

# LUCCHI dott.geol. ENZO

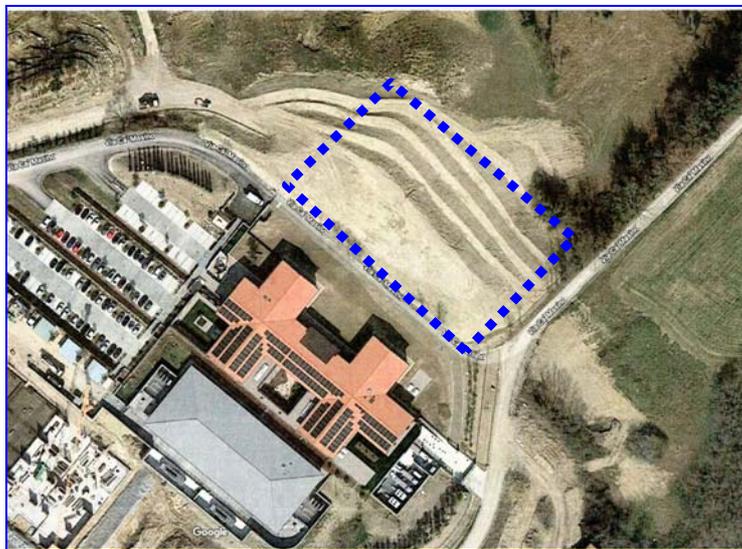
SONDAGGI - GEOTECNICA - GEOFISICA - GEOLOGIA

COMUNE DI CASTEL SAN PIETRO TERME  
PROVINCIA DI BOLOGNA

Proprietà:  S.P.A. Via Mario Fantin, 1-3 – 40131 BOLOGNA – BO  
Progettista : **POLISTUDIO A.E.S.** – SOCIETA' DI INGEGNERIA S.r.l.

STUDIO GEOLOGICO INTEGRATO PER FATTIBILITÀ del " PROGETTO DI  
INTERVENTO PER FUNZIONI TERZIARIE IN LOCALITA' VARIGNANA in Via Cà di  
Masino 611/b , PROPOSTA DI AMPLIAMENTO AREA

## **RELAZIONE IDROGEOLOGICA** **x FATTIBILITA' PRELIMINARE**



47121, FORLÌ - via G. Lazzarini, n° 21 - Tel./Fax. 0543 / 35738  
[enzo@geostudiolucchi.it](mailto:enzo@geostudiolucchi.it) ./ [www.studiogeolucchienzo.eu](http://www.studiogeolucchienzo.eu)

(Giugno 2019)

## INDICE

Premessa .....	Pag. 3
<b>Motivazioni dello STUDIO</b> .....	Pag. 6
Inquadramento Geologico “estrapolabile dalle prove” ....	Pag. 9
<b>Interpretazione dati e CONCLUSIONI GEN.</b> .....	Pag. 21
Appendice – Documentazioni Cartografiche.....	Pag. 27
Elenco degli allegati.....	Pag. 29

## NORMATIVE DI RIFERIMENTO

*Nello Studio in oggetto sono inoltre stati seguiti i suggerimenti e le prescrizioni delle attuali normative in materia , citiamo in particolare :*

- Legge 2 febbraio 1974 n°64
- D.M.21-01-1981
- D.M.11-03-1988
- Parere Min. LL.PP. 13 Aprile 1989, n°183
- Parere Min. LL.PP. 17 Dicembre 1993, n°138
- Circolare Min. LL.PP. 9 Gennaio 1996, n°218/24/3
- Ordinanza P.C.M.- 20 Marzo 2003, n°3274
- Decreto Min. INFR. E TRASP. - 14 Settembre 2005 – **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI-** (G.U.23-9-2005, n.222-suppl.) ... (parte...), poi modificato e recepito dal →
- Decreto Min. INFR. E TRASP. - 14 Gennaio 2008 – **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI-**
- **CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 – n°617 – (G.U.26-2-2009, n.47-suppl.Ordinario n.27) - “Istruzioni per l’applicazione delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI” di cui al D.M. 14 Gennaio 2008**
- *Citiamo inoltre:*
- Sentenza del T.A.R. del Lazio, Roma , III Sezione, n.1422/2008 del 18 Febbraio 2008
- Sentenza del T.A.R. del Lazio, Roma , III Sezione, n.3757/2012 del 26 Aprile 2012
- Sentenza del T.A.R. del Lazio, Roma , III Sezione, n.3761/2012 del 26 Aprile 2012
- **Decreto Min. INFR. E TRASP. - 17 Gennaio 2018 – AGGIORNAMENTO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI-**
- **CIRCOLARE 21 Gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. ( Istruzioni per l’Applicazione delle NTC del 17 gennaio 2018)**

**Inoltre, per quanto riguarda la Regione Emilia Romagna, citiamo :**

- **Circolare Regionale (Regione E.R.) n.1288/83**
- **L.R. n°20/2000 (Art. 16 – com. 1)**
- la Delibera dell’Assemblea Legislativa progr. N° 112 – oggetto n° 2131 del 2 maggio 2007, “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”; e successive integrazioni e modifiche....
- L.R. n.19/2008 Art. 5

## **PREMESSA**

E' stata eseguita un'Indagine IDROGEOLOGICA, per ricostruire le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei terreni interessati da NUOVE OPERE in Comune di CASTEL SAN PIETRO TERME (BO) – Loc. VARIGNANA .

( v. **verifiche di fattibilità Geologica per NUOVE COSTRUZIONI in progetto**)

## **Indagini preliminari e “Studi ATTUALI”**

*Nell'area di Studio ed Aree circostanti (sempre della medesima Proprietà), sono state recentemente eseguiti vari studi di carattere Geognostico e Geofisico, allo scopo di verificare la fattibilità progettuale di Nuove opere, già in buona parte realizzate .*

*a) Indagini Preliminari eseguite nella limitrofa proprietà denominata “Le Marzoline” di proprietà CRIF-SpA, negli anni 2012 e 2013*

**→ La fase preliminare d'indagini** aveva riguardato in particolare delle verifiche di fattibilità in un terreno ubicato attorno all' esistente fabbricato denominato “Le Marzoline” per la progettazione di nuovi Edifici (ristrutturazione ed ampliamento dei manufatti esistenti con variazione della destinazione d'uso) aveva richiesto (nell'ordine) :

a) Esecuzione di n. 2 Sondaggi Geofisici eseguiti con Metodo Elettrico (SEV)

b) Esecuzione di n. 1 Sondaggio Geofisico prel. eseguito con Metodo Nakamura (HVSR)

c) n. 5 Prove Penetrometriche Statiche(CPT)

d) Riesame di sondaggi eseguiti in area limitrofa (a Nord)

e) Indagine geofisica comparativa “Plurimetodica” (per verifiche della Frequenza tipica di risonanza sismica del sito e la stima della Vs-30) ; eseguiti n° 2 Sondaggi geofisici HVSR; n° 1 Prova attiva MASW ; n°1 Prova passiva Re.Mi. ; n° 1 Prova passiva ESAC (Prove eseguite in data 17/06/2012) → Riportata in Allegato a fine Testo (All. 1-a).

→ successivamente , a scopo integrativo, sono state aggiunte le seguenti ulteriori indagini:

f) n. 2 Prove Penetrometriche , in un area non prima investigata : 1 Prova Statica (CPT) + 1 Prova penetrometrica Dinamica “superpesante” (DPSH).

g) n. 1 Sondaggio meccanico a carotaggio continuo approfondito fino a 20 m dal p.c. (con prove in Sito e prelievo di campioni avviati a Laboratorio Geotecnico)

h) Analisi Geotecniche di Laboratorio

*Nota : Il Sondaggio a carotaggio continuo e le analisi di laboratorio sono state eseguite da Ditte con Certificazioni Ministeriali.*

L'integrazione dei dati raccolti con tali metodologie ha consentito di raggiungere una buona conoscenza dei terreni superficiali, e sub-superficiali, in particolare è stato possibile procedere con un **approfondimento sismico del II Livello e considerazioni introduttive al III Livello ; NONCHE' UN APPROFONDIMENTO GEOTECNICO CON CAROTAGGIO ED ANALISI DI LABORATORIO**

**→ Studi più recenti eseguiti per l' Area Uffici ( di recente realizzazione )**

*b) Indagini Geognostiche eseguite nella proprietà posta a valle della Località “ Le Marzoline” di proprietà CRIF-SpA, nell' anno 2014 al fine di edificare un Centro DIREZIONALE e Uffici*

**→ La fase definitiva-esecutiva d'indagini dell'Anno 2014 , ha riguardato in particolare ulteriori verifiche di fattibilità in un terreno ubicato subito ad Est ed a Valle dell' esistente fabbricato denominato “Le Marzoline” per la progettazione di nuovi Edifici – Lo studio era stato così definito:**

STUDIO GEOLOGICO INTEGRATO PER FATTIBILITÀ di “ PROGETTO DI INTERVENTO PER FUNZIONI TERZIARIE IN LOCALITA' VARIGNANA in Via Cà di Masino 611/b , come da Variante Urbanistica n° 28-2013 – I° STRALCIO

*Avendo individuato un'area di interesse del Committente ubicata a lato e subito a valle di quella studiata in via preliminare, si è provveduto ad uno studio integrativo e conoscitivo finalizzato alle NUOVE PROBLEMATICHE PROGETTUALI .*

**Nell'Area ora adibita a Centro Direzionale ed Uffici recentemente realizzati , abbeveramo Provveduto alle seguenti INDAGINI :**

- a) **Esecuzione di n. 2 Sondaggi eseguiti con Metodo Nakamura (HVSr)**
    - b) **n. 16 Prove Penetrometriche Statiche(CPT)(fino a “rifiuto T.”)**
    - c) **Riesame di sondaggi eseguiti in area limitrofa (a Ovest)**
    - d) **Indagine geofisica comparativa : confronto fra le Prove geofisiche eseguite nello stesso lotto in via preliminare e le 2 Verifiche (HVSr)**
  - e) **n. 2 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo di cui 1 approfondito fino a oltre 15 m dal p.c. ed uno da 10 m , (con prove in Sito e prelievo di campioni avviati a Laboratorio Geotecnico)**
  - h) **Analisi Geotecniche di Laboratorio**
- Nota : le analisi di laboratorio sono state eseguite dallo stesso laboratorio con Certificazioni Ministeriali che già aveva curato l'Analisi dei campioni preliminari.*

**→ Studi ATTUALI x Ampliamento Centro Direzionale ←**  
**FATTIBILITA' GEOLOGICA "Nuova Area Uffici"**

**1- Prima fase - Studio preliminare sul lato di Valle**  
**(Febbraio 2019)**

**Ad Est ed a valle dell'Area ora adibita a Centro Direzionale ed Uffici recentemente realizzati, in previsione di un possibile AUMENTO della superficie utile, abbiamo Provveduto alle seguenti nuove INDAGINI :**

- a) n. 10 Nuove Prove Penetrometriche Statiche (CPT) e Dinamiche "Superpesanti" ( DPSH) spinte (fino a "rifiuto Tecnico")**
- b) Riesame di tutti i numerosi sondaggi eseguiti in area limitrofa (a Ovest)**
- c) Indagine geofisica comparativa : confronto fra le Prove geofisiche eseguite nello stesso lotto in via preliminare e le successive Verifiche (HVSR)**

**2- Seconda Fase - Studio sul lato di Monte**  
**(Marzo-Aprile 2019)**

**Nell'area adiacente alla precedente e sempre a valle dell'Area ora adibita a Centro Direzionale ed Uffici recentemente realizzati, abbiamo Provveduto alle seguenti ulteriori INDAGINI di approfondimento :**

- a) n. 10 Nuove ULTERIORI Prove Penetrometriche Statiche (CPT) spinte (fino a "rifiuto Tecnico")**
- b) n. 5 Nuovi SONDAGGI A CAROTAGGIO continuo spinti mediamente fra 25 e 30 m di prof. dal p.c.**
- c) Indagine geofisica comparativa : confronto fra le Prove geofisiche eseguite nel lotto adiacente in via preliminare e le successive Verifiche (HVSR)**

**→ AVVERTENZA ←**

**MOTIVI DEGLI ATTUALI APPROFONDIMENTI  
D'INDAGINE E DELLA SCELTA DI UN GRAN NUMERO  
DI PUNTI PROVA ( qui di seguito descritti)**

**Oggetto : AREA di progetto per ampliamento Campus CRIF**

Scopo di questo lavoro, oltre quello di reperire i dati geotecnici di base per la Progettazione Strutturale è stato anche quello di **verificare se nel sito di interesse vi sono caratteristiche di particolare sensibilità ambientale**, ed in particolare una possibile vulnerabilità idrogeologica in relazione a presunte possibili aree di ricarica delle Falde .

Nelle numerose cartografie tematiche disponibili per le aree in oggetto , vi sono COME è NOTO , solo delle indicazioni di massima , il loro valore è quindi generale e non puntuale , per cui per procedere a valutazione delicate come quella in oggetto, vanno ovviamente fatte delle indagini puntuali finalizzate ed accurate ...

→ Le cartografie tematiche più recenti e meglio fruibili che riguardano la zona sono “prevalentemente” costituite dagli ultimi Allegati al PSC ... Tali Elaborati sono abbastanza recenti e generalmente utilissimi per fare delle considerazioni preliminari e di massima , ma non certo per prendere decisioni operative a piccola scala e/o comunque su di un sito ben preciso .

Come è ben noto, la imponente mole cartografica prodotta a supporto del PSC si basa su dati tratti da lavori precedenti fatti da Privati e/o Enti e qualche integrazione finalizzata fatta dove mancavano informazioni a largo raggio, e/o dove vi poteva esser il dubbio della presenza di problematiche importanti, ma nella maggior parte dei casi, per ovvie esigenze di giungere comunque ad un risultato di massima fruibile, si sono dovuti accettare compromessi quali **la disomogenea presenza delle fonti documentali** ...abbiamo cioè delle aree in cui abbondano i dati operativi e quindi le considerazioni tecniche finali sono sicuramente attendibili, ma abbiamo purtroppo molte aree in cui mancano del tutto dati oggettivi di indagini e quindi per ovvie esigenze di concludere comunque il lavoro e di realizzare le

*citare cartografie, si sono dovuti usare compromessi ed estrapolazioni e quindi la **certezza** della informazione e del risultato interpretativo **non è certo omogenea , per non dire di bassa attendibilità ...***

***Nel Ns. caso siamo in una area in cui gli Autori del PSC NON hanno utilizzato indagini ne pregresse ne finalizzate (come riscontrabili dagli Allegati prodotti) , perché NON a loro disposizione ( v. Cartografia PSC con elenco e ubicazione delle Prove di Supporto alle cartografie ufficiali ) , per cui le considerazioni di massima che hanno portato alla realizzazione delle Carte Tematiche del PSC in questa area particolare, difettano delle prove oggettive di supporto...addirittura in una area non lontana ( v. Palazzo Bentivoglio, ora “Resort” della Società PALAZZO DI VARIGNANA srl, vengono inserite come prove di riferimento alla Cartografia locale del PSC una decina di prove penetrometriche CPT ed un Sondaggio a Carotaggio Continuo , in considerazione che tali Dati risultano in possesso della Amministrazione ...***

*Tali prove però sono state eseguite dal sottoscritto Geologo Enzo Lucchi su incarico della Proprietà Palazzo di Varignana negli anni 2006/2007... Questi sondaggi, come anche altre decine di sondaggi da me fatti nell’Area ed in quelle circostanti **NON hanno mai evidenziato la presenza di alcuna FALDA ...né tracce di falde pregresse ( almeno in modo più che certo nell’area indagata e limitrofe) ...quindi siamo in presenza di terreni che in superficie presentano una scarsa o bassa permeabilità e quindi non consentono certo una mobilità apprezzabile di acque sotterranee .***

La stratigrafia geologica di riferimento nell’area, è sostanzialmente costituita da una copertura argilloso-limosa poco permeabile profonda alcuni metri , un primo substrato argilloso limoso misto con lenti sabbiose ( ma comunque poco permeabile) e più sotto un secondo substrato costituito da sabbie gialle variamente cementate ( Sabbie di Imola ) poco permeabili e solo occasionalmente e localmente per fratturazioni , ove presenti, e poi un substrato profondo costituito da ARGILLE marnose GRIGIO AZZURRE PLIOCENICHE di origine marina...**tipicamente impermeabili ....**

**Pensare ad una mobilità di acque profonde o zone di ricarica delle falde della pianura attraverso questi litotipi costituisce una “forzatura” , peraltro priva di ogni riscontro sul campo !**

**Come si è detto, gli studi specifici fatti da noi in loco, basati su decine di Sondaggi eseguiti di recente e su pregressi studi approfonditi in aree limitrofe, ( v. soprattutto sondaggi utilizzati per il precedente lavoro degli Attuali CAMPUS-CRIF e CED eseguiti in particolare negli anni 2014-2015 con integrazioni 2017 e depositati negli Uffici Competenti con le relative Pratiche Autorizzative, nonche le numerose indagini eseguite anni primi in Area Marzoline...ecc...( presso il Crinale morfologico...., portano ad escludere per queste aree una sensibilità e/o vulnerabilità geologica in merito a presunta classificazione delle aree come aree di ricarica delle falde....**

**.... In queste aree abbiamo solo degli eventuali e temporanei ristagni sub-superficiali di acqua solo in occasione di eventi meteo intensi , e questo perché la scarsissima permeabilità naturale dei locali litotipi , NON consente migrazioni di acqua al proprio interno ...e quindi tali terreni NON POSSONO ESSERE DEFINITI COME TERRENI FAVOREVOLI ALLA RICARICA DELLE FALDE...!**

**Come è ben noto agli operatori Tecnici, non basta prendere una linea di crinale per delimitare una area di presunta ricarica falde...bisogna anche che i terreni presenti localmente consentano movimenti di falde al proprio interno!**

## **RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

### **INQUADRAMENTO GEOLOGICO – “Modello geologico”**

Lo scopo di questo studio è la verifica delle caratteristiche geomorfologiche ed IDROGEOLOGICHE della zona in oggetto e delle Aree circostanti, la valutazione dell'attuale stabilità e la previsione d'eventuali nuove opere edificative nell'area.

#### **CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ed idrogeologiche**

L'area attualmente oggetto d'Indagine è attribuibile ad una facies di terreni di collina (ubicati prevalentemente alla quota media di 190/180 m circa s.l.m.) caratterizzati dalla presenza di un litotipo caratteristico e "dominante" (v. argille limose soprastanti sabbie arenacee cementate ) con intercalazioni casuali di saltuari depositi argilloso-limosi contenenti blocchi o trovanti arenaceo-marnosi (ghiaie grossolane) e/o conglomerati.

La geometria e le modalità di ricoprimento del substrato attribuibile alla Formazione delle Sabbie gialle Pleistoceniche , qui prevalentemente in Facies “cementata” e quindi arenacea, con copertura argillosa e argilloso-limosa giallo-rossastra .....compreso i litotipi in evoluzione per disfacimento meteorico delle suddette Formazioni. In aree relativamente distanti da quelle di studio (più a Sud) si possono notare anche porzioni Sabbioso-arenacee inglobate in litotipi argilloso-limosi, variamente ridepositate su terreni più recenti: tali eventi spesso classificabili come paleofrane sono in ogni modo spesso stabilizzati e non soggetti ad ulteriori instabilità, sempre che non intervengano cause esterne a disturbarne gli equilibri.

**L'area di studio è morfologicamente in lieve pendio ; si passa in pratica da un largo crinale (ad Ovest) a lieve pendio (ad Est) senza segni di instabilità nè attuale né potenziale** (dato l'andamento stratigrafico naturale ed anche il basso angolo di pendio, tranne alcuni limitati episodi superficiali (soliflussi) più a valle del sito di studio, a circa alcune centinaia di metri in direzione Nord./Nord-Est e circa 1 Km in direzione Sud-Sud-Ovest). Tali modesti episodi, dovuti a locali carenze nella regimazione idrica superficiale delle acque meteoriche, **non interferiscono in alcun modo con l'Area oggetto di Questo Studio.**

Dall'esame dei dati raccolti, è stato possibile ricostruire la seguente situazione:

- 1) Tra i risultati delle prove sussiste una **sostanziale correlabilità** per quanto riguarda i valori dei parametri geotecnici, soprattutto in profondità.
- 2) I Parametri desumibili dalle Prove sono complessivamente accettabili, ma è necessario considerare l'esistenza di condizioni locali, caratterizzate da Resistenze certamente variabili, limitate comunque ad un ambito ristretto (v. grafici allegati).

Nessuna falda superficiale, **alla data della esecuzione delle prove ( Febbraio-Marzo 2019) , è stata riscontrata fino alla profondità d'indagine nelle prove penetrometriche** (fino ad un massimo di oltre 15/18 m circa per le Nuove Prove penetrometriche del 2019 e **25/30 metri in carotaggi eseguiti in Marzo 2019** , e come è noto neppure nei Sondaggi eseguiti nel Cantiere Uffici nel 2014 e presso la casa Le Marzoline nel Febbraio 2013 , dotati di piezometro e sempre privi di riscontri di falda ( alcuni anni di rilevati) , salvo acqua di perforazione residua sul fondo (ad oltre 19,80 m) : in tutti i fori di prova quando possibile sono stati fatti rilievi ripetuti con freatometro. Esistono comunque indizi di possibile presenza temporanea od occasionale di piccole quantità di acqua a quote inferiori . v. litotipi “leggermente” umidi fra 2 e 3 m alla data delle prove) . **In periodi stagionali caratterizzati da intensa piovosità ci si può aspettare una modesta percolazione (dall'alto) entro gli interstrati limoso-sabbiosi presenti dentro i più spessi strati argillosi impermeabili, qui il litotipo superficiale dominante , però mancano del tutto indizi di mobilità di detti piccoli accumuli , anche perché i litotipi statisticamente e relativamente più permeabili hanno una forma lentiforme e sono contenuti dentro stratificazioni argillose tipicamente impermeabili ....**

### **- SONDAGGI GEOGNOSTICI - ( eseguiti nell'area in oggetto e limitrofe)**

Il buon numero di sondaggi eseguiti in loco ed in un' area limitrofa più a Ovest in varie fasi di studio, ha consentito anche l'acquisizione d'importanti informazioni stratigrafiche e sedimentologiche utili anche per la ricostruzione paleo ambientale del sito in oggetto . Disposizione stratigrafica → Dalle indagini in sito e da correlazioni con le aree vicine, il Substrato sabbioso arenaceo pare avere disposizione stratigrafica lievemente inclinata da Sud verso Nord (per pochi gradi , in media 10°/15°).

A completamento dell'indagine geognostica preliminare (attuale) , come si è detto, sono state eseguite **Prove Penetrometriche CPT e DPSH , che si sono rilevati ben correlabili con le numerose CPT e Sondaggi Meccanici a carotaggio continuo eseguite per la limitrofa Area Uffici di cui si chiede ampliamento , in via preliminare avevamo altre Prove Penetrometriche e Sondaggi a Carotaggio** ed inoltre, per meglio definire la tipologia sismica dell'area era stata eseguita anche una **Indagine Geofisica Sismica** con metodologia plurimetodica integrata ,poi **completata con ulteriori prove HVSR .**

In fase preliminare ed esecutiva per le aree limitrofe sono stati poi eseguiti ulteriori Sondaggi a carotaggio continuo ( anche in fase esecutiva x accertamento ev. disomogeneità del substrato sabbioso-arenaceo e/o ev. presenza di possibili cavità, qui però NON individuate nei punti di prova).

## **DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ATTUALI ESEGUITE NELLA possibile NUOVA AREA DI PROGETTO ( prima fase in data 6-7 Febbraio 2019)**

### **- PROVE PENETROMETRICHE (CPT)**



Come si è detto, di tali prove “penetrometriche” (prima fase) disponiamo di **10 Nuovi punti d’Indagine Penetrometrica** (sull’area di “possibile” progetto) + 6 CPT e 4 DPSH eseguite in via preliminare nel mese di Febbraio 2019 (in area limitrofa posta ad Est di quella attualmente edificata ad Uffici e parzialmente coincidente con accumuli di materiali di riporto ). Le prove sono state eseguite al di fuori delle aree temporaneamente ricoperte da materiali di riporto , sia per la difficoltà di accesso e di transito ( v. materiali prevalentemente argilloso-limosi molto bagnati e poco consistenti in superficie). E’ stato necessario procedere solo nelle parti in cui era possibile eseguire ancoraggi dello strumento nel “TERRENO VERGINE” per fornire dati attendibili e soprattutto per poter usufruire della pinta potenziale del Penetrometro statico , che altrimenti NON avrebbe consentito alcun approfondimento delle aste e delle punte.... Nel complesso, le prove eseguite appaiono ben confrontabili anche se, com’è noto, i locali litotipi possono presentare qualche interdigitazione laterale. In particolare, anche nei siti vicini, abbiamo parametri geomeccanici e litologici ben confrontabili con quelli acquisiti sul luogo d’indagine.

**In relazione alle problematiche idrogeologiche,** possiamo affermare che alla data delle presenti indagini “Preliminari” (v. Febbraio ), dopo periodi comunque mediamente piovosi, **NON avevamo riscontrato falde superficiali** alle profondità investigate in tutti i punti di prova, come del resto anche nelle numerose prove già

eseguite in aree limitrofe (ubicata +o- alla stessa quota) precedentemente in data Luglio-Agosto 2006 , Ottobre 2007, e Ottobre 2010. **Le 10 Prove penetrometriche preliminari del Febbraio 2019 ( Fase 1) , non hanno dato luogo al rinvenimento di Falde idriche superficiali .) Dai Rilievi fatti, ...POSSIAMO QUINDI AFFERMARE CHE: NON CI SONO “ATTUALMENTE” FALDE SUPERFICIALI ( nella porzione di valle dell’Area di Studio) FINO ALLA PROFONDITA’ DELLE PROVE E QUINDI localmente FINO AD ALMENO 18 m (ed oltre) con riferimento in particolare ai **SONDAGGI Penetrometrici CPT 2 e 3 , OLTRE ALLE NUMEROSE PROVE CPT e carotaggi delle aree limitrofe !!!****

➔ Per quanto poi riguarda le Rimanenti **10 Prove CPT** eseguite nell’area posta più a monte ( in Marzo 2019, v. **Fase 2** ) abbiamo un approfondimento medio di una decina di metri e rifiuto tecnico su sabbie gialle arenacee...**Nessuna Falda intercettata !**

**Si escludono quindi in ogni modo interferenze delle costruzioni esistenti e/o in progetto con il pelo libero di eventuali locali Falde (NON INTERCETTATE IN FASE D’INDAGINE). Si escludono altresì eventuali problematiche dovute a possibili eventi quali la liquefazione dei terreni !!!**

**Non vi sono quindi particolari controindicazioni geologiche in relazione a problematiche di presunta sensibilità e/o vulnerabilità superficiale, salvo gli accorgimenti prudenziali qui sotto elencati.**

Come si è già detto, però **vi possono essere condizioni temporaneamente sfavorevoli.** In periodi stagionali caratterizzati da intensa piovosità ci si può aspettare una modesta percolazione entro gli **interstrati limoso-sabbiosi presenti dentro i più spessi strati argillosi impermeabili,** qui il **litotipo superficiale dominante,** inoltre le argille sicuramente impermeabili ma “porose” potrebbero sia trattenere a lungo le acque di percolazione in “sacche” locali sabbioso-limose . Si ritiene più sensibile a questo proposito la parte Sud-Ovest dell’area di studio (v. ad es. intorno dei Punti di prova CPT n° 2 e n°3 e più a valle, ecc...).

**NUOVA AREA DI STUDIO – Prima fase d'INDAGINE → Febbraio 2019**



**Foto di alcune delle prove penetrometriche eseguite nell'Area di Studio posta più a valle**

**NUOVA AREA DI STUDIO – Seconda fase d'INDAGINE → Marzo 2019**



**Foto di alcune delle prove penetrometriche eseguite nell'Area di Studio posta più a monte**

Le Indagini geognostiche integrative attuali sono state eseguite in prevalenza nell'area di presunta imposta del futuro interrato in progetto e sono comunque risultate in linea con le prove eseguite nel 2014 nella limitrofa area Uffici CRIF in quanto a parametri deducibili. Come si è detto poco sopra, In quest'area abbiamo una certa variabilità vertico-laterale dei locali litotipi più superficiali.

In particolare (sul lato Ovest) è stato rilevato in superficie “materiale di riporto” e “litotipi eterogenei” argilloso-limosi addensati nei primi metri più superficiali inoltre è possibile il rinvenimento fra 1 e 2/3 m di prof dal p.c. , di argille con livelli organici (terreni vegetali “misti”).

**Nella unità del “substrato” a prevalenza sabbiosa (debolmente cementata) , oltre ad elevati valori di angolo di attrito interno (propri dei terreni sabbiosi) abbiamo localmente valori di coesione (anche elevati a seconda della cementazione carbonatica, da lieve a media ...oltre che da una frazione limoso argillosa presente fra le stratificazioni sabbiose.....tali valori di coesione , pur presentando sicuramente un valore aggiunto alla resistenza dei materiali , non sono però uniformi e quindi consiglio di non considerarli nei calcoli (o meglio di valutarli eventualmente come risorsa residua, previa “opportuna” riduzione operativa dei valori assoluti registrati ) . I punti di prova sono stati condizionati dalla presenza di accumuli di materiali di riporto argilloso-limosi molto umidi.....( v. x recente piovosità)**

**NOTA IMPORTANTE ( riferito a tutte le indagini eseguite ) :**

Il 1° “substrato sabbioso stratificato e “cementato” , attribuibile geologicamente alle “Sabbie Gialle pleistoceniche” o meglio alle cosiddette SABBIE DI IMOLA, compare in quasi tutte le prove a profondità relativamente sub-superficiali ....

(consultare i grafici allegati).

I fori delle prove penetrometriche rimasti aperti e segnalati con appositi picchetti, per cui è stato così possibile monitorare nel tempo l'andamento della eventuale “falda” o meglio dei livelli piezometrici indotti anche da possibile percolazione dall'alto di acque piovane come sotto riportato .

**Alla fine di ogni campagna di sondaggio alle date di cui sopra NON sono state rilevate falde significative alle prof. investigate (salvo una modesta “lente” umida in CPT n° 2 e n°3 , presumibilmente percolata dalla superficie verso il basso nei fori aperto ).....**

Le letture qui di seguito riportate sono riferite al piano campagna .

Letture Piezometriche nei fori di sondaggio dal p.c. (DATA LETTURA =>)

	06 Febbraio 2019	07 Febbraio 2019	14 Febbraio 2019	15 Marzo 2019	11 Aprile 2019
Penetrometria 1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 3		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 4		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 5		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 6		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 7		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 8		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0

Penetrometria 9		-0.0	-4.0	-0.0	-4.0
Penetrometria 10		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
	<b>05 Marzo 2019</b>	<b>06 Marzo 2019</b>	<b>15 Marzo 2019</b>	<b>11 Aprile 2019</b>	<b>10 Giugno 2019</b>
Penetrometria 11	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 12	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 13	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 14	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 15	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 16		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 17		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 18		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 19		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Penetrometria 20		-0.0	-0.0	-0.0	-0.0

**N.B.: FALDE NON RISCONTRATE alla data delle misurazioni**

## **2° - Fase - SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO**



Dopo la esecuzione delle Citate **20 prove Penetrometriche** , durante ed a completamento della seconda Fase di Indagini, sono stati eseguiti presso la parte centrale dell'area di studio **n. 5 Sondaggi meccanici a rotazione** a carotaggio continuo con prelievo di campioni significativi e prove in situ (spinti rispettivamente fino a > 22 e **30 metri** dal p.c. medio) , per un totale di 127 m perforati...

Sono state inoltre fornite Cassette catalogatrici : fornite n° 27 (con 5 scomparti da 1 m e relativo coperchio) in pvc . Le "carote" prelevate sono state deposte nelle casse di cui sopra per gli esami di dettaglio.

Sono state eseguite n°10 Prove SPT in corso di sondaggio.

Al termine di ogni sondaggio i fori sono stati completamente monitorati con freatimetro elettronico per verificare la eventuale presenza di acqua di falda.....

*L'apparecchiatura usata per l'esecuzione dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo presenta le seguenti caratteristiche principali:*

**Sonda idraulica di fabbricazione SE-Soilsystem a rotazione mod. SE600SL, montata su TRATTORE cingolato di Proprietà della Ditta SAVA Snc (Ditta che ha eseguito in loco negli scorsi anni la maggior parte dei carotaggi per le Società Palazzo di Varignana Srl e CRIF SpA )**

Oltre all'osservazione delle varie fasi delle Indagine sopraelencate, il Sottoscritto ha effettuato le seguenti operazioni :

- Osservazione litologica del materiale estratto dai fori di sondaggio eseguiti e curato la puntuale redazione delle relative stratigrafie
- esame della documentazione di lavori eseguiti in aree limitrofe
- Prove in SITO Pocket-Penetrometer e Vane-Test nelle porzioni relativamente “argillose” delle “carote” , per la determinazione speditiva e statistica d’alcuni parametri geomeccanici (v. *valori indicativi di "coesione non drenata" e "resistenza al taglio non drenata", dei locali terreni alle varie profondità*).

## **MODELLO GEOLOGICO** estrapolabile: descrizione sintetica dell’Area ( dalle informazioni acquisite in tutte le fasi d’indagine )

### **Unità prevalenti incontrate sul sito dalle prove geognostiche**

(valutazioni medie dal piano campagna attuale - alla data delle prove)

### **Prove di riferimento qui descritte: Penetrometrie n° 1-20 (+Prove geofisiche e carotaggi)**

Le Indagini geognostiche sono state eseguite in prevalenza nell’area di presunta imposta del futuro interrato in progetto e sono comunque risultate in linea con le prove preliminari eseguite (negli anni 2012-2013-2014).....in quanto a parametri deducibili.

In quest’area abbiamo una gran variabilità vertico-laterale dei locali litotipi più superficiali.

In particolare (sul lato Ovest) è stato rilevato in superficie “materiale di riporto” e poi “litotipi eterogenei” argilloso-limosi **addensati** fino a circa **6-8 metri di profondità (ed oltre presso l’area di monte , ed 1-2 m sull’area di valle)**, inoltre è possibile il rinvenimento nei primi metri più superficiali , di argille con livelli organici (terreni vegetali “misti”).

Volendo mediare i dati “desumibili” dalle prove, data la possibile locale variabilità, per sicurezza consiglio di applicare SOLO i dati più bassi estrapolabili dai valori “significativi” di Rp ; per cui in sintesi facendo riferimento soprattutto alle prove (CPT), ed escludendo i primi metri fortemente alterati e disturbati , e comunque ora rimossi abbiamo con riferimento al livello medio ora ottenuto e riferibile ad **un p.c. compreso fa la quota 170 m slm a valle e la quota 190 m slm a monte :**

### **NOTA IMPORTANTE :**

Il 1° “substrato sabbioso stratificato e “cementato” , attribuibile geologicamente alle “Sabbie Gialle pleistoceniche” o meglio alle cosiddette SABBIE DI IMOLA, **compare in tutte le prove** a profondità relativamente sub-superficiali .

Il 2° “substrato Argilloso-marnoso stratificato e “MOLTO COMPATTO” , attribuibile geologicamente alle “ARGILLE GRIGIO-AZZURRE Plioceniche” **compare in tutte le prove in profondità superiori ai 20 m**

(consultare i grafici allegati, ed in particolare le sezioni stratigrafiche dei Sondaggi meccanici a carotaggio).

**Documentazione → ...Indagini precedenti in area limitrofa ( Anno 2014)**

**SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO**  
**Eseguiti in area limitrofa ad Ovest ( v. Attuali Uffici)**



Ai fini dello Studio eseguito nella limitrof area che attualmente ospita gli Uffici di cui si desidera procedere ad ampliamento, Sono stati eseguiti presso la parte centrale dell'area di studio **n. 2 Sondaggi meccanici a rotazione** a carotaggio continuo con prelievo di campioni significativi e prove in situ (spinti rispettivamente fino a > 15 e 10 metri dal p.c. medio)

Sono stati prelevati n° 6 campioni di cui 2 Industurbati con Fustella in acciaio “Shelby” e 4 Semindisturbati (comunque ben conservati in apposito contenitore sigillato) . I 6 Campioni sono stati inviati a Laboratorio geotecnico certificato per le Analisi del caso (v. Allegato).

Sono state inoltre fornite Cassette catalogatrici : fornite n° 5 (con 5 scomparti da 1 m e relativo coperchio ) in pvc . Le “carote” prelevate sono state deposte nelle casse di cui sopra per gli esami di dettaglio.

Sono state eseguite n°4 Prove SPT in corso di sondaggio.

Al termine di ogni sondaggio i fori sono stati completamente dotato di tubo piezometrico di tipo “Norton” o aperto ; la testa del piezometro n° 1 (più profondo) è stata dotata di chiusino di protezione con pozzetto in cemento a livello del p.c.....

*L'apparecchiatura usata per l'esecuzione dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo presenta le seguenti caratteristiche principali:*

**Sonda idraulica di fabbricazione SE-Soilssystem a rotazione mod. SE600SL, montata su TRATTORE cingolato di Proprietà della Ditta SAVA Snc (Ditta che ha eseguito in loco negli scorsi anni la maggior parte dei carotaggi per le Società Palazzo di Varignana Srl e CRIF SpA )**

Oltre all'osservazione delle varie fasi delle Indagine sopraelencate, il Sottoscritto ha effettuato le seguenti operazioni :

- Osservazione litologica del materiale estratto dai fori di sondaggio eseguiti e curato la puntuale redazione delle relative stratigrafie
- esame della documentazione di lavori eseguiti in aree limitrofe

- Prove in SITO Pocket-Penetrometer e Vane-Test nelle porzioni relativamente “argillose” delle “carote” , per la determinazione speditiva e statistica d’alcuni parametri geomeccanici (v. *valori indicativi di "coesione non drenata" e "resistenza al taglio non drenata", dei locali terreni alle varie profondità*).

## **MODELLO GEOLOGICO estrapolabile: descrizione sintetica dell’Area Limitrofa posta subito a Monte ( ad Ovest): Attuali Uffici e CAMPUS CRIF**

### **Unità prevalenti incontrate sul sito dalle prove geognostiche** (valutazioni medie dal piano campagna attuale - alla data delle prove)

#### **Prove di riferimento qui descritte: Penetrometrie n° 1-16 (+Prove geofisiche e carotaggi)**

Le Indagini geognostiche sono state eseguite in prevalenza nell’area di presunta imposta del futuro interrato in progetto e sono comunque risultate in linea con le prove preliminari eseguite (negli anni 2012 e 2013).....in quanto a parametri deducibili.

In quest’area abbiamo una gran variabilità vertico-laterale dei locali litotipi più superficiali. In particolare (sul lato Ovest) è stato rilevato “materiale di riporto” e “litotipi eterogenei” argilloso-limosi addensati fino a circa **1-2 metri di profondità (ed oltre presso CPT.1)**, inoltre è possibile il rinvenimento fra 1 e 2/2.5 m di prof dal p.c. , di argille con livelli organici (terreni vegetali “misti”).

**Nella unità del “substrato” a prevalenza sabbiosa (cementata) , oltre ad elevati valori di angolo di attrito interno (propri dei terreni sabbiosi) abbiamo localmente valori di coesione (anche elevati a seconda della cementazione carbonatica, da lieve a media ...oltre che da una frazione limoso argillosa presente fra le stratificazioni sabbiose.....tali valori di coesione , pur presentando sicuramente un valore aggiunto alla resistenza dei materiali , non sono però uniformi e quindi consiglio di non considerarli nei calcoli (o meglio di valutarli eventualmente come risorsa residua, previa “opportuna” riduzione operativa dei valori assoluti registrati) .**

#### **NOTA IMPORTANTE ( riferito alle Indagine limitrofe – Area UFFICI) :**

Il 1° “substrato sabbioso stratificato e “cementato” , attribuibile geologicamente alle “Sabbie Gialle pleistoceniche” o meglio alle cosiddette SABBIE DI IMOLA, **compare in tutte le prove** a profondità relativamente sub-superficiali (consultare i grafici allegati, ed in particolare le sezioni stratigrafiche dei Sondaggi meccanici a carotaggio eseguiti).

## **INTERPRETAZIONE DATI E CONCLUSIONI GENERALI**

I terreni naturali posti al disotto dei terreni superficiali alterati e/o terreni vegetali, sono stati esaminati con Prove CPT ( e DPSH ove vi erano difficoltà di ancoraggio) ) fino ad uno spessore variabile massimo localmente fino a circa **oltre 18 metri** ( CPT 2-3) in via diretta con sistema meccanico Penetrometrico ( e comunque in tutte le prove fino a “rifiuto” tecnico su substrato sabbioso-arenaceo molto compatto ) ; Nel recente passato nella limitrofa Area UFFICI posta più ad Ovest (in data 4/5 Agosto 2014 sono stati eseguiti 2 sondaggi meccanici a carotaggio spinti fino ad oltre 15-10 metri dal p.c. , a cui si affiancano i dati di un precedente Sondaggio a Carotaggio da 20 metri ( in Area Marzoline) ed altre numerose prove penetrometriche, come si è detto.

Nella Attuale Area di Studio sono poi stati fatti 10+10 Sondaggi Penetrometrici ( spinti fino a “Rifiuto Tecnico . e poi 5 Sondaggi a carotaggio continuo con profondità media superiore a 25 m, **fino ad un max di 30 metri** .

I terreni locali consistono, in depositi terrigeni a granulometria variabile tra le argille limose e le sabbie-arenacee (variamente cementate) e più in profondità fra 22 e 25 m circa compaiono le ARGILLE –MARNOSE del Sub-strato profondo...

I terreni locali presenti nell’area **di studio** (e/o d’osservazione) hanno in sintesi evidenziato le seguenti caratteristiche:

(Quota di riferimento : p.c. delle singole prove =0 ; v. Planimetria quotata)

**→NUOVA AREA DI PROGETTO. PER I NUOVI FABBRICATI E RELATIVE LIMITROFE PERTINENZE...LE PRESENTI CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SARANNO DA APPROFONDIRE , QUANDO SARANNO NOTI GLI ELABORATI DI PROGETTO- SEGUIRA’ QUINDI UN ULTERIORE RELAZIONE CON APPOSITI RIFERIMENTI E PARAMETRI GEOTECNICI.**

Descriviamo qui una prima ipotesi di edificio , con caratteristiche strutturali che saranno poi definite ...

**Eventuale Edificio Posto nella parte più a Monte dell’Area di Studio** v. Quote slm inferiori variabili da circa +185 a +195 m: Edificio con piano di imposta interrato .

→ Sono “ipotizzate” : FONDAZIONI profonde su PALI (data la disomogeneità laterale dei litotipi che affioreranno nel piano di scavo : si passerà da terreni argillosi (prevalentemente a valle) ad argilloso-limosi a monte.....e poi sabbiosi più o meno cementati in basso... e poi le argille grigio-azzurre.)

Prove specifiche di riferimento : (v. elaborati a fine testo e prove integrative da fare quando saranno note le caratteristiche delle previsioni progettuali.....)

→ → → N.B. : Per scavi superiori ai > 4/7 m di prof. media dal p.c. riteniamo consigliabile e raccomandabile il ricorso ad opere provvisoriale e/o provisional-definitive basate sul ricorso ad opere di contenimento statico , quali terre armate e/o a paratia di pali trivellati per alcuni metri dentro al substrato sabbioso “cementato” (> 12/14m dal p.c.) ; data la litologia e la compattezza dei terreni del substrato sono a Ns. avviso difficilmente applicabili paratie con palancole e/o pali infissi, mentre un sistema di relativamente semplice realizzazione, potrebbe essere quello dei pali trivellati di medio diametro) la paratia di pali “trivellati” potrà poi venire sormontata da una trave in ca. di collegamento delle testate , dovrà essere in pratica assimilabile ad una “berlinese” ; si consiglia di dotare di protezione con opere di sostegno ( ad es. TERRE ARMATE E/O PALIFICAZIONI) anche tutta la parte più esposta degli scavi (v. Lato Ovest) a monte del complesso di nuova progettazione , ovviamente il pendio soprastante dovrà essere dotato di adeguati fossi di scolo delle acque meteoriche di sistemi di laminazioni e di drenaggi .

## **Problematiche idrogeologiche**

*Come si è detto in più parti della presente Relazione preliminare , l'area di studio , in quanto area posta in un contesto collinare ( di bassa collina) posto vicino ad un crinale , necessita di approfondimenti per valutare la eventuale presenza di elementi di criticità idrogeologica....*

Per questi motivi, prima di passare alla progettazione è stato fatto un **approfondito Studio Geologico Preliminare** basato sulla acquisizione e valutazione di tutte le numerose indagini fatte gli scorsi anni nelle aree poste a monte ed a lato di quella ora oggetto di studio . Poi è stato fatto uno Studio Idrogeologico basato su **20 prove penetrometriche** spinte tutte fino a rifiuto tecnico nel substrato sabbioso-arenaceo cementato e poi ben **5 Sondaggi a Carotaggio Continuo approfonditi fino a circa 25/30 metri** in media fino al substrato profondo argilloso-marnoso grigio azzurro sicuramente impermeabile citato sopra ..

**COME SI È GIÀ DETTO, IN TUTTE LE PROVE ESEGUITE , NONOSTANTE LA STAGIONE FAVOREVOLE AL RIMPINGUAMENTO DELLE FALDE , (v. Febbraio-Marzo 2019 ) NON SONO STATE RILEVATE Falde !!!**

I terreni erano solo leggermente umidi ( per normale umidità naturale)..Le prove erano state dotate anche di Piezometri per misure prolungate nel Tempo, ma di falde NON c'era traccia .

**Possiamo quindi affermare che dagli studi fatti, col supporto di dati oggettivi, l'area in oggetto è totalmente priva di falde e soprattutto a causa delle accertate caratteristiche dei locali litotipi non e' riscontrabile una mobilità di falde tale da considerare il territorio come area di ricarica naturale di falde !!!...**

Come si è detto, gli studi specifici fatti da noi in loco, basati su decine di Sondaggi eseguiti di recente e su pregressi studi approfonditi in aree limitrofe, ( v. decine di sondaggi eseguiti per il precedente lavoro degli Attuali CAMPUS-CRIF E CED eseguiti in particolare negli anni 2014-2015 con integrazioni 2017 e depositati negli Uffici Competenti con le relative pratiche autorizzative, nonché le numerose indagini eseguite anni primi in Area Marzoline...ecc... **portano ad escludere per queste aree una sensibilità e/o vulnerabilità geologica in merito a presunta classificazione delle aree come aree di ricarica delle falde...**

Quindi se ci si documenta coi dati dei lavori pregressi depositati, si può già verificare per i Siti in oggetto la mancanza di Falde superficiali o profonde .... In queste aree abbiamo solo degli eventuali ristagni subsuperficiali di acqua solo in occasione di eventi meteo intensi , e questo perché la verificata scarsissima permeabilità naturale dei locali litotipi , NON consente migrazioni di acqua al proprio interno ...e quindi tali terreni NON POSSONO ESSERE DEFINITI COME TERRENI FAVOREVOLI ALLA RICARICA DELLE FALDE...!

Come è noto, Non basta prendere una linea di crinale per delimitare una area di presunta ricarica falde...bisogna anche che i terreni presenti localmente consentano movimenti di falde al proprio interno!

Comunque , per favorire e migliorare il naturale assorbimento degli eventi meteorici nei terreni locali sono consigliabili preventiva messa in opera di drenaggi mediamente approfonditi....( indicativamente a circa 3-4 m dal p.c.)

**In sintesi , vanno ovviamente mantenute (e/o migliorate) le naturali reti di scolo delle acque meteoriche, e seguite le normali procedure in materia di buon costruire in ambiente collinare (v. opere provvisoriale prima di eseguire interrati profondi, ecc...). per gli schemi di laminazione si rimanda all'apposito Elaborato di POLISTUDIO.**

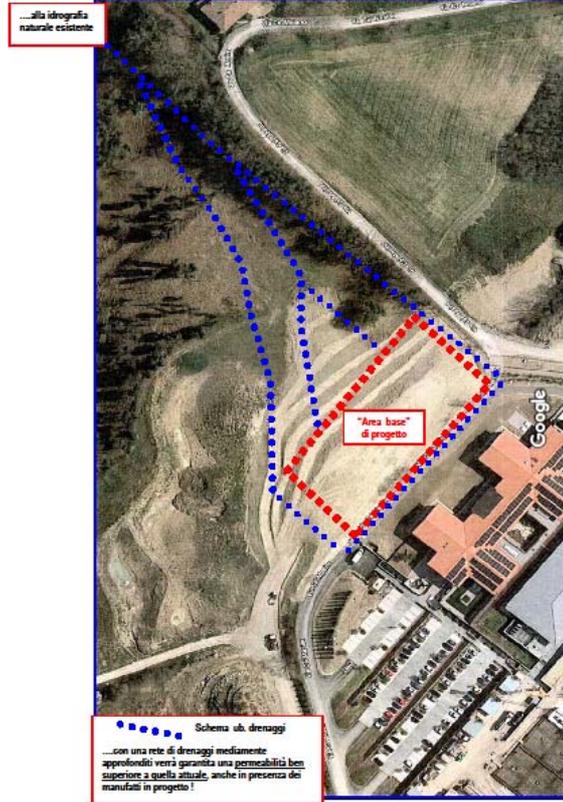
***Quindi, al fine di limitare ulteriormente dispersione di acque pluviali, all'interno dell'insediamento le portate meteoriche delle coperture degli uffici e del polo tecnologico ( esistente) vengono convogliate all'interno di una vasca di accumulo le cui acque vengono impiegate per l'irrigazione delle essenze arboree delle aree a verde o per il loro riutilizzo all'interno delle cassette dei WC.***

***Gli interventi di ampliamento del Campus prevedono l'ampliamento degli uffici per i quali è necessario prevedere un bacino di laminazione di adeguata cubatura , il cui volume sarà ricavato all'interno del lago B presente all'interno del Resort Palazzo di Varignana.***

***Dalle previsioni progettuali comunicatemi , gli interventi in oggetto saranno attuati salvaguardando i punti di scarico esterni all'area di proprietà costituiti essenzialmente in fossi naturali di impluvio. Prima di scaricare le acque di pioggia nel recapito finale l'intervento presenta all'interno dell'insediamento volumi di accumulo per il loro riutilizzo e sistemi di laminazione per l'ottemperanza delle norme in tema di invarianza idraulica. Per la regolamentazione dei nuovi scarichi all'interno del ricettore finale individuato, è necessario rispettare le norme in materia di invarianza idraulica richiamate nella variante di PRG del comune di Castel San Pietro Terme .***

**Inoltre, come si è detto, accertata la scarsa permeabilità locale superficiale dalle numerose prove in sito eseguite, per favorire e migliorare il naturale assorbimento degli eventi meteorici nei terreni locali sono consigliabili preventiva messa in opera di drenaggi mediamente approfonditi....**

CRIF – Nuovi Uffici – Varignana - Ubicazione Drenaggi consigliati



A fine Elaborato , dopo le foto dei sondaggi,  
viene riportato il presente elaborato in formato più grande e meglio leggibile ....

→ **Verifiche di Microzonazione Sismica (secondo l'Atto di Indirizzo "Oggetto n.2131" ai sensi dell'Art. 16 comma1 , della L.R. 20/2000 della Regione E/R - Progr. N°112) :**

**NESSUNA PARTICOLARE CONTROINDICAZIONE A RIGUARDO**

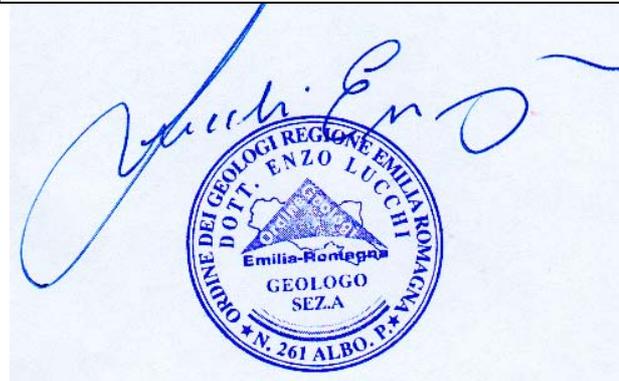
**Infatti, dagli Studi fatti in loco e bibliografici, e dagli accertamenti fisici e geomorfologici NON VI SONO alcuna delle caratteristiche di rischio (x effetti locali) previste negli Allegati A-1 e A-2 del sopraccitato Atto di Indirizzo . In particolare la locale litologia e la mancanza di Falda permanente nei primi 15/20 m ( ed oltre ! ) , portano ad escludere il rischio di liquefazione in caso di sisma.**

**(v. anche argomenti sviluppati sia nelle pag. precedenti che in apposito Allegato a Fine testo).**

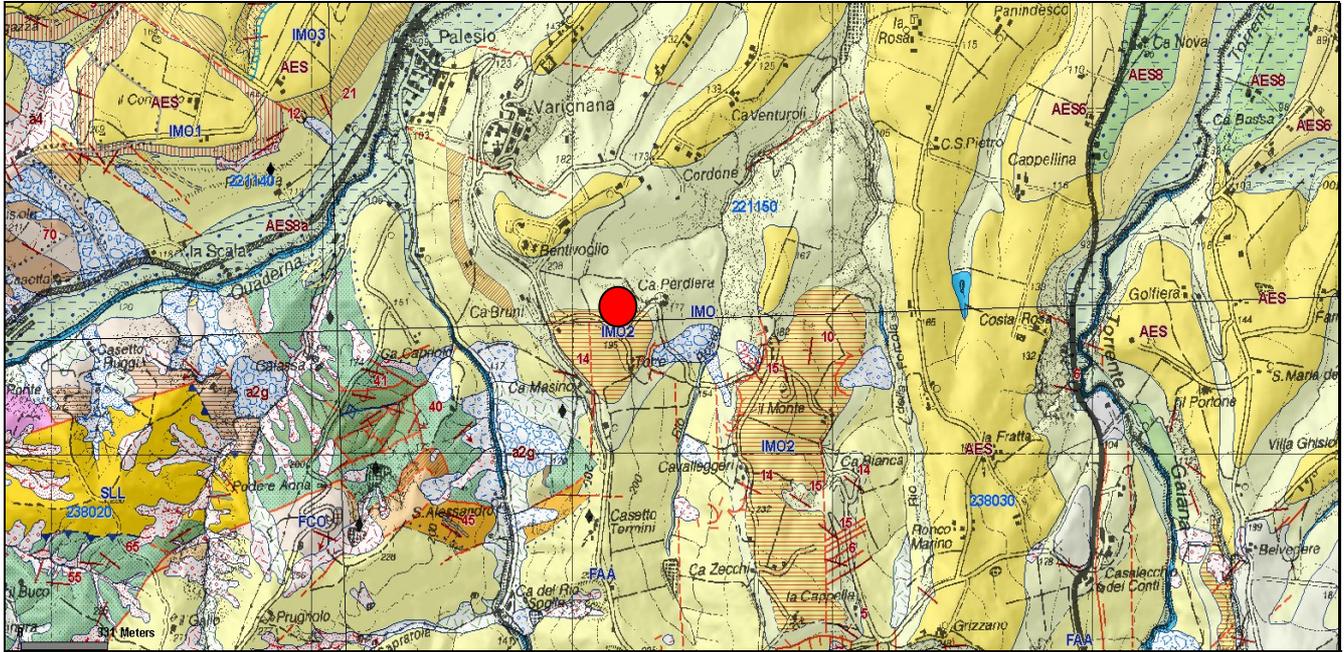
Concludendo, per quanto riguarda le Nuove Norme Tecniche sulle costruzioni, data la **buona situazione geo-morfologica e geomeccanica evidenziata dagli studi fatti**, e dalle dimensioni relativamente contenute dei fabbricati in progetto, **riteniamo che NON VI SIANO PROBLEMATICHE PARTICOLARI** nel sito e quindi la scelta **dell'Approccio Progettuale**, potrà essere fatta dal Progettista senza particolari indirizzi o condizionamenti di natura geologica.

Ovviamente quindi si lascia alla competenza del **Progettista Geotecnico e Strutturale** la puntuale valutazione in fase esecutiva , l'accoglimento o meno di tali ipotesi e la scelta dei relativi parametri, in quanto argomenti di Competenza Ingegneristica.

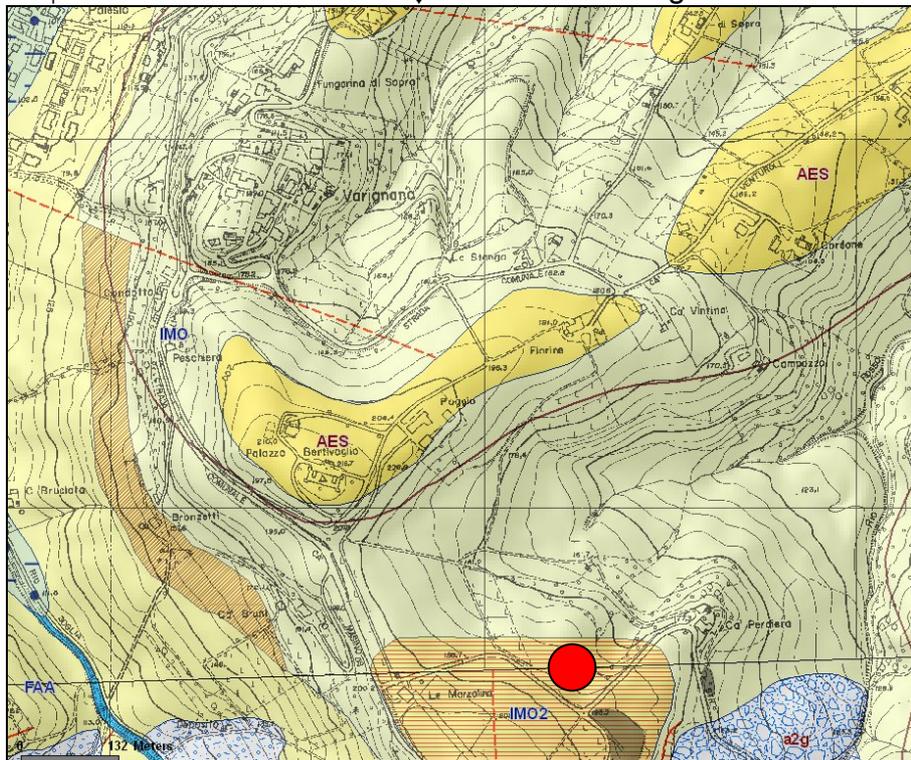
Dr. Geol. ENZO LUCCHI  
ORDINE dei GEOLOGI  
REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
Sez. "A" - Rif. n. 261



**Appendice – DOCUMENTAZIONI CARTOGRAFICHE VARIE**  
**Estratto dalla Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna**



↑ In alto scala 1.25.000 – ↓ in basso scala originale 1:10.000



↑ Nord (in alto)

## Legenda:

(v. area in oggetto dal centro, in basso al centro, Lato Sud di Palazzo Bentivoglio.)



Area di Studio

Legenda dalla cartografia della Regione E.R.

**AES** = Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (Terreni di copertura)

**IMO** = Sabbie di Imola

→ **IMO2** = Sabbie di Imola (Membro di Castel San Pietro T.)

**FAA** = Formazione delle Argille Azzurre (Pliocene)

**AES= Terreni “pelitici” di copertura:** Litofacies Pelitico-sabbiosa ( UN. DI MODENA)

**IMO3= Sabbie di Imola- Membro di castel S.Pietro** (v. “substrato” dell’ area in oggetto)

*Fuori dall’area di studio:*

**IMO** = Sabbie di Imola- sl.

**IMO1= Sabbie di Imola- Membro di monte Castellaccio**

**FAA** = Formazione delle Argille Azzurre

**a1g** = Depositi di Frana Attiva Complessa

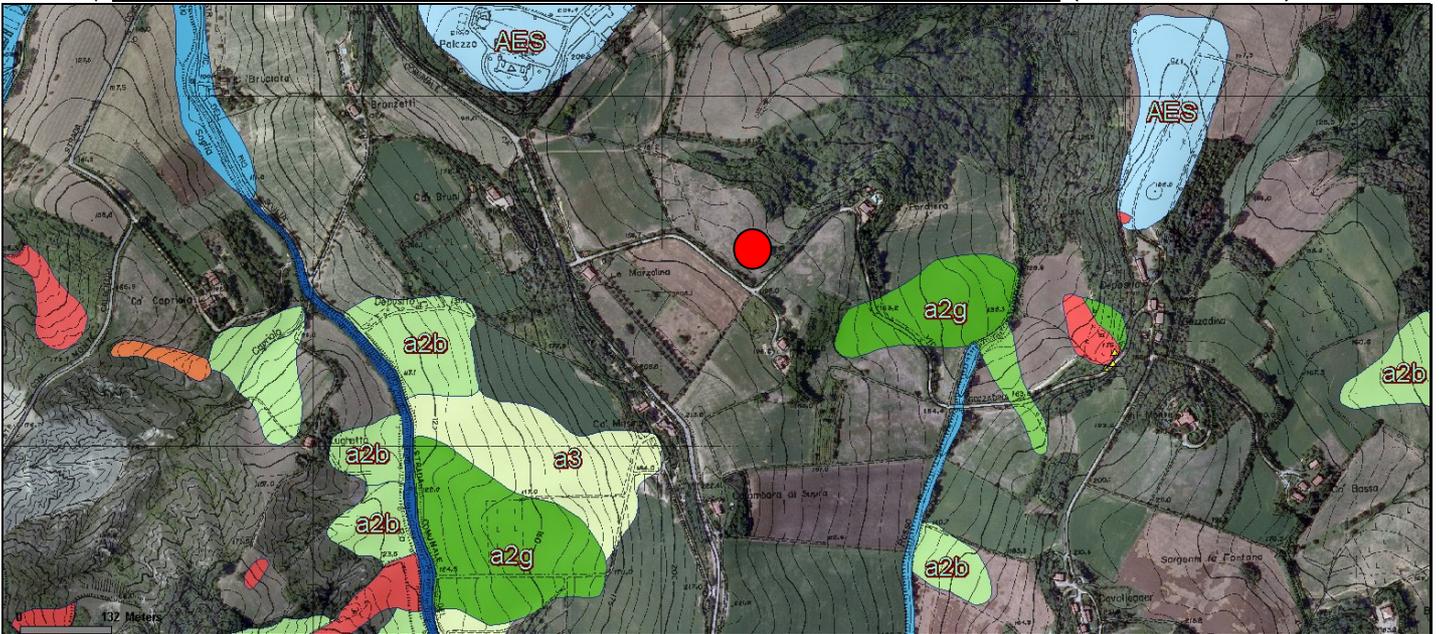
**a1b** = Depositi di Frana Attiva x scivolamento

**a2g** = Depositi di Frana Quiescente Complessa

**a2b** = Depositi di Frana Quiescente x scivolamento

**a4** = Depositi eluvio-colluviali

↓ **Estratto dalla Carta del Dissesto della Regione Emilia-Romagna** (scala 1.10.000)



**● NB: l’area in oggetto NON è interessata da “Fenomeni di Dissesto” cartografabili → v. AREA STABILE**

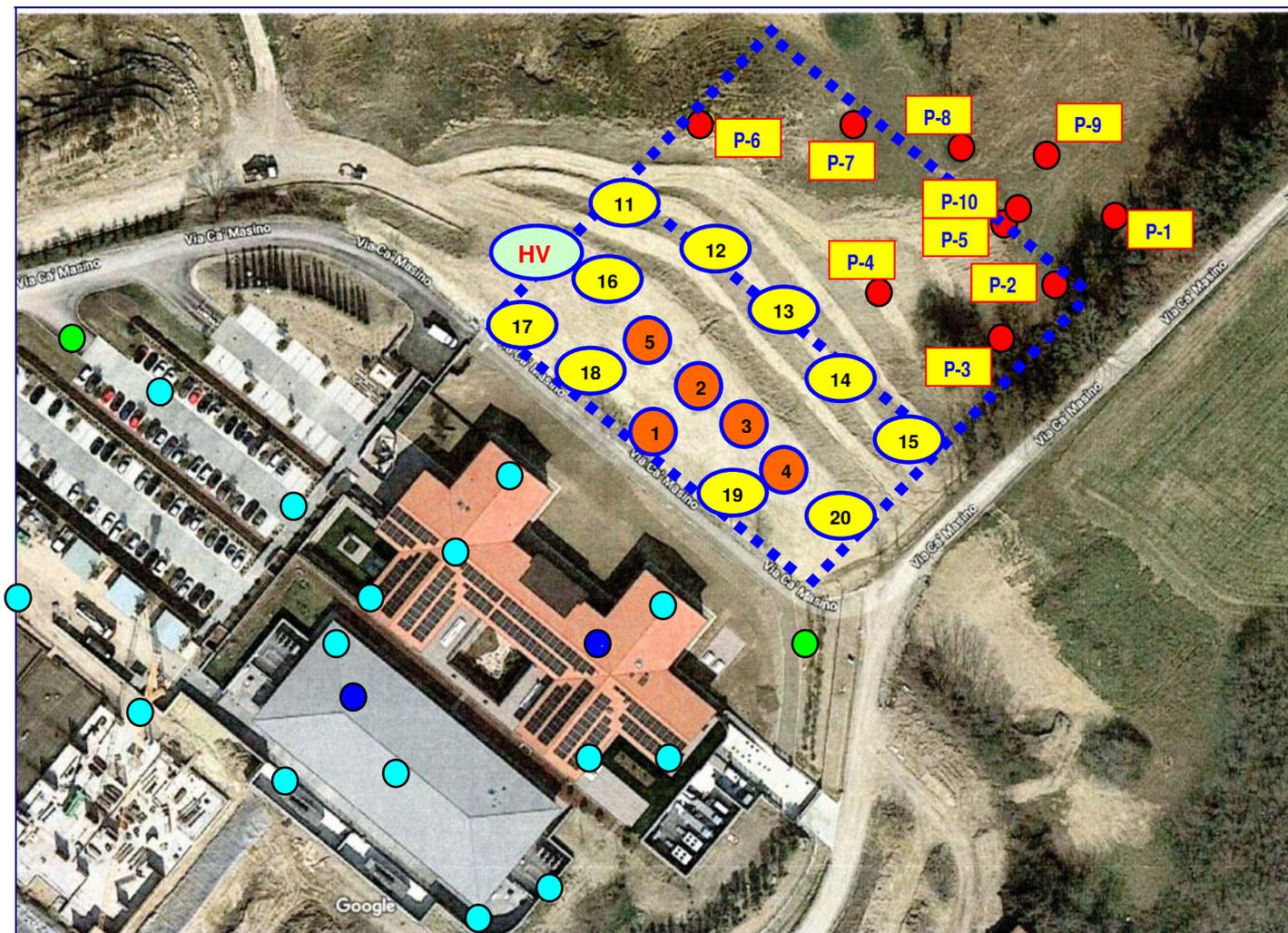
## **Elenco degli allegati**

-) **GRAFICI delle prove** “attuali” utilizzabili per la determinazione delle locali caratteristiche geologiche

→ Prove Penetrometriche CPT e DPSH e SONDAGGI A CAROTAGGIO

– FOTO DEI SONDAGGI e carote estratte

-) **Allegati “ di fine testo”** → Ubicazione dei drenaggi consigliati per migliorare la locale scarsa permeabilità....anche in presenza di Nuovi Manufatti....



**UBICAZIONE DEI PUNTI DI PROVA ( v. rilievi Febbraio-Marzo 2019)**

● **P-..** Nuovi Sondaggi penetro metrici (febbraio) (CPT e DPSH): P.1./P.10

● **00** Nuovi Sondaggi penetro metrici (marzo) (CPT): P.11./P.20

● **S** Nuovi Sondaggi a Carotaggio (marzo) : S.1./S.5

● **HV** Prova Sismica ( HVSR)

Ubicazione delle indagini pregresse – Area Uffici esistenti ( v. Apposito Elaborato)

● Penetrometrie

● Carotaggi

● Prove HVSR



Committente	CRIF S.p.A.	
Cantiere	NUOVI UFFICI - 2019	
Località	VARIGNANA - Via Cà Masino -	
Data Inizio	Marzo 2019	Data Fine Marzo 2019

SONDAGGIO	FOGLIO
S. 1	1
Il geologo Lucchi Dr. Enzo	

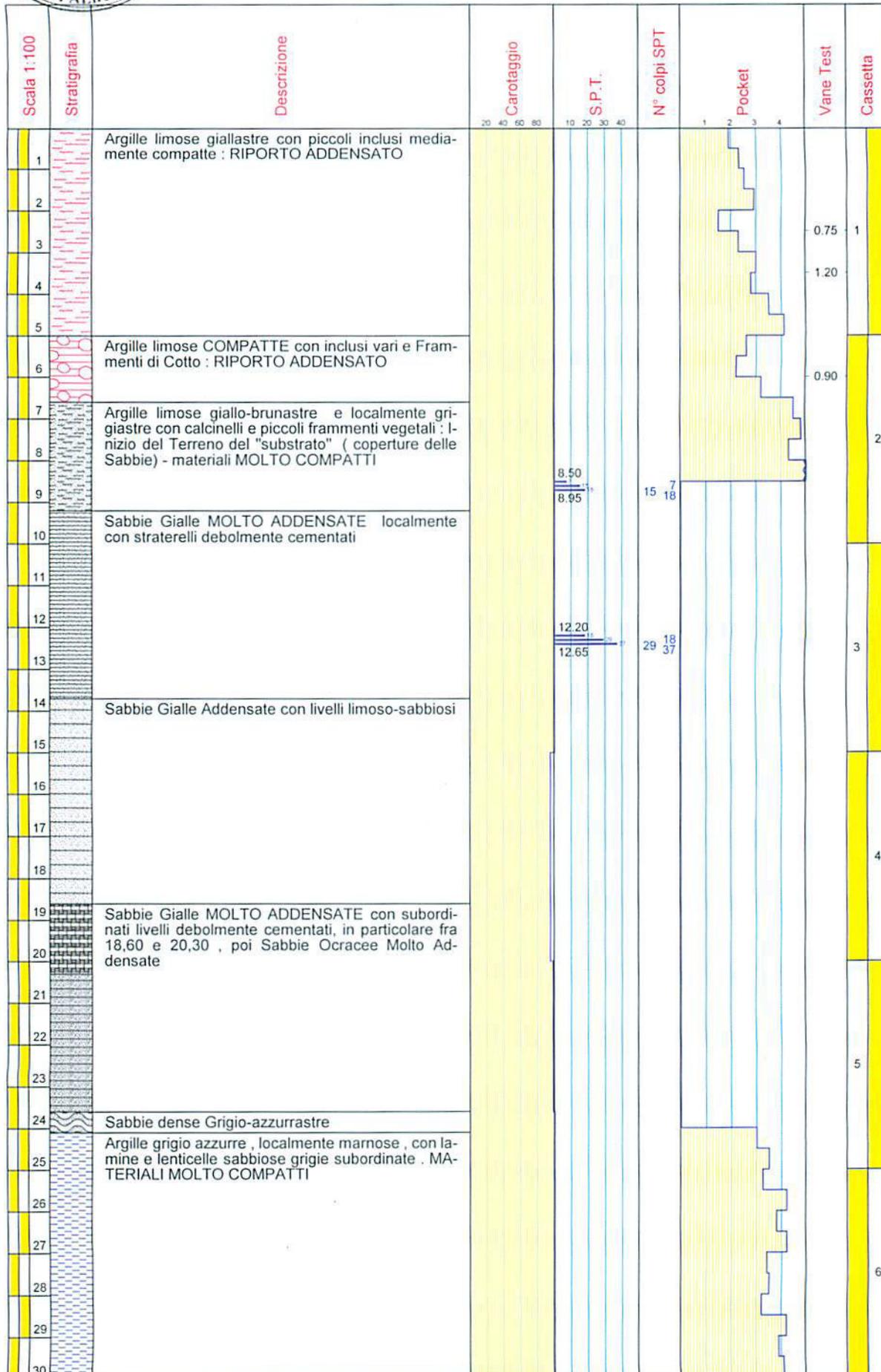
Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	S.P.T.	N° colpi SPT	Pocket	Vane Test	Cassetta	
			20 40 60 80	10 20 30 40		1 2 3 4			
1		Argille limose giallastre con piccoli inclusi mediamente compatte : RIPORTO ADDENSATO					0.90	1	
2									
3									
4		Limi argillosi con inclusi di varia natura , frammenti di mattoni , ciottoli, frustoli carboniosi spalmature organiche : RIPORTO POCO ADDENSATO						0.65	
5							0.50		
6	Argille limose giallastre Molto Compatte : Inizio terreno del Substrato , materiali inizialmente POCO COMPATTI			5.50		5			
7				5.95		6			
8	Argille limose con Sabbie gialle alternate MOLTO Compatte ed Addensate								
9	Sabbie gialle debolmente cementate								
10	Sabbie arenacee in strati da 5-10 cm locamente cementati con intercalazioni sabbioso-limose molto addensate - Strati arenacei sparsi intercalati a sabbie poco cementate o NON cementate			10.00		34			
11				10.45		34			
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21	Sabbie giallo-rossastre addensate								
22									
23	Sabbie limose giallo-grigiastre addensate								
24	Sabbie grigie , passanti ad argille marnose verso il basso , MOLTO compatte								

NON SONO STATE RILEVATE FALDE



Committente CRIF S.p.A.  
 Cantiere NUOVI UFFICI - 2019  
 Località VARIGNANA - Via Cà Masino -  
 Data Inizio Marzo 2019      Data Fine Marzo 2019

SONDAGGIO **S. 2**      FOGLIO **1**  
 Il geologo  
**Lucchi Dr. Enzo**



FALDA NON RILEVATA



Committente CRIF S.p.A.  
 Cantiere NUOVI UFFICI - 2019  
 Località VARIGNANA - Via Cà Masino -  
 Data Inizio Marzo 2019      Data Fine Marzo 2019

SONDAGGIO      FOGLIO

**S.3**      **1**

Il geologo  
Lucchi Dr. Enzo

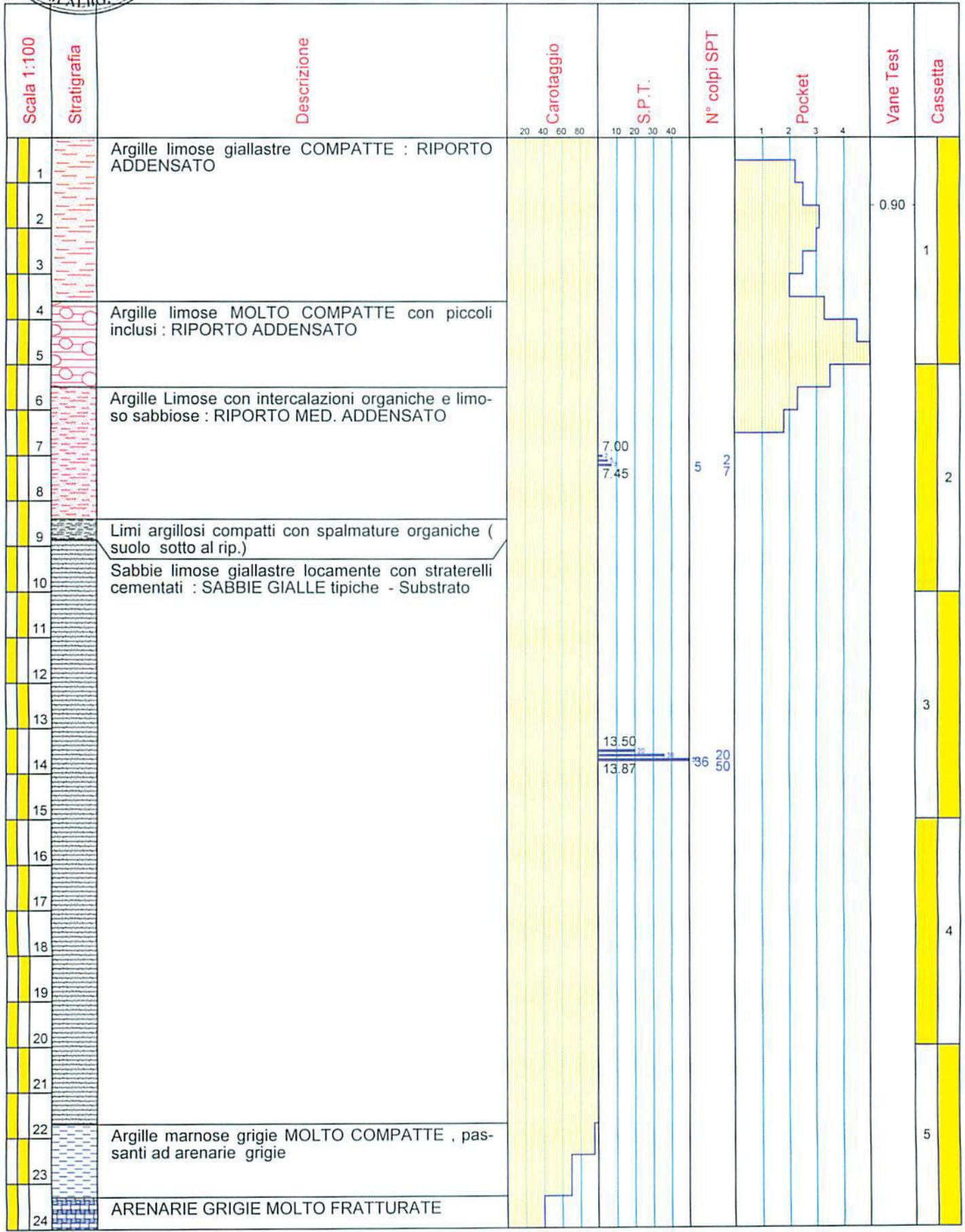
Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	S.P.T.	N° colpi SPT	Pocket	Vane Test	Cassetta
1		Argille limose rimaneggiate : RIPORTO						
2		Argille limose giallastre COMPATTE : RIPORTO ADDENSATO					0.95	1
3		Argille giallo-brunastre con inclusi vari e frammenti di legno : RIPORTO						
4		Argille limose con frammenti di varia natura, frustoli vegetali e schegge di mattoni : RIPORTO		5.30				
5		Argille limose med. compatte con tracce vegetali ed inclusi vari ( SUOLO ricoperto da riporto)		5.75	6	93		
6		Sabbie gialle, debolmente cementate , localmente con piccoli strati più cementati . Sabbia con grana medio fine fino a m 12 circa , poi a grana grossa....		9.30	35	11		
7				9.75	50			
8								2
9								
10								3
11								
12								
13								
14								
15								
16		Sabbie gialle da debolmente cementate a localmente cementate con qualche strato arenaceo....(sottile , max 10 cm...).						
17								
18								4
19								
20								
21		Sabbie gialle molto addensate , con subordinati livelli cementati ( spessore max. 5 cm)						
22								5
23		Sabbie limose addensate bruno grigiastre Argille marnose grigiastre						

FALDA NON RILEVATA



Committente	CRIF S.p.A.	
Cantiere	NUOVI UFFICI - 2019	
Località	VARIGNANA - Via Cà Masino -	
Data Inizio	Marzo 2019	Data Fine Marzo 2019

SONDAGGIO	FOGLIO
<b>S.4</b>	<b>1</b>
Il geologo Lucchi Dr. Enzo	



FALDA NON RILEVATA



Committente	CRIF S.p.A.	
Cantiere	NUOVI UFFICI - 2019	
Località	VARIGNANA - Via Cà Masino -	
Data Inizio	Marzo 2019	Data Fine Marzo 2019

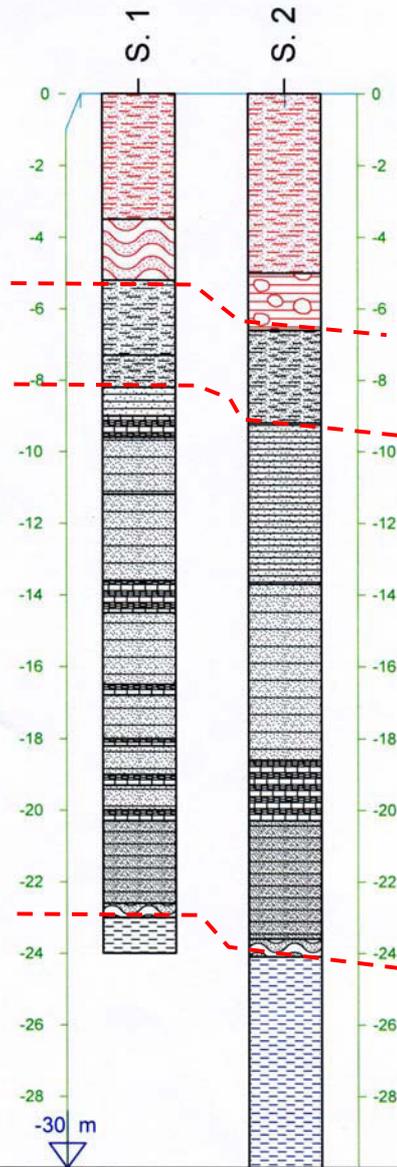
SONDAGGIO	FOGLIO
S.5	1
Il geologo Lucchi Dr. Enzo	

Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	S.P.T.	N° colpi SPT	Pocket	Vane Test	Cassetta
			20 40 60 80	10 20 30 40		1 2 3 4		
1		Argille limose giallastre COMPATTE : RIPORTO ADDENSATO						
2								
3		Argille limose MOLTO COMPATTE con piccoli inclusi : RIPORTO ADDENSATO						1
4								
5		Argille Limose con Frammenti legnosi . RIPORTO						
6		Argille Limose MEDIAMENTE COMPATTE con frammenti di cotto :RIPORTO		6.00				
7		Argille Limose molto compatte "Substrato" argilloso di copertura delle Sabbie		6.45	5	7/3		
8								2
9								
10		Sabbie limose giallastre deb.Cementate						
11		Sabbie Gialle a grana medio-grossolana localmente cementate in piccoli strati arenacei , cementazione assente verso il basso della unità		10.80				
12				11.25	20	13		
13								3
14								
15								
16								
17								
18								4
19								
20								
21								
22								
23								5
24								
25		Sabbia limosa giallo-brunastra organica : Facies di transizione....						
26		Argille marnose grigio-azzurre						6

FALDA NON RILEVATA

**CORRELAZIONI FRA LE STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI A CAROTAGGIO**

**Sezione S1-S2**



**Riporto recente : Argille limose prev.**

**Argille limose prevalenti : Primo substrato**

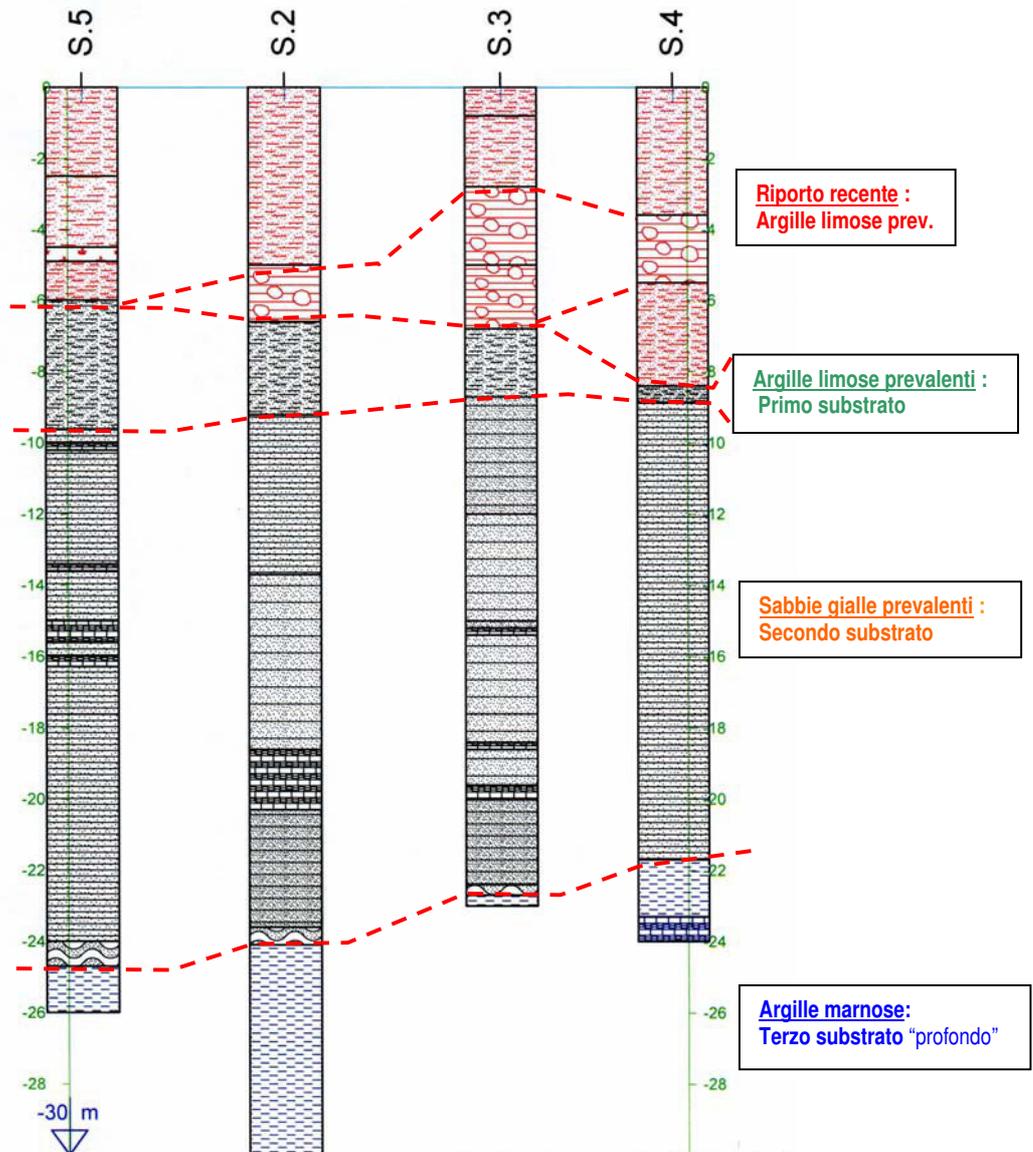
**Sabbie gialle prevalenti : Secondo substrato**

**Argille marnose: Terzo substrato "profondo"**

Scala1: 500/200

DISTANZE PARZIALI	1.00	14.00	5.00
QUOTE TERRENO	-1.00	0.00	0.00
PROGRESSIVE	0.00	15.00	20.00
		10	20

... Sezione S5-S2-S3-S4



Scala1: 500/200

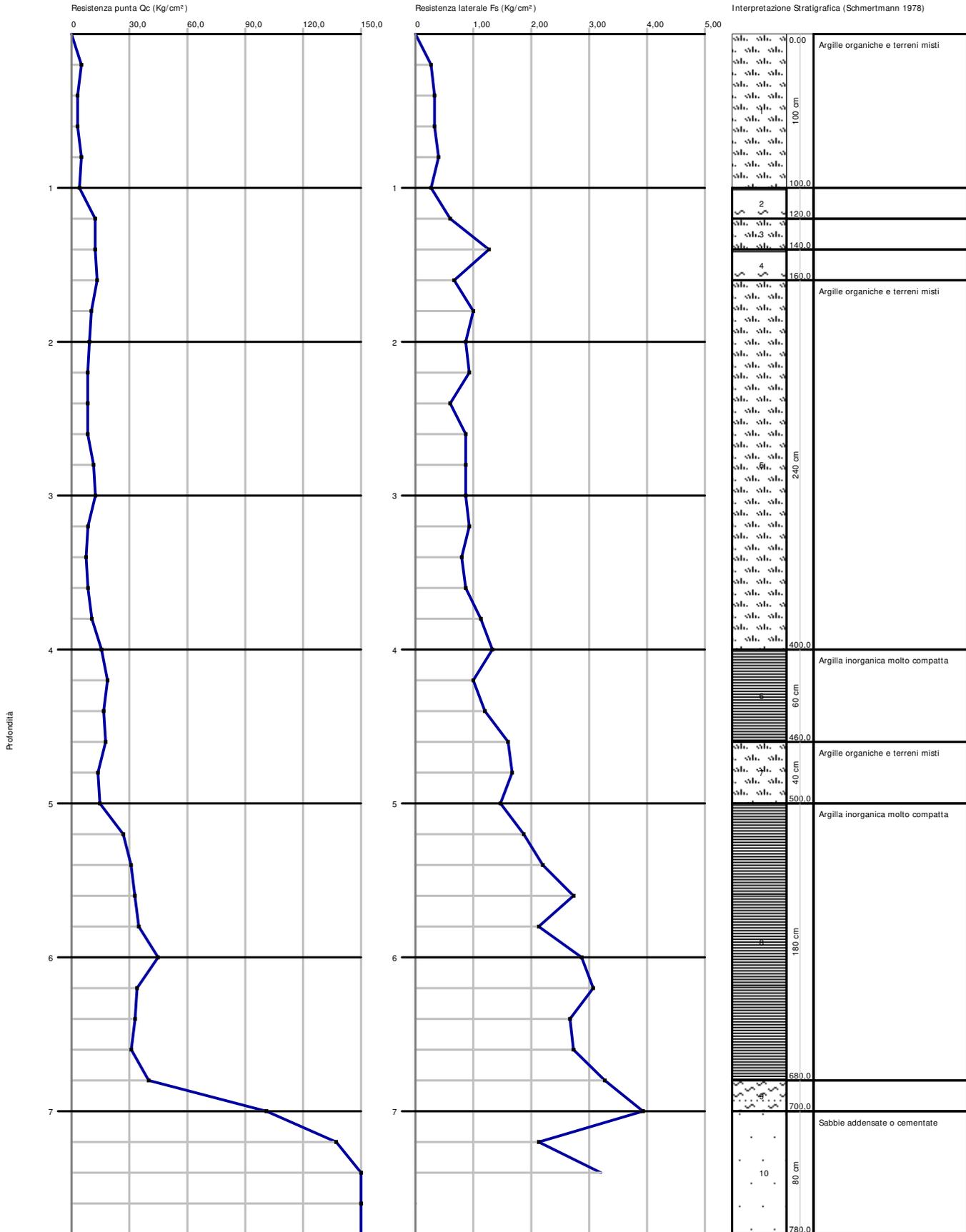
DISTANZE PARZIALI	1.00	14.00	15.00	12.00	1.00
QUOTE TERRENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PROGRESSIVE	0.00	15.00	30.00	42.00	43.00

**Probe CPT - Cone Penetration Nr.11**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:35

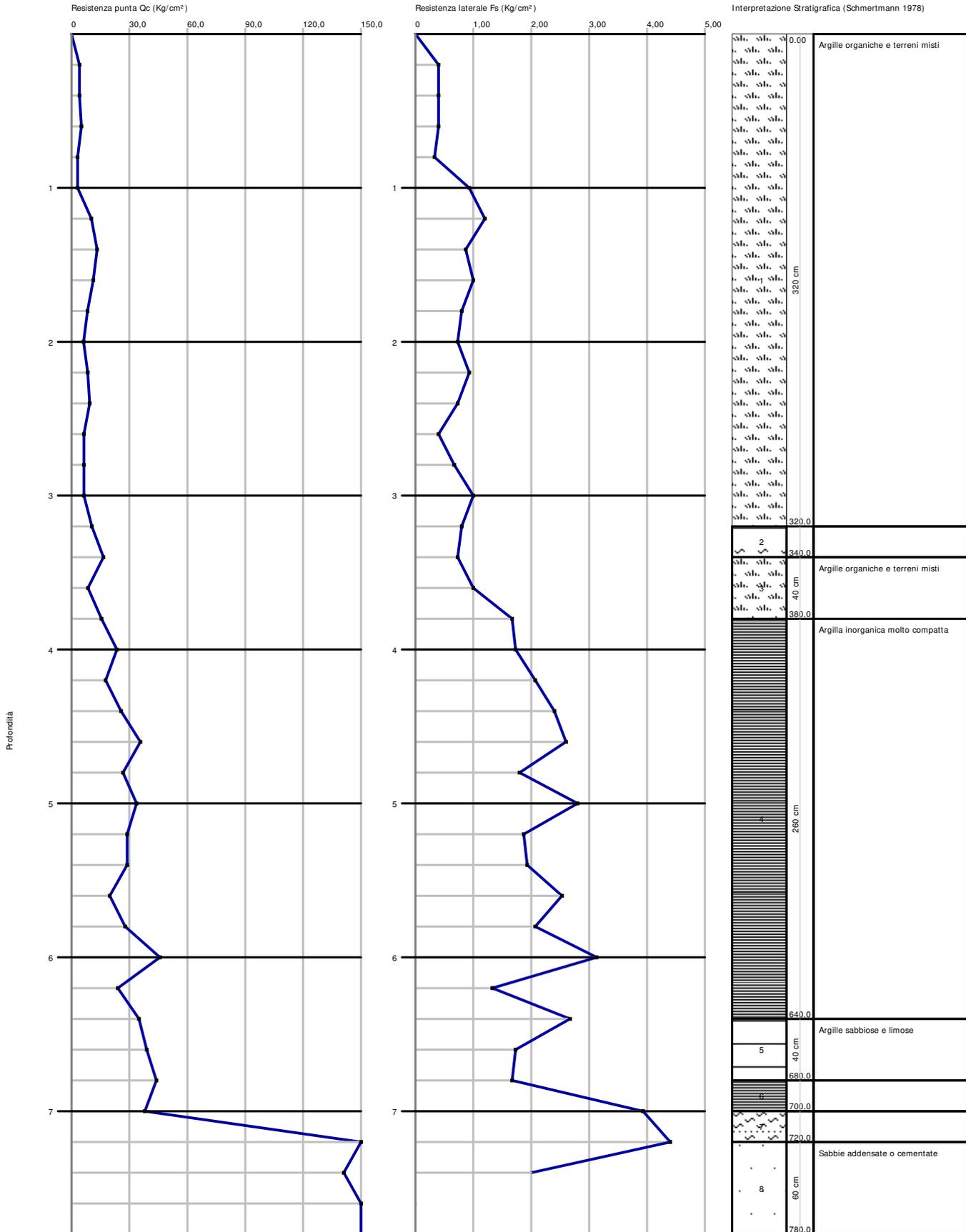


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.12**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:35

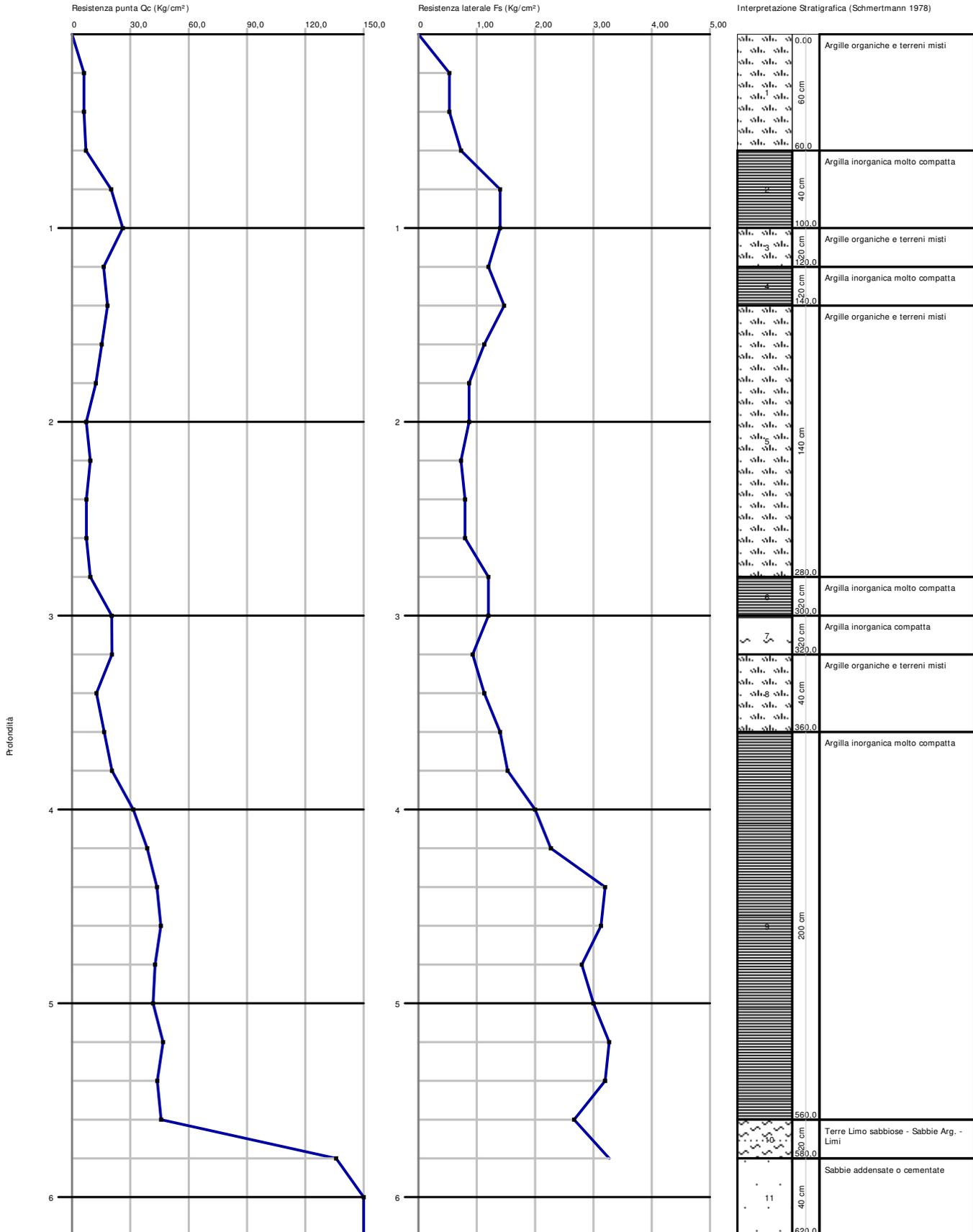


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.13**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:28

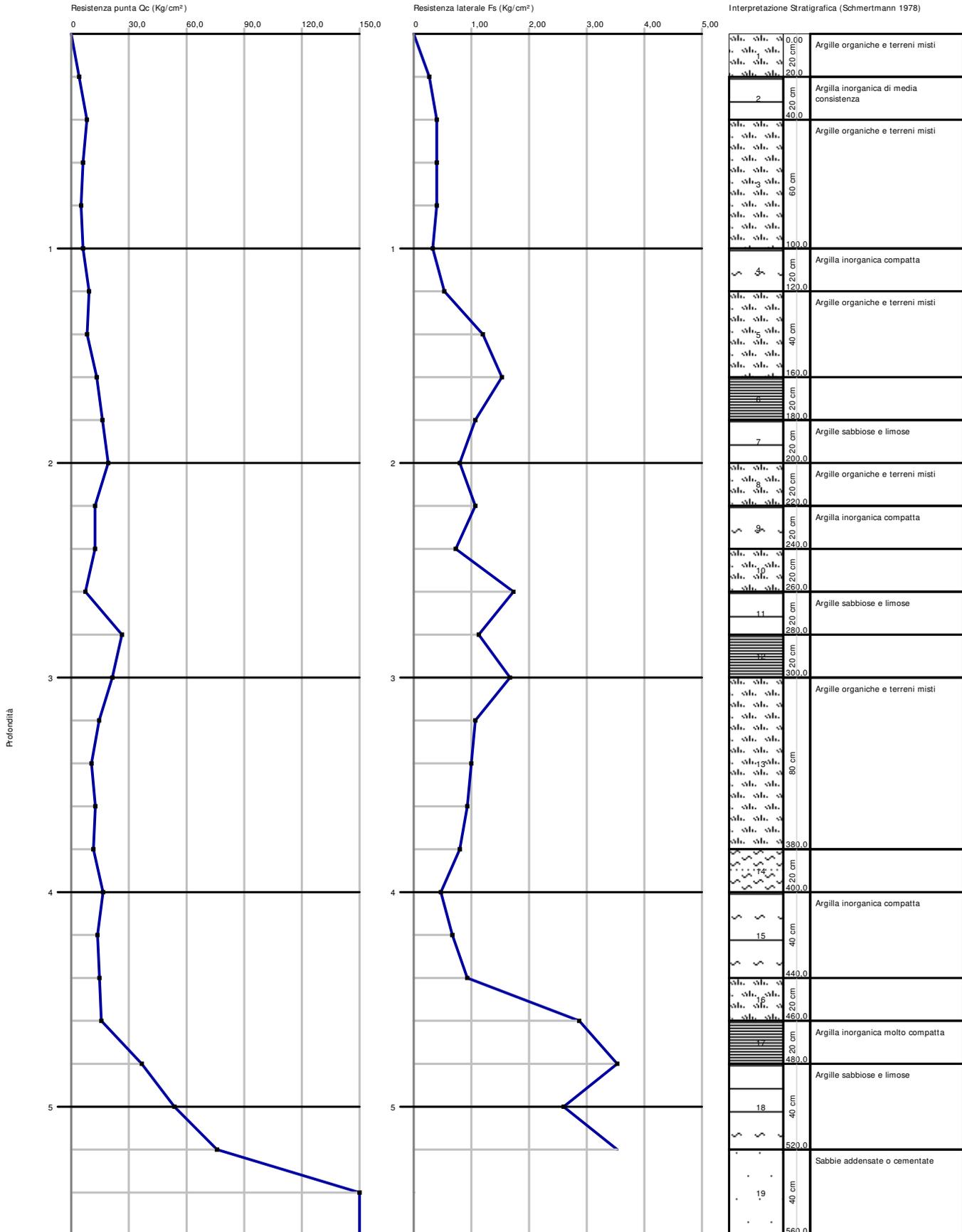


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.14**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:25

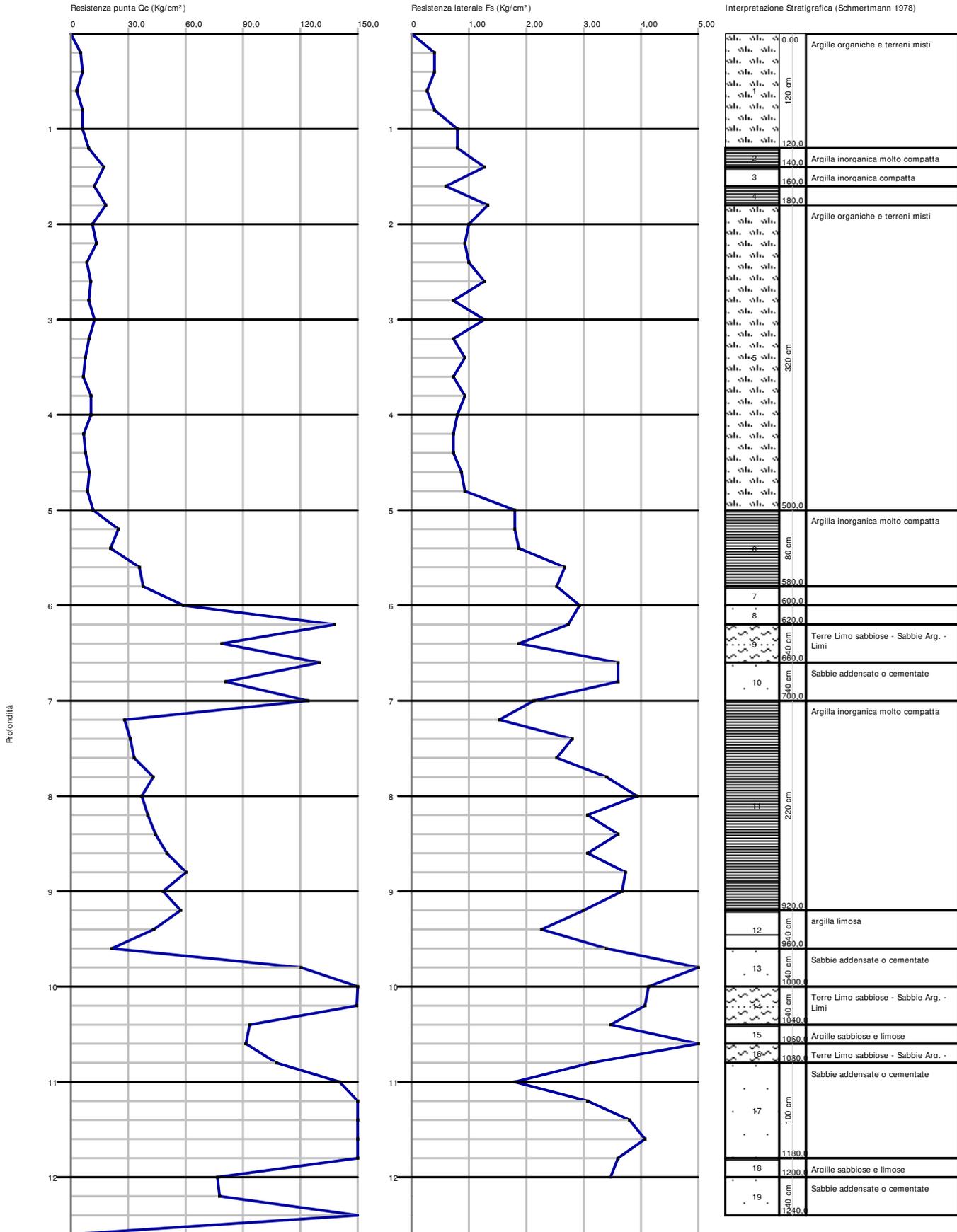


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.15**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:56

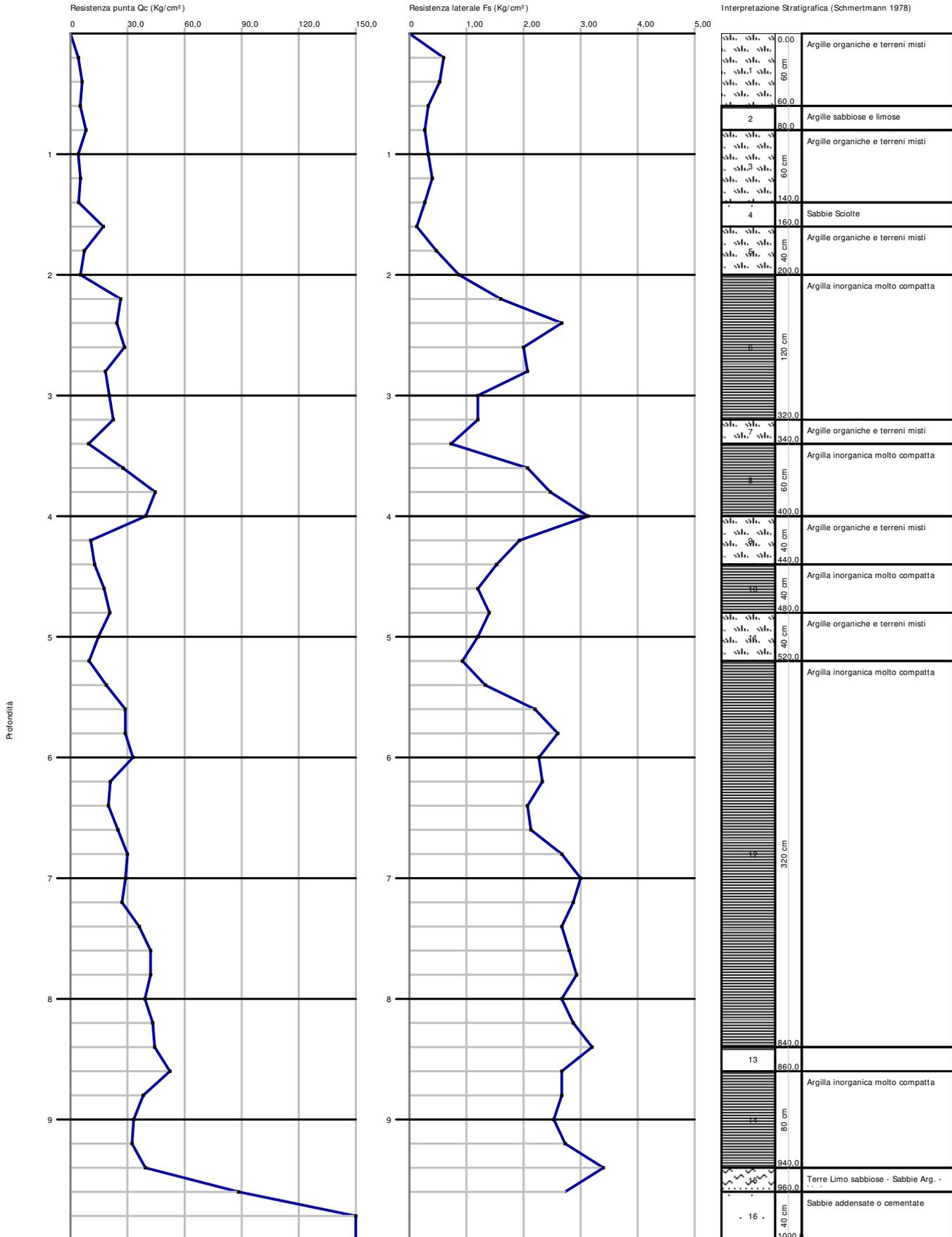


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.16**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:44

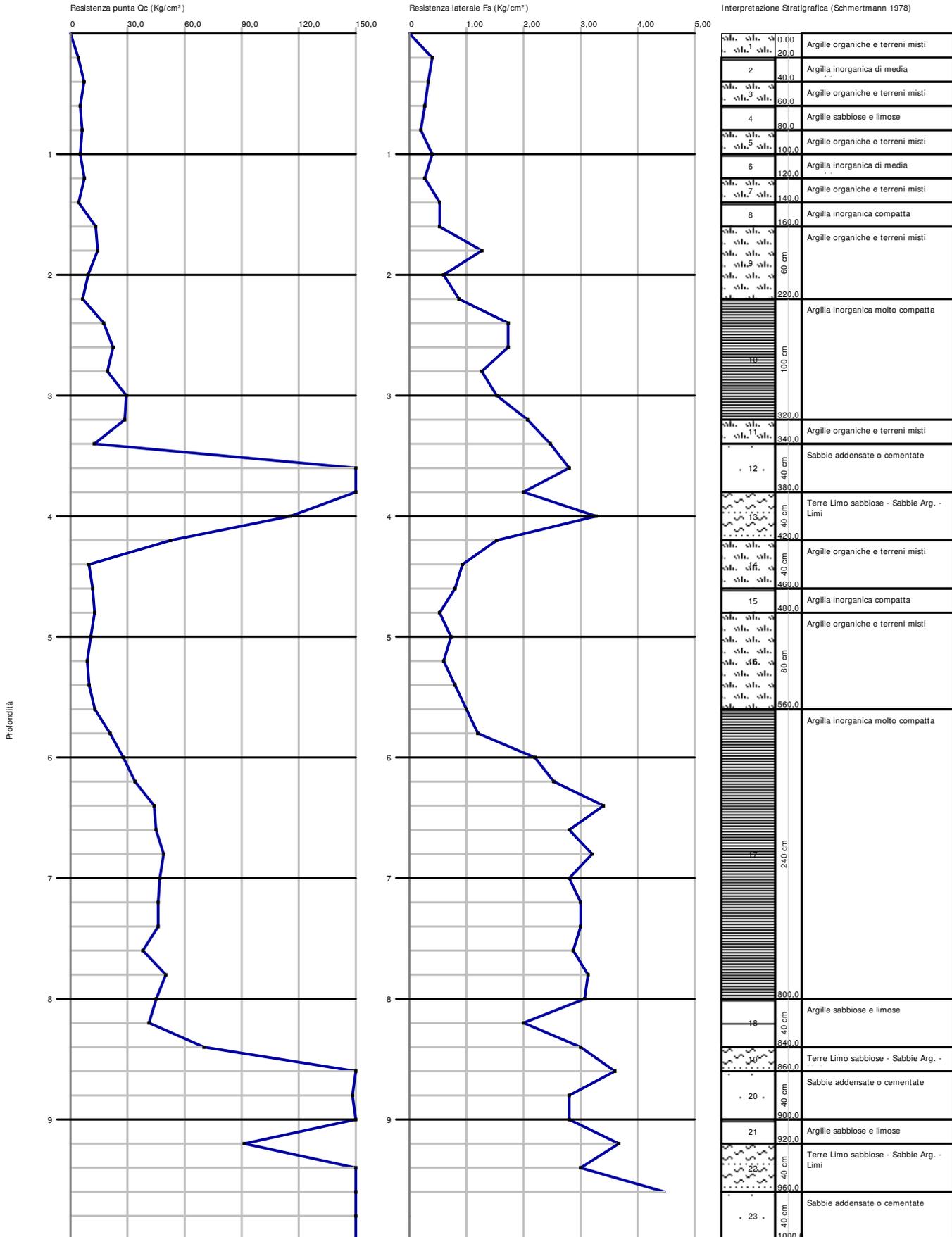


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.17**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :05/03/2019

Scala 1:44

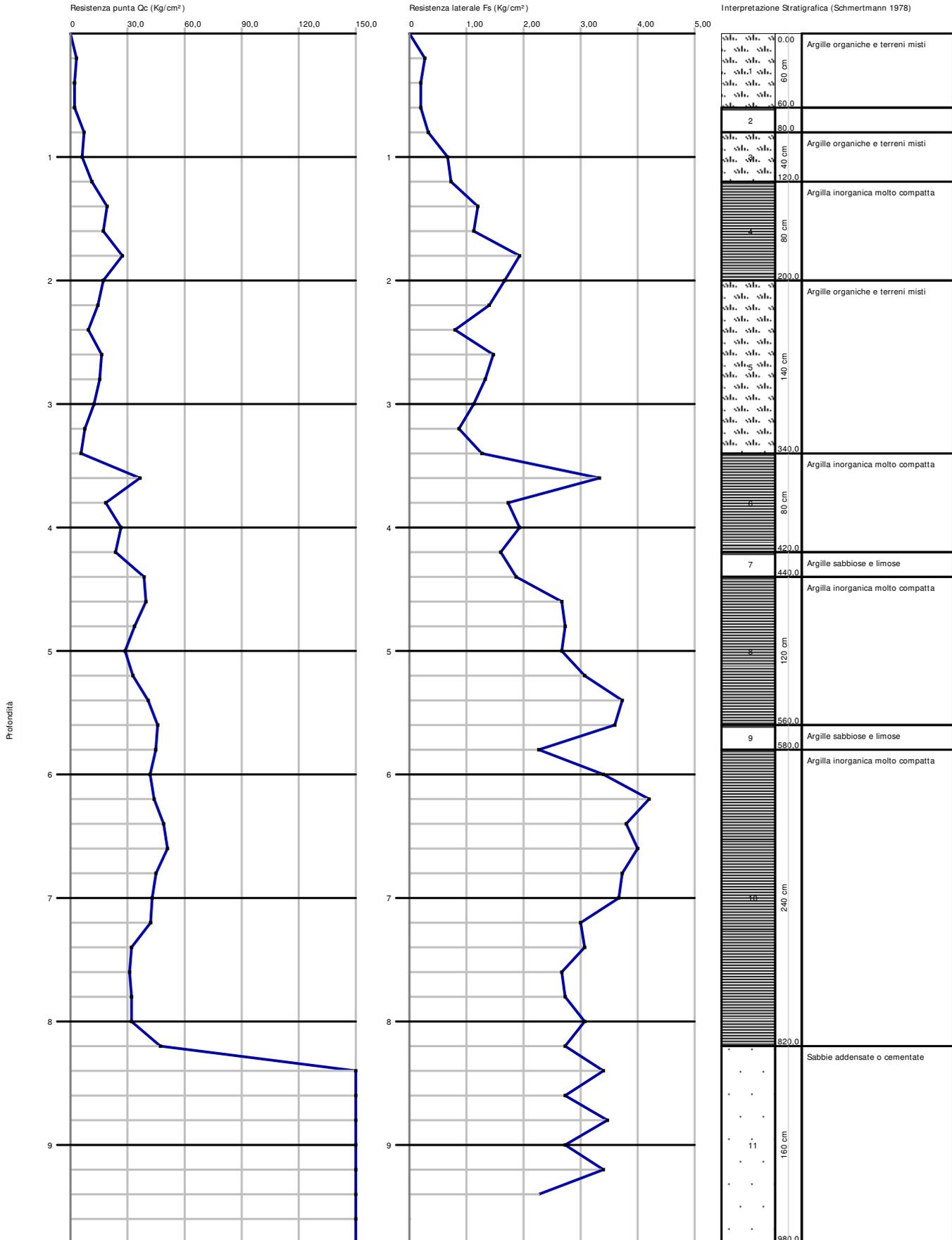


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.18**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :06/03/2019

Scala 1:43

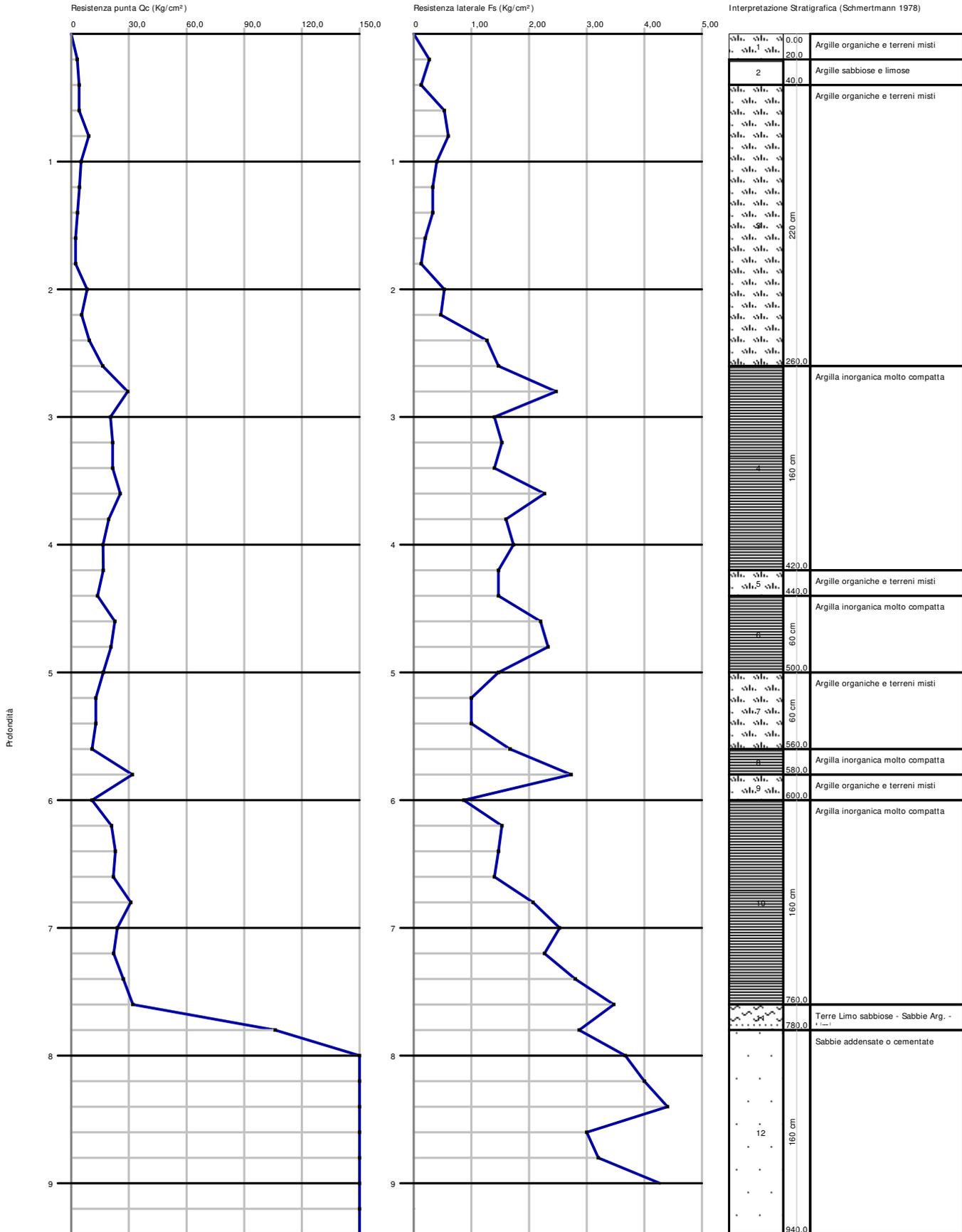


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.19**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :06/03/2019

Scala 1:42

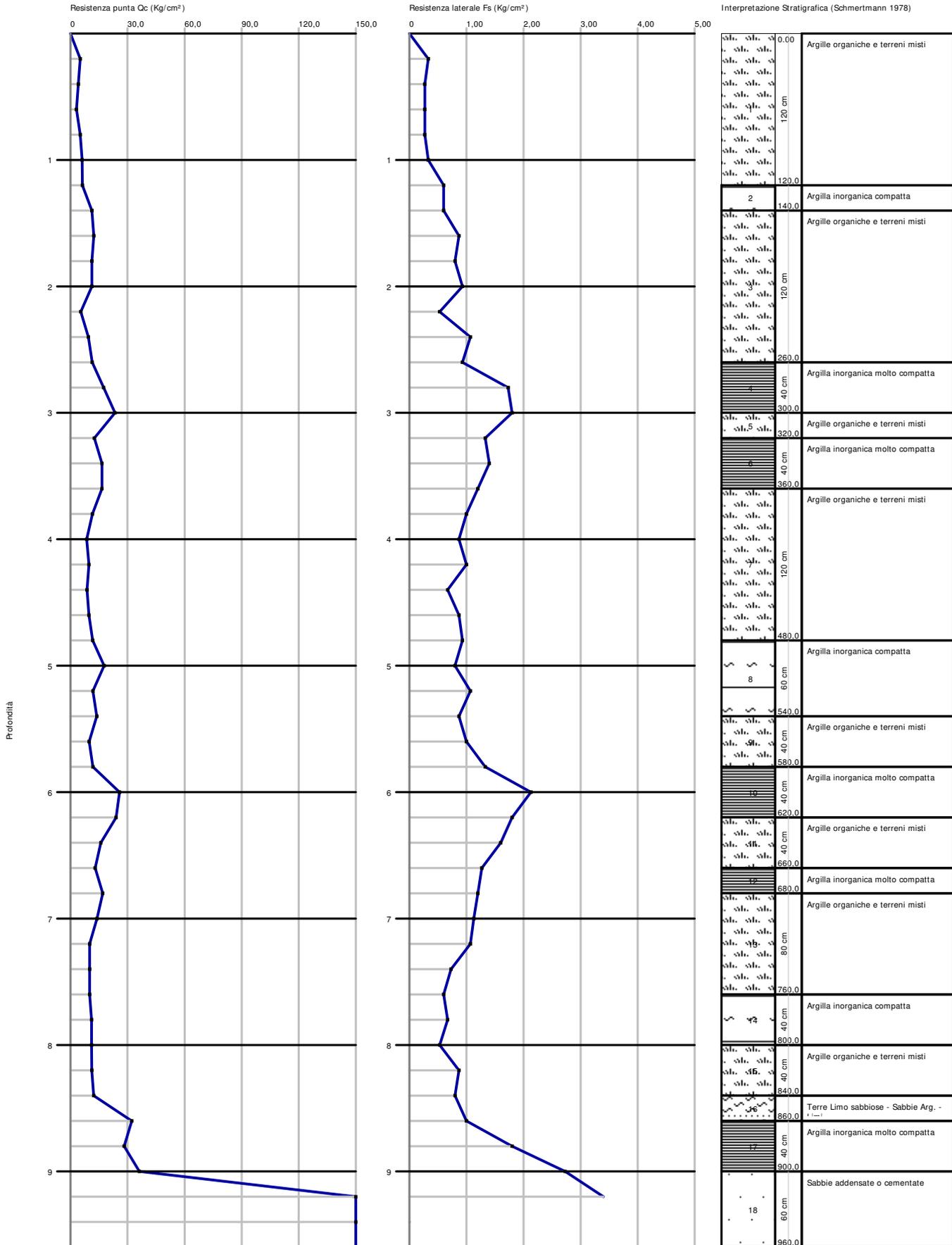


**Probe CPT - Cone Penetration Nr.20**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (100 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : CRIF -S.p.A.  
 Cantiere : NUOVI UFFICI  
 Località : VARIIGNANA

Data :06/03/2019

Scala 1:42



# RAPPORTO SPETTRALE A STAZIONE SINGOLA (HVSr)

**CLIENTE:** CRIF S.p.a.

**CODICE LAVORO:** 803-179-017

**CODICE PROVA:** 017

**LOCALITA':** Via Cà Masino - Varignana

**DATA PROVA:** 04/03/2019

**LONGITUDINE:** 11.511733°

**LATITUDINE:** 44.399095°

**QUOTA (m.s.l.m.):** 194

**TERRENO DI MISURA:** naturale

**ACCOPIAMENTO:** appoggio

**ORIENTAMENTO:** Nord

**CONDIZIONI METEO:** Sun

## FOTO AEREA (Google Earth)



## FOTO AREA DI INDAGINE



Fig. 1

# RAPPORTO SPETTRALE A STAZIONE SINGOLA (HVSR)

CLIENTE: CRIF S.p.a.

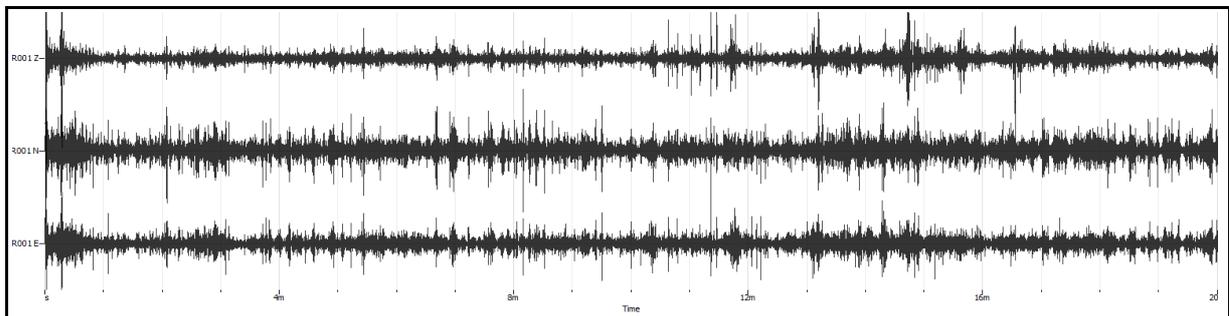
CODICE LAVORO: 803-179-017

CODICE PROVA: 017

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE	
Apparecchiatura di misura	Sara SL 07
Lunghezza registrazione	20 min
Fine registrazione	14.35.00
Frequenza di campionamento	200 Hz

PARAMETRI DI ELABORAZIONE	
Windows lenght (sec)	20
Overlap	5%
Smoothing windows	Konno & Ohmachi
Costant	40
Taper	0.5%
Low Pass	15 Hz
N° of windows	29

## RECORD (Time)



## RECORD (Frequency)

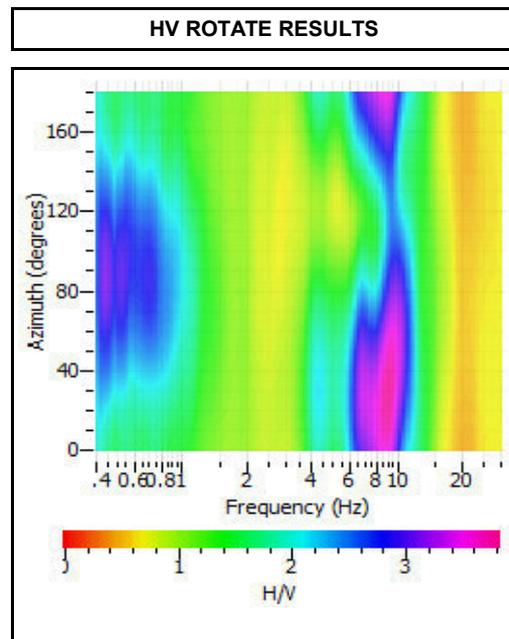
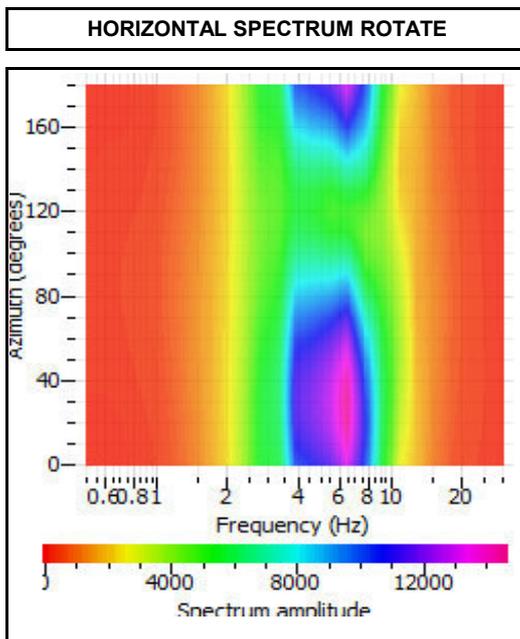
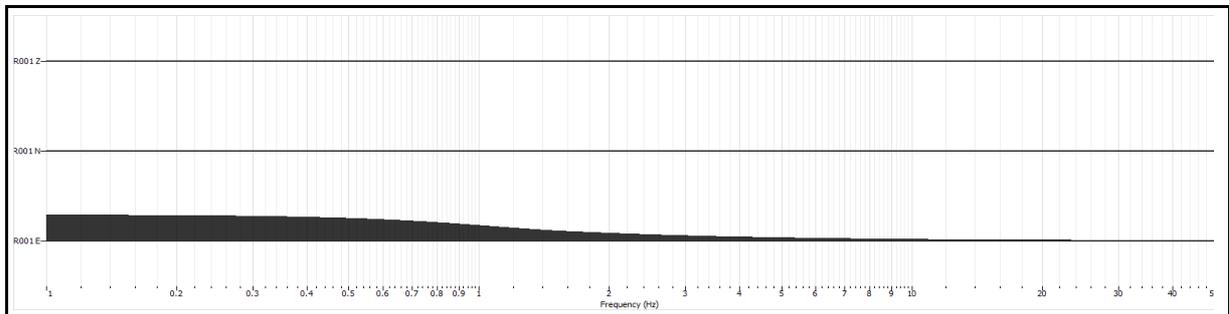


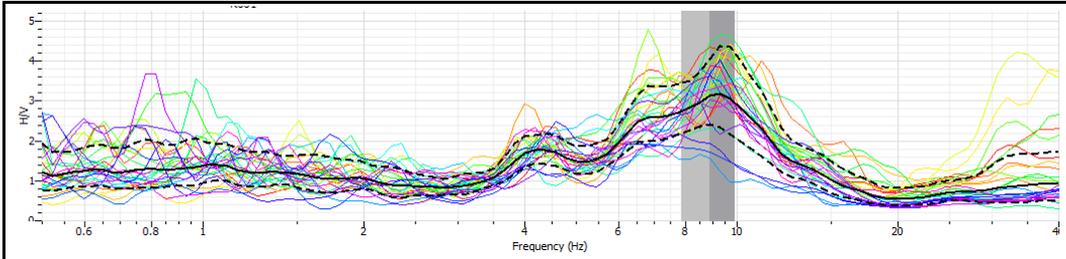
Fig. 2

# RAPPORTO SPETTRALE A STAZIONE SINGOLA (HVSR)

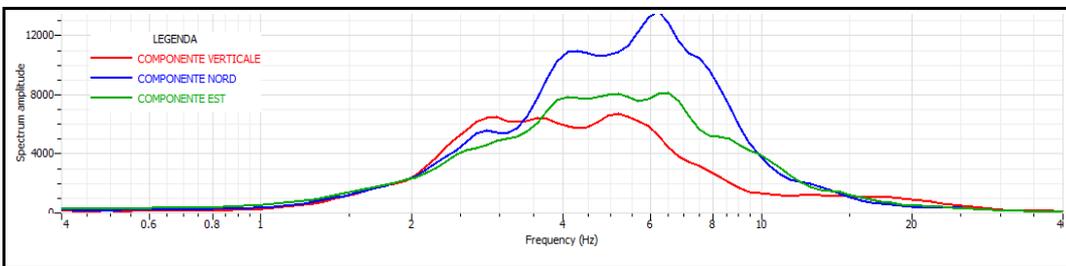
CLIENTE **CRIF S.p.a.**  
 CODICE LAVORO **803-179-017**  
 CODICE PROVA **017**

## RAPPORTO SPETTRALE H/V

**Max HVSR 8.88 ± 1.02 Hz. A0 = 3.19**



## SPETTRO SINGOLE COMPONENTI



### Criteri per una curva H/V affidabile

[tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

f0	8.88		
Lw	20		
nw	71		
f0 > 10 / Lw	8.88 > 10/20	✓	
nc (f0) > 200	12609.6 > 200	✓	
σA(f) < 2 for 0.5 f0 < f < 2 f0 if f0 > 0.5 Hz	Exceeded 0 out of 100 times	✓	
σA(f) < 3 for 0.5 f0 < f < 2 f0 if f0 < 0.5 Hz			

### Criteri per un picco H/V chiaro

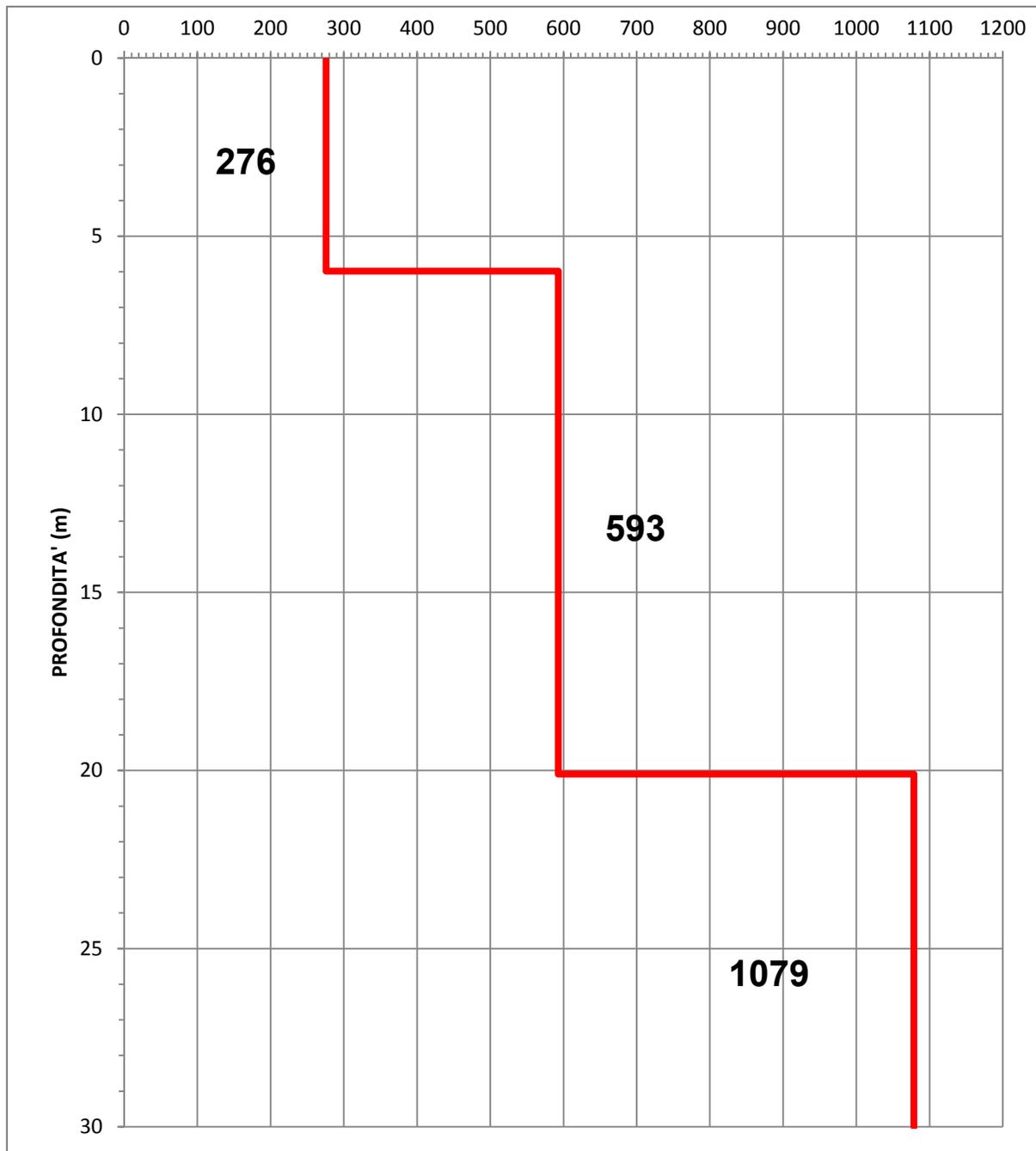
[almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f' in [f0/4, f0]   AH/V(f') < A0/2	5.45 Hz	✓	
Exists f'' in [4f0, f0]   AH/V(f'') < A0/2	12.65 Hz	✓	
A0 > 2	3.19 > 2	✓	
fpeak [AH/V(f) ± σA(f)] = f0 ± 5%	0.4031799999999999 < 0		✗
σf < ε(f0)	1.02535 < 0.444		✗
σA(f0) < θ(f0)	1.019235 < 1.58	✓	

Lw	Window lenght
nW	Number of windows used in the analysis
nc = Lw nW f0	Number of significant cycles
f	Current frequency
f0	H/V peak frequency
σf	Standard deviation of H/V peak frequency
ε(f0)	Threshold value for the stability condition of ε < ε(f0)
A0	H/V peak amplitude at frequency f0
AH/V(f)	H/V curve amplitude at frequency f
f-	Frequency between f0/4 and f0 for which AH/V(f-) < A0/2
f+	Frequency between f0 and 4f0 for which AH/V(f+) < A0/2
σA(f)	Standard deviation of AH/V(f), σA(f) is the factor by which the mean AH/V(f) curve should be multiplier or divided
σlogH/V(f)	Standard deviation of log AH/V(f) curve
θ(f0)	Threshold value for the stability condition σA(f) < θ(f0)

	Threshold value for σf and σA(f0)				
Freq. Range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
ε(f0) (Hz)	0.25 f0	0.20 f0	0.15 f0	0.10 f0	0.05 f0
θ(f0) for σA(f0)	3.00	2.50	2.00	1.78	1.58
Log θ(f0) for σlogH/V(f0)	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

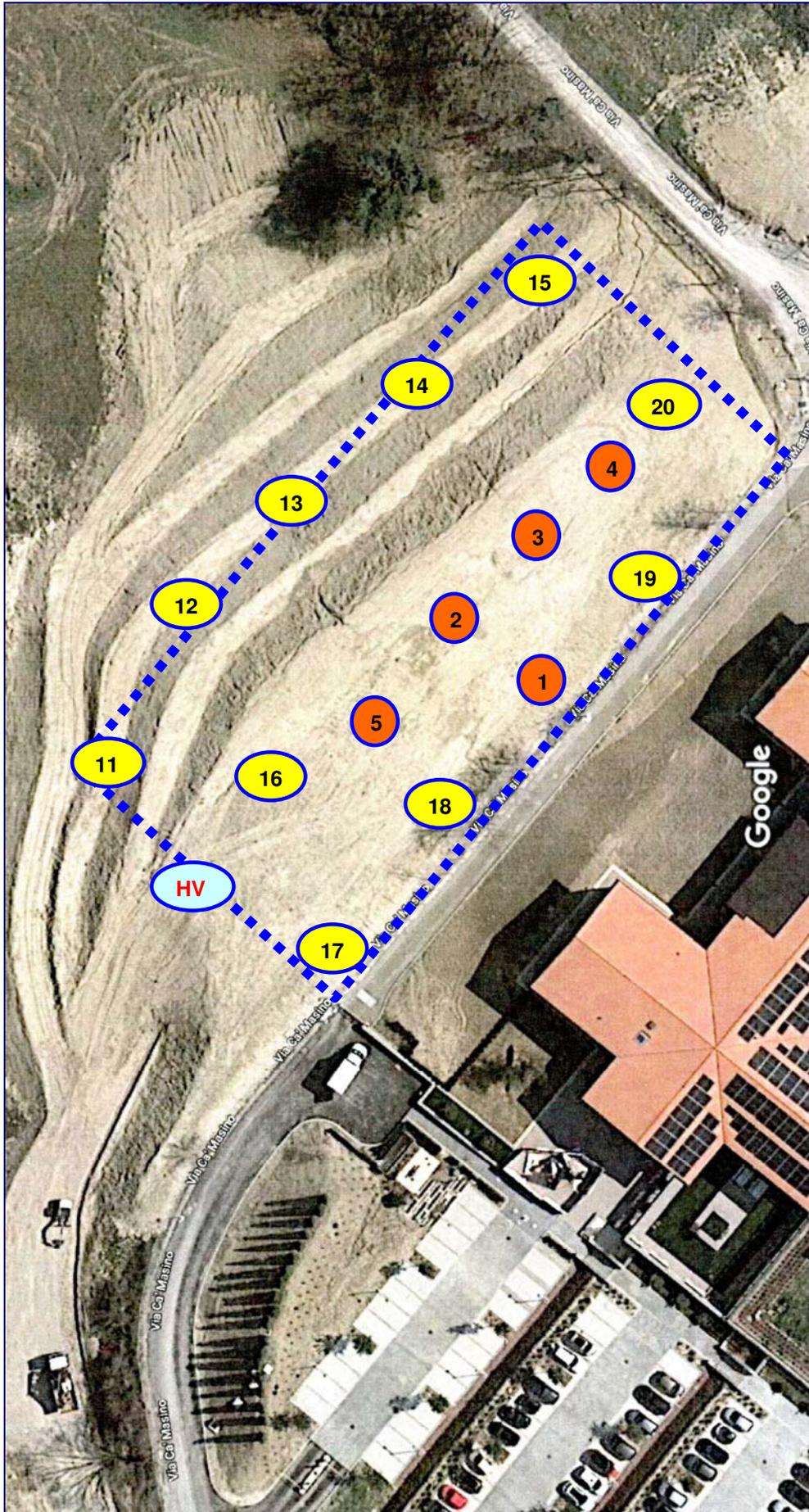
**CRIF S.p.a.**  
**CODICE LAVORO - 803-179-017**  
**VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO (m/sec)**



**CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI (D.M. 17/01/2018)**

**$V_{s_{eq20}} = 439\text{m/sec}$  - Suolo Cat. B**

Fig. 4



**SONDAGGI x Nuovi UFFICI CRIF – Committente : POLISTUDIO AES**



**Sondaggio n° 1**

*(Sonda utilizzata x i sondaggi a carotaggio: SE-SoilSystem 600SL)*



**S.1.C.1- m 0-5**



S.1.C.2-m 5-10



S.1.C.3-m 10-15



S.1.C.4-m 15-20



S.1.C.5-m 20-24..



**Sondaggio n° 2**



**Prova SPT**



S.2.C.1- m 0-5



S.2.C.2-m 5-10



S.2.C.3-m 10-15



S.2.C.4-m 15-20



S.2.C.5-m 20-25



S.2.C.6-m 25-30



Sondaggio n° 3



S.3.C.1-m 0-5



S.3.C.2-m 5-10



S.3.C.3-m 10-15



S.3.C.4-m 15-20



S.3.C.5-m 20-23



Sondaggio n° 4



S.4.C.1- m 0-5



S.4.C.2-m 5-10



S.4.C.3-m 10-15



S.4.C.4-m 15-20



S.4.C.5-m 20-24



Sondaggio n°5



S.5.C.1-m 0-5



S.5.C.2-m 5-10



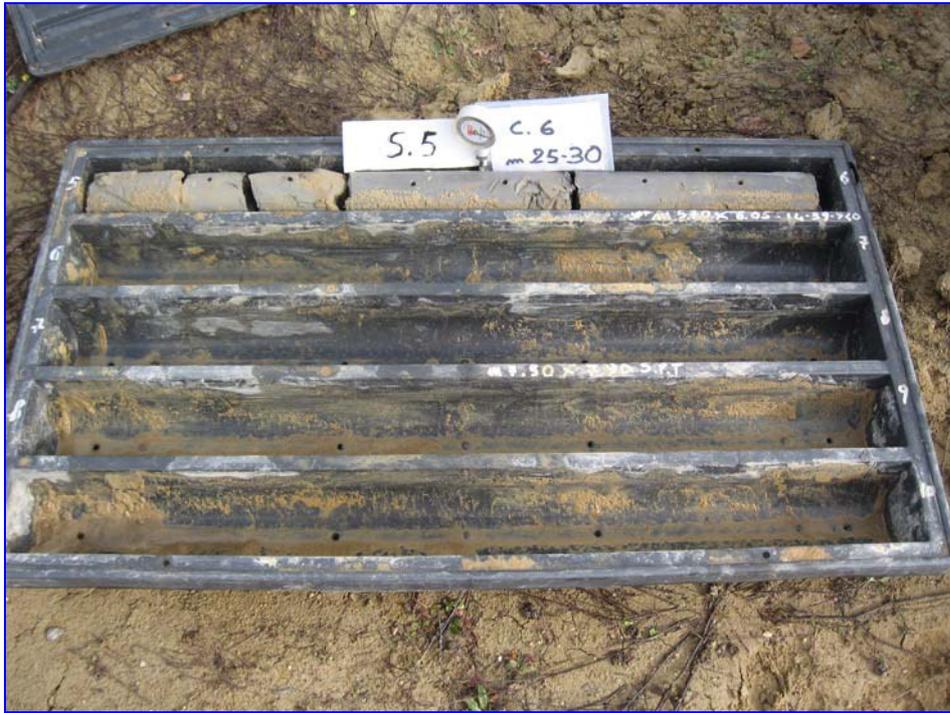
S.5.C.3-m 10-15



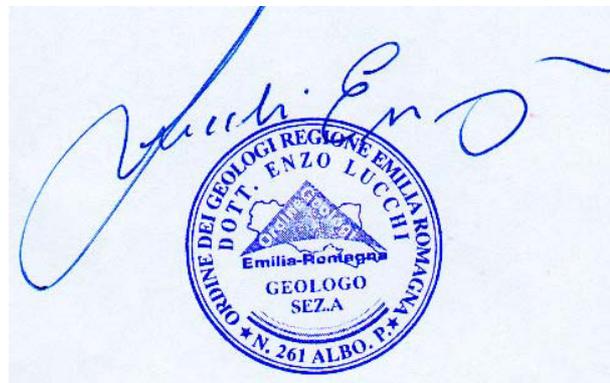
S.5.C.4-m 15-20



S.5.C.5-m 20-25



S.5.C.6-m 25-26



**Seguono le Foto delle Attrezzature utilizzate  
per le prove Penetrometriche →**

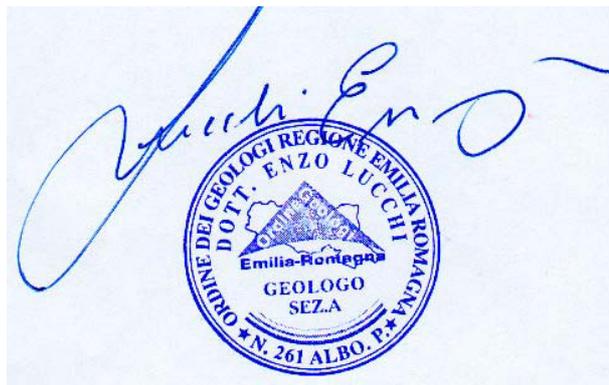
**Strumentazione : Penetrometro Statico-Dinamico  
di marca PAGANI , Tipo “TG 63/100KN”**



Prova CPT sui gradoni



Prova CPT sulla sommità della “duna” di riporto



## CRIF – Nuovi Uffici – Varignana - Ubicazione Drenaggi consigliati

....alla idrografia naturale esistente

