



di Carmignani e Seghieri

## COMUNE DI FUCECCHIO

### RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

(ai sensi del D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020 e relative Direttive Tecniche (Delibera n. 31 del 20-01-2020- Allegato A), della L.R. 41 del 24/07/2018, del D.P.C.M. 05/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005 dell'Autorità di Bacino del F. Arno, del D.C.I. 3/3/2016 P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale ed ai sensi dello S.U. comunale vigente)

### PIANO ATTUATIVO N° 91 - UTOE 7 - Mezzopiano

via di Burello

Richiedente  
soc. Immobiliare SAN ZIO srl

marzo 2022

Dott. Geol. Andrea CARMIGNANI



**Studio Associato di Geologia di CARMIGNANI Andrea e SEGHERI Giorgio**

Sede legale : via Turati, 15/1 ALTOPASCIO ( LU ) P. IVA 01664030465

Uffici: via Savorniana, 3 – 51019 PONTE BUGGIANESE ( PT )

tel. e fax 0572-635589 cell. 335-5652208 e-mail [andreacarmignani@interfree.it](mailto:andreacarmignani@interfree.it)

# COMUNE DI FUCECCHIO

## PIANO ATTUATIVO N° 91 - UTOE 7 - Mezzopiano

via di Burello

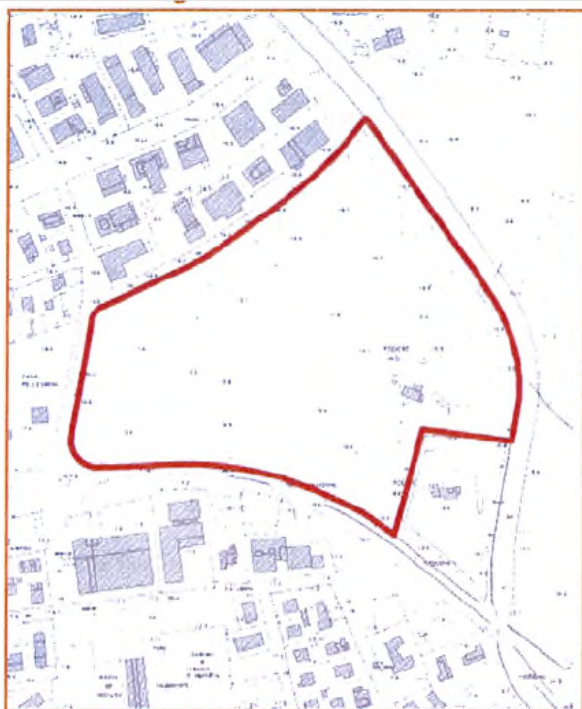
Richiedente soc. Immobiliare SAN ZIO srl

### RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

(ai sensi del D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020 e relative Direttive Tecniche (Delibera n. 31 del 20-01-2020-Allegato A), della L.R. 41 del 24/07/2018, del D.P.C.M. 05/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005 dell'Autorità di Bacino del F. Arno, del D.C.I. 3/3/2016 P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale ed ai sensi dello S.U. comunale vigente)

### 1 - PREMESSA

Il presente rapporto espone i risultati di un'indagine geologica di approfondimento delle caratteristiche del territorio in cui si colloca la previsione urbanistica di Piano di Lottizzazione a prevalente destinazione produttiva denominato PA91 compreso tra via di Burello, via dei Rosai, la S.P. 11 e il Rio di Fucecchio come di seguito rappresentato nello stralcio della scheda norma della 2° Variante al RU del 2019.



#### Ubicazione:

Via di Burello Fucecchio

UTOE : UTOE 7 - Mezzopiano

Inv. Strutturali: artt.3, 30 PTCP. Reticolo idrografico

RUC: D7 - Nuovi interventi a prevalente destinazione produttiva soggetti a Piano Attuativo



#### Fattibilità e pericolosità:

	Pericolosità PAI	Pericolosità 53/R	Fattibilità
Geologica		G2	F3
Idraulica		I2	F3
Sismica		S2	F2

---

Si rimanda alle tavole di progetto di P.A. per la distribuzione e tipologia degli interventi previsti, consistenti in varie strutture abitative, aree pertinenziali, parcheggi, viabilità e aree verdi, da realizzarsi nell'ambito di un comparto territoriale sostanzialmente libero e di completamento dell'urbanizzazione dell'area NW di Fucecchio tra la S.P. 11 e il Rio di Fucecchio.

L'attuale studio, seguendo le indicazioni della scheda norma del 2° RU comunale del 2019 relativa alla lottizzazione PA91, intende analizzare gli aspetti geologici, idrogeologici, geomorfologici e sismici dell'area, mentre un parallelo studio di tipo idraulico redatto dall'Ing. Cristiano Cappelli affronta il tema del rapporto tra le proposte progettuali, l'assetto idraulico ed il rischio di alluvionamento, producendo una analisi idrologico – idraulica e le relative cartografie di sintesi, ai sensi delle norme comunali, regionali e dell'Autorità di Distretto Idrografico in tema di rapporto tra l'utilizzazione edificatoria dei terreni e il rischio idraulico. Di tale studio verrà tenuto conto nella attuale sede relativamente ai risultati conseguiti in termini di fattibilità dell'intervento di P.A., sintetizzando quanto emerso in termini di presa di atto dei condizionamenti idraulici emersi dall'analisi idraulica.

L'attuale fase di predisposizione del Piano Attuativo si confronta con uno Strumento Urbanistico generale costituito da un Piano Strutturale e un Regolamento Urbanistico adeguati al D.P.G.R.T. 53/R/2011, normativa questa ad oggi superata e sostituita dalla emanazione del D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, cui verrà fatto riferimento in questa sede

Riferendosi alle nuove norme regionali in tema di pianificazione relativamente alle indagini geologiche di supporto, l'Allegato A della Delibera n. 31 del 20-01-2020 “*Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche*” di cui alla D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, stabilisce:

#### **4. Direttive per la formazione dei piani attuativi**

*I piani attuativi sono corredati da una relazione contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano stati indicati necessari nel piano operativo oppure indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

*Qualora il piano operativo abbia subordinato la loro attuazione alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di mitigazione del rischio, la relazione contiene anche il progetto delle opere previste, con una descrizione dettagliata delle caratteristiche, delle dimensioni e degli effetti attesi, delle eventuali attività di monitoraggio e loro durata.*

**La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento, relativamente agli aspetti geologico, idraulico e sismico. In caso contrario, è necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità.**

*Lo studio adotta le metodologie di analisi e di redazione cartografica contenute nelle presenti direttive ed è condotto alla scala di redazione del piano attuativo.*

*Per la predisposizione delle relative varianti, si applicano le disposizioni di cui al presente paragrafo, in relazione agli ambiti e alle previsioni delle stesse.*

---

Riguardo al concetto di *assenza di intervenute modifiche rispetto al Q.C. di riferimento*, la caratterizzazione del territorio del P.S. mantiene la sua validità sotto il profilo sismico, della caratterizzazione geologico-tecnica e di costituzione del sottosuolo e di quello geomorfologico, mentre l'aspetto idraulico viene ad oggi determinato sia dal P.G.R.A. e da questo acquisito come riferimento per l'azione di utilizzazione del territorio ai fini urbanistici ed edificatori, che dall'analisi idraulica di supporto al 2° RU e di questo ne viene tenuto conto nell'analisi effettuata dall'Ing. Cristiano Cappelli sul rapporto tra la utilizzazione edificatoria del comparto e le sue caratteristiche di pericolosità idraulica.

Non si ravvedono pertanto le condizioni per poter pensare di apportare modifiche al Q.C. dell'area ed alla conseguente caratterizzazione di pericolosità e fattibilità attribuita dall'insieme dei documenti di PS-RU sopra descritti, potendosi mantenere a riferimento le determinazioni delle specifiche di fattibilità contenute nelle NTA del RU relativamente al comparto PA 91 e riportate nell'inizio della presente Premessa.

In riferimento a tali indicazioni ed alla attribuzione delle classi di fattibilità F.g.3 e F.s.2, si è effettuata una campagna di indagini geognostiche e geofisiche di approfondimento delle conoscenze del sottosuolo dell'area di lottizzazione, costituite da n. 3 prove penetrometriche statiche C.P.T. ed uno stendimento geofisico MASW che hanno permesso di affrontare i temi sulla costituzione dei terreni e sulla caratterizzazione sismica del sito, tali da valutare positivamente accertata la utilizzazione edificatoria dell'area e dettare le necessarie indicazioni di indirizzo con cui condurre i vari lavori di analisi e studio geotecnico e sismico per le future realizzazioni di strutture nell'area di comparto PA91.

Ovviamente viene rimandato alle fasi esecutive la realizzazione delle specifiche indagini geognostiche e geofisiche nel rispetto delle NTC 2018 e della DGRT 36/R/2009 di supporto alle concessioni dei titoli abilitativi alla costruzione delle singole operazioni edilizie che verranno affrontate a seguito della approvazione e contrattualizzazione della convenzione del P.A. attuale.

Si richiama nuovamente l'esistenza di un parallelo studio di tipo idraulico che affronta l'analisi delle norme contenute nei Piani Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino del F. Arno (**D.P.C.M. 05/11/1999**), oltre che della **L.R.T. 24/07/2018 n. 41** "*disposizioni in materia di rischio di alluvioni e tutela dei corsi di acqua in attuazione del D.Lgs 23.02.2010 n. 49 ....*" e del **P.G.R.A.** dell'Autorità di Distretto Idrografico Appennino Settentrionale (**D.C.I. 3/3/2016 - D.P.C.M. del 26/10/2016**)

Nell'attuale Relazione di Fattibilità saranno riportati in sintesi i risultati prodotti dallo studio del citato Ing. Cristiano Cappelli relativamente agli aspetti di compatibilità della utilizzazione edificatoria con le criticità di tipo idraulico emerse da tale analisi.

---

Da quanto effettuato si conferma che non sono state rilevate nuove ed ulteriori condizioni di criticità territoriale e che quindi **non sono intervenute modifiche peggiorative** rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, sismico, idraulico e idrogeologico) assunto dal RU a base delle determinazioni di pericolosità e fattibilità del PA 91.

## **2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO**

### **2.1 - Inquadramento geografico**

L'area oggetto di indagine si colloca nella periferia Nord-occidentale dell'abitato di Fucecchio, ove costituisce un comparto territoriale compreso tra via di Burello, la S.P. 11, la via dei Rosai e il corso di acqua del Rio di Fucecchio (vedi allegata COROGRAFIA GENERALE SCALA 1 : 5.000).

La zona viene ad individuarsi nella cartografia ufficiale al foglio n. **105** ed alla tavoletta topografica **II SO** " *Fucecchio* "; i terreni che comprendono l'area di intervento sono per lo più liberi ad esclusione di due nuclei rurali posti nella parte SE del comparto.

### **2.2 – Inquadramento geomorfologico**

La zona di comparto PA91 è caratterizzata da una porzione pianeggiante di territorio posto ad una quota di circa 16.5-17.0 m s.l.m. (da CTR 2k), ricadente all'interno del contesto territoriale di pianura alluvionale del Fiume Arno e presenta una morfologia pressoché pianeggiante con una leggera inclinazione generale da NE verso SW, in cui si registrano (vedi piano quotato topografico del Progettista) aree rialzate relativamente alle viabilità ed in cui le parti morfologicamente più basse sono quelle dell'area centrale e sud occidentale a SW. In virtù di questo assetto geomorfologico, privo di peculiarità altimetriche significative per gli aspetti di dinamica dei terreni, non si rilevano situazioni di instabilità attiva o potenziale, né fenomeni significativi di erosione del suolo o di dinamica territoriale.

### **2.3 - Geologia**

Dal punto di vista geologico generale l'area in oggetto si è formata per il rapido colmamento di un antico invaso lacustre conseguente all'apporto solido di un sistema di immissari provenienti dai versanti settentrionali ed orientali della depressione, dove per cause tettoniche documentate da numerosi studi di carattere regionale, l'attività erosiva è stata per parecchio tempo assai accentuata.

In tempi recenti ed attuali, torrenti e fiumi impostasi sulla pianura al termine del suo riempimento ( Fiume Arno ), hanno depositato una coltre alluvionale ( **all** - *Olocene* ) di spessore variabile che ha determinato l'attuale morfologia pianeggiante, contraddistinta nei depositi da una diminuzione dell'apporto fluviale grossolano a vantaggio della frazione più fine.

---

In tale contesto evolutivo, in alcune parti depresse dell'area (zona di Bientina) si è andato a formare un invaso palustre in parte bonificato in epoca storica da interventi di canalizzazioni di drenaggio delle zone di ristagno, producendo successioni sedimentarie di materiali torbosi e fini argillosi non consolidati.

Nell'area subito a meridione di tale contesto (area di Fucecchio) la suddetta connotazione paleogeografica interdigitava e si andava a porre a ridosso della zona più francamente di deposizione fluviale del F. Arno e dei suoi affluenti, contesto caratterizzato da sedimenti sabbiosi prevalenti di maggior stato di consistenza.

L'area di attuale indagine è posta a ridosso verso Sud del Rio di Fucecchio che in linea generale può farsi corrispondere in grandi linee con la suddetta differenziazione paleo ambientale, così come evidenziato dalle prove eseguite che, pur presentando un primo livello superficiale di 1-3 m con localizzati valori di modesta resistenza penetrometrica, presenta nel complesso una successione sedimentaria dotata di medio-normale stato di addensamento, con frazione sabbiosa significativa e talora con intercalati livelli di depositi alluvionali addensati.

#### 2.4 – Considerazioni litotecniche

La tipologia dei sedimenti affioranti nella pianura è legata alla distanza dai corsi d'acqua principali; infatti nelle zone più prossimali al corso dell'Arno attuale ed antico prevalgono litotipi sabbiosi e sabbioso-limosi, mentre a mano a mano che si procede verso sud sono più diffusi limi argillosi prima ed argille e torbe poi, quest'ultime individuate soprattutto nelle zone che sono rimaste leggermente più basse soggette quindi ad impaludamenti laddove le esondazioni vi trasportavano esclusivamente materiale fine.

La litologia dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area di indagine risulta essere costituita da depositi alluvionali recenti ed attuali caratterizzati da medio stato di addensamento, con un primo orizzonte di minore compattezza e riferito alla ultima fase di deposizione di sedimenti fini a bassa energia deposizionale al limite del ristagno, seguito poi da sedimenti maggiormente tipici delle facies deposizionali alluvionali e quindi di tipo sabbioso – limoso con subordinate argille, presentando anche localizzati livelli discontinui di depositi addensati sabbiosi francamente di barra fluviale in corsi di acqua di pianura e quindi senza ghiaie e ciottoli al loro interno.

Facendo riferimento alla **Carta Litotecnica e dei dati di base** del RU, le zone di pianura poste ai piedi dei rilievi presenti nella zona, sono caratterizzate da materiali riferibili alla Unità litologico-tecnica **F** ed in particolare a: *depositi alluvionali recenti, con composizione limoso argillosa e con sabbie.*

Riferendosi alla **Carta delle MOPS** ed alla **Caratterizzazione geotecnica** di supporto al RU comunale, l'intervento si pone all'interno della Zona 4 – *stabile suscettibile di subire amplificazioni locali,*

---

caratterizzata da “depositi alluvionali a prevalente componente fine argilloso limoso”, con stratigrafia caratterizzata da spessore di 15 - 20 m di sabbie limose ed argillose cui fa seguito un livello pleistocenico di ghiaie di pochi metri di spessore, cui seguono infine argille prevalenti Plioceniche con orizzonti ghiaiosi di cui non è nota la base di appoggio sul substrato litico.

### **3 - IDROLOGIA E RISCHIO IDRAULICO**

#### **3.1 - Circolazione idrica superficiale**

L'idrologia superficiale dell'area di Fucecchio è rappresentata in primo luogo dal corso del Fiume Arno, il quale scorre in direzione E-W a sud della città, rappresentando l'asse drenante principale del territorio. La regimazione delle acque di prima circolazione è affidata ad un reticolo idrografico secondario costituito dalla rete fognaria cittadina e da una serie di fossette di scolo, ubicate lungo i margini stradali e campestri.

Nello specifico dell'area di intervento, questa si colloca a ridosso sul lato meridionale del corso di acqua del Rio di Fucecchio che, provenendo dalla parte orientale della città (lato tra essa e le coline a settentrione), scorre nella pianura a NW del capoluogo andando da Est verso Ovest a riversare le acque nel sistema di allontanamento dei flussi dall'area di Bientina e del suo vecchio lago oggetto di bonifica con scolmatore, ricettore questo ultimo delle acque suddette.

Come rilevabile dal rilievo topografico, l'area della lottizzazione presenta una generale inclinazione da NE verso SW e quindi in direzione opposta al Rio di Fucecchio che si presenta dotato di arginature, con alcune parti interne del terreno con assetto piano e delimitate da vie rialzate rispetto alla quota generale del piano campagna naturale.

#### **4.2 - Condizioni di rischio idraulico**

Pur essendo stata l'area interessata dagli eventi del 1966, va sottolineato com'è tutta la zona edificata. ha subito un innalzamento della quota di imposta delle strutture edilizie e viabilità esistenti, rispetto alla precedente conformazione agricola dell'epoca cui si riferiscono le condizioni di alluvionamento degli anni '60

Riferendosi alla **CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DI ALLUVIONAMENTO** del P.G.R.A. del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, il sito si colloca all'interno di una zona classificata a - pericolosità da alluvione bassa (**P.1**): aree inondabili da eventi con tempo di ritorno > 200 anni e ≤ 500 anni

Facendo riferimento alle carte di analisi idraulica contenute nel PS – RU comunale, la zona viene caratterizzata da una **pericolosità idraulica di classe I.2** equivalente alla condizione di

---

suscettibilità alla esondazione per eventi con Tr compreso tra 200 e 500 anni, stimandone un battente atteso con Tr 200 anni di (comparto VI\_021\_2) di **16.20** m s.l.m. (seconda variante al RU 2019).

**Si rimanda ai dettagli dello studio idraulico a supporto dell'attuale P.A. dell'Ing. Cappelli per la disamina e le valutazioni del rapporto tra l'intervento e l'assetto del rischio idraulico del territorio, sintetizzati nei seguenti punti salienti costituenti il Quadro riassuntivo delle prescrizioni di carattere idraulico da rispettare:**

- A. il piano di calpestio dei fabbricati dovrà essere realizzato in quota di sicurezza idraulica non inferiore a 16.50 m s.l.m. (assumendo il valore più cautelativo indicato nella nota correttiva dell'Aprile 2020);
- B. si dovranno prevedere gli interventi di compensazione idraulica finalizzati a recuperare i volumi prodotti in surplus per effetto della variazione della permeabilità dei suoli, in modo da non aggravare il carico idraulico sul reticolo scolante esistente ai sensi dell'art.198 comma 11 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente.
- C. il sistema di scolo delle acque meteoriche di progetto dovrà perseguire il miglioramento del deflusso delle acque e contestualmente consentire la possibilità di ridurre le condizioni di fragilità idraulica per insufficienze del sistema fognario nelle aree limitrofe a quella di intervento e nello specifico della zona di Rosai posta a sud della S.P.11.

#### **4 – IDROGEOLOGIA**

La circolazione idrica sotterranea è legata alla presenza di più falde acquifere sovrapposte, di cui la prima, freatica a quote più superficiali.

In riferimento alle caratteristiche di permeabilità dei terreni di copertura ed alle caratteristiche idrogeologiche dell'area, secondo quanto definito nella CARTA DI VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI di supporto al PS, si rileva una classe di *vulnerabilità media* ( **V2** ) per potenziale contaminazione di origine agricola e/o da scarichi non depurati.

Nella suddetta cartografia viene inoltre ricostruito l'andamento della falda superficiale in termini di quota s.l.m. della superficie freatica della stessa, che presenta un andamento di flusso da Est verso Ovest, con quote di 16.50-17.50 m s.l.m. corrispondenti grossolanamente alle quote della CTR 2k per il comparto di intervento, che quindi si presenta tendenzialmente con terreni saturi.

#### **5 - VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA' TERRITORIALE** (RU approvato - D.P.G.R.T. 53/R/2011)

##### 5.1 - Pericolosità geomorfologica

Facendo riferimento alla **Carta della pericolosità geomorfologica** del RU vigente il sito corrisponde alla classe pericolosità geomorfologica media (G.2) – *aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto*



---

## 5.2 - Pericolosità idraulica

Facendo riferimento alla **Carta della Pericolosità Idraulica** del RU (di cui stralcio è riportato in Appendice) il sito di intervento è classificato in classe *pericolosità idraulica media ( I.2 ) - aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr > 200$  anni.*

## 5.3 - Pericolosità sismica

Facendo riferimento alla **Carta della Pericolosità Sismica** del RU (di cui stralcio è riportato in Appendice) il sito di intervento è classificato in parte in classe *pericolosità sismica media ( S.2 ) - attribuita alle zone stabili suscettibili di amplificazione locale che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità S.3.*

**La scheda norma relativa al comparto PA91 conferma tale assunzione di condizioni di pericolosità per la lottizzazione di intervento.**

**Come già indicato in premessa, nell'attuale sede di studio non si sono ravvisati elementi che possano determinare modifiche allo stato di conoscenza ed alla determinazione della pericolosità dei terreni, potendosi pienamente considerare ancora valide le sopra descritte classi di pericolosità anche ai sensi del DPGRT 5/2020**

## **6 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO IN ESAME** ( ai sensi del RU vigente)

Sulla scorta delle condizioni di pericolosità elencate innanzi, la scheda norma di riferimento determina la fattibilità del comparto PA91 come segue:

fattibilità sismica con normali vincoli	<b>F2<sub>s</sub></b>
fattibilità geologica e idraulica condizionata	<b>F3<sub>g</sub> e F3<sub>i</sub>.</b>

### 6.1 – Compatibilità geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica

Per quanto attiene l'aspetto geologico e geomorfologico la zona risulta stabile e priva di evidenze morfologiche, per cui le operazioni in progetto risultano compatibili e di fatto non producono nessun tipo di aggravamento della situazione geomorfologica complessiva dell'area.

Le condizioni di fattibilità del Piano Attuativo nei confronti delle caratteristiche litotecniche e sismiche del sottosuolo, non richiedono ulteriori indagini rispetto al quadro conoscitivo ricavabile dagli strumenti di analisi e pianificazione esistenti e dagli approfondimenti eseguiti in questa sede (prove C.P.T. e geofisiche Masw), rendendo possibile definire compatibile quanto previsto dal P.A. con le caratteristiche territoriali e le relative norme di salvaguardia.

---

**Si riconferma la necessità di applicazione, in sede progettuale dei singoli interventi edilizi, delle norme esistenti sulle costruzioni NTC/2018, DPGRT 36/R/2009.**

## 6.2 – Compatibilità idraulica

Si rimanda ai dettagli dello specifico studio ed analisi idraulica sviluppatosi parallelamente al presente lavoro, relativamente alle azioni e metodiche da adottare per rendere compatibile l'intervento con lo scenario di rischio idraulico segnalato e dettato dalle norme comunali, regionali e dell'Autorità di Distretto per l'area di P.A., riferito sia alle quote dei piani calpestio dei fabbricati da rispettare che agli interventi attinenti il sistema idrografico di raccolta dei flussi idrici dall'area di urbanizzazione, metodiche di compensazione, dimensionamento delle opere, ecc., permettendo la piena compatibilità dell'intervento con il contesto idrografico ed idraulico del territorio.

## **7 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICO-GEOFISICA**

### 7.1 - Indagini geognostiche e stratigrafia

Nell'area di P.A. è stata eseguita una campagna geognostica articolata mediante l'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte tutte fino alla profondità di 8.0 m dal locale piano di campagna ed ubicate così come indicato nell'allegata UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE in scala 1:2.000.

Le prove, correlate con numerose indagini eseguite nelle vicinanze, hanno permesso la ricostruzione litostratigrafica del terreno di imposta del P.A. lungo una SEZIONE DI CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA in scala 1:100 (scala verticale) di rappresentazione dell'assetto generale del sito.

L'attrezzatura utilizzata è un penetrometro abilitato ad eseguire sia prove statiche che dinamiche, modello TG 63-100 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT.

Per le **prove C.P.T.** le caratteristiche del mezzo consentono 10 t. di spinta, l'utilizzazione di punta conica meccanica tipo *Begemann*, cella di carico di sommità *Hottinger* classe 0.2 e centralina elettronica di rilevamento dei dati. La prova consiste nella misurazione, per successivi tratti di infissione di 20 cm, delle seguenti grandezze:

- 
- |                         |           |
|-------------------------|-----------|
| - Resistenza alla punta | <b>Qc</b> |
| - Resistenza laterale   | <b>fs</b> |

Dai dati ricavati è così possibile ottenere una ricostruzione delle caratteristiche di resistenza meccanica del terreno e, tramite il rapporto *Begemann* ( $Qc/fs$ ), risalire al tipo litologico.

La rappresentazione grafica dei seguenti livelli costituisce un'approssimazione in quanto, in realtà, nell'ambito di un singolo livello è probabile una certa eterogeneità granulometrica.

In particolare si osserva quanto segue:

#### LIVELLO A

**Limo argilloso poco consistente** ( $Q_{Cm} = 5 - 10$ ), individuato fino a profondità variabile da 1.0 m a 3.0 m con intercalato in alcuni casi un livello più compatto, costituisce l'ultimo deposito più recente di sedimenti fini di mediocre – scarsa consistenza in ambito di sedimentazione a bassa energia - SCADENTI caratteristiche di portanza e ELEVATA compressibilità

#### LIVELLO B

**Limo sabbioso argilloso di media consistenza** ( $Q_{Cm} = 18 - 20$ ), individuato come intercalazione nelle prove P2 e P3 all'interno del livello sopra descritto - MEDIE caratteristiche di portanza e MEDIA compressibilità

#### LIVELLO C

**Sabbia limoso argillosa di medio addensamento** ( $Q_{Cm} = 15 - 20$ ) intercettata fino a profondità variabile da - 2.00 m ( verticale P1 ) a - 4.50 m ( verticale P3 ); risulta orizzonte costituito da sedimenti con omogenei valori di resistenza - MEDIE qualità portanti e MEDIA compressibilità

#### LIVELLO D

**Sabbia limosa ed argillosa addensata - compatta** ( $Q_{Cm} = 40 - 80$ ); costituisce livelli in P1 e P2 a varia profondità, in cui si ha un netto incremento della resistenza penetrometrica in funzione della granulometria e stato di addensamento del sedimento - BUONE qualità portanti e BASSA compressibilità

---

## LIVELLO E

**Limo argilloso sabbioso di mediocre consistenza** ( $Q_{Cm} = 10 - 14$ ), individuato in un livello di ca. 1 m di spessore alla profondità di 4-5 m dal p.c. nelle prove P2 e P3 in cui si ha un decremento della resistenza penetrometrica - MEDIOCRI caratteristiche di portanza e SIGNIFICATIVA compressibilità

## LIVELLO F

**Sabbia limoso argillosa addensata** ( $Q_{Cm} = 20 - 30$ ) intercettata fino a profondità di 6.5 m dal p.c. in P1 e sino a fine prove in P2 e P3 (8 m dal p.c.), si presenta come materiale omogeneo di normale stato di addensamento – MEDIO-BUONE qualità portanti e MEDIO-SCARSA compressibilità

## LIVELLO G

**Limo argilloso sabbioso di mediocre consistenza** ( $Q_{Cm} = 17 - 20$ ); risulta l'ultimo orizzonte indagato nella prova P1 – MEDIO-MEDIOCRI qualità portanti e MEDIA compressibilità

L'interpretazione sopra riportata risente della naturale approssimazione caratteristica delle prove indirette, per cui la definizione litologica, derivando da correlazioni empiriche, può talvolta non rispondere alla realtà; la stratigrafia dedotta dalle indagini è stata correlata, per quanto possibile, con l'osservazione diretta del terreno rimasto sulle aste penetrometriche e con le stratigrafie ricavate da sondaggi geognostici eseguiti all'interno della stessa area ex Saffa (sondaggi ambientali) e dall'escavazione di alcuni pozzi terebrati nelle vicinanze di Fucecchio.

### 7.2 - Indagini geofisiche

Per la determinazione preliminare della categoria di suolo di fondazione e della eventuale presenza di contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo, è stata effettuata una prospezione sismica Masw all'interno della zona di intervento di P.A..

#### PROSPEZIONE SISMICA CON METODOLOGIA MASW

L'indagine MASW è stata effettuata per la caratterizzazione della velocità delle onde Sh dei terreni presenti, per determinare il parametro VSeq, necessario al fine della classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto, come richiesto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17/01/2018).

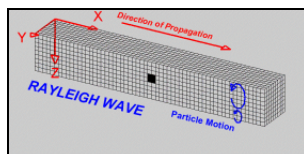
L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare una sequenza sismo-stratigrafica relativamente all'area di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali.

E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico-geotecnico.

### GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

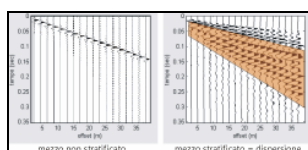
Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.



Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di  $\lambda/2\pi$ . L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di  $r$ , e non con  $r$  come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di  $\lambda/2$  circa.



Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la  $V_s$  è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione.

Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona  $\square$  max, e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di

---

rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità.

La procedura di inversione utilizzata dal software winMASW è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una "modellazione diretta" di ausilio a un corretto "picking" della curva di dispersione.

#### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine MASW si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (756 punti)
  - 200 msec (1530 punti)
  - 400 msec (3060 punti)
  - 1000 msec (7560 punti)
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00. L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, cannoncino per cartucce industriali, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, geofono starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW di riferimento ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 12
- spaziatura fra i geofoni: 2.0 m

- n. shots: sono state effettuate 2 rilevazioni, impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 8 e 10 metri dalla linea geofonica.

- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è assimilabile ad orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono non significativi.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00. L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spaziati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, cannoncino per cartucce industriali, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, geofono starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

#### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione è stata utilizzata la curva di dispersione relativa allo "shot" posto a offset di 6 m dalla linea geofonica.

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio  $V_s$  tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

Come già accennato, per la verifica attraverso la modellazione diretta, ci si è basati anche sul contesto geolitologico locale e sulle indagini geonostiche effettuate.

I diagrammi ed il report relativi al procedimento di elaborazione ed inversione sono allegati alla presente relazione. Sono stati individuati 4 strati a differente velocità  $V_{sh}$ :

strato	1	2	3	4
$V_{Sh}$ (m/sec)	120	182	287	340
spessore (m)	4,7	2,2	11	

Nell'ambito del contesto litostratigrafico in oggetto, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle **NTC 2018**, e si può quindi fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ .

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

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

con:

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

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

$N$  numero di strati;

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente Tab. 3.2.II:

**Tab. 3.2.II** – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

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.

Con i dati ottenuti, risulta che nell'ambito della profondità di 30 m dal p.c. non vi è il tetto del livello rifrattore di base con  $V_s$  800 m/s e che quindi la determinazione della  $V_{s,eq}$  corrisponde alla determinazione della  $V_{s,30}$ .

Con tale assunzioni il calcolo della  $V_{s,eq}$  fornisce il valore di **240 m/s** riferito al p.c., cui corrisponde la categoria di sottosuolo **“C”**.

In appendice si riportano i risultati conseguiti, da cui è emersa una condizione di sottosuolo standard per aree di pianura alluvionali, senza contrasti di velocità sismica rilevanti ed in progressivo incremento della velocità di taglio  $V_s$  con la profondità



---

## **8 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

E' stato eseguito, su incarico della Committenza e su richiesta del Progettista, uno studio geologico di fattibilità a supporto *del Piano Attuativo n. 91 a Fucecchio*.

La versione del P.A. risulta posta all'interno del COMPARTO TERRITORIALE COMPRESO TRA VIA DEL Burello, via dei Rosai, S.P. 11 e Rio di Fucecchio nella parte NW del territorio urbanizzato ed in questa sede si è effettuata una analisi sulla base delle documentazioni di Q.C. esistenti e di alcune prove geognostiche e geofisiche che permettono di sostenere la fattibilità dell'intervento urbanistico in progetto, articolato in lotti di edificazione, viabilità, piazzali e parcheggi, aree a verde.

**Si riconferma la necessità di applicazione, in sede progettuale dei singoli interventi edilizi, delle norme esistenti sulle costruzioni NTC/2018, DPGRT 36/R/2009**

Nel rispetto delle norme contenute nel DPGRT 5/2020 subentrato al DPGRT 53/R/2011 ad oggi decaduto ed a cui facevano riferimento le carte del PS e del RU (seconda variante 2019) comunali, non si ravvedono le condizioni per poter pensare di apportare modifiche al Q.C. dell'area ed alla conseguente caratterizzazione di pericolosità e fattibilità attribuita dall'insieme dei documenti di PS-RU sopra descritti, potendosi mantenere a riferimento le determinazioni delle specifiche di fattibilità contenute nelle NTA del RU e della specifica scheda norma del PA91 e si rappresentano come segue:

*pericolosità geomorfologica media ( G.2 )*

*pericolosità idraulica media ( I.2 )*

*pericolosità sismica media ( S.2 )*

fattibilità sismica con normali vincoli **F2<sub>s</sub>**

fattibilità geologica e idraulica condizionata **F3<sub>g</sub>** e **F3<sub>i</sub>**.

Si richiama nuovamente l'esistenza di un parallelo studio di tipo idraulico redatto dall'Ing. Cristiano Cappelli, che affronta l'analisi delle norme contenute nei Piani Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino del F. Arno (**D.P.C.M. 05/11/1999**), oltre che della **L.R.T. 24/07/2018 n. 41** "*disposizioni in materia di rischio di alluvioni e tutela dei corsi di acqua in attuazione del D.Lgs 23.02.2010 n. 49* ...." e del **P.G.R.A.** dell'Autorità di Distretto Idrografico Appennino Settentrionale (**D.C.I. 3/3/2016 - D.P.C.M. del 26/10/2016**).

Si rimanda a tale studio per i dettagli dell'analisi idraulica effettuata e per i risultati conseguiti sia in termini di battenti ed entità di eventi attesi, che di azioni e metodiche da adottare per rendere pienamente compatibile l'operazione pianificatoria di P.A. con il rischio idraulico.

---

Tale analisi ha permesso di accertare la fattibilità del P.A. individuando le specifiche quote di attestazione dei piani di calpestio, oltre che dimensionando il sistema di compensazione e mitigazione dei flussi idrici prodotti nella nuova configurazione territoriale di edificazione in rapporto alle norme regionali, dell'Autorità di Distretto e comunali, rispettando i criteri ed indirizzi della scheda norma del 2° RU specifica per il PA91 analizzato.

E' stato infine affrontato il tema della invarianza idraulica rispetto ai ruscellamenti prodotti dalla impermeabilizzazione dei suoli, fornendo calcoli e soluzioni per alcuni comparti per una significativa volumetria di accumulo tale da permettere la compatibilità dell'intervento di P.A. con le condizioni idrologiche ed idrauliche dell'area.

Dall'insieme di quanto effettuato risulta positivamente accertata la fattibilità della previsione di Piano Attuativo progettata per il comparto PA91, nel rispetto ed applicazione delle indicazioni, limitazioni e condizionamenti evidenziati nell'attuale Relazione Tecnica di Sintesi ed in quella parallela di tipo idraulico dell'Ing. Cappelli.

Altopascio, 23/03/2022

Geol. Andrea CARMIGNANI

A circular professional stamp in blue ink. The outer ring contains the text "ORDINE DEI GEOL. ITALIANI". The inner circle contains the text "DOTT. GEOL. ANDREA CARMIGNANI" and "N° 863". A star is located at the bottom center of the inner circle. A handwritten signature in blue ink is written across the stamp.

---

TAVOLE:

COROGRAFIA GENERALE (scala 1:5.000)

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL P.S. E DEL R.U. COMUNALE

Carta geologica e geomorfologica

Carta idrogeologica e della vulnerabilità idrogeologica

Carta delle risorse idriche

Carta litotecnica

Carta della pericolosità geologica e geomorfologica

Carta della pericolosità sismica

carta delle MOPS – stratigrafie caratteristiche

Carta della pericolosità idraulica

Zonizzazione ai sensi del Piano di Bacino Stralcio: BILANCIO IDRICO

Carta della fattibilità da 2° Variante al RU

AUTORITA' DI DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE - Piano Gestione Rischio Alluvioni

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE scala 1:2.000

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA DI CORRELAZIONE TRA LE INDAGINI scala verticale 1 : 100

ALLEGATI:

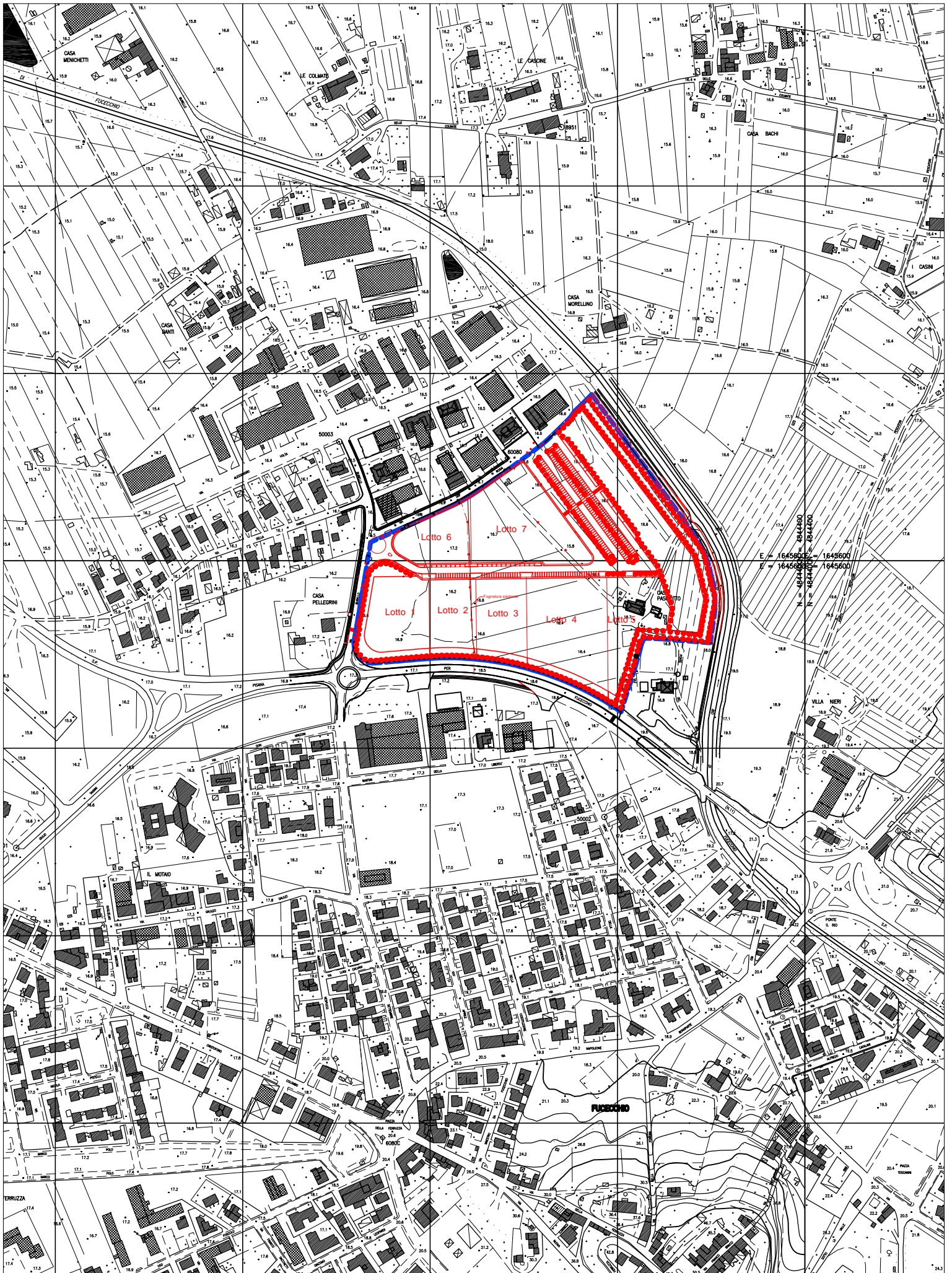
Prove penetrometriche statiche C.P.T.

- Indagine MASW– risultato inversione (grafici)

- Indagine MASW– report

# COROGRAFIA GENERALE

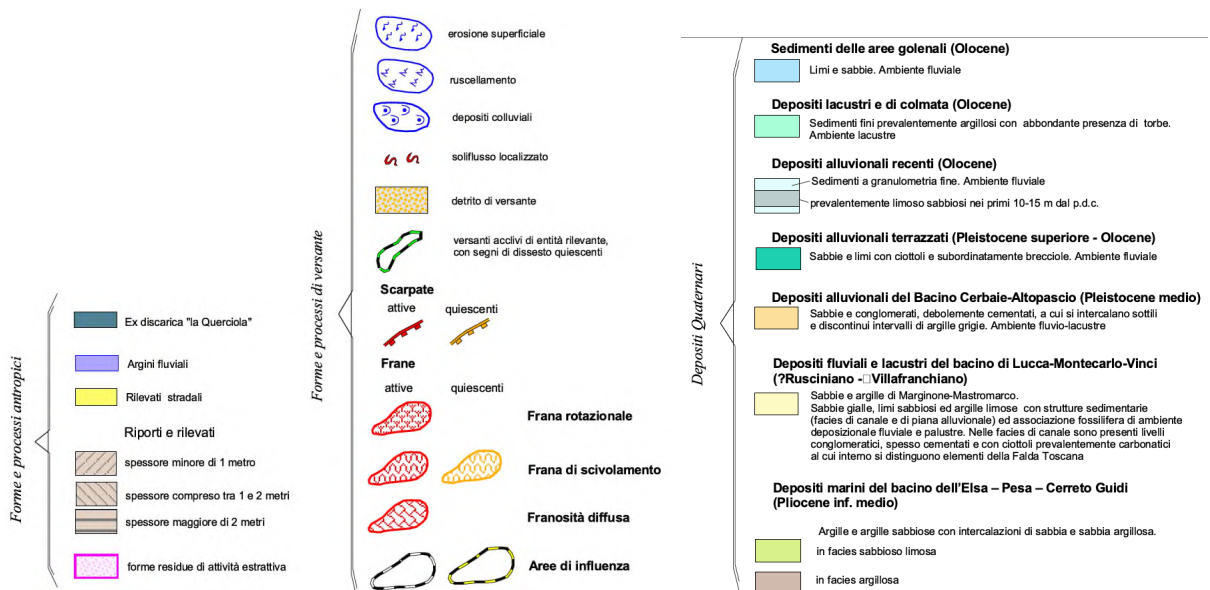
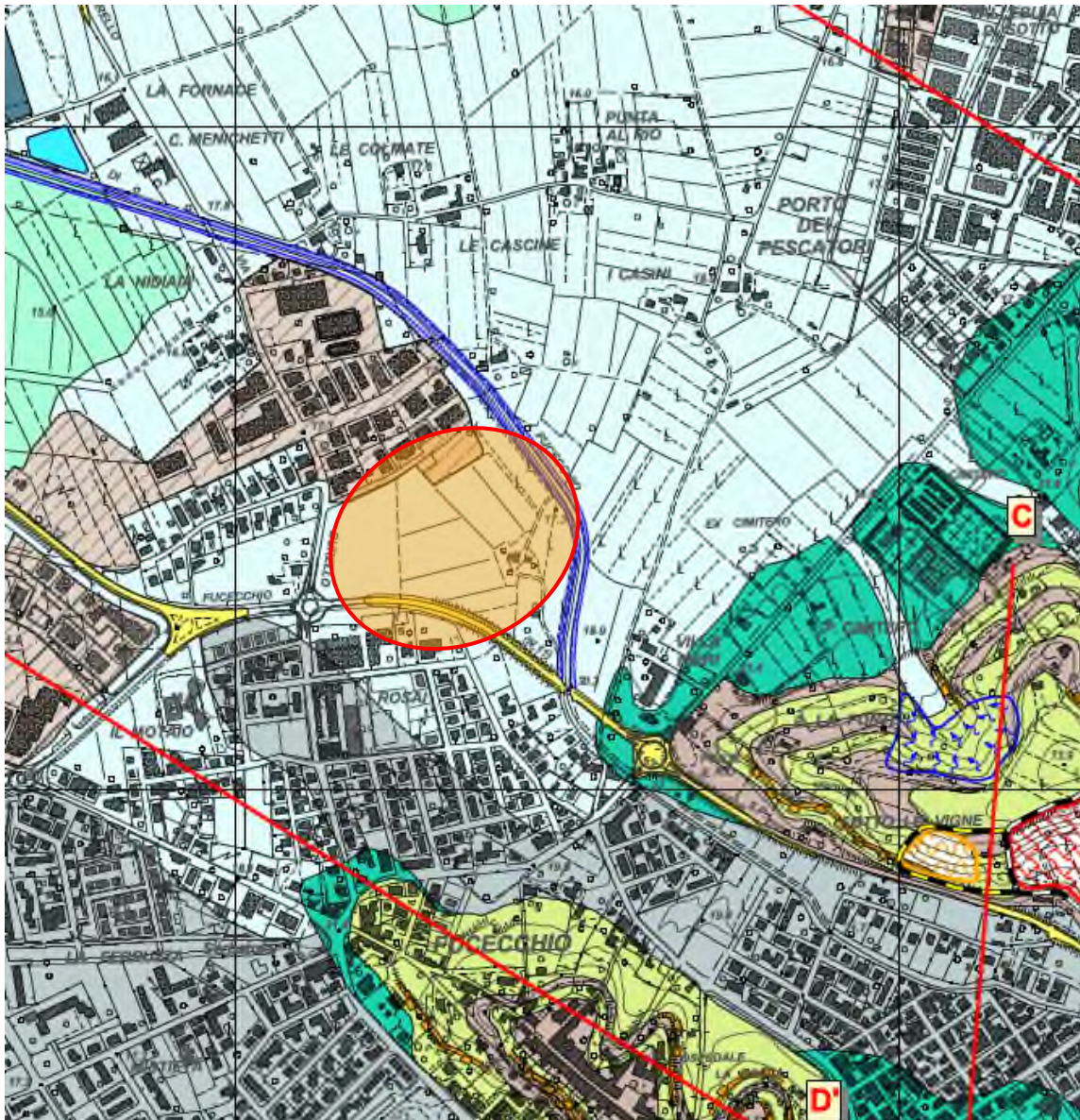
scala 1:5.000





# CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

## Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (A.4.1)



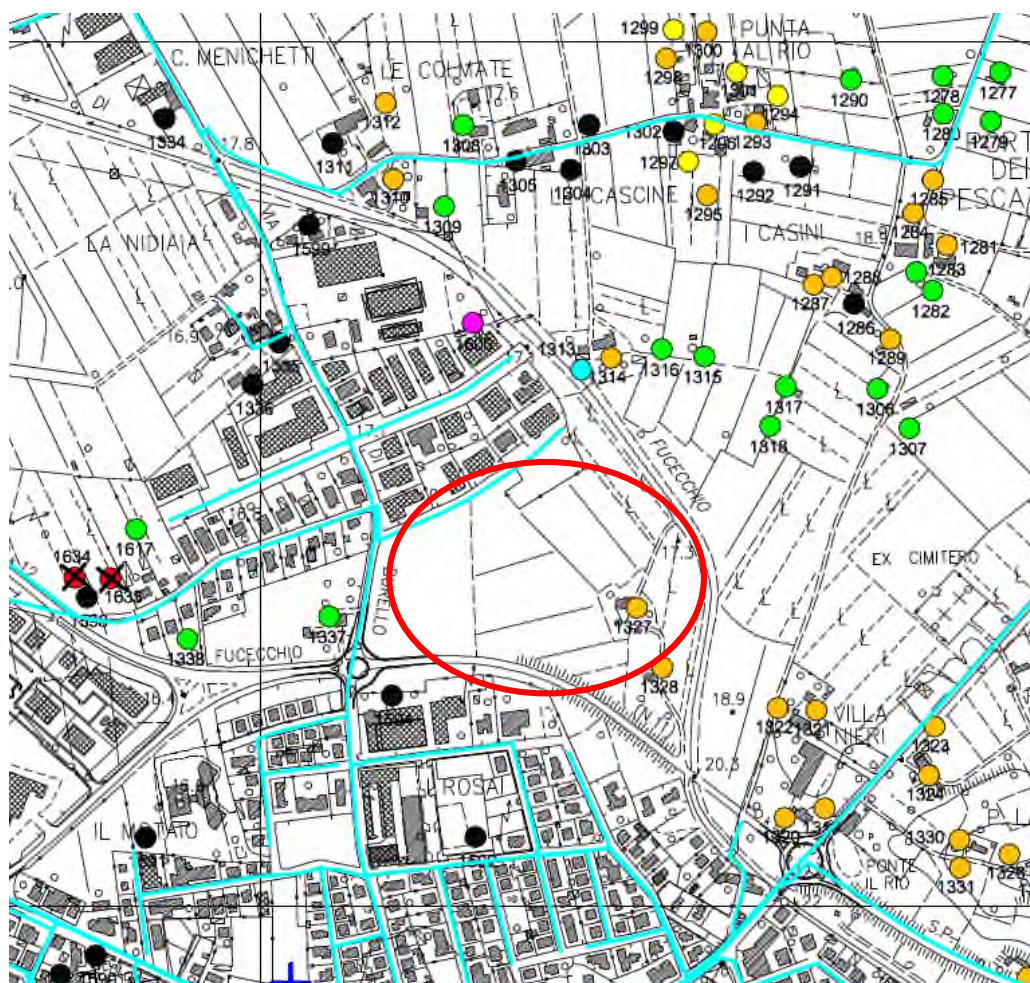



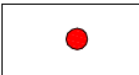
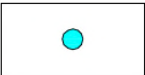

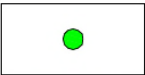



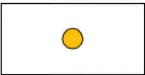

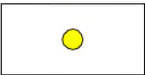

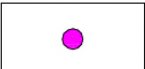




# CARTA DELLE RISORSE IDRICHE

## Stralcio tratto dalla omonima carta del P.S.

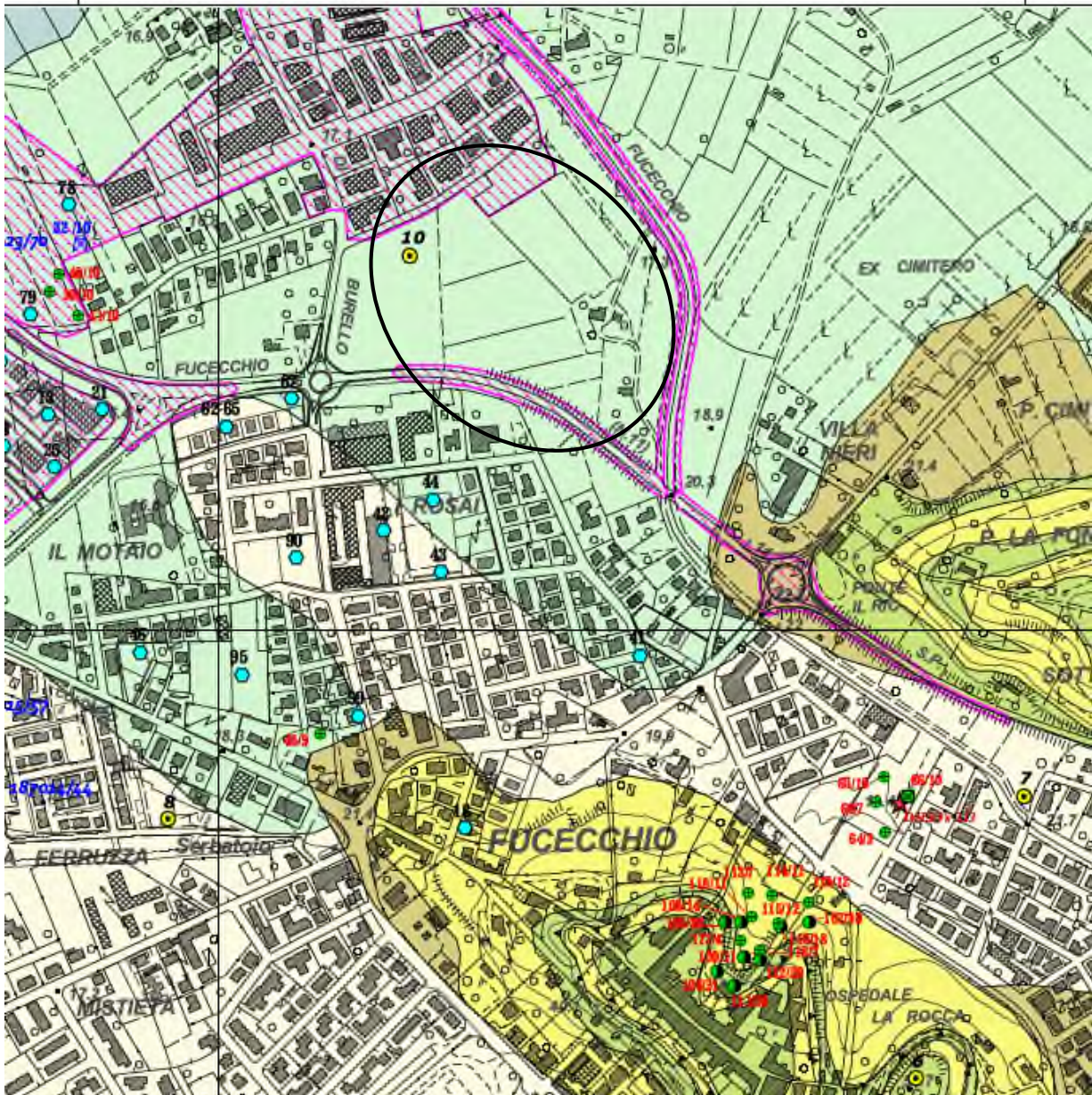


Pozzo uso zootecnico		Pozzo acquedotto pubblico	
Pozzo uso idropotabile		Pozzo acquedotto pubblico utilizzato in passato	
Pozzo uso irriguo		Adduttrici	
Pozzo non classificabile		Opere di accumolo	
Pozzo uso domestico		Impianti di pompaggio	
Pozzo abbandonato		Potabilizzatori	
Pozzo uso industriale			



# CARTA LITOTECNICA

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (A.4.3)




## UNITA' LITOLOGICO - TECNICA E


### MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

L' U.L.T.E comprende i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione


**E1-E2.a1-2.t3 – Ciottoli e ghiaie addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale**

 Sabbie e conglomerati addensati con frazione argilloso-sabbiosa e livelli argillosi. Formazione del Bacino Cerbaie-Altopascio


**E2-E3.a3-4.t1 – Sabbie e ghiaie poco addensate con frammenti di dimensioni maggiori**

 Sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente brecciole. Depositi alluvionali terrazzati

**E3.a1-2.t3 – Sabbie addensate e moderatamente addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale**

 Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose addensate. Membro sabbioso dei depositi marini del Bacino Elsa-Pesa-Cerreto Guidi

**E3.a3-4.t3 – sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale**


 Depositi alluvionali recenti, con composizione principalmente sabbiosa

## UNITA' LITOLOGICO - TECNICA F


### MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

L' U.L.T.F comprende terreni coesivi a bassa consistenza

**F1-F2.s3-4 – limi ed argille moderatamente consistenti**

 Depositi alluvionali recenti, a granulometria fine con limi e argille in rapporto variabile, e subordinatamente sabbie

**F1.s5-6 – limi poco consistenti**

 Limi e sabbie soffici depositate nell'area golene del Fiume Arno

**F2.s5-6.t4 – argille poco consistenti con presenza di materiale torboso**

 Argille, torbe e limi argillosi depositati nel Padule di Fucecchio




# CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (C. 2.2)




Classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R


## G.4 - Pericolosità Geologica Molto Elevata

 Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza. Sono inoltre compresi i corsi d'acqua, i laghi e la depressione del Padule

## G.3 - Pericolosità Geologica Elevata

 Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

## G.2 - Pericolosità Geologica Media

 Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture alla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

## G.1 - Pericolosità Geologica Bassa

 Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Classi di pericolosità ai sensi del P.A.I. - Bacino Arno

## Pericolosità molto elevata da frana (P.F.4):



pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato; aree a franosità diffusa

## Pericolosità elevata da frana (P.F.3):



pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa potenziale di rischio elevato;

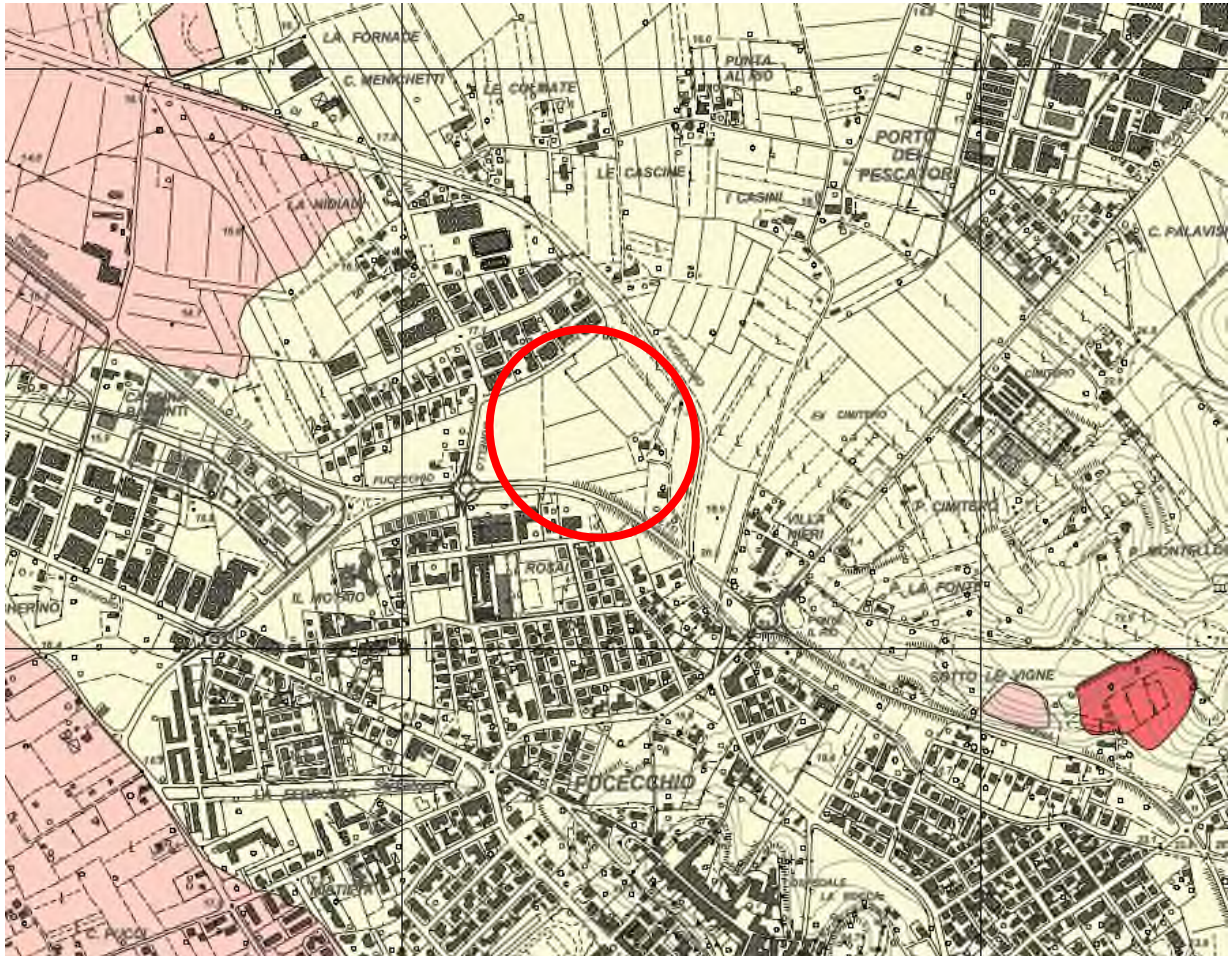


versanti acclivi di entità rilevante, con segni di dissesto quiescenti



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (C. 3.2)



## S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata



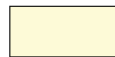
Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

## S.3 - Pericolosità sismica locale elevata



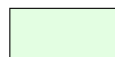
Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 metri ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.

## S.2 - Pericolosità sismica locale media



Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.

## S.1 - Pericolosità sismica locale bassa

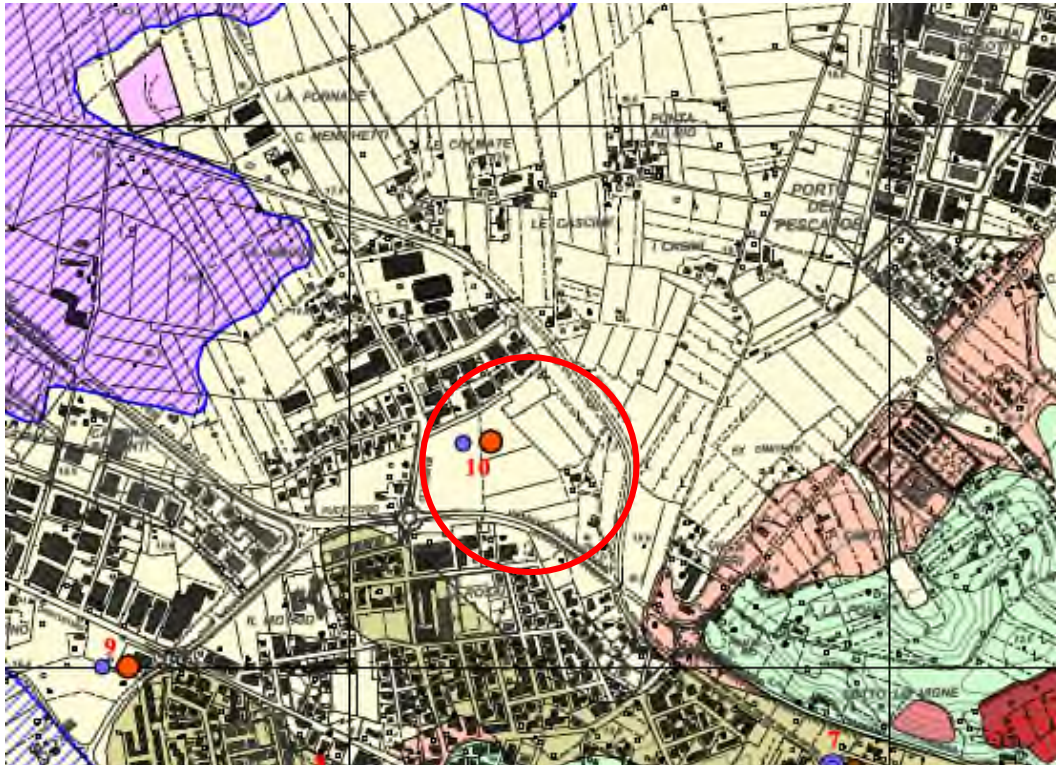


Non rappresentata

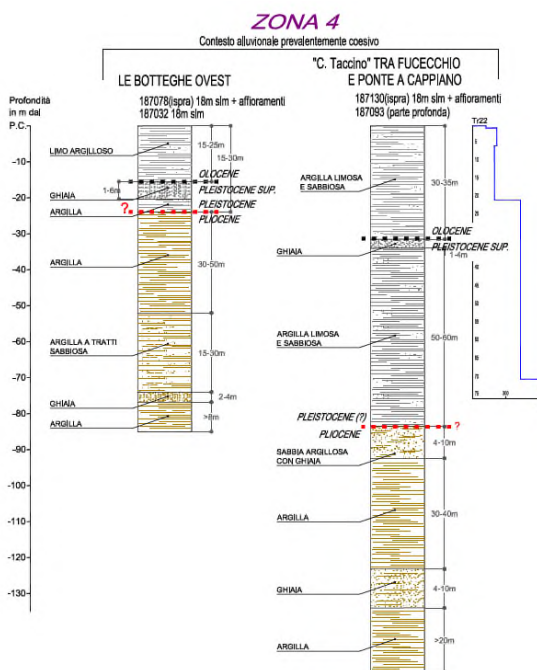


# CARTA DELLE MOPS – STRATIGRAFIE CARATTERISTICHE

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (A. 4.5.2 – A. 4.6)



Sismica passiva (misure tromometriche)	Frequenza Fo (Hz)	Ampiezza Ao
<b>1</b> Misure eseguite a supporto del presente lavoro	○ <1.0	○ 2 - 3
<b>Tri</b> Misure a disposizione	● 1.0 - 1.5	⊙ 3 - 4
	● 1.5 - 2.0	⊙ 3 - 4
	● 2.0 - 3.0	⊙ >4
	● 3.0 - 10	
	● >10	



### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Zona 1** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA NORD  
CONTESTO COLLINARE PLEISTOCENICO  
Sabbie e conglomerati debolmente cementati con livelli di argille grigie
- Zona 2** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA SUD  
CONTESTO COLLINARE PLIO-PLEISTOCENICO  
Sabbie gialle, limi sabbiosi e argille limose
- Zona 3** COLLINE AD EST DI FUCECCHIO  
CONTESTO COLLINARE PLIOCENICO  
Argille ed argille sabbiose
- Zona 4** FONDOVALLE FIUME ARNO  
Depositi alluvionali a componente prevalentemente argillosa
- Zona 5** FONDOVALLE FIUME ARNO  
Depositi alluvionali a componente prevalentemente granulare
- Zona 6** FONDOVALLE FIUME ARNO  
Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie e limi con ciottoli

### ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

**Instabilità di versante (FR)**

- a) attiva
- b) quiescente

**Liquefazione (LI)**

- FONDOVALLE FIUME ARNO  
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente prevalentemente sabbiosa potenzialmente liquefacibili

**Cedimenti differenziali (CD)**

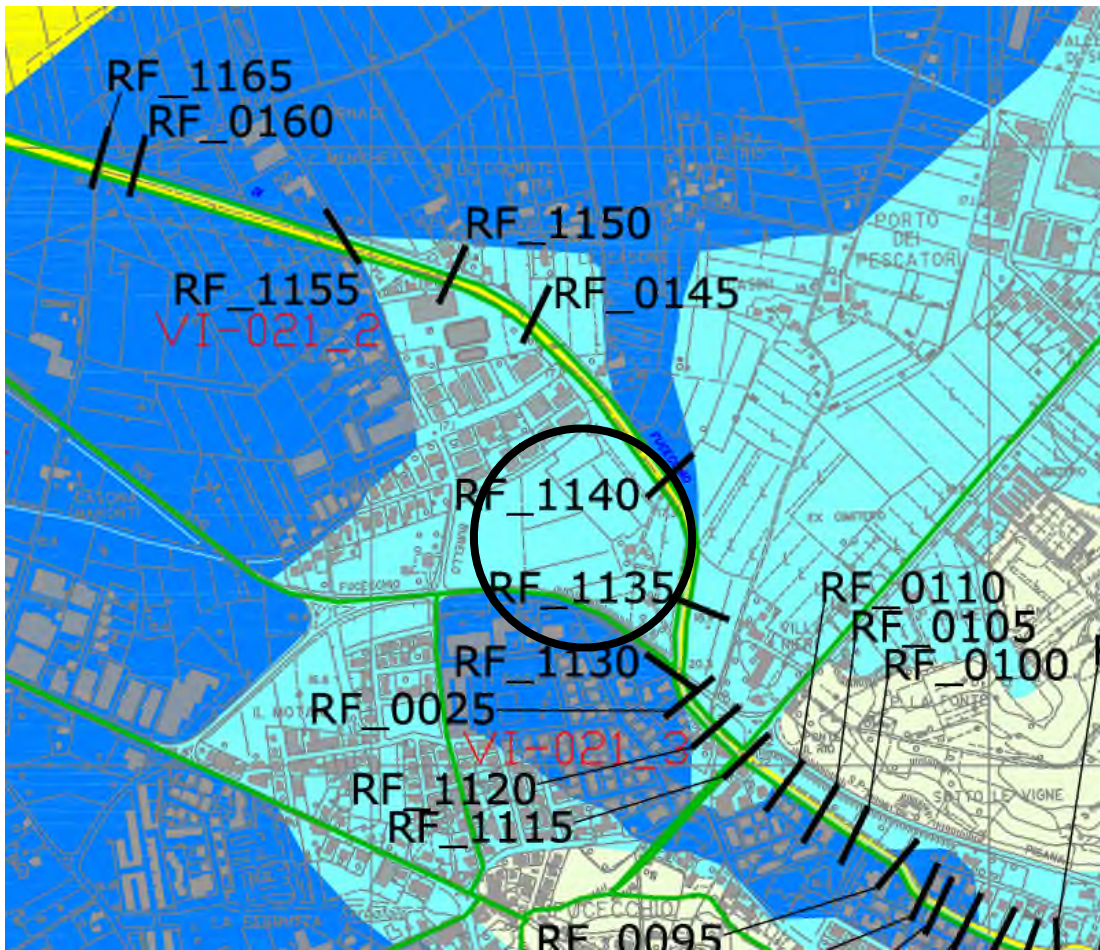
- PADULE DI FUCECCHIO  
Terreni argillosi ed argilloso-torbosi poco consistenti, soggetti a cedimenti diffusi

**Amplificazione stratigrafica**

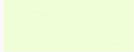



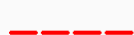
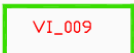
- ZONE DI FONDOVALLE AL PIEDE DEL "TERRAZZO DELLE CERBAIE"



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**  
 Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (C. 5.1)



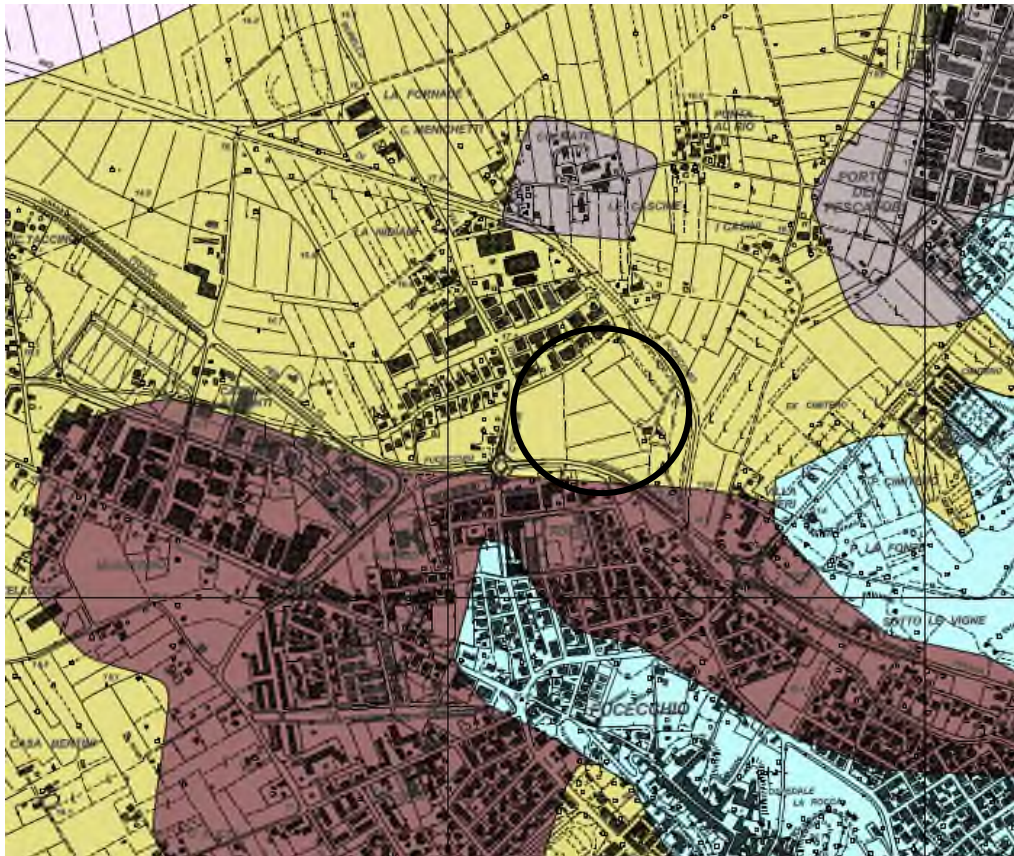
**LEGENDA**

	Classe di pericolosità idraulica: I1
	Classe di pericolosità idraulica: I2 - Tr500 anni -
	Classe di pericolosità idraulica: I3 - Tr200 anni -
	Classe di pericolosità idraulica: I4 - Tr30 anni -
	Confine comunale
	Celle di esondazione



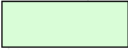






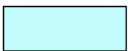
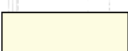

---

Perimetrazione ottenuta utilizzando  
 gli sfiori dall'Arno del modello SIMI 2004

# ZONIZZAZIONE ai sensi del PIANO DI BACINO STRALCIO BILANCIO IDRICO



## AUTORITA' DI BACINO FIUME ARNO ARTICOLI DELLE MISURE DI PIANO DI CUI AL PROGETTO DI PIANO DI BACINO STRALCIO "BILANCIO IDRICO"

	Art. 6, Art. 8, Art. 9, Art. 14, Art. 15		Art. 6, Art. 8, Art. 12
	Art. 6, Art. 8, Art. 9, Art. 15		Art. 6, Art. 8, Art. 12, Art. 14
	Art. 6, Art. 8, Art. 10, Art. 14, Art. 15		Art. 7, Art. 14, Art. 16
	Art. 6, Art. 8, Art. 10, Art. 15		Art. 7, Art. 16
	Art. 6, Art. 8, Art. 11		Art. 13
	Art. 6, Art. 8, Art. 11, Art. 14		Art. 13, Art. 14



# CARTA DELLA FATTIBILITA'

Stralcio tratto dalla carta del R.U – 2° Variante 2019 approvata

## CLASSI DI FATTIBILITA'

- (F1) Fattibilità senza particolari limitazioni :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- (F2) Fattibilità con normali vincoli :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- (F3) Fattibilità condizionata :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- (F4) Fattibilità limitata :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

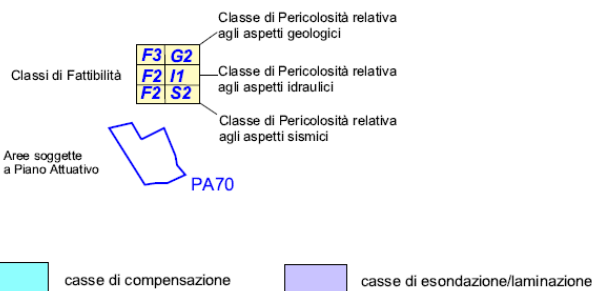
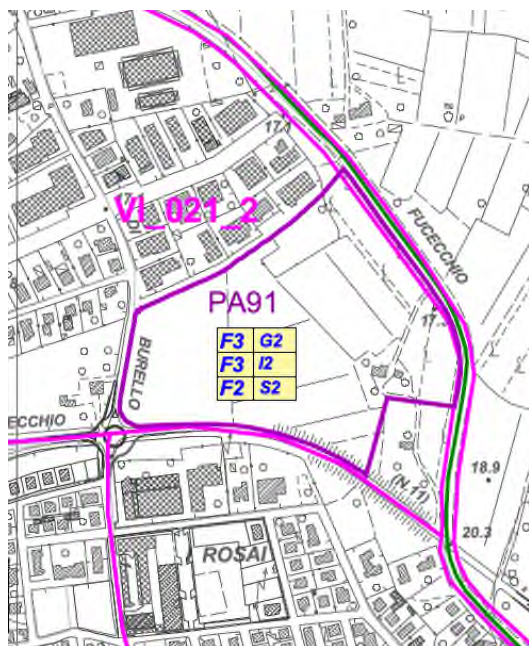
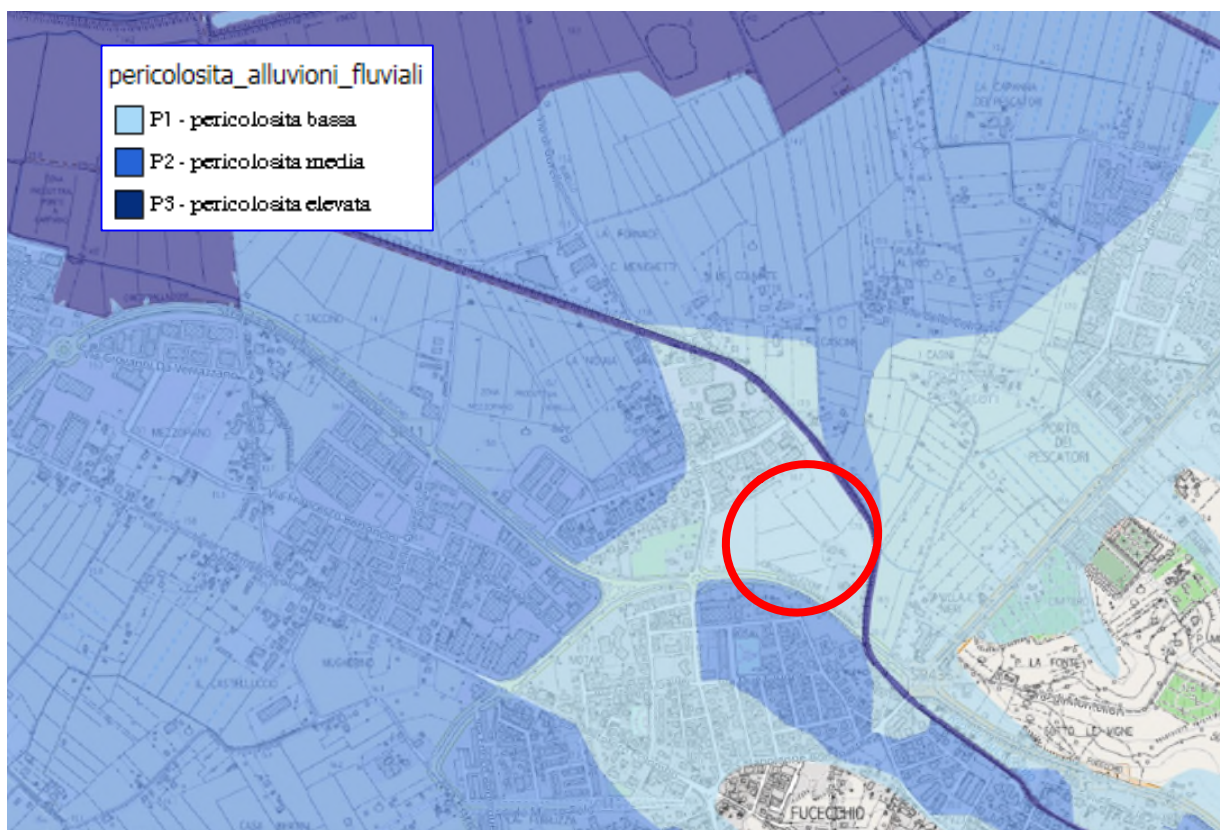


Tabella con l'involuppo dei massimi battenti nelle celle di esondazione, per i vari tempi di ritorno

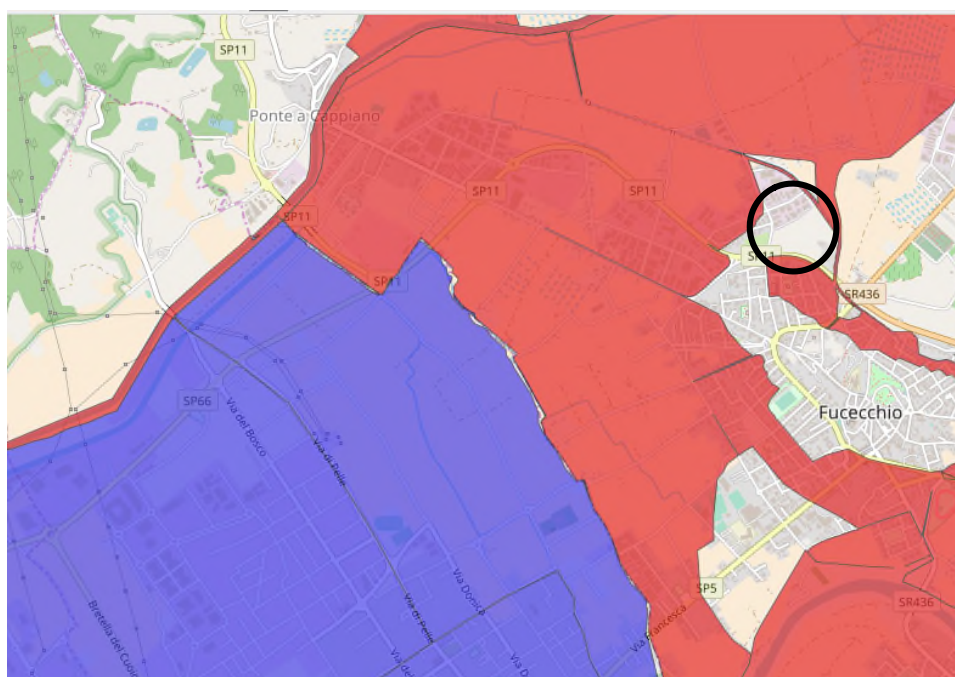
<i>Battenti ottenuti sulla base degli idrogrammi di sfioro dall'Arno - SINI 2004</i>			
Vm_Bart	21,19	20,44	vuota
Bart_Eg	20,36	19,95	vuota
<i>Modello canale Usciana, rio di Fucecchio, torrente Vinci e sfiori da Arno</i>			
VI_005_b	23,82	23,61	22,97
VI_003_a	23,81	23,61	vuota
VI_003_b	23,82	23,61	vuota
VI_005_a	23,81	23,61	vuota
VI_007	17,32	17,13	vuota
VI_009	16,28	16,11	14,11
VI_015_1	18,85	18,74	vuota
VI_017_1	16,13	15,81	14,41
VI_017_2	16,11	15,78	15,51
VI_021_1	16,2	15,99	vuota
VI_021_2	16,2	15,99	vuota
VI_021_3	17,43	vuota	vuota
VI_021_4	16,2	15,99	14,68
VI_021_5	16,2	15,99	14,68
VI_025	vuota	vuota	vuota
VI_027_1	16,11	15,78	15,5
VI_027_2	16,13	15,81	15,25
VI_027_3	16,18	15,83	vuota
<i>Modello rio di Vallebuia</i>			
Va_DX_16-9	18,38	18,34	18,29
Va_DX_9-6	17,47	17,12	vuota

## DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.)



- pericolosità da alluvione elevata (P3), aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $\leq$  a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $>$  30 anni e  $\leq$  200 anni
- pericolosità da alluvione bassa (P1), aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $>$  200 anni

### CARTA DEI BATTENTI ATTESI





UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE  
scala 1:2.000

Prova penetrometrica statica C.P.T.



CPT 1



CPT 2



CPT 3

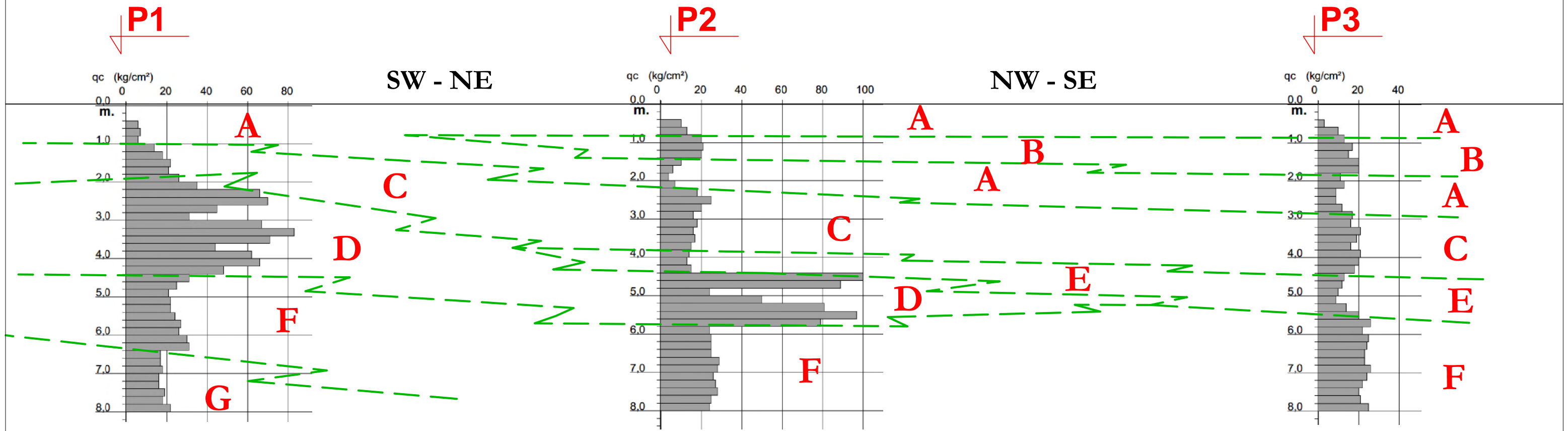


Prova geofisica MASW





SEZIONE STRATIGRAFICA DEL COMPARTO DI LOTTIZZAZIONE  
scala 1:100



CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

<b>A</b>	<b>Qc=5-10 Kg/cmq</b>	limo argilloso poco consistente
<b>B</b>	<b>Qc=18-20 Kg/cmq</b>	limo argilloso sabbioso di media consistenza
<b>C</b>	<b>Qc=15-20 Kg/cmq</b>	sabbia limoso argillosa di medio addensamento
<b>D</b>	<b>Qc=40-80 Kg/cmq</b>	sabbia limosa ed argillosa addensata - compatta
<b>E</b>	<b>Qc=10-14 Kg/cmq</b>	limo argilloso sabbioso di mediocore consistenza
<b>F</b>	<b>Qc=20-30 Kg/cmq</b>	sabbia limoso argillosa addensata
<b>G</b>	<b>Qc=17-20 Kg/cmq</b>	limo argilloso sabbioso di mediocore consistenza

# PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 1**

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
- lavoro : Piano Attuativo 91  
- località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
- note :

- data : 07/12/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	4,20	66,0	95,0	66,0	1,27	52,0
0,40	----	----	--	0,47	----	4,40	48,0	67,0	48,0	1,47	33,0
0,60	6,0	13,0	6,0	0,20	30,0	4,60	31,0	53,0	31,0	0,80	39,0
0,80	7,0	10,0	7,0	0,20	35,0	4,80	25,0	37,0	25,0	0,60	42,0
<b>1,00</b>	6,0	9,0	6,0	0,33	18,0	<b>5,00</b>	21,0	30,0	21,0	0,53	39,0
1,20	14,0	19,0	14,0	0,73	19,0	5,20	22,0	30,0	22,0	0,53	41,0
1,40	18,0	29,0	18,0	0,93	19,0	5,40	22,0	30,0	22,0	0,87	25,0
1,60	22,0	36,0	22,0	1,13	19,0	5,60	24,0	37,0	24,0	0,60	40,0
1,80	21,0	38,0	21,0	1,40	15,0	5,80	27,0	36,0	27,0	0,67	40,0
<b>2,00</b>	26,0	47,0	26,0	1,27	21,0	<b>6,00</b>	26,0	36,0	26,0	0,80	32,0
2,20	35,0	54,0	35,0	1,00	35,0	6,20	30,0	42,0	30,0	0,67	45,0
2,40	66,0	81,0	66,0	2,00	33,0	6,40	31,0	41,0	31,0	0,53	58,0
2,60	70,0	100,0	70,0	2,20	32,0	6,60	17,0	25,0	17,0	0,40	42,0
2,80	45,0	78,0	45,0	2,07	22,0	6,80	17,0	23,0	17,0	0,53	32,0
<b>3,00</b>	31,0	62,0	31,0	2,00	16,0	<b>7,00</b>	18,0	26,0	18,0	0,67	27,0
3,20	67,0	97,0	67,0	1,73	39,0	7,20	16,0	26,0	16,0	0,67	24,0
3,40	83,0	109,0	83,0	1,93	43,0	7,40	16,0	26,0	16,0	0,53	30,0
3,60	71,0	100,0	71,0	2,27	31,0	7,60	19,0	27,0	19,0	0,47	41,0
3,80	44,0	78,0	44,0	0,67	66,0	7,80	18,0	25,0	18,0	0,87	21,0
<b>4,00</b>	62,0	72,0	62,0	1,93	32,0	<b>8,00</b>	22,0	35,0	22,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 2**

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
 - lavoro : Piano Attuativo 91  
 - località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
 - note :

- data : 07/12/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	4,20	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0
0,40	----	----	--	0,60	----	4,40	15,0	22,0	15,0	2,27	7,0
0,60	10,0	19,0	10,0	0,47	21,0	4,60	100,0	134,0	100,0	1,47	68,0
0,80	13,0	20,0	13,0	1,00	13,0	4,80	89,0	111,0	89,0	1,87	48,0
<b>1,00</b>	20,0	35,0	20,0	2,80	7,0	<b>5,00</b>	24,0	52,0	24,0	1,00	24,0
1,20	21,0	63,0	21,0	1,60	13,0	5,20	50,0	65,0	50,0	2,33	21,0
1,40	20,0	44,0	20,0	0,80	25,0	5,40	81,0	116,0	81,0	1,60	51,0
1,60	10,0	22,0	10,0	0,53	19,0	5,60	97,0	121,0	97,0	2,87	34,0
1,80	6,0	14,0	6,0	0,27	22,0	5,80	79,0	122,0	79,0	3,33	24,0
<b>2,00</b>	4,0	8,0	4,0	0,33	12,0	<b>6,00</b>	24,0	74,0	24,0	1,40	17,0
2,20	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0	6,20	25,0	46,0	25,0	0,80	31,0
2,40	18,0	24,0	18,0	0,53	34,0	6,40	25,0	37,0	25,0	0,67	37,0
2,60	25,0	33,0	25,0	0,53	47,0	6,60	25,0	35,0	25,0	0,87	29,0
2,80	20,0	28,0	20,0	0,47	43,0	6,80	29,0	42,0	29,0	0,87	33,0
<b>3,00</b>	16,0	23,0	16,0	0,60	27,0	<b>7,00</b>	28,0	41,0	28,0	1,13	25,0
3,20	18,0	27,0	18,0	0,87	21,0	7,20	26,0	43,0	26,0	0,80	32,0
3,40	16,0	29,0	16,0	0,47	34,0	7,40	27,0	39,0	27,0	0,67	40,0
3,60	17,0	24,0	17,0	0,60	28,0	7,60	28,0	38,0	28,0	0,67	42,0
3,80	15,0	24,0	15,0	0,67	22,0	7,80	25,0	35,0	25,0	0,73	34,0
<b>4,00</b>	14,0	24,0	14,0	0,47	30,0	<b>8,00</b>	24,0	35,0	24,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 3**

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
- lavoro : Piano Attuativo 91  
- località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
- note :

- data : 07/12/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	4,20	20,0	27,0	20,0	0,47	43,0
0,40	----	----	--	0,20	----	4,40	18,0	25,0	18,0	0,47	39,0
0,60	3,0	6,0	3,0	0,67	4,0	4,60	13,0	20,0	13,0	0,27	49,0
0,80	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0	4,80	12,0	16,0	12,0	0,20	60,0
<b>1,00</b>	13,0	23,0	13,0	0,47	28,0	<b>5,00</b>	10,0	13,0	10,0	0,27	37,0
1,20	17,0	24,0	17,0	0,67	25,0	5,20	9,0	13,0	9,0	0,40	22,0
1,40	15,0	25,0	15,0	0,67	22,0	5,40	14,0	20,0	14,0	0,67	21,0
1,60	20,0	30,0	20,0	0,67	30,0	5,60	20,0	30,0	20,0	0,67	30,0
1,80	20,0	30,0	20,0	0,60	33,0	5,80	26,0	36,0	26,0	0,87	30,0
<b>2,00</b>	11,0	20,0	11,0	0,47	24,0	<b>6,00</b>	22,0	35,0	22,0	0,60	37,0
2,20	13,0	20,0	13,0	0,40	32,0	6,20	25,0	34,0	25,0	0,53	47,0
2,40	9,0	15,0	9,0	0,33	27,0	6,40	24,0	32,0	24,0	0,60	40,0
2,60	9,0	14,0	9,0	0,53	17,0	6,60	23,0	32,0	23,0	0,53	43,0
2,80	12,0	20,0	12,0	0,53	22,0	6,80	23,0	31,0	23,0	0,80	29,0
<b>3,00</b>	17,0	25,0	17,0	0,60	28,0	<b>7,00</b>	26,0	38,0	26,0	0,93	28,0
3,20	16,0	25,0	16,0	0,40	40,0	7,20	24,0	38,0	24,0	0,60	40,0
3,40	21,0	27,0	21,0	0,40	52,0	7,40	22,0	31,0	22,0	0,47	47,0
3,60	19,0	25,0	19,0	0,60	32,0	7,60	20,0	27,0	20,0	0,53	37,0
3,80	16,0	25,0	16,0	-----	----	7,80	21,0	29,0	21,0	0,47	45,0
<b>4,00</b>	21,0	20,0	21,0	0,47	45,0	<b>8,00</b>	25,0	32,0	25,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

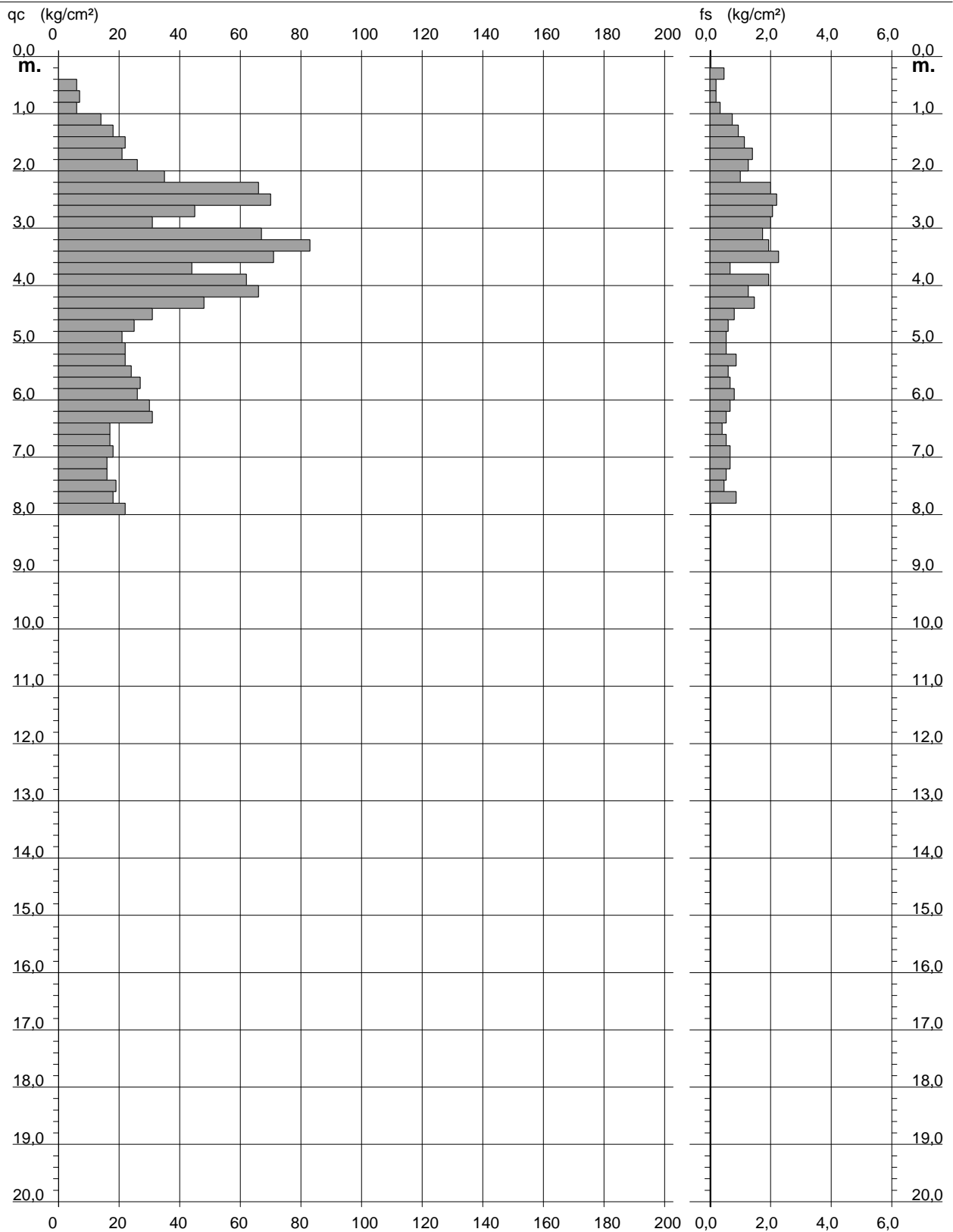
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
- lavoro : Piano Attuativo 91  
- località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)

- data : 07/12/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



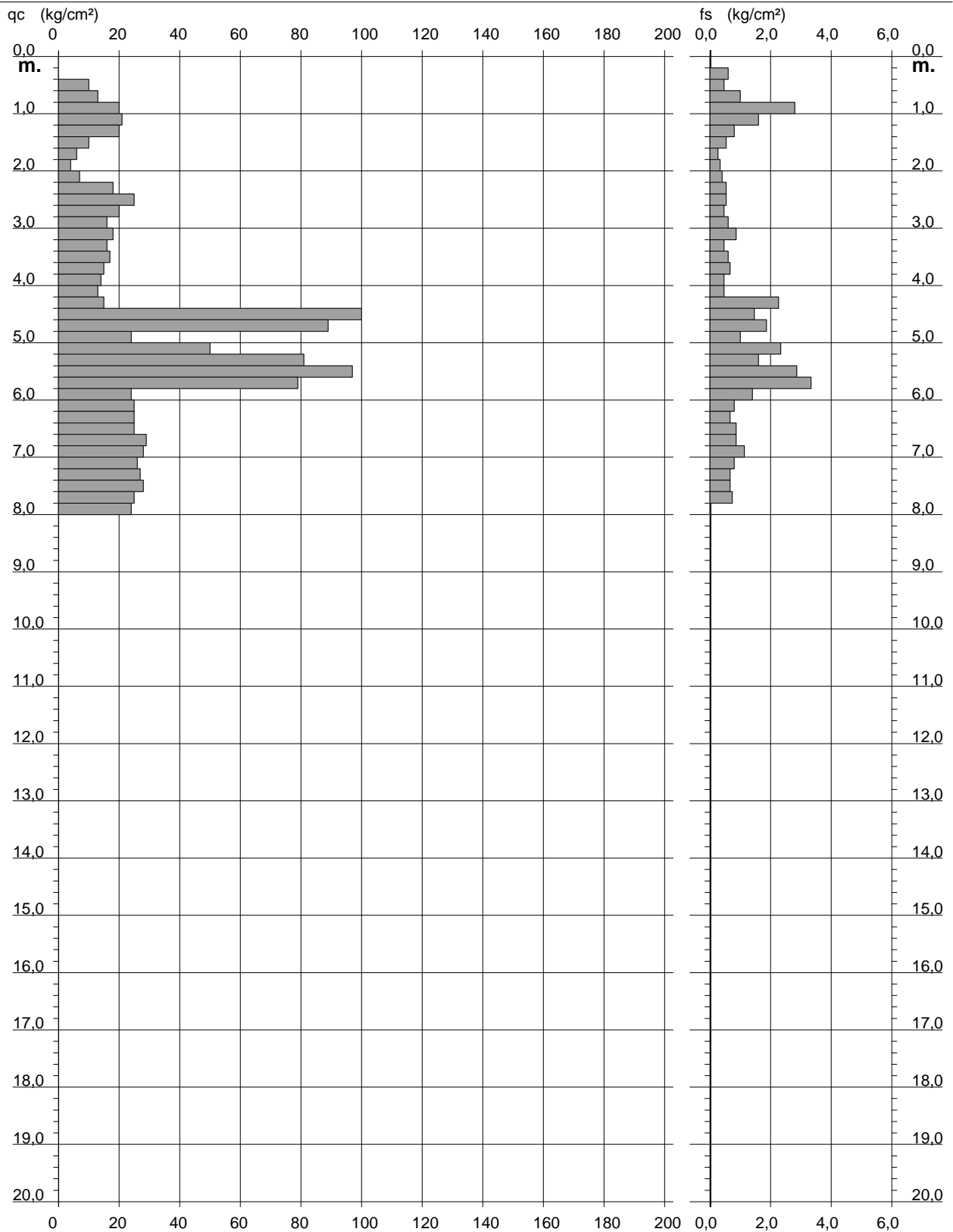
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
- lavoro : Piano Attuativo 91  
- località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)

- data : 07/12/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



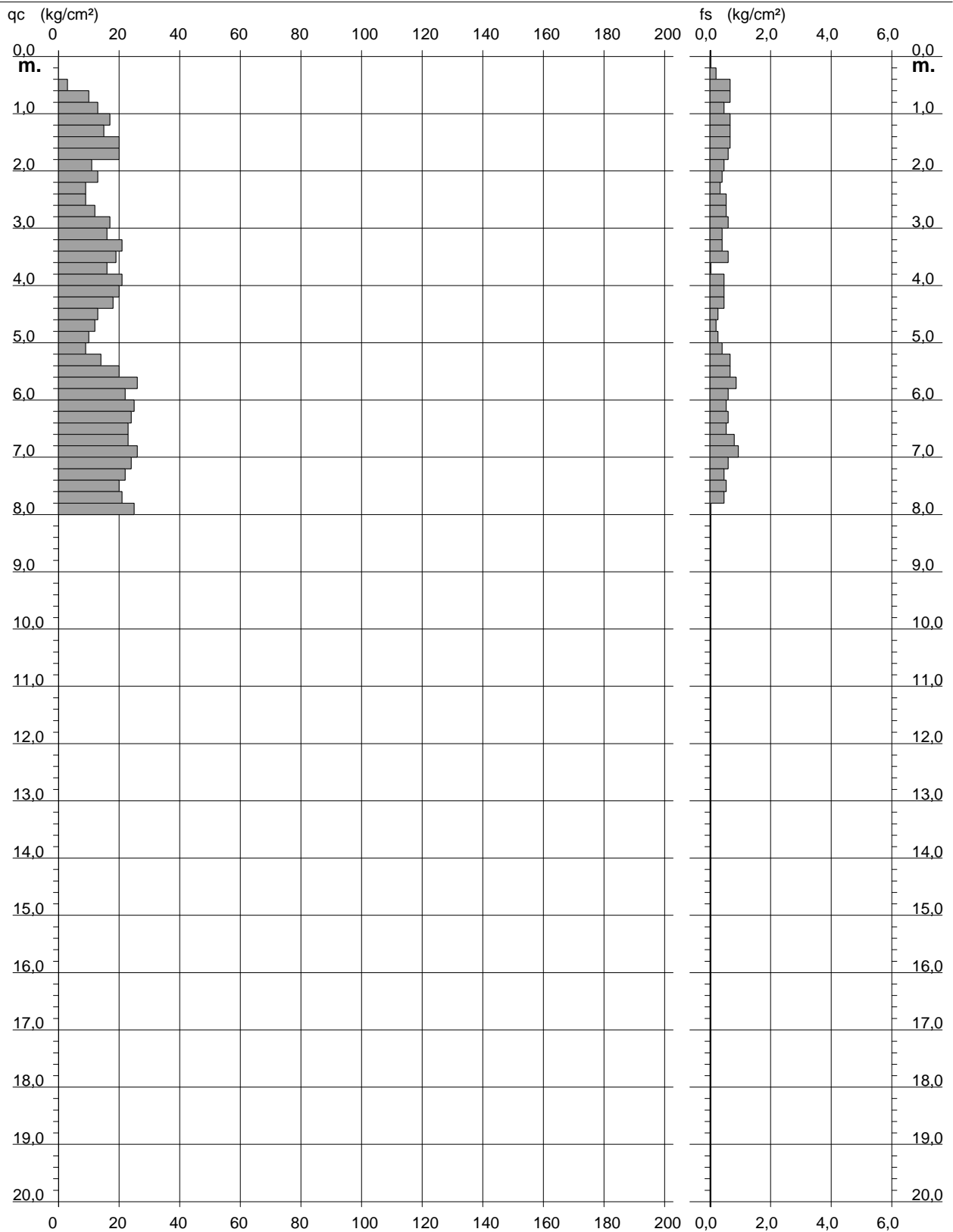
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 3

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
- lavoro : Piano Attuativo 91  
- località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)

- data : 07/12/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



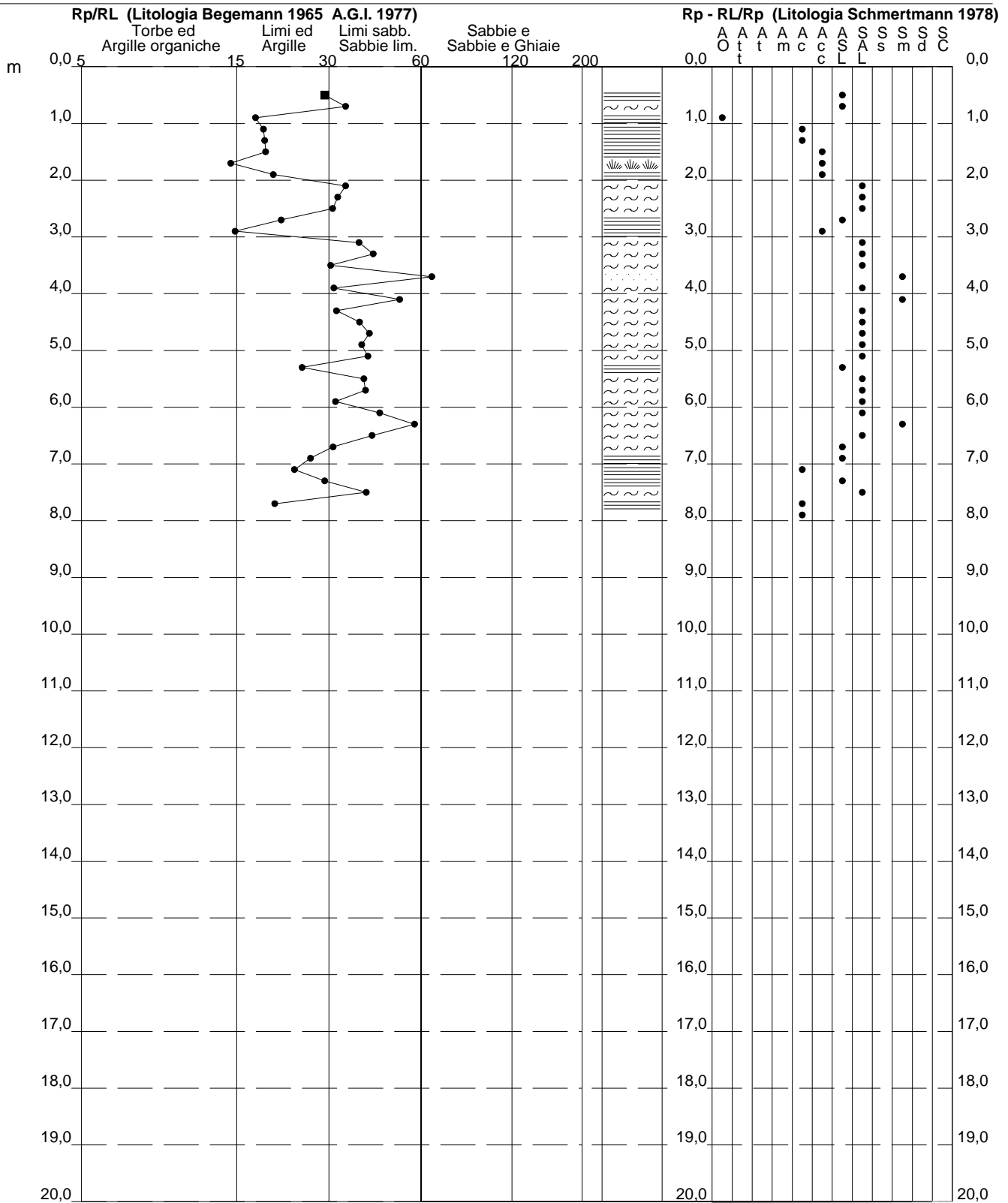
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
 - lavoro : Piano Attuativo 91  
 - località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
 - note :

- data : 07/12/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100





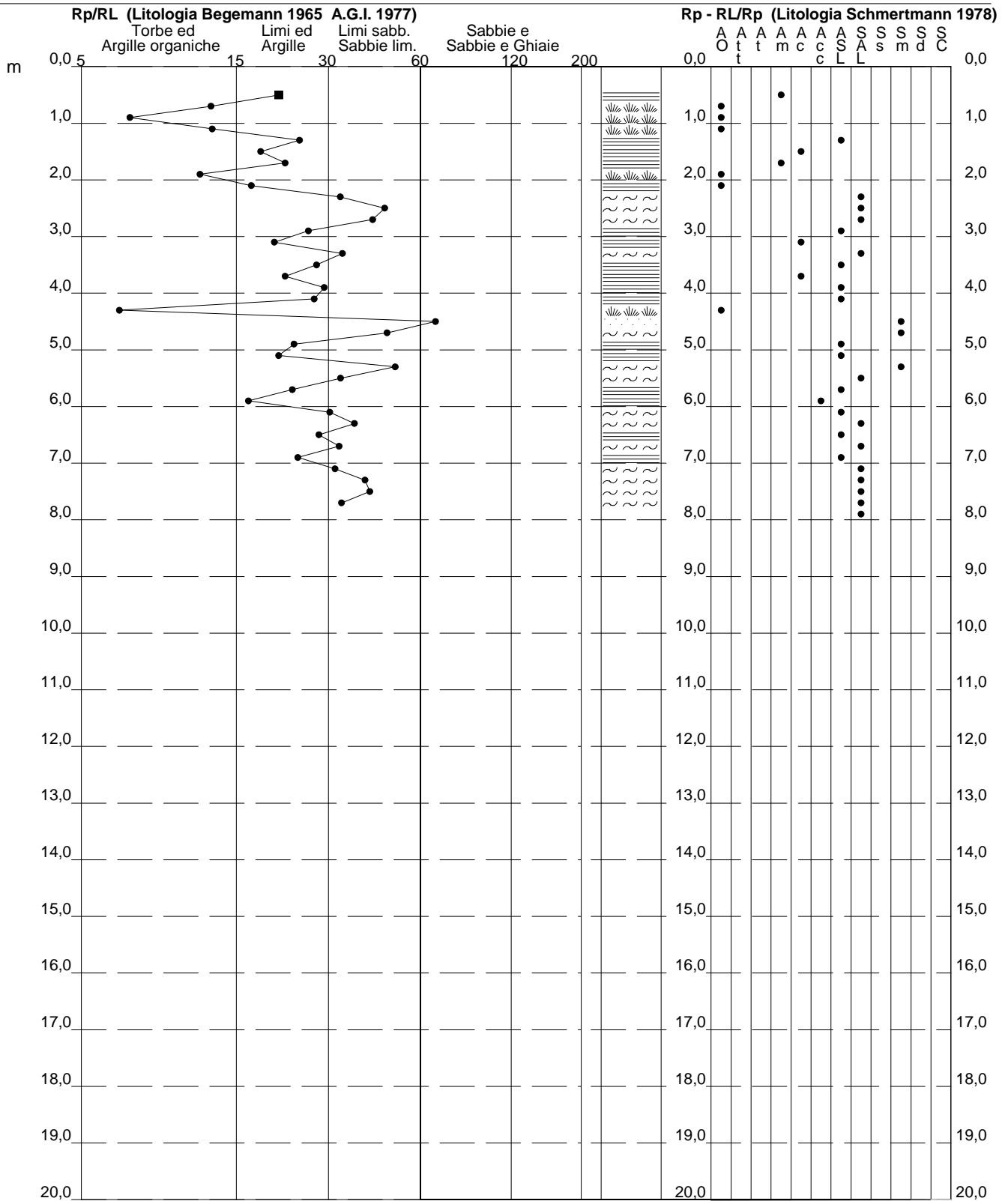
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
 - lavoro : Piano Attuativo 91  
 - località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
 - note :

- data : 07/12/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



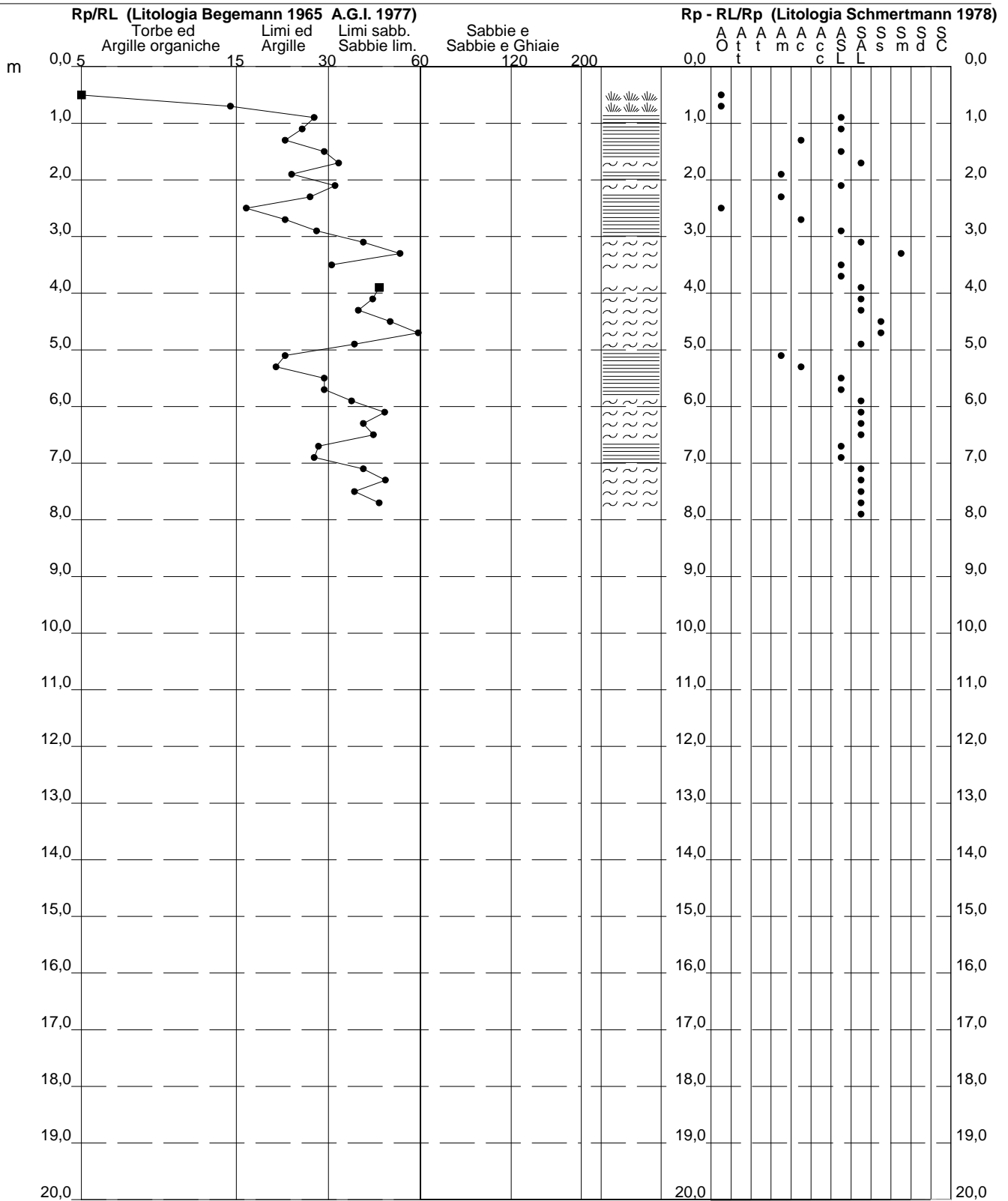
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
 - lavoro : Piano Attuativo 91  
 - località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
 - note :

- data : 07/12/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100





# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
 - lavoro : Piano Attuativo 91  
 - località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
 - note :

- data : 07/12/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10	21	2////	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	13	13	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	20	7	4/:/:	1,85	0,19	0,80	39,2	136	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0,125	33	50	60	
1,20	21	13	4/:/:	1,85	0,22	0,82	32,3	140	210	63	55	36	38	40	42	37	27	0,117	35	53	63	
1,40	20	25	4/:/:	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60	
1,60	10	19	2////	1,85	0,30	0,50	12,1	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	6	22	2////	1,85	0,33	0,30	5,5	90	135	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	4	12	1***	1,85	0,37	0,20	2,9	20	31	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	7	17	2////	1,85	0,41	0,35	5,2	112	167	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,40	18	34	4/:/:	1,85	0,44	0,75	12,1	128	191	56	33	33	35	38	41	32	27	0,064	30	45	54	
2,60	25	47	3:::	1,85	0,48	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75	
2,80	20	43	4/:/:	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60	
3,00	16	27	2////	1,85	0,55	0,70	8,3	132	198	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,20	18	21	2////	1,85	0,59	0,75	8,4	141	211	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	16	34	4/:/:	1,85	0,63	0,70	7,1	157	235	52	20	31	34	37	40	29	27	0,039	27	40	48	
3,60	17	28	2////	1,85	0,67	0,72	7,0	167	251	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	15	22	2////	1,85	0,70	0,67	5,9	187	281	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,00	14	30	4/:/:	1,85	0,74	0,64	5,2	203	304	48	12	30	33	36	39	28	26	0,023	23	35	42	
4,20	13	28	2////	1,85	0,78	0,60	4,6	216	325	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,40	15	7	2////	1,85	0,81	0,67	4,9	225	338	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,60	100	68	3:::	1,85	0,85	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	38	34	0,177	167	250	300	
4,80	89	48	3:::	1,85	0,89	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	37	33	0,162	148	223	267	
5,00	24	24	4/:/:	1,85	0,93	0,89	6,0	245	368	72	25	31	34	37	40	29	28	0,047	40	60	72	
5,20	50	21	4/:/:	1,85	0,96	1,67	12,5	283	425	150	49	35	37	39	42	33	31	0,102	83	125	150	
5,40	91	51	3:::	1,85	1,00	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	36	33	0,144	135	203	243	
5,60	97	34	3:::	1,85	1,04	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	37	34	0,159	162	243	291	
5,80	79	24	4/:/:	1,85	1,07	2,63	19,3	448	672	237	62	37	39	41	43	35	33	0,136	132	198	237	
6,00	24	17	4/:/:	1,85	1,11	0,89	4,8	308	462	72	20	31	34	37	40	28	28	0,039	40	60	72	
6,20	25	31	3:::	1,85	1,15	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	28	0,040	42	63	75	
6,40	25	37	3:::	1,85	1,18	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	28	0,038	42	63	75	
6,60	25	29	4/:/:	1,85	1,22	0,91	4,3	341	511	75	19	31	34	36	40	28	28	0,037	42	63	75	
6,80	29	33	3:::	1,85	1,26	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	29	0,045	48	73	87	
7,00	28	25	4/:/:	1,85	1,30	0,97	4,3	362	542	84	22	31	34	37	40	28	28	0,042	47	70	84	
7,20	26	32	3:::	1,85	1,33	--	--	--	--	--	19	31	33	36	39	28	28	0,036	43	65	78	
7,40	27	40	3:::	1,85	1,37	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	28	28	0,037	45	68	81	
7,60	28	42	3:::	1,85	1,41	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	28	0,038	47	70	84	
7,80	25	34	3:::	1,85	1,44	--	--	--	--	--	15	30	33	36	39	27	28	0,030	42	63	75	
8,00	24	--	4/:/:	1,85	1,48	0,89	3,3	415	622	72	13	30	33	36	39	27	28	0,026	40	60	72	

# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT 3**

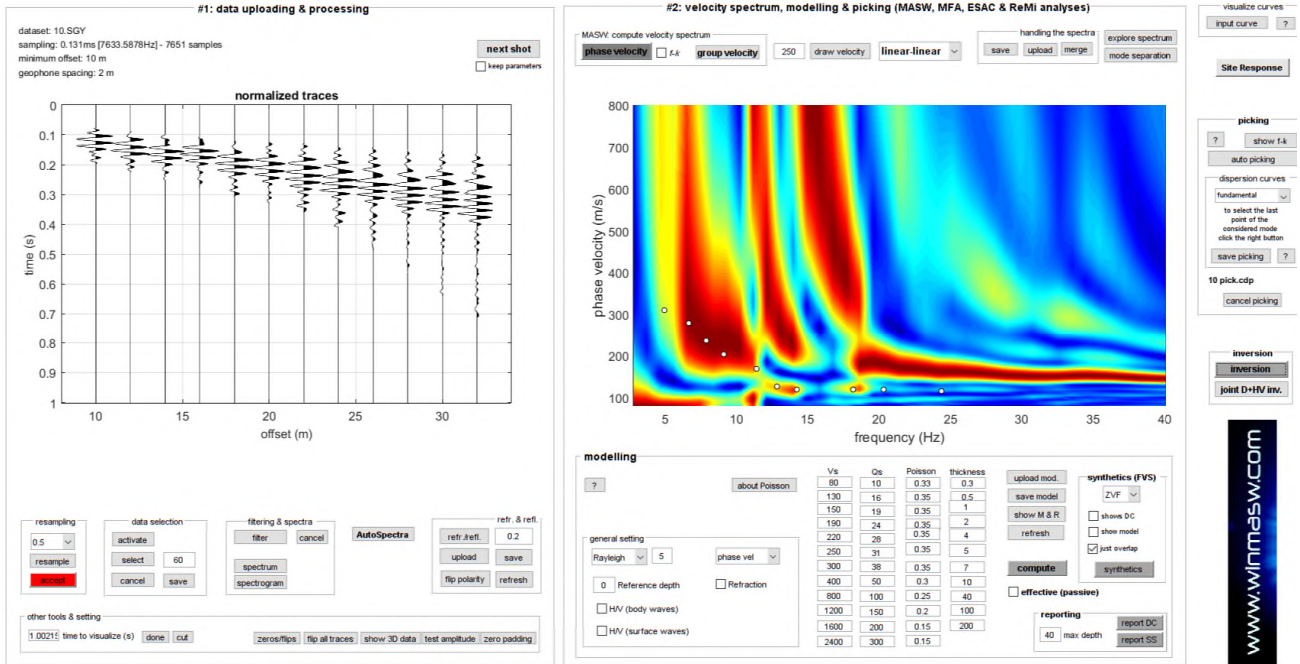
2.01PG05-077

- committente : Immobiliare San Sio S.R.L.  
- lavoro : Piano Attuativo 91  
- località : via dei Rosai, Fucecchio (FI)  
- note :

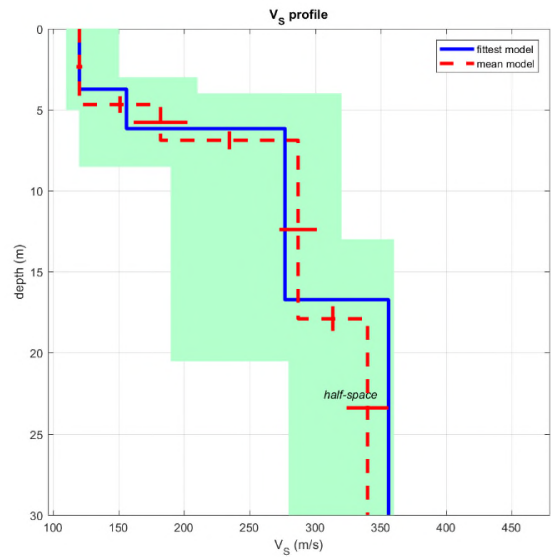
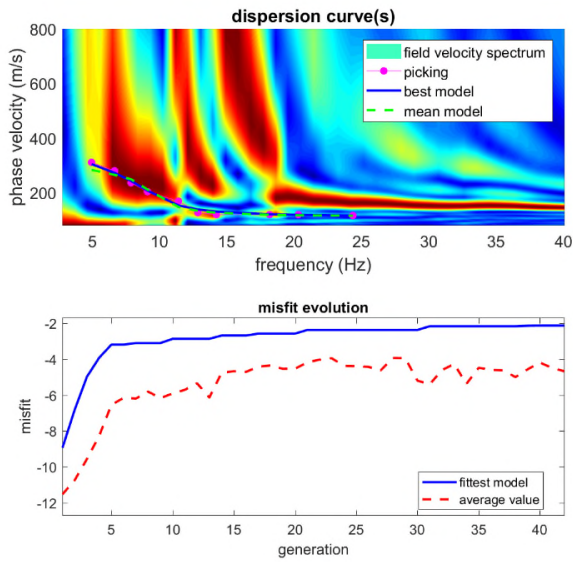
- data : 07/12/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA															NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²			
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,60	3	4	1***	1,85	0,11	0,15	9,1	6	9	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	10	15	2////	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	13	28	2////	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	17	25	2////	1,85	0,22	0,72	27,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,40	15	22	2////	1,85	0,26	0,67	20,5	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,60	20	30	4/./	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60			
1,80	20	33	4/./	1,85	0,33	0,80	18,8	136	204	60	44	34	36	39	41	34	27	0,088	33	50	60			
2,00	11	24	2////	1,85	0,37	0,54	10,0	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,20	13	32	4/./	1,85	0,41	0,60	10,3	103	154	47	24	31	34	37	40	31	26	0,045	22	33	39			
2,40	9	27	2////	1,85	0,44	0,45	6,4	115	173	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,60	9	17	2////	1,85	0,48	0,45	5,8	129	193	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,80	12	22	2////	1,85	0,52	0,57	7,1	129	194	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,00	17	28	2////	1,85	0,55	0,72	8,7	131	197	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,20	16	40	4/./	1,85	0,59	0,70	7,7	144	216	52	22	31	34	37	40	30	27	0,041	27	40	48			
3,40	21	52	3:..:	1,85	0,63	--	--	--	--	--	30	32	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63			
3,60	19	32	4/./	1,85	0,67	0,78	7,6	162	244	58	25	31	34	37	40	30	27	0,047	32	48	57			
3,80	16	--	4/./	1,85	0,70	0,70	6,2	184	276	52	18	30	33	36	39	29	27	0,034	27	40	48			
4,00	21	45	3:..:	1,85	0,74	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	30	27	0,049	35	53	63			
4,20	20	43	4/./	1,85	0,78	0,80	6,5	200	300	60	23	31	34	37	40	29	27	0,043	33	50	60			
4,40	18	39	4/./	1,85	0,81	0,75	5,7	219	328	56	18	31	33	36	39	29	27	0,034	30	45	54			
4,60	13	49	4/./	1,85	0,85	0,60	4,1	238	356	47	6	29	32	35	38	26	26	0,014	22	33	39			
4,80	12	60	4/./	1,85	0,89	0,57	3,6	251	376	45	2	28	31	35	38	26	26	0,005	20	30	36			
5,00	10	37	4/./	1,85	0,93	0,50	2,9	250	375	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30			
5,20	9	22	2////	1,85	0,96	0,45	2,4	241	361	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,40	14	21	2////	1,85	1,00	0,64	3,6	282	423	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,60	20	30	4/./	1,85	1,04	0,80	4,5	289	433	60	16	30	33	36	39	28	27	0,030	33	50	60			
5,80	26	30	4/./	1,85	1,07	0,93	5,2	294	441	78	24	31	34	37	40	29	28	0,046	43	65	78			
6,00	22	37	3:..:	1,85	1,11	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	28	28	0,033	37	55	66			
6,20	25	47	3:..:	1,85	1,15	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	28	0,040	42	63	75			
6,40	24	40	3:..:	1,85	1,18	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	28	28	0,036	40	60	72			
6,60	23	43	3:..:	1,85	1,22	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	28	28	0,032	38	58	69			
6,80	23	29	4/./	1,85	1,26	0,87	3,9	352	528	69	16	30	33	36	39	27	28	0,030	38	58	69			
7,00	26	28	4/./	1,85	1,30	0,93	4,1	362	542	78	19	31	34	36	40	28	28	0,037	43	65	78			
7,20	24	40	3:..:	1,85	1,33	--	--	--	--	--	16	30	33	36	39	27	28	0,031	40	60	72			
7,40	22	47	3:..:	1,85	1,37	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	27	28	0,024	37	55	66			
7,60	20	37	4/./	1,85	1,41	0,80	3,1	388	582	60	8	29	32	35	39	26	27	0,018	33	50	60			
7,80	21	45	3:..:	1,85	1,44	--	--	--	--	--	9	29	32	35	39	26	27	0,019	35	53	63			
8,00	25	--	4/./	1,85	1,48	0,91	3,4	416	624	75	15	30	33	36	39	27	28	0,029	42	63	75			

# GRAFICI INDAGINE SISMICA MASW



## Common-shot gather e spettro di velocità



dataset: 10.SGY  
 dispersion curve: 10 pick.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 246 246 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 240 240 m/s



## Risultato inversione

**RISULTATI ELABORAZIONE MASW- via di Burello – FUCECCHIO**  
**Richiedente: Imm.re SANZIO srl**

dataset: 10.SGY  
sampling (ms): 0.131  
minimum offset (m): 10  
geophone spacing (m): 2  
offsets (m): 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32  
Dispersion curve: 10 pick.cdp  
Number of individuals: 32  
Number of generations: 33

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 110 120 190 280  
Adopted search space (maximum Vs): 150 210 320 360  
Adopted search space (minimum Poisson): 0.2 0.2 0.2 0.175  
Adopted search space (maximum Poisson): 0.499 0.499 0.499 0.499  
Adopted search space (minimum Qs): 11.9155 18.6199 25.3243 32.0288  
Adopted search space (maximum Qs): 23.831 37.2398 50.6487 64.0575  
Adopted search space (minimum reference frequency): 1  
Adopted search space (maximum reference frequency): 24.371  
Adopted search space (minimum thickness): 3 1 9  
Adopted search space (maximum thickness): 5 3.5 12

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-11.5211	-8.92646
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-10.7309	-6.81088
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-9.5555	-4.97
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-8.2631	-3.9123
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-6.5341	-3.179
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-6.1478	-3.179
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-6.1875	-3.0951
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-5.802	-3.0951
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-6.1648	-3.0951
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-5.9002	-2.8579
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-5.6995	-2.8579
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-5.34	-2.8579
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-6.1271	-2.8579
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-4.7514	-2.6746
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-4.6634	-2.6746
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-4.7002	-2.6746
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-4.4049	-2.5679
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-4.3435	-2.5679
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-4.5303	-2.5679
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-4.5243	-2.5679
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-4.1708	-2.3648
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-4.0175	-2.3648
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-3.9421	-2.3648
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-4.3662	-2.3648
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-4.3798	-2.3648

Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -4.4211 -2.3648  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -4.6134 -2.3648  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -3.9247 -2.3648  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -3.9359 -2.3648  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -5.188 -2.3648  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -5.3936 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 32; average & best misfits: -4.6024 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 33; average & best misfits: -4.2611 -2.1576

Adopted search space (minimum Vs): 110 120 190 280  
Adopted search space (maximum Vs): 150 210 320 360  
Adopted search space (minimum Qs): 11.9155 18.6199 25.3243 32.0288  
Adopted search space (maximum Qs): 23.831 37.2398 50.6487 64.0575  
Adopted search space (minimum reference frequency): 1  
Adopted search space (maximum reference frequency): 24.371  
Adopted search space (minimum Poisson): 0.2 0.2 0.2 0.175  
Adopted search space (maximum Poisson): 0.497 0.497 0.497 0.497  
Adopted search space (minimum thickness): 3 1 9  
Adopted search space (maximum thickness): 5 3.5 12

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -5.3681 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -4.4721 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -4.5889 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -4.6148 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -4.9897 -2.1576  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -4.5568 -2.1286  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -4.1803 -2.1199  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -4.4802 -2.1199  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -4.6646 -2.1199

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 120 156 277 356  
Thickness (m): 3.7 2.4 11

Number of models considered to calculate the average model: 288

#####  
RESULTS  
#####

Dataset: 10.SGY

Analyzed curve/spectrum: 10 pick.cdp

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion



## MEAN MODEL

Vs (m/s): 120 182 287 340  
Standard deviations (m/s): 2 21 14 16

Thickness (m): 4.7 2.2 11.0  
Standard deviations (m): 0.5 0.6 0.8

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 379 413 911 831  
Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.82 1.84 2.03 2.01  
Vp/Vs ratio: 3.16 2.27 3.17 2.44  
Poisson: 0.44 0.38 0.44 0.40  
Shear modulus (MPa): 26 61 167 232  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

## Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
4.95633	283.069
6.66311	264.7098
7.88986	248.7716
9.11661	210.9554
11.4101	147.1372
12.8502	132.9603
14.2369	126.0822
18.1839	118.1988
20.3174	116.5317
24.371	114.9931

## BEST MODEL

Vs (m/s): 120 156 277 356  
thickness (m): 3.73061 2.42769 10.5601

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 344 260 1421 3257  
Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.80 1.73 2.14 2.34  
Vp/Vs ratio: 2.87 1.67 5.13 9.15  
Poisson: 0.43 0.22 0.48 0.49  
Shear modulus (MPa): 26 42 164 297  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
4.95633	304.1017

6.66311	272.225
7.88986	242.5525
9.11661	206.869
11.4101	152.8352
12.8502	138.0926
14.2369	130.2736
18.1839	120.4561
20.3174	118.1475
24.371	115.8342

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

Inversion quality: very good

Vs30 & VsE (mean model): 240 240 m/s

Vs30 & VsE (best model): 246 246 m/s

---

---

winMASW - Surface Waves & Beyond  
[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Number of models used to define the mean model: 288

Vs30 for the best model: 246 246

Analyzing phase velocities