

**STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA**  
Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA  
60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70  
Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

**Geologia,  
Geotecnica,  
Idrogeologia,  
Geologia Ambientale**

**COMUNE DI FANO – PROVINCIA DI PESARO-URBINO**

***PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PRG, AI SENSI DELL'ART. 27-28  
LEGGE 457/1978, DELL'IMMOBILE DENOMINATO "RISTORANTE NUOVA  
CASACCIA", SITO IN LOCALITA' RONCOSANBACCIO,  
STRADA COMUNALE TOMBA, N. 70/A***

**COMMITTENTE: LIVI AROLDI – LIVI ROBERTO – SALUCCI GIUSEPPINA**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA e DI CARATTERIZZAZIONE  
SISMICA DEL SITO redatta ai sensi del D.M. 17.01.2018**

Il Geologo  
Dott. Boccarossa Stefano  
N. 134 ALBO SEZIONE A  
ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE  
Firmato Digitalmente

Senigallia, lì GENNAIO/2020

## I N D I C E

1) PREMESSA .....	PAG. 2
2) METODOLOGIA D'INDAGINE .....	PAG. 3
3) COROGRAFIA - GEOMORFOLOGIA .....	PAG. 6
4) LITOLOGIA – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	PAG. 6
5) IDROLOGIA – IDROGEOLOGIA .....	PAG. 11
6) VINCOLI IDROGEOLOGICI .....	PAG. 11
7) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO .....	PAG. 13
7.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018 .....	PAG. 14
7.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018 .....	PAG. 16
8) EDIFICABILITA' DELL'AREA .....	PAG. 17
8.1 - Intervento di ristrutturazione del fabbricato principale .....	PAG. 18
8.2 - Realizzazione di un nuovo garage ed un vano tecnico al servizio della piscina .....	PAG. 19
8.3 - Realizzazione di una piscina .....	PAG. 19

## **1) PREMESSA**

Su incarico del Tecnico Progettista Architetto Pietro Broccoli e per conto dei Sig.ri Committenti, questo Studio ha redatto la presente relazione in adeguamento alla Normativa vigente in materia di costruzioni in zona sismica, in considerazione dell'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni", relativamente al Piano di Recupero in Variante al P.R.G. del Comune di Fano, ai sensi dell'art. 27-28 Legge 457/1978, dell'Immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", in Località Roncosanbaccio, lungo Strada Comunale Tomba n. 70/A, nel territorio Comunale di Fano (PU), come da elaborati tecnico – progettuali.

Il Piano di Recupero in Variante al PRG e N.T.A., prevede quanto segue:

- Variante dell'attuale Zona omogenea, da Zona D7 a Zona E2;
- Intervento di ristrutturazione del fabbricato principale con cambio di destinazione d'uso da ristorante a civile abitazione, finalizzata alla realizzazione di quattro appartamenti;
- Recupero della volumetria e superficie del piano seminterrato fuori sedime, tramite demolizione dell'esistente e realizzazione di un nuovo garage ed un vano tecnico al servizio della piscina;
- Realizzazione di una piscina nel giardino di proprietà al servizio delle 4 unità residenziali completa di recinzione di sicurezza;
- Sistemazione dello scoperto pertinenziale con inserimento di nuovo accesso carrabile, di sei posti auto nel rispetto della normativa vigente e della recinzione dell'intero complesso immobiliare, costituita da paletti e rete schermata da siepe di pitosforo.

Nella presente relazione vengono riportati gli aspetti geomorfologici, idrologici – idrogeologici dell'area, caratterizzando dal punto di vista litostratigrafico e sismico i terreni presenti nel sottosuolo, al fine di esprimere delle valutazioni di

idoneità complessiva dell'area all'edificazione per realizzazione degli interventi edilizi previsti, il tutto nel rispetto della vigente normativa in materia di costruzioni in zona sismica (NTC 2018).

Tale Studio fa riferimento alla seguente normativa vigente:

- D.M. 11.03.1988;
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni".

## **2) METODOLOGIA D'INDAGINE**

L'indagine svolta si è così articolata.

Esecuzione di un rilevamento geomorfologico di campagna con presa visione di affioramenti della formazione geologica in posto caratteristica della zona, integrato con i dati della Carta Ambiente Fisico delle Marche – Regione Marche, scala 1:100.000 e della Carta Geologica Regionale Edizione CTR – Sez. 268120 - Novilara - Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.1.

Per il riconoscimento della successione litologica e l'acquisizione dei parametri geotecnici necessarie e sufficienti allo scopo, nell'area in esame si è eseguita n. 1 prova penetrometrica statica CPT e n. 1 prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH n.1, ubicate rispettivamente come indicato nelle allegate planimetrie - TAV.4, 5, e TAV.6.

La prova penetrometrica statica CPT consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica infissa a velocità costante nel terreno.

Il penetrometro tipo PAGANI EMILIA da 20 t. con anello allargatore, è costituito da un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata una punta munita di un manicotto mobile, aventi entrambi dimensioni standard.

Lo sforzo per l'infissione della punta è misurato mediante manometri collegati ad un martinetto idraulico che esercita la spinta di progetto di 20 t. sulla batteria di aste cave.

Le informazioni che la prova fornisce permettono di ricostruire il profilo stratigrafico e geotecnico dei litotipi attraversati.

Difatti dal rapporto tra le resistenza all'avanzamento della punta e la resistenza laterale locale, è possibile risalire alla natura dei sedimenti attraversati ed alla diversa consistenza.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nella misurazione della resistenza a penetrazione di una punta conica della misura standard, infissa per battitura nel terreno per mezzo di idoneo dispositivo di percussione (vedere grafici allegati).

Le informazioni che la prova fornisce permettono di ricostruire il profilo geotecnico dei litotipi attraversati.

Si è inoltre eseguita un'indagine geofisica mediante Prospettazione Sismica Passiva – Metodo HVSR per il calcolo della frequenza di risonanza dei terreni e la stima della velocità equivalente  $V_{s,eq} = V_{s,30}$  delle onde sismiche, secondo quanto prescritto dalla normativa sismica nazionale vigente (NTC), ubicata come indicato nelle allegate planimetrie - TAV.4, 5, e TAV.6.

I risultati ottenuti dalla metodologia HVSR sono riportati nell'allegato a cura della TECNOSONDAGGI – Osimo (AN).

L'elaborazione dei dati così acquisiti ha permesso la stesura della presente relazione alla quale si allegano:

- Stralcio Carta Geologica Regionale Edizione CTR – Sez. 268120 - Novilara - Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.1;
- Carta del Rischio Idrogeologico - Stralcio da Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.2;

- Città di Fano – Piano Regolatore Generale – Studi Propedeutici Pericolosità Geologiche, Rischi Idrogeologici, Pericolosità Sismiche – TAV. 04 A – 04 B – 04 C, scala 1:25.000 – TAV.3;
- Planimetria Generale Stato Attuale, con indicati i punti di indagine CPT e DPSH e sismica HVSR, scala 1:400 – TAV.4;
- Planimetria Generale Stato di Progetto, con indicati i punti di indagine CPT e DPSH e sismica HVSR, scala 1:400 – TAV.5;
- Planimetria di Progetto, con indicati i punti di indagine CPT e DPSH e sismica HVSR e Sezione A – A di riferimento, scala 1:300 – TAV.6;
- Sezione Geologica Indicativa – Sezione A – A (progetto), su cui sono state proiettate le prove penetrometriche eseguite, scala 1:200 – TAV.7;
- Grafici Prova Pentrometrica Statica CPT e Dinamica DPSH;
- Prospettiva sismica passiva HVSR;
- Documentazione Fotografica Esecuzione Indagine.

### **3) COROGRAFIA - GEOMORFOLOGIA**

L'area in oggetto è ubicata nel territorio comunale di Fano in Località Roncosanbaccio, lungo Strada Comunale Tomba n. 70/A, come da allegate planimetrie TAV.1, 2, 3.

Dal punto di vista geomorfologico, questa ricade in una zona di crinale di una dorsale collinare allungata con direzione N.W. – S.E., che nel versante mare rappresenta una falesia inattiva, separata dal mare, compresa in una fascia altitudinale a circa 90 metri sul l.m.m. (vedere TAV.2).

In particolare, ai rilievi di superficie la zona presenta un profilo topografico molto regolare con andamento da sub pianeggiante dove insiste l'immobile, a debolmente acclive man mano che si procede sul versante sottostante esposto a Sud.

Nella zona in generale non si sono rintracciate fratture o segni di tensione del terreno imputabili a fattori di instabilità geomorfologica, risultando pertanto naturalmente stabile.

La formazione geologica in posto, è rappresentata dalla Formazione Pliocenica delle Argille Azzurre – Membro delle Arenarie di Borello, in litofacies arenitico – pelitica (FAA2 nell'allegata Carta Geologica – TAV.1), costituita da sabbie ed arenarie debolmente cementate con talvolta intercalazioni argilloso – marnose.

Dal rilevamento eseguito, non sono scaturiti elementi tali da poter definire lo stile tettonico della zona in esame.

#### 4) LITOLOGIA – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dall'analisi ed interpretazione della prova penetrometrica statica CPT e dinamica DPSH, comparate con i dati bibliografici disponibili, nell'area in esame si evidenzia la seguente successione litologica di terreni dall'alto verso il basso a partire dal piano campagna attuale (Litologia Schmertmann, 1978) (vedere grafici allegati).

##### **Prova CPT n.1**

**0.00 m / -0.60** – Terreno di riporto e vegetale, di natura sabbioso - argilloso (**Litotipo R-TV**).

$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )
1.85

##### **Segue la Formazione in Posto Pliocenica, rappresentata da:**

**-0.60 m / -4.00 m** – Argille inorganiche e argille sabbiose e limose; materiale duro in superficie fino a -1.00 m di profondità per probabile disidratazione, poi generalmente compatto a molto compatto con la profondità.

Questo terreno rappresenta la formazione in posto parzialmente alterata in litofacies argilloso – marnosa e sabbiosa, in strati variamente intercalati tra loro con le argille che risultano generalmente di colore nocciola o grigio – nocciola e la sabbia generalmente nocciola ed ocracea (**Litotipo AMS**).

La parametrizzazione geotecnica del **Litotipo AMS**, è riferita alla litofacies argilloso – marnosa, più cautelativa.

##### **Parametri Nominali**

Cu (Kg/cm <sup>3</sup> )	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Mo (Kg/cm <sup>3</sup> )	$\phi'$ (gradi)
1.17 $\div$ $\geq$ 2.00	2.00 $\div$ 2.05	105 $\div$ 180	22° $\div$ 24°

**-4.00 m / -4.40 m** - (termine prova per disancoraggio strumentazione e difficoltà di avanzamento) – Sabbia e limo, sabbia e limo - argilloso; materiale estremamente addensato.

Questo terreno rappresenta la formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa (prevalente), con la sabbia generalmente nocciola ed ocrea (Litotipo S).

La parametrizzazione geotecnica è riferita al **Litotipo S**.

#### Parametri Nominali

Dr%	$\gamma$ (g/cmc)	Mo (Kg/cmq)	$\phi'$ (gradi)
95.0 ÷ 100,0	2.03 ÷ 2.09	≥ 300	36° ÷ 40°

#### Prova DPSH n.1

**0.00 m / -0.60** – Terreno di riporto e vegetale di natura argillosa e sabbiosa (Litotipo R-TV).

$\gamma$ (g/cmc)
1.86

#### Segue la Formazione in Posto Pliocenica, rappresentata da:

**-0.60 m / -1.60 m** - (termine prova per raggiunto rifiuto) – Formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa: terreno di natura granulare costituito da sabbia ben addensata di colore nocciola (visionata con elica di ancoraggio del penetrometro) (Litotipo S).

#### Parametri Nominali

Dr%	$\gamma$ (g/cmc)	Mo (Kg/cmq)	$\phi'$ (gradi)
72.0	2.09	≥300	38°
N spt			
37			

Le prove sono state interrotte rispettivamente rispetto al p.c., alla profondità di -4.40 m la CPT n. 1 e - 1.60 m la DPSH n.1, dato l'elevato valore di resistenza registrato, con disancoraggio della strumentazione impiegata; profondità comunque significative ai fini della presente relazione in quanto la formazione in posto presenta spessori considerevoli, con progressivo aumento dei valori di consistenza in profondità.

La caratterizzazione geotecnica sopra riportata (**parametri nominali**), è risultata dai dati emersi dall'interpretazione delle prove penetrometrica dinamica superpesante DPSH, come risulta dalle allegate SCHEDE nonché dalla bibliografia esistente e per comparazione analogica con campioni simili già esaminati in laboratorio in analoghe esperienze professionali.

$C_u$  = coesione non drenata

$\gamma$  = peso di volume

$\phi'$  = angolo di attrito

$M_o$  = modulo di deformazione edometrico

$D_r$  = densità relativa

$N_{spt}$  = correlazione colpi Standard Penetration Test

– Parametri Caratteristici

I parametri caratteristici per terreno coesivo  $C_{uk}$ , (posto  $\phi' = 0$ ) e per terreno granulare  $\phi'_k$  (posto  $c' = 0$ ), sono determinabili come di seguito.

Dato che il valore caratteristico  $k$  rappresenta la soglia al disotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove, il valore caratteristico di  $C_u$  e  $\phi'$  (parametri nominali), sono determinabile con le seguenti relazioni:

$$(1) C_{uk} = C_{um} (1 + X \times V_c)$$

$$(2) \phi'_k = \phi'_m (1 + X \times V_\phi)$$

dove:

$C_{uk}$  = valore caratteristico della coesione

$C_{um}$  = valore medio della coesione

$\phi'_k$  = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno

$\phi'_m$  = valore medio dell'angolo di attrito

$V_c$  = coefficiente di variazione (COV) di  $C_u$ , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di  $C_u$

$V_\phi$  = coefficiente di variazione (COV) di  $\phi'$ , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di  $\phi'$

$X$  = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità di non superamento adottata; l'Eurocodice 7 fissa per i parametri di resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di  $X = -1.645$

### **Calcolo dei valori caratteristici ( $f_k$ ) con il frattile del 5%**

**Valori medi ( $V_m$ )  $\Rightarrow$  Valori Caratteristici ( $V_k$ )  $\Rightarrow$  Valori di progetto ( $V_d$ )**

**Litotipo AMS:** formazione in posto parzialmente alterata in litofacies argilloso – marnosa e sabbiosa, in strati variamente intercalati tra loro; valore caratteristico riferito alla litofacies argilloso – marnosa, più cautelativo.

<b>valore caratteristico <math>C_{uk}</math> (Kg/cmq)</b>
1.10

**Litotipo S:** formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa (prevalente).

<b>valore caratteristico <math>\phi'_k</math> (gradi)</b>
35°

(si allega Tabella 6.2.II delle NTC 2018)

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$C'_k$	$\gamma_{C'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{C_u}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_f$	$\gamma_f$	1,0	1,0

## **5) IDROLOGIA – IDROGEOLOGIA**

L'idrologia superficiale è in parte condizionata dall'urbanizzazione della zona in cui ricade l'area in oggetto e comunque caratterizzata da fenomeni di ruscellamento superficiale data la morfologia da sub pianeggiante a debolmente acclive..

Nel sottosuolo, in fase di indagine introspettiva (22/10/2019), non è stata rilevata la presenza della falda idrica fino alle profondità indagate, tranne tracce di umidità superficiale nel terreno della formazione in posto parzialmente alterata **(Litotipo AMS)**.

## **6) VINCOLI IDROGEOLOGICI e VERIFICA PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E SISMICHE PRG COMUNE DI FANO**

### **PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE (PAI)**

**Approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 e Aggiornamento Anno/2016.**

#### **(Verifica Aree a Rischio)**

Dall'esame dell'elaborato grafico relativo al PAI Regionale, Carta del Rischio Idrogeologico – Tavola RI 06a – scala 1:10.000, di cui si allega uno stralcio (vedere TAV.2), è risultato quanto segue.

#### **- Aree di versante in dissesto**

L'area su cui insiste l'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", interessata dal Piano di Recupero in Variante al PRG in oggetto, in Località

Roncosanbaccio, Strada Comunale Tomba n. 70/A, Comune di Fano, non ricade e non è perimetralmente interessata da aree cartografate a rischio frana.

#### **- Fascia di territorio inondabile – aree a rischio esondazione**

L'area su cui insiste l'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", interessata dal Piano di Recupero in Variante al PRG in oggetto, in Località Roncosanbaccio, Strada Comunale Tomba n. 70/A, Comune di Fano, non ricade e non è perimetralmente interessata da aree cartografate a rischio esondazione.

Dall'esame della cartografia relativa al **PRG Vigente 2009 del Comune di Fano (TAV. 04 A, 04 B e 04 C, scala 1:25.000 – Maggio/2006)**, esaminata sul sito del Comune di Fano ([www.comune.fano.ps.it](http://www.comune.fano.ps.it)) ed allegata al testo (vedere TAV.3), per l'area su cui insiste l'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", interessata dal Piano di Recupero in Variante al PRG in oggetto, in Località Roncosanbaccio, Strada Comunale Tomba n. 70/A, Comune di Fano, non si rilevano condizioni di rischio geo – idrogeologico; dal punto di vista di pericolosità sismica, l'area è classificata "Area di cresta rocciosa, dorsale o cucuzzolo".

## **7) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO**

Il territorio comunale di Fano, ricade in zona sismica classificata come **Zona 2**, con valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico (Norme Tecniche)  **$a_g/g = 0.25$**  e con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni  **$a_g/g = 0.15-0.25$** .

In riferimento all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b, si allega alla presente relazione la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Nella mappa è graficamente rappresentata la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di accelerazione del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Nel contesto descritto, il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione ( $a_g$ ) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra **0.175 e 0.200 g**.

In riferimento alle coordinate geografiche del sito, il territorio comunale di Fano, è caratterizzato da un'accelerazione ( $a_g$ ) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, uguale a **0.182 g**.

(dalla consultazione del sito [www.cslp.it](http://www.cslp.it) del Consiglio Sup. LL. PP.).

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da "una pericolosità sismica di base" in considerazioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Il Progettista valuterà la *pericolosità sismica* sulla base di quanto disposto dalle NTC 2018.

## 7.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018

Per la definizione dell’azione sismica di progetto, è necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale, in considerazione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, non che delle proprietà fisico – meccaniche dei materiali che li costituiscono, che possono modificare il moto sismico atteso nel sito rispetto a quello che si avrebbe su roccia affiorante.

Pertanto nel caso in esame oltre alla caratterizzazione geotecnica, dei terreni superficiali, si è attuata la classificazione della categoria di sottosuolo in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,eq} = V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio, entro i primi 30 metri di profondità riferiti al piano di fondazione per fondazioni superficiali o testa dei pali per fondazioni profonde, per la definizione della categoria di sottosuolo, come riportato nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle suddette Norme, nel caso specifico ricavata da una indagine geofisica mediante una prospezione sismica passiva – METODO HVSR.

Il metodo di prospezione sismica passiva – METODO HVRS, è stato introdotto da Nakamura (1989) e permette la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell’amplificazione sismica locale.

Nel caso in esame le analisi eseguite conducono a valori di  $V_{s,eq}$  pari a circa **352 m/s** (modello medio), che corrispondono ad un sottosuolo di Categoria “**C**” della Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018 – **Assenza di picchi significativi alle frequenze di interesse ingegneristico.**

Condizioni Topografiche in base alla Tabella 3.2.III, analoghe alla – Categorie Topografiche: **T3** .

(vedere Tabelle di seguito indicate)

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approssimazione semplificata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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>

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

## 7.2 – Valutazione dell’azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018

Nella valutazione dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali, per la definizione del coefficiente  $S_S$  (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e del coefficiente  $S_T$  (coefficiente di amplificazione topografica), si fa riferimento ai valori riportati nelle relative Tabella 3.2.IV – *Espressione di  $S_S$  e  $C_C$*  e Tabella 3.2.V – *Valori Massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*  delle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018, in cui il parametro  $F_o$  (fattore di amplificazione massima su suolo A) e  $a_g$  (accelerazione), sono deducibili dal reticolo sismico delle NTC.

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tab. 3.2.IV – *Espressione di  $S_S$  e di  $C_C$*

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

## **8) EDIFICABILITA' DELL'AREA**

Relativamente al Piano di Recupero in Variante al PRG per l'Immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", una attenta analisi di ogni elemento di carattere geomorfologico e litologico tecnico acquisito, permettono di esprimere un parere di idoneità complessiva dell'area all'intervento edificatorio previsto, come da elaborati del Tecnico Progettista, per le seguenti considerazioni.

- L'area ricade in un contesto morfologico di cresta di dorsale collinare generalmente caratterizzata da naturali condizioni di stabilità, così come risulta anche dall'esame della cartografia PAI della Regione Marche (TAV.5) e Carte del rischio geologico, idrogeologico e sismico del PRG – Comune di Fano (TAV.3).
- L'assetto stratigrafico è rappresentato dall'affioramento della formazione in posto delle Argille Azzurre – Membro delle Arenarie di Borello, in litofacies arenitico – pelitica (FAA2 nell'allegata Carta Geologica – TAV.1), costituita da sabbie ed arenarie debolmente cementate con talvolta intercalazioni argilloso – marnose.
- Nella zona è assente la falda idrica.
- Il sito ricade nell'ambito della categoria di sottosuolo "**C**" (Tabella 3.2.II NTC).
- Le condizioni topografiche sono analogamente riconducibili alla categoria "**T3**" (Tabella 3.2.III NTC).
- I terreni della formazione in posto presenti nel sito, per le loro caratteristiche granulometriche (argille e sabbia), generalmente

sovraconsolidati, non rientrano nel fuso granulometrico dei terreni suscettibili di liquefazione, e con riferimento al Capitolo 7.11.3.4. delle NTC, la verifica alla liquefazione del terreno è stata pertanto omessa.

***Pertanto per quanto esposto nella presente relazione, per l'intervento edificatorio previsto nel Piano Di Recupero in Variante al PRG dell'Immobile denominato "Ristorante Nuova Casccia", come da elaborati del Tecnico Progettista, quanto di seguito riportato è puramente indicativo, spettando al Tecnico Incaricato le opportune valutazioni compatibilmente con le verifiche previste dalla normativa vigente.***

## **8.1 - Intervento di ristrutturazione del fabbricato principale**

Il fabbricato principale, sulla base di informazioni reperite, dovrebbe essere dotato di fondazioni di tipo superficiali dirette continue eseguite secondo i canoni costruttivi a cui risale il fabbricato, non esaminate dal sottoscritto e sulle quali relazionerà in maniera dovuta il Tecnico Incaricato.

Il terreno di fondazione è verosimilmente rappresentato dalla formazione in posto delle Argille Azzurre – Membro delle Arenarie di Borello, in litofacies arenitico – pelitica (FAA2 nell'allegata Carta Geologica – TAV.1), costituita da sabbie ed arenarie debolmente cementate con talvolta intercalazioni argilloso – marnose (Litotipo AMS e Litotipo S dell'allegata sezione geologica indicativa TAV.7).

Per il fabbricato, in considerazione del fenomeno di consolidamento avvenuto nel terreno sotto l'azione dei carichi già trasmessi nel tempo dalla struttura, il valore del carico limite attuale sarà superiore a quanto valutabile in condizioni di assenza di carichi e nel caso, comparabile alle attuali sollecitazioni trasmesse.

Pertanto in considerazione di ciò, si può considerare tollerabile un incremento dei carichi dell'ordine dal 10 ÷ 15 % rispetto al carico attuale, che dovrà essere conseguentemente verificato, valutando a discrezione del Professionista Incaricato, l'opportunità di interventi sulle attuali fondazioni o la necessità di nuove fondazioni.

## **8.2 - Realizzazione di un nuovo garage ed un vano tecnico al servizio della piscina**

Per le fondazioni della nuova struttura in progetto, la natura e le caratteristiche dei litotipi riscontrati, consente di orientare la scelta del tipo di struttura fondativa verso una fondazione superficiale di tipo (dirette incrociate a cordoli in c.a. o travi rovesce, diretta a platea), compatibilmente con l'entità dei sedimenti ammissibili per le suddette fondazioni.

Il terreno di fondazione è rappresentato prevalentemente dalla formazione in posto parzialmente alterata in litofacies argilloso – marnosa e sabbiosa, in strati variamente intercalati tra loro con le argille che risultano generalmente di colore nocciola o grigio – nocciola e la sabbia generalmente nocciola ed ocrea (**Litotipo AMS, corrispondente alla prova CPT n.1**), i cui parametri geotecnici sono esposti nel paragrafo 4).

## **8.3 - Realizzazione di una piscina**

Per le fondazioni della piscina in progetto, la natura e le caratteristiche dei litotipi riscontrati, consente di orientare la scelta del tipo di struttura fondativa verso una fondazione superficiale a platea, compatibilmente con l'entità dei sedimenti ammissibili per la suddetta fondazione.

Il terreno di fondazione è rappresentato prevalentemente dalla formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa (prevalente), con la sabbia generalmente nocciola ed ocracea (**Litotipo S, corrispondente alla prova DPSH n.1**), i cui parametri geotecnici sono esposti nel paragrafo 4).

Questo Studio resta a disposizione per fornire nella fase esecutiva dei lavori la propria assistenza tecnica e geologica.



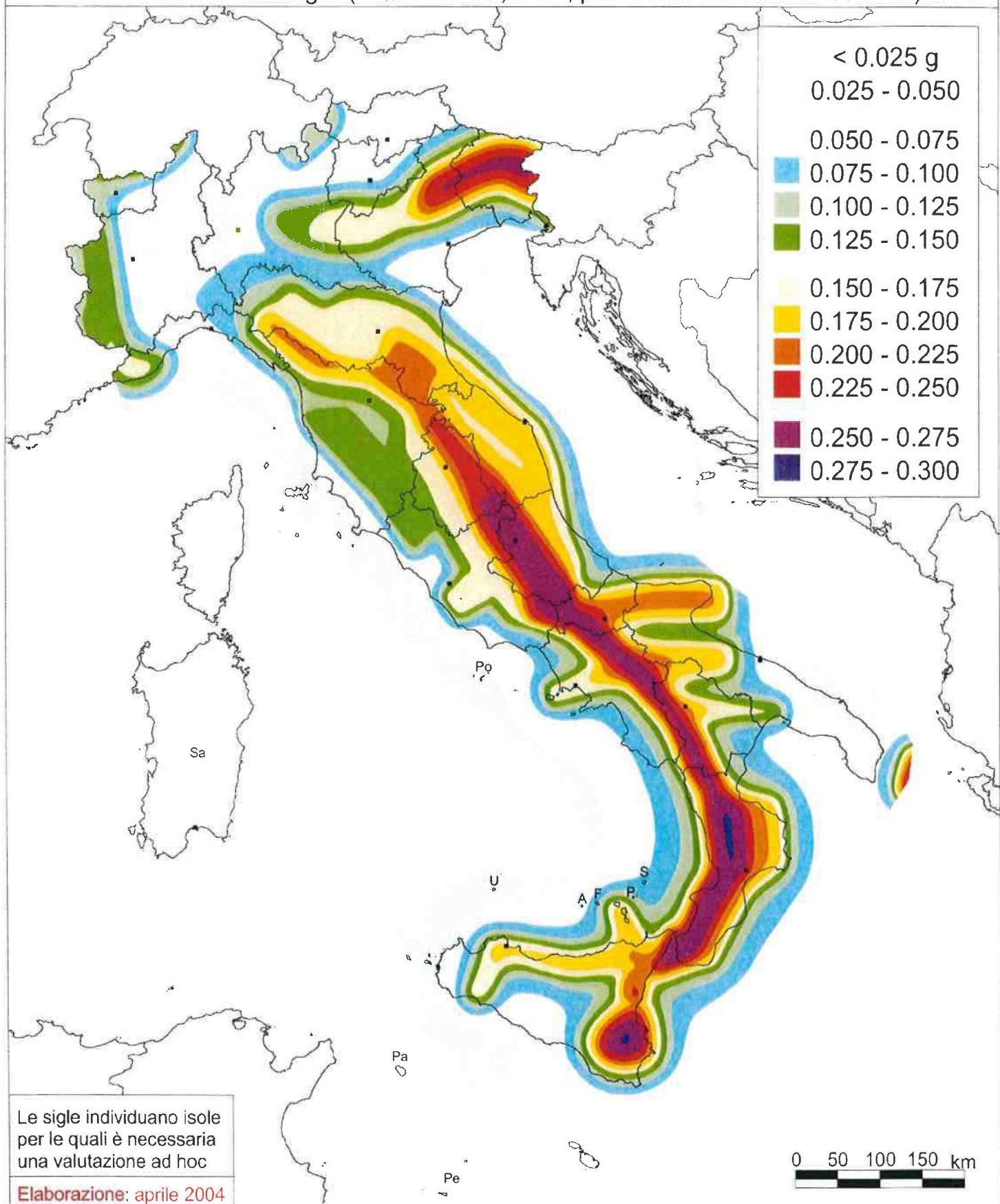
## Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

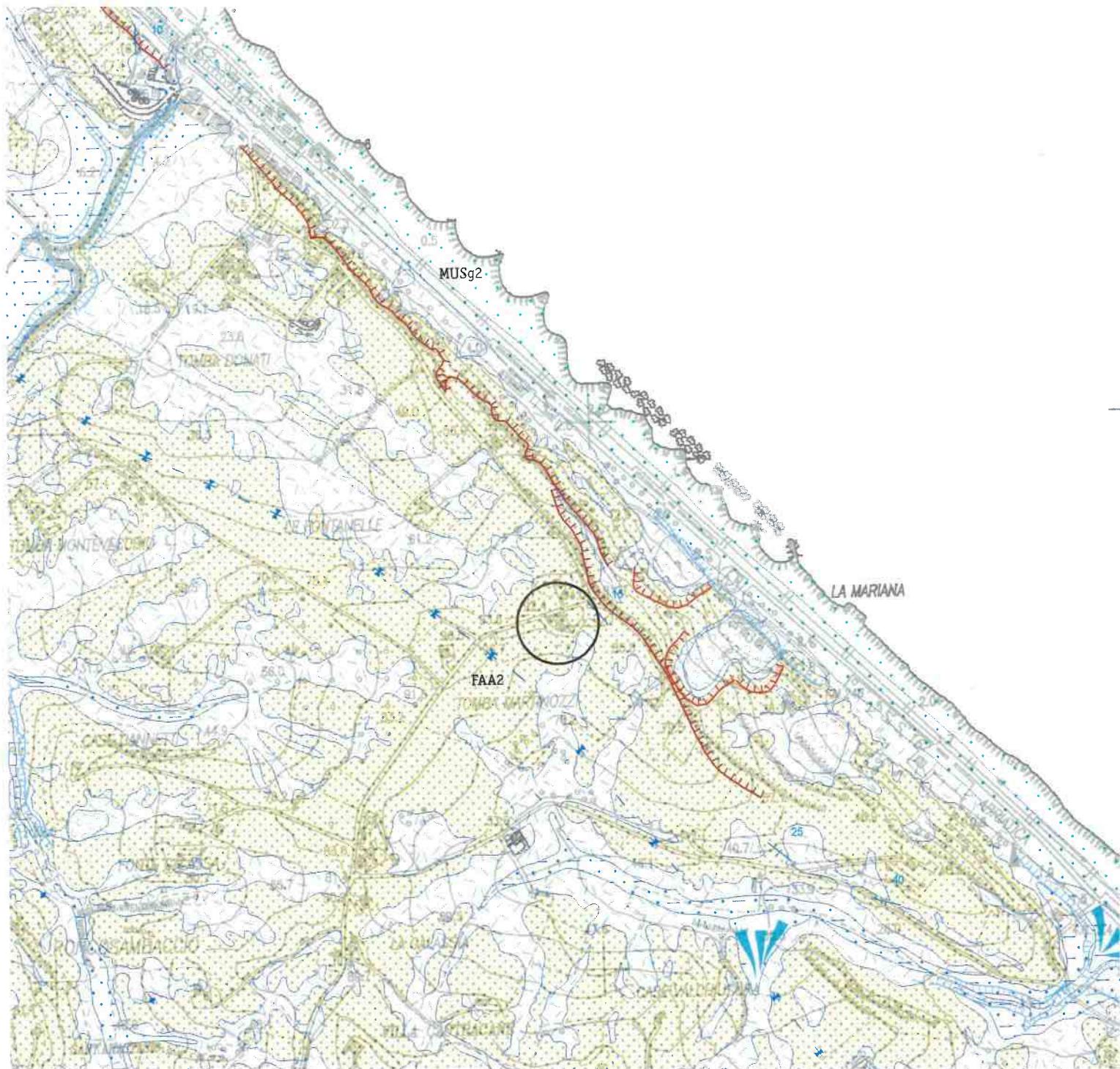
espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



**STRALCIO DA CARTA GEOLOGICA REGIONALE – EDIZIONE CTR**  
- REGIONE MARCHE -  
**SEZ. 268120 – NOVILARA, Sc. 1:10.000**



**Area in esame**

## LEGENDA GEOLOGICA

### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

#### SISTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)	
	MUSa1 Frane in evoluzione
	MUSa1a Frane antica
	MUSa1b Frane senza indizi di evoluzione
	MUSa1s Frane di sovrimento con indizi di evoluzione
	MUSb Deposito alluvionali attuali argille prevalenti
	MUSbn Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie
	MUSb2 Deposito eluvio colluviale
	MUSg2 Depositi di spiaggia attuale sabbie prevalenti
	MUSg2b Depositi di spiaggia antica sabbie, limi, argille e subordinate ghiaie

#### SISTEMA DI MATELICA

(PLIISTOCENE SUPERIORE p.p. - OLOCENE p.p.)

	MTlon Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

#### SUCCESSIONE PLIOCENICA

	FAA2 ARGILLE AZZURRE Membro delle Arenarie di Biareto (Pliocene Inferiore p.p. - Pliocene medio p.p.)
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### SUCCESSIONE MIOCENICA

	<b>FCO</b>	FORMAZIONE A COLOMBACCI (Messiniano p.p.)
	<b>FSD</b>	FORMAZIONE di SAN DIONATO (Messiniano p.p.)
	<b>GS</b>	GEESSOSO SOLIFERA (Messiniano p.p.)
	<b>SCH</b>	SCHLIER (Burdigallano superiore p.p.- Messiniano inferiore p.p.)

	Contatto stratigrafico o litologico
	Contatto stratigrafico o litologico incerto
	Contatto stratigrafico inconforme incerto
	Sovrascoimento
	Sovrascoimento incerto o sepolto
	Traccia di superficie assiale di anticinale
	Traccia di superficie assiale di sinclinale
	Traccia di superficie assiale di anticinale incerta o sepolta
	Traccia di superficie assiale di sinclinale incerta o sepolta
	Orio di scarpa di frana
	Orio di terrazzo fluviale
	Orio di falesia
	Orio di scarpa di cava
	Orio di scarpa antropica
	Stratificazione dritta
	Stratificazione rovesciata
	Cava attiva/ inattiva
	Cinclide alluvionale e da debris flow
	Deposito antropico /struttura antropica

**STRALCIO DA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)  
- REGIONE MARCHE -  
CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – da Tav. RI 06a.pdf,  
Sc. 1:10.000, con verifica Aggiornamento Anno/2016**



## **Area a rischio frana (Codice F - xx-yyyy)**

## **Area a rischio esondazione (Codice E – xx-yyyy)**



## Area in esame

**Città di Fano – Piano Regolatore Generale**

**Studi Propedeutici PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, RISCHI IDROGEOLOGICI,  
PERICOLOSITA' SISMICHE**

**TAV. 04 A – 04 B – 04 C, Sc. 1:25.000**



**Area in esame**

Studi Propedeutici - PRICOLOOSITA' GEOLOGICHE  
SOTTOSISTEMA GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



**Città di Fano**

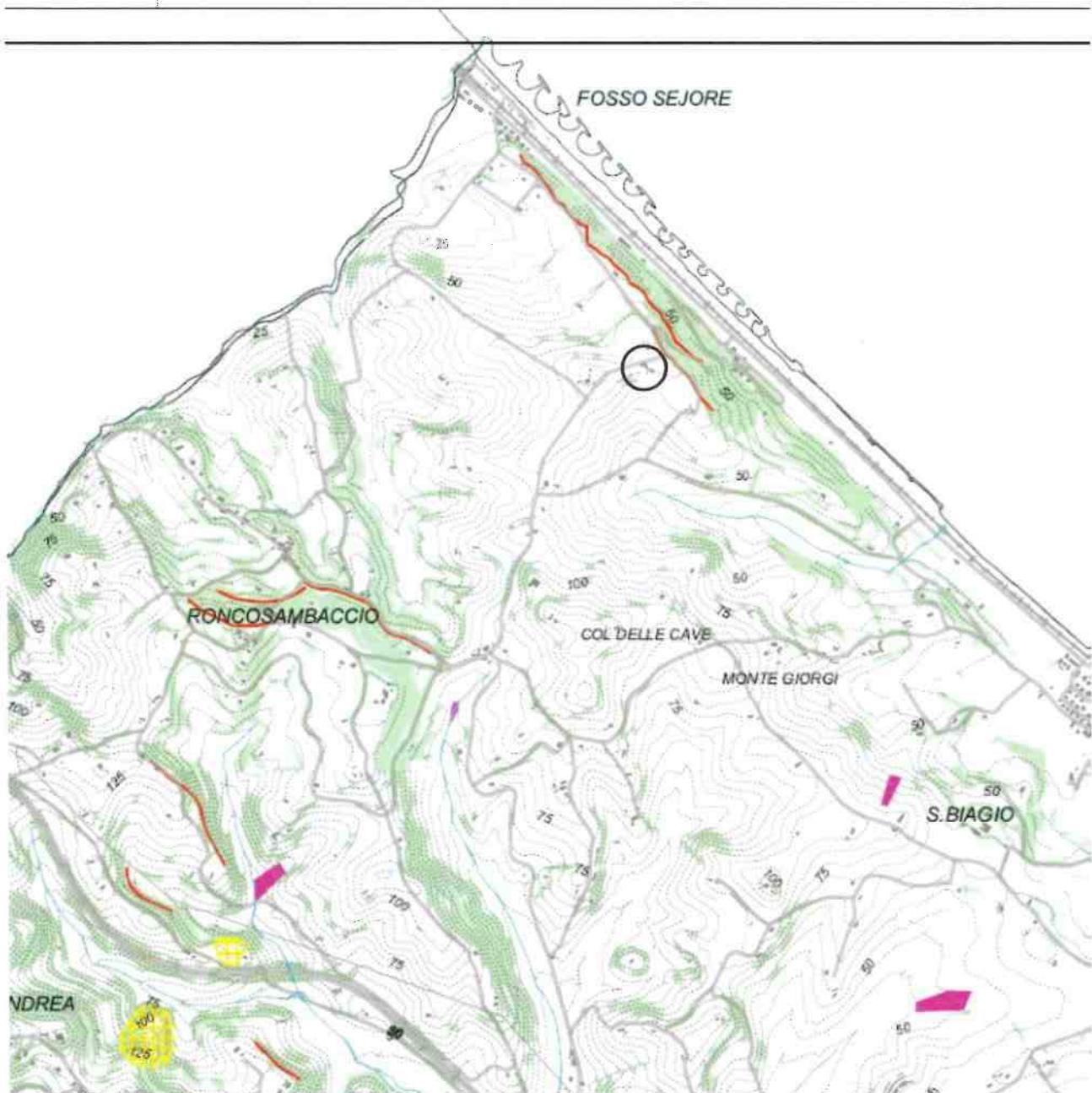
Piano Regolatore Generale



**TAV. 04 A**

Scala: 1:25 000

Maggio 2006



## LEGENDA



Area instabile



Area potenzialmente instabile



Area con pendenza > 30%



Area a valle di invaso artificiale in zona di pendio

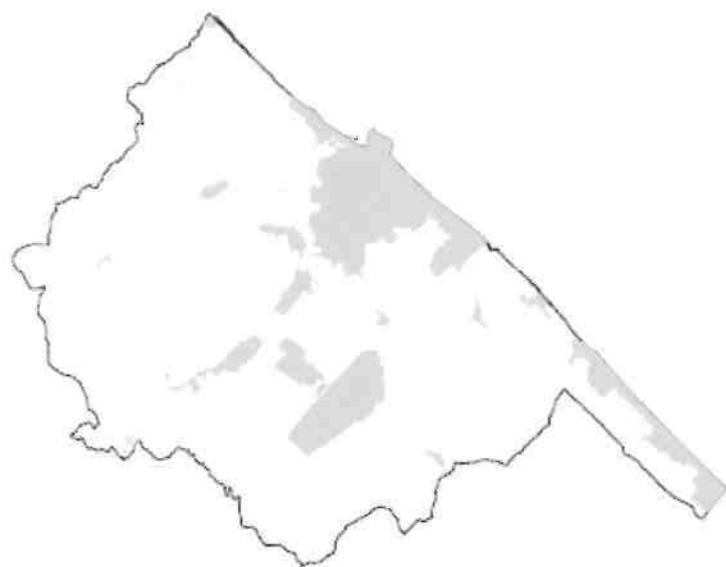


Area a ridosso di scarpata con altezza > 10 m.

Studi Propedeutici - RISCHI IDOGEOLOGICI  
SOTTOSISTEMA GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



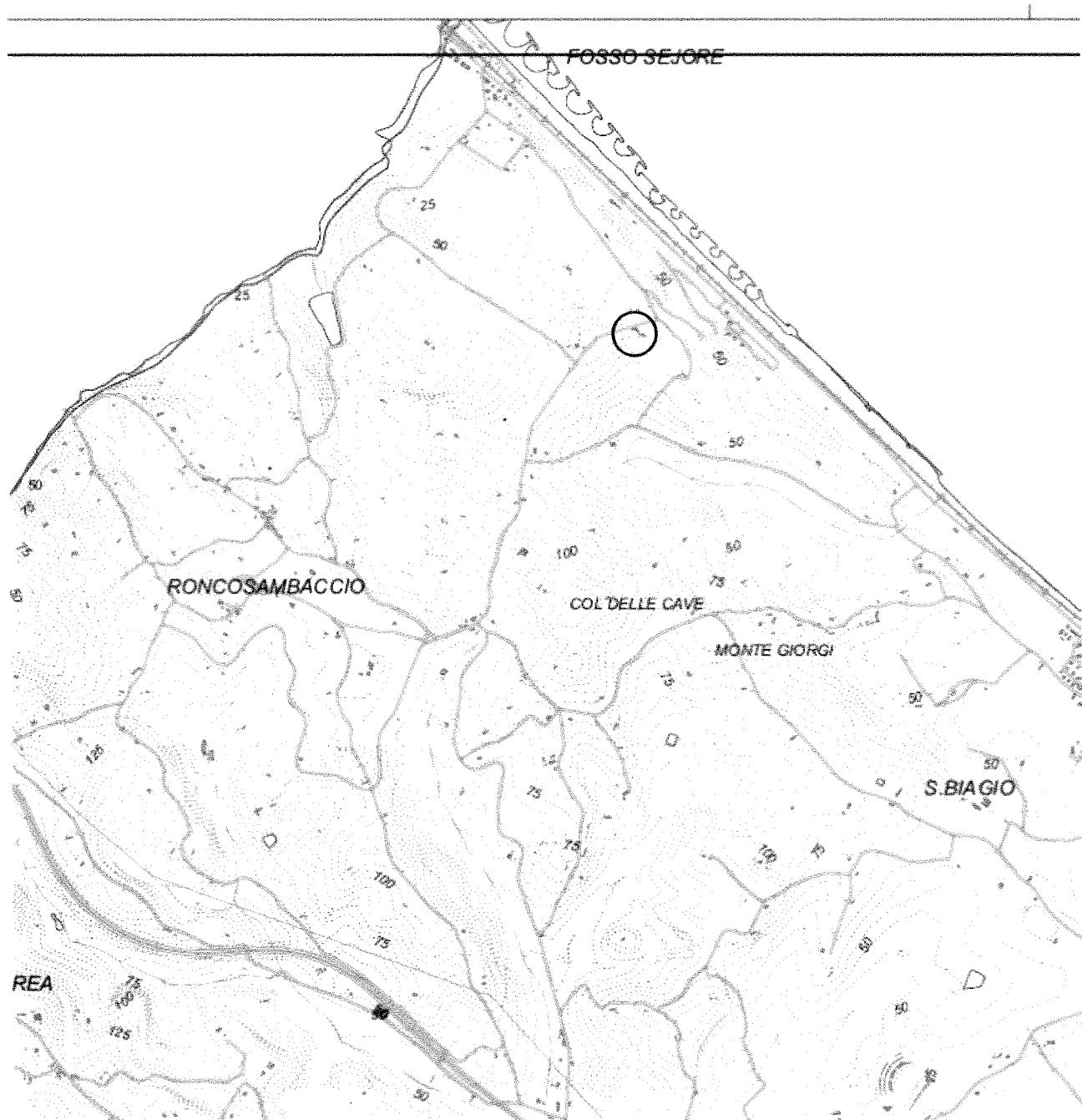
**Città di Fano**  
Piano Regolatore Generale



**TAV. 04 B**

Scala: 1:25 000

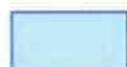
Maggio 2006



## LEGENDA



Area esondabile probabile



Area esondabile in eventi eccezionali



Pozzo o sorgente comunale



Area di rispetto dell'acquifero (200 m)



Area di protezione dell'acquifero



Isofatiche e loro quota s.l.m. (aprile 2000)

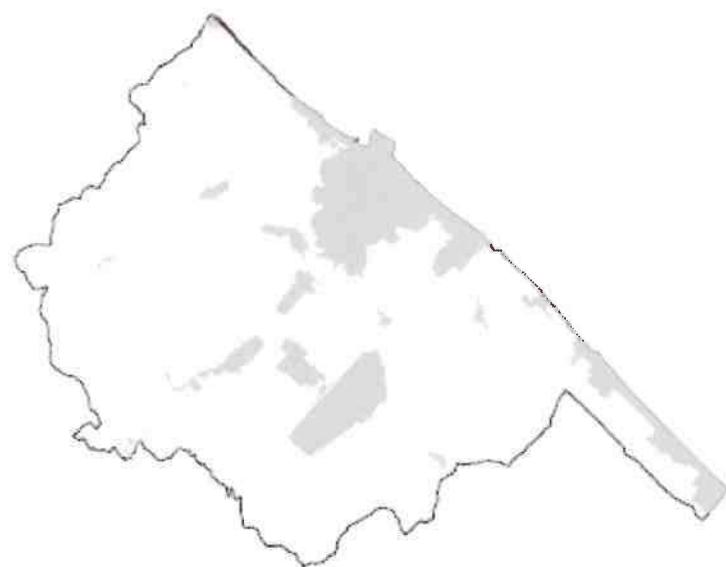


Isofatiche e loro quota s.l.m. (luglio 2000)

Studi Propedeutici - PERICOLOSITA' SISMICHE  
SOTTOSISTEMA GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



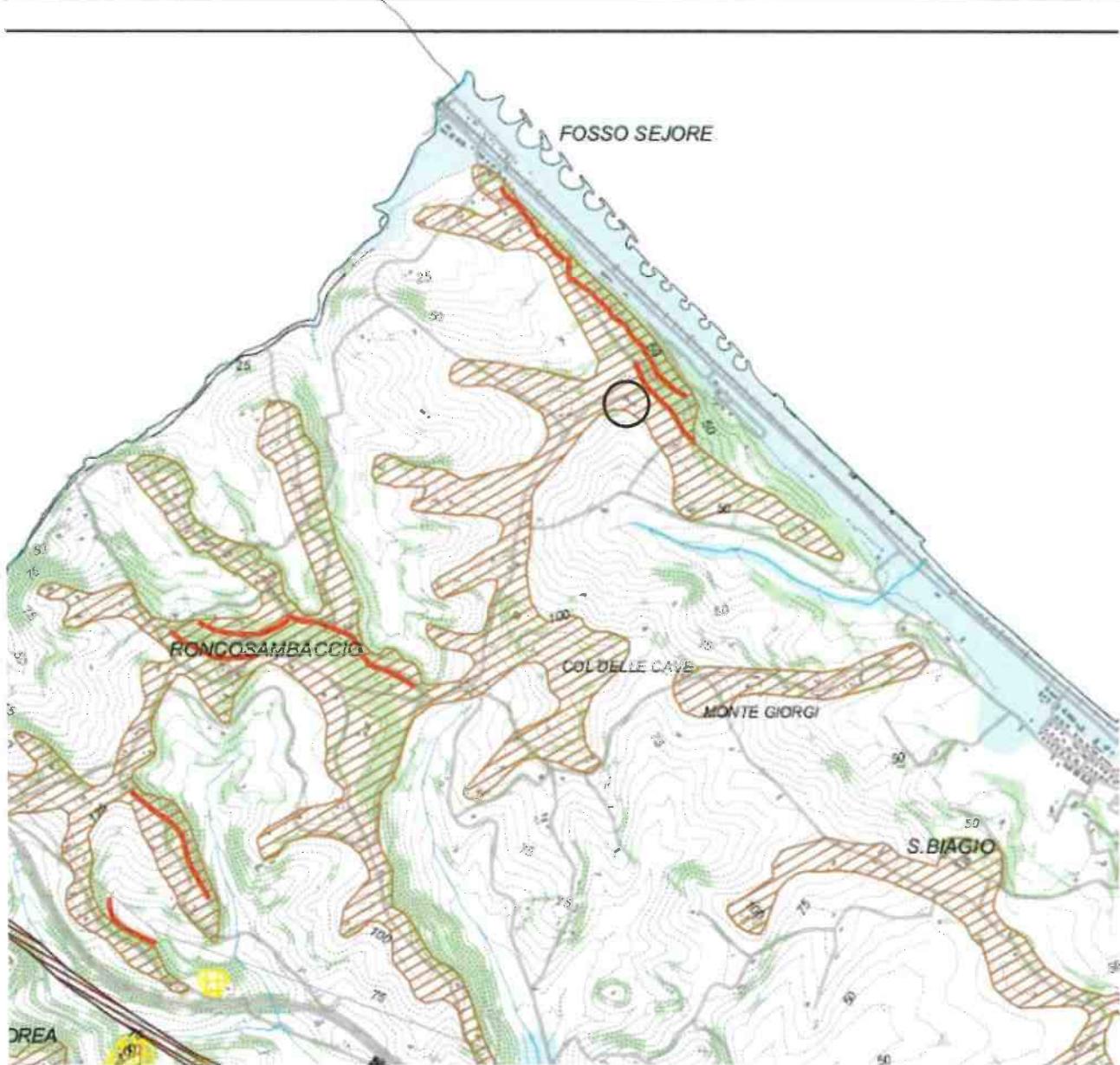
**Città di Fano**  
Piano Regolatore Generale



**TAV. 4 C**

Scala: 1:25 000

Maggio 2006



## LEGENDA



Area instabile



Area potenzialmente instabile



Area con pendenza > 30%



Area caratterizzata da terreni granulari grossolani  
con falda acquifera a profondità  $\leq$  5m. oppure  
da terreni granulari fini



Area a ridosso di scarpata con altezza > 10 m.

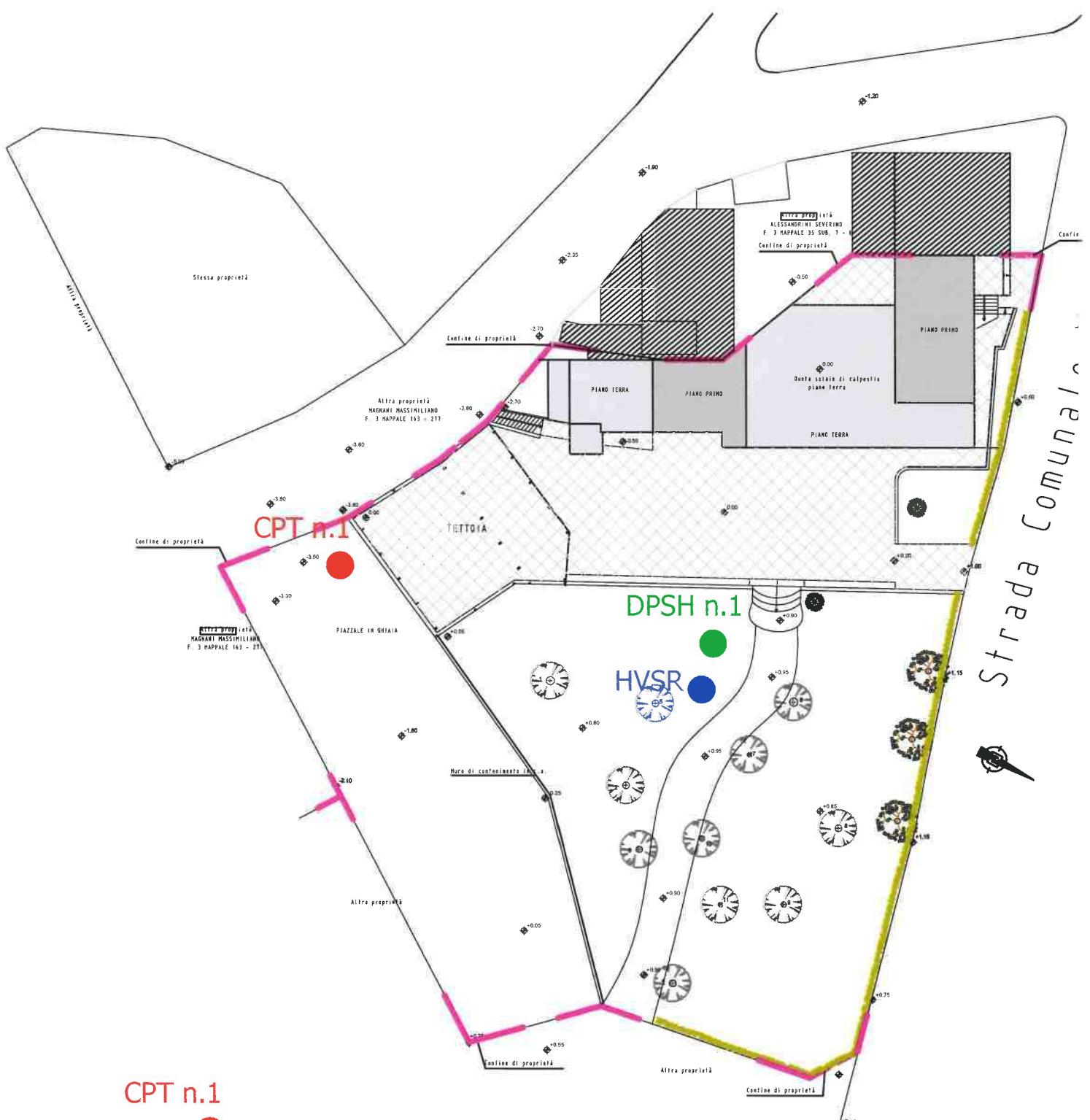


Area di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo



Area di contatto tra litotipi con caratteristiche  
fisico-mecccaniche molto diverse

# PLANIMETRIA GENERALE-STATO ATTUALE, SC. 1:400 - TAV. 4



**CPT n.1**



UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICÀ

**DPSH n.1**



UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE

**HVSR**



UBICAZIONE PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA

# PLANIMETRIA GENERALE-STATO DI PROGETTO, SC. 1:400-TAV. 5



CPT n.1



UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICÀ

DPSH n.1



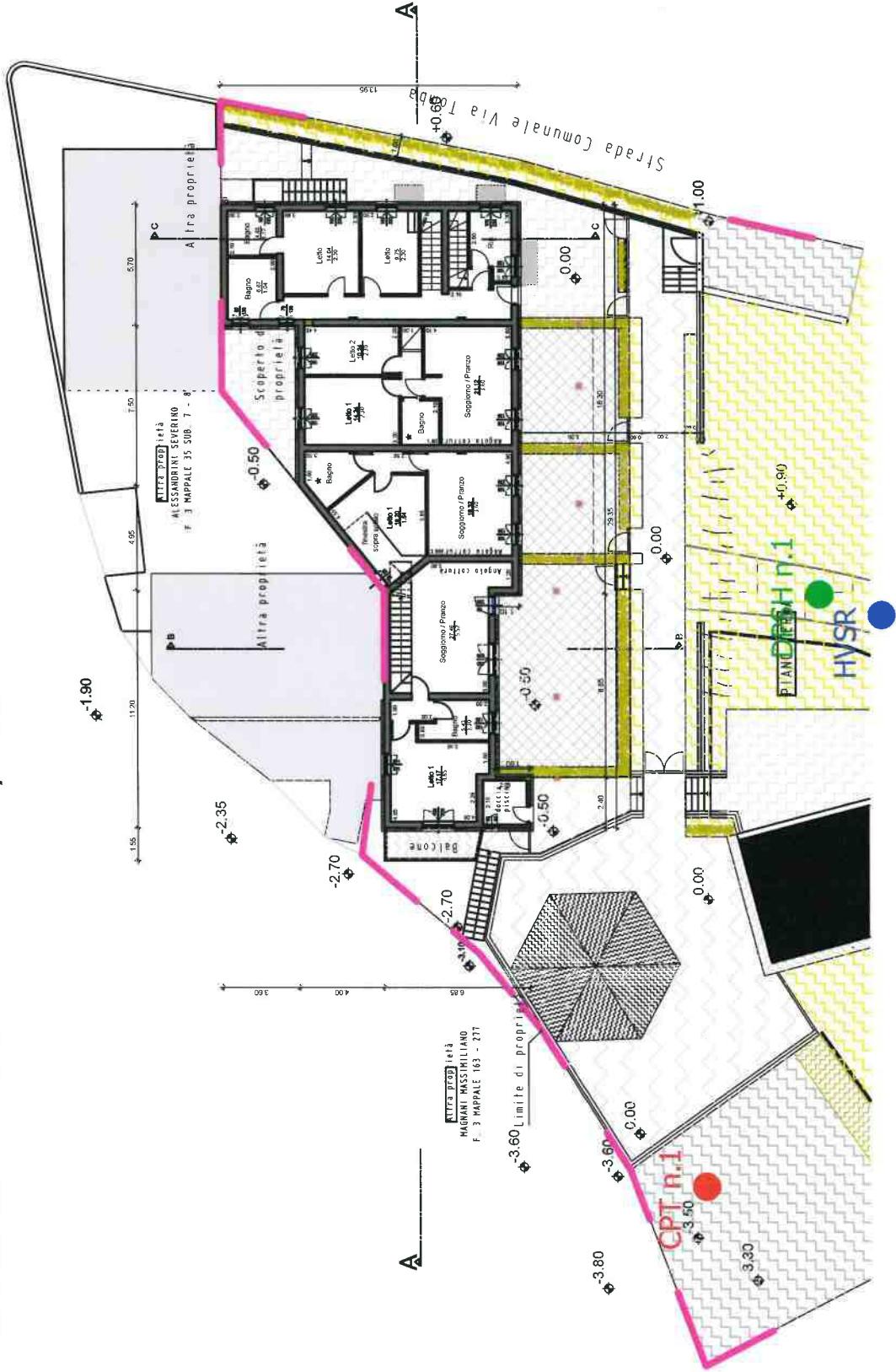
UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE

HVSR



UBICAZIONE PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA

# PLANIMETRIA DI PROGETTO , SC. 1:300 - TAV.6 \*



CPT n.1

## UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA

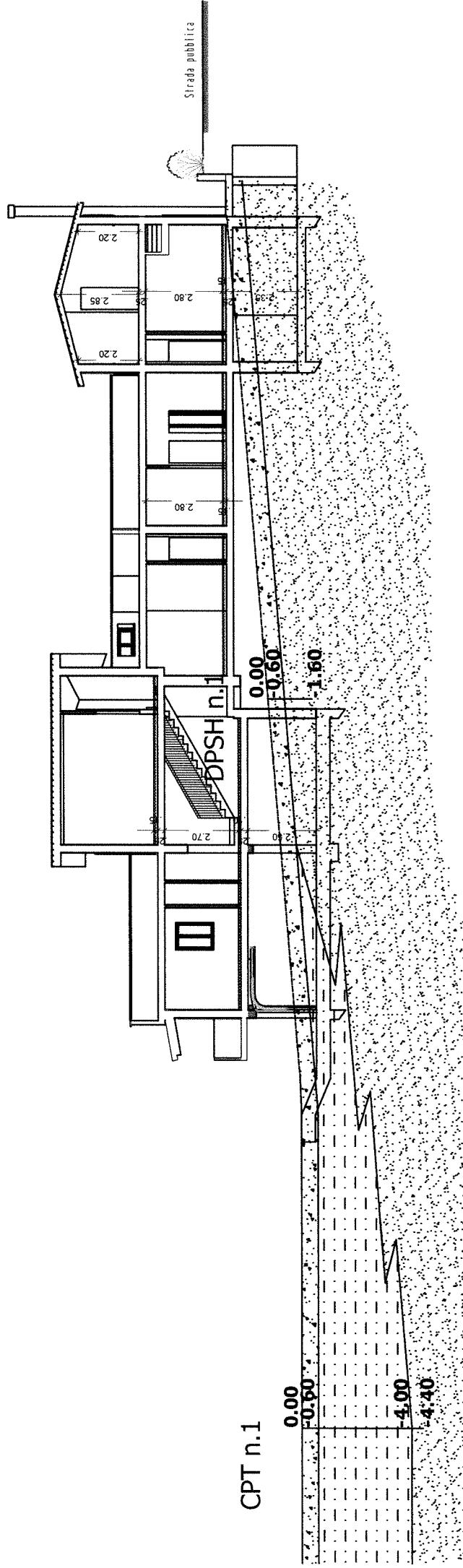
DPSH n.1

## UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE

HVSR

## UBICAZIONE PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA

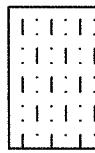
SEZIONE GEOLOGICA INDICATIVA SEZIONE A - A (PROGETTO), SC. 1:200 - TAV.7



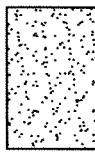
(Litotipo R-TV) - TERRENO DI RIPORTO E VEGETALE DI NATURA ARGILLOSA E SABBIOSA



(Litotipo AMS) - FORMAZIONE IN POSTO PARZIALEMNET ALTERATA IN LITOFACIES ARGILLOSO-MARNOSA E SABBIOSA: ARGILLE INORGANICHE E ARGILLE SABBIOSE E LIMOSE



(Litotipo S) - FORMAZIONE IN POSTO COMPATTA IN LITOFACIES SABBIOSA PREVALENTE: SABBIA E LIMO, SABBIA E LIMO ARGILLOSO



**PROVA PENETROMETRICA STATICÀ**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci  
 - lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a  
 - località : FANO (PU)  
 - note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

prf m	LP Kg/cm <sup>2</sup>	LL Kg/cm <sup>2</sup>	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	RL Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI -	prf m	LP Kg/cm <sup>2</sup>	LL Kg/cm <sup>2</sup>	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	RL Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI -
0,20	----	----	—	-----	----	2,40	35,0	81,0	35,0	2,13	16,0
0,40	---	---	—	3,47	---	2,60	79,0	111,0	79,0	2,20	36,0
0,60	85,0	137,0	85,0	3,87	22,0	2,80	52,0	85,0	52,0	2,87	18,0
0,80	61,0	119,0	61,0	2,00	30,0	<b>3,00</b>	52,0	95,0	52,0	2,33	22,0
<b>1,00</b>	77,0	107,0	77,0	5,27	15,0	3,20	59,0	94,0	59,0	2,73	22,0
1,20	60,0	139,0	60,0	5,47	11,0	3,40	74,0	115,0	74,0	3,80	19,0
1,40	54,0	136,0	54,0	5,00	11,0	3,60	77,0	134,0	77,0	3,33	23,0
1,60	45,0	120,0	45,0	4,80	9,0	3,80	91,0	141,0	91,0	4,07	22,0
1,80	38,0	110,0	38,0	4,33	9,0	<b>4,00</b>	145,0	206,0	145,0	11,93	12,0
<b>2,00</b>	39,0	104,0	39,0	2,67	15,0	4,20	161,0	340,0	161,0	6,67	24,0
2,20	40,0	80,0	40,0	3,07	13,0	4,40	290,0	390,0	290,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

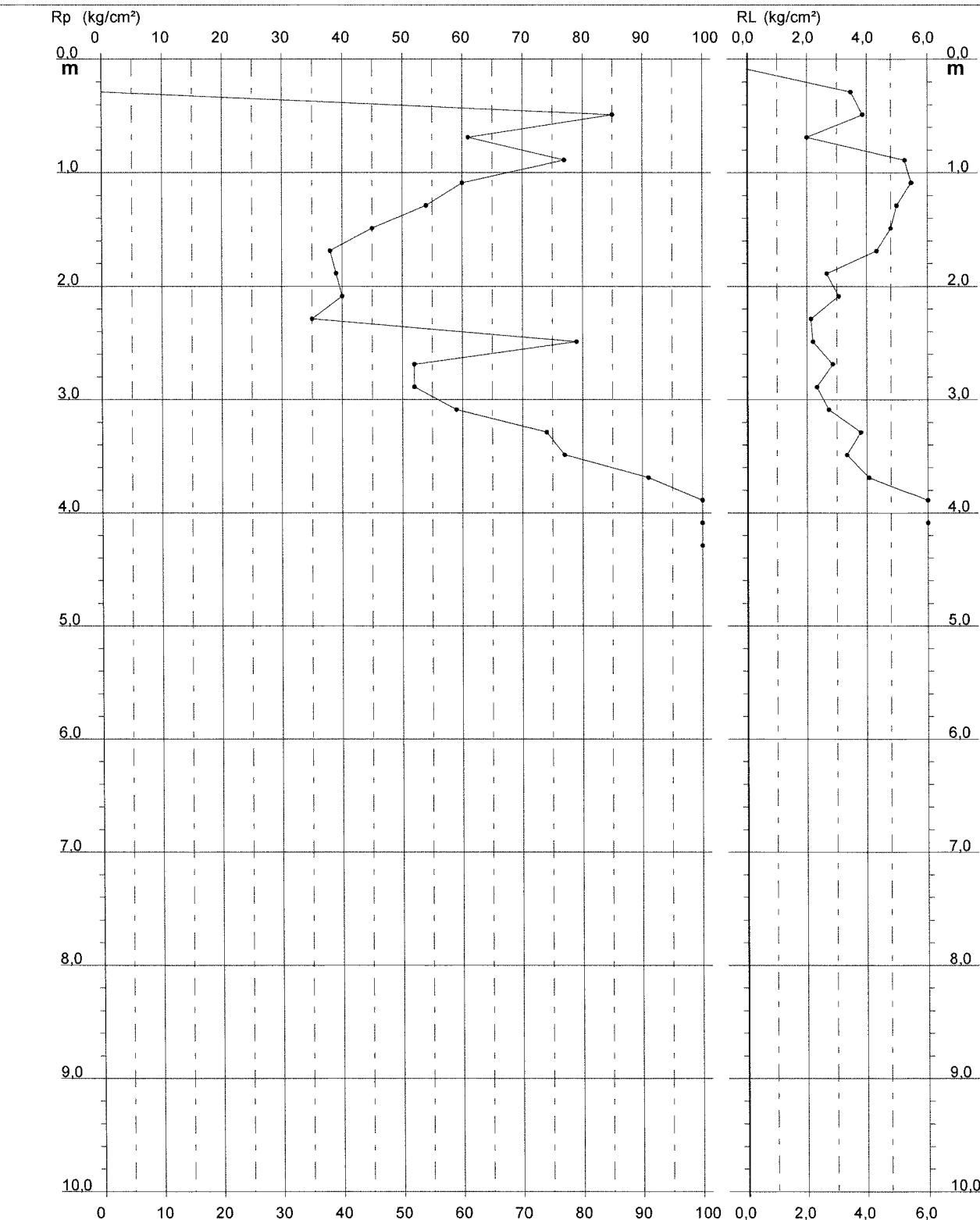
**PROVA PENETROMETRICA STATICÀ  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci  
- lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a  
- località : FANO (PU)  
- note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



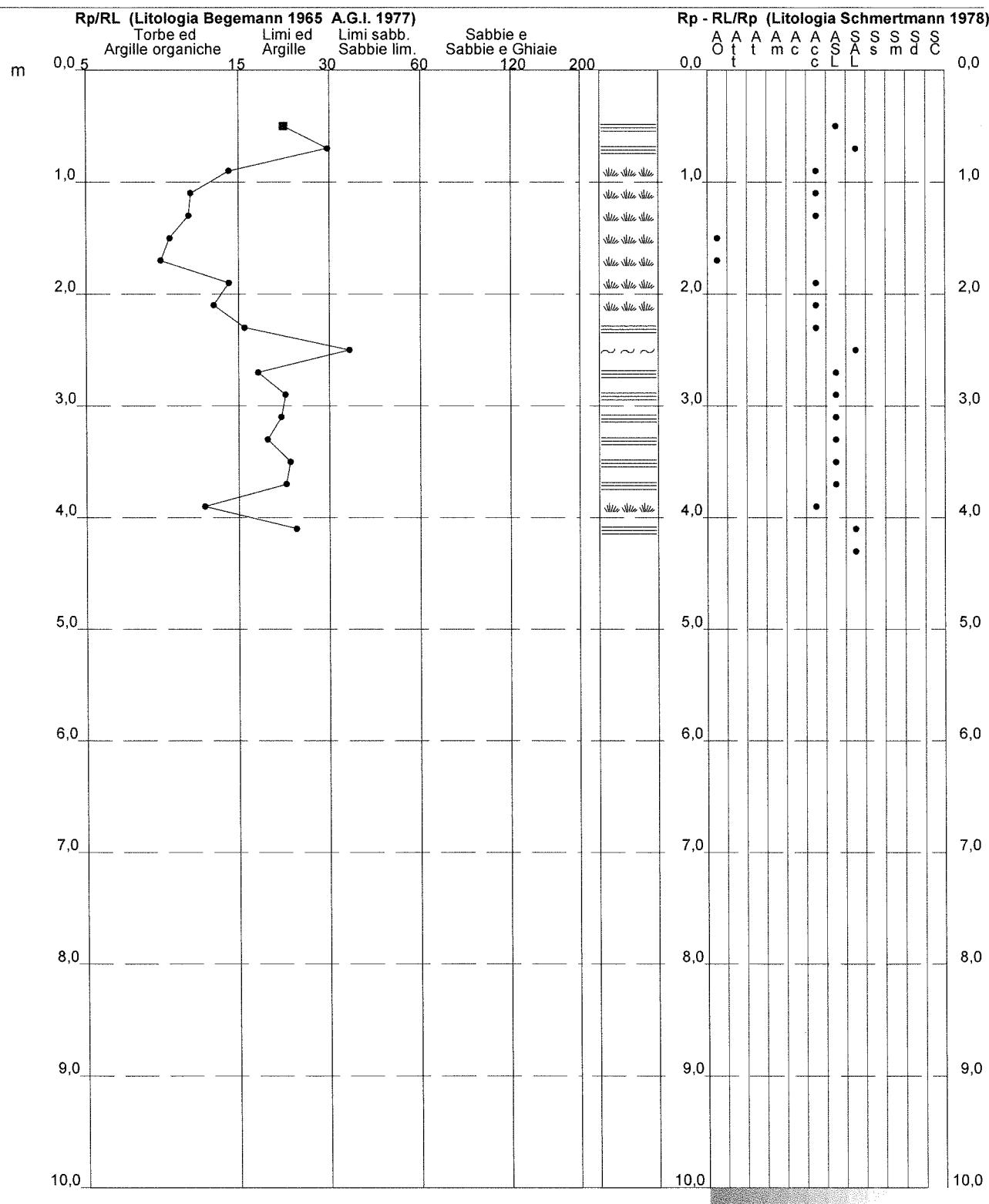
**PROVA PENETROMETRICA STATICÀ  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci  
 - lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a  
 - località : FANO (PU)  
 - note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICÀ**  
**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 1**

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci  
 - lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a  
 - località : FANO (PU)  
 - note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE										
								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
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	85	22	4/J:	1,85	0,11	2,83	99,9	482	723	255	100	42	43	45	46	45	33	0,258	142	213	255
0,80	61	30	4/J:	1,85	0,15	2,03	99,9	346	519	183	100	42	43	45	46	43	32	0,258	102	153	183
1,00	77	15	4/J:	1,85	0,19	2,57	99,9	436	655	231	100	42	43	45	46	43	33	0,258	128	193	231
1,20	60	11	4/J:	1,85	0,22	2,00	98,0	340	510	180	91	41	42	44	45	41	32	0,227	100	150	180
1,40	54	11	4/J:	1,85	0,26	1,80	70,8	306	459	162	84	40	41	43	45	40	31	0,202	90	135	162
1,60	45	9	4/J:	1,85	0,30	1,50	47,7	255	383	135	74	38	40	42	44	39	31	0,172	75	113	135
1,80	38	9	4/J:	1,85	0,33	1,27	33,4	215	323	114	66	37	39	41	43	38	30	0,146	63	95	114
2,00	39	15	4/J:	1,85	0,37	1,30	30,2	221	332	117	64	37	39	41	43	37	30	0,141	65	98	117
2,20	40	13	4/J:	1,85	0,41	1,33	27,7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0,137	67	100	120
2,40	35	16	4/J:	1,85	0,44	1,17	21,0	198	298	105	56	36	38	40	42	36	29	0,119	58	88	105
2,60	79	36	3...:	1,85	0,48	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	39	33	0,196	132	198	237
2,80	52	18	4/J:	1,85	0,52	1,73	28,4	295	442	156	66	37	39	41	43	37	31	0,146	87	130	156
3,00	52	22	4/J:	1,85	0,55	1,73	26,1	295	442	156	64	37	39	41	43	37	31	0,141	87	130	156
3,20	59	22	4/J:	1,85	0,59	1,97	28,2	334	502	177	67	37	39	41	43	37	32	0,149	98	148	177
3,40	74	19	4/J:	1,85	0,63	2,47	34,6	419	629	222	73	38	40	42	44	38	32	0,168	123	185	222
3,60	77	23	4/J:	1,85	0,67	2,57	33,9	436	655	231	73	38	40	42	44	38	33	0,168	128	193	231
3,80	91	22	4/J:	1,85	0,70	3,03	39,0	516	774	273	77	39	41	42	44	38	33	0,182	152	228	273
4,00	145	12	4/J:	1,85	0,74	4,83	65,6	822	1233	435	92	41	42	44	45	40	36	0,230	242	363	435
4,20	161	24	4/J:	1,85	0,78	5,37	70,3	912	1369	483	95	41	43	44	46	40	36	0,239	268	403	483
4,40	290	--	3...:	1,85	0,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	483	725	870

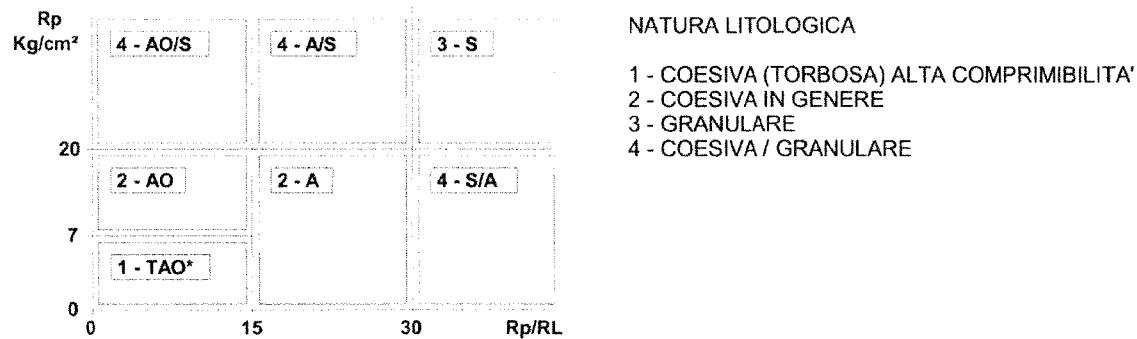
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $Rp / RL$   
 ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$Rp \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $(Rp / RL) > 30$

$Rp \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $(Rp / RL) < 30$



### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma$  - Rp - natura ]  
 ( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )  
 $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma$  )  
 $Cu$  = coesione non drenata (terreni coesivi) [ correlazioni : Cu - Rp ]  
 $OCR$  = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni : OCR - Cu -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )  
 $Eu$  = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]  
 Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico  
 pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )  
 $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  - Rp ]  
 E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico  
 pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
 (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )  
 $Mo$  = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo - Rp - natura]  
 (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )  
 $Dr$  = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
 [ correlazioni : Dr - Rp -  $\sigma'_{vo}$ ] (Schmertmann 1976 )  
 $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [ correl. :  $\phi'$  - Dr - Rp -  $\sigma'_{vo}$ ]  
 (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)  
 $\phi_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose  
 $A_{max}$  = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
 (  $g = \text{acc.gravità}$  )(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni :  $(A_{max}/g) - Dr$  ]

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (Rp / RL)$

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = Rp / RL$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di Rp e di FR = (RL / Rp) % :

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO tipo: TG 63-100 ISM.C**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$  )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150  $\text{cm}^2$  )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  (  $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$  )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p (\text{ Kg / cm}^2)$  = ( L. punta )  $C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $R_L (\text{ Kg / cm}^2)$  =  $[(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t (\text{ Kg})$  = ( L. totale )  $C_t$

$R_p / R_L$  = 'rapporto Begemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S (\text{ Kg})$  , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$  .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta .

## CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN ( megaNewton ) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **TG 63-100 EML.C**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C**

PESO MASSA BATTENTE	$M = 63,50 \text{ kg}$
ALTEZZA CADUTA LIBERA	$H = 0,75 \text{ m}$
PESO SISTEMA BATTUTA	$Ms = 0,63 \text{ kg}$
DIAMETRO PUNTA CONICA	$D = 51,00 \text{ mm}$
AREA BASE PUNTA CONICA	$A = 20,43 \text{ cm}^2$
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	$La = 1,00 \text{ m}$
PESO ASTE PER METRO	$Ma = 6,31 \text{ kg}$
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	$P1 = 0,40 \text{ m}$
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20 \text{ m}$
NUMERO DI COLPI PUNTA	$N = N(20) \Rightarrow \text{Relativo ad un avanzamento di 20 cm}$
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	$Q = (MH)/(A\delta) = 11,66 \text{ kg/cm}^2$ ( prova SPT : $Q_{SPT} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$ )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{SPT} = 1,489$ ( teoricamente : $N_{SPT} = \beta_t N$ )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

$Rpd$  = resistenza dinamica punta [ area A]  
 $e$  = infissione per colpo =  $\delta / N$

$M$  = peso massa battente (altezza caduta H)  
 $P$  = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
$1 \text{ kg/cm}^2 = 0.098067 \text{ MPa}$
$1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN/m}^2 = 10.197 \text{ kg/cm}^2$
$1 \text{ bar} = 1.0197 \text{ kg/cm}^2 = 0.1 \text{ MPa}$
$1 \text{ kN} = 0.001 \text{ MN} = 101.97 \text{ kg}$

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine :	Livi-Salucci	- data :	22/10/2019
- cantiere :	Strada Comunale Tomba, 70/a	- quota inizio :	p.c.
- località :	FANO (PU)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Raggiunto il rifiuto	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	31,5	---	1	0,80 - 1,00	13	125,4	---	2
0,20 - 0,40	4	42,0	---	1	1,00 - 1,20	13	125,4	---	2
0,40 - 0,60	9	86,8	---	2	1,20 - 1,40	33	318,2	---	2
0,60 - 0,80	17	163,9	---	2	1,40 - 1,60	50	445,5	---	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [ δ = 20 cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

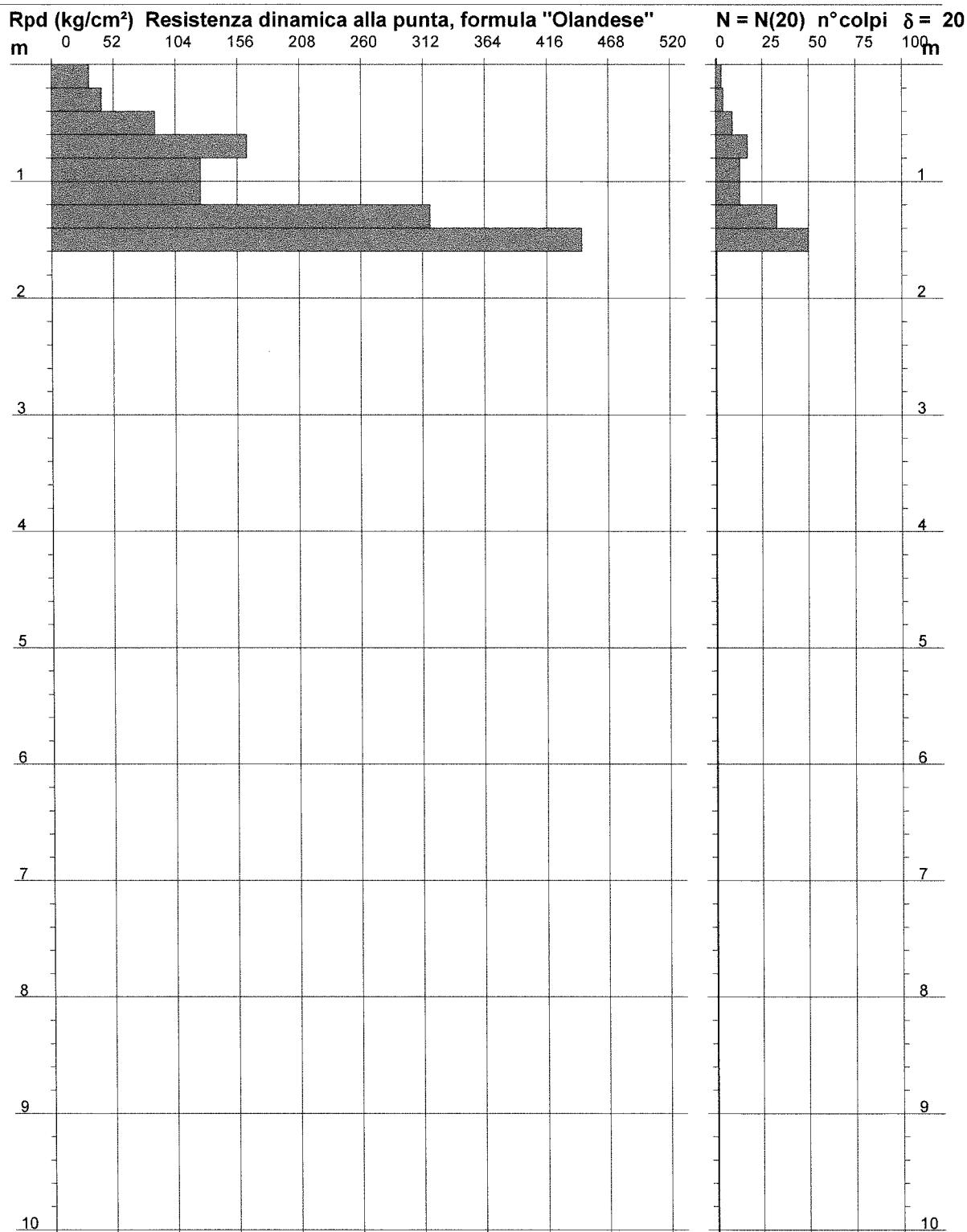
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Livi-Salucci  
- cantiere : Strada Comunale Tomba, 70/a  
- località : FANO (PU)

- data : 22/10/2019  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 EML.C

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

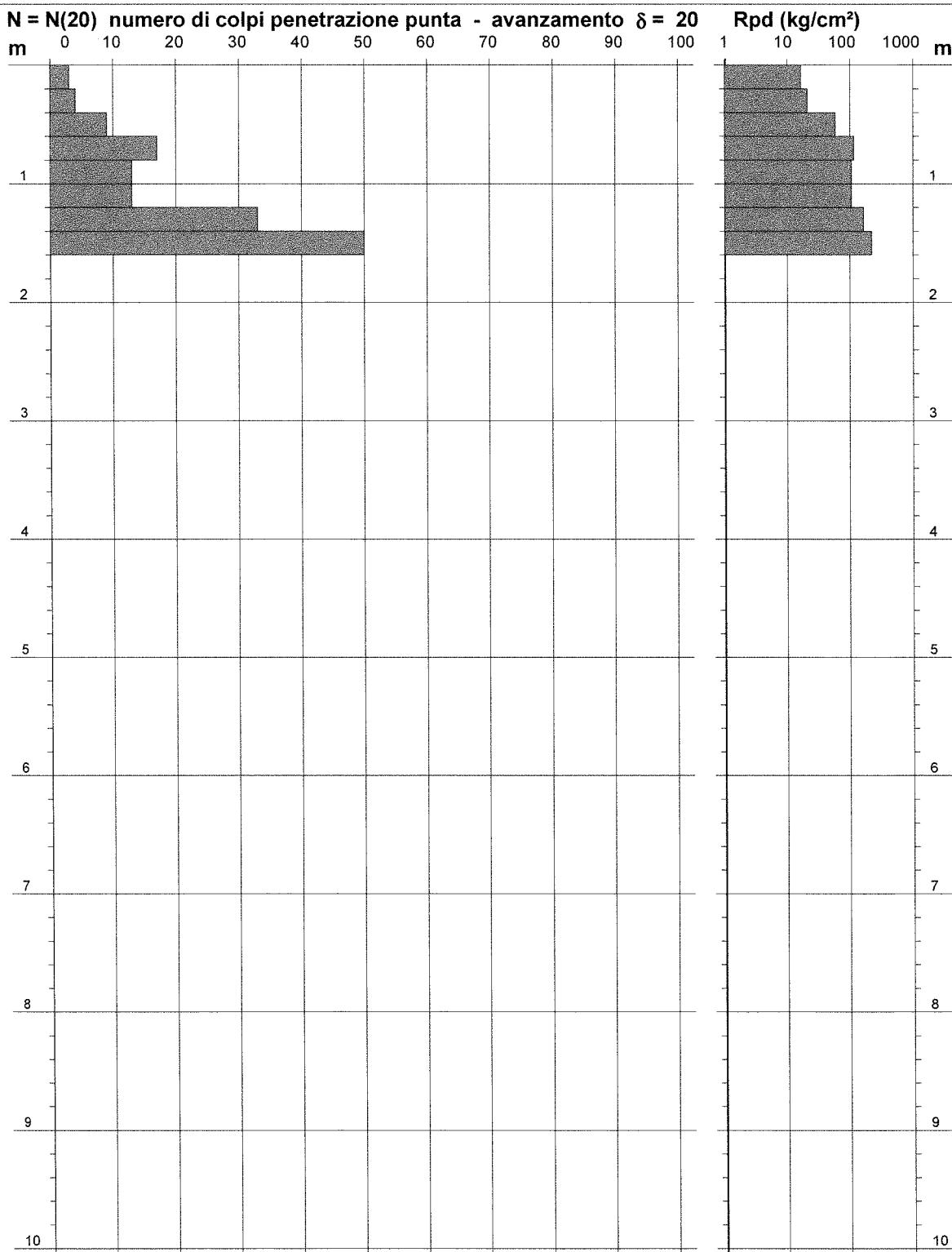
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Livi-Salucci  
 - cantiere : Strada Comunale Tomba, 70/a  
 - località : FANO (PU)

- data : 22/10/2019  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

### Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine :	Livi-Salucci	- data :	22/10/2019
- cantiere :	Strada Comunale Tomba, 70/a	- quota inizio :	p.c.
- località :	FANO (PU)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Raggiunto il rifiuto	- pagina :	0

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.60		7	25.0 72.0	28.8 38.6	245 477	1.90 2.09	1.45 1.74	0.44 ---	1.86 ---	36 ---	0.972 ---
2	0.60 1.60		37									

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito o efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**TECNOSONDAGGI  
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO**  
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA  
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573  
P.I. 01511970426 – [WWW.TECNOSONDAGGI.IT](http://WWW.TECNOSONDAGGI.IT)

**EDIFICIO  
STRADA COMUNALE TOMBA 70/A  
FANO (PU)**

**INDAGINE SISMICA  
PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR**

**Committente: Livi - Salucci**

OSIMO, ottobre 2019

## 1 PREMESSA

Il giorno 22 ottobre 2019, su committenza dei Signori Livi – Salucci e sotto la direzione tecnica del Geol. Stefano Boccarossa, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una Prospettazione Sismica Passiva – METODO HVSR per il calcolo delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima della Velocità delle onde Vs.

## 2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame la strumentazione è composta da:

- sismografo EEG BR24 24 canali
- Geofono triassiale;

## 3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terreste, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazioni della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di “fondo”, sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni all'aumentare della frequenza che sono dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza ( $F$ ) dello strato di terreno  $n$  è data dalla formula:

$$F_n = V_s/4 h$$

in cui  $V_s$  è la velocità media delle onde S nello strato  $N$  ed  $h$  è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $h$  degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di  $V_{S30}$  come riportato nella seguente tabella:

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

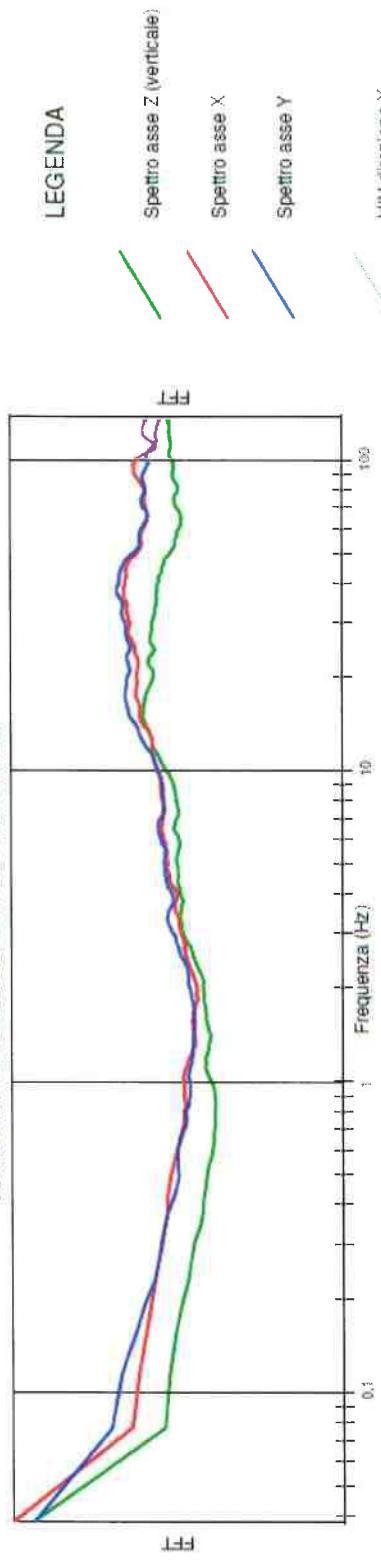
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo 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>

La velocità calcolata dal piano campagna è:

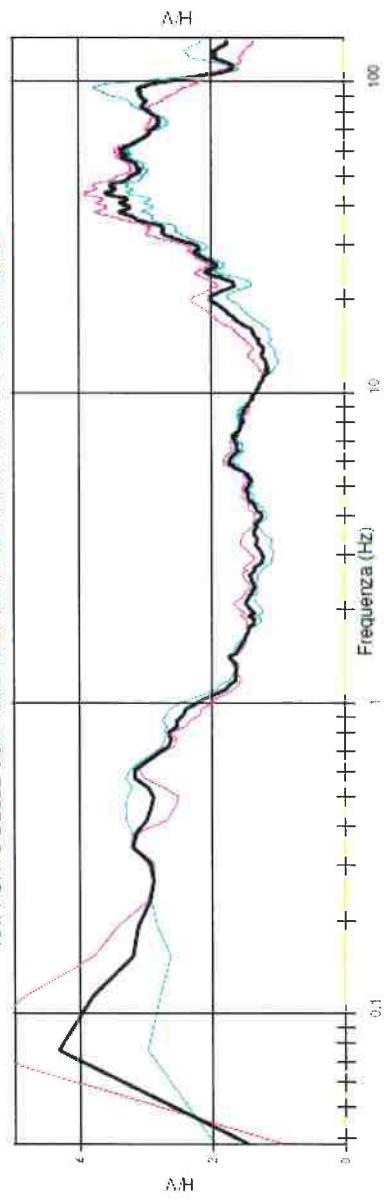
$$V_{seq} = 352 \text{ m/sec}$$

**Assenza di picchi significativi alle frequenze d'interesse ingegneristico**

### COMPONENTI XYZ DELLO SPECTRO DI FREQUENZA



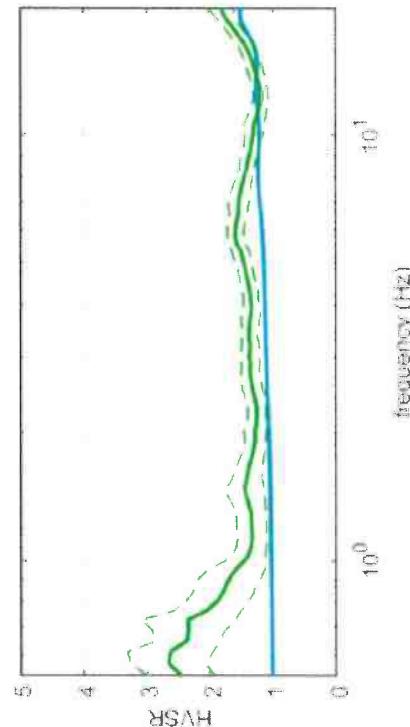
RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPECTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE



PROVA H/V	
Fano - Strada Comunale Tomba 70/a	
Livi-Salvucci	
Metodo Nakamura	
<b>SPETTRI DI FREQUENZA</b>	
<b>PROVA F583</b>	
Octobre 2019	

TABELLA DI CALCOLO						
Da Prof.	a Prof.	V <sub>0</sub>	H/V <sub>0</sub>	V <sub>0</sub> /V	G	
0	2	120	.0017	120	23	
	2	12	.0074	12	30	
	1.2	3.2	.0077	1.91	19	
	3.2	6.4	.0098	239	189	
	6.4	11.8	.0153	283	240	
	11.8	22.5	.0265	390	313	
	22.5	40.8	.0419	371	368	

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 352 ms



**Tecnosondaggi**

**EEG**

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**FOTO N.1** – Esecuzione prova penetrometrica statica CPT n.1 – Area “Ristorante Nuova Casaccia” – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).



**FOTO N.2** – Esecuzione prova penetrometrica dinamica DPSH n.1 – Area “Ristorante Nuova Casaccia” – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**FOTO N.3** – Esecuzione prospezione sismica HVSR – Area “Ristorante Nuova Casaccia” – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).



**FOTO N.4** – Affioramento della formazione in posto in litofacies sabbioso-arenacea in corrispondenza della prova DPSH n.1, Area “Ristorante Nuova Casaccia” – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).