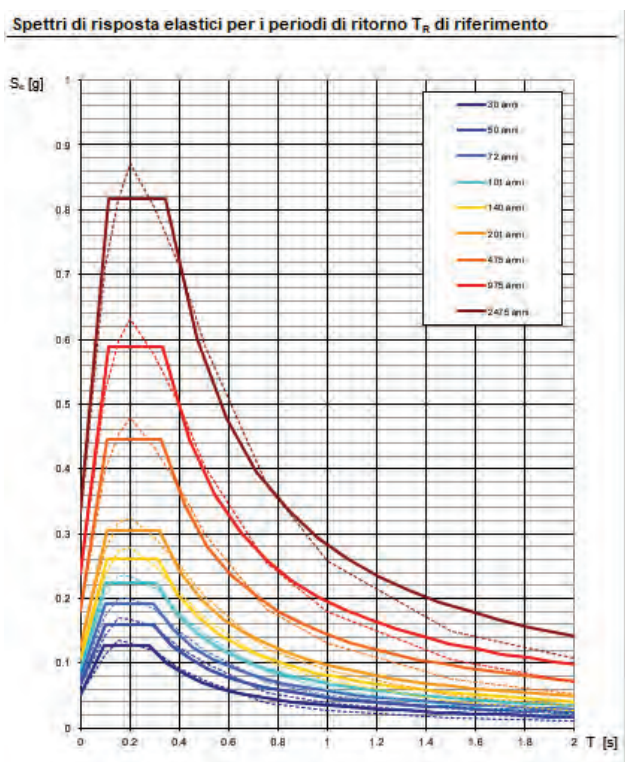
Manufatti EDIFICIO di progetto	Coordinate	Longitudine	Latitudine
	WGS84	13.559	43.262

Le coordinate vengono riferite ad un reticolo di 4 Km di lato sovrapposto alla mappa probabilistica del rischio sismico sviluppata dal progetto S1 dell'INGV per il territorio nazionale. Ad ogni nodo del reticolo corrisponde un set di parametri fondamentali, tabulati nella normativa:  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ . Da questi vengono ricavati i parametri TB, TC e TD dell'EC8. Per i punti con coordinate intermedie tra i nodi del reticolo si utilizzano metodi di interpolazione. La scelta delle coordinate risulta nella definizione di 9 sets di parametri corrispondenti ad altrettanti spettri di risposta, in funzione del tempo di ritorno del sisma TR, convenzionalmente fornito in 9 diversi valori.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA</b>	Fg. 18 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<b>TR</b> [anni]	<b>A<sub>g</sub></b> [g]	<b>F°</b> [-]	<b>T*</b> [s]
<b>30</b>	0.052	2.426	0.275
<b>50</b>	0.066	2.423	0.293
<b>72</b>	0.078	2.451	0.296
<b>101</b>	0.091	2.451	0.306
<b>140</b>	0.105	2.471	0.311
<b>201</b>	0.125	2.439	0.317
<b>475</b>	0.180	2.468	0.324
<b>975</b>	0.238	2.473	0.331
<b>2475</b>	0.332	2.466	0.345

*Tabella 1 – Parametri in funzione del tempo di ritorno*



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 19 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Step 2: Strategia di progettazione.** In questo step vengono scelti alcuni parametri relativi al progetto da sviluppare e in particolare la vita nominale VN e la classe d'uso CU. La combinazione di questi parametri definisce il periodo di riferimento VR, legato al tempo di ritorno TR. Ogni strategia progettuale VR risulta in un set di 4 tempi di ritorno, ognuno corrispondente ad uno dei 4 stati limite definiti dalla normativa: SLO, SLE, SLV e SLC.

**Per vita nominale VN = 50, classe d'uso II, coefficiente d'uso CU = 1, periodi di riferimento VR = 50**

EDIFICIO CLASSE D'USO II				
Valori dei parametri sismici associati a ciascuno Stato Limite				
STATO LIMITE (TR)	Tr [anni]	ag [m/se c <sup>2</sup> ]	Fo [-]	TC* [s]
SLO	30	0.052	2.426	0.275
SLD	50	0.066	2.424	0.293
SLV	475	0.180	2.468	0.324
SLC	975	0.238	2.473	0.331

*Tabella 2 – Spettri di risposta elastici per i periodi Tr di riferimento*

Con:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al suolo;
- $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $T^*_C$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 20 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

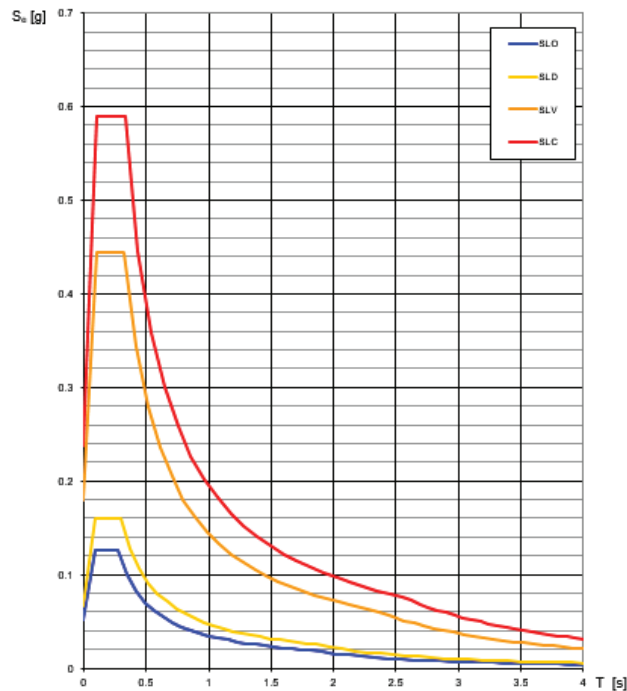


Figura 5 . Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite

Con questa procedura abbiamo ottenuto 4 spettri di risposta validi per roccia affiorante (terreno A dell'EC8) e superficie topografica pianeggiante per una struttura con classe d'uso II. Questo set di spettri di risposta costituisce la cosiddetta risposta sismica di base, ossia relativa ad un sito con roccia affiorante e superficie topografica orizzontale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 21 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5.2 Spettro di risposta sismica locale in funzione delle condizioni di sito

Una volta definito il progetto, per uno specifico sito e adottato lo stato limite da analizzare, la risposta sismica di base sito-specifica va ulteriormente sviluppata in funzione delle condizioni litostratigrafiche e topografiche.

L'accelerazione utilizzata nell'analisi quantitativa delle verifiche è l'accelerazione orizzontale massima ( $A_{gmax}$ ) su suolo rigido di categoria "A", corretta appunto dalle amplificazioni locali.

Essa può essere determinata attraverso 3 differenti metodi:

- APPROCCIO SEMPLIFICATO, tramite le Categorie di suolo, attraverso le relazioni proposte dalle norme NTC E S.M..
- APPROCCIO RIGOROSO, tramite la valutazione della Risposta sismica locale (RSL), attraverso l'uso di accelerogrammi naturali normalizzati al sito di riferimento. Tale approccio è ritenuto la via ufficiale dalle Norme tecniche per le costruzioni NTC2008, agg.2018 (Cap. 3.2.2).
- APPROCCIO INTERMEDIO, tramite metodologie analitico/speditive basate sulle caratteristiche topografiche, lito-stratigrafiche, idrogeologiche del sito e sulla stima della velocità delle onde S nei livelli di copertura. Si tratta di metodi di analisi di livello 2, secondo la definizione data nel Manuale Internazionale TC4, collaudati ed ampiamente dimostrati in letteratura.

**L'analisi del modello geologico di riferimento ci permette ragionevolmente di indicare come la procedure semplificata sia idonea per valutare le amplificazioni sismiche locali.**

## 5.3 Metodo semplificato D.M. 14 Gennaio 2008, agg.2018

L'accelerazione di picco al suolo dell'approccio semplificato è espressa dalla relazione:

$$A_{g \max} = A_g \times S = A_g \times (S_S \times S_T)$$

con: "S" coefficiente che comprende l'effetto d'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e l'amplificazione topografica ( $S_T$ ) ed  $A_g$  accelerazione attesa su sito rigido.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 22 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 5.3.1 Amplificazione topografica (St)

Le NTC2008, agg.2018 prevedono che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ( $FT \geq 1$ ) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto  $A_{gmax}$ , che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Secondo le N.T.C. 2018 all'area in esame si associa una **categoria topografica T1**.

### 5.3.2 Amplificazione Stratigrafica (Ss)

Le NTC2018, prevedono che nei siti suscettibili di amplificazione stratigrafica venga invece introdotto un coefficiente ( $S_s$ ) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica stratigrafica.

Il fattore di amplificazione stratigrafica  $S_s$ , può essere calcolato in funzione dei valori di  $F_0$  e

$A(g)/g$  mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante nelle quali:

- $F_0$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito rigido orizzontale di riferimento;
- $A(g)$  = accelerazione orizzontale massima al suolo riscontrabile su sito di riferimento rigido orizzontale;
- $g$  = accelerazione di gravità.

Categoria suolo	$S_s$
A	1
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 \times ag/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 \times ag/g \leq 1,50$
D	$1,00 \leq 2,40 - 1,50 F_0 \times ag/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 \times ag/g \leq 1,60$

La categoria di suolo è stata valutata eseguendo una prova MASW i cui risultati sono descritti nel prossimo paragrafo.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 23 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 5.3.3 Prospezioni sismiche MASW

Nell'area in esame per la valutazione della CATEGORIA DI SUOLO è stata effettuata **N. 1 prospezione sismica tipo MASW** denominate **LN1**, (vedi allegato) al fine di individuare le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi presenti e definire il profilo verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio della **VS** utile a classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008, agg.2018).

Nello specifico, è stata eseguita una prospezione sismica MASW ponendo nel terreno n.° 24 geofoni spaziatati tra loro 2,00 m ed eseguendo energizzazioni con le onde P mediante una massa battente fatta cadere su di una piastra metallica posizionata nel terreno. L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo PASI 16S24U, 24 canali. Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale PASI posto in prossimità della piastra posizionata alla distanza di 5,00 m dal primo geofono.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali PASI- 4.5 Hz.

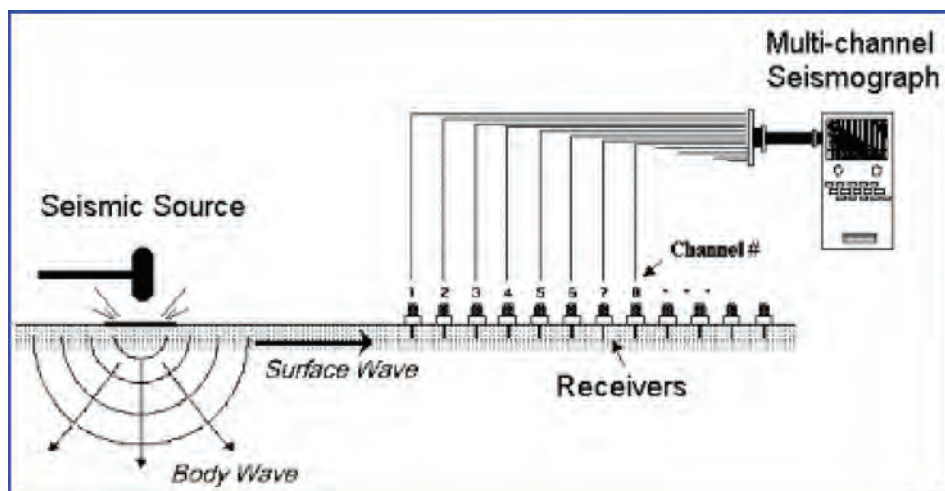



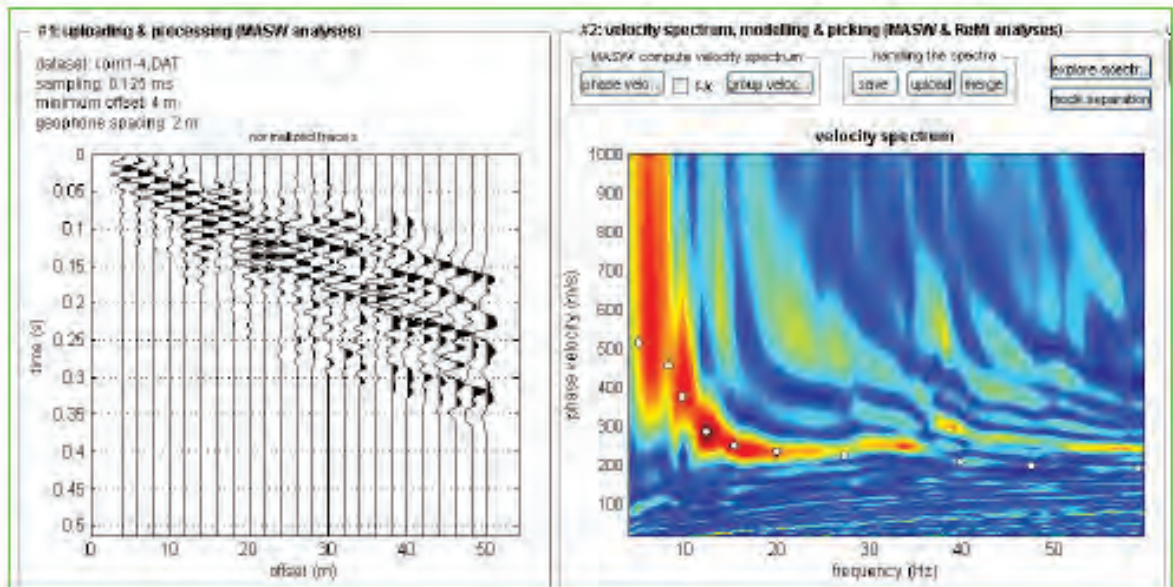
Figura 6 – Schema acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (**VS**) sono state effettuate con il programma winMASW 4.1 che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione delle sezioni sismostratigrafiche.

I dati acquisiti sono stati elaborati mediante la determinazione dello spettro di velocità, l'identificazione delle curve di dispersione ed inversione/modellazione di queste ultime. Gli elaborati relativi alle prove effettuate sono dettagliatamente riportati in allegato N.3.

PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
		022854	00
LOCALITÀ	CORRIDONIA (MC)	SPC. 00-BG-E-94706	
PROGETTO	STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 24 di 34	Rev. 0

## Corridonia, Centrale di compressione – Profilo 1



MODELLO MEDIO:

<b>Vs (m/sec)</b>	194	269	379	619
<b>Spessore (m)</b>	2.0	8.5	2.8	semispazio

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 34 m

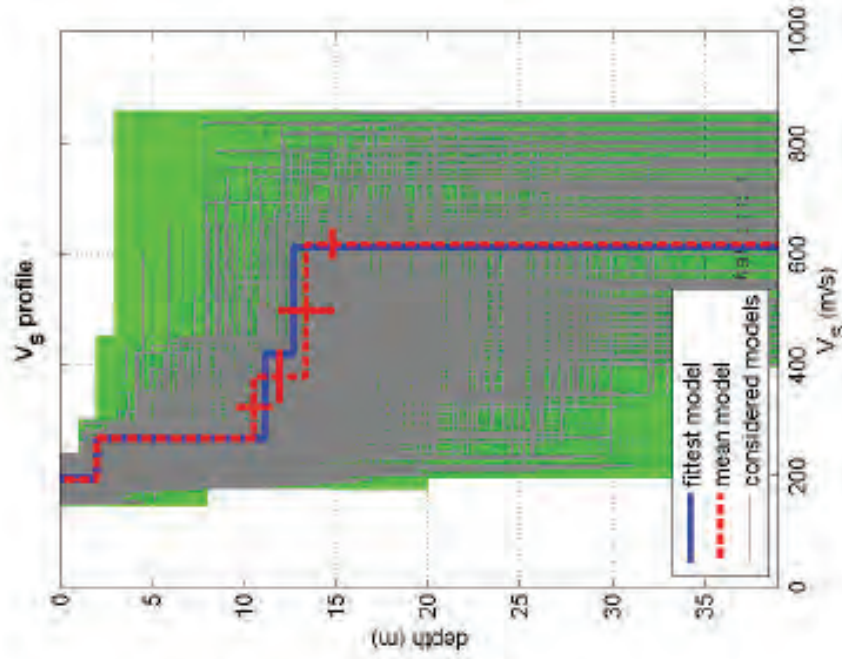
VS20 del modello medio: 332 m/s

VS30 del modello medio: 392 m/s

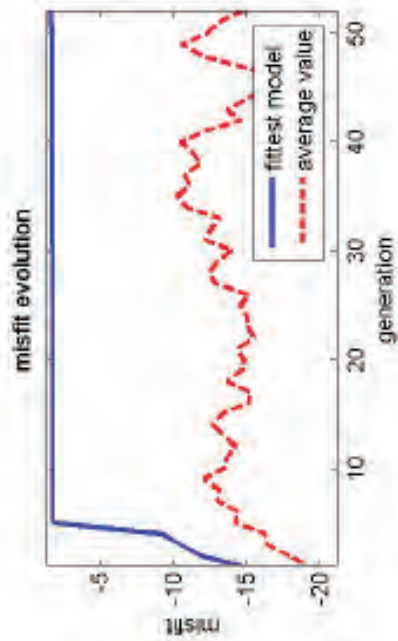
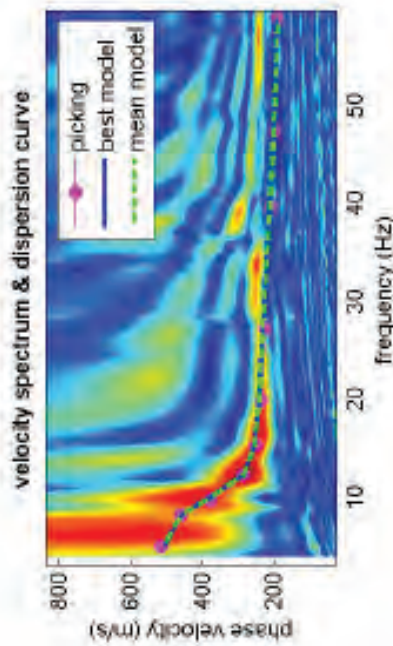
CATEGORIA SUOLO B (riferita al piano campagna)

**Vs 30 = 392 m/sec**





dataset: corr11-4.DAT  
 dispersion curve: corr11-1.cdp  
 Vs30 (best model): 394 m/s  
 Vs30 (mean model): 392 m/s



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 26 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Dall'elaborazione dei dati scaturiti dall'indagine sismica **MASW**, si evince che la velocità equivalente **V<sub>s,30</sub>** al suolo di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dalla superficie topografica dove sono state effettuate le proiezioni sismiche risulta (vedi allegato):

### **LINE SISMICA LN1**

**VS30** (modello medio stimato): **392 m/s**

Tale velocità equivalente è scaturita, come da N.T.C. 2008, agg.2018, dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

con:

hi = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità; Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato.

Pertanto, in base alle Norme tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008, agg.2018, in assenza di studi specifici di risposta sismica locale, al sito oggetto d'intervento, a favore della sicurezza, può essere associata una probabile:

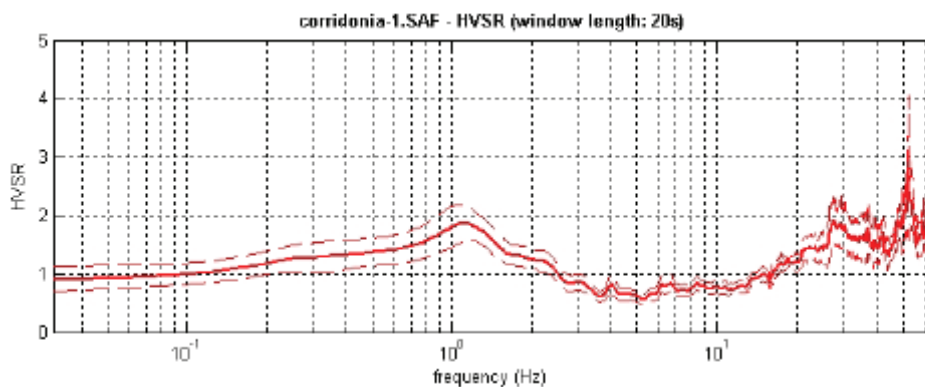
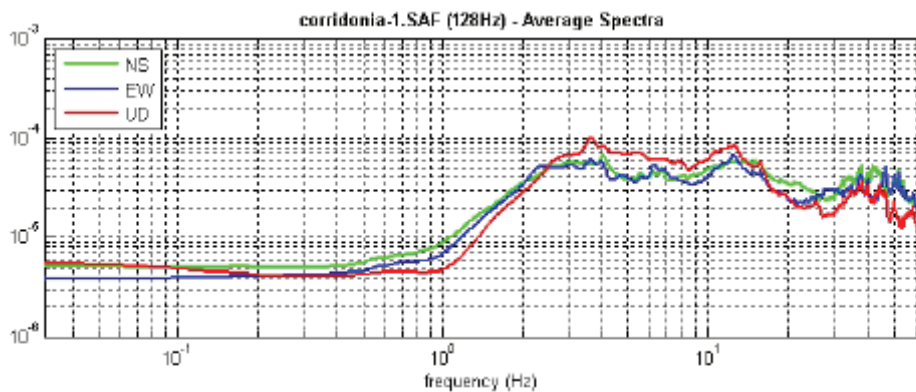
### **Categoria di sottosuolo di tipo B:**

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. Vs model (**Vs30 = 308 m/s**).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 27 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5.4 Sismica passiva HVSr

### CORRIDONIA – HVSr 1



Dalle misure effettuate e dall'elaborazione dei dati (sempre con il software winmasw professional) è stato ricavato il seguente valore di frequenza fondamentale ( $f_0$ ):

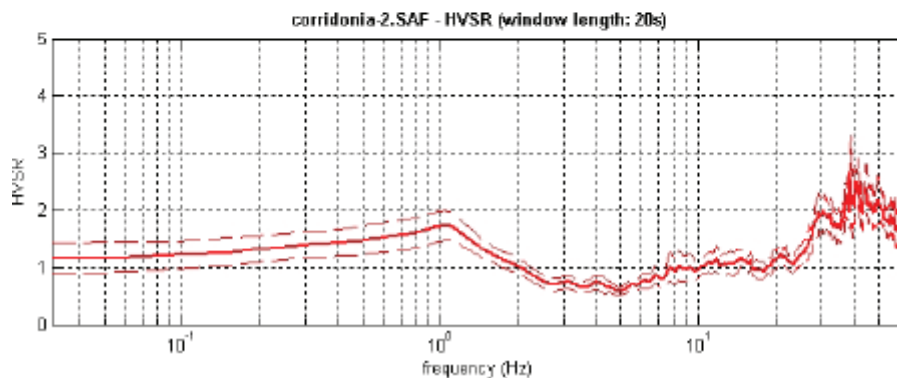
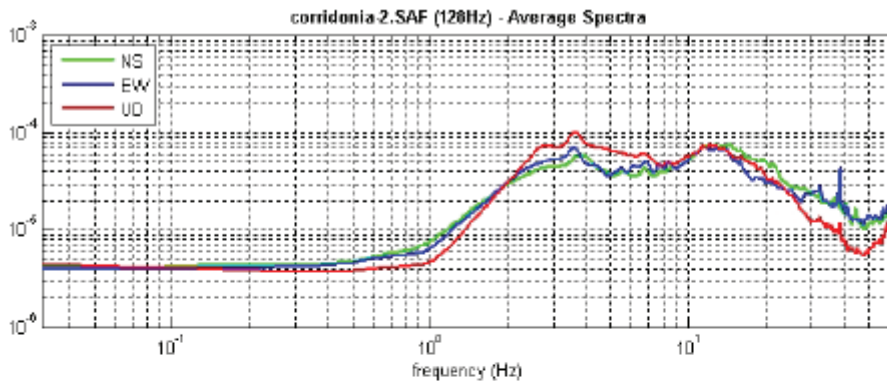
Di seguito i risultati considerando i dati nella finestra di frequenza 0.5-20.0Hz

Frequenza di Picco (Hz): 1.1 ( $\pm 1.3$ )

Valore HVSr di picco: 1.9 ( $\pm 0.3$ )

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA</b>	Fg. 28 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## CORRIDONIA – HVSR 2



Dalle misure effettuate e dall'elaborazione dei dati (sempre con il software winmasw professional) è stato ricavato il seguente valore di frequenza fondamentale ( $f_0$ ):

Di seguito i risultati considerando i dati nella finestra di frequenza 0.5-20.0Hz

Frequenza di Picco (Hz): 1.1 ( $\pm 1.3$ )

Valore HVSR di picco: 1.7 ( $\pm 0.2$ )

Utilizzando il programma WinMASW Pro, è stata effettuata la modellazione congiunta dei dati derivanti dalle prove sismiche.

In particolare è stata presa in considerazione la prova HVSR 2 e la prova MASW effettuata, molto vicine tra loro. La modellazione congiunta ha permesso di stimare la sismostratigrafia fino a una profondità di circa 200 m, e la profondità del bedrock sismico. Si ricorda che l'analisi della dispersione delle onde di superficie è spesso condizionata dall'interpretazione delle curve di dispersione ed è affetta, come qualsiasi metodologia geofisica di superficie, dal problema della non-univocità della soluzione. D'altro canto, il rapporto spettrale

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 29 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

H/V, essendo sensibile puramente ad eventuali contrasti di velocità delle onde di taglio, soffre in maniera ancora più pesante del problema della non-univocità della soluzione e può essere soggetto ad effetti topografici e variazioni legate alle condizioni meteorologiche/stagionali. D'altra parte, l'inversione congiunta di diversi dati rappresenta certamente l'unico modo sia per ridurre la non-univocità della soluzione sia per giungere ad un'interpretazione affidabile e vincolata dei dati stessi.

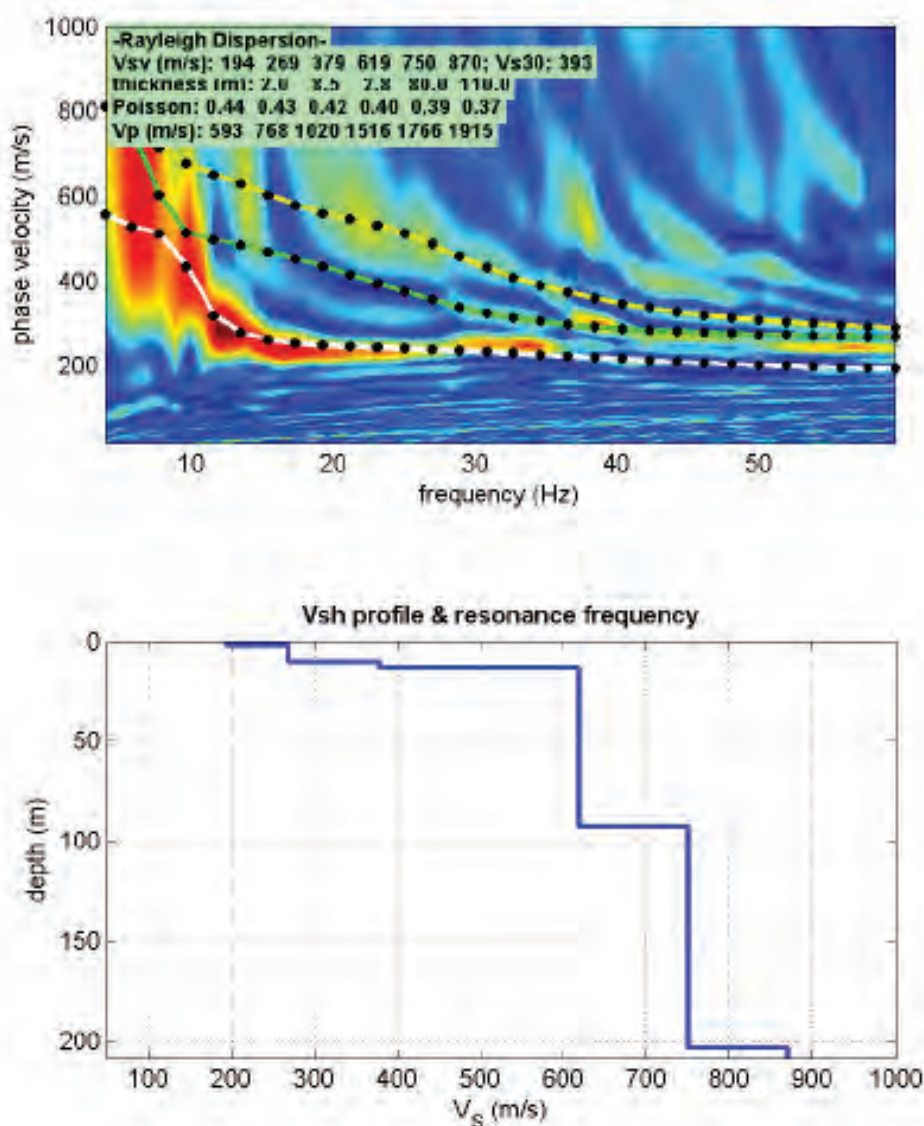
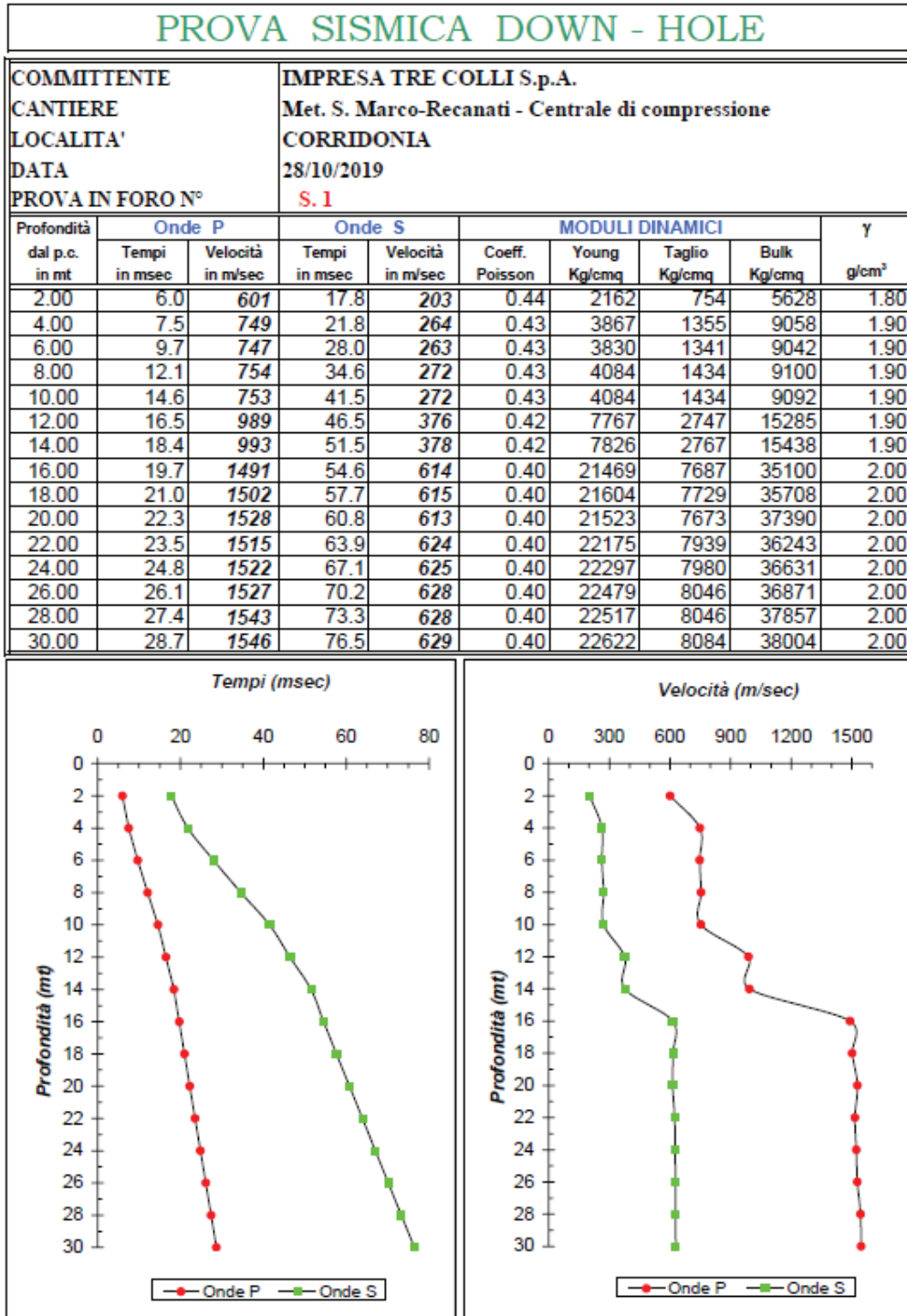


Figura 7 - Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite dati MASW per LN1. In alto spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. In basso il profilo verticale Vs .

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA</b>	Fg. 30 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5.5 . Risultati Down Hole



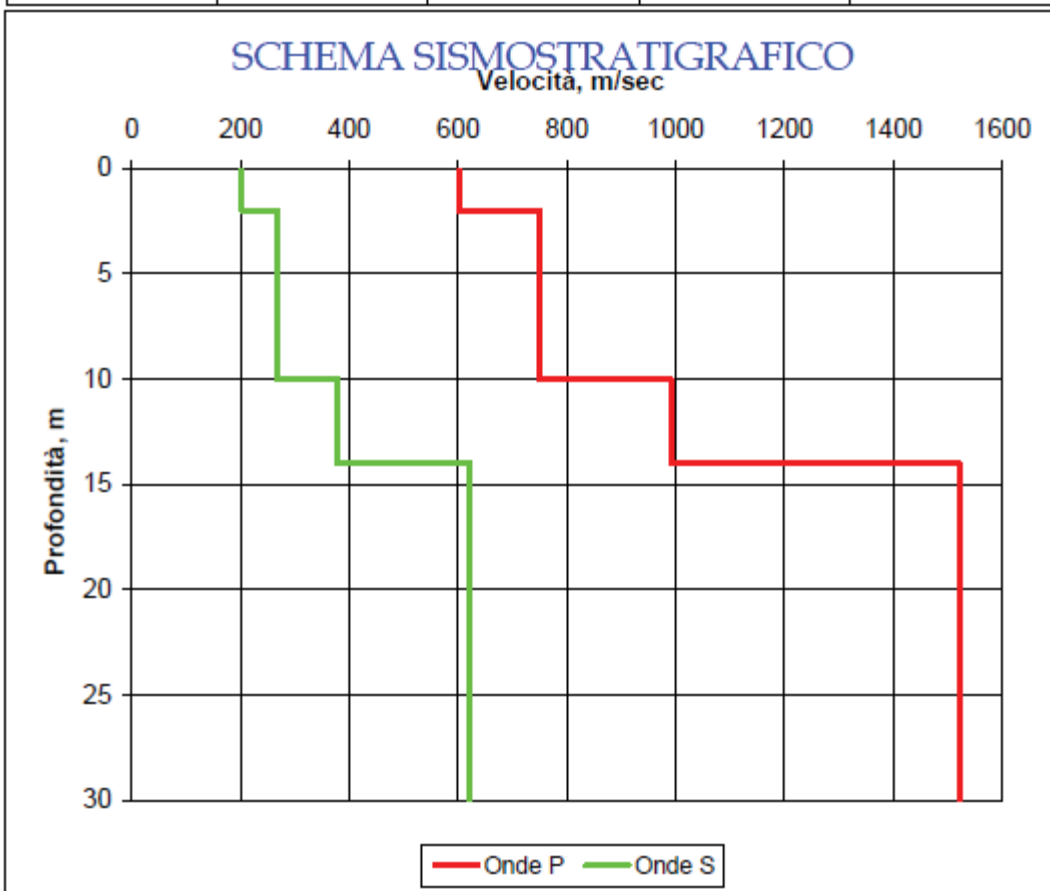
 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>022854</b>	UNITÀ <b>00</b>
	LOCALITÀ <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	PROGETTO <b>STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA</b>	Fg. 31 di 34	Rev. <b>0</b>

## PROVA SISMICA DOWN - HOLE

<b>COMMITTENTE</b> <b>CANTIERE</b> <b>LOCALITÀ</b> <b>FORO N°</b>	<b>IMPRESA TRE COLLI S.p.A.</b> <b>Met. S. Marco-Recanati - Centrale di compressione</b> <b>CORRIDONIA</b> <b>S. 1</b>
--	---

### TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA RIEPILOGATIVA

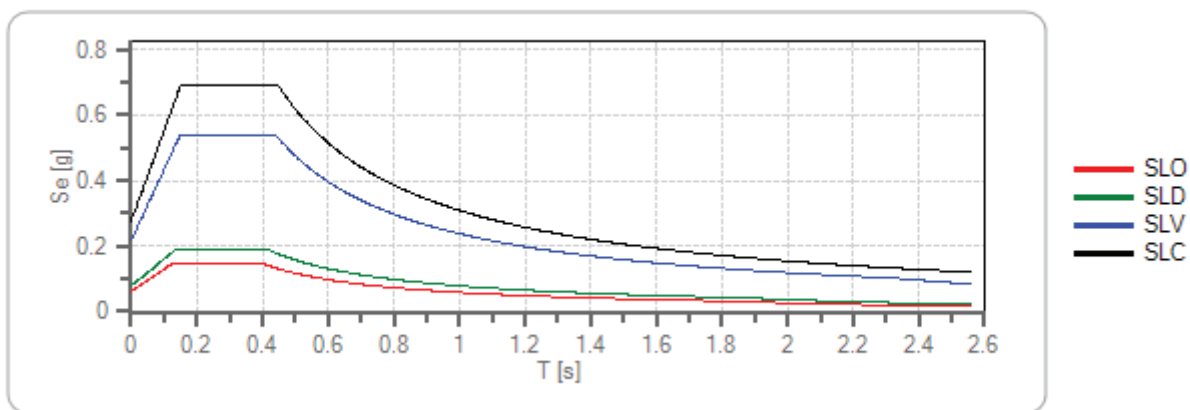
STRATO <i>n°</i>	PROFONDITA' LETTO <i>m</i>	VELOCITA' Onde P <i>m/sec</i>	VELOCITA' Onde S <i>m/sec</i>	<b>V<sub>S30</sub></b> <i>m/sec</i>
1	2.00	601	203	<b>395</b> al p.c.
2	10.00	751	268	
3	14.00	991	377	
4	30.00	1522	622	



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 32 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5.6 Parametri sismici di progetto approccio semplificato NTC2018

Per l'area in studio, con una **categoria di suolo "B"**, e **categoria topografica T1** avremo:



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0.052	2.422	0.276	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.130	0.391	1.806
SLD	1	0.065	2.433	0.292	1.200	1.410	1.000	1.200	1.000	0.137	0.412	1.862
<b>SLV</b>	<b>1</b>	<b>0.181</b>	<b>2.470</b>	<b>0.321</b>	<b>1.200</b>	<b>1.380</b>	<b>1.000</b>	<b>1.200</b>	<b>1.000</b>	<b>0.148</b>	<b>0.443</b>	<b>2.325</b>
SLC	1	0.239	2.477	0.328	1.160	1.370	1.000	1.160	1.000	0.150	0.449	2.557

Tabella 3 – Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

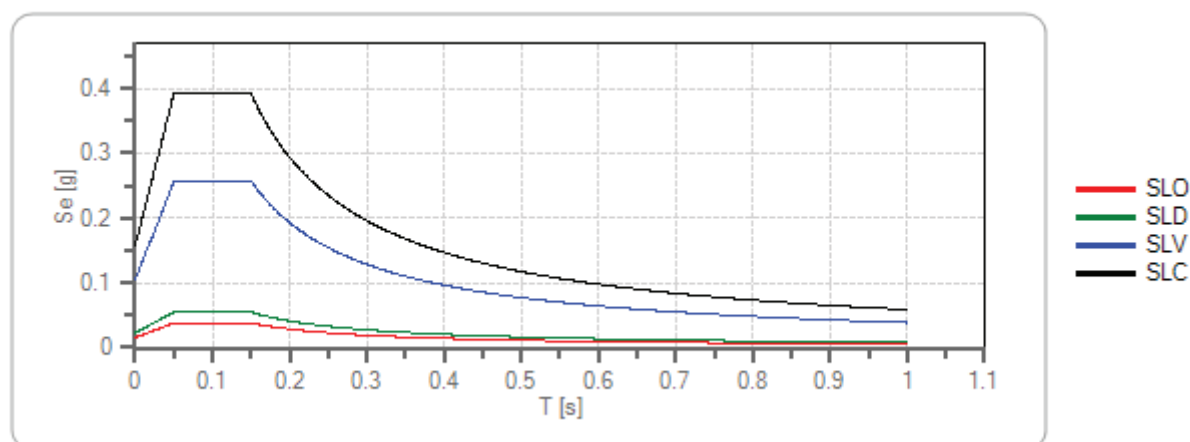


Figura 8 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 33 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0.052	2.422	0.276	1.000	1.420	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLD	1	0.065	2.433	0.292	1.000	1.410	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLV	1	0.181	2.470	0.321	1.000	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLC	1	0.239	2.477	0.328	1.000	1.370	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000

*Tabella 4 – Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA	Fg. 34 di 34	<b>Rev.</b> <b>0</b>

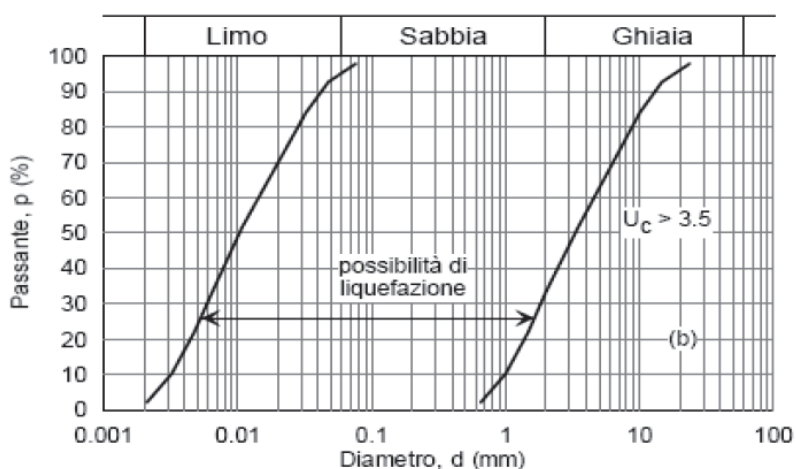
## 5.7 Potenziale di Liquefazione

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

I fenomeni di liquefazione interessano in genere depositi sabbiosi saturi e dipendono principalmente da: proprietà geotecniche dei terreni, caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata, genesi e storia geologica dei terreni.

Le NTC richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Le NTC recitano che "La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze":

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero), minori di  $0,1g$ ;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub Orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura sottostante nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



**Nel sito in esame essendo applicabili le condizioni 5 si ritiene che tale problematica sia assente.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA		<b>Rev.</b> <b>0</b>

## ALLEGATO 1

INDAGINI SISMICHE  
MASW  
DOWN HOLE  
HVSR

## Società Gasdotti Italia SpA

### STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA

**Indagini sismiche tipo MASW, Down Hole,  
HVSIR (complete di analisi di inversione dati)**

DATA PROVE	ID DOCUMENTO	II DIRETTORE DEL LABORATORIO
Novembre 2019	V5091/19 Rev.A	Dott. geol. Maria Di Donato



## INDICE

	<i>Pagina</i>
1. PREMESSA .....	2
2. IL PARAMETRO VS 30 .....	3
3. L'INDAGINE GEOFISICA .....	5
4. PROFILI SISMICI M.A.S.W. ....	7
4.1 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA .....	7
4.2 METODOLOGIA OPERATIVA .....	8
4.3 METODOLOGIA INTERPRETATIVA .....	9
5. MASW - ESAME DEI RISULTATI .....	11
6.1. PROVA SISMICA DOWN-HOLE .....	13
6.2. DH - ESAME DEI RISULTATI .....	15
ALLEGATI .....	17



## 1. PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Società Gasdotti Italia SpA, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche per valutare le variazioni di velocità delle onde sismiche "S" nel sottosuolo e determinare quindi il parametro  $V_{sEq}$  o  $V_{s30}$ , in ottemperanza alla vigente normativa sismica.

A tale scopo sono stati effettuati: un profilo sismico di tipo M.A.S.W. (multichannel analysis of surface waves), una prova tipo Down-Hole e una misura di rumore sismico (HVSr), per la Stazione di Spinta di Corridonia.

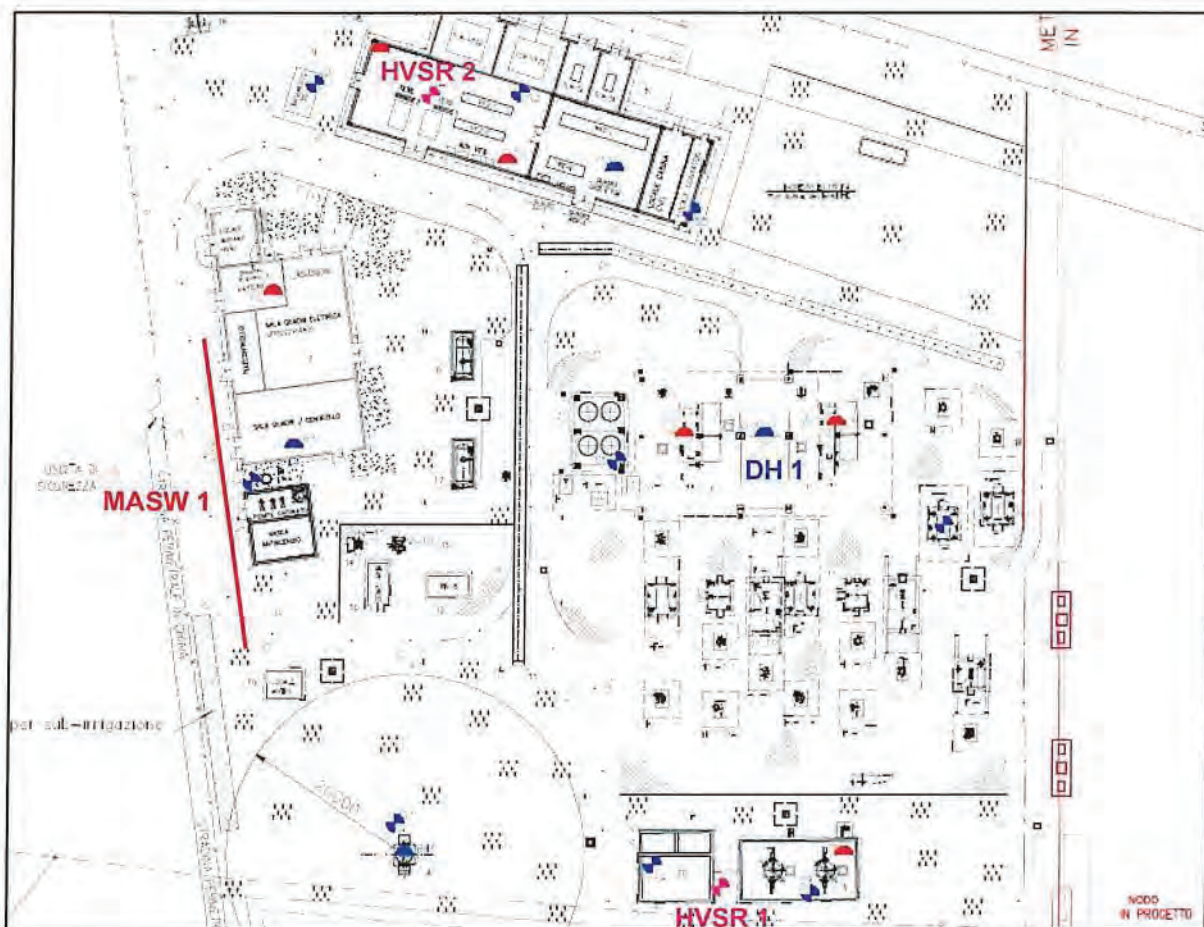


Figura 1 – Ubicazione schematica delle indagini effettuate.

## 2. IL PARAMETRO $V_s$ Equivalente e $V_{s30}$

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

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

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

$N$  numero di strati;

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro

$V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Il parametro  $V_{s30}$  rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità

È calcolato mediante la seguente espressione:



$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove:

$V_i$ : velocità delle onde S dello strato  $i$ -esimo

$h_i$ : spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$N$ : numero di strati presenti nei primi 30 metri

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite come segue:

**A** - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

**B** - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

**C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

**D** - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

**E** - *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.



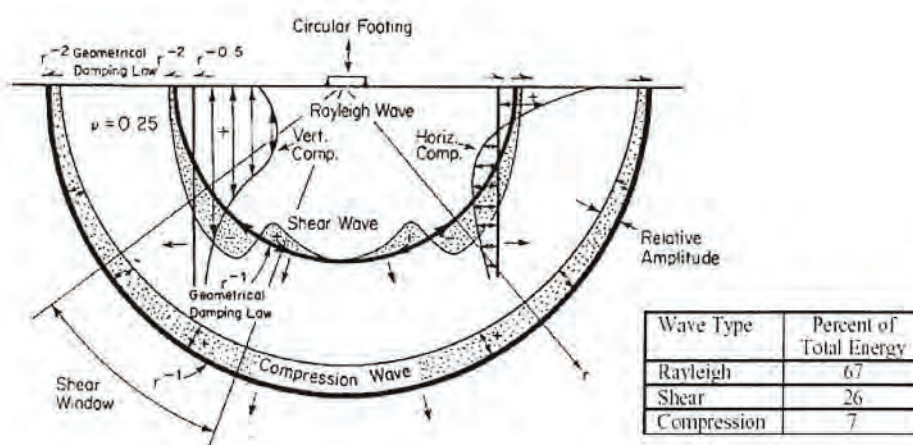
Il parametro VS30 può essere acquisito mediante:

- Prove in foro (down-hole, cross-hole)
- Profili sismici (riflessione o rifrazione)
- Modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (MASW, SASW, ReMi)



### 3. L'INDAGINE GEOFISICA

Il rilievo geofisico, è basato sull'impiego della MASW (multichannel analysis of surface waves) per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio ( $V_S$ ) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con *algoritmi genetici*



I vantaggi dell'uso di questa metodologia geofisica rispetto ai metodi tradizionali sono:

1. Particolarmente indicato per suoli altamente attenuanti ed ambienti rumorosi
2. Non limitato – a differenza del metodo a rifrazione – dalla presenza di inversioni di velocità in profondità
3. Buona risoluzione (a differenza del metodo a riflessione)
4. Permette la ricostruzione della distribuzione verticale della velocità delle onde di taglio (S) – fondamentale per la caratterizzazione geotecnica del sito

Inoltre:

- La percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).
- L'ampiezza delle *surface waves* dipende da  $\sqrt{r}$  e non da  $r$  come per le *body waves*



## 4. PROFILI SISMICI M.A.S.W .

### 4.1. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

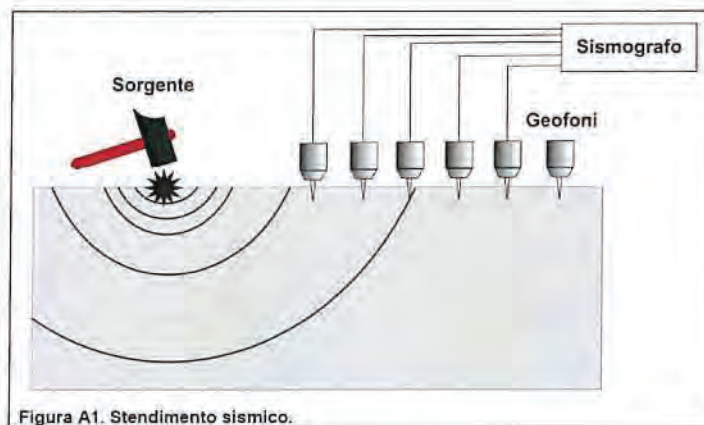
L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della PASI di Torino, modello 16SG24, con processore Pentium IV, display VGA a colori in LCD-TFT 10.4" TouchScreen, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento dei dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ad opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione. I guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento.

Sono stati 24 geofoni da 4,5 Hz e, come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.



## 4.2. METODOLOGIA OPERATIVA

Acquisire un set di dati per l'indagine MASW non è molto diverso da una comune acquisizione per un'indagine a rifrazione (o riflessione). E' sufficiente effettuare uno stendimento di geofoni allineati con la sorgente ed utilizzare una sorgente ad impatto verticale (martello).



Il profilo MASW è stato eseguito utilizzando n° 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 2,0 metri; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 4,0 e 8,0 m dal geofono n° 1.



### 4.3. METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Il software *winMASW* consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità
- 2) inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun

modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (*search space*) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (*deviazioni standard*) attenuata grazie all'impiego di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza del software utilizzato è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità.



#### 4.4. ESAME DEI RISULTATI

Il profilo con gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nell'indagine effettuata nel sito esaminato, è riportato in *Allegato 1* e riassunto nella tabella seguente.

##### Corridonia, Stazione di spinta - Profilo 1

<b>Vs (m/sec)</b>	194	269	379	619
<b>Spessore (m)</b>	2.0	8.5	2.8	semispazio

Sono stati individuati quattro sismostrati principali:

- il primo sismostrato, rilevato per uno spessore di 2.0 m, è caratterizzato da una velocità delle onde S di 194 m/s;
- il secondo, dello spessore di 8.5 m, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) di 269 m/s;
- il terzo, dello spessore di 2.8 m, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) di 379 m/s;
- il quarto ed ultimo strato ha uno spessore minimo di 20 m e velocità delle onde S di 619 m/sec.

I valori delle velocità misurate sono in buon accordo con quelle tipiche dei litotipi presenti nell'area investigata. Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione di una  $V_{s30}$  (al piano campagna) pari a **392 m/sec**, individuando, insieme alle valutazioni litologiche, un suolo di **tipo B**.

Per altre informazioni relative alle indagini sismiche si rimanda all'*Allegato 1*.





## 5.1. HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO)

E' un'indagine finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

Un'onda SH (onda di taglio polarizzata sul piano orizzontale) che incide verticalmente dal basso sull'interfaccia di un singolo strato (es. bedrock-coperture) tenderà a rimanere intrappolata in superficie per riflessioni multiple (alla superficie libera, al bedrock e così via) e darà luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti  $\lambda = n \cdot 4 H$ , ossia alle frequenze descritte dalla legge:

$$f = n \cdot \frac{V_S}{4 \cdot H} \quad n = 1,3,5, \dots$$

dove n indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.). Nella maggior parte dei casi nei sistemi coperture tenere vs. bedrock, a causa dell'attenuazione delle coperture, il solo modo visibile è il fondamentale.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un qualsiasi tremore di qualsiasi origine.

Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque anche senza terremoti ed è il principio alla base della sismica passiva a stazione singola.

Una stima delle frequenze proprie di vibrare dei terreni è possibile tramite la tecnica sismica passiva a stazione singola denominata H/V (rapporto spettrale tra componenti orizzontali H e componenti verticali V; Nogoshi e Igarashi, 1979; Nakamura, 1989).

Le tecniche sismiche passive sfruttano il campo di vibrazione ambientale che è composto prevalentemente da onde di superficie (SESAME, 2004 e referenze). Considerazioni sia teoriche che sperimentali mostrano come sia possibile stimare le frequenze di risonanza dell'onda SH a partire da misure di onde di superficie.

HVSR – STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Per l'acquisizione di dati HVSR è stato utilizzato il sismografo **Gemini-2** della PASI, un unico contenitore con integrati una terna di geofoni a bassa frequenza con elevate caratteristiche, veri sensori da 2Hz accuratamente accoppiati e un potente acquirente dati 24 bit reali. Dotato di interfaccia USB e il relativo software di acquisizione dati per PC.



Di seguito sono riassunte le Specifiche tecniche del sensore **Gemini-2**

Freq.Naturale di risonanza: 2 Hz +/-10%  
Sensibilità: 2 V/cm•S-1 +/- 5%  
Resistenza interna: 5.8k $\Omega$  +/-5%  
Damping: 0.7 +/-10%  
Distorsione armonica:  $\leq$  0.2%  
Resistenza d'isolamento: $\geq$  10 M $\Omega$   
Temp.funzionamento: da -25°C a + 55°C  
Bloccaggio sensori: automatico per il trasporto  
Dimensioni: diam.128mm, h.175mm  
Peso: 2.15 kg



## 5.2. HVSR - ESAME DEI RISULTATI

Dalle misure effettuate e dall'elaborazione dei dati (sempre con il software *winmasw professional*) è stato ricavato il seguente valore di frequenza fondamentale ( $f_0$ ):

### CORRIDONIA – HVSR 1

Di seguito i risultati considerando i dati nella finestra di frequenza 0.5-20.0Hz

**Frequenza di Picco (Hz): 1.1 ( $\pm 1.3$ )**

**Valore HVSR di picco: 1.9 ( $\pm 0.3$ )**

#### ==== Criteri per una curva H/V affidabile =====

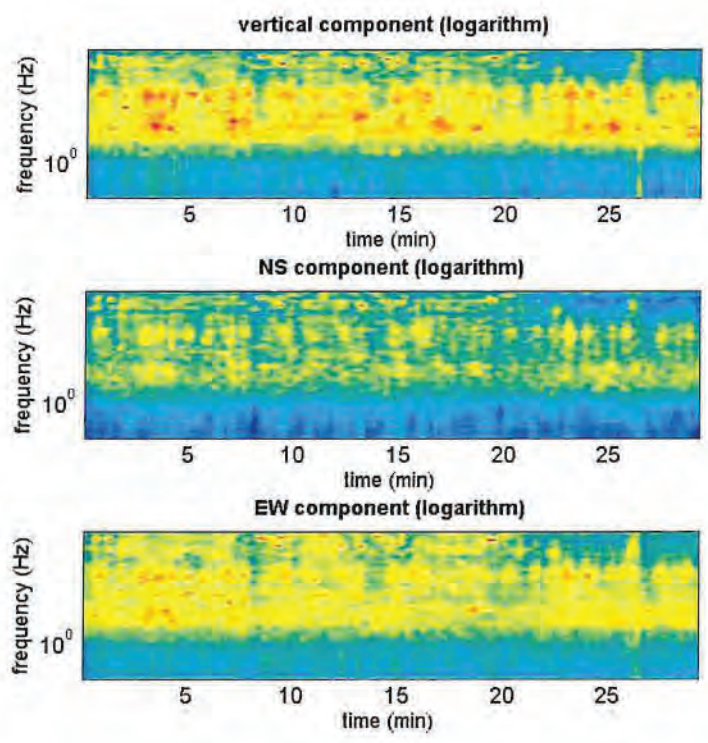
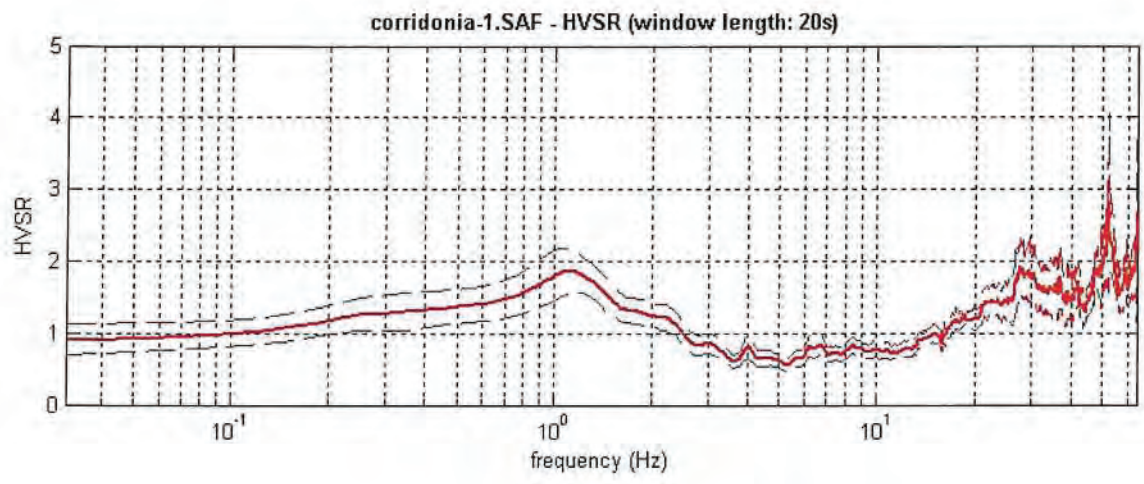
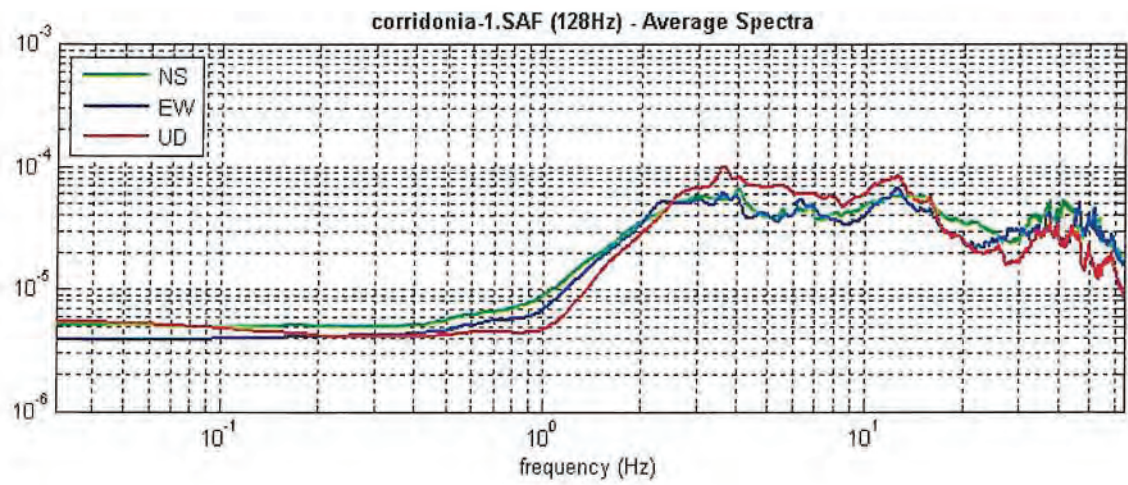
- #1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]: 1.1 > 0.5 (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]: 3962 > 200 (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

#### ==== Criteri per un picco H/V chiaro (almeno 5 devono essere soddisfatti) =====

- #1. [exists  $f^-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f^+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.6Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]: 1.9 < 2 (NO)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_A < \epsilon(f_0)$ ]: 6.224 > 0.113 (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]: 0.318 < 1.78 (OK)

La non completa ottemperanza dei criteri SESAME è dovuta alla presenza di fortissimo rumore antropico, non eliminabile, presente nell'investigata.





## CORRIDONIA – HVSR 2

Di seguito i risultati considerando i dati nella finestra di frequenza 0.5-20.0Hz

**Frequenza di Picco (Hz): 1.1 ( $\pm 1.3$ )**

**Valore HVSR di picco: 1.7 ( $\pm 0.2$ )**

### ==== Criteri per una curva H/V affidabile =====

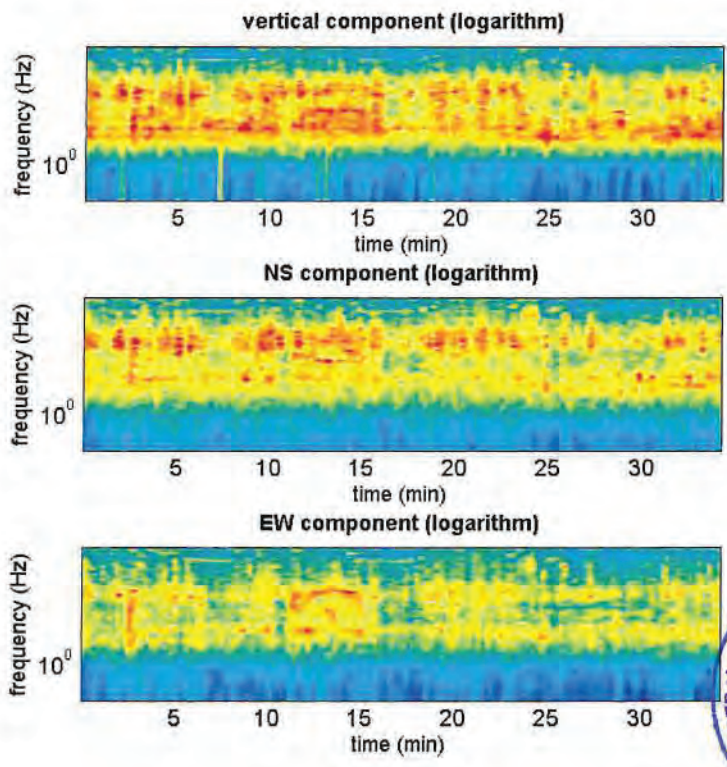
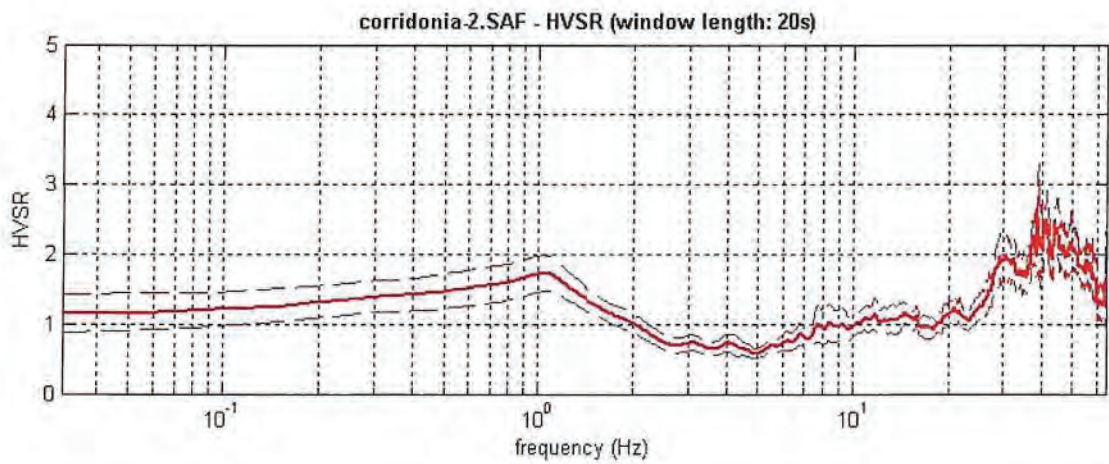
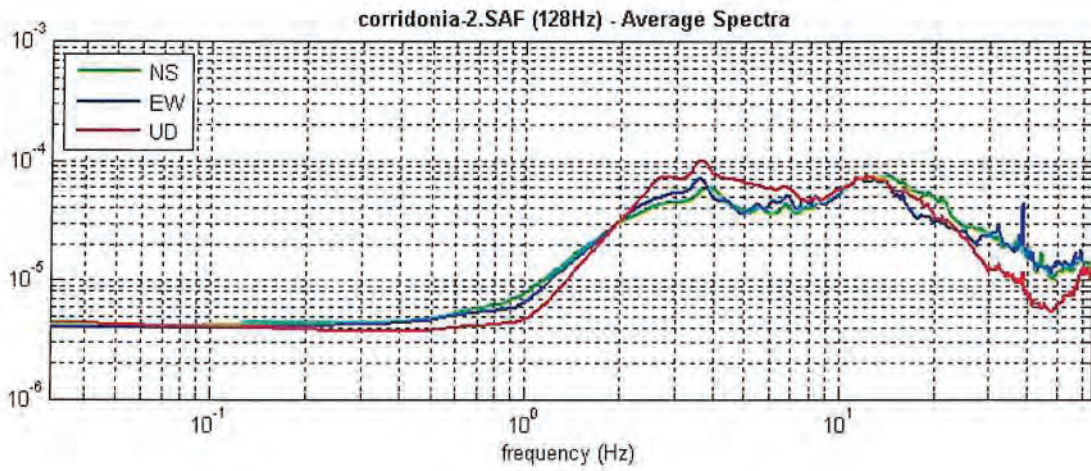
- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $1.1 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $4380 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

### ==== Criteri per un picco H/V chiaro (almeno 5 devono essere soddisfatti) =====

- #1. [exists  $f^-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f^+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.3Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $1.7 < 2$  (NO)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)
- #5. [ $\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$ ]:  $6.320 > 0.106$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.261 < 1.78$  (OK)

La non completa ottemperanza dei criteri SESAME è dovuta alla presenza di fortissimo rumore antropico, non eliminabile, presente nell'investigata.





## 6.1. PROVA SISMICA DOWN-HOLE

L'indagine sismica in foro, tipo down-hole, è stata eseguita nel foro di sondaggio S. 1 della lunghezza di 30 metri.

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della PASI di Torino, modello 16SG24, con processore Pentium IV, display VGA a colori in LCD-TFT 10.4" TouchScreen, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento dei dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ad opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione. I guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento. E' stato inoltre utilizzato un geofono tridimensionale da foro (o sonda geofonica), dotato di cinque geofoni da 10 Hz, di cui uno verticale per la registrazione delle onde P, e quattro geofoni orizzontali, disposti a 45° fra di loro, atti a registrare meglio le onde S. L'ancoraggio della sonda geofonica alla parete della tubazione (PVC  $\phi$  80 mm) è stato garantito da un pistone pneumatico azionato da un dispositivo ad aria compressa.



Il punto di scoppio, costituito da una traversina in legno ben aderente alla superficie del terreno, è posta ad una distanza di 3,00 m dal foro, e di ciò se ne è tenuto conto per la correzione dei tempi di arrivo. L'energizzazione è stata generata colpendo la traversina, con una massa battente da 4 Kg, secondo tre direzioni (2 orizzontali e 1 verticale).

Calando la sonda geofonica nel tubo e posizionandola a diverse profondità (con passo di 2 metri) sono stati registrati i sismogrammi da cui sono stati individuati i tempi di arrivo delle onde P e S.

Sui tabulati relativi alle prove effettuate si riportano i tempi registrati e le velocità calcolate per i singoli intervalli indagati. Inoltre, si riportano i valori dei moduli dinamici (Coefficiente di Poisson, Modulo di Young, Modulo di Taglio e Modulo di Bulk o di Incompressibilità).

Infine, i valori suddetti sono stati schematizzati su 2 grafici in cui si evidenzia l'andamento dei tempi e delle velocità sismiche con la profondità.





## 6.2. ESAME DEI RISULTATI

I risultati di campagna, e la loro interpretazione in chiave sismica, sono riportati in appendice. Si riporta un tabulato con i tempi registrati in campagna, i valori di velocità  $V_p$  e  $V_s$  alle varie profondità e, infine, i moduli elastici.

Inoltre, si riportano i grafici tempi/profondità e velocità/profondità. Il primo grafico può essere interpretato come dromocrona, e dare quindi l'idea del numero di sismostrati in cui può essere suddiviso il sottosuolo investigato.

### **Corridonia, Stazione di spinta – Down-Hole**

Come si può osservare, sono stati individuati quattro sismostrati:

il primo orizzonte, dello spessore di 2 m, ha fatto registrare una velocità media delle onde longitudinali di 601 m/s e una velocità media delle onde S di 203 m/s.;

il secondo orizzonte, che si segue fino a 8 metri, è caratterizzato da  $V_p$  di 751 m/s e  $V_s$  pari a 268 m/s;

il terzo orizzonte, che si segue fino a 14 metri, è caratterizzato da  $V_p$  di 991 m/s e  $V_s$  pari a 377 m/s;

infine, il quarto ed ultimo sismostrato individuato è caratterizzato da una velocità media delle onde longitudinali di 1522 m/s e da onde trasversali la cui velocità media è di 622 m/s.

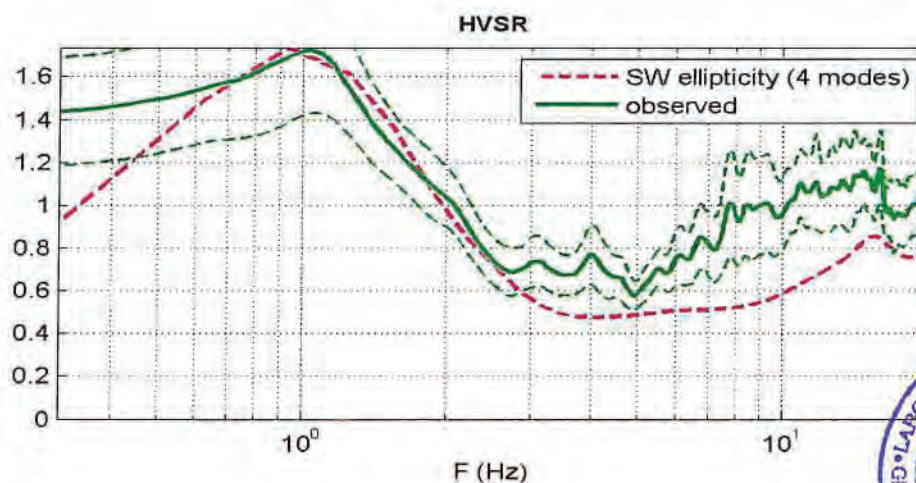


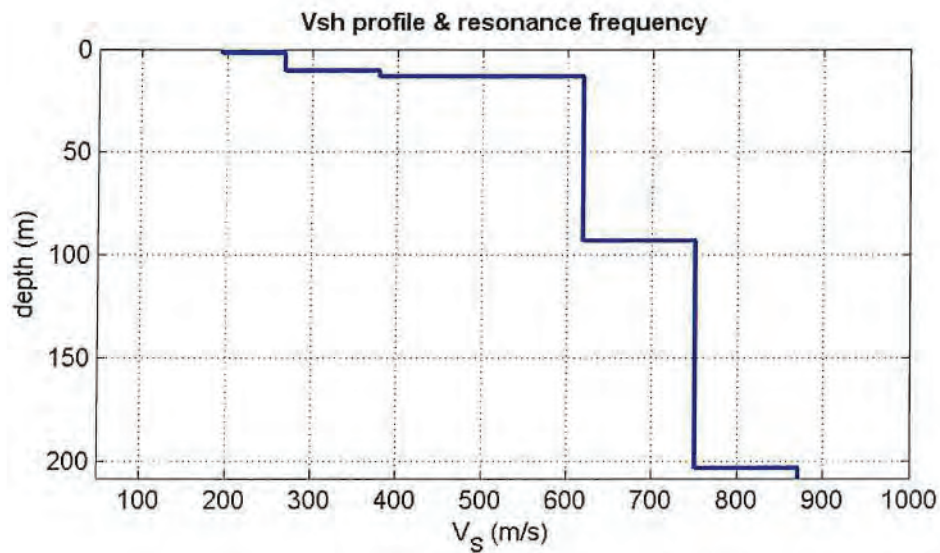
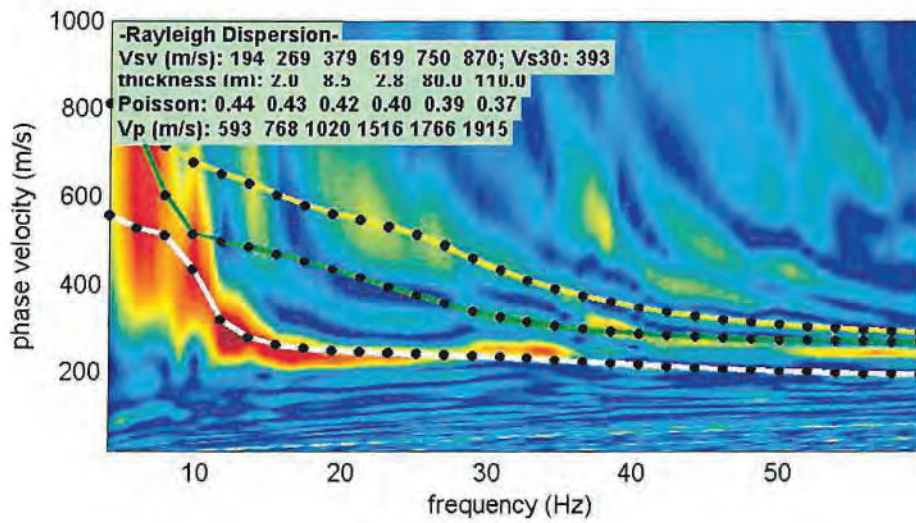
## 6.2. INVERSIONE DEI DATI

Utilizzando il programma WinMASW Pro, è stata effettuata la modellazione congiunta dei dati derivanti dalle prove sismiche. In particolare è stata presa in considerazione la prova HVSR 2 e la prova MASW effettuata, molto vicine tra loro. La modellazione congiunta ha permesso di stimare la sismostratigrafia fino a una profondità di circa 200 m, e la profondità del bedrock sismico. Si ricorda che l'analisi della dispersione delle onde di superficie è spesso condizionata dall'interpretazione delle curve di dispersione ed è affetta, come qualsiasi metodologia geofisica di superficie, dal problema della non-univocità della soluzione. D'altro canto, il rapporto spettrale H/V, essendo sensibile puramente ad eventuali contrasti di velocità delle onde di taglio, soffre in maniera ancora più pesante del problema della non-univocità della soluzione e può essere soggetto ad effetti topografici e variazioni legate alle condizioni meteorologiche/stagionali. D'altra parte, l'inversione congiunta di diversi dati rappresenta certamente l'unico modo sia per ridurre la non-univocità della soluzione sia per giungere ad un'interpretazione affidabile e vincolata dei dati stessi.

Il modello ottenuto dai dati geofisici considerati è riassunto nella tabella e nei grafici seguenti:

<b>Vs (m/sec)</b>	194	269	379	619	750	870
<b>Spessore (m)</b>	2.0	8.5	2.8	80	110	semispazio

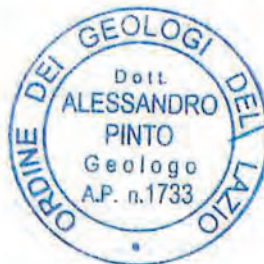




Cassino, novembre 2019

Il tecnico prospektore

Dott. Geol. Alessandro Pinto

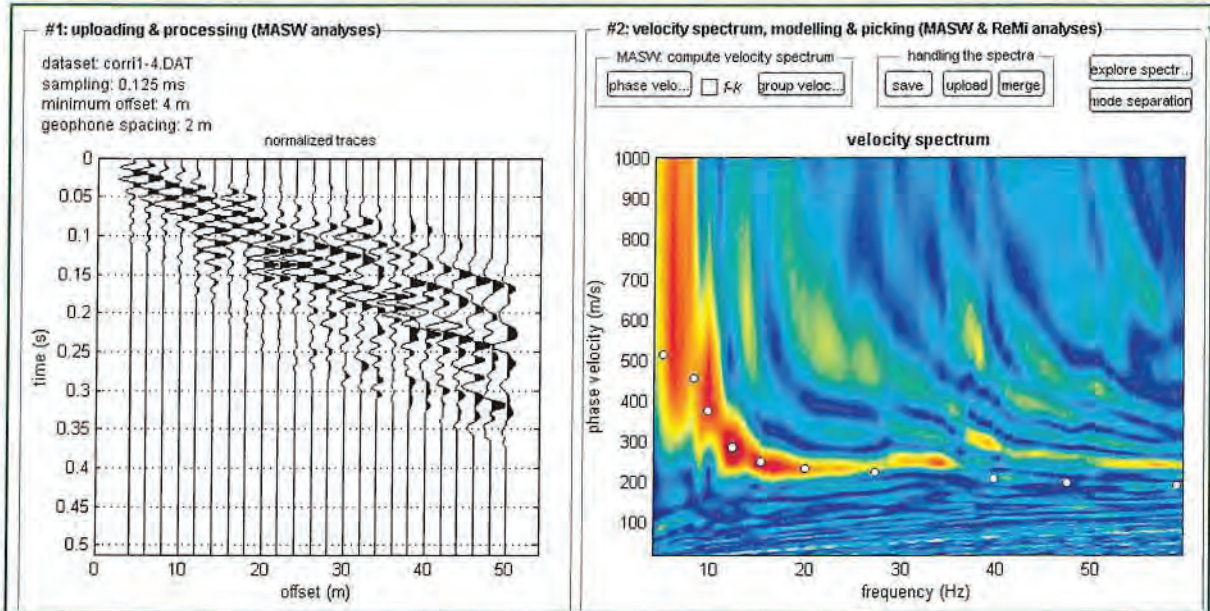


*Alessandro Pinto*



**ALLEGATO 1**  
**ELABORATI M.A.S.W.**

## Profilo 1



MODELLO MEDIO:

<b>Vs (m/sec)</b>	194	269	379	619
<b>Spessore (m)</b>	2.0	8.5	2.8	semispazio

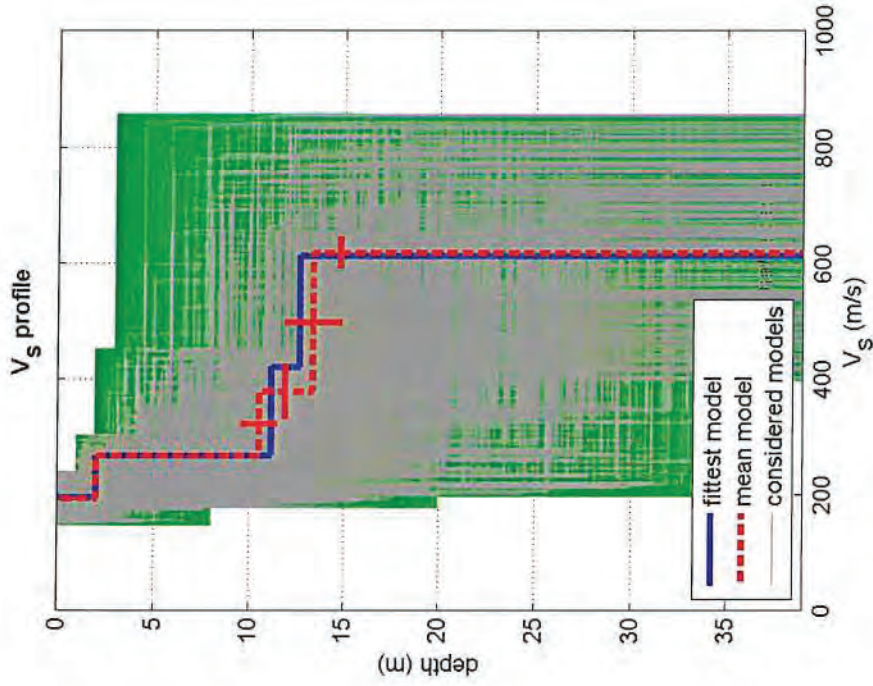
Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 34 m

VS20 del modello medio: 332 m/s

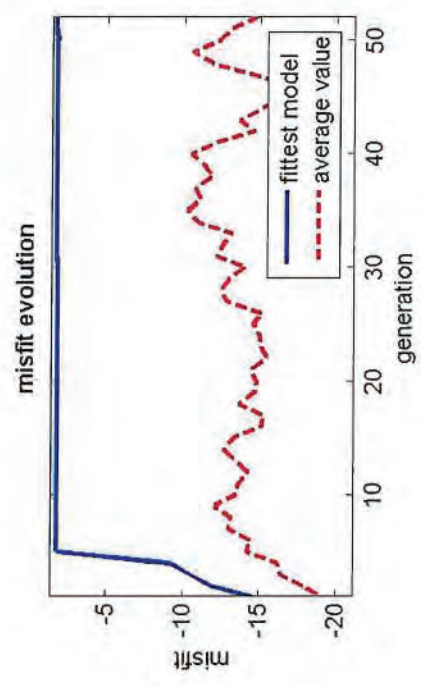
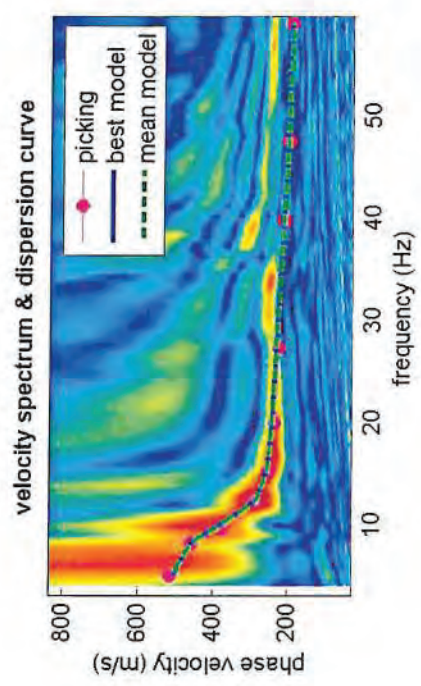
VS30 del modello medio: 392 m/s

CATEGORIA SUOLO B (riferita al piano campagna)

**Vs 30 = 392 m/sec**



dataset: corri1-4.DAT  
 dispersion curve: corrid-1.cdp  
 Vs30 (best model): 394 m/s  
 Vs30 (mean model): 392 m/s



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

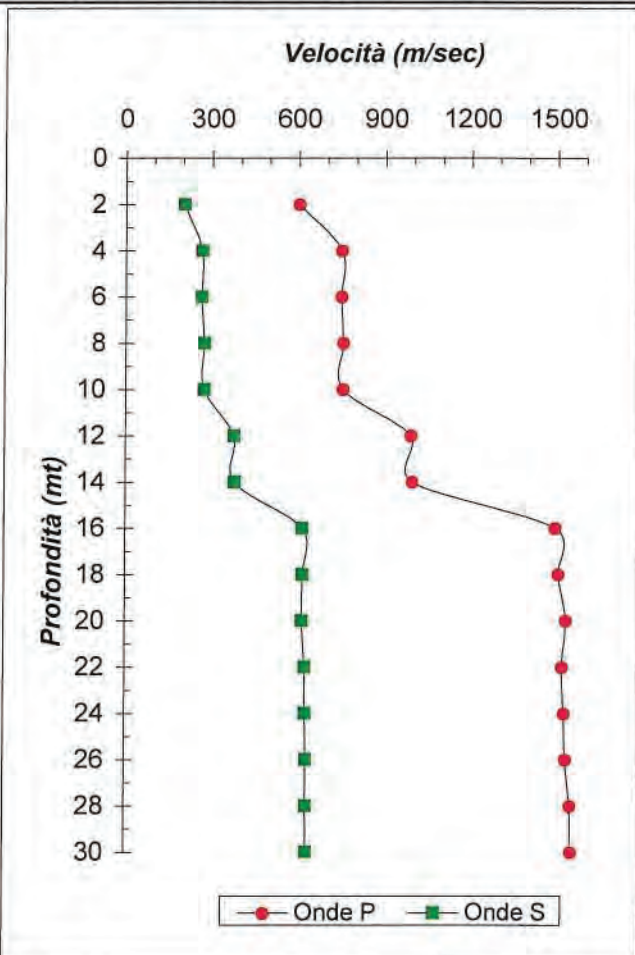
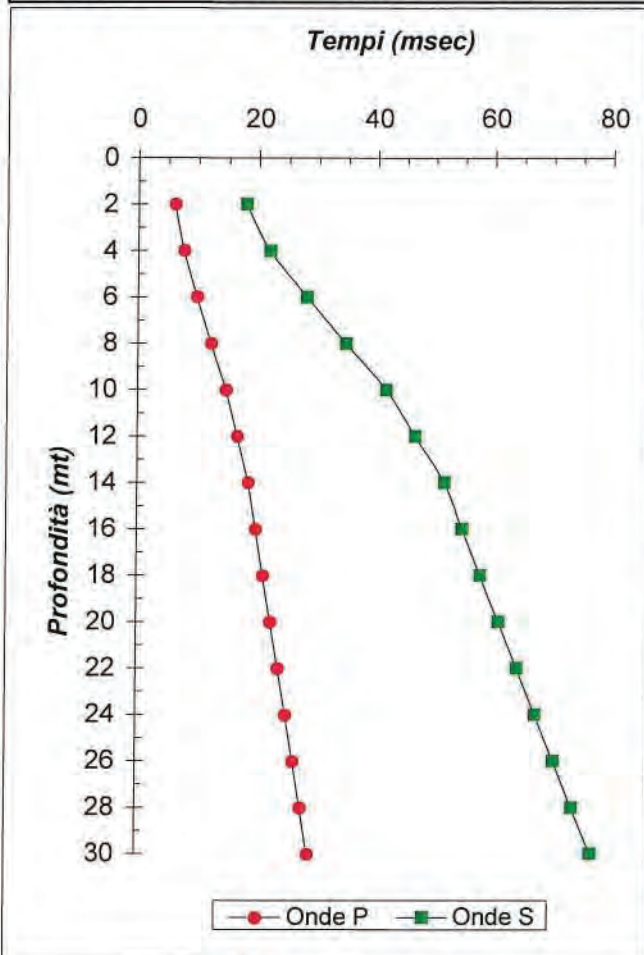
# **ALLEGATO 2**

## **PROVA DOWN-HOLE**

## PROVA SISMICA DOWN - HOLE

<b>COMMITTENTE</b>	Soc.Gasdotti Italia Spa
<b>CANTIERE</b>	Stazione di spinta di CORRIDONIA
<b>LOCALITA'</b>	
<b>DATA</b>	28/10/2019
<b>PROVA IN FORO N°</b>	<b>S. 1</b>

Profondità dal p.c. in mt	Onde P		Onde S		MODULI DINAMICI				$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>
	Tempi in msec	Velocità in m/sec	Tempi in msec	Velocità in m/sec	Coeff. Poisson	Young Kg/cmq	Taglio Kg/cmq	Bulk Kg/cmq	
2.00	6.0	<b>601</b>	17.8	<b>203</b>	0.44	2162	754	5628	1.80
4.00	7.5	<b>749</b>	21.8	<b>264</b>	0.43	3867	1355	9058	1.90
6.00	9.7	<b>747</b>	28.0	<b>263</b>	0.43	3830	1341	9042	1.90
8.00	12.1	<b>754</b>	34.6	<b>272</b>	0.43	4084	1434	9100	1.90
10.00	14.6	<b>753</b>	41.5	<b>272</b>	0.43	4084	1434	9092	1.90
12.00	16.5	<b>989</b>	46.5	<b>376</b>	0.42	7767	2747	15285	1.90
14.00	18.4	<b>993</b>	51.5	<b>378</b>	0.42	7826	2767	15438	1.90
16.00	19.7	<b>1491</b>	54.6	<b>614</b>	0.40	21469	7687	35100	2.00
18.00	21.0	<b>1502</b>	57.7	<b>615</b>	0.40	21604	7729	35708	2.00
20.00	22.3	<b>1528</b>	60.8	<b>613</b>	0.40	21523	7673	37390	2.00
22.00	23.5	<b>1515</b>	63.9	<b>624</b>	0.40	22175	7939	36243	2.00
24.00	24.8	<b>1522</b>	67.1	<b>625</b>	0.40	22297	7980	36631	2.00
26.00	26.1	<b>1527</b>	70.2	<b>628</b>	0.40	22479	8046	36871	2.00
28.00	27.4	<b>1543</b>	73.3	<b>628</b>	0.40	22517	8046	37857	2.00
30.00	28.7	<b>1546</b>	76.5	<b>629</b>	0.40	22622	8084	38004	2.00





## PROVA SISMICA DOWN - HOLE

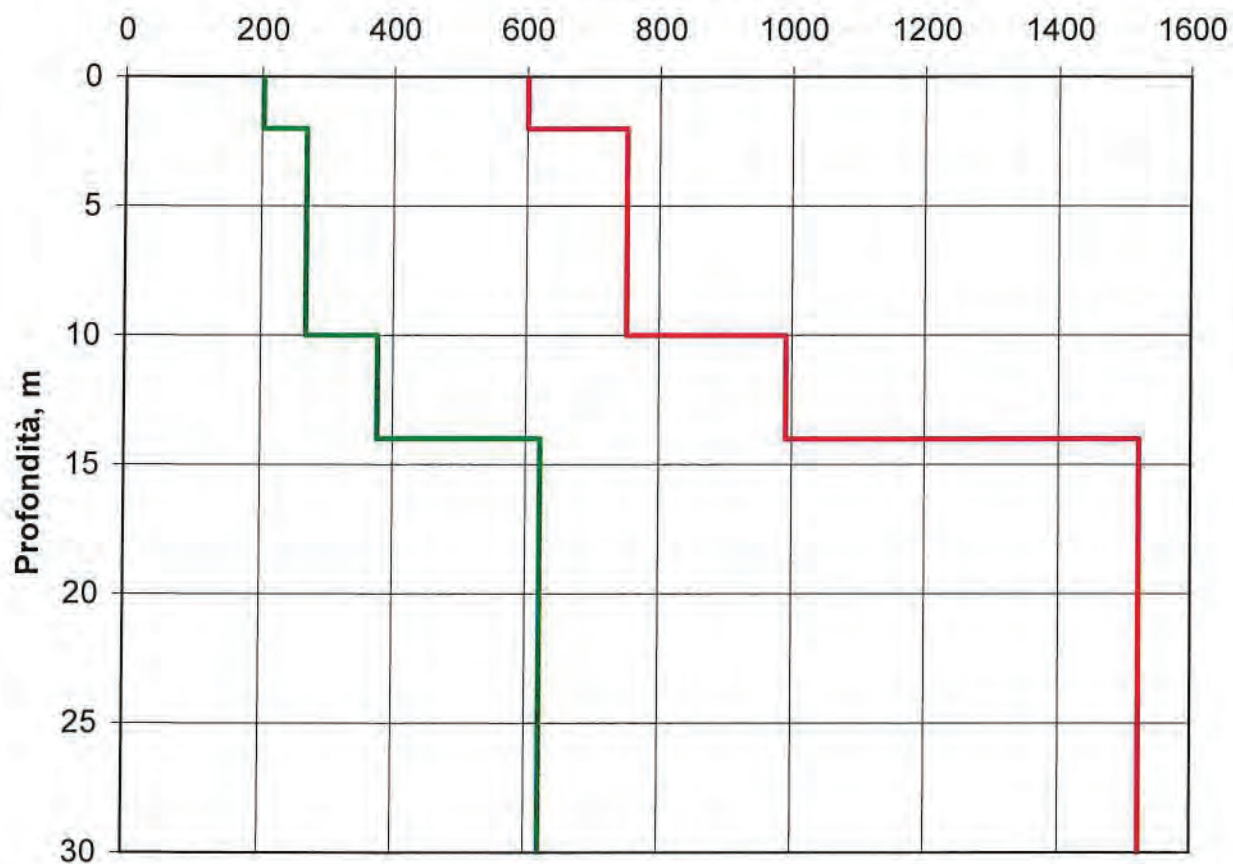
COMMITTENTE	Soc. Gasdotti Italia Spa
CANTIERE	Stazione di spinta di CORRIDONIA
LOCALITA'	
FORO N°	<b>S. 1</b>

### TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA RIEPILOGATIVA

STRATO n°	PROFONDITA' LETTO m	VELOCITA' Onde P m/sec	VELOCITA' Onde S m/sec	<b>V<sub>S30</sub></b> m/sec
1	2.00	601	203	<b>395</b> al p.c.
2	10.00	751	268	
3	14.00	991	377	
4	30.00	1522	622	

### SCHEMA SISMOSTRATIGRAFICO

Velocità, m/sec



— Onde P    — Onde S

# **ALLEGATO 3**

## **IMMAGINI DELLE INDAGINI EFFETTUATE**



Foto 1 - Esecuzione della prova Down-Hole



Foto 2 - Esecuzione della prova MASW1

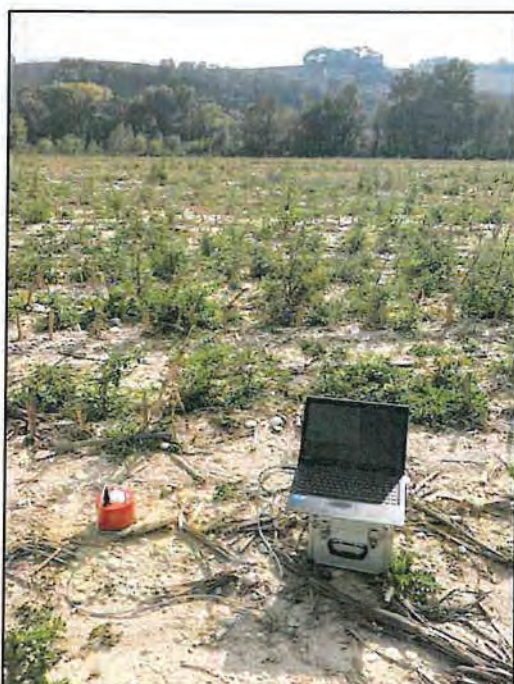


Foto 3 - Esecuzione dell'indagine HVSR 1



Foto 4 - Esecuzione dell'indagine HVSR 2

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA		<b>Rev.</b> <b>0</b>

## ALLEGATO 2

Relazione prove penetrometriche DPSH

Laboratorio Sperimentale per prove geotecniche su terre e rocce, prove in situ.  
Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti con decreto n° 388 del 22.01.2014.

**IDENTIFICAZIONE DOCUMENTO:** V5091/19 PS5/10 REV. A

**DATA DI EMISSIONE:** 07-feb-20

**PAGINA 1 di PAGINE TOTALI:** 10

**ALLEGATI:** fotografie postazioni, planimetria ubicativa

**COMMITTENTE:** Società Gasdotti Italia SpA

**CANTIERE:** STAZIONE DI SPINTA CORRIDONIA

**DIRETTORE DEI LAVORI:** -

**CAMPIONI** -

**- DESCRIZIONE:** -

**- MODALITÀ DI PRELIEVO:** -

**- DATA RICEVIMENTO:** 28-ott-19

**- SIGLA IDENTIFICATIVA INTERNA:** V5091 PS5+10

**PROVE RICHIESTE:** n. 6 prove penetrometriche DPSH

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N.° DEL:** V5091 del 28 ottobre 2019

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

  
\_\_\_\_\_  
(dott.geol. Maria Di Donato)



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

Prova n°: 1

Data prova: 21-ott-19

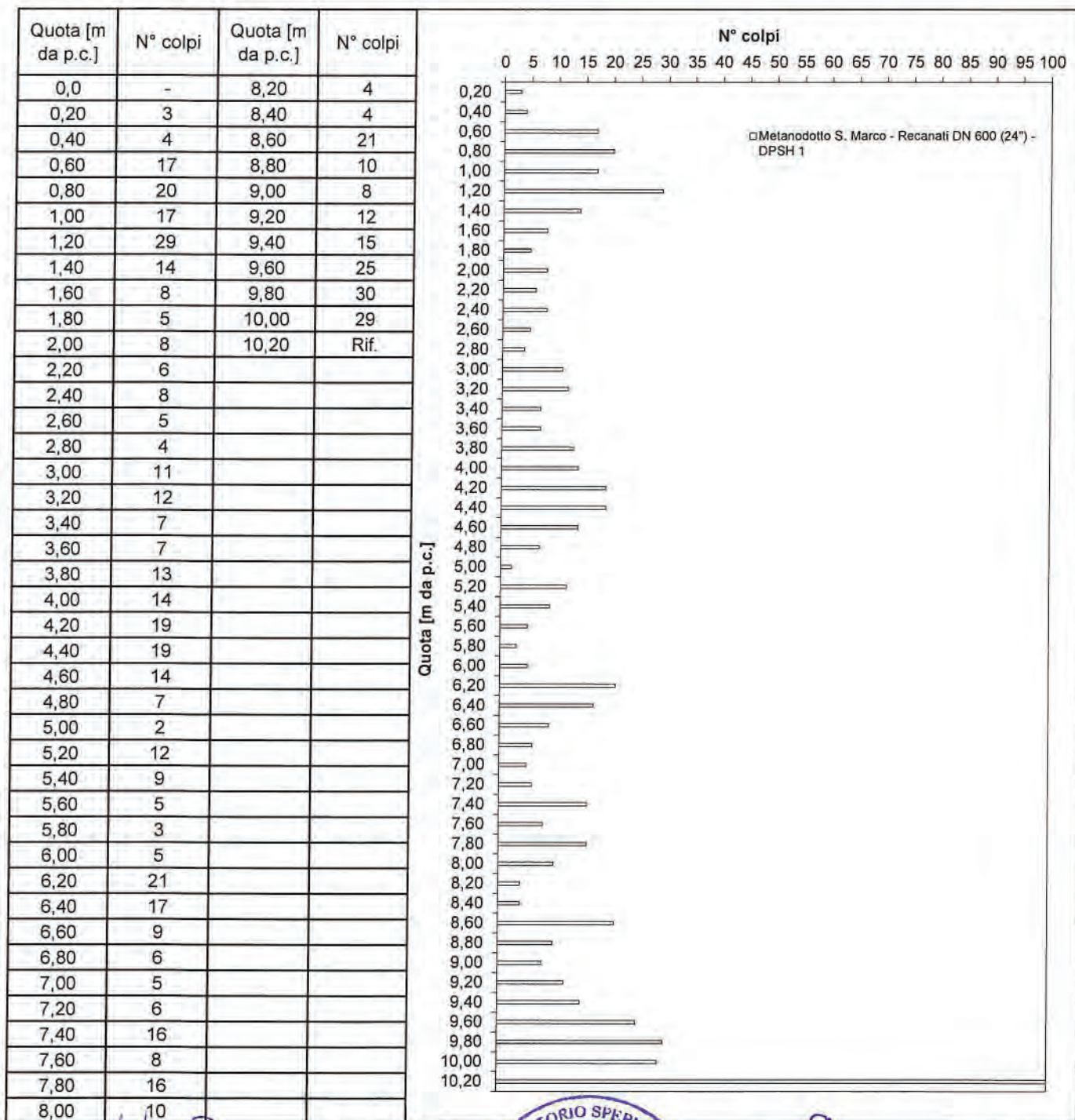
Caratteristiche punta:

modello tipo chiusa;  $\phi$  : 50,5 ± 0,5 mm, h= 73 mm; angolo: 90°, area: 20 cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche massa battente:

peso: 63,5 ± 0,5 kg; altezza di caduta: 0,75 ± 0,02 m

Note: falda a circa 2 m da p.c.



IL TECNICO

(Antonio Forte)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

(dott.geol. Maria Di Donato)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

Prova n°.: 2

Data prova: 21-ott-19

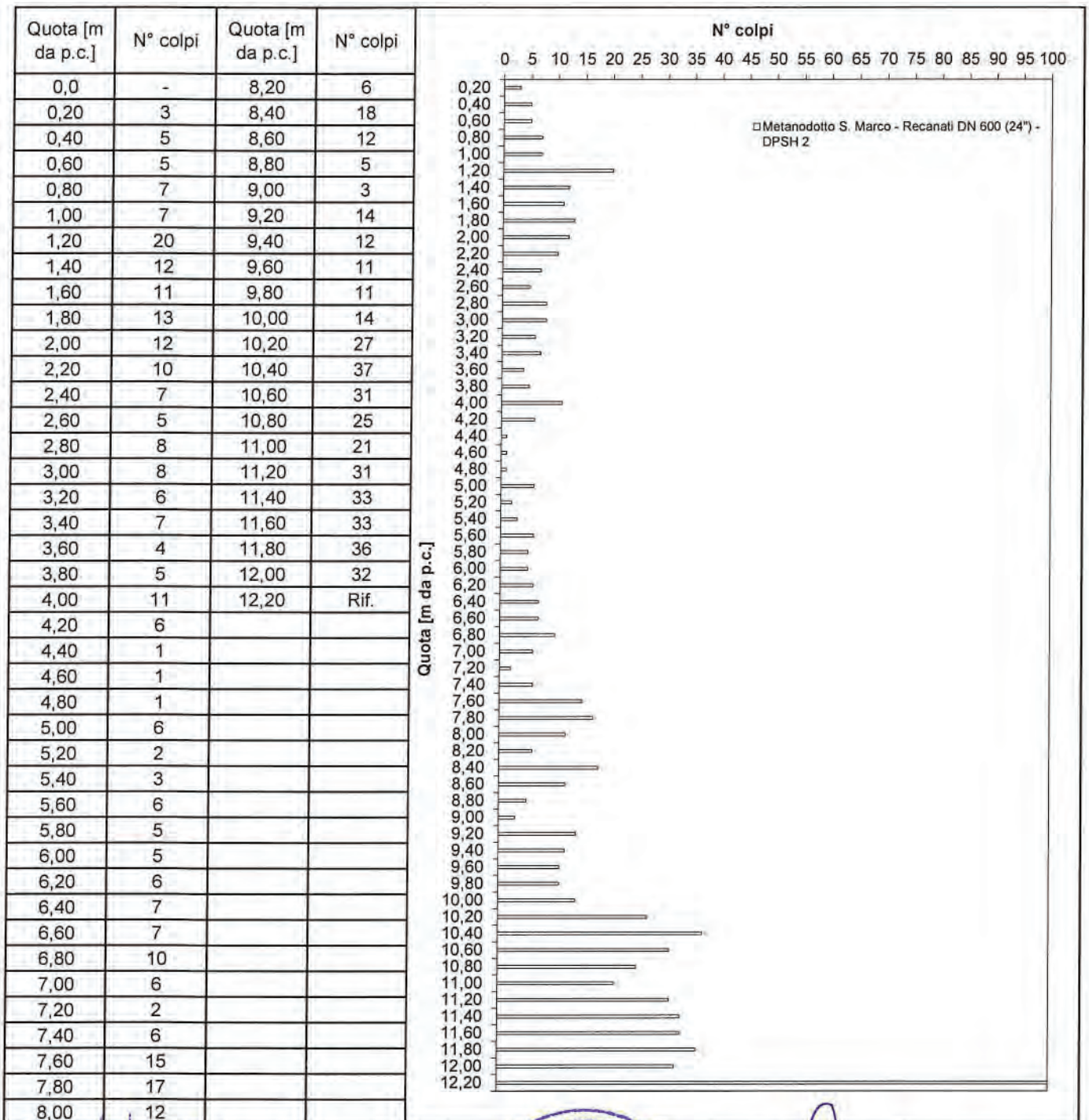
Caratteristiche punta:

modello tipo chiusa;  $\phi$  : 50,5 ± 0,5 mm, h= 73 mm; angolo: 90°, area: 20 cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche massa battente:

peso: 63,5 ± 0,5 kg; altezza di caduta: 0,75 ± 0,02 m

Note: falda a circa 2 m da p.c.



IL TECNICO

(Antonio Forte)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

(dott.geol. Maria Di Donato)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

Prova n°.: 3

Data prova: 21-ott-19

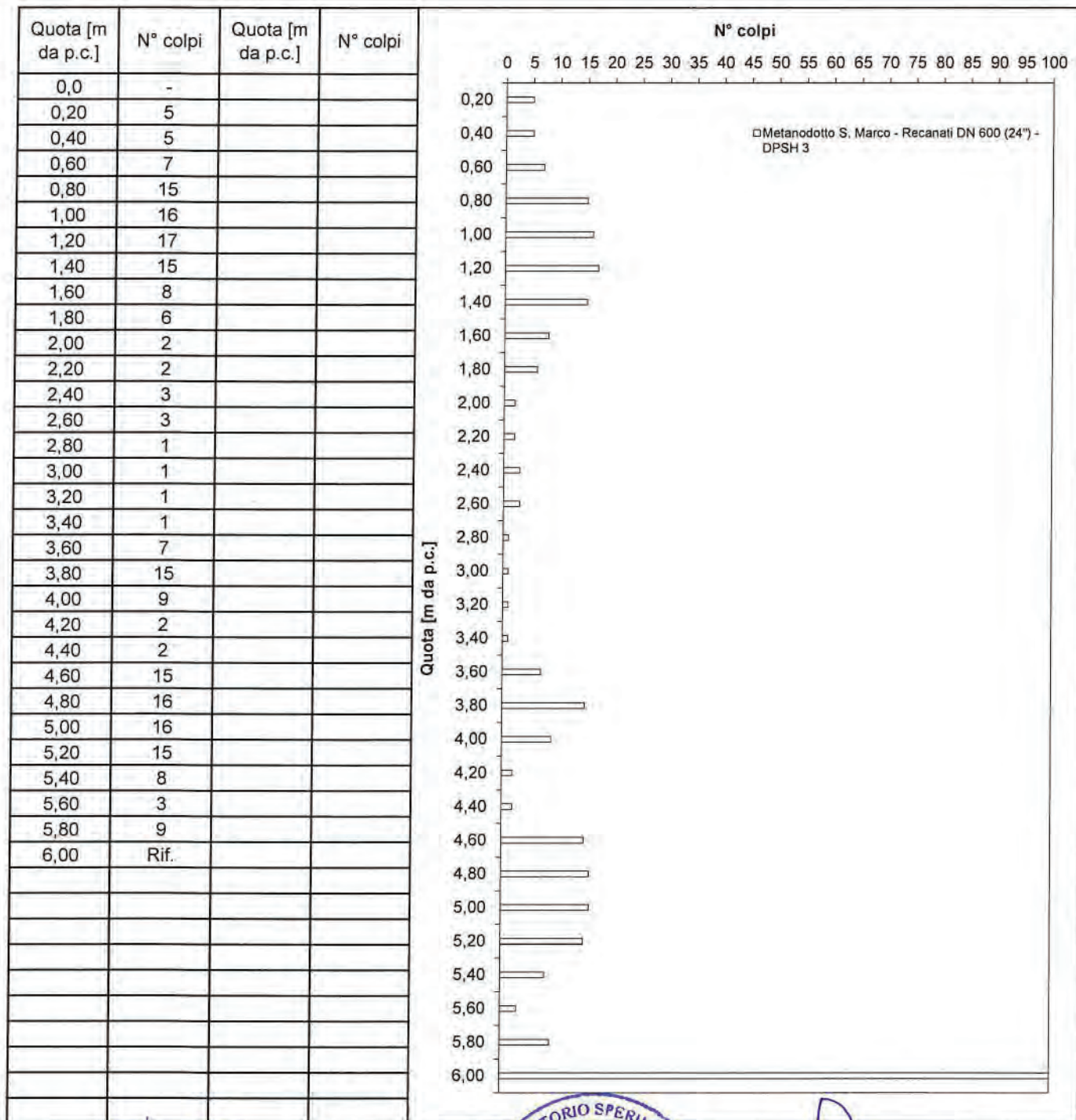
Caratteristiche punta:

modello tipo chiusa;  $\phi$  : 50,5 ± 0,5 mm, h= 73 mm; angolo: 90°, area: 20 cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche massa battente:

peso: 63,5 ± 0,5 kg; altezza di caduta: 0,75 ± 0,02 m

Note: falda a circa 2 m da p.c.



IL TECNICO

*Antonio Forte*  
(Antonio Forte)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

*María Di Donato*  
(dott.geol. María Di Donato)



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

Prova n°: 4

Data prova: 21-ott-19

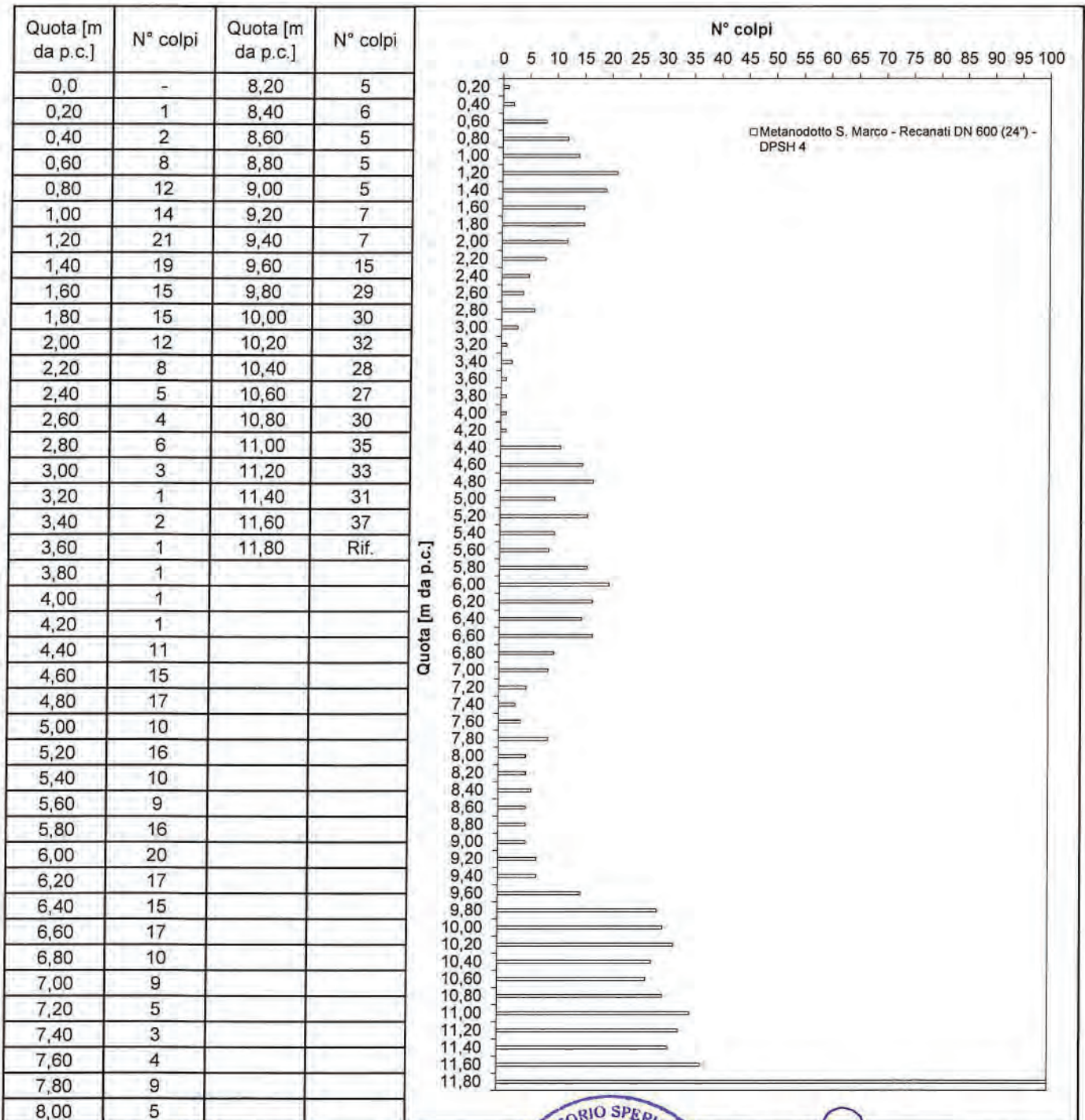
Caratteristiche punta:

modello tipo chiusa;  $\phi$  : 50,5 ± 0,5 mm, h= 73 mm; angolo: 90°, area: 20 cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche massa battente:

peso: 63,5 ± 0,5 kg; altezza di caduta: 0,75 ± 0,02 m

Note: falda a circa 2 m da p.c.



IL TECNICO

(Antonio Forte)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

(dott.geol. Maria Di Donato)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

Prova n°.: 5

Data prova: 21-ott-19

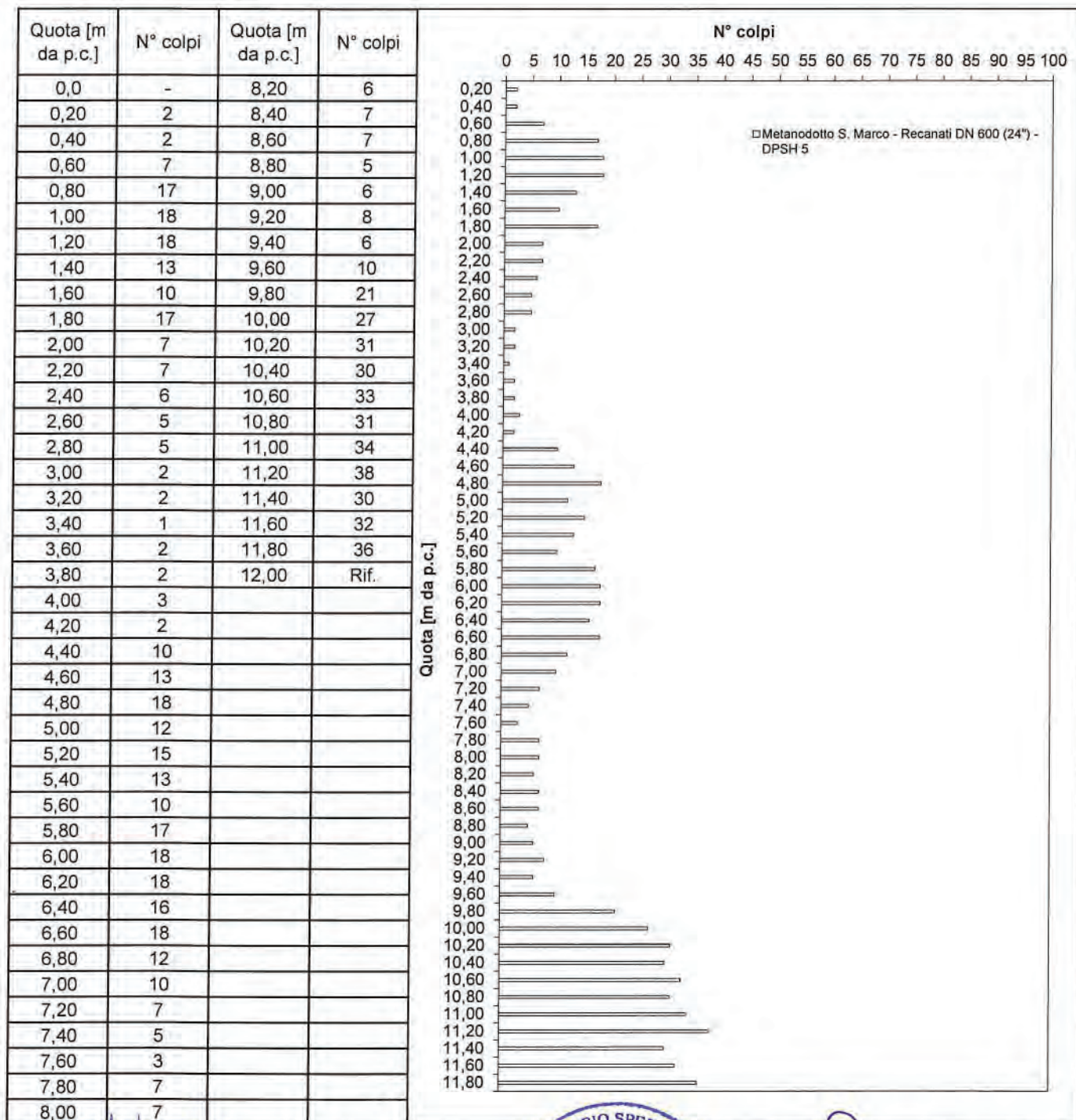
Caratteristiche punta:

modello tipo chiusa;  $\phi$  : 50,5 ± 0,5 mm, h= 73 mm; angolo: 90°, area: 20 cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche massa battente:

peso: 63,5 ± 0,5 kg; altezza di caduta: 0,75 ± 0,02 m

Note: falda a circa 2 m da p.c.



IL TECNICO

(Antonio Forte)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

(dott.geol. Maria Di Donato)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

Prova n°.: 6

Data prova: 21-ott-19

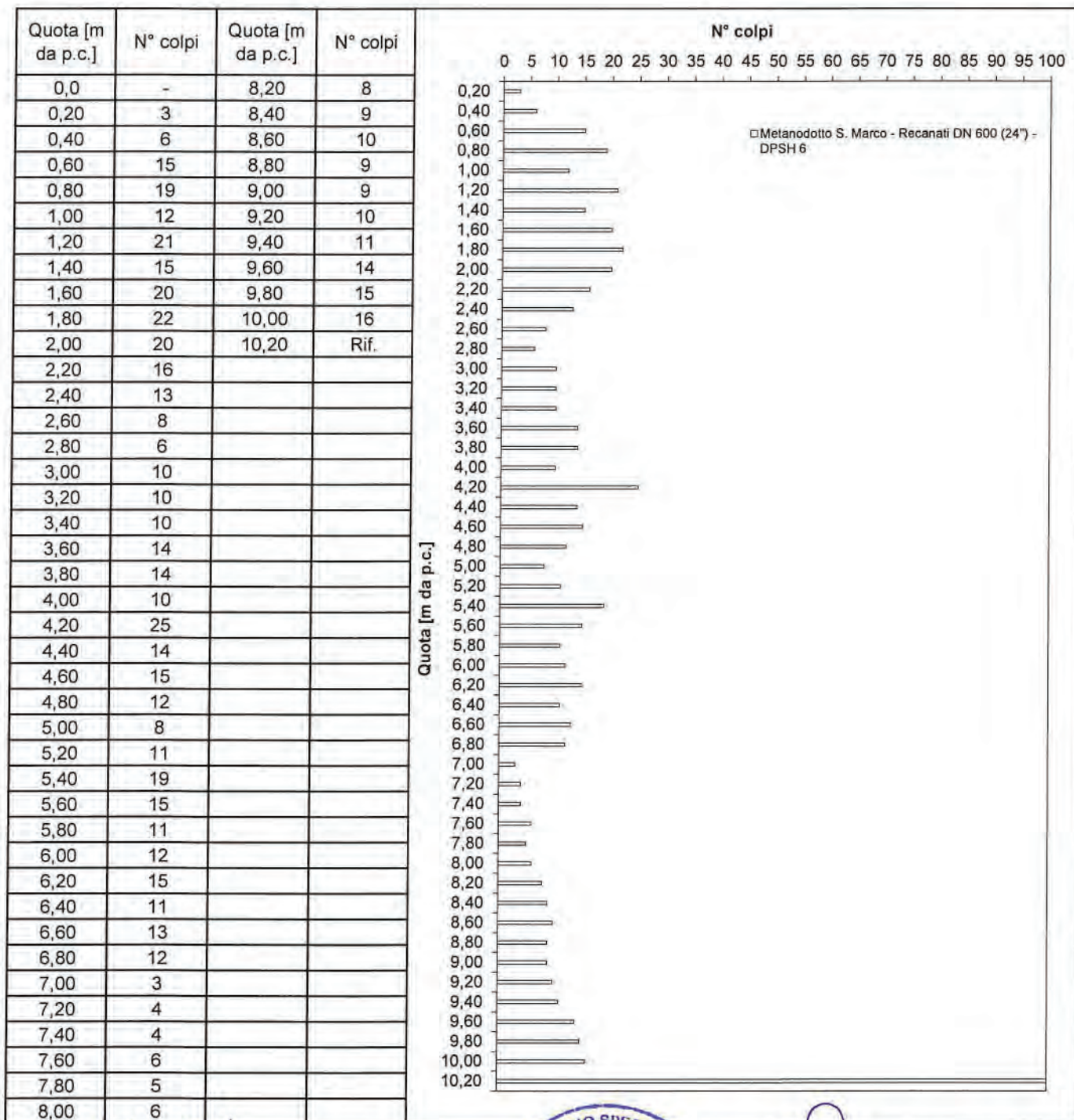
Caratteristiche punta:

modello tipo chiusa;  $\phi$  : 50,5 ± 0,5 mm, h= 73 mm; angolo: 90°, area: 20 cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche massa battente:

peso: 63,5 ± 0,5 kg; altezza di caduta: 0,75 ± 0,02 m

Note: falda a circa 2 m da p.c.



IL TECNICO

(Antonio Forte)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

(dott.geol. Maria Di Donato)

**ALLEGATO**



**DPSH 1**



**DPSH 2**



**DPSH 3**



**DPSH 4**



**ALLEGATO**



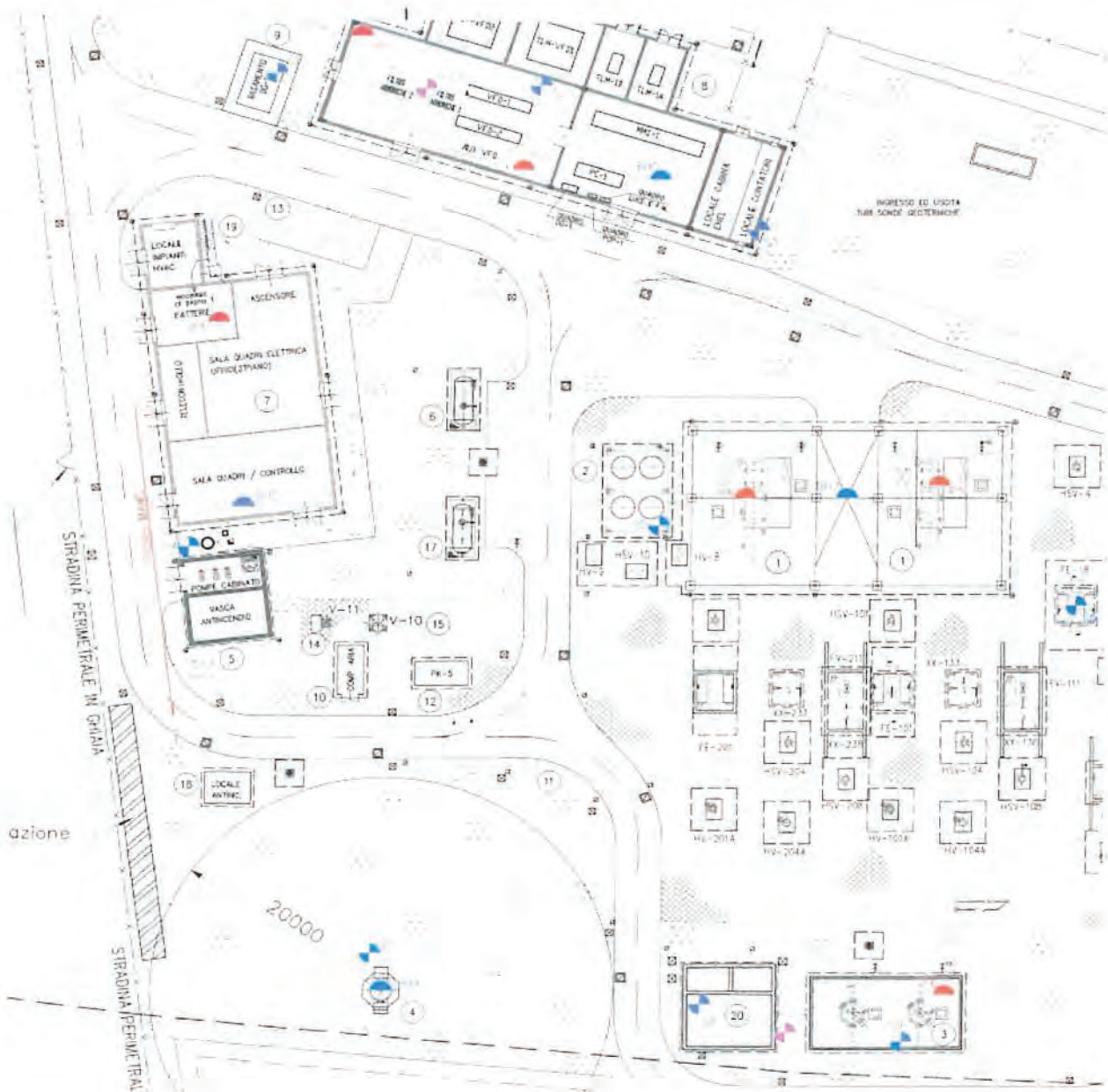
**DPSH 5**



**DPSH 6**



**ALLEGATO**



- |  |                             |  |                        |
|--|-----------------------------|--|------------------------|
|  | Sondaggi geognostici L=20m  |  | Sondaggi ambientali    |
|  | Sondaggio geognostico L=30m |  | Misura sismica passiva |
|  | DPSH                        |  | Profilo sismico        |



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Terzaghi-Peck	144,55
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Terzaghi-Peck	71,59
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Terzaghi-Peck	59,82
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Terzaghi-Peck	98,95

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Robertson (1983)	4,28
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Robertson (1983)	2,12
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Robertson (1983)	1,77
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Robertson (1983)	2,93

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	22,02
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	11,00
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,21
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	15,13

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Apollonia	21,42
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Apollonia	10,61
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Apollonia	8,86
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Apollonia	14,66

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (5)	14,95	6,20-8,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Limo				
------	--	--	--	--

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Meyerhof	20,69
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Meyerhof	19,52
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Meyerhof	19,02
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Meyerhof	20,30

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Meyerhof	20,99
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Meyerhof	21,48
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Meyerhof	20,89
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Meyerhof	22,36

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Strato	21,84	0,00-1,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	111,71
Strato (2) Limo	10,82	1,60-3,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	125,11
Strato (4) Limo Argilloso	9,03	4,80-6,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	139,11
Strato (5) Limo	14,95	6,20-8,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	160,73

## TERRENI INCOERENT I

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Meyerhof 1957	77,05
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Meyerhof 1957	77,64

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young
-------------	------	--------------	------------	--------------	-----------------



		(m)			(Mpa)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Bowles (1982) Sabbia Media	16,73
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Bowles (1982) Sabbia Media	20,87

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,54
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8,24

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Terzaghi-Peck 1948	15,55
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Terzaghi-Peck 1948	16,42

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Terzaghi-Peck 1948	19,49
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Terzaghi-Peck 1948	20,02

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	(A.G.I.)	0,32
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	(A.G.I.)	0,3

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Ohsaki (Sabbie pulite)	102,08
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Ohsaki (Sabbie pulite)	143,98

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Ohta & Goto (1978) Limi	151,03
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Ohta & Goto (1978) Limi	187,11

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$ 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Navfac 1971-1982	3,89
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Navfac 1971-1982	5,26

 $Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (3) ghiaie e sabbie	23,23	3,80-4,80	19,115	Robertson 1983	3,75
Strato (6) ghiaie	27,56	8,60-10,20	27,56	Robertson 1983	5,41

**Indice**

1.Coesione non drenata	1
2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	2
7.Peso unità di volume saturo	2
8.Velocità onde di taglio	2
9.Densità relativa	2
10.Angolo di resistenza al taglio	2
11.Modulo di Young	2
12.Modulo Edometrico	3
13.Classificazione AGI	3
14.Peso unità di volume	3
15.Peso unità di volume saturo	3
16.Modulo di Poisson	3
17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	3
18.Velocità onde di taglio	3
19.Liquefazione	4
20.Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$	4
21.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	4
Indice	5

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Terzaghi-Peck	40,60

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Robertson (1983)	1,30

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,80

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Apollonia	6,49

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Meyerhof	18,04

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Meyerhof	18,53

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Argilla-limoso	6,62	0.00-1,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	85,96

**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Meyerhof 1957	60,49
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Meyerhof 1957	99,99

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Bowles (1982) Sabbia Media	13,26
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Bowles (1982) Sabbia Media	29,41

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,12
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,75

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Terzaghi-Peck 1948	14,74
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Terzaghi-Peck 1948	17,85

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Terzaghi-Peck 1948	18,98
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Terzaghi-Peck 1948	20,90

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	(A.G.I.)	0,33
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	(A.G.I.)	0,26

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Ohsaki (Sabbie pulite)	66,15
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	228,18

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Ohta & Goto (1978) Limi	147,24
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Ohta & Goto (1978) Limi	210,67

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$ 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Navfac 1971-1982	2,53
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Navfac 1971-1982	7,51

 $Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	12,05	1,20-10,20	12,05	Robertson 1983	2,36
Strato (3) ghiaia sabbiosa	44,98	10,20-12,20	44,98	Robertson 1983	8,82

**Indice**

1.Coesione non drenata	1
2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	1
7.Peso unità di volume saturo	1
8.Velocità onde di taglio	1
9.Densità relativa	1
10.Angolo di resistenza al taglio	2
11.Modulo di Young	2
12.Modulo Edometrico	2
13.Classificazione AGI	2
14.Peso unità di volume	2
15.Peso unità di volume saturo	2
16.Modulo di Poisson	2
17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	3
18.Velocità onde di taglio	3
19.Liquefazione	3
20.Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$	3
21.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	3
Indice	4

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3****TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Terzaghi-Peck	38,34
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Terzaghi-Peck	37,85

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Robertson (1983)	1,23
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Robertson (1983)	1,21

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,43
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,35

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Apollonia	6,13
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Apollonia	6,05

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Meyerhof	17,85
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Meyerhof	17,85

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Meyerhof	18,53
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Meyerhof	18,53

Velocità onde di taglio



Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Argilla-limosa	6,25	0,00-0,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	78,71
Strato (3) Argilla-limosa	6,17	1,60-4,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	116,59

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Meyerhof 1957	100
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Meyerhof 1957	70,54

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Bowles (1982) Sabbia Media	18,71
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Bowles (1982) Sabbia Media	15,25

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7,36
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,94

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Terzaghi-Peck 1948	15,98
Strato (4)	17,21	4,60-6,00	16,105	Terzaghi-Peck	15,22

ghieie e sabbie				1948
-----------------	--	--	--	------

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Terzaghi-Peck 1948	19,75
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Terzaghi-Peck 1948	19,28

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	(A.G.I.)	0,31
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Ohsaki (Sabbie pulite)	122,21
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Ohsaki (Sabbie pulite)	86,89

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Ohta & Goto (1978) Limi	122,03
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Ohta & Goto (1978) Limi	152,65

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$ 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Navfac 1971-1982	4,58
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Navfac 1971-1982	3,34

 $Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (2) ghiaie e sabbie	23,15	0,80-1,60	23,15	Robertson 1983	4,54
Strato (4) ghieie e sabbie	17,21	4,60-6,00	16,105	Robertson 1983	3,16

**Indice**

1.Coesione non drenata	1
2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	1
7.Peso unità di volume saturo	1
8.Velocità onde di taglio	1
9.Densità relativa	2
10.Angolo di resistenza al taglio	2
11.Modulo di Young	2
12.Modulo Edometrico	2
13.Classificazione AGI	2
14.Peso unità di volume	2
15.Peso unità di volume saturo	3
16.Modulo di Poisson	3
17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	3
18.Velocità onde di taglio	3
19.Liquefazione	3
20.Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$	3
21.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	3
Indice	4

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4****TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Terzaghi-Peck	9,02
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Terzaghi-Peck	27,07
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	Terzaghi-Peck	53,54

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Robertson (1983)	0,29
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Robertson (1983)	0,86
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	Robertson (1983)	1,59

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	1,65
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,59
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,27

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Apollonia	1,44
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Apollonia	4,32
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	Apollonia	7,93

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Meyerhof	14,91
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Meyerhof	16,87
Strato (5)	8,09	7,20-9,60	Meyerhof	18,63

Limo Argilloso				
----------------	--	--	--	--

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Meyerhof	18,14
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Meyerhof	18,34
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	Meyerhof	18,73

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) TORBA	1,47	0,00-0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	57,96
Strato (3) Argilla	4,41	2,20-4,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	111,35
Strato (5) Limo Argilloso	8,09	7,20-9,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	148,11

## TERRENI INCOERENTI I

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Meyerhof 1957	99,34
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Meyerhof 1957	72,72
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Meyerhof 1957	83,52

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Bowles (1982) Sabbia Media	17,81
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Bowles (1982) Sabbia Media	15,97
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Bowles (1982) Sabbia Media	28,78

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2)	21,32	0,60-2,20	21,32	Begemann 1974	6,99

ghiaia e sabbie				(Ghiaia con sabbia)	
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,23
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,50

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Terzaghi-Peck 1948	15,79
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Terzaghi-Peck 1948	15,38
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Terzaghi-Peck 1948	17,76

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Terzaghi-Peck 1948	19,63
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Terzaghi-Peck 1948	19,38
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Terzaghi-Peck 1948	20,85

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	(A.G.I.)	0,31
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	(A.G.I.)	0,32
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	(A.G.I.)	0,27

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Ohsaki (Sabbie pulite)	113,11
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Ohsaki (Sabbie pulite)	94,33
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Ohsaki (Sabbie pulite)	222,07

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Ohta & Goto (1978) Limi	123,94
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Ohta & Goto (1978) Limi	157,7
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Ohta & Goto (1978) Limi	207,78

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_{H0} / \sigma_{V0}$ 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Navfac 1971-1982	4,28
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Navfac 1971-1982	3,61
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Navfac 1971-1982	7,35

 $Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbie	21,32	0,60-2,20	21,32	Robertson 1983	4,18
Strato (4) ghiaie e sabbie	20,15	4,40-7,20	17,575	Robertson 1983	3,45
Strato (6) Sabbia limosa	43,7	9,60-11,80	43,7	Robertson 1983	8,57

**Indice**

1.Coesione non drenata	1
2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	1
7.Peso unità di volume saturo	2
8.Velocità onde di taglio	2
9.Densità relativa	2
10.Angolo di resistenza al taglio	2
11.Modulo di Young	2
12.Modulo Edometrico	2
13.Classificazione AGI	3
14.Peso unità di volume	3
15.Peso unità di volume saturo	3
16.Modulo di Poisson	3
17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	3
18.Velocità onde di taglio	4
19.Liquefazione	4
20.Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$	4
21.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	4
Indice	5



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5****TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Terzaghi-Peck	33,05
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Terzaghi-Peck	33,05
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	Terzaghi-Peck	62,86

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Robertson (1983)	1,06
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Robertson (1983)	1,06
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	Robertson (1983)	1,86

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5,57
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5,57
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,68

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Apollonia	5,29
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Apollonia	5,29
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	Apollonia	9,32

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Meyerhof	17,46
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Meyerhof	17,46
Strato (5)	9,5	7,00-9,60	Meyerhof	19,12

Limo Argilloso				
----------------	--	--	--	--

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Meyerhof	18,44
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Meyerhof	18,44
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	Meyerhof	20,99

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Argilla-limosa	5,39	0,00-0,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	72,57
Strato (3) Argilla-limosa	5,39	1,80-4,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	113,18
Strato (5) Limo Argilloso	9,5	7,00-9,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	151,93

**TERRENI INCOERENTI I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Meyerhof 1957	100
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Meyerhof 1957	72,55
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Meyerhof 1957	85,07

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Bowles (1982) Sabbia Media	18,52
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Bowles (1982) Sabbia Media	17,66
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Bowles (1982) Sabbia Media	29,83

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2)	22,78	0,60-1,80	22,78	Begemann 1974	7,28

ghiaia e sabbia				(Ghiaia con sabbia)	
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,93
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,92

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Terzaghi-Peck 1948	15,94
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Terzaghi-Peck 1948	15,76
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Terzaghi-Peck 1948	17,91

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Terzaghi-Peck 1948	19,73
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Terzaghi-Peck 1948	19,61
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Terzaghi-Peck 1948	20,94

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	(A.G.I.)	0,31
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	(A.G.I.)	0,31
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	(A.G.I.)	0,26

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Ohsaki (Sabbie pulite)	120,37
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	111,56
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	232,23

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Ohta & Goto (1978) Limi	121,69
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Ohta & Goto (1978) Limi	161,55
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Ohta & Goto (1978) Limi	209,49

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$ 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Navfac 1971-1982	4,52
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Navfac 1971-1982	4,22
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Navfac 1971-1982	7,62

 $Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	22,78	0,60-1,80	22,78	Robertson 1983	4,47
Strato (4) ghiaia e sabbia	21,01	4,20-7,00	21,01	Robertson 1983	4,12
Strato (6) Sabbia limosa	45,83	9,60-11,80	45,83	Robertson 1983	8,99

**Indice**

1.Coesione non drenata	1
2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	1
7.Peso unità di volume saturo	2
8.Velocità onde di taglio	2
9.Densità relativa	2
10.Angolo di resistenza al taglio	2
11.Modulo di Young	2
12.Modulo Edometrico	2
13.Classificazione AGI	3
14.Peso unità di volume	3
15.Peso unità di volume saturo	3
16.Modulo di Poisson	3
17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	3
18.Velocità onde di taglio	4
19.Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$	4
20.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	4
Indice	5

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6****TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Terzaghi-Peck	40,60
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Terzaghi-Peck	102,77
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	Terzaghi-Peck	42,07

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Robertson (1983)	1,30
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Robertson (1983)	3,04
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	Robertson (1983)	1,35

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,80
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	15,70
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	7,04

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Apollonia	6,49
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Apollonia	15,22
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	Apollonia	6,73

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Meyerhof	18,04
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Meyerhof	20,30
Strato (5)	6,86	6,80-8,00	Meyerhof	18,14

Argilla-limosa				
----------------	--	--	--	--

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Meyerhof	18,53
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Meyerhof	22,36
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	Meyerhof	18,53

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Argilla-limosa	6,62	0,00-0,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	69,54
Strato (3) limo sabbioso	15,52	2,20-4,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	136,77
Strato (5) Argilla-limosa	6,86	6,80-8,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	140,46

**TERRENI INCOERENTI I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Meyerhof 1957	100
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Meyerhof 1957	70,42
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Meyerhof 1957	53,71

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Bowles (1982) Sabbia Media	20,17
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Bowles (1982) Sabbia Media	17,29
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Bowles (1982) Sabbia Media	15,36

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2)	26,14	0,40-2,20	26,14	Begemann 1974	7,96

ghiaia e sabbia				(Ghiaia con sabbia)	
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,78
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,98

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Terzaghi-Peck 1948	16,28
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Terzaghi-Peck 1948	15,68
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Terzaghi-Peck 1948	15,24

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Terzaghi-Peck 1948	19,94
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Terzaghi-Peck 1948	19,56
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Terzaghi-Peck 1948	19,29

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	(A.G.I.)	0,3
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	(A.G.I.)	0,31
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Ohsaki (Sabbie pulite)	136,99
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Ohsaki (Sabbie pulite)	107,86
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Ohsaki (Sabbie pulite)	87,98



ghiaia e sabbia				pulite)	
-----------------	--	--	--	---------	--

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Ohta & Goto (1978) Limi	126,56
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Ohta & Goto (1978) Limi	159,43
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Ohta & Goto (1978) Limi	169,47

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$ 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Navfac 1971-1982	5,05
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Navfac 1971-1982	4,10
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Navfac 1971-1982	3,38

 $Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (2) ghiaia e sabbia	26,14	0,40-2,20	26,14	Robertson 1983	5,13
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,27	4,00-6,80	20,27	Robertson 1983	3,98
Strato (6) ghiaia e sabbia	16,32	8,00-10,00	16,32	Robertson 1983	3,20

**Indice**

1.Coesione non drenata	1
2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	1
7.Peso unità di volume saturo	2
8.Velocità onde di taglio	2
9.Densità relativa	2
10.Angolo di resistenza al taglio	2
11.Modulo di Young	2
12.Modulo Edometrico	2
13.Classificazione AGI	3
14.Peso unità di volume	3
15.Peso unità di volume saturo	3
16.Modulo di Poisson	3
17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	3
18.Velocità onde di taglio	4
19.Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$	4
20.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	4
Indice	5

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>022854</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>CORRIDONIA (MC)</b>	<b>SPC. 00-BG-E-94706</b>	
	<b>PROGETTO</b> STAZIONE DI SPINTA DI CORRIDONIA		<b>Rev.</b> <b>0</b>

## ALLEGATO 3

Colonne stratigrafiche sondaggi



Certificato n° V5091 A del 31/10/19

Acceptance note n° V5091 del 28/10/19

Committente: Soc.Gasdotti Italia

Sondaggio: BH2

Riferimento: Stazione di Spinta di Corridonia

Data: 25/10/2019

Coordinate:

Quota:

Perforazione: CMV MK 600

SCALA 1:150

## STRATIGRAFIA - BH2

Pagina 1/1

metri batt.	Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	metri	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test				
										m	S.P.T.	N	A	Pz
1						1	Limo sabbioso, marrone chiaro							
2						2	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
3						3			3,0	3-5-8	13			
4						4								
5						5								
6						6	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio scuro, molto consistente.		6,0	2-2-4	6			
7						7			0,8					
8						8	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.		1,2					
9						9	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio scuro, molto consistente.		1,1	9,0	3-4-3	7		
10						10	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, marrone chiaro con screziature grigio scuro e ocra, molto consistente.		3					
11						11			>4					
12						12	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.		12,0	4-9-14	23			
13						13								
14						14	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, marrone chiaro con screziature grigio scuro e ocra, molto consistente.	1) She < 13,50 14,00						
15						15	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio scuro, molto consistente.		>4					
16						16								
17						17			3,7					
18						18			4					
19						19			3,7					
20	101					20								

SCALA 1:150

## STRATIGRAFIA - BH3

Pagina 1/1

metri batt.	Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	metri	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test				
										m	S.P.T.	N	A	Pz
1						1	Limo sabbioso, marrone chiaro							
2						2	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
3						3				3,0	4-5-7	12		
4						4								
5						5								
6						6				6,0	1-2-2	4		
7						7	Argilla con limo con livelli di ghiaia con sabbia limosa, grigia con screziature grigio scuro, consistente. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
8						8			1) She < 7,80 8,30	1,7				
9						9	Argilla con limo, grigia con screziature grigio scuro, con livelli di ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.			1	9,0	7-7-9	16	
10						10				1,8				
11						11	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
12						12				12,0	12-18-27	45		
13						13								
14						14	Argilla con limo con livelli di ghiaia con sabbia limosa, grigio. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
15						15				2,1				
16						16				>4				
17						17	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio scuro, molto consistente.			>4				
18						18				>4				
19						19				3,5				
20						20	Argilla con limo con livelli di ghiaia con sabbia limosa, grigio. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.			3,9				
21						21				>4				
22						22	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio scuro, molto consistente.			>4				
23						23				>4				
24						24				>4				
25						25				>4				
26						26				>4				
27						27				>4				
28						28				>4				
29						29				>4				
30						30				>4				

Certificato n° V5091 A del 31/10/19

Acceptance note n° V5091 del 28/10/19

Committente: Soc.Gasdotti Italia

Sondaggio: BH4

Riferimento: Stazione di Spinta di Corridonia

Data: 26/10/2019

Coordinate:

Quota:

Perforazione: CMV MK 600

SCALA 1:150

## STRATIGRAFIA - BH4

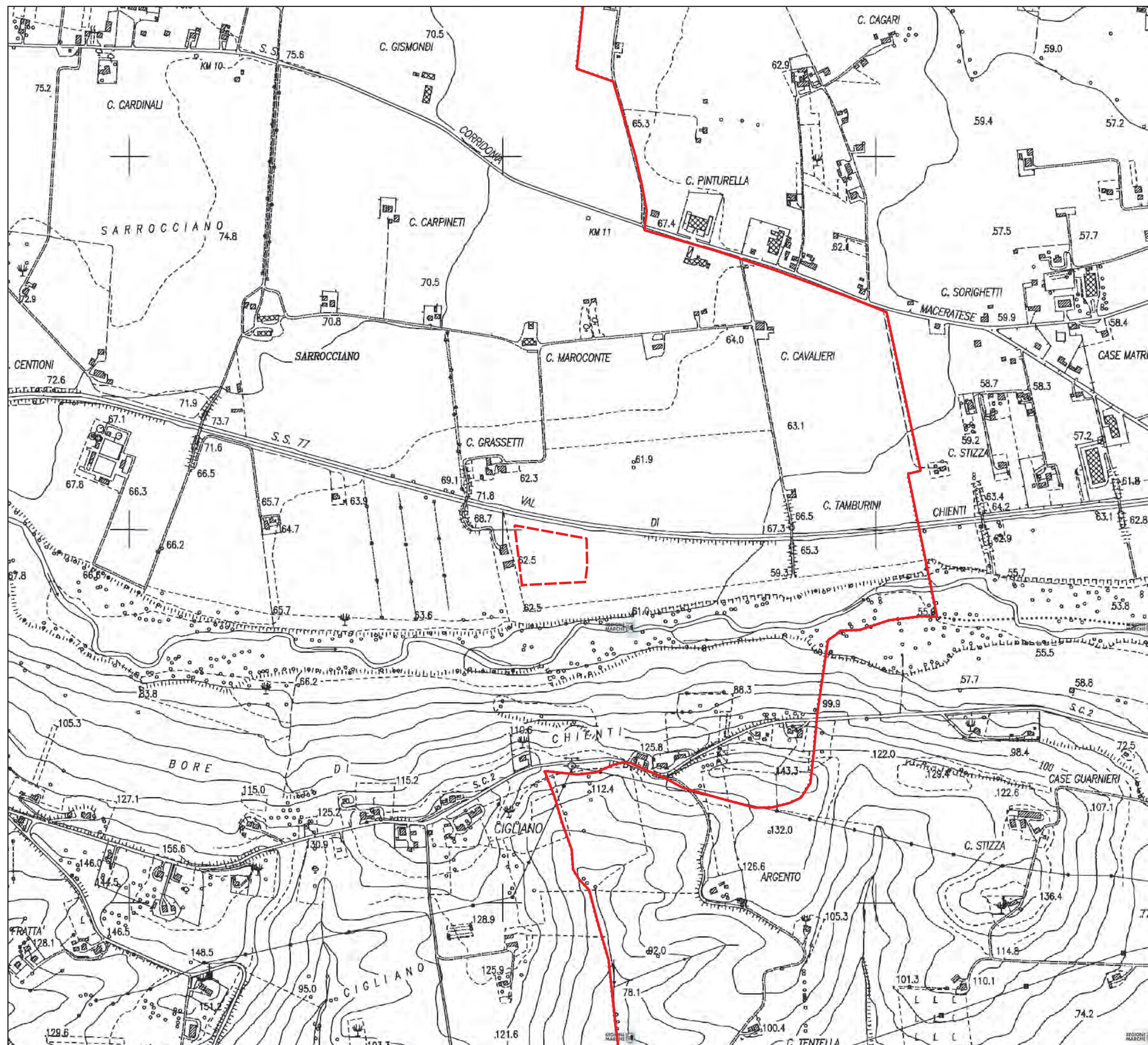
Pagina 1/1



metri batt.	Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	metri	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test				
										m	S.P.T.	N	A	Pz
1						1	Limo sabbioso, marrone chiaro							
2						2	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
3						3				3,0	3-3-8	11		
4						4								
5						5								
6						6				6,0	5-8-14	22		
7						7								
8						8	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio scuro, molto consistente.							
9						9								
10						10								
11						11	Argilla con limo con livelli di ghiaia con sabbia limosa, grigia con screziature grigio scuro. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.							
12						12				12,0	4-7-9	16		
13						13	Ghiaia con sabbia limosa, marrone chiaro, addensata. Clasti carbonatici subarrotondati e arrotondati, eterometrici.			1,9				
14						14				2				
15						15	Argilla con limo con livelli di sabbia fine limosa, grigia con screziature grigio chiaro, grigio scuro e marrone oliva fino a 16.5m, a seguire grigio, da consistente a molto consistente.			1,9				
16						16				2,6				
17						17				2,3				
18						18				>4				
19						19				>4				
20	101					20								

1) She < 8,50  
9,00

# TAVOLA 1

Ubicazione dell'area  
CTR 303110



-  Ubicazione dell'area
-  Confini comunali

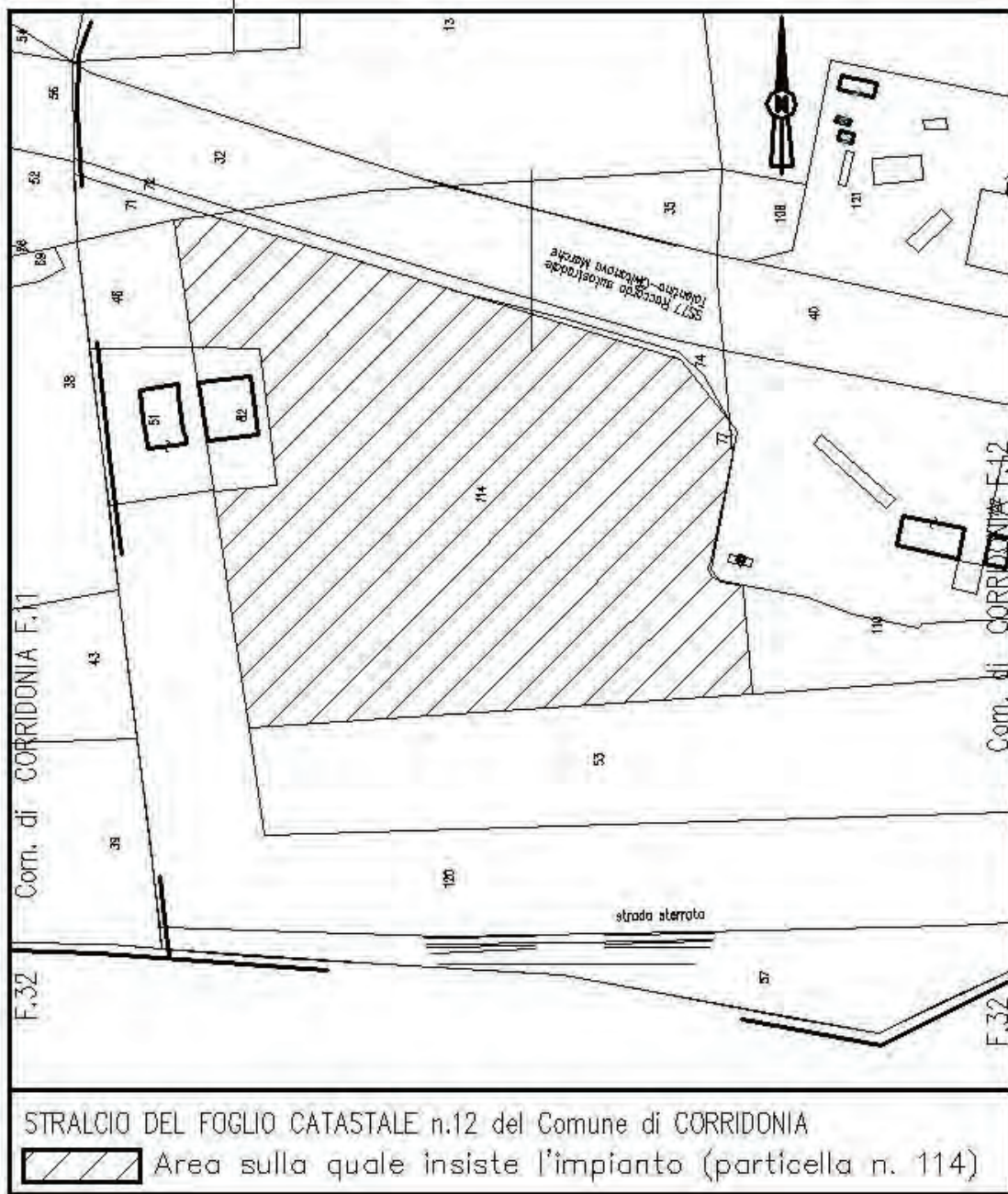
0 100 200 300 400 500 m

Scala 1:10000



# TAVOLA 2

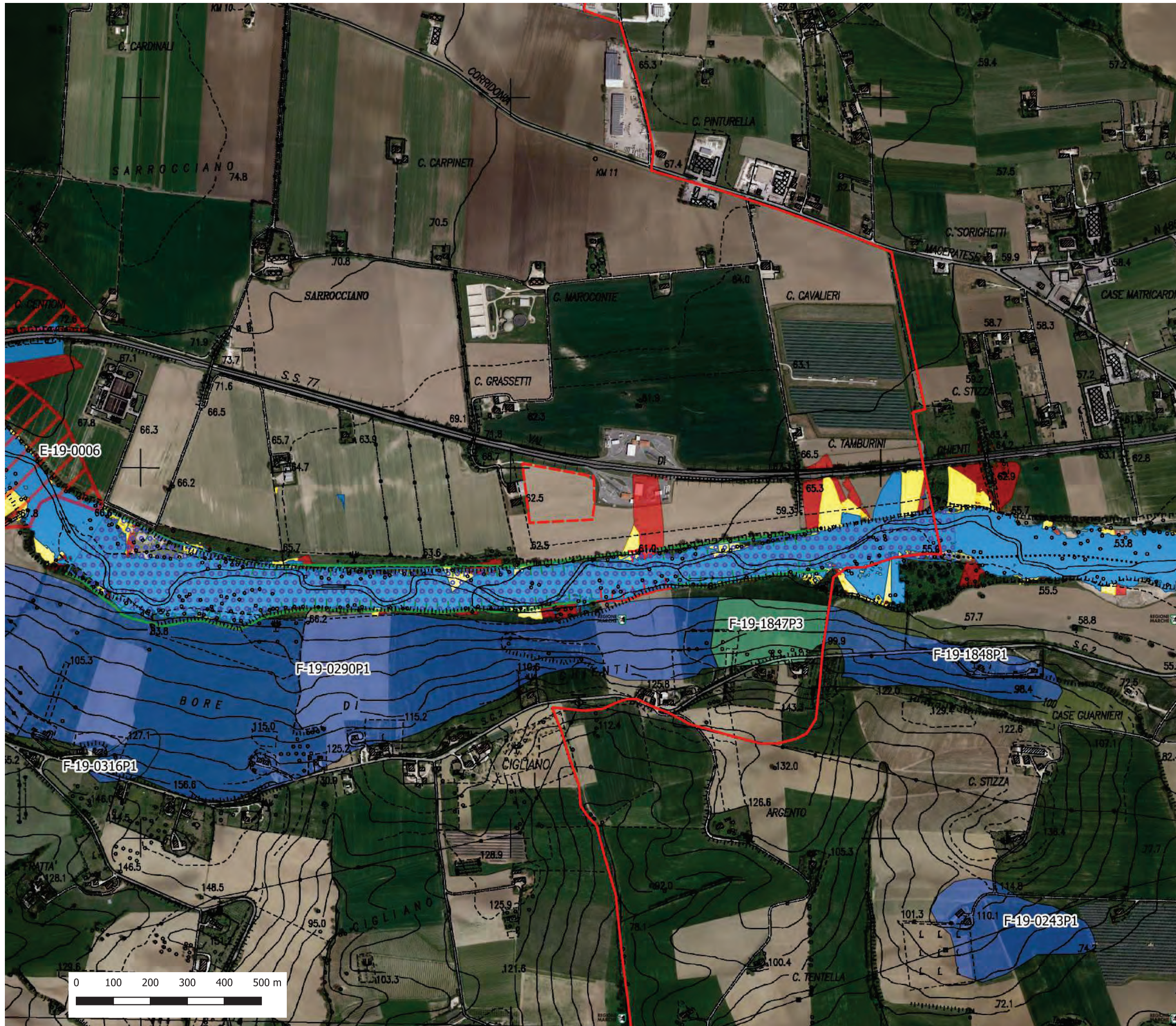
Ubicazione catastale



# TAVOLA 3

## CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10000



- Area centrale
- Limiti comunali

### Elementi geomorfologici

- Greto fluviale
- Scarpata fluviale
- Scarpata antropica
- Scarpata erosione
- Rischio esondazione PAI Regione Marche

### Studio mitigazione del rischio Consorzio di Bonifica delle Marche

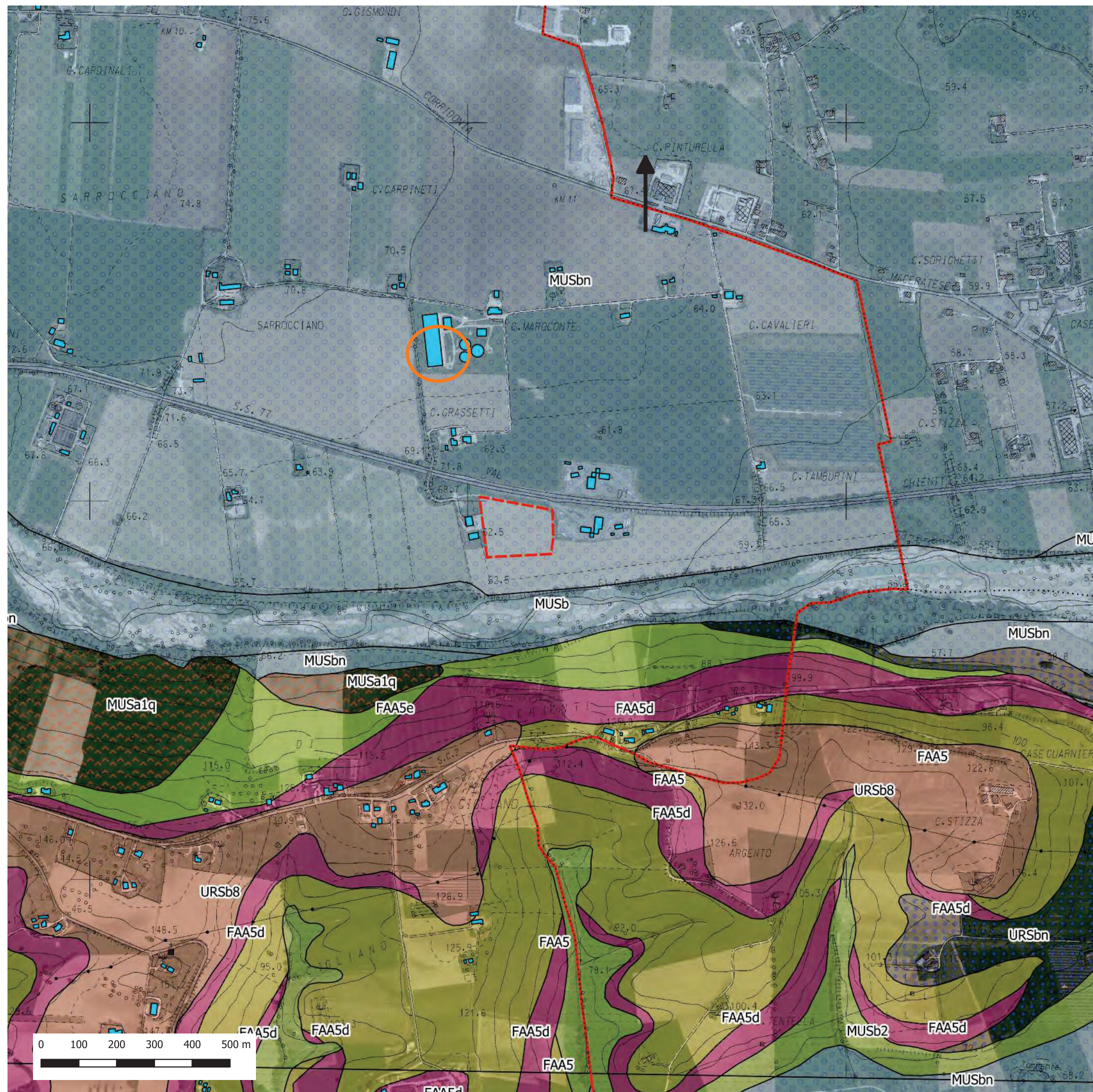
- Tr = 50 anni
- Tr = 100 anni
- Tr = 200 anni

### Rischio frana PAI Regione Marche

- P1
- P2
- P3
- P4

# TAVOLA 4

CARTA GEOLOGICA (da prog. CARG)  
Scala 1:10000



- Area\_centrale
- LIMITI\_COMUNALI\_NEW

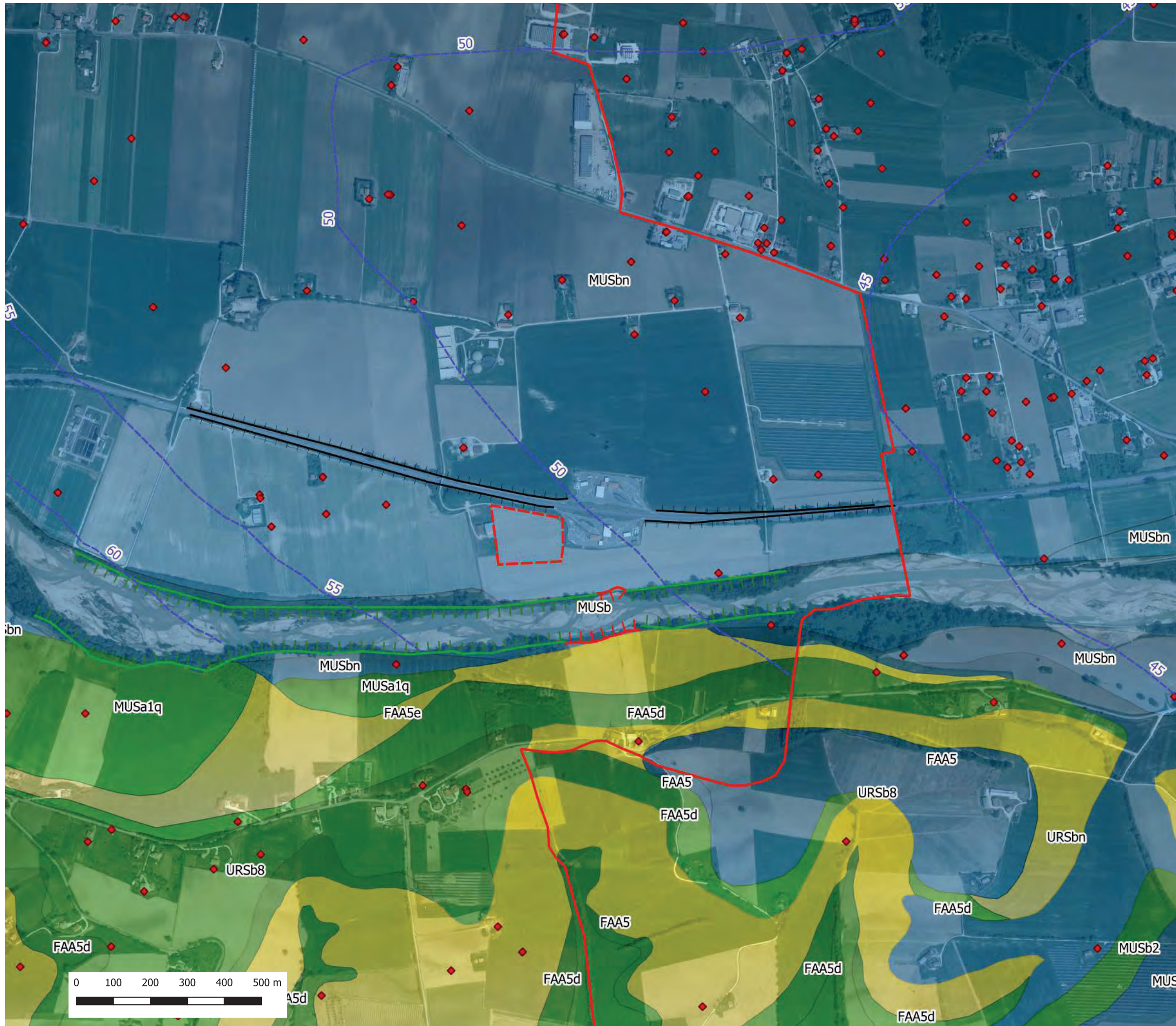
## Elementi geologici

- Contatto stratigrafico o litologico certo
- Contatto stratigrafico o litologico incerto
- FAA5 - Membro di Offida, Argille azzurre.
- FAA5d - Membro di Offida. Litofacies arenaceo-pelitica
- FAA5e - Membro di Offida. Litofacies pelitico-arenacea
- MUSa1q - Depositi di frana senza indizi di evoluzione
- MUSb - Depositi alluvionali attuali
- MUSb2 - Depositi eluvio-colluviali
- MUSbn - Depositi alluvionali terrazzati
- URSb8 - Depositi di glacis antichi
- URSbn - Depositi alluvionali terrazzati

# TAVOLA 5

Carta Idrogeologica

Scala 1:10000



▭ Area centrale

▭ Limiti comunali

Carta della permeabilità

ALTA (da  $10^{-1}$  a  $10^{-4}$  m/sec)

MEDIA (da  $10^{-2}$  a  $10^{-6}$  m/sec)

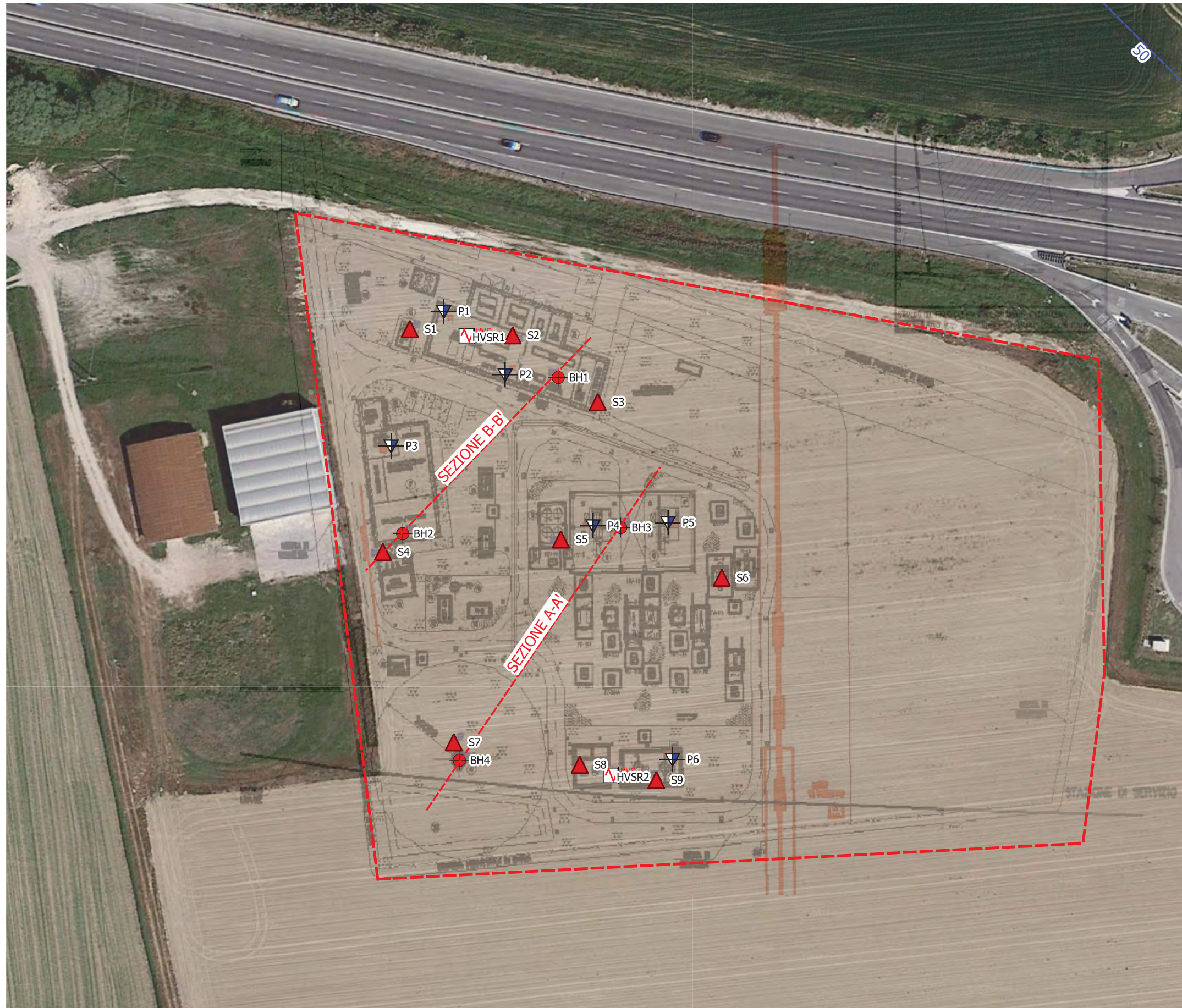
BASSA ( $> 10^{-6}$  m/sec)

◆ Pozzi idrici

--- linee piezometriche

# TAVOLA 6

UBICAZIONE PROVE GEOTECNICHE  
Scala 1:1000



SOBNDAGGI

● SONDAGGIO

▽ DPSH

□<sup>HVSR</sup> HVSR

▲ SONDAGGIO AMBIENTALE

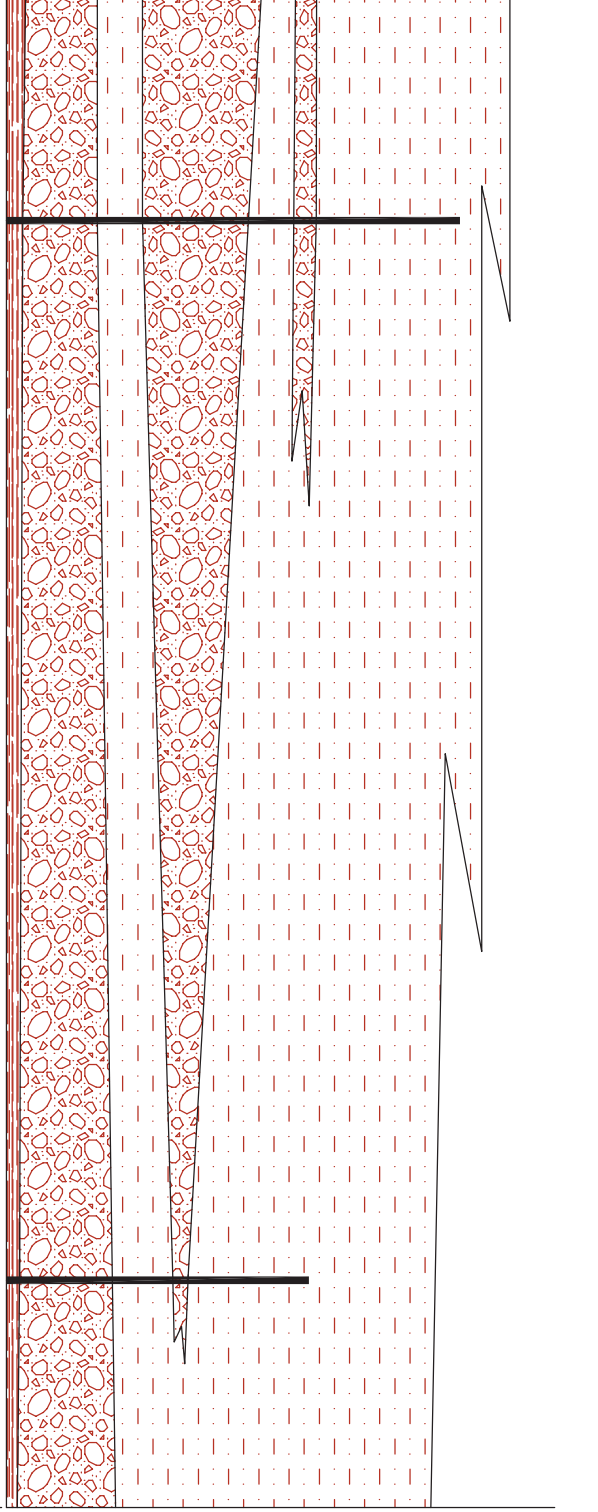
0 100 200 300 400 500 m



199,82

scala 1:500

BH4 SEZIONE A - A' BH3



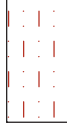
Terreno vegetale



Ghiale con sabbia limosa con clasti arrotondati



Argilla con limo grigio scuro consistente



80 mt

BH2 SEZIONE B - B' BH1

