

Studio di architettura
Arch. REMIGIO BURSI

Via Madonna a Mare, 25 - 61032 FANO (PU) Tel. 0721/803840 E-mail architetto.bursi@virgilio.it
Pec: remiglo.bursi@archiworldpec.it

IL TECNICO COMPETENTE
STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

**DOTT. GEOLOGO
STEFANO BOCCAROSSA**

60019 SENIGALLIA (AN)
VIA PIAVE N. 70
TEL./FAX 071-84894
CELL. 339-4754219

C.F. BCCSPN55M08H809X

P. IVA 00790430417
(Sottoscritto digitalmente)

RICHIEDENTE:

DE MARCHI S.r.l. Costruzioni, via Cavour n° 24 - Fano P. I.V.A. 02370350411
(Sottoscritto digitalmente)

PROGETTO DI:

Demolizione e ricostruzione di fabbricati commerciali

COMPARTO TERZIARIO " EX MULINO ALBANI " Delibera. C.C. n° 144 del 13.06.2012

SCHEDA "ST3_P14"- via Pisacane, Fano - Variante non sostanziale

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA



Elaborato:

Doc.
03
URBANISTICA

T2T3T4T5T6T7e_Mulino
Albani_13_09_2016

Data: APRILE 2016 AGG. 13/09/2016

SCALA: --

A termini delle vigenti leggi sui diritti d'autore, questo disegno non può essere copiato, riprodotto o comunicato ad altre persone o Ditte senza l'autorizzazione dello studio dell'architetto Bursi (art. 2578 C.C.)

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA

60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70

Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

*Geologia,
Geotecnica,
Idrogeologia,
Geologia Ambientale*

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

COMUNE DI FANO – PROVINCIA DI PESARO-URBINO

Demolizione e ricostruzione di fabbricati commerciali

COMPARTO TERZIARIO "EX MULINO ALBANI"

Delibera. C.C. n° 144 del 13.06.2012

SCHEDA "ST3_P14" – Via Pisacane, Fano – Variante non sostanziale

RICHIEDENTE: DE MARCHI S.r.l.

**RELAZIONE GEOLOGICA - TECNICA
E DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO**



Senigallia, lì APRILE/2016

I N D I C E

1) PREMESSA- METODOLOGIA D'INDAGINE	PAG. 2
2) CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGIA E GEOLOGICA DEL SITO – Verifica P.A.I.	PAG. 4
3) LITOLOGIA – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	PAG. 5
4) IDROLOGIA – IDROGEOLOGIA	PAG. 7
5) LIQUEFAZIONE	PAG. 7
6) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	PAG. 8
6.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008	PAG. 8
6.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008	PAG. 11
7) CONCLUSIONI	PAG. 12

1) PREMESSA – METODOLOGIA D'INDAGINE

Su incarico del Tecnico Progettista Arch. Remigio Bursi e per conto della DE MARCHI S.r.l., questo Studio ha redatto la presente relazione a carattere geognostico, relativamente all'area denominata Comparto Terziario "Ex Mulino Albani" Scheda ST3_P14, lungo Via Pisacane nella Città di Fano (PU), per la quale è previsto un progetto di demolizione dei fabbricati esistenti, con realizzazione di fabbricati commerciali, come da elaborati grafici del Progettista.

Nell'area in esame è già stata eseguita sotto la direzione tecnica del sottoscritto, una indagine geognostica e sismica per ottenere il parere urbanistico, pertanto per la redazione della presente relazione si fa riferimento alla suddetta indagine rappresentata da una prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH, ubicata come indicato nelle allegate planimetrie TAV.3 e TAV.4 e da un'indagine geofisica mediante procedura M.A.S.W. per la determinazione del parametro $V_{s,30}$ secondo quanto prescritto dalla normativa sismica nazionale vigente (NTC).

Data la sostanziale uniformità litologica che caratterizza la fascia alluvionale costiera in cui ricade l'area in esame, in questa fase si sono ritenuti sufficienti i dati acquisiti sulla successione litologica locale e relativa caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni riscontrati, quali elementi necessari alla progettazione delle nuove strutture.

La prova 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.

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

Una volta demoliti i fabbricati esistenti, attualmente considerati inagibili, dato l'ingombro del nuovo fabbricato in parte interferente con i fabbricati esistenti, si

procederà all'esecuzione di una più razionale ed approfondita indagine geognostica nell'area mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo, opportunamente ubicati anche nell'area di sedime degli attuali fabbricati, spinti a profondità significativa e con eventuale prelievo di campioni litologici indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio e di prove SPT in foro.

Alle relazione si allegano:

- Stralcio Carta Geologica d'Italia, Foglio 110 - Senigallia, scala 1:50.000 (ingrandimento) – TAV.1;
- Carta del Rischio Idrogeologico - Stralcio da Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.2;
- Estratto Catastale, scala 1:2000 – TAV.3;
- Planimetria Generale (Destinazione d'Uso degli Edifici, ecc.), scala 1:800 – TAV.4;
- Sezione Geologica Indicativa, scala 1:500 – TAV.5;
- Grafici Prova Penetrometrica dinamica super pesante DPSH;
- Documentazione Fotografica, esecuzione prova DPSH;
- Indagine Sismica MASW.

2) GEOMORFOLOGIA – Verifica P.A.I. Regione Marche

Dal punto di vista geomorfologico, l'area di Comparto in cui insiste l'attuale complesso denominato "Ex Mulino Albani" ricade in un terrazzo alluvionale del IV ordine dei terrazzi del sistema fluviale Torrente Arzillo, Fiume Metauro, con altezza da 5 a 8 metri rispetto al fondovalle, in prossimità del contatto morfologico con la fascia di spiaggia attuale e con il soprastante terrazzo alluvionale di III ordine (vedere TAV.1).

Ai rilievi di superficie, l'area risulta perfettamente pianeggiante e pertanto non interessata da problemi di instabilità geomorfologica.

Dall'esame del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche (TAV. RI 07c.pdf – Fano, vedere TAV.1), l'area in esame e per un intorno significativo non ricade all'interno di aree cartografate a rischio esondazione.

I sedimenti che si rinvenivano nell'immediato sottosuolo sono costituiti da alluvioni e depositi litoranei di natura ghiaioso – sabbiosa e/o miscela di ghiaie e sabbie con terreno limoso - argilloso – sabbioso di copertura e localmente intercalato alle ghiaie, soprastanti la formazione in posto argilloso - marnosa plio – pleistocenica.

3) LITOLOGIA – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dall'interpretazione ed analisi della prova dinamica DPSH, comparata con i dati bibliografici disponibili, nell'area risulta la seguente successione litologica dall'alto verso il basso, a partire dal piano di calpestio attuale.

0.00 m / -0.80 m – Coltre di copertura di terreno di riporto eterogeneo (**Litotipo R.**).

γ (g/cmc)
1.87

-0.80 m / -4.60 m – Terreno di natura prevalentemente coesiva, rappresentato da un aggregato limoso – argilloso - sabbioso, poco o mediamente consistente, interessato da falda idrica riscontrata a -2.40 m circa dal p.c. (**Litotipo LAS**).

N spt	Cu (Kg/cm ²)	γ (g/cmc)	Eed (Kg/cm ²)
10	0.63	1.90	50

-4.60 m / -10.20 m – Terreno di natura granulare costituito verosimilmente da ghiaia e sabbia e/o miscela di ghiaia e sabbia a granulometria variabile, ben addensato, saturo per la presenza della falda idrica superficiale a -2.40 m circa di profondità rispetto al p.c. (**Litotipo G-S**).

N spt	Dr %	γ (g/cmc)	ϕ' (gradi)	Eed (Kg/cm ²)
40	75.0	2.10	39°	456.40

La prova DPSH è stata interrotta alla profondità di -10.20 m dal p.c., comunque sufficiente allo scopo della presente indagine, dato l'elevato addensamento del terreno riscontrato.

N spt = correlazione colpi Standard Penetration Test

C_u = coesione non drenata

γ = peso di volume

ϕ' = angolo di attrito

Eed = modulo edometrico

Dr = densità relativa

I parametri geotecnici sopra riportati (**parametri nominali**) che caratterizzano le proprietà fisico – meccaniche dei litotipi descritti, sono derivati dall'interpretazione della prova penetrometrica DPSH convertiti in valori Nspt (vedere grafici Prova DPSH e Tabelle allegati) e per analogia con campioni simili esaminati in laboratorio e con la corrente letteratura tecnica.

Per la valutazione del modulo edometrico per terreni incoerenti si è fatto riferimento al metodo di Menzebac e Malcev valido per le sabbie in genere (indicativamente sabbia + ghiaia: $M \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 10.46 \text{ Nspt} + 38$) (e/o grafico allegato).

Per la valutazione del modulo edometrico per terreni coesivi si è fatto riferimento al metodo di Stroud e Butler valido per argille di media e bassa plasticità (indicativamente argille a media plasticità: $E_d \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 5 \text{ Nspt}$).

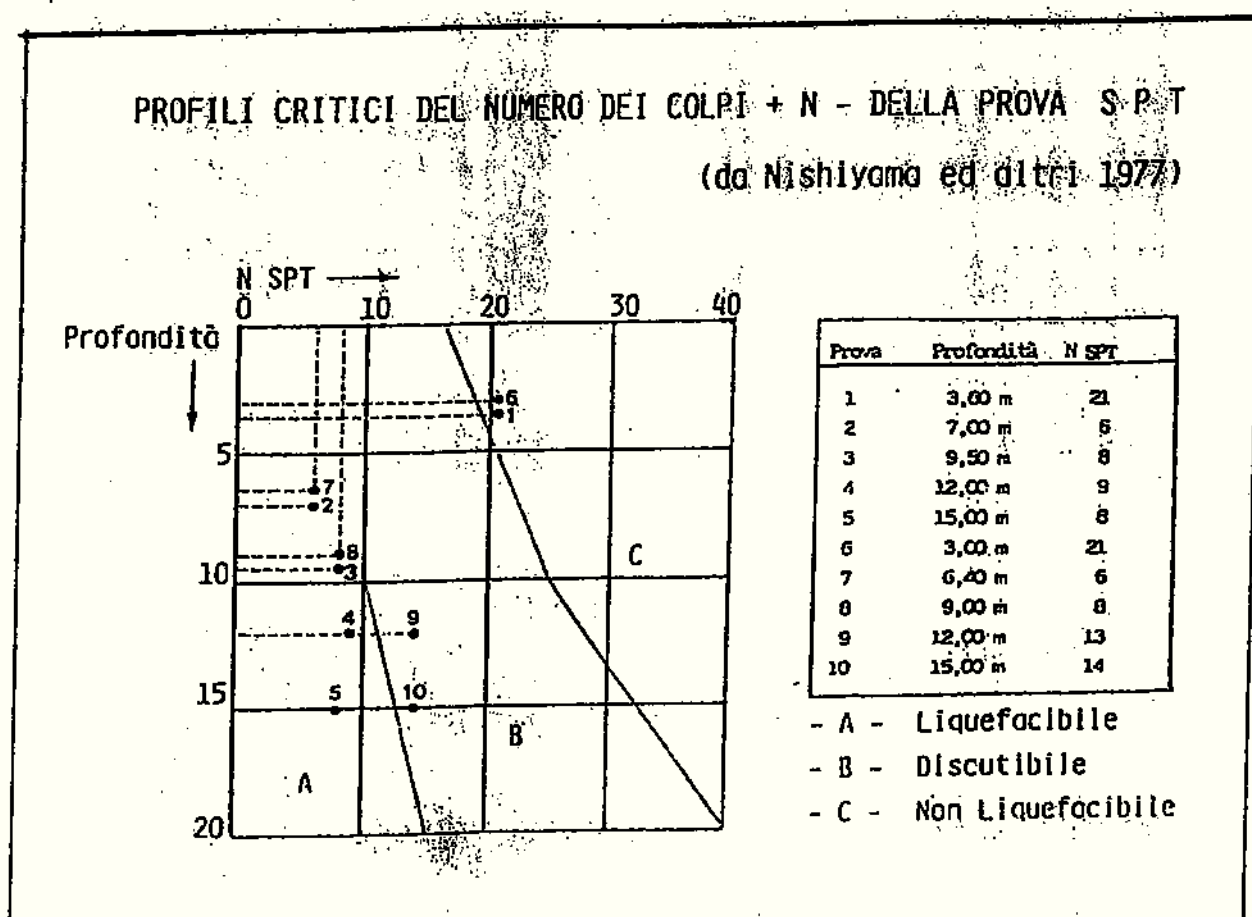
4) IDROGRAFIA – IDROGEOLOGIA

Il reticolo idrografico superficiale della zona non è più ben riconoscibile in quanto modificato dall'urbanizzazione attuata.

Nel sottosuolo, durante l'esecuzione della prova penetrometrica è stata rilevata la presenza di una falda idrica superficiale alla profondità di circa -2.40 m dal p.c., suscettibili di variazioni di livello legato alle condizioni meteorologiche stagionali e probabile escursioni di marea.

5) LIQUEFAZIONE DELLA GHIAIA E SABBIA SUPERFICIALE SATURA

Indicativamente, in relazione al grado di addensamento riscontrato in sito mediante prova DPSH, convertita in valori SPT, nel terreno ghiaioso - sabbioso superficiale interessato da falda idrica con un valore medio di $N_{spt} = 40$, si escludono fenomeni di liquefazione, come risulta anche dall'esame del grafico elaborato da Nishiyama ed altri, 1977, in cui il terreno in esame ricade nei quadranti - C - Non Liquefacibile.



6) 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 al testo 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**.

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 Tabelle A e B delle NTC.

6.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008

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 ad una sommaria caratterizzazione geotecnica dei terreni, si è attuata la classificazione della categoria di sottosuolo in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ 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 procedura M.A.S.W..

I metodi di prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) consentono di ottenere un modello verticale delle V_s , a partire dalla modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e non attraverso quelle di volume come invece accade per i metodi più propri della sismica più tradizionale.

Nel caso in esame le analisi eseguite conducono a valori di $V_{s,30}$ pari a circa **663 m/s** (modello medio MASW 1) e di $V_{s,30}$ pari a circa **565 m/s** (modello medio MASW 2) che corrispondono ad un sottosuolo di **Categoria "B"** della Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008.

Condizioni Topografiche - Tabella 3.2.IV – Categorie Topografiche: **T1** .

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
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 $> 30^\circ$

6.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008

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.V – *Espressione di S_s e C_c* e Tabella 3.2.VI – *Valori Massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T* delle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008, in cui il parametro F_0 (fattore di amplificazione massima su suolo A) e a_g (accelerazione), sono deducibili dal reticolo sismico delle NTC.

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tabella 3.2 V – Espressione di S_s e di C_c

Categorie sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2 VI – 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 del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

7) CONCLUSIONI

Sulla base dei dati acquisiti, per l'area in esame risulta quanto segue.

- Per la costruzione degli edifici in progetto, ci si atterrà a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di costruzioni in zona sismica (NTC), considerando che il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima compresa tra 0.175 e 0.200 g, come risulta dalla consultazione della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale – da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, allegata al testo.
 - L'area si presenta perfettamente pianeggiante e pertanto non interessata da problematiche connesse alla stabilità della zona.
 - Nella zona è presente una falda idrica superficiale riscontrabile a profondità di -2.40 m rispetto al p.c., suscettibile di variazioni stagionali e probabile escursioni di marea.
 - Nella zona è presente un orizzonte superficiale di terreno coesivo, rappresentato da un aggregato limoso – argilloso - sabbioso, poco o mediamente consistente (**Litotipo LAS**), caratterizzato da mediocri parametri geomeccanici.
- Il sottostante terreno di natura ghiaiosa e sabbiosa e/o ghiaia e sabbia frammisti (**Litotipo G-S**), così come descritto nei paragrafi precedenti presenta ottimi e/o buoni parametri geomeccanici (vedere allegata Sezione Geologica Indicativa – TAV.5).
- Pertanto nella scelta del piano posa fondazioni e rispettivo terreno di incastro, si dovrà tener conto delle interazioni struttura terreno con tutte le valutazioni che ne conseguono.

- Il sito ricade nell'ambito della categoria di sottosuolo **"B"** (Tabella 3.2.II NTC).
- Le condizioni topografiche sono riconducibili alla categoria **"T1"** (Tabella 3.2.IV NTC).
- I terreni granulari saturi non sono liquefacibili.
- Come già detto, una volta demoliti i fabbricati esistenti, dato l'ingombro dei fabbricati in progetto in parte interferenti con i fabbricati esistenti, si procederà all'esecuzione di una più approfondita ed appropriata indagine geognostica nell'area, per acquisire ulteriori dati sulla litologia locale ed ulteriori parametri geomeccanici relativamente ai terreni attraversati, da trasmettere tramite apposita relazione al Tecnico Calcolatore della struttura.



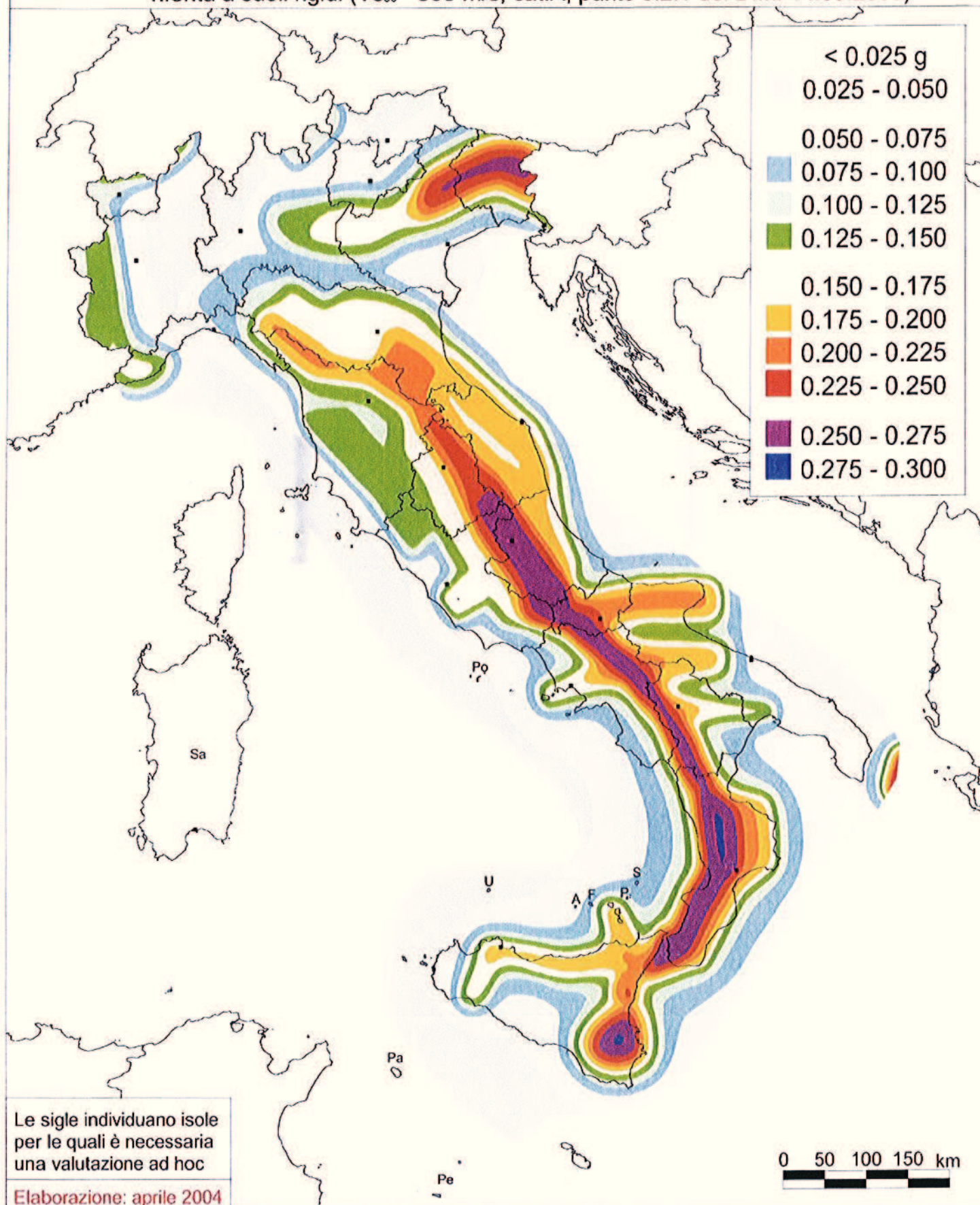
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

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

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

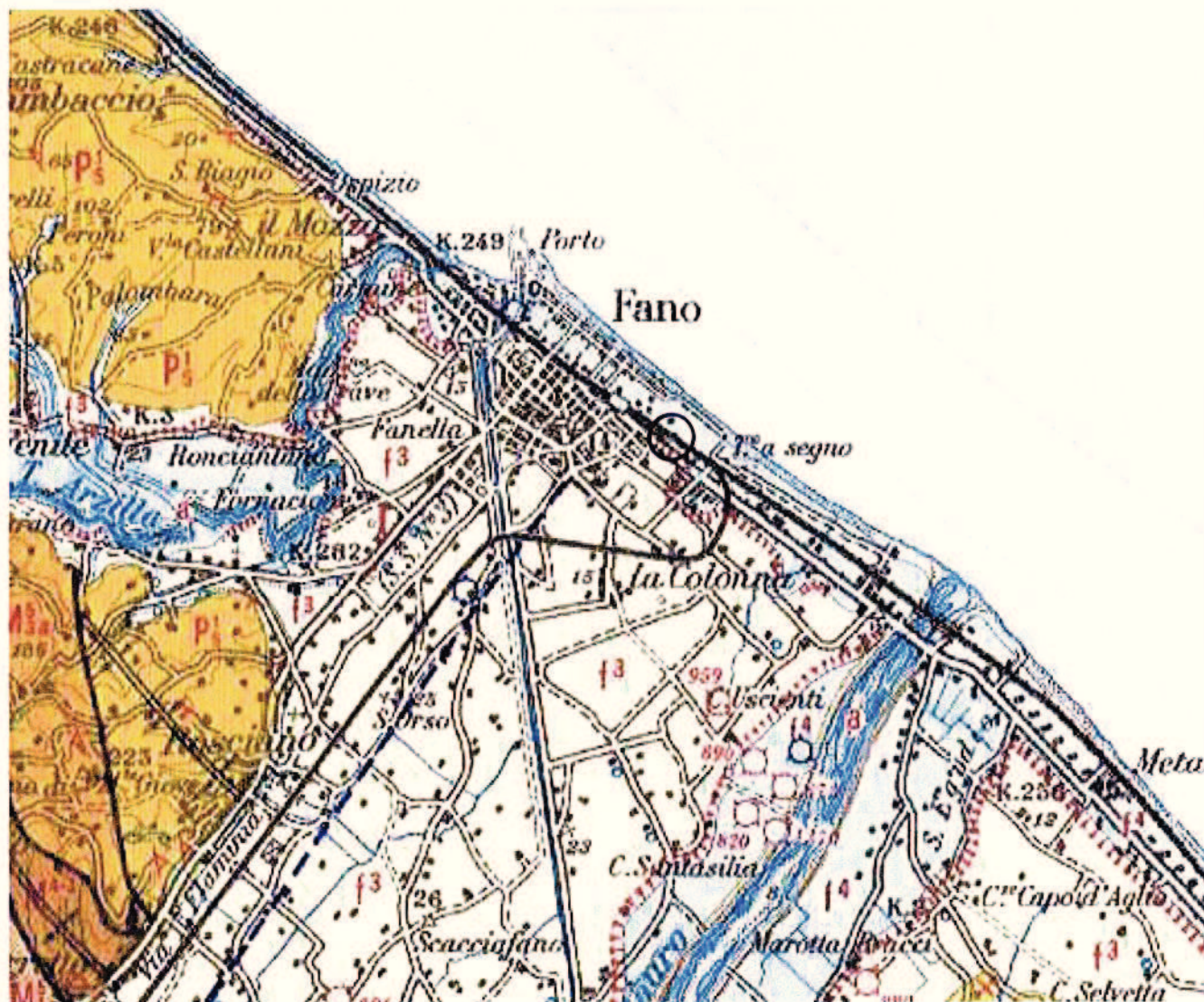
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

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



TAV.1

STRALCIO INQUADRAMENTO GEOLOGICO – SCALA 1:50.000
Carta Geologica d'Italia – Foglio n.110 - SENIGALLIA



- a - Alluvioni recenti e attuali. Sabbie e ghiaie delle spiagge attuali (Olocene)**
- f¹ - Alluvioni e depositi litoranei ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi del IV ordine dei terrazzi, a 5- 8 metri sul fondovalle (Pleistocene Medio – Sup.)**
- f³ - Alluvioni e depositi litoranei ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi del III ordine dei terrazzi, a 15 - 20 metri sul fondovalle (Pleistocene Medio – Sup.)**
- Area in esame**

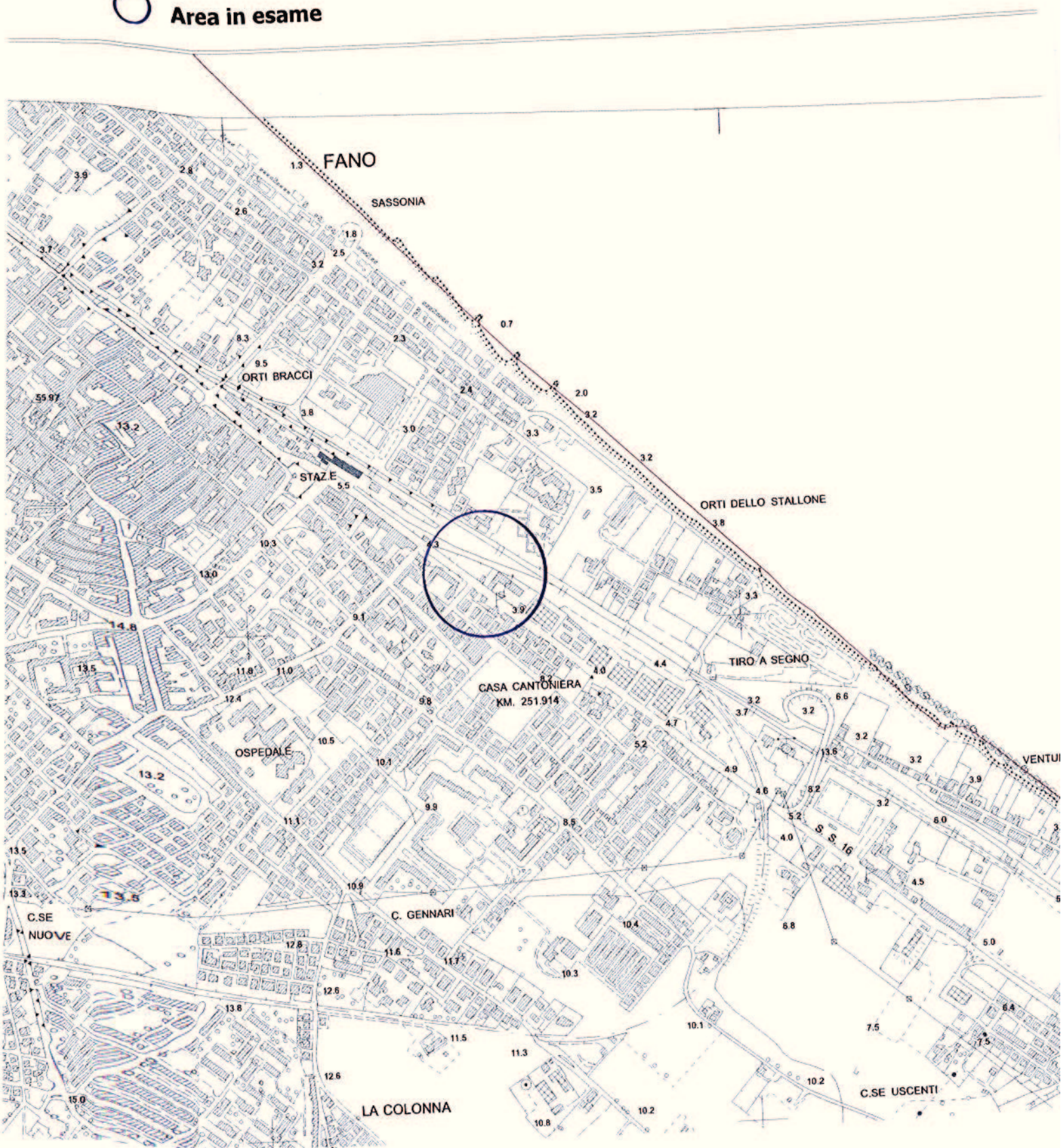
**STRALCIO DA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)
- REGIONE MARCHE -**

**CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – da Tav. RI 07c.pdf - Fano,
sc. 1:10.000**

Area a rischio frana (Codice F – xx-yyyy)

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

○ **Area in esame**



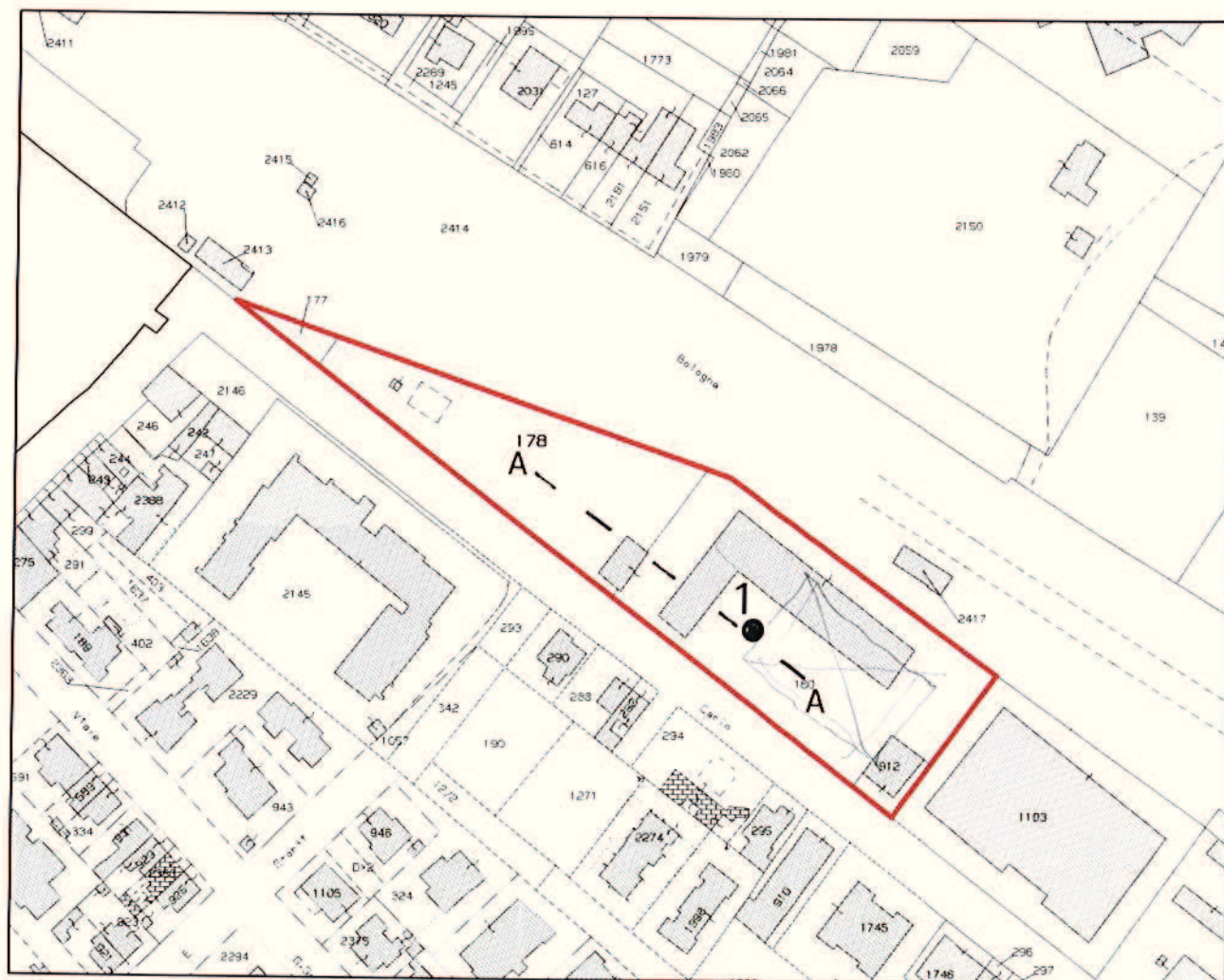
ESTRATTO CATASTALE – SC. 1:2000

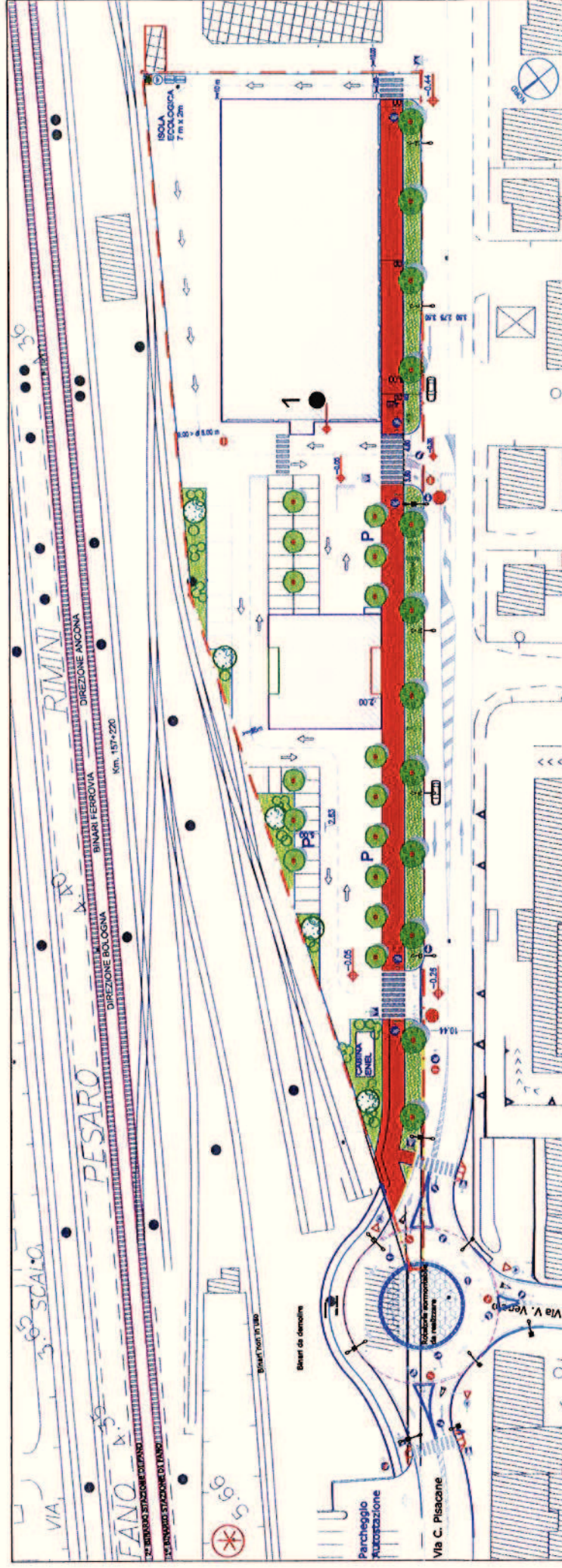
Comune di Fano - Foglio n° 38 - mappali n° 177-178-180-912

— Area in esame

● Ubicazione prova penetrometrica DPSH

↑ _ _ ↑ Sezione geologica indicativa





DESTINAZIONE D'USO DEGLI EDIFICI - OPERE IN CONVENZIONE - SEGNALETICA STRADALE

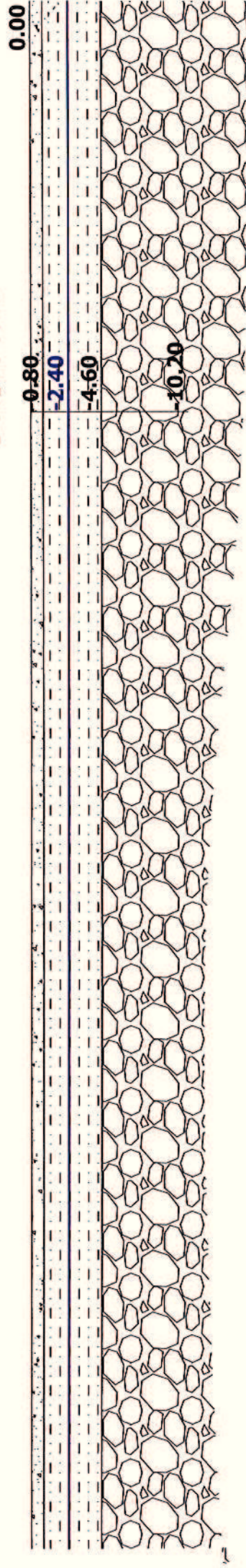
TAV.4

PLANIMETRIA GENERALE – SC. 1:800

- Ubicazione prova penetrometrica DPSH

SEZIONE GEOLOGICA INDICATIVA - SEZ A - A, SCALA 1:250 - TAV.5

DPSH n.1



(Litotipo R.) - COLTRE DI COPERTURA DI TERRENO DI RIPOERTO ETEROGENEO



(Litotipo LAS) - TERRENO COESTIVO: AGGREGATO LIMOSO - ARGILLOSO - SABBIOSO, POCO O MEDIANTE CONSISTENTE



(Litotipo G-S) - TERRENO GRANULARE: GHIAIA E SABBIA E/O MISCELA DI GHIAIA E SABBIA; MATERIALE BEN ADDENSATO



FALDA IDRICA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : F.Ili Nigra - F.Ili Renzi e altri
 - cantiere : FANO
 - località : PU
 - note :

- data : 23/09/2010
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : 2,40 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	27	283,7	----	1	5,20 - 5,40	22	159,7	----	6
0,20 - 0,40	10	105,1	----	1	5,40 - 5,60	25	170,9	----	7
0,40 - 0,60	7	67,5	----	2	5,60 - 5,80	23	157,2	----	7
0,60 - 0,80	17	163,9	----	2	5,80 - 6,00	34	232,4	----	7
0,80 - 1,00	7	67,5	----	2	6,00 - 6,20	36	246,0	----	7
1,00 - 1,20	3	28,9	----	2	6,20 - 6,40	32	218,7	----	7
1,20 - 1,40	3	28,9	----	2	6,40 - 6,60	30	193,7	----	8
1,40 - 1,60	3	26,7	----	3	6,60 - 6,80	30	193,7	----	8
1,60 - 1,80	4	35,6	----	3	6,80 - 7,00	23	148,5	----	8
1,80 - 2,00	4	35,6	----	3	7,00 - 7,20	27	174,4	----	8
2,00 - 2,20	4	35,6	----	3	7,20 - 7,40	27	174,4	----	8
2,20 - 2,40	3	26,7	----	3	7,40 - 7,60	17	104,1	----	9
2,40 - 2,60	4	33,1	----	4	7,60 - 7,80	24	146,9	----	9
2,60 - 2,80	4	33,1	----	4	7,80 - 8,00	29	177,5	----	9
2,80 - 3,00	3	24,8	----	4	8,00 - 8,20	34	208,1	----	9
3,00 - 3,20	4	33,1	----	4	8,20 - 8,40	18	110,2	----	9
3,20 - 3,40	4	33,1	----	4	8,40 - 8,60	21	122,2	----	10
3,40 - 3,60	6	46,4	----	5	8,60 - 8,80	43	250,1	----	10
3,60 - 3,80	8	61,9	----	5	8,80 - 9,00	37	215,2	----	10
3,80 - 4,00	8	61,9	----	5	9,00 - 9,20	21	122,2	----	10
4,00 - 4,20	7	54,1	----	5	9,20 - 9,40	23	133,8	----	10
4,20 - 4,40	8	61,9	----	5	9,40 - 9,60	26	144,1	----	11
4,40 - 4,60	10	72,6	----	6	9,60 - 9,80	33	182,9	----	11
4,60 - 4,80	15	108,9	----	6	9,80 - 10,00	30	166,3	----	11
4,80 - 5,00	18	130,6	----	6	10,00 - 10,20	31	171,8	----	11
5,00 - 5,20	21	152,4	----	6					

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

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D (diam. punta)= 51,00 mm

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

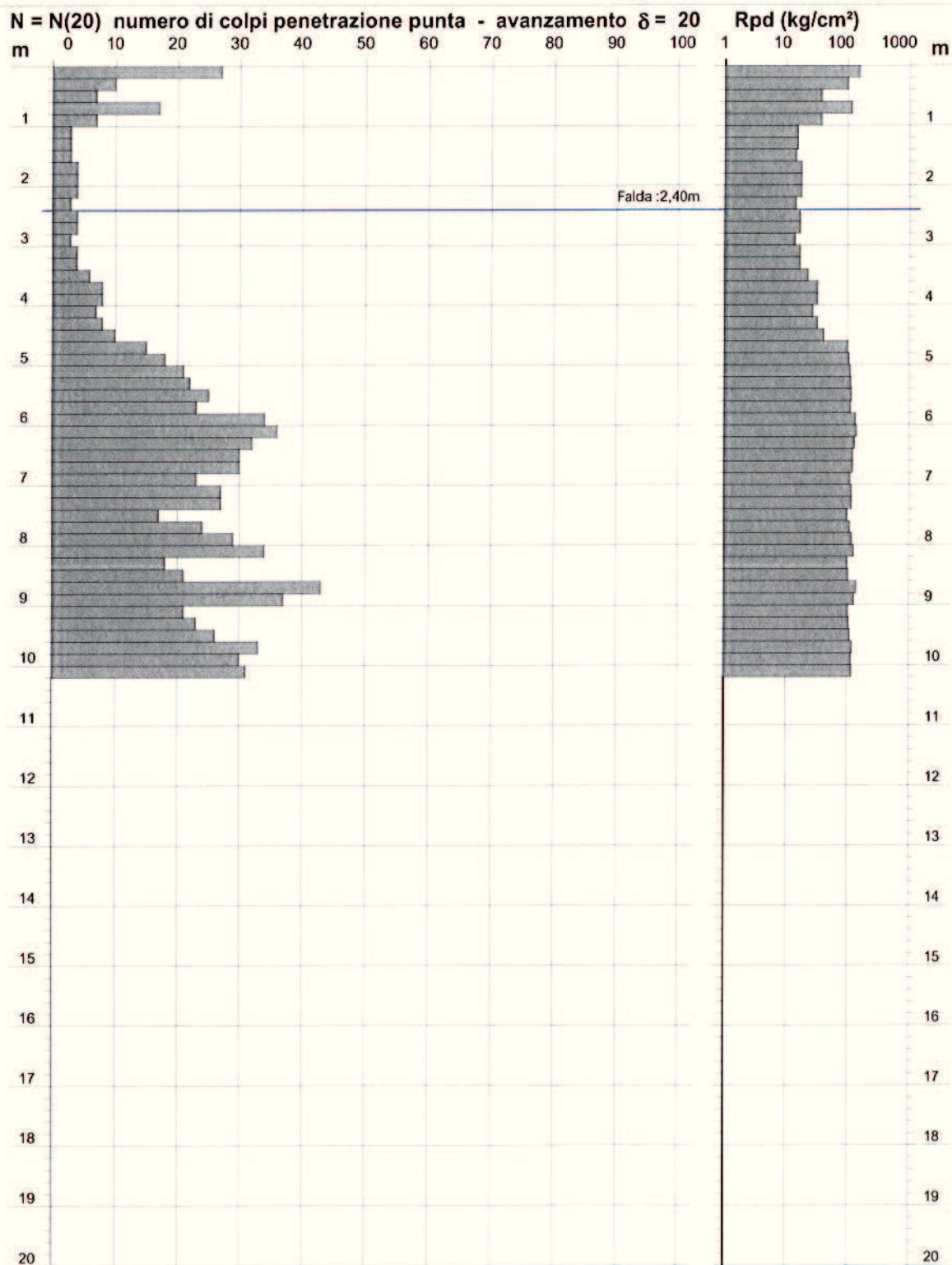
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 100

- indagine : F.lli Nigra - F.lli Renzi e altri
 - cantiere : FANO
 - località : PU

- data : 23/09/2010
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : 2,40 m da quota inizio



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

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D (diam. punta)= 51,00 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

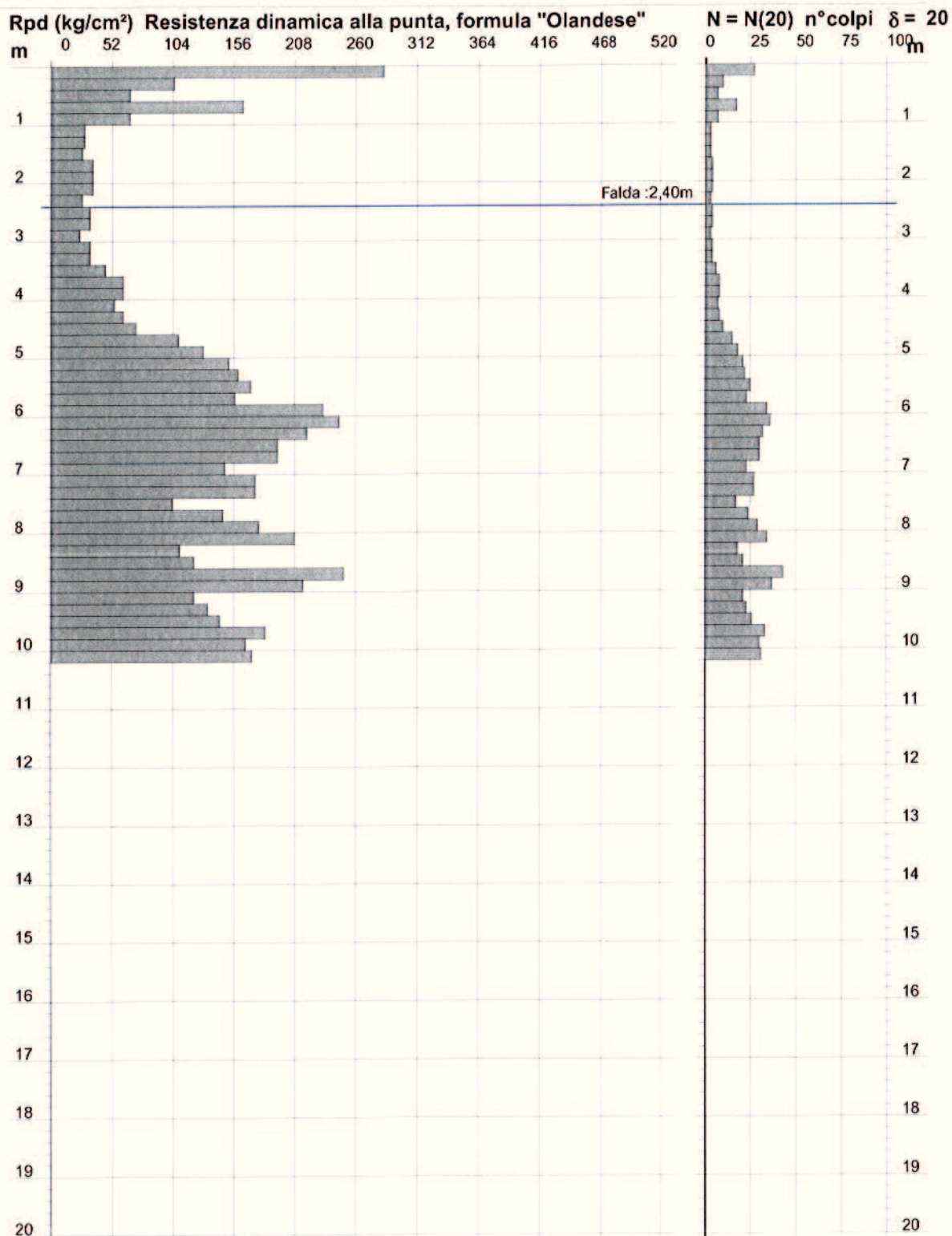
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1

Scala 1: 100

- indagine : F.Ili Nigra - F.Ili Renzi e altri
 - cantiere : FANO
 - località : PU

- data : 23/09/2010
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : 2,40 m da quota inizio



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

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine : F.lli Nigra - F.lli Renzi e altri
 - cantiere : FANO
 - località : PU
 - note :

- data : 23/09/2010
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : 2,40 m da quota inizio
 - pagina : 0

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 4.60		10	----	----	----	----	----	0.63	1.90	33	0.892
2	4.60 10.20		40	75.0	39.5	500	2.10	1.77	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 ISM.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 ISM.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

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

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Parametri geotecnici dei terreni coerenti

Stato di consistenza	Numero dei colpi	Indice di consistenza	Coesione non drenata
	N _{spt}	I _c	C _u
Molto soffice	<2	circa 0	<0.1
Soffice	2-4	0-0.25	0.1-0.25
Plastico	4-8	0.25-0.5	0.25-0.5
Compatto	8-15	0.5-0.75	0.5-1.0
Molto compatto	15-30	0.75-1.0	1.0-2.0
Estrem. compatto	>30	>1.0	>2.0

Parametri geotecnici dei terreni incoerenti

Stato di consistenza	Numero dei colpi	Densità relativa	Angolo di attrito
	N _{spt}	D _r	φ'
Molto sciolto	<4	<2	<30°
Sciolto	4-10	0.2-0.4	30°-35°
Medio	10-30	0.4-0.6	35°-40°
Denso	30-50	0.6-0.8	40°-45°
Molto denso	>50	>0.8	>45°

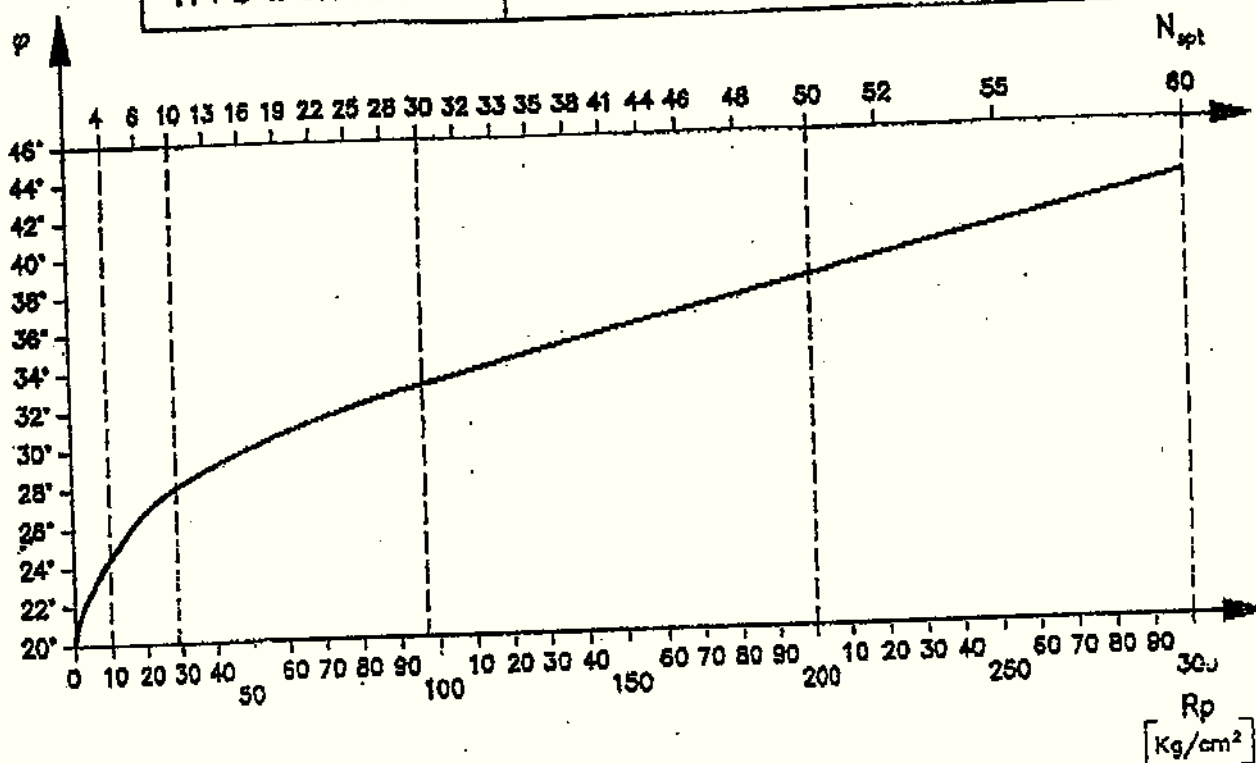
Rapporto tra resistenza alla punta (q_c in kg/cm²) e numero di colpi N_{spt}

Litologia	Rapporto q _c /N _{spt}
Argilla sabbiosa o limosa	2
Limo sabbioso	3
Sabbia fine	4
Sabbia mediamente fine	5
Sabbia mediamente grossolana	8
Sabbia grossolana	10
Sabbia ghiaiosa	8-18
Ghiala sabbiosa	12-18

Fonte: F. Castani, corso Ono, Benavente 1988.

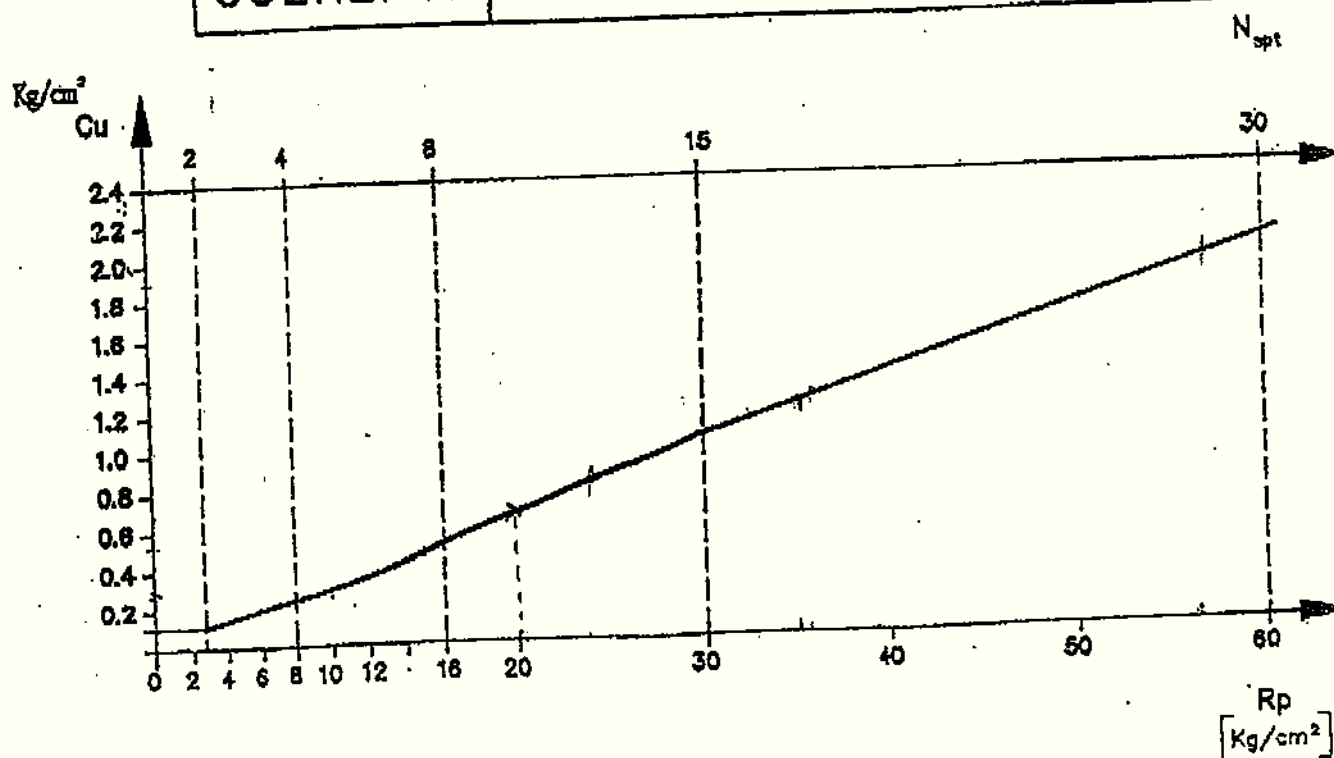
MATERIALI INCOERENTI

CORRELAZIONE TRA RESISTENZA DI PUNTA, N_{spt} ED ANGOLO D' ATRITO



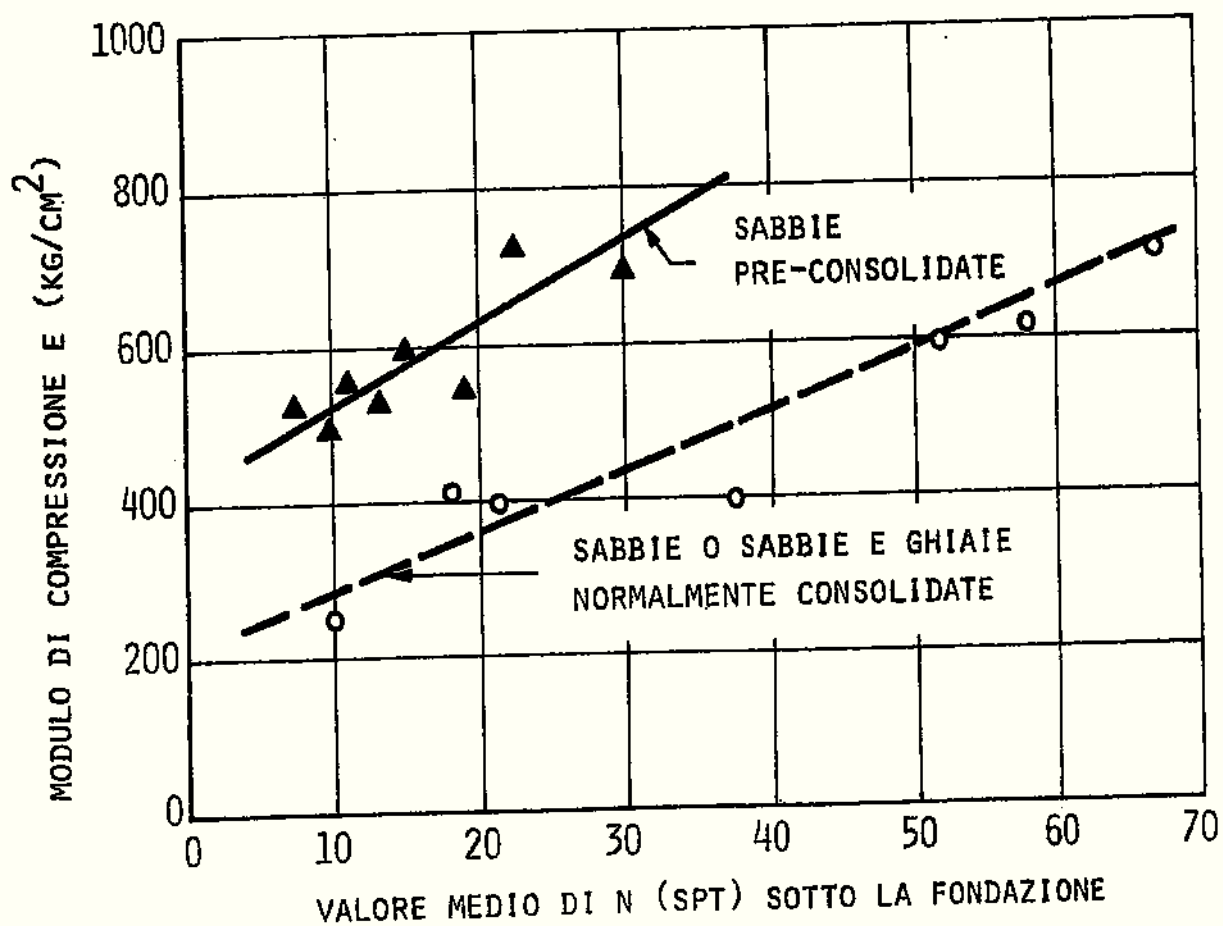
MATERIALI COERENTI

CORRELAZIONE TRA RESISTENZA DI PUNTA, N_{spt} E COESIONE NON DRENATA



STANDARD PENETRATION TEST

CORRELAZIONI COL MODULO DI COMPRESSIONE IN BASE AI
CEDIMENTI DI OPERE IN VERA GRANDEZZA
(D'APPOLONIA ET AL., 1970)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N.1 – Attrezzatura impiegata per l'esecuzione della prova penetrometrica Dinamica DPSH – Area F.lli Nigra, F.lli Renzi

TECNOSONDAGGI
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

Vs30 DM 14-01-2008
LOTTIZZAZIONE ST3 P 14
EX MULINO ALBANI
VIA PISACANE - COMUNE DI FANO (PU)

INDAGINE SISMICA MASW

Committente: F.lli Nigra e F.lli Renzi

OSIMO, settembre 2010

1 PREMESSA

Il giorno 23 settembre 2010, su committenza dei : F.lli Nigra e F.lli Renzi sotto la direzione tecnica del Dott. Geol. Stefano Boccarossa si sono eseguite n. 2 indagini geofisiche MASW per il calcolo del valore Vs30 secondo il DM 14/01/2008.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame si sono realizzati due stendimenti:

1. 24 geofoni a passo di 2.0 metri e energizzazione a -5.00 m e a +5.00 m dagli estremi (Geofono 1 e Geofono 24).
2. 24 geofoni a passo di 1.0 metri e energizzazione a -2.00 m e a +2.00 m dagli estremi (Geofono 1 e Geofono 24).

La strumentazione utilizzata è costituita da :

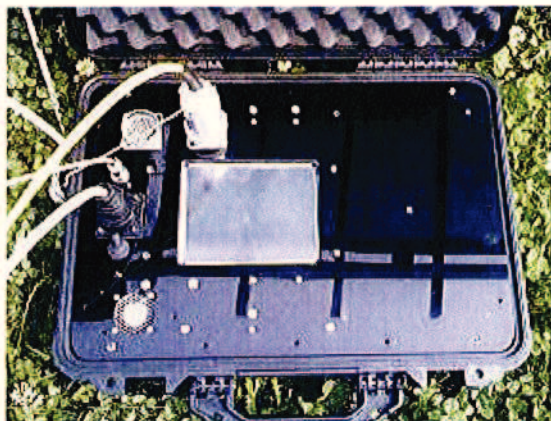
- un sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- mazza da 5 Kg

3 CENNI TEORICI SULL'ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh,

vencono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).



Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

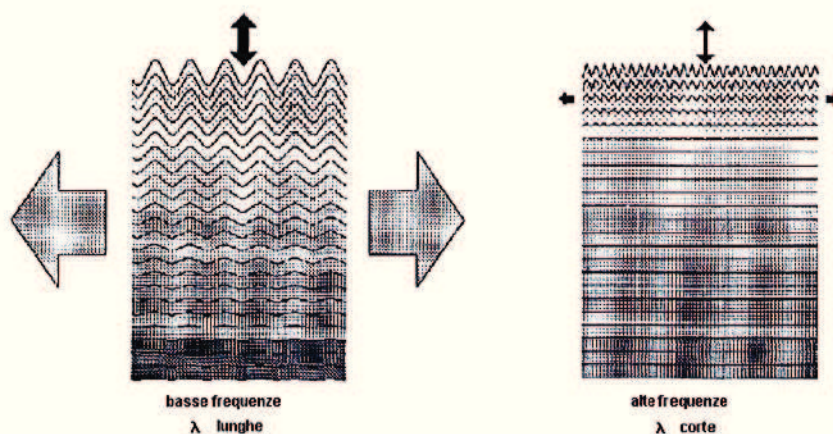
Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il

sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

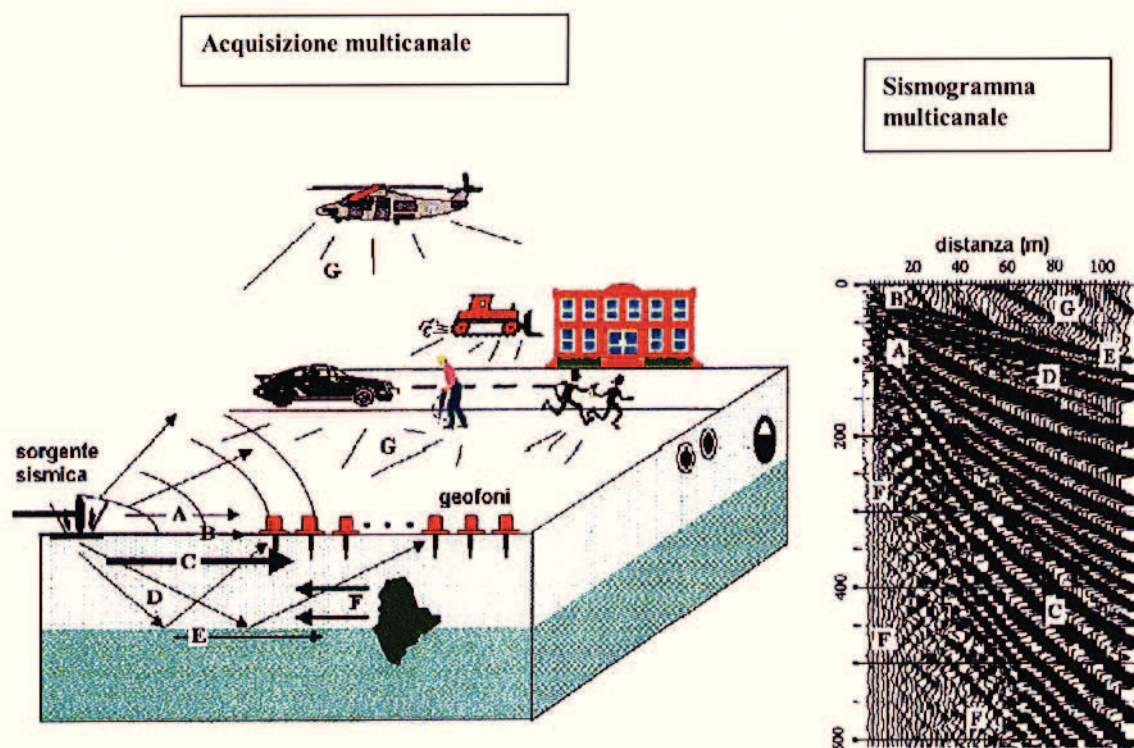
Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste

proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

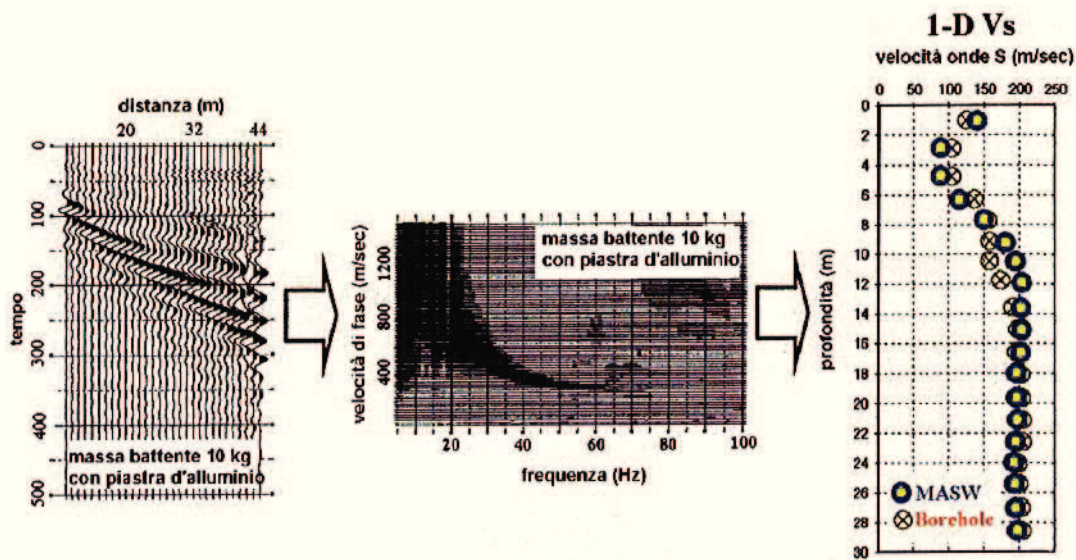


- | | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio

successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

4 RISULTATI

In ALLEGATO sono riportati i risultati delle prove MASW.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione Vs (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità. Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di Vs progressiva.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro Vs30 calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un total e di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{s30} come riportato nella seguente tabella:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Oltre a queste sono riconosciute ulteriori due categorie di suolo:

- *S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).*
- *S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precede*

La velocità calcolata è:

MASW 1

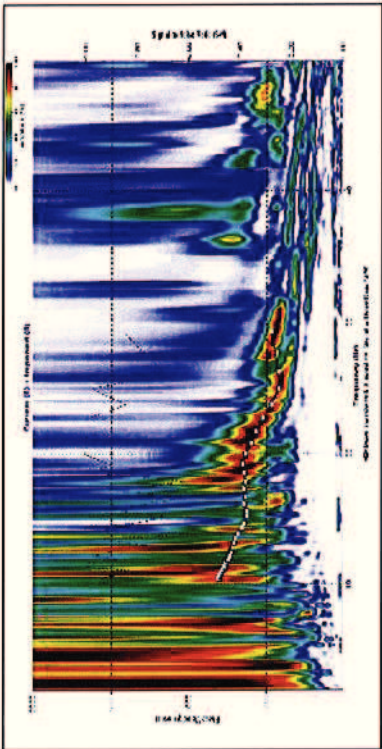
$V_{s30} = 633$ m/sec

MASW 2

$V_{s30} = 565$ m/sec

Stendimento MASW 2

INTERPRETAZIONE PROVA



LEGENDA

- Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VSX

I valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $G = 1.5 \times V_s / 1000$

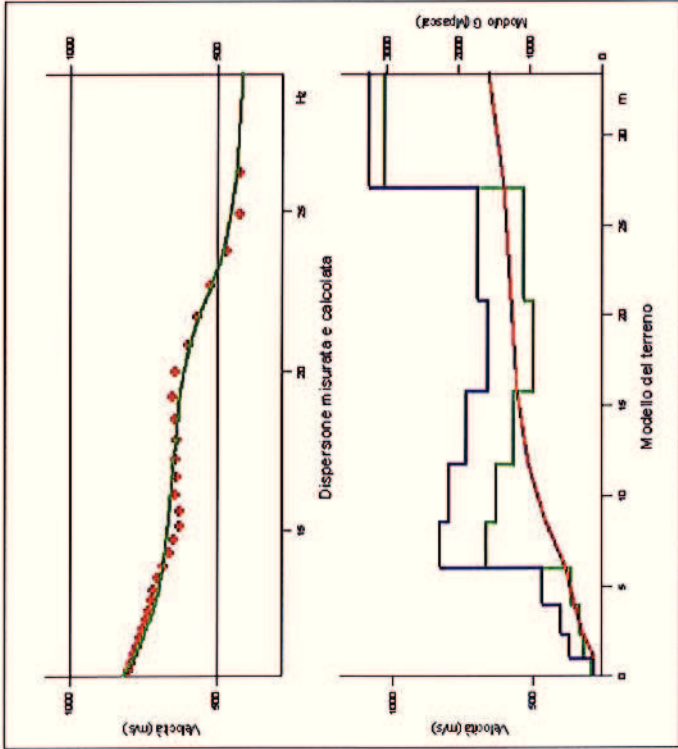
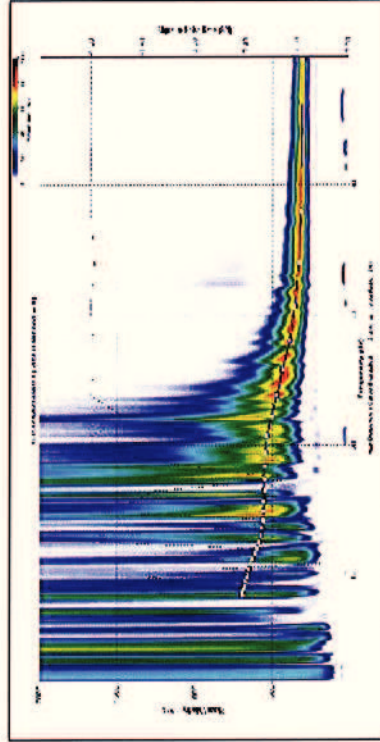


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	HM	VSX	G
0	1	282	0037	282	141
1	2.4	372	0035	325	258
2.4	4	400	0041	352	304
4	6.1	467	0044	394	430
6.1	8.6	532	0031	468	1614
8.6	11.8	800	004	518	1472
11.8	15.8	742	0054	560	1234
15.8	20.8	862	0076	582	948
20.8	27.1	700	0089	608	1078
27.1	33.3	1083	0058	660	3031

VALORE CALCOLATO VS30 = 633 m/s

PROVA SISMICA VS30
Via Pisacane - Fano
F.III Nigra e F.III Renzi - Ex mulino Albani 1
metodologia MASW
VELOCITA' DELLE ONDE S PROVA O1557
AIL 2
Settembre 2010
EEG LADARINI



LEGENDA

- Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VSX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $G = 1.5 \times VS^3 / 1000$

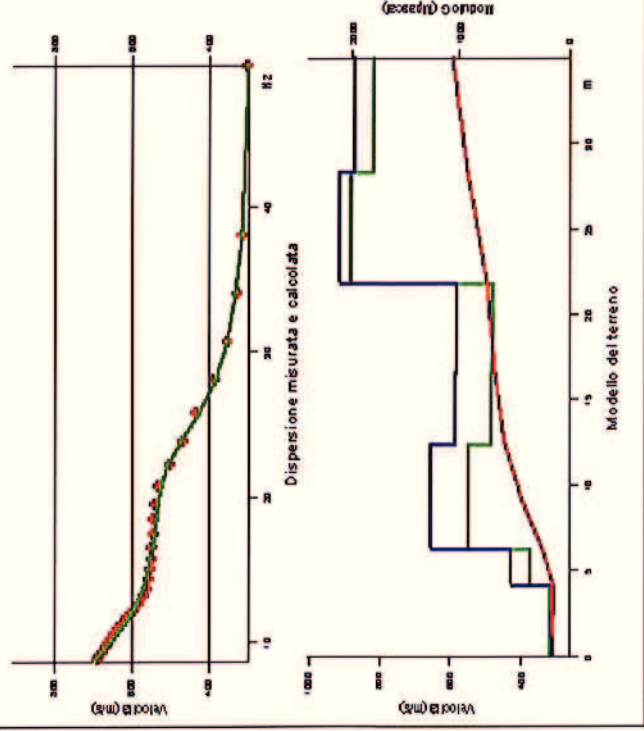
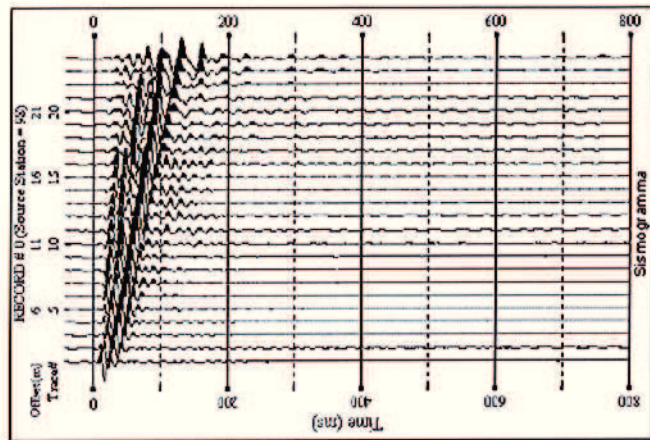


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof. a Prof.	VS	H/M	VSX	G
0	1.1	311	0035	311
1.1	2.5	314	0044	312
2.5	4.2	308	0056	310
4.2	6.3	429	005	343
6.3	9	682	0041	389
9	12.4	683	0051	446
12.4	16.6	983	0072	474
16.6	21.3	877	0091	485
21.3	28.4	913	0072	554
28.4	34.9	871	0075	594

VALORE CALCOLATO VS30 = 565 m/s



PROVA SISMICA VS30

Via Pisacane - Fano

F.lli Nigra e F.lli Renzi - Ex mulino Albani 2

metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S
PROVA 01569

Aut. 2 Settembre 2010 EEG S.p.A. Via Salaria 100 00198 Roma