

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI PESARO-URBINO



**COMUNE  
Di FANO**

DITTE:

**AUCHAN S.p.a.  
GALLERIE COMMERCIALI ITALIA S.p.a.**

**PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO ST5\_P28  
PER L'AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE  
"Metauro" IN VIA L. EINAUDI n° 30**

# RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14/01/2008 - CIRC. LL.PP. N° 617/09

**Elaborato**

**UNICO - RELAZIONE**



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER  
LA GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo Renzoni  
Geol. Michele Glaschera  
Geol. Walter Borghi

Via Gozzi 10/A 61032 FANO (PU)  
Tel. Fax 0721 861494 862875  
e-mail geocon@fastwebnet.it  
P.IVA 02229960410

Commessa **1414/15**

Data **SETTEMBRE 2015**

Doc. **01/Rel./All.**



**AUCHAN S.p.a.**

**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA S.p.a.**

**PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO ST5\_P28  
PER L'AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE  
"Metauro" IN VIA L. EINAUDI n° 30**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

**SOMMARIO**

|   |   |         |
|---|---|---------|
| 1 | SCOPO E MODALITA' DELL'INDAGINE   | Pag. 2  |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA   | Pag. 3  |
| 3 | GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA  | Pag. 4  |
| 4 | INDAGINI GEOLOGICHE DI CAMPO (SONDAGGI GEOGNOSTICI,<br>PROVE PENETROMETRICHE DPSH E PROVA SISMICA MASW) | Pag. 5  |
| 5 | MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA<br>DEL SOTTOSUOLO E PROVA DI PERMEABILITA' DEI TERRENI       | Pag. 13 |
| 6 | PERICOLOSITA' GEOLOGICA   | Pag. 17 |
|   | a – Pericolosità Idrogeologica  | Pag. 17 |
|   | b – Pericolosità sismica a azioni sismiche  | Pag. 17 |
|   | c – Liquefazione  | Pag. 20 |
| 7 | CONSIDERAZIONI FINALI   | Pag. 21 |

APPENDICE 1 CORRELAZIONI PER L'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE

**ALLEGATI**

|             |  |
|-------------|--|
| ALLEGATO 1  | CARTA GEOLOGICA  |
| ALLEGATO 2  | STRALCIO CARTOGRAFICO PAI                                |
| ALLEGATO 3  | AEROFOTOGRAMMETRIA                                       |
| ALLEGATO 4  | PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE   |
| ALLEGATO 5  | CERTIFICATI E GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE (DPSH) |
| ALLEGATO 6a | STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI SETTEMBRE 1992     |
| ALLEGATO 6b | STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI APRILE 1989        |
| ALLEGATO 7  | SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO INTERPRETATIVO                  |
| ALLEGATO 8  | INDAGINE SISMICA MASW                                    |
| ALLEGATO 9  | STRALCI PROGETTUALI                                      |

## 1 - SCOPO E MODALITA' DELL'INDAGINE

Per conto delle ditte **AUCHAN S.p.a.** e **GALLERIE COMMERCIALI ITALIA S.p.a.** è stata redatta la presente Relazione Geologica al fine di fornire il supporto geologico al Piano Attuativo del Comparto ST5\_P28 per l'ampliamento del Centro Commerciale "Metauro" sito a Fano in via L. Einaudi n° 30.

L'ampliamento consiste nella realizzazione di un nuovo capannone, in parte in aderenza a quello esistente, con un ingombro a forma di quadrilatero irregolare con dimensioni massime in pianta di 75 X 135 metri circa e di varie e ampie superfici adibite a parcheggio.

Per la localizzazione dell'area si rimanda agli allegati n° 1, 2, 3 e 4 in calce alla presente Relazione.

Gli stralci di progetto, così come forniti dal Tecnico progettista, sono riportati nell'allegato 9 in calce alla presente Relazione.

*La presente Relazione geologica si avvale di una precedente indagine geologica eseguita dallo studio geologico **GEOCON** nell'Aprile 1989 per la edificazione del capannone "Il Mercatone di Fano", mai realizzato, la cui area oggi è di proprietà della Committenza e su gran parte della quale insiste l'ampliamento del Centro Commerciale. Essa tiene altresì conto dello studio geologico eseguito nel Dicembre 1992 dal **Geol. Sorcinelli Paolo** per la costruzione del Centro Commerciale stesso. Lo studio inoltre si è svolto mediante rilievi geologici di superficie, eseguendo sei prove penetrometriche con Penetrometro Dinamico Pesante tipo "Emilia" DPSH nelle aree prive di indagini geognostiche puntuali, con l'ausilio di una prova sismica MASW e di una prova di permeabilità dei terreni. Il tutto come dettagliatamente descritto in seguito.*

Con riferimento al progetto previsto lo scopo è stato quello di definire:

- le caratteristiche geologiche, geostrutturali e geomorfologiche dell'area;
- le caratteristiche idrogeologiche e idrologiche dell'area;
- lo schema litostratigrafico del sottosuolo e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni;
- le condizioni di pericolosità idrogeologica e sismica.

Vengono altresì eseguite alcune valutazioni di orientamento in merito alla categoria di sottosuolo ed al coeff. di amplificazione topografica previsti nel calcolo delle azioni sismiche di progetto di cui alle nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica (NTC/2008).

Per la localizzazione e l'inquadramento dell'intervento si rimanda alle planimetrie riportate in allegato e più specificatamente:

- Allegato 1 Carta geologica
- Allegato 2 Stralcio cartografico PAI
- Allegato 3 Aerofotogrammetria
- Allegato 4 Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche



## 2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA

La normativa specifica di settore è sostanzialmente riferibile ai seguenti atti:

- ♣ D.P.R. 380/2001 e succ. mod. – Testo Unico per l'Edilizia.
- ♣ Decreto Ministeriale del 14 Febbraio 2008 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n° 29 – Supplemento Ordinario n° 30.
- ♣ Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617 – Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- ♣ Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di rilievo Regionale delle Marche (PAI) approvato con delibera di Consiglio Regionale n° 116 del 21/01/2004.
- ♣ Consultazione del PRG di Fano.
- ♣ Relazione Geologica redatta dallo **Studio Geologico GEOCON** nell'Aprile 1989 per la edificazione del capannone "Il Mercatone di Fano". Manufatto mai realizzato, la cui area oggi è di proprietà della Committenza e su gran parte della quale insiste l'ampliamento del Centro Commerciale.
- ♣ Relazione Geologica e Geotecnica eseguita nel Dicembre 1992 dal **Geol. Sorcinelli Paolo** per la costruzione del Centro Commerciale esistente.

|   |   |  |              |
|---|---|--|--------------|
|  <b>GEOCON</b><br>STUDIO ASSOCIATO PER LA<br>GEOLOGIA E LA SICUREZZA | Commessa 1414/15<br>AUCHAN S.p.a.<br>GALLERIE COMMERCIALI ITALIA S.p.a. | <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b><br><u>D.M. 14/01/2008 – CIRC. LL.PP. 617/09</u> | Pag. 4 di 29 |
|---|---|--|--------------|

### 3 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'area in esame è ubicata nei pressi della superstrada Fano-Grosseto, a sud-ovest dello svincolo per la Zona produttiva di Bellocchi di Fano, in via Einaudi, a circa 1.200 metri dall'abitato di Bellocchi, a quote topografiche di circa 27-29 metri s.l.m..

La morfologia della zona d'intervento si presenta perfettamente pianeggiante, senza soluzione di continuità, essendo assenti depressioni e scarpate.

Date le condizioni geomorfologiche dell'area non sussistono pericoli per quanto concerne la stabilità dei terreni.

Ciò viene confermato anche dalla consultazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dalle indagini fatte a corredo degli strumenti urbanistici del PRG.

Dal punto di vista geologico i terreni oggetto di studio appartengono ai depositi alluvionali del III° ordine (f3) dei terrazzi del fiume Metauro.

La litologia di questi terreni è costituita, in linea di massima, da sabbie, ghiaie e limi argillosi e sabbiosi variamente intercalati fra loro.

Tali depositi alluvionali poggiano su un substrato geologico impermeabile di natura argilloso-marnosa con intercalazioni sabbiose, di origine marina e depositato durante il Pliocene (Carta Geologica d'Italia F° 110); gli spessori, in loco, sono intorno ai 25-30 metri (dati bibliografici).

All'interno di queste alluvioni sono talora presenti falde idriche sospese poste a vari livelli; la più potente è quella che si rinviene al contatto con il substrato. In corso d'indagine è stato misurato il livello freatico in un pozzo idrico ubicato nelle vicinanze che risulta essere alla profondità di 23 metri. Talora è presente, alla profondità di circa 15 metri, una falda idrica più superficiale, di modesta potenza, che in periodi siccitosi si riduce notevolmente fino a scomparire.

Le acque di precipitazione meteorica, essendo l'area d'interesse urbanizzata, vengono drenate da cunette e fossi di scolo laterali alle strade e convogliate nella rete fognaria o nel Vallato Albani.

Per quanto attiene al rischio di esondabilità, in considerazione della distanza minima (oltre m 600) e dell'altimetria (> m 3.00) rispetto al corso d'acqua più vicino (Vallato Albani), si può affermare che non sussiste pericolo alcuno; ciò è confermato anche dalla consultazione degli studi condotti per la redazione del PRG e dalla consultazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

Dal punto di vista tettonico, facendo riferimento al F° 110 della Carta Geologica d'Italia, si rileva che non esistono faglie del substrato in corrispondenza del sito in oggetto.



## 4 - INDAGINI GEOLOGICHE DI CAMPO (SONDAGGI GEOGNOSTICI, PROVE PENETROMETRICHE DPSH E PROVA SISMICA MASW)

Per le finalità dello studio ci si è avvalsi dei dati di una precedente indagine geologica eseguita dallo studio geologico **GEOCON** nell'Aprile 1989 per la edificazione del capannone "Il Mercatone di Fano", mai realizzato, la cui area oggi è di proprietà della Committenza e su gran parte della quale insiste l'ampliamento del Centro Commerciale e di quelli dello studio geologico eseguito nel Dicembre 1992 dal **Geol. Sorcinelli Paolo** per la costruzione del Centro Commerciale stesso. Si è fatto inoltre ricorso alle seguenti indagini specificatamente eseguite per l'intervento in progetto:

- n° 6 prove penetrometriche dinamiche DPSH
- n° 1 prova sismica attiva MASW
- n° 1 prova di permeabilità dei terreni

### Sondaggi geognostici

I sondaggi geognostici, identificati con le sigle Sn(1989) e Sn(1992) sulla carta planimetrica (all. 4), furono eseguiti rispettivamente, come precedentemente detto, dallo studio geologico **GEOCON** nell'Aprile 1989 per la edificazione del capannone "Il Mercatone di Fano", mai realizzato, la cui area oggi è di proprietà della Committenza e su gran parte della quale insiste l'ampliamento del Centro Commerciale e dal **Geol. Sorcinelli Paolo** nel Dicembre 1992 per la costruzione del Centro Commerciale stesso. Detti sondaggi geognostici furono eseguiti a rotazione, con sonda provvista di carotiere di diametro 220 mm fino ad interessare profondità variabili da 6 a 10 metri. Rimandando ai profili stratigrafici riprodotti in allegato 6 la stratigrafia del sottosuolo in corrispondenza delle verticali di prova è così schematicamente rappresentata:

- **da p.c. a - 0.50/1.00 m p.c.:** terreno vegetale;
- **da - 0.50/1.00 a - 3.00/3.60 m p.c.:** limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose;
- **da - 3.00/3.60 a termine perforazioni:** ghiaie eterometriche in matrice per lo più limoso-sabbiosa con rare lenti di sabbie limose e limi sabbiosi;
- **in alcuni sondaggi le ghiaie eterometriche si rinvengono subito sotto il terreno vegetale.**

**Durante le perforazioni non venne riscontrata presenza di acqua.**

### Prove penetrometriche dinamiche DPSH

Le sei prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH sono state eseguite ad opera della ditta GEOLAND nell'area di intervento a partire dal p.c. attuale in data 27/08/2015 utilizzando un Penetrometro Dinamico Pesante tipo "Emilia" DPSH. Le prove sono ubicate

con la sigla DPSH1/DPSH2/DPSH3/DPSH4/DPSH5/DPSH6 sulla carta planimetrica (all. 4); i grafici con i valori di resistenza specifica sono esposti nell'allegato n° 5. Le caratteristiche del penetrometro utilizzato per la prova penetrometrica dinamica, così come fornite dalla ditta esecutrice, sono di seguito esposte:

### Penetrometro Dinamico Pesante tipo "Emilia" DPSH

|               |       |                 |
|---------------|-------|-----------------|
| Peso Maglio   | 63.50 | Kg              |
| Caduta maglio | 75.00 | cm              |
| Sezione punta | 20.00 | cm <sup>2</sup> |
| Peso aste     | 6.20  | Kg/ml           |
| Avanzamento   | 0.20  | m               |

Per tale penetrometro il coeff. di correlazione che consente di determinare il valore NSPT dal valore N(20) della prova continua DPSH è pari a circa 1.5 (NSPT = 1.5xN20).

Per la classificazione orientativa dello stato di consistenza e addensamento dei terreni si fa riferimento alle raccomandazioni AGI 1977 riportate nella seguente tabella 1.

**Tab. 1 - Classificazione orientativa dei terreni (Racc. AGI 1977)**

|         |         |  |
|---------|---------|--|
| SABBIE  | NSPT    | STATO DI ADDENSAMENTO – RACC. AGI 1977 |
|         | 0 – 4   | sciolto                                |
|         | 4 – 10  | poco addensato                         |
|         | 10 – 30 | moderatamente addensato                |
|         | 30 – 50 | addensato                              |
|         | > 50    | molto addensato                        |
| ARGILLE | NSPT    | STATO DI CONSISTENZA – RACC. AGI 1977  |
|         | < 2     | privo di consistenza                   |
|         | 2 - 4   | poco consistente (molle)               |
|         | 4 – 8   | moderatamente consistente              |
|         | 8 – 15  | consistente                            |
|         | 15- 30  | molto consistente                      |
|         | > 30    | estremamente consistente (duro)        |



**Fig. 1 - Prova DPSH 1**



**Fig. 2 - Prova DPSH 2**





**Fig. 3 - Prova DPSH 3**



**Fig. 4 - Prova DPSH 4**





**Fig. 5 - Prova DPSH 5**



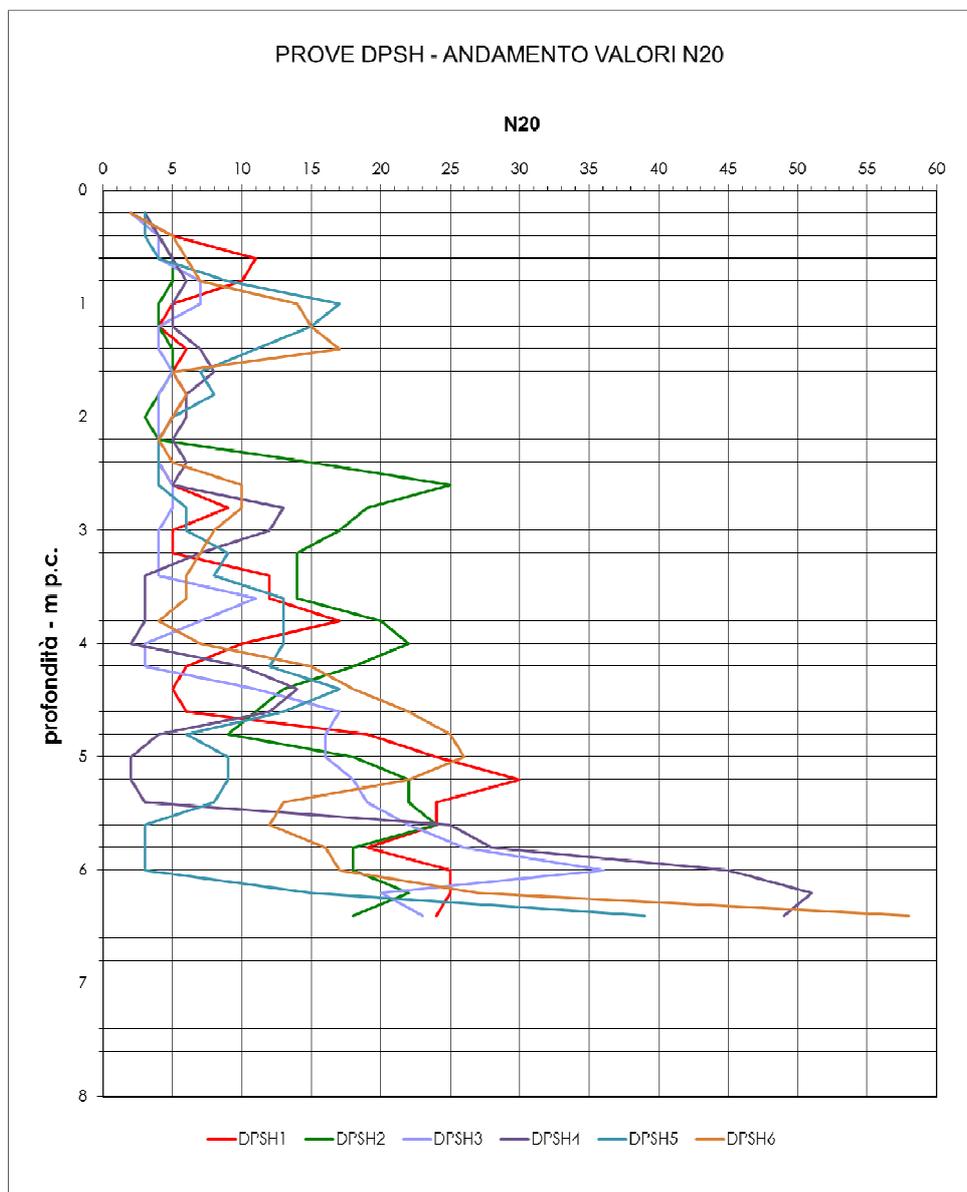
**Fig. 6 - Prova DPSH 6**





Si riporta di seguito il grafico comparato delle prove DPSH con i valori della resistenza N20.

**Fig. 7 - Prove DPSH**



I valori della resistenza dinamica N20 all'avanzamento della punta determinati, correlati alle usuali correlazioni disponibili in letteratura ed in particolare al valore Nspt, evidenziano favorevoli riscontri con le stratigrafie di sondaggio delle aree contermini.

Si riscontrano infatti terreni limosi e sabbiosi, con ghiaia sparsa nella porzione più superficiale fino a profondità variabili da - 2.40 a - 6.00 m p.c.. Tali terre risultano poco addensate (Nspt = 4-10). Al di sotto, e fino alle profondità raggiunte, si rinvencono i terreni resistenti ghiaiosi e/o ghiaioso-sabbiosi da mediamente addensati ad addensati (Nspt = 10-40). Lenti di ghiaia si intercalano localmente anche nello strato limoso e sabbioso superficiale.



## Prova sismica attiva MASW

Per le finalità previste dalla nuova normativa sismica e fornire indicazioni relative alla risposta sismica locale oltre alla classificazione del sottosuolo è stata eseguita una prova sismica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) con stendimento ubicato come da planimetria allegata; la metodologia di prova consente di ricavare la velocità delle onde di taglio  $V_s$  mediante la misura della velocità di propagazione delle onde superficiali di *Rayleigh* in corrispondenza di geofoni posti sulla superficie del terreno lungo uno stendimento. Il metodo utilizzato è quello *attivo* ovvero con misura delle onde generate in un punto della superficie del suolo. È stato utilizzato uno stendimento lineare di 60 m utilizzando 16 geofoni a 4.5 Hz equidistanti 4.00 metri.

La prova è stata eseguita il 27 Agosto 2015. Nelle figure che seguono si riporta l'ubicazione e il profilo di velocità delle  $V_s$  fino a 30 m di profondità. L'elaborato completo è riprodotto nell'allegato 8.

**Fig. 8 - Ubicazione prova sismica attiva MASW**



**Fig. 9 - Tabella delle velocità  $V_s$  - MASW**

| MODELLO SISMICO DI SINTESI - MASW 1 (mean model) |                   |                 |                  |
|--|-------------------|-----------------|------------------|
| n. iesimo sismostrato                            | Profondità<br>[m] | Spessore<br>[m] | $V_s$<br>[m/sec] |
| 1  | 0,40              | 0,40            | 197,00           |
| 2  | 0,70              | 0,30            | 257,00           |
| 3  | 1,60              | 0,90            | 219,00           |
| 4  | 4,00              | 2,40            | 403,00           |
| 5  | 6,80              | 2,80            | 430,00           |
| 6  | 12,70             | 5,90            | 598,00           |
| 7  | 19,50             | 6,80            | 385,00           |
| 8  | 22,10             | 2,60            | 466,00           |
| 9  | sotto 22,10       | inf.            | 770,00           |



**Fig. 10 - Tabella delle velocità  $V_{s,30}$  - MASW**

| $V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}$ |                                      |
|--|--------------------------------------|
| calcolo $V_{s,30}$ (m/s)   | profondità piano fondale da p.c. (m) |
| <b>475,12</b>  | 0,00                                 |
| <b>488,82</b>  | 0,50                                 |
| <b>501,06</b>  | 1,00                                 |
| <b>515,12</b>  | 1,50                                 |
| <b>522,29</b>  | 2,00                                 |
| <b>527,72</b>  | 2,50                                 |
| <b>533,27</b>  | 3,00                                 |
| <b>538,93</b>  | 3,50                                 |
| <b>544,72</b>  | 4,00                                 |

L'andamento delle onde sismiche di taglio  $V_{s,30}$  in profondità, associato alle diverse litologie riscontrate nel lotto, consente le seguenti considerazioni:

- i terreni riscontrabili nel sottosuolo sono caratterizzati da una velocità delle onde sismiche di taglio dell'ordine di  $V_s = 200-770$  m/sec; si tratta quindi di un sito che determina amplificazione stratigrafica,
- il profilo delle  $V_{s,30}$  evidenzia terreni con caratteristiche di rigidità progressivamente migliori con la profondità,
- Il valore  $V_{s,30}$  della velocità equivalente delle onde di taglio fino a 30 m di profondità è risultato pari a **501-544 m/sec**; il valore è tale da associare il terreno alla **categoria di suolo "B"** per le applicazioni previste dalle NTC/2008 (di cui si dirà in seguito).



## 5 - MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Per le finalità dello studio, sulla base dei risultati delle indagini svolte (sondaggi geognostici e prove DPSH) usufruendo delle correlazioni di cui alla appendice 1 in calce alla Relazione, il sottosuolo dell'area di edificazione può essere schematizzato in 3 distinte unità litologiche come riportato nella seguente tabella.

| Unità Litologica | Descrizione   |
|------------------|---|
| 1                | TERRENO VEGETALE  |
| 2                | LIMI E SABBIE POCO ADDENSATE, CON GHIAIA SPARSA e LOCALI LENTI GHIAIOSE |
| 3                | GHIAIE, GHIAIE E SABBIE DA MODERATAMENTE ADDENSATE AD ADDENSATE         |
|                  |   |

Lo schema suddetto è riprodotto nella sezione litostratigrafica A-A' in allegato 4; lo schema è stato ricostruito sulla base dei dati di indagine puntuali e pertanto deve essere verificato in fase esecutiva dei lavori come anche richiamato nelle Considerazioni finali.

Alle unità litologiche vengono associati parametri fisico-meccanici puramente indicativi dedotti alla luce dei risultati della prova; i parametri sono stimati dalle correlazioni di cui alla appendice 1 in calce alla relazione in base ai valori NSPT correlati ai valori N20 delle prove DPSH.

### **UNITA' 1 TERRENO VEGETALE** **Da p.c a - 0.40 m p.c.**

Costituisce lo strato vegetale superficiale senza rilevanza.

### **UNITA' 2 LIMI E SABBIE POCO ADDENSATE, CON GHIAIA SPARSA E LOCALI LENTI GHIAIOSE** **da - 0.40 m p.c. a - 4.60 (DPSH1)** **da - 0.40 m p.c. a - 2.40 (DPSH2)** **da - 0.40 m p.c. a - 4.40 (DPSH3)** **da - 0.40 m p.c. a - 5.40 (DPSH4)** **da - 0.40 m p.c. a - 6.00 (DPSH5)** **da - 0.40 m p.c. a - 4.20 (DPSH6)**



Lo strato limoso e sabbioso (localmente inglobante ghiaia sparsa) del deposito alluvionale è mediamente caratterizzato da valori  $N_{spt}$  correlati al valore  $N_{20}$  della prova DPSH dell'ordine di  $N_{spt} = 4-10$  colpi associabile a terre incoerenti poco addensate. Lo strato è altresì caratterizzato da sporadiche lenti di materiale ghiaioso più addensato di spessore generalmente variabile da 0.40 a 1.40 m e più frequentemente da 0.40 a 1 m. Rispetto alle caratteristiche fisico-meccaniche usufruendo delle correlazioni di cui alla appendice 1 si possono preliminarmente stimare le seguenti proprietà fisico-meccaniche dedotte assumendo  $N_{spt} = 4-10$ :

- Peso di volume naturale  $\gamma_n$  1.90-2.00  $t/m^3$
- Angolo di resistenza al taglio efficace  $\phi'$  23-27 gradi (RBS)
- Modulo Deformazione  $E$  52-73  $Kg/cm^2$  (Menzebach-Malcev) (1)

(1)  $E = CN_{spt} + 38$  ( $Kg/cm^2$ ) assumendo  $C = 3.54$  (sabbie fini)

### **UNITA' 3 GHIAIE, GHIAIE E SABBIE DA MODERATAMENTE ADDENSATE AD ADDENSATE**

**da - 4.60 m p.c. a - 6.40 (DPSH1)**

**da - 2.40 m p.c. a - 6.40 (DPSH2)**

**da - 4.40 m p.c. a - 6.40 (DPSH3)**

**da - 5.40 m p.c. a - 6.40 (DPSH4)**

**da - 6.00 m p.c. a - 7.00 (DPSH5)**

**da - 4.20 m p.c. a - 6.40 (DPSH6)**

Lo strato ghiaioso che si rinviene alla quota di fine prova è caratterizzato da ghiaie eterometriche in matrice limoso-sabbiosa, con valori  $N_{spt}$  correlati ai valori  $N_{20}$  dell'ordine di  $N_{spt} = 10-40$  colpi e quindi associabili a depositi da moderatamente addensati ad addensati. Rispetto alle caratteristiche fisico-meccaniche usufruendo delle correlazioni di cui alla appendice 1 si possono preliminarmente stimare le seguenti proprietà fisico-meccaniche dedotte assumendo  $N_{spt} = 10-40$ :

- Peso di volume naturale  $\gamma_n$  2.00  $t/m^3$
- Angolo di resistenza al taglio efficace  $\phi'$  27-39 gradi (RBS)
- Modulo Deformazione  $E$  142.6-456.4  $kg/cm^2$  (Menzebach-Malcev) (1)

(1)  $E = CN_{spt} + 38$  ( $Kg/cm^2$ ) assumendo  $C = 10.38$  (sabbie e ghiaie)



## Prova di permeabilità dei terreni

La prova è stata effettuata il 24 Agosto 2015.

Sulla base del comportamento idrogeologico delle formazioni, i terreni sono stati classificati in 5 classi di permeabilità:

- Classe I = terre a permeabilità alta
- Classe II = terre a permeabilità media
- Classe III = terre a permeabilità bassa
- Classe IV = terre a permeabilità molto bassa
- Classe V = terre impermeabili

Il progetto si sviluppa interamente nel deposito ghiaioso della piana del F. Metauro, complesso ascrivibile alla classe I della suddetta classificazione.

Al fine di valutare la permeabilità specifica è stata effettuata una prova puntuale di permeabilità in sito.

L'ubicazione della verticale di prova è riportata nella planimetria allegata (All. 4).

In fase di perforazione non si è riscontrata né presenza della falda né circolazione idrica.

La prova è stata condotta a carico variabile previa saturazione dei fori di sondaggio registrando i tempi di abbassamento del livello dell'acqua immessa nel foro in funzione del tempo.

| Sondaggio P<br>(per prova<br>Permeabilità) | Profondità<br>sondaggio (cm) | Altezza<br>h1 (cm) | Altezza<br>h2 (cm) | Diametro<br>sezione<br>filtrante<br>(cm) | t2 -t1<br>(sec) |
|--|------------------------------|--------------------|--------------------|--|-----------------|
| 1  | - 490                        | - 450              | - 490              | 60                                       | 7               |
|  |                              |                    |                    |  |                 |
|  |                              |                    |                    |  |                 |

Per il calcolo della permeabilità è stata utilizzata la nota formula (racc. AGI 1977):

$$k = \frac{A}{Ck(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$



Dove:

- $k$  (m/s): coefficiente di permeabilità;  
 $A$  (mq): area di base del foro del sondaggio;  
 $h_1$  e  $h_2$  (m): altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda o al fondo foro agli istanti  $t_1$  e  $t_2$  ;  
 $t_1$  e  $t_2$  (s): tempi ai quali si misurano  $h_1$  e  $h_2$ ;  
 $Cl$  (m) : coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.

Per il coefficiente  $Cl$  sono suggeriti i seguenti valori:

- $l \gg d$                        $Cl = l$  (m)  
 $l \leq d$                        $Cl = 2 \pi d + l$  (m)  
con  $l$  = lunghezza del tratto filtrante.

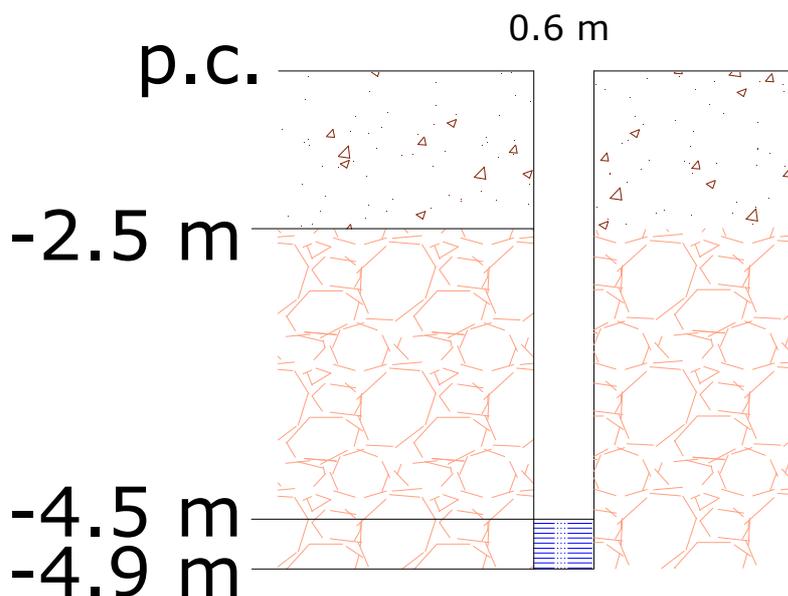
Nel caso in esame si rientra in  $l \leq d$ .

**Il coefficiente di permeabilità stimato è di**

$$K = 5.8 \text{ cm/sec}$$

Tale valore è da ritenersi nella norma per la tipologia del materiale interessato dall'intervento infatti si tratta di ghiaia povera di matrice argillosa.

**Fig. 11 - Schema del sondaggio utilizzato per la prova di permeabilità**





## 6 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA

### a - Pericolosità Idrogeologica

A riguardo della pericolosità idrogeologica connessa ai rischi da frana e da esondazione si fa rilevare che l'area di studio è caratterizzata da condizioni geomorfologiche tali da non risultarne esposta; essa infatti è pianeggiante e al di fuori di ambiti di esondazione.

L'area di sedime dell'edificio da realizzare non è quindi attualmente interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico.

Ciò è confermato anche dalla cartografia del Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Marche (PAI) riportata in allegato 2 e dagli studi condotti a corredo del PRG.

### b - Pericolosità sismica e azioni sismiche

L'area è caratterizzata da condizioni morfostratigrafiche locali per effetto delle quali è ragionevole attendersi fenomeni di amplificazione delle onde sismiche ( $F_a > 1.0$ ); il sito ricade infatti all'interno di una zona di fondovalle alluvionale con presenza di terreni incoerenti; presenta quindi un certo grado di esposizione ai fenomeni di amplificazione dinamica delle onde sismiche.

#### Azioni Sismiche di cui al D.M. 14/01/2008

Per le applicazioni previste dalla nuova normativa sismica riferibile al D.M. 14/01/2008 risulta quanto segue:

#### Zona Sismica

il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone (fig. 12) ciascuna delle quali contrassegnata da un diverso valore di accelerazione sismica massima orizzontale ( $a_g$ ) riferita a suolo rigido con valori di velocità delle onde di taglio  $V_{S30} \geq 800$  m/sec.

**Fig. 12**

| Zona Sismica | $a_g$ |
|--------------|-------|
| 1            | 0.35  |
| 2            | 0.25  |
| 3            | 0.15  |
| 4            | 0.05  |

l'area di studio ricade in Zona Sismica 2 con valori convenzionali  $a_g = 0.25$



### Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la norma definisce sette categorie di sottosuolo (fig. 13) in base ai valori di velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio entro una profondità di 30 m.

**Fig. 13**

| Categoria | Descrizione  |
|-----------|--|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/sec eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione di spessore massimo di 3.0 m   |
| B         | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori $> 30$ m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30}$ compresi fra 360-800 m/sec ovvero:<br>Nspt30 $>50$ per terreni a grana grossa<br>Cu30 $>250$ KPa nei terreni a grana fine                        |
| C         | Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori $> 30$ m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30}$ compresi fra 180-360 m/sec ovvero:<br>Nspt30 compreso fra 15-50 per terreni a grana grossa<br>Cu30 compreso fra 70-250 KPa nei terreni a grana fine |
| D         | Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori $> 30$ m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ovvero:<br>Nspt30 $<15$ per terreni a grana grossa<br>Cu30 $<70$ KPa nei terreni a grana fine   |
| E         | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con valori di $V_{s30} > 800$ m/sec ovvero:<br>Nspt30 $<15$ per terreni a grana grossa<br>Cu30 $<70$ KPa nei terreni a grana fine  |
| S1        | Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/sec, che includono uno strato di almeno 8 m di terreno a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche ovvero:<br>Cu30 compreso fra 10-20 KPa nei terreni a grana fine  |
| S2        | Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti  |

Le categorie S1 e S2 sono categorie aggiuntive rispetto a quelle principali A/B/C/D/E; per tali categorie è necessario predisporre specifiche analisi per la determinazione delle azioni sismiche.



Il calcolo della velocità equivalente  $V_{s30}$  deriva dalla applicazione della seguente relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  spessore dello strato i-esimo  
 $V_i$  velocità dell'onda di taglio i-esima  
 $N$  numero di strati

Dalla applicazione del metodo previsto dalla Norma NTC/2008 risulta che il valore  $V_{s30}$  è fortemente influenzato dagli strati meno rigidi presenti nei 30 m di sottosuolo.

Nel caso specifico, il valore equivalente della velocità delle onde di taglio  $V_{s30}$  ricavato dalle prove simiche MASW sull'area di fondovalle è risultato pari a :

$$V_{s30} = 501-544 \text{ m/sec}$$

Per fondazioni poste a profondità variabile da 1.0 a 4.0 m p.c.

Si può pertanto preliminarmente stimare che l'area rientri nella seguente categoria di sottosuolo:

| Categoria di sottosuolo | $V_{s30}$ (NTC/2008) |
|-------------------------|----------------------|
| <b>B</b>                | <b>360-800 m/sec</b> |

### Coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  assume i valori di seguito riportati in funzione della morfologia e dell'ubicazione dell'intervento (fig. 14):

**Fig. 14**

| Categoria topografica | Caratteristiche topografiche   | Ubicazione opera                           | $S_T$ |
|-----------------------|--|--|-------|
| T1                    | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ | -  | 1.0   |
| T2                    | Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$   | In corrispondenza della sommità del pendio | 1.2   |

|    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^{\circ} \leq i \leq 30^{\circ}$ | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1.2 |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^{\circ}$                    | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1.4 |

Trattandosi di un intervento che ricade in area pianeggiante il coefficiente di amplificazione topografica sarà  **$S_T = 1.00$** .

### c - Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione sismica durante i terremoti interessa in genere i terreni finemente sabbiosi e/o sabbioso limosi, sostanzialmente sciolti, a granulometria uniforme e saturi; in tali terreni le sollecitazioni indotte dal sisma possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione di confinamento, annullare la resistenza al taglio efficace e determinare, di conseguenza, una condizione di stato fluido.

La probabilità che un terreno raggiunga tale condizione dipende pertanto da diversi fattori fra i quali: il grado di addensamento, la granulometria, la profondità della falda, la magnitudo dell'evento sismico.

Dalle osservazioni in zone colpite da liquefazione si deduce che generalmente il fenomeno interessa aree caratterizzate da terremoti con magnitudo superiore o uguale a 5.0, con falda prossima al p.c. e spessori di terreni finemente sabbiosi e/o sabbioso limosi, fino a circa 15 metri di profondità.

Nel caso specifico si ritiene che i terreni alluvionali, costituenti i primi 25-30 metri del sottosuolo, non risultino fra quelli suscettibili al fenomeno della liquefazione in quanto caratterizzati da ghiaie e sabbie, da sciolte a mediamente addensate, con intercalazioni di lenti di materiali fini (argilloso-limoso-sabbiosi) e da una falda, quella più superficiale ma meno potente, con pelo libero intorno ai 15 metri di profondità.



## 7 - CONSIDERAZIONI FINALI

I risultati dello studio hanno evidenziato che il sito non presenta problematiche tali da condizionare negativamente la fattibilità geologica dell'intervento: si tratta infatti di un'opera che comporta moderati incrementi di carico e che sarà realizzata all'interno di un'area che non risulta interessata da condizioni di pericolosità idrogeologica.

Anche in un intorno significativo non sono stati rilevati fenomeni di dissesto in atto o potenziale che possano coinvolgere direttamente o indirettamente la zona oggetto di indagine, come risulta anche dalla consultazione della documentazione di cui agli studi condotti per il Piano Regolatore e degli elaborati del PAI.

L'ampliamento consiste nella realizzazione di un nuovo capannone, in parte in aderenza a quello esistente, con un ingombro a forma di un quadrilatero irregolare con dimensioni massime in pianta di 75 X 135 metri circa e di varie e ampie superfici adibite a parcheggio.

**Riguardo alla tipologia di fondazione, preso atto del modello geologico del sottosuolo e della tipologia d'intervento, si ritiene che le fondazioni, che comunque debbono essere spinte sempre ad una profondità di almeno m 1.50 dal p.c. attuale, saranno immerse quasi sempre nei limi e sabbie poco addensate con ghiaie sparse (Unità litologica 2) e più raramente nelle ghiaie da moderatamente addensate ad addensate (Unità litologica 3).**

Per i calcoli della capacità portante dei terreni, per i cedimenti e per le azioni sismiche si dovrà fare riferimento ai parametri da noi stimati e riportati nei capitoli 5 e 6.

A riguardo della stabilità connessa ai fronti di scavo nei confronti di opere e/o manufatti adiacenti, si formulano le seguenti considerazioni:

- per le opere e/o manufatti ricadenti all'interno del cuneo di spinta del terreno a tergo delle pareti di sbanco e comunque ubicati entro 5.00 metri dal perimetro di sbanco si raccomanda di valutare l'eventuale necessità di prevedere opere provvisorie preventive allo sbanco stesso al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza.

In ordine alle modalità esecutive dello sbanco in assenza di manufatti in adiacenza o limitrofi, si raccomanda di adottare le normali precauzioni connesse alla esecuzione di sbancamenti avendo cura:

- di evitare sovraccarichi a ridosso del perimetro di sbanco;
- di evitare fronti di sbanco verticali;
- di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque meteoriche al fine di evitare il deflusso idrico dall'esterno in direzione dello sbanco; contestualmente si suggerisce di proteggere con teli impermeabili le pareti di sbanco.

|   |   |   |               |
|---|---|---|---------------|
|  <b>GEOCON</b><br>STUDIO ASSOCIATO PER LA<br>GEOLOGIA E LA SICUREZZA | Commessa 1414/15<br>AUCHAN S.p.a.<br>GALLERIE COMMERCIALI ITALIA S.p.a. | <b><u>RELAZIONE GEOLOGICA</u></b><br><u>D.M. 14/01/2008 – CIRC. LL.PP. 617/09</u> | Pag. 22 di 29 |
|---|---|---|---------------|

Si richiama l'attenzione sulla necessità inderogabile di mantenere in efficienza la rete di drenaggio delle acque meteoriche; in particolare le acque meteoriche (sia quelle cadenti sull'area che quelle provenienti dall'esterno) andranno correttamente raccolte e regimate convogliandole correttamente nella rete di scolo/drenaggio esistente.

In fase esecutiva si resta a disposizione per fornire assistenza per quanto di competenza in ordine agli interventi previsti al fine di:

- verificare, anche attraverso osservazioni e misure in corso d'opera, la validità delle ipotesi assunte;
- adeguare, eventualmente, le opere alle situazioni effettivamente riscontrate;
- valutare soluzioni d'intervento opportune per garantire adeguate condizioni di sicurezza e stabilità.

Fano, Settembre 2015



# APPENDICE 1

## CORRELAZIONI PER L'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE IN SITO

### DEFINIZIONI

|           |  |
|-----------|--|
| $N_{SPT}$ | numero colpi / 30 cm della prova penetrometrica SPT                              |
| Qc        | resistenza statica alla punta della prova penetrometrica statica CPT             |
| Fs        | resistenza specifica laterale della prova penetrometrica statica CPT             |
| Qt        | resistenza statica alla punta corretta per effetto della pressione interstiziale |
| Pvo       | pressione litostatica totale   |
| P'vo      | pressione litostatica efficace   |
| P'c       | pressione di consolidazione  |

### INTERPRETAZIONE LITOLOGICA

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| Racc. AGI 1977 | Qc/Fs $\leq$ 15<br>Qc/Fs = 15/30<br>Qc/Fs = 30/60<br>Qc/Fs > 60   | Torba e Argilla Organica<br>Limi e Argille<br>Limi Sabbiosi / Sabbie Limose<br>Sabbie e Sabbie con Ghiaia  |
| Searle 1979    | Qc/Fs $\leq$ 6.0<br>Qc/Fs = 6.0/8.5<br>Qc/Fs = 8.5/12.0<br>Qc/Fs = 12.0/16.0<br>Qc/Fs = 16.0/23.0<br>Qc/Fs = 23.0/32.0<br>Qc/Fs = 32.0/45.0<br>Qc/Fs = 45.0/60.0<br>Qc/Fs = 60.0/85.0<br>Qc/Fs = 85.0/120.0<br>Qc/Fs = 120/160<br>Qc/Fs = 160/450 | Torba<br>Argilla Torbosa<br>Argilla<br>Argilla Limosa<br>Limo Argilloso<br>Limo Argilloso Sabbioso<br>Sabbia Argilloso Limosa<br>Sabbia Limosa<br>Sabbia<br>Sabbia Ghiaiosa<br>Ghiaia Sabbiosa<br>Ghiaia |

### RAPPORTO $Q_c/N_{SPT}$

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| Robertson et Al. 1983 | Qc/Nspt = 1-2<br>Qc/Nspt = 2-3<br>Qc/Nspt = 3-4<br>Qc/Nspt = 4-5<br>Qc/Nspt = 5-8 | per Argille e Argille Limose<br>per Limi argillosi, Limi sabbiosi<br>per Sabbie limose<br>per Sabbie fini e medio fini<br>per Sabbie medie e grossolane |
|-----------------------|---|---|



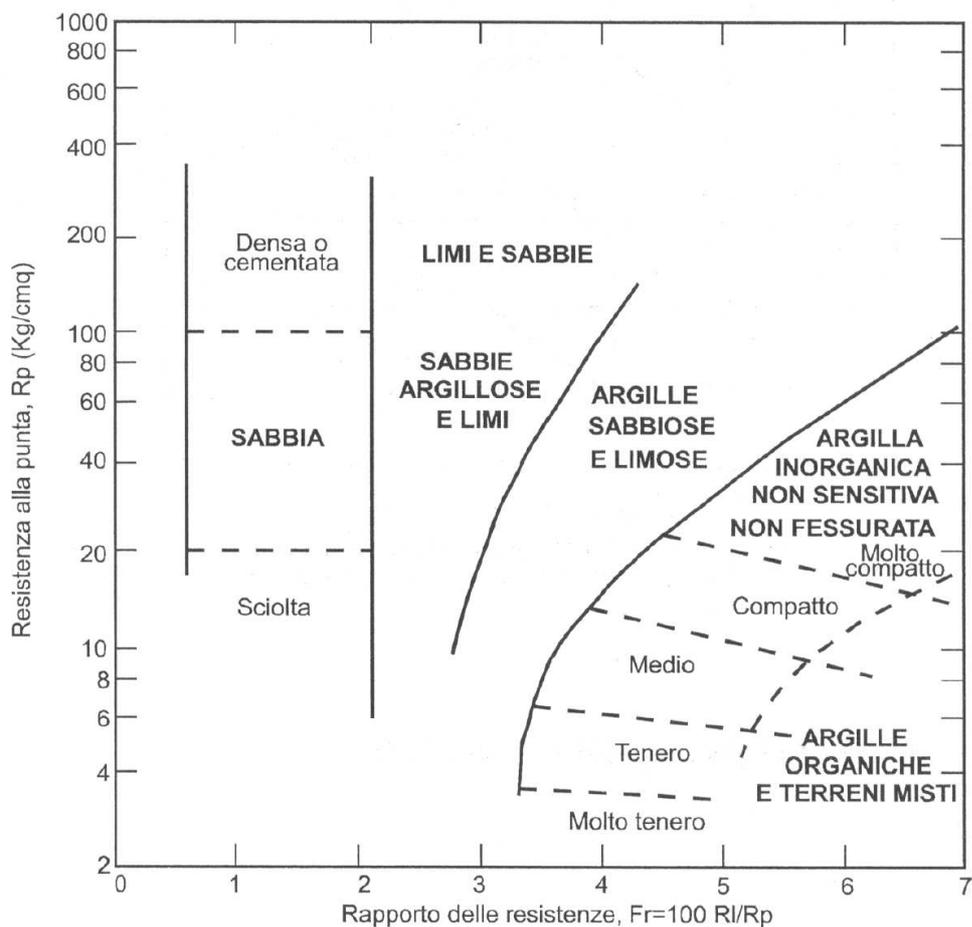
### CLASSIFICAZIONE ORIENTATIVA DEI TERRENI - RACC. AGI 1977

| SABBIE | NSPT    | STATO DI ADDENSAMENTO   |
|--------|---------|-------------------------|
|        | 0 - 4   | sciolto                 |
|        | 4 - 10  | poco addensato          |
|        | 10 - 30 | moderatamente addensato |
|        | 30 - 50 | addensato               |
|        | > 50    | molto addensato         |

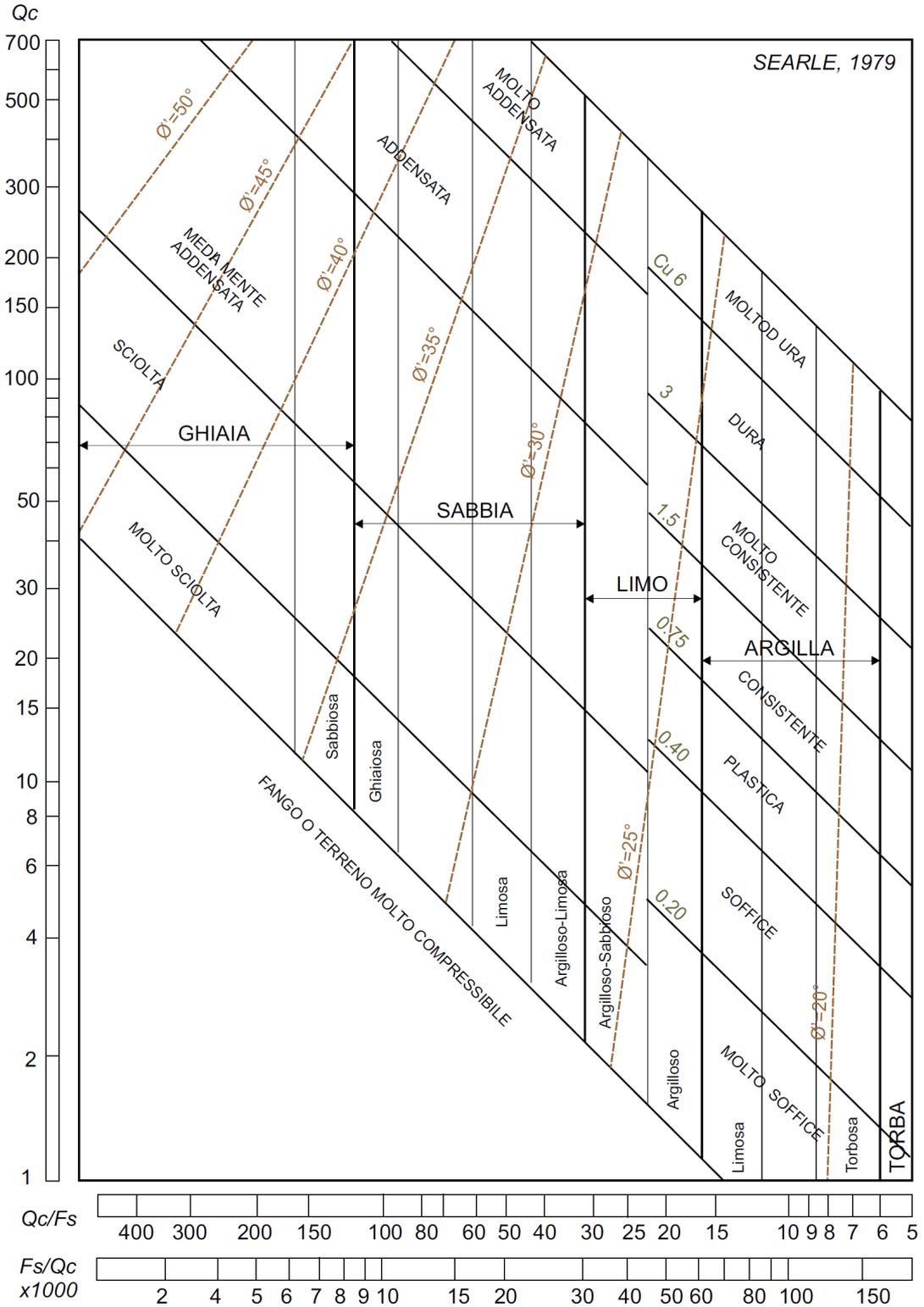
| ARGILLE | NSPT                            | STATO DI CONSISTENZA      |
|---------|---------------------------------|---------------------------|
|         | < 2                             | privo di consistenza      |
|         | 2 - 4                           | poco consistente (molle)  |
|         | 4 - 8                           | moderatamente consistente |
|         | 8 - 15                          | consistente               |
|         | 15 - 30                         | molto consistente         |
| > 30    | estremamente consistente (duro) |                           |

### GRAFICO DI SCHMERTMANN (1978) IDENTIFICAZIONE LITOLOGICA DA PROVE CPT





### CORRELAZIONE GRAFICA DI SEARLE (1979) - PROVE CPT





## COESIONE NON DRENATA $C_u$ - TERRE COESIVE

|                        |  |  |
|------------------------|--|--|
| Racc. AGI 1977         | $C_u = Q_c/A$<br>$A = 15-25$   |  |
| Mayne - Kemper 1988    | $C_u = Q_c - P_{vo} / A$<br>$A = 20$<br>$A = 15$                     | per punta meccanica<br>per punta elettrica   |
| Levadoux & Baligh 1980 | $C_u = Q_c - P_{vo} / A$<br>$A = 14$<br>$A = 17+/- 5$<br>$A = 10-30$ | per argille tenere<br>per argille sovraconsolidate<br>per argille fessurate                |
| Stroud 1974            | $C_u = F N_{SPT}$<br>$F = 3.5-6.5 \text{ KPa}$                       | (valore medio 4.4)   |
| Terzaghi-Peck          | $C_u = 0.067 N_{SPT}$  | (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>per argille di media plasticità                                   |
| Shioi-Fukui 1982       | $C_u = F N_{SPT}$<br>$F = 0.025$<br>$F = 0.05$                       | (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>per argille di media plasticità<br>per argille di alta plasticità |

## MODULO EDOMETRICO (E) - TERRE COESIVE

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| Mitchell-Gardner 1975 | $E = B \times Q_c$<br>$B = 1-2.5$<br>$B = 2-5$<br>$B = 3-8$<br>$B = 2-6$<br>$B = 1-3$<br>$B = 3-6$ | per Argille CL con $Q_c > 2 \text{ MPa}$<br>per Argille CL con $Q_c = 0.7-2 \text{ MPa}$<br>per Argille CL con $Q_c < 0.7 \text{ MPa}$<br>per Argille e limi CH con $Q_c < 2 \text{ MPa}$<br>per Limi ML con $Q_c < 2 \text{ MPa}$<br>per Limi ML con $Q_c > 2 \text{ MPa}$ |
| Mayne et Al. 1980     | $E = 8.25 \times (Q_c - P_{vo})$   |   |
| Stroud - Butler 1975  | $E = F N_{SPT}$<br>$F = 5$<br>$F = 6$  | (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>per argille di media plasticità<br>per argille di bassa plasticità   |

## GRADO DI SOVRACONSOLIDAZIONE O.C.R. - TERRE COESIVE

|                      |   |                           |
|----------------------|---|---------------------------|
| Mayne & Kemper 1988  | $OCR = 0.37 \times [(Q_c - P_{vo})/P'_{vo}]^{1.01}$ |                           |
| Kulhavy & Mayne 1990 | $OCR = K \times [(Q_t - P_{vo})/P'_{vo}]$           | con $K = 0.2 \approx 0.3$ |



## ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO EFFICACE ( $\Phi'$ )

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| Peck-Hanson-Thorburn, 74  | $\Phi' < 25^\circ$<br>$\Phi' = 25-30^\circ$<br>$\Phi' = 30-36^\circ$<br>$\Phi' = 36-41^\circ$<br>$\Phi' > 41^\circ$ | per Nspt < 4 (sabbia molto sciolta)<br>per Nspt 4-10 (sabbia sciolta)<br>per Nspt 10-30 (sabbia media)<br>per Nspt 30-50 (sabbia densa)<br>per Nspt > 50 (sabbia molto densa) |
| Schmertmann 1977          | $\Phi' = 28+0.14 Dr$<br>$\Phi' = 34+0.10 Dr$<br>$\Phi' = 38+0.08 Dr$  | per sabbie fini uniformi<br>per sabbie medie e grossolane<br>per sabbie e ghiaie, ghiaietto   |
| Road Bridge Specification | $\Phi' = (15xN_{SPT})^{0.5} + 15$   |   |
| Peck 1953                 | $\Phi' = 0.3 \times N_{SPT} + 20$   | per sabbie N.C.   |
| Sowers 1961               | $\Phi' = 28 + 0.28 N_{SPT}$   | Per sabbie<br>prof. ott. < 4.0 m (sopra falda)<br>prof. ott. < 7.0 m (sotto falda)  |
| Owasaki & Iwasaki         | $\Phi' = (20xN_{SPT})^{0.5} + 15$   | Per sabbie medie, grossolane<br>Ghiciose  |
| De Beer (1965/1967)       | $\Phi' = 5.9 + 4.76 \times \ln (Qc/P'vo)$   | per sabbie N.C.   |
| Koppejan                  | $\Phi' = 5.8 + 5.21 \times \ln (Qc/P'vo)$   | per sabbie N.C.   |
| Caquot                    | $\Phi' = 9.8 + 4.96 \times \ln (Qc/P'vo)$   | per sabbie N.C.   |
| Searle 1979               | Correlazione grafica  |   |

## MODULO DI DEFORMAZIONE (E) - TERRE INCOERENTI

|                       |                      |   |
|-----------------------|----------------------|---|
| Trofimenkov 1974      | $E = BxQc$           | $B = 3.5$ (per sabbie)  |
| Mitchell-Gardner 1975 | $E = BxQc$           | $B = 1.5-3.0$ (per sabbie)  |
| Farrent 1963          | $E = 7.1 N_{SPT}$    | per sabbie (Kg/cm <sup>2</sup> )  |
| Menzebach & Malcev    | $E = CxN_{SPT} + 38$ | $C = 3.54$ (sabbie fini)<br>$C = 4.46$ (sabbie medie)<br>$C = 10.46$ (sabbie e ghiaie)<br>$C = 11.84$ (sabbia ghiaiosa) |



## DENSITA' RELATIVA (Dr)

Terzaghi-Peck 1948

Gibbs-Holtz 1957

Dr = 0-15% Sabbia molto sciolta

(N<sub>SPT</sub> 0-4)

Dr = 15-35% Sabbia sciolta

(N<sub>SPT</sub> 4-10)

Dr = 35-65% Sabbia media

(N<sub>SPT</sub> 10-30)

Dr = 65-85% Sabbia densa

(N<sub>SPT</sub> 30-50)

Dr = 85-100% Sabbia molto densa

(N<sub>SPT</sub> > 50)

Harman

Dr =  $34.36 \times \ln \left( \frac{Q_c}{12.3 \times P'_{vo}{}^{0.7}} \right)$

per sabbie



## ALLEGATI

|             |  |
|-------------|--|
| ALLEGATO 1  | CARTA GEOLOGICA  |
| ALLEGATO 2  | STRALCIO CARTOGRAFICO PAI                                |
| ALLEGATO 3  | AEROFOTOGRAMMETRIA                                       |
| ALLEGATO 4  | PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE   |
| ALLEGATO 5  | CERTIFICATI E GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE (DPSH) |
| ALLEGATO 6a | STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI SETTEMBRE 1992     |
| ALLEGATO 6b | STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI APRILE 1989        |
| ALLEGATO 7  | SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO INTERPRETATIVO                  |
| ALLEGATO 8  | INDAGINE SISMICA MASW                                    |
| ALLEGATO 9  | STRALCI PROGETTUALI                                      |



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI  
Geol. Michele GLIASCHERA  
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzi n. 10/A 61032 Fano (PU)  
Tel. 0721 861494/862875  
e-mail geocon@fastwebnet.it

**PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO ST5\_P28  
PER L'AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE  
"Metauro" IN VIA EINAUDI N°30**

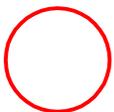
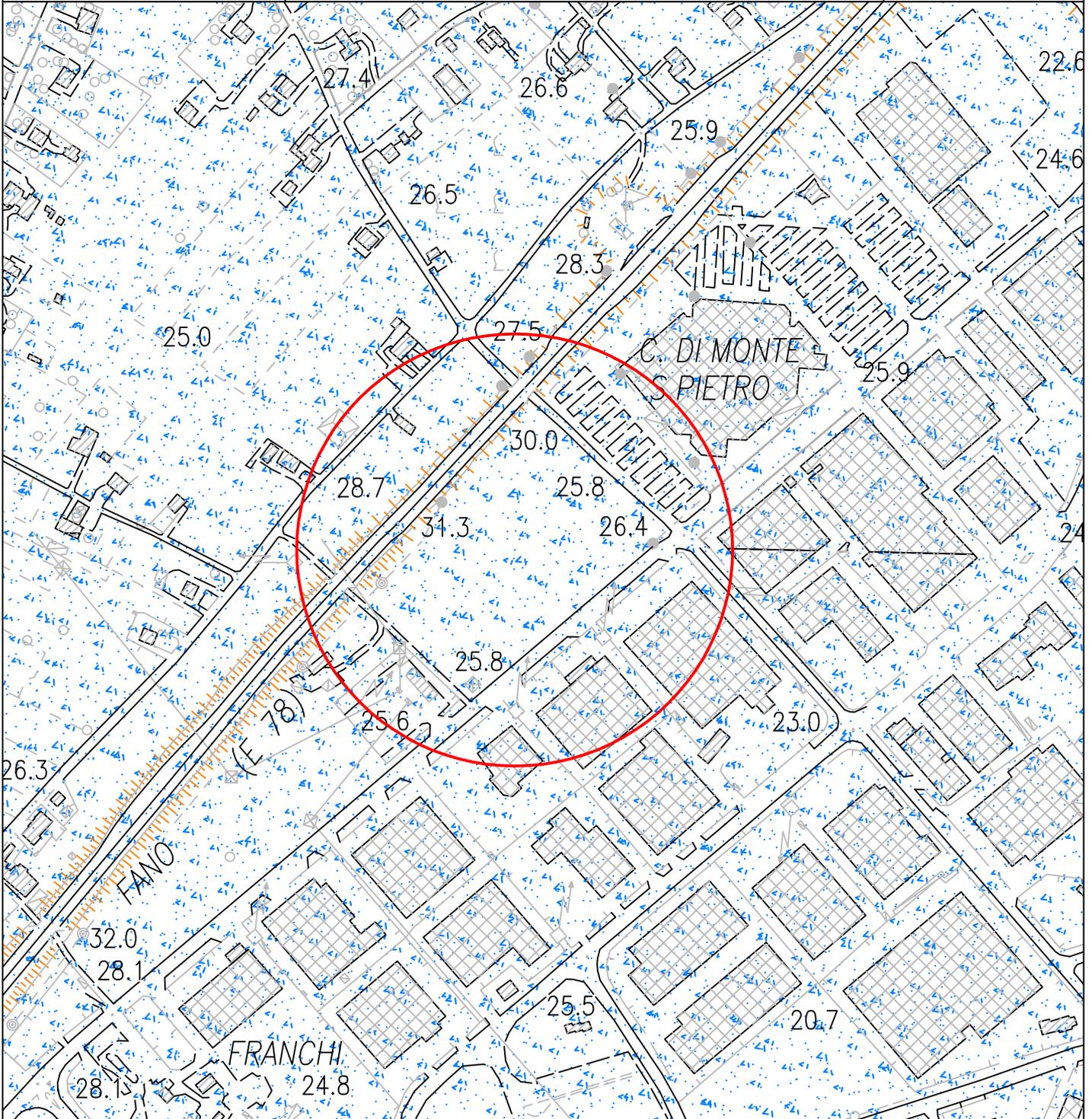
ALLEGATO

**1**

SCALA 1:5.000

Data: SETTEMBRE 2015

**CARTA GEOLOGICA**



**AREA DI INTERVENTO**



**ALLUVIONI E DEPOSITI LITORANEI, GHIAIOSI  
E TALORA PARZIALMENTE SABBIOSI, DEL III  
ORDINE DEI TERRAZZI A 10-30 M SUL  
FONDOVALLE**



**SCARPATE**



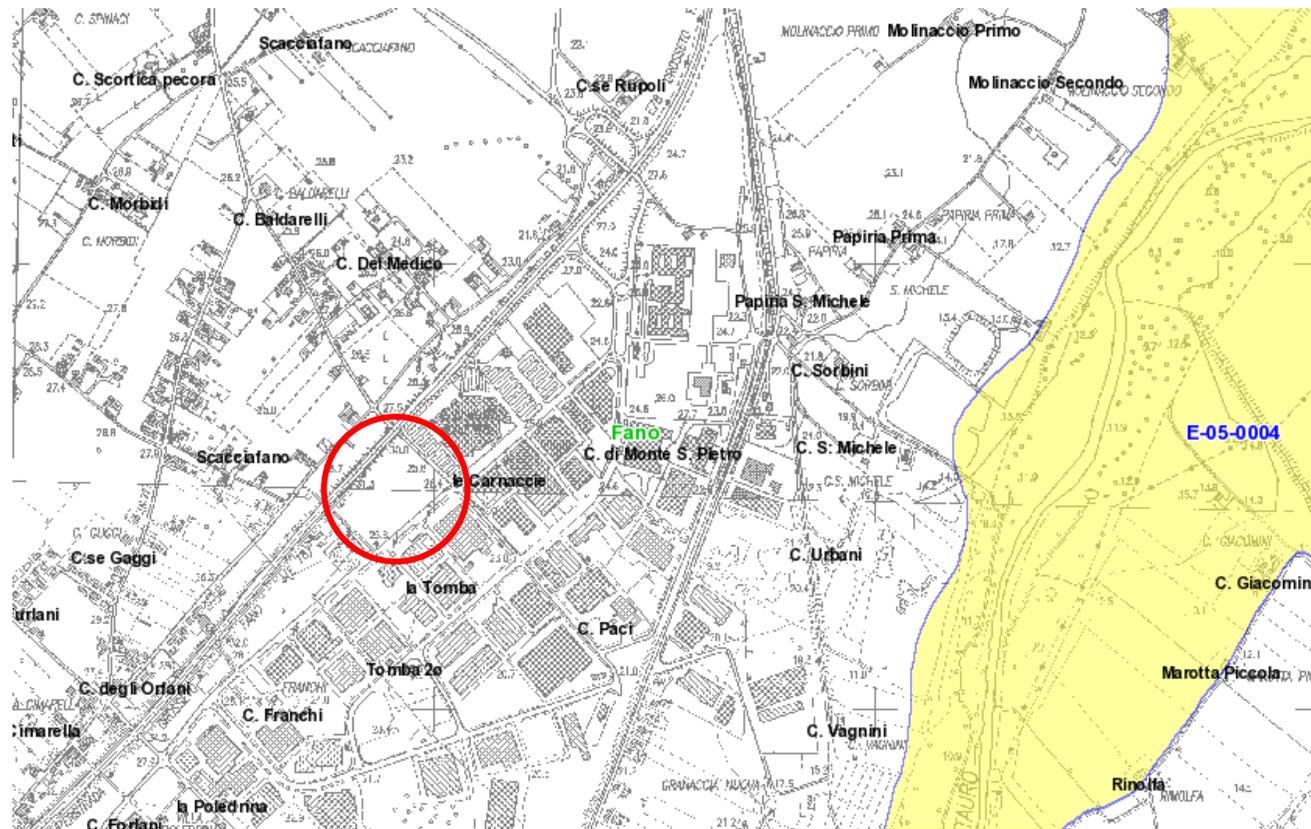
**RETICOLO IDROGRAFICO**



Ditte: **AUCHAN** s.p.a.  
**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA** s.p.a.  
FANO - *Via L. Einaudi n ° 30*

# ALLEGATO 2

# Piano Assetto Idrogeologico (PAI) CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO



## LEGENDA

Aree a rischio frana  
(codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

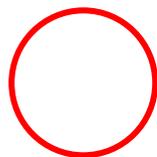
Aree a rischio esondazione  
(codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga  
(codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di bacino idrografico



Ubicazione area in oggetto

ESTRATTO CARTOGRAFICO PAI TAV. RI 07



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI  
Geol. Michele GLIASCHERA  
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzi n. 10/A 61032 Fano (PU)  
Tel. 0721 861494/862875  
e-mail geocon@fastwebnet.it

**PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO ST5\_P28  
PER L'AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE  
"Metauro" IN VIA EINAUDI N°30**

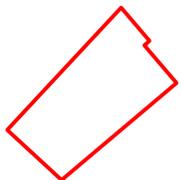
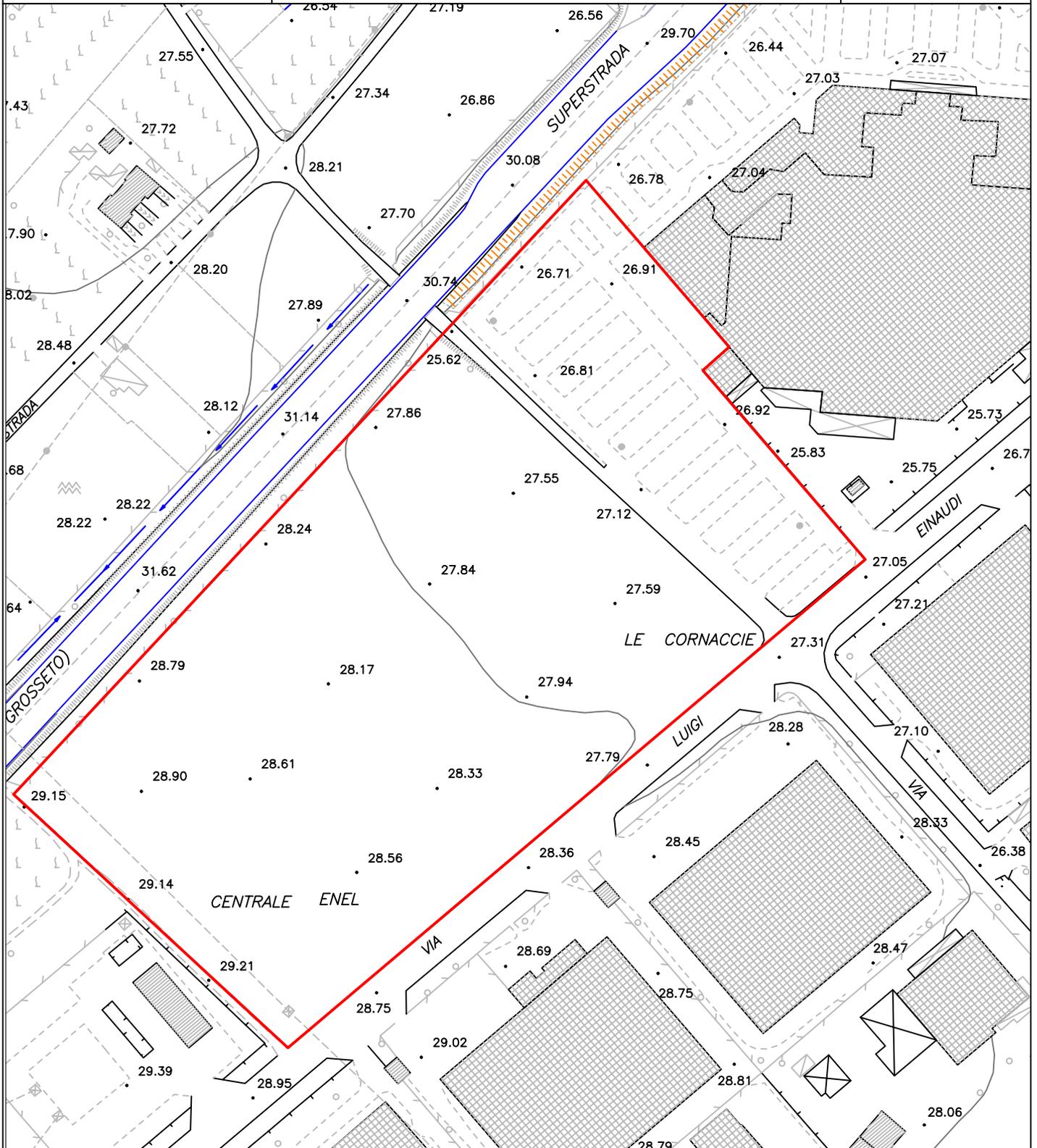
ALLEGATO

**3**

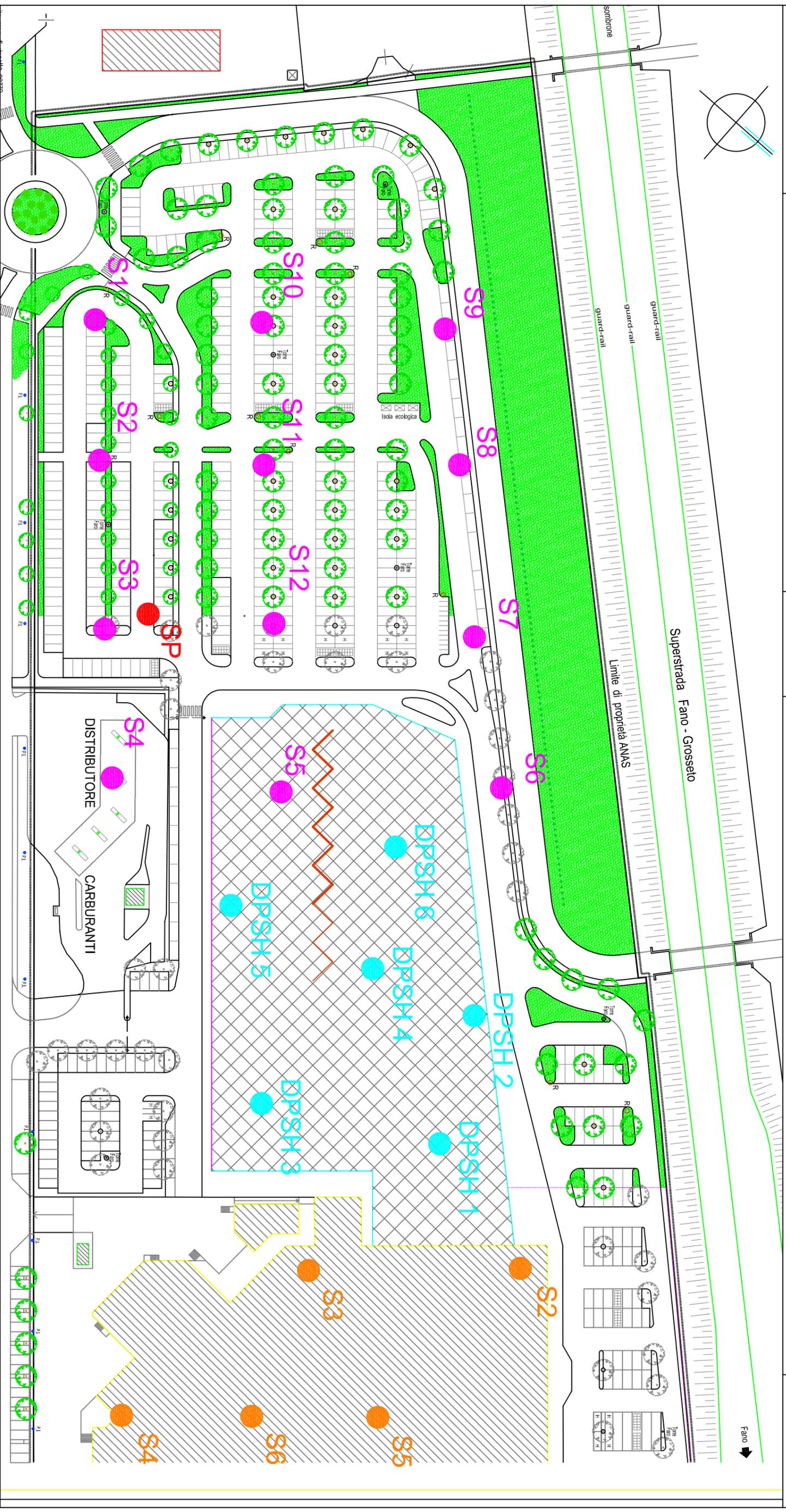
**AEROFOTOGRAMMETRIA**

SCALA 1:2.000

Data: SETTEMBRE 2015



**AREA DI INTERVENTO**



**S1** Sondaggi Sn (1989)

**S1** Sondaggi Sn (1992)

**DPSSH**

**DPSSHn** (2015)

**MASW** (2015)

**SP**

**Sondaggio prova permeabilità** (2015)



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

**CERTIFICATI E GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE**

Commessa: 1414/15

Data: SETTEMBRE 2015

Ditte: **AUCHAN** s.p.a.  
**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA** s.p.a.  
FANO - Via L. Einaudi n ° 30

**ALLEGATO 5**



# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

## SCHEDA PENETROMETRO

Pagina 1/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

Data esecuzione: 28/08/2015

Data emissione: 31/08/2015

### TG63-200DIN

### Pagani Geotechnical Equipment

|                       |                             |  |
|-----------------------|-----------------------------|--|
| <b>Sigla</b>          | <b>TG63-200DIN</b>          | Nominativo o sigla dello strumento   |
| <b>Beta eff.</b>      | <b>1,22</b>                 | Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro                      |
| <b>M(massa)</b>       | <b>64 kg</b>                | Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste                                |
| <b>H(maglio)</b>      | <b>0,75 m</b>               | Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)                          |
| <b>L(aste)</b>        | <b>1,00 m</b>               | Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)   |
| <b>M(aste)</b>        | <b>6,31 kg</b>              | Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)        |
| <b>M(sistema)</b>     | <b>1 kg</b>                 | Massa del complesso asta di guida - testa di battuta                                   |
| <b>A(punta)</b>       | <b>20,43 cm<sup>2</sup></b> | Area della superficie laterale del cono della punta                                    |
| <b>Alfa(punta)</b>    | <b>90 °</b>                 | Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°                          |
| <b>Prf.(1°asta)</b>   | <b>0,40 m</b>               | Profondità di giunzione della prima asta infissa                                       |
| <b>N</b>              | <b>0,20 m</b>               | Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi        |
| <b>Rivest.</b>        |                             | Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi                                |
| <b>ø(punta)</b>       | <b>51,00 mm</b>             | Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm) |
| <b>MaxCE%</b>         | <b>50,00 %</b>              | Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione                    |
| <b>L/DM</b>           | <b>1,75</b>                 | Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta                          |
| <b>D(tb)</b>          | <b>32,00 mm</b>             | Diametro della testa di battuta.   |
| <b>DEV(a)[&lt;5m]</b> | <b>2,00 °</b>               | Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri                     |
| <b>DEV(a)[&gt;5m]</b> | <b>1,00 °</b>               | Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri                       |
| <b>ECCmax(a)</b>      | <b>0,02 mm</b>              | Massima eccentricità consentita alle aste  |
| <b>Dest(aste)</b>     | <b>32,00 mm</b>             | Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)  |
| <b>Dint(aste)</b>     |                             | Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)                              |
| <b>Dmin(punta)</b>    | <b>49,00 mm</b>             | Minimo diametro consentito per la punta conica usurata                                 |
| <b>hcl(punta)</b>     | <b>20,00 mm</b>             | Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)         |
| <b>Ras(punta)</b>     | <b>11,00 mm</b>             | Rastremazione del cono nella parte alta  |
| <b>Hc(punta)</b>      |                             | Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)  |
| <b>RangeCP</b>        | <b>3 - 50</b>               | Massimo numero di colpi utile  |
| <b>Spinta</b>         | <b>0 t</b>                  | Spinta nominale strumento  |

PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 Kn semovente

Matricola P000988 - Anno costruzione: Nov. 2008





**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

**DIN**

**1**

Pagina 2/15

**Committente:** AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.  
**Cantiere:** Realizzazione edificio commerciale  
**Località:** Bellocchi di Fano (PU)

**U.M.:** kg/cm<sup>2</sup> **Data esec.:** 28/08/2015  
**Pagina:** 1  
**Elaborato:** Falda: Non rilevata

| H<br>m      | Asta<br>n° | L1<br>n°  | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> | H<br>m | Asta<br>n° | L1<br>n° | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------|------------|-----------|----------|---------------------------|--------|------------|----------|----------|---------------------------|
| 0,20        | 1          | 2         |          | 21,0                      |        |            |          |          |                           |
| 0,40        | 1          | 5         |          | 52,5                      |        |            |          |          |                           |
| 0,60        | 1          | 11        |          | 106,1                     |        |            |          |          |                           |
| 0,80        | 2          | 10        |          | 96,4                      |        |            |          |          |                           |
| <b>1,00</b> | <b>2</b>   | <b>5</b>  |          | 48,2                      |        |            |          |          |                           |
| 1,20        | 2          | 4         |          | 38,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,40        | 2          | 6         |          | 57,9                      |        |            |          |          |                           |
| 1,60        | 3          | 5         |          | 44,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,80        | 3          | 6         |          | 53,5                      |        |            |          |          |                           |
| <b>2,00</b> | <b>3</b>   | <b>5</b>  |          | 44,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,20        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,40        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,60        | 4          | 5         |          | 41,4                      |        |            |          |          |                           |
| 2,80        | 4          | 9         |          | 74,5                      |        |            |          |          |                           |
| <b>3,00</b> | <b>4</b>   | <b>5</b>  |          | 41,4                      |        |            |          |          |                           |
| 3,20        | 4          | 5         |          | 41,4                      |        |            |          |          |                           |
| 3,40        | 4          | 12        |          | 99,4                      |        |            |          |          |                           |
| 3,60        | 5          | 12        |          | 92,8                      |        |            |          |          |                           |
| 3,80        | 5          | 17        |          | 131,5                     |        |            |          |          |                           |
| <b>4,00</b> | <b>5</b>   | <b>10</b> |          | 77,4                      |        |            |          |          |                           |
| 4,20        | 5          | 6         |          | 46,4                      |        |            |          |          |                           |
| 4,40        | 5          | 5         |          | 38,7                      |        |            |          |          |                           |
| 4,60        | 6          | 6         |          | 43,5                      |        |            |          |          |                           |
| 4,80        | 6          | 19        |          | 137,9                     |        |            |          |          |                           |
| <b>5,00</b> | <b>6</b>   | <b>24</b> |          | 174,2                     |        |            |          |          |                           |
| 5,20        | 6          | 30        |          | 217,7                     |        |            |          |          |                           |
| 5,40        | 6          | 24        |          | 174,2                     |        |            |          |          |                           |
| 5,60        | 7          | 24        |          | 164,0                     |        |            |          |          |                           |
| 5,80        | 7          | 19        |          | 129,8                     |        |            |          |          |                           |
| <b>6,00</b> | <b>7</b>   | <b>25</b> |          | 170,9                     |        |            |          |          |                           |
| 6,20        | 7          | 25        |          | 170,9                     |        |            |          |          |                           |
| 6,40        | 7          | 24        |          | 164,0                     |        |            |          |          |                           |



H = profondità  
L1 = prima lettura (colpi punta)  
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)  
qcd = resistenza dinamica punta  
Asta = numero di asta impiegata



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

**DIN**

**2**

Pagina 3/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Pagina: **1**  
Elaborato: **Falda: Non rilevata**

| H<br>m      | Asta<br>n° | L1<br>n°  | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> | H<br>m | Asta<br>n° | L1<br>n° | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------|------------|-----------|----------|---------------------------|--------|------------|----------|----------|---------------------------|
| 0,20        | 1          | 3         |          | 31,5                      |        |            |          |          |                           |
| 0,40        | 1          | 4         |          | 42,0                      |        |            |          |          |                           |
| 0,60        | 1          | 5         |          | 48,2                      |        |            |          |          |                           |
| 0,80        | 2          | 5         |          | 48,2                      |        |            |          |          |                           |
| <b>1,00</b> | <b>2</b>   | <b>4</b>  |          | <b>38,6</b>               |        |            |          |          |                           |
| 1,20        | 2          | 4         |          | 38,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,40        | 2          | 5         |          | 48,2                      |        |            |          |          |                           |
| 1,60        | 3          | 5         |          | 44,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,80        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| <b>2,00</b> | <b>3</b>   | <b>3</b>  |          | <b>26,7</b>               |        |            |          |          |                           |
| 2,20        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,40        | 3          | 15        |          | 133,7                     |        |            |          |          |                           |
| 2,60        | 4          | 25        |          | 207,0                     |        |            |          |          |                           |
| 2,80        | 4          | 19        |          | 157,4                     |        |            |          |          |                           |
| <b>3,00</b> | <b>4</b>   | <b>17</b> |          | <b>140,8</b>              |        |            |          |          |                           |
| 3,20        | 4          | 14        |          | 115,9                     |        |            |          |          |                           |
| 3,40        | 4          | 14        |          | 115,9                     |        |            |          |          |                           |
| 3,60        | 5          | 14        |          | 115,9                     |        |            |          |          |                           |
| 3,80        | 5          | 20        |          | 154,7                     |        |            |          |          |                           |
| <b>4,00</b> | <b>5</b>   | <b>22</b> |          | <b>170,2</b>              |        |            |          |          |                           |
| 4,20        | 5          | 18        |          | 139,2                     |        |            |          |          |                           |
| 4,40        | 5          | 13        |          | 100,6                     |        |            |          |          |                           |
| 4,60        | 6          | 11        |          | 85,1                      |        |            |          |          |                           |
| 4,80        | 6          | 9         |          | 65,3                      |        |            |          |          |                           |
| <b>5,00</b> | <b>6</b>   | <b>18</b> |          | <b>130,6</b>              |        |            |          |          |                           |
| 5,20        | 6          | 22        |          | 159,7                     |        |            |          |          |                           |
| 5,40        | 6          | 22        |          | 159,7                     |        |            |          |          |                           |
| 5,60        | 7          | 24        |          | 174,2                     |        |            |          |          |                           |
| 5,80        | 7          | 18        |          | 123,0                     |        |            |          |          |                           |
| <b>6,00</b> | <b>7</b>   | <b>18</b> |          | <b>123,0</b>              |        |            |          |          |                           |
| 6,20        | 7          | 22        |          | 150,4                     |        |            |          |          |                           |
| 6,40        | 7          | 18        |          | 123,0                     |        |            |          |          |                           |

ORDINE DEI GEOLOGI  
DOTT. GEOLOGO  
PIAGNANI GIORGIO  
ALBO  
DELLA REGIONE UMBRIA

H = profondità  
L1 = prima lettura (colpi punta)  
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta  
Asta = numero di asta impiegata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

**DIN**

**3**

Pagina 4/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data eseg.: **28/08/2015**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

| H<br>m      | Asta<br>n° | L1<br>n°  | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> | H<br>m | Asta<br>n° | L1<br>n° | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------|------------|-----------|----------|---------------------------|--------|------------|----------|----------|---------------------------|
| 0,20        | 1          | 2         |          | 21,0                      |        |            |          |          |                           |
| 0,40        | 1          | 4         |          | 42,0                      |        |            |          |          |                           |
| 0,60        | 1          | 4         |          | 38,6                      |        |            |          |          |                           |
| 0,80        | 2          | 7         |          | 67,5                      |        |            |          |          |                           |
| <b>1,00</b> | <b>2</b>   | <b>7</b>  |          | <b>67,5</b>               |        |            |          |          |                           |
| 1,20        | 2          | 4         |          | 38,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,40        | 2          | 4         |          | 38,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,60        | 3          | 5         |          | 44,6                      |        |            |          |          |                           |
| 1,80        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| <b>2,00</b> | <b>3</b>   | <b>4</b>  |          | <b>35,6</b>               |        |            |          |          |                           |
| 2,20        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,40        | 3          | 4         |          | 35,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,60        | 4          | 5         |          | 41,4                      |        |            |          |          |                           |
| 2,80        | 4          | 5         |          | 41,4                      |        |            |          |          |                           |
| <b>3,00</b> | <b>4</b>   | <b>4</b>  |          | <b>33,1</b>               |        |            |          |          |                           |
| 3,20        | 4          | 4         |          | 33,1                      |        |            |          |          |                           |
| 3,40        | 4          | 4         |          | 33,1                      |        |            |          |          |                           |
| 3,60        | 5          | 11        |          | 85,1                      |        |            |          |          |                           |
| 3,80        | 5          | 7         |          | 54,1                      |        |            |          |          |                           |
| <b>4,00</b> | <b>5</b>   | <b>3</b>  |          | <b>23,2</b>               |        |            |          |          |                           |
| 4,20        | 5          | 3         |          | 23,2                      |        |            |          |          |                           |
| 4,40        | 5          | 11        |          | 85,1                      |        |            |          |          |                           |
| 4,60        | 6          | 17        |          | 123,4                     |        |            |          |          |                           |
| 4,80        | 6          | 16        |          | 116,1                     |        |            |          |          |                           |
| <b>5,00</b> | <b>6</b>   | <b>16</b> |          | <b>116,1</b>              |        |            |          |          |                           |
| 5,20        | 6          | 18        |          | 130,6                     |        |            |          |          |                           |
| 5,40        | 6          | 19        |          | 137,9                     |        |            |          |          |                           |
| 5,60        | 7          | 22        |          | 150,4                     |        |            |          |          |                           |
| 5,80        | 7          | 26        |          | 177,7                     |        |            |          |          |                           |
| <b>6,00</b> | <b>7</b>   | <b>36</b> |          | <b>246,0</b>              |        |            |          |          |                           |
| 6,20        | 7          | 20        |          | 136,7                     |        |            |          |          |                           |
| 6,40        | 7          | 23        |          | 157,2                     |        |            |          |          |                           |

ORDINE DEI GEOLOGI  
DOTT. GEOLOGO  
PIAGNANI GIORGIO  
ALBO  
DELLA REGIONE UMBRA

H = profondità  
L1 = prima lettura (colpi punta)  
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta  
Asta = numero di asta impiegata



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

**DIN 4**

Pagina 5/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Pagina: **1**  
Elaborato: **Falda: Non rilevata**

| H<br>m      | Asta<br>n° | L1<br>n°  | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> | H<br>m | Asta<br>n° | L1<br>n° | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------|------------|-----------|----------|---------------------------|--------|------------|----------|----------|---------------------------|
| 0,20        | 1          | 3         |          | 31,5                      |        |            |          |          |                           |
| 0,40        | 1          | 4         |          | 42,0                      |        |            |          |          |                           |
| 0,60        | 1          | 5         |          | 48,2                      |        |            |          |          |                           |
| 0,80        | 2          | 6         |          | 57,9                      |        |            |          |          |                           |
| <b>1,00</b> | <b>2</b>   | <b>5</b>  |          | <b>48,2</b>               |        |            |          |          |                           |
| 1,20        | 2          | 5         |          | 48,2                      |        |            |          |          |                           |
| 1,40        | 2          | 7         |          | 67,5                      |        |            |          |          |                           |
| 1,60        | 3          | 8         |          | 71,3                      |        |            |          |          |                           |
| 1,80        | 3          | 6         |          | 53,5                      |        |            |          |          |                           |
| <b>2,00</b> | <b>3</b>   | <b>6</b>  |          | <b>53,5</b>               |        |            |          |          |                           |
| 2,20        | 3          | 5         |          | 44,6                      |        |            |          |          |                           |
| 2,40        | 3          | 6         |          | 53,5                      |        |            |          |          |                           |
| 2,60        | 4          | 5         |          | 41,4                      |        |            |          |          |                           |
| 2,80        | 4          | 13        |          | 107,7                     |        |            |          |          |                           |
| <b>3,00</b> | <b>4</b>   | <b>12</b> |          | <b>99,4</b>               |        |            |          |          |                           |
| 3,20        | 4          | 7         |          | 58,0                      |        |            |          |          |                           |
| 3,40        | 4          | 3         |          | 24,8                      |        |            |          |          |                           |
| 3,60        | 5          | 3         |          | 23,2                      |        |            |          |          |                           |
| 3,80        | 5          | 3         |          | 23,2                      |        |            |          |          |                           |
| <b>4,00</b> | <b>5</b>   | <b>2</b>  |          | <b>15,5</b>               |        |            |          |          |                           |
| 4,20        | 5          | 10        |          | 77,4                      |        |            |          |          |                           |
| 4,40        | 5          | 14        |          | 108,3                     |        |            |          |          |                           |
| 4,60        | 6          | 12        |          | 87,1                      |        |            |          |          |                           |
| 4,80        | 6          | 4         |          | 29,0                      |        |            |          |          |                           |
| <b>5,00</b> | <b>6</b>   | <b>2</b>  |          | <b>14,5</b>               |        |            |          |          |                           |
| 5,20        | 6          | 2         |          | 14,5                      |        |            |          |          |                           |
| 5,40        | 6          | 3         |          | 21,8                      |        |            |          |          |                           |
| 5,60        | 7          | 25        |          | 170,9                     |        |            |          |          |                           |
| 5,80        | 7          | 28        |          | 191,4                     |        |            |          |          |                           |
| <b>6,00</b> | <b>7</b>   | <b>45</b> |          | <b>307,5</b>              |        |            |          |          |                           |
| 6,20        | 7          | 51        |          | 348,5                     |        |            |          |          |                           |
| 6,40        | 7          | 49        |          | 334,9                     |        |            |          |          |                           |

H = profondità  
L1 = prima lettura (colpi punta)  
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta  
Asta = numero di asta impiegata



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

**DIN**

**5**

Pagina 6/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Pagina: **1**  
Elaborato: **Falda: Non rilevata**

| H<br>m      | Asta<br>n° | L1<br>n°  | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------|------------|-----------|----------|---------------------------|
| 0,20        | 1          | 3         |          | 31,5                      |
| 0,40        | 1          | 3         |          | 31,5                      |
| 0,60        | 1          | 4         |          | 38,6                      |
| 0,80        | 2          | 9         |          | 86,8                      |
| <b>1,00</b> | <b>2</b>   | <b>17</b> |          | <b>163,9</b>              |
| 1,20        | 2          | 15        |          | 144,7                     |
| 1,40        | 2          | 11        |          | 106,1                     |
| 1,60        | 3          | 7         |          | 62,4                      |
| 1,80        | 3          | 8         |          | 71,3                      |
| <b>2,00</b> | <b>3</b>   | <b>5</b>  |          | <b>44,6</b>               |
| 2,20        | 3          | 4         |          | 35,6                      |
| 2,40        | 3          | 4         |          | 35,6                      |
| 2,60        | 4          | 4         |          | 33,1                      |
| 2,80        | 4          | 6         |          | 49,7                      |
| <b>3,00</b> | <b>4</b>   | <b>6</b>  |          | <b>49,7</b>               |
| 3,20        | 4          | 9         |          | 74,5                      |
| 3,40        | 4          | 8         |          | 66,3                      |
| 3,60        | 5          | 13        |          | 100,6                     |
| 3,80        | 5          | 13        |          | 100,6                     |
| <b>4,00</b> | <b>5</b>   | <b>13</b> |          | <b>100,6</b>              |
| 4,20        | 5          | 12        |          | 92,8                      |
| 4,40        | 5          | 17        |          | 131,5                     |
| 4,60        | 6          | 13        |          | 94,3                      |
| 4,80        | 6          | 6         |          | 43,5                      |
| <b>5,00</b> | <b>6</b>   | <b>9</b>  |          | <b>65,3</b>               |
| 5,20        | 6          | 9         |          | 65,3                      |
| 5,40        | 6          | 8         |          | 58,1                      |
| 5,60        | 7          | 3         |          | 20,5                      |
| 5,80        | 7          | 3         |          | 20,5                      |
| <b>6,00</b> | <b>7</b>   | <b>3</b>  |          | <b>20,5</b>               |
| 6,20        | 7          | 15        |          | 102,5                     |
| 6,40        | 7          | 39        |          | 266,5                     |
| 6,60        | 8          | 41        |          | 264,8                     |
| 6,80        | 8          | 37        |          | 238,9                     |
| <b>7,00</b> | <b>8</b>   | <b>43</b> |          | <b>277,7</b>              |

| H<br>m | Asta<br>n° | L1<br>n° | L2<br>n° | qcd<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|--------|------------|----------|----------|---------------------------|
|--------|------------|----------|----------|---------------------------|

ORDINE DEI GEOLOGI  
DOTT. GEOLOGO  
PIAGNANI GIORGIO  
ALBO  
DELLA REGIONE UMBRIA

H = profondità  
L1 = prima lettura (colpi punta)  
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta  
Asta = numero di asta impiegata





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

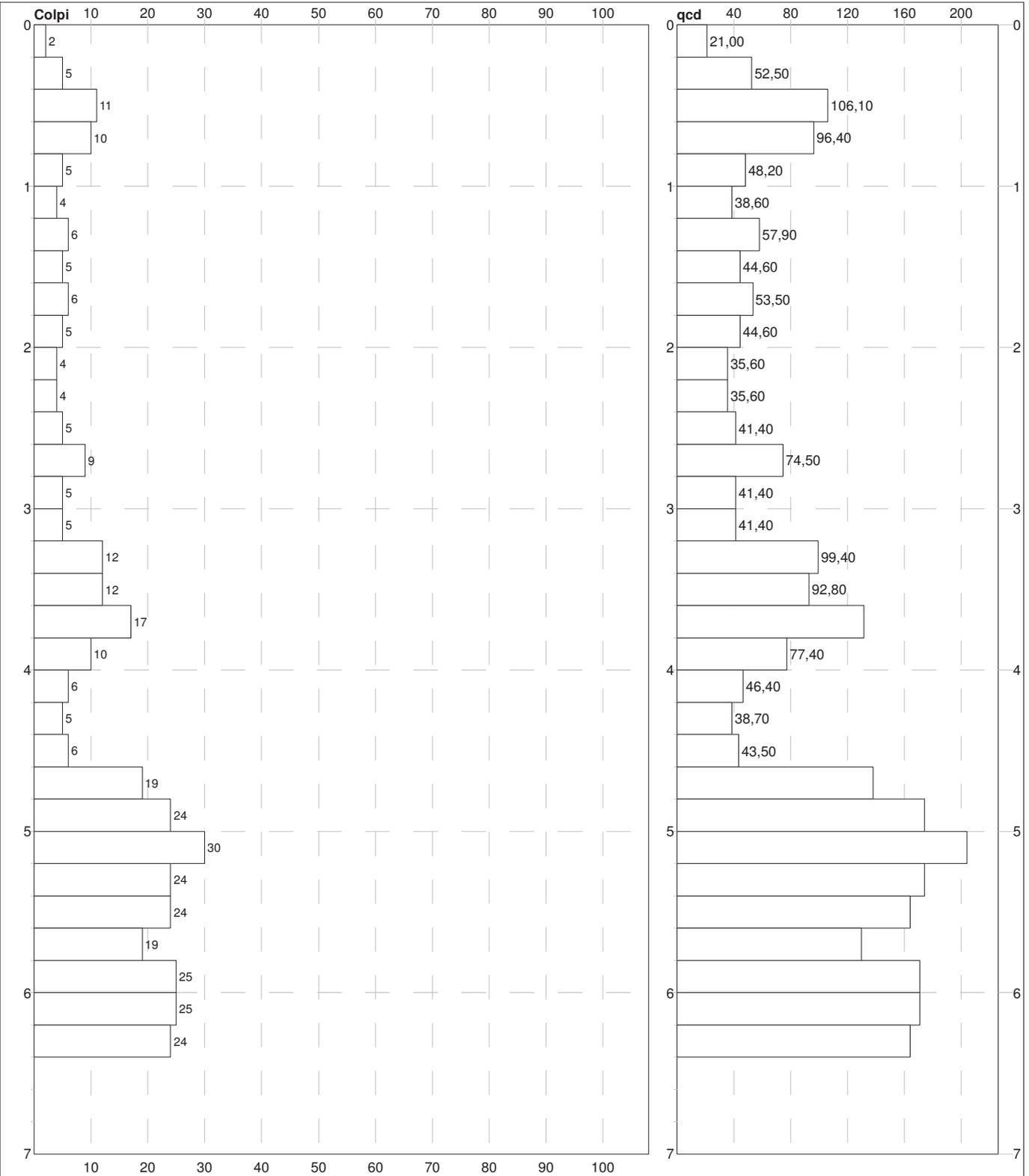
**DIN**

**1**

Pagina 8/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Scala: **1:35**  
Pagina: **1** Quota inizio: **Piano Campagna**  
Elaborato: Falda: **Non rilevata**



Penetrometro: **TG63-200DIN**  
Massa battente: **63,50 kg**  
Altezza caduta: **0,75 m**  
Avanzamento: **0,20 m**

Responsabile:  
Assistente:

Preforo: **m**  
Corr.astine: **kg/ml**  
Cod.ISTAT: **041013**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

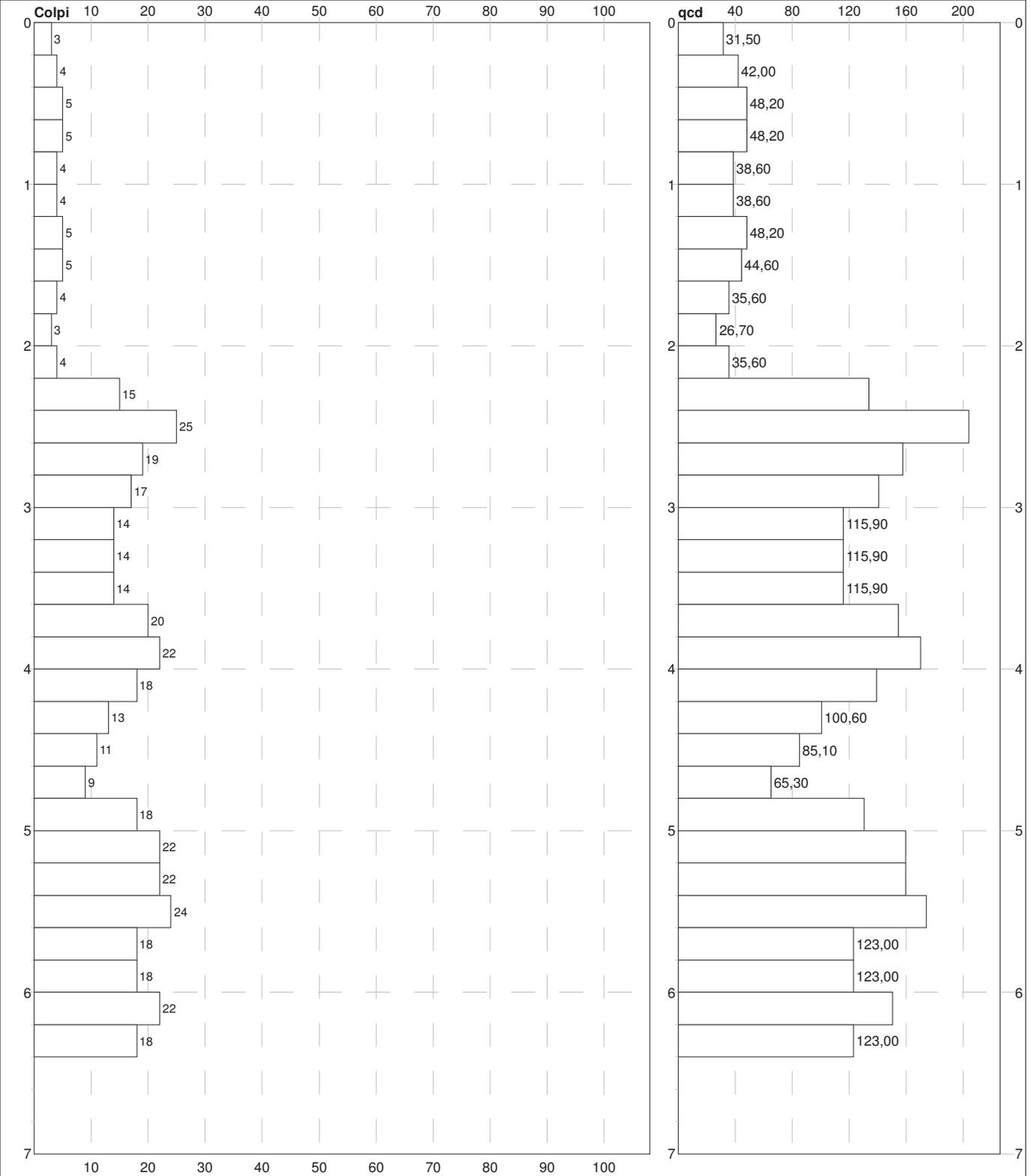
**DIN**

**2**

Pagina 9/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Scala: **1:35**  
Pagina: **1** Quota inizio:  
Elaborato: Falda: **Non rilevata**



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Penetrometro:</b> TG63-200DIN<br><b>Massa battente:</b> 63,50 kg<br><b>Altezza caduta:</b> 0,75 m<br><b>Avanzamento:</b> 0,20 m | <b>Responsabile:</b><br><b>Assistente:</b> | <b>Preforo:</b> m<br><b>Corr.astine:</b> kg/ml<br><b>Cod.ISTAT:</b> 041013 |
|--|--|--|



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

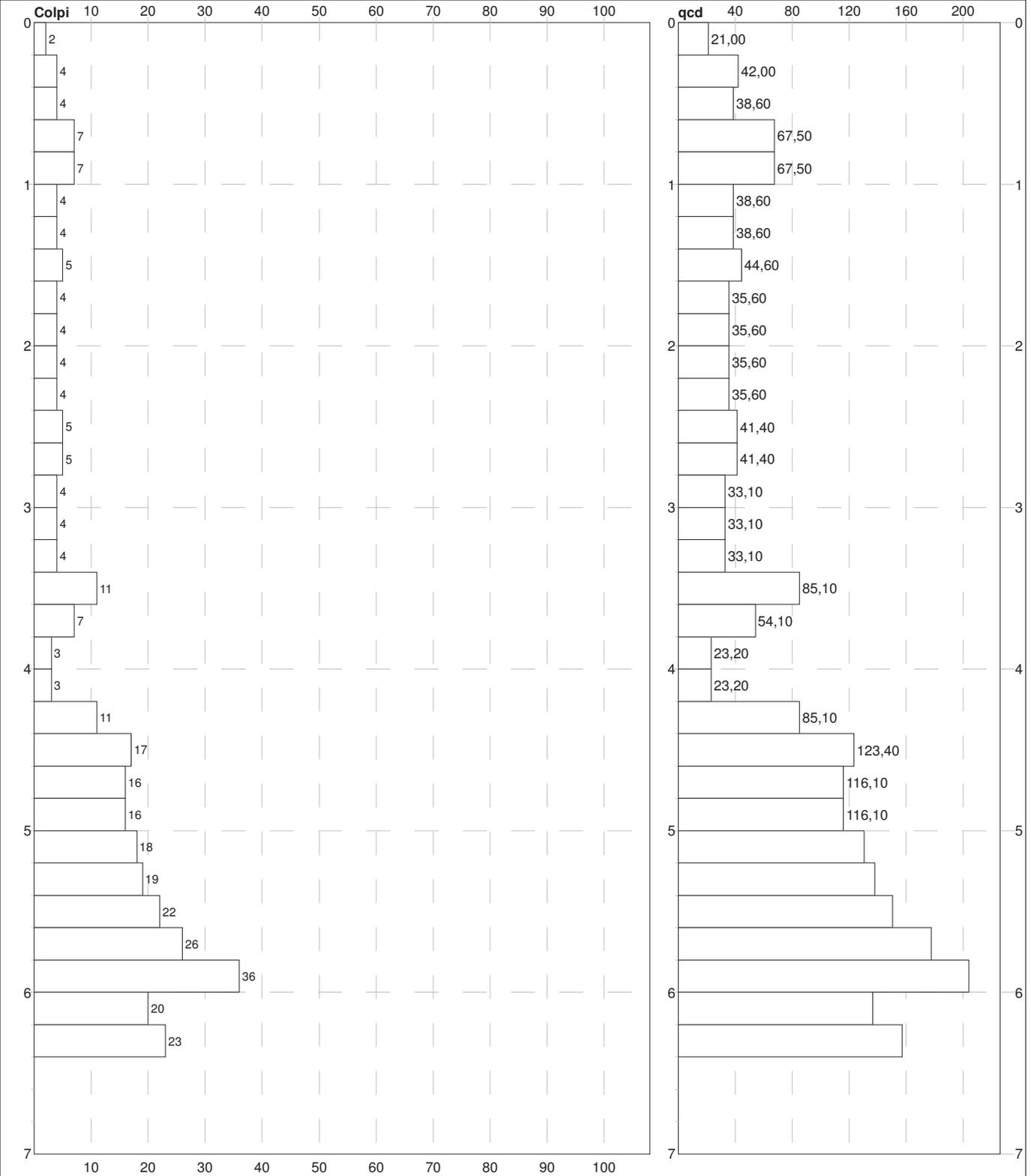
**DIN**

**3**

Pagina 10/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Scala: **1:35**  
Pagina: **1** Quota inizio:  
Elaborato: Falda: **Non rilevata**



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Penetrometro:</b> TG63-200DIN<br><b>Massa battente:</b> 63,50 kg<br><b>Altezza caduta:</b> 0,75 m<br><b>Avanzamento:</b> 0,20 m | <b>Responsabile:</b><br><b>Assistente:</b> | <b>Preforo:</b> m<br><b>Corr.astine:</b> kg/ml<br><b>Cod.ISTAT:</b> 041013 |
|--|--|--|



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

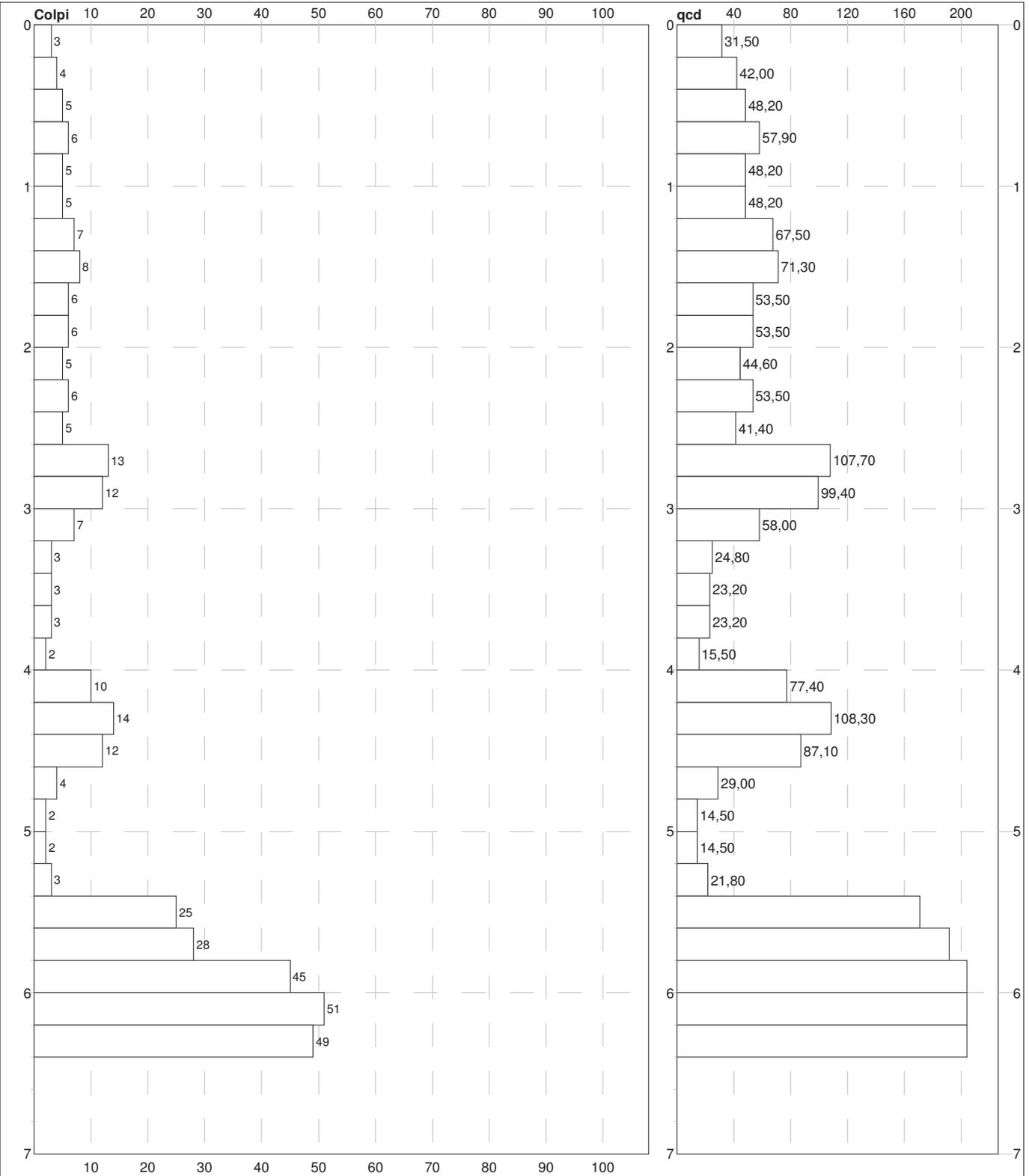
## DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

**DIN 4**

Pagina 11/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Scala: **1:35**  
Pagina: **1** Quota inizio:  
Elaborato: Falda: **Non rilevata**



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Penetrometro:</b> TG63-200DIN<br><b>Massa battente:</b> 63,50 kg<br><b>Altezza caduta:</b> 0,75 m<br><b>Avanzamento:</b> 0,20 m | <b>Responsabile:</b><br><b>Assistente:</b> | <b>Preforo:</b> m<br><b>Corr.astine:</b> kg/ml<br><b>Cod.ISTAT:</b> 041013 |
|--|--|--|



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

**DIN**

**5**

Pagina 12/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:35**

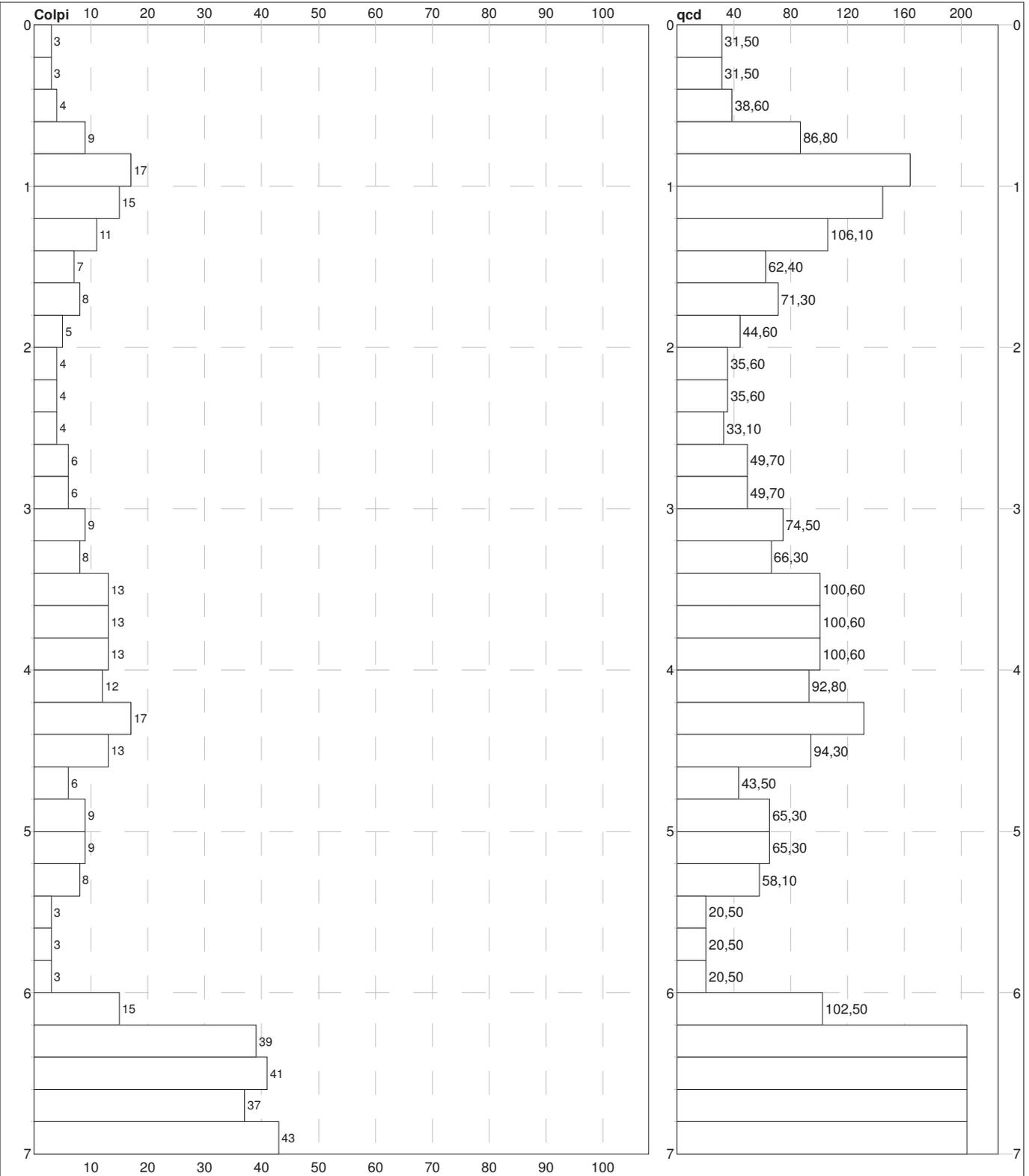
Pagina: **1**

Elaborato:

Data exec.: **28/08/2015**

Quota inizio:

Falda: **Non rilevata**



**Penetrometro:** TG63-200DIN  
**Massa battente:** 63,50 kg  
**Altezza caduta:** 0,75 m  
**Avanzamento:** 0,20 m

**Responsabile:**  
**Assistente:**

**Preforo:** m  
**Corr.astine:** kg/ml  
**Cod.ISTAT:** 041013



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

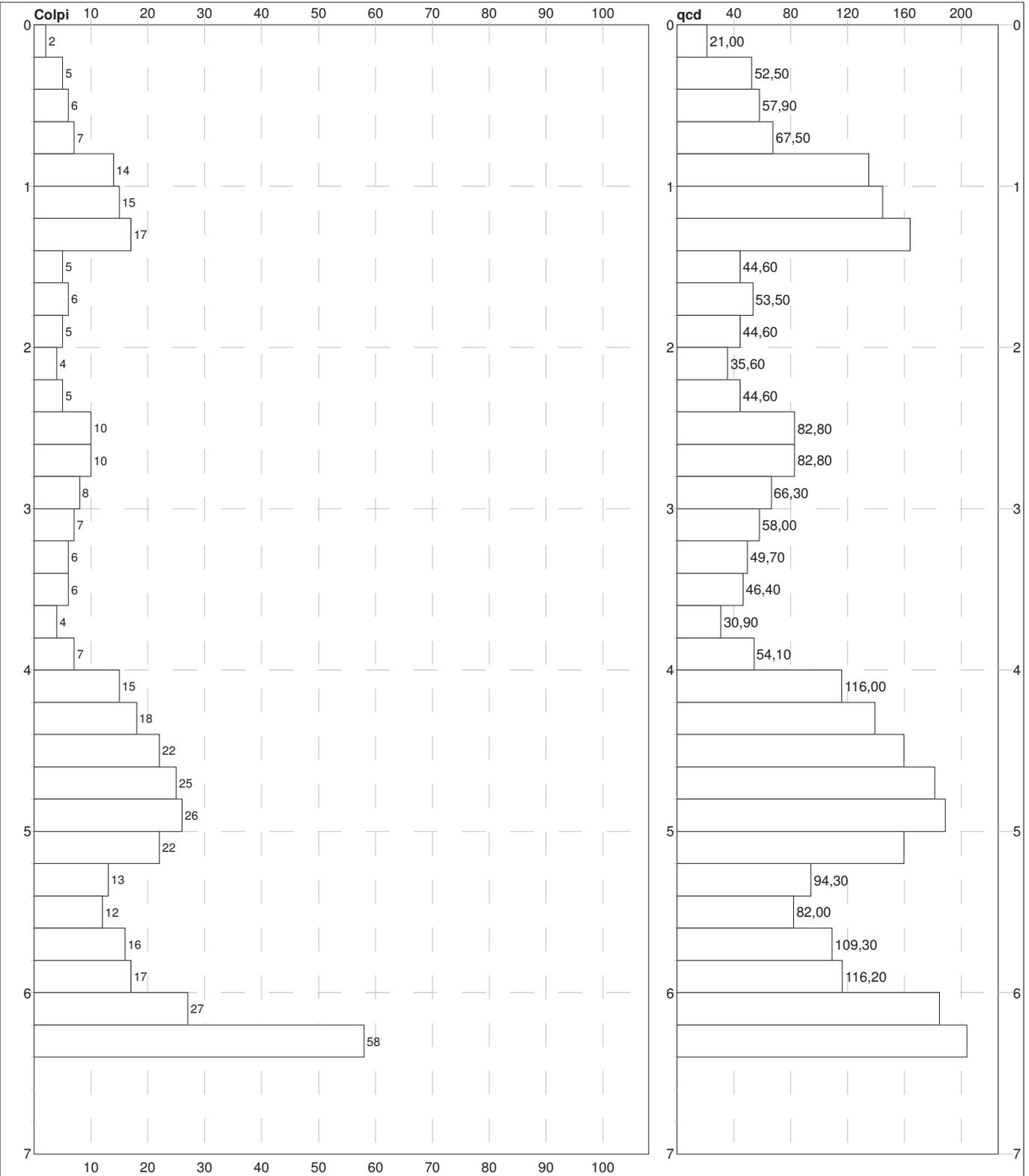
**DIN**

**6**

Pagina 13/15

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg.: **28/08/2015**  
Scala: **1:35**  
Pagina: **1** Quota inizio:  
Elaborato: Falda: **Non rilevata**



Penetrometro: **TG63-200DIN**  
Massa battente: **63,50 kg**  
Altezza caduta: **0,75 m**  
Avanzamento: **0,20 m**

Responsabile:  
Assistente:

Preforo: **m**  
Corr.astine: **kg/ml**  
Cod.ISTAT: **041013**

# INQUADRAMENTO AEROFOTOGRAMMETRICO





## LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

### DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ), misurando il numero di colpi N necessari.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione  $\delta$ )
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

### DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

| Tipo          | Sigla di riferimento | massa battente | prof.max indagine |
|---------------|----------------------|----------------|-------------------|
| Leggero       | DPL (Light)          | $M \div 10$    | 8 m               |
| Medio         | DPM (Medium)         | $10 < M < 40$  | 20-25 m           |
| Pesante       | DPH (Heavy)          | $40 < M < 60$  | 25 m              |
| Super pesante | DPSH (Super Heavy)   | $M > 60$       | > 25 m            |

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha$  = 60-90°), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha$  = 60-90°), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento  $\delta$  = 30 cm, punta conica ( $\alpha$  = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm<sup>2</sup> rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento  $\delta$  = 20-30 cm, punta conica ( $\alpha$  = 60°), diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

***Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.***

***L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore***

## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

### VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / N<sub>spt</sub>

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Prima definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo  $(M+m)^{1/2}$   
media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopra citati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi N<sub>spt</sub> della prova SPT :  $N_{spt} = \beta N$  [ove per il coefficiente  $\beta$  si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia  $\beta t$  fornito dal programma] .

### VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica R<sub>pd</sub> viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

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

N = n. colpi per avanzamento  $\delta$  R<sub>pd</sub> = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo =  $\delta/N$  P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$R_{pd}' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove :  $Q = (M H) / (A \delta) =$  energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (N<sub>spt</sub>,Q<sub>spt</sub>),

dall'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$R_{pd}' = Q N = Q_{spt} N_{spt} \Rightarrow N_{spt} = N [Q/Q_{spt}] = \beta t N ,$$

ove il rapporto  $\beta t = Q/Q_{spt}$  viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT (Q<sub>spt</sub> = 7.83 kg/cm<sup>2</sup> = 0.768 MPa ) per M = 63.5 kg, H = 0.75 m, D = 50.8 mm, A = 20.27 cm<sup>2</sup>, d = 0.30 m) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

N<sub>spt</sub> -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N<sub>spt</sub> ->  $\phi'$  ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - SHIOI - FUKUNI (1982) Road Bridge Specific.

N<sub>spt</sub> -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

N<sub>spt</sub> -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N<sub>spt</sub> -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

R<sub>pd</sub> -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )

( g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) ]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Sycora e Stokoe 1983 )

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**
**1**

 Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data esec.: **28/08/2015**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | minimo     | 2            | 1,49         | 3             | 21,0                     | 18,9                     | 76          | 29                      | 1,05                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,80 : 3,20     | minimo     | 4            | 1,49         | 6             | 35,6                     | 32,1                     | 116         | 50                      | 1,78                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 3,20 : 4,00     | minimo     | 10           | 1,49         | 15            | 77,4                     | 69,6                     | 153         | 105                     | 3,87                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 4,00 : 4,60     | minimo     | 5            | 1,49         | 7             | 38,7                     | 34,8                     | 138         | 57                      | 1,94                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 4,60 : 6,40     | minimo     | 19           | 1,49         | 28            | 129,8                    | 124,1                    | 201         | 173                     | 6,49                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\sigma$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | 3             | 0,19                     | 1,78                     | 44,21  | 1,19   | 28                       | 11      | 22            | 214                      | 1,86                     | 1,38                   | 105                      | ---       |
| 2  | 0,80 : 3,20     | 6             | 0,38                     | 1,85                     | 37,04  | 1,00   | 36                       | 22      | 24            | 238                      | 1,89                     | 1,43                   | 139                      | ---       |
| 3  | 3,20 : 4,00     | 15            | 0,94                     | 1,96                     | 28,61  | 0,77   | 59                       | 43      | 30            | 307                      | 1,96                     | 1,54                   | 241                      | ---       |
| 4  | 4,00 : 4,60     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25            | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 5  | 4,60 : 6,40     | 28            | 1,75                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 85                       | 62      | 35            | 407                      | 2,04                     | 1,67                   | 360                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN 2**

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data esec.: **28/08/2015**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 2,20     | minimo     | 3            | 1,49         | 4             | 26,7                     | 26,0                     | 97          | 36                      | 1,34                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 2,20 : 4,20     | minimo     | 14           | 1,49         | 21            | 115,9                    | 104,3                    | 158         | 137                     | 5,80                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 4,20 : 4,80     | minimo     | 9            | 1,49         | 13            | 65,3                     | 62,7                     | 155         | 93                      | 3,27                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 4,80 : 6,40     | minimo     | 18           | 1,49         | 27            | 123,0                    | 110,7                    | 201         | 168                     | 6,15                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\phi$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 2,20     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23          | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 2  | 2,20 : 4,20     | 21            | 1,31                     | 2,03                     | 23,98  | 0,65   | 71                       | 52      | 33          | 353                      | 2,00                     | 1,60                   | 301                      | ---       |
| 3  | 4,20 : 4,80     | 13            | 0,81                     | 1,93                     | 30,31  | 0,82   | 55                       | 40      | 29          | 291                      | 1,95                     | 1,53                   | 218                      | ---       |
| 4  | 4,80 : 6,40     | 27            | 1,69                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 83                       | 61      | 35          | 399                      | 2,03                     | 1,66                   | 352                      | ---       |

### NATURA GRANULARE

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**SUDDIVISIONE GEOTECNICA**

**DIN 3**

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data esec.: **28/08/2015**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato: **Falda: Non rilevata**

**PARAMETRI GENERALI**

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 1,00     | minimo     | 2            | 1,49         | 3             | 21,0                     | 18,9                     | 79          | 29                      | 1,05                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 1,00 : 4,20     | minimo     | 3            | 1,49         | 4             | 23,2                     | 22,4                     | 114         | 36                      | 1,16                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 4,20 : 6,40     | minimo     | 11           | 1,49         | 16            | 85,1                     | 71,8                     | 166         | 110                     | 4,26                    | Coes./Gran. |             |

**NATURA COESIVA**

**NATURA GRANULARE**

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\phi$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 1,00     | 3             | 0,19                     | 1,78                     | 44,21  | 1,19   | 28                       | 11      | 22          | 214                      | 1,86                     | 1,38                   | 105                      | ---       |
| 2  | 1,00 : 4,20     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23          | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 3  | 4,20 : 6,40     | 16            | 1,00                     | 1,97                     | 27,79  | 0,75   | 61                       | 44      | 30          | 315                      | 1,97                     | 1,55                   | 252                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**
**4**

 Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data eseg.: **28/08/2015**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | minimo     | 3            | 1,49         | 4             | 31,5                     | 28,4                     | 79          | 36                      | 1,58                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,80 : 2,60     | minimo     | 5            | 1,49         | 7             | 41,4                     | 40,1                     | 116         | 57                      | 2,07                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 2,60 : 3,20     | minimo     | 7            | 1,49         | 10            | 58,0                     | 52,2                     | 136         | 76                      | 2,90                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 3,20 : 4,00     | minimo     | 2            | 1,49         | 3             | 15,5                     | 13,9                     | 115         | 29                      | 0,78                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 4,00 : 4,60     | minimo     | 10           | 1,49         | 15            | 77,4                     | 69,6                     | 158         | 105                     | 3,87                    | Coes./Gran. |             |
| 6  | 4,60 : 5,40     | minimo     | 2            | 1,49         | 3             | 14,5                     | 13,1                     | 123         | 29                      | 0,73                    | Coes./Gran. |             |
| 7  | 5,40 : 6,40     | minimo     | 25           | 1,49         | 37            | 170,9                    | 153,8                    | 214         | 216                     | 8,55                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\phi$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23          | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 2  | 0,80 : 2,60     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25          | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 3  | 2,60 : 3,20     | 10            | 0,63                     | 1,90                     | 33,04  | 0,89   | 47                       | 35      | 27          | 268                      | 1,93                     | 1,50                   | 184                      | ---       |
| 4  | 3,20 : 4,00     | 3             | 0,19                     | 1,78                     | 44,21  | 1,19   | 28                       | 11      | 22          | 214                      | 1,86                     | 1,38                   | 105                      | ---       |
| 5  | 4,00 : 4,60     | 15            | 0,94                     | 1,96                     | 28,61  | 0,77   | 59                       | 43      | 30          | 307                      | 1,96                     | 1,54                   | 241                      | ---       |
| 6  | 4,60 : 5,40     | 3             | 0,19                     | 1,78                     | 44,21  | 1,19   | 28                       | 11      | 22          | 214                      | 1,86                     | 1,38                   | 105                      | ---       |
| 7  | 5,40 : 6,40     | 37            | 2,31                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 104                      | 72      | 39          | 477                      | 2,09                     | 1,74                   | 437                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN 5**

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data esec.: **28/08/2015**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Pagina: **1**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

## PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp <sub>d</sub><br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,60     | minimo     | 3            | 1,49         | 4             | 31,5                                  | 28,4                     | 75          | 36                      | 1,58                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,60 : 1,80     | minimo     | 7            | 1,49         | 10            | 62,4                                  | 60,8                     | 115         | 76                      | 3,12                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 1,80 : 3,00     | minimo     | 4            | 1,49         | 6             | 33,1                                  | 32,1                     | 120         | 50                      | 1,66                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 3,00 : 5,40     | minimo     | 6            | 1,49         | 9             | 43,5                                  | 41,8                     | 144         | 70                      | 2,18                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 5,40 : 6,00     | minimo     | 3            | 1,49         | 4             | 20,5                                  | 18,5                     | 133         | 36                      | 1,03                    | Coes./Gran. |             |
| 6  | 6,00 : 7,00     | minimo     | 15           | 1,49         | 22            | 102,5                                 | 92,3                     | 183         | 142                     | 5,13                    | Coes./Gran. |             |

## NATURA COESIVA

## NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\sigma$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,60     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23            | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 2  | 0,60 : 1,80     | 10            | 0,63                     | 1,90                     | 33,04  | 0,89   | 47                       | 35      | 27            | 268                      | 1,93                     | 1,50                   | 184                      | ---       |
| 3  | 1,80 : 3,00     | 6             | 0,38                     | 1,85                     | 37,04  | 1,00   | 36                       | 22      | 24            | 238                      | 1,89                     | 1,43                   | 139                      | ---       |
| 4  | 3,00 : 5,40     | 9             | 0,56                     | 1,89                     | 34,00  | 0,92   | 44                       | 32      | 27            | 261                      | 1,92                     | 1,48                   | 173                      | ---       |
| 5  | 5,40 : 6,00     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23            | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 6  | 6,00 : 7,00     | 22            | 1,38                     | 2,04                     | 23,28  | 0,63   | 73                       | 53      | 33            | 361                      | 2,00                     | 1,61                   | 309                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**
**6**

 Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data eseg.: **28/08/2015**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp <sub>d</sub><br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | minimo     | 2            | 1,49         | 3             | 21,0                                  | 18,9                     | 76          | 29                      | 1,05                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,80 : 1,40     | minimo     | 14           | 1,49         | 21            | 135,0                                 | 121,5                    | 129         | 137                     | 6,75                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 1,40 : 4,00     | minimo     | 4            | 1,49         | 6             | 30,9                                  | 29,8                     | 123         | 50                      | 1,55                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 4,00 : 5,20     | minimo     | 15           | 1,49         | 22            | 116,0                                 | 98,0                     | 171         | 142                     | 5,80                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 5,20 : 6,00     | minimo     | 12           | 1,49         | 18            | 82,0                                  | 73,8                     | 171         | 121                     | 4,10                    | Coes./Gran. |             |
| 6  | 6,00 : 6,40     | minimo     | 27           | 1,49         | 40            | 184,5                                 | 166,1                    | 219         | 230                     | 9,23                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\sigma$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | 3             | 0,19                     | 1,78                     | 44,21  | 1,19   | 28                       | 11      | 22            | 214                      | 1,86                     | 1,38                   | 105                      | ---       |
| 2  | 0,80 : 1,40     | 21            | 1,31                     | 2,03                     | 23,98  | 0,65   | 71                       | 52      | 33            | 353                      | 2,00                     | 1,60                   | 301                      | ---       |
| 3  | 1,40 : 4,00     | 6             | 0,38                     | 1,85                     | 37,04  | 1,00   | 36                       | 22      | 24            | 238                      | 1,89                     | 1,43                   | 139                      | ---       |
| 4  | 4,00 : 5,20     | 22            | 1,38                     | 2,04                     | 23,28  | 0,63   | 73                       | 53      | 33            | 361                      | 2,00                     | 1,61                   | 309                      | ---       |
| 5  | 5,20 : 6,00     | 18            | 1,13                     | 2,00                     | 26,21  | 0,71   | 65                       | 47      | 31            | 330                      | 1,98                     | 1,57                   | 275                      | ---       |
| 6  | 6,00 : 6,40     | 40            | 2,50                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 110                      | 75      | 39            | 500                      | 2,10                     | 1,77                   | 463                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**
**1**

 Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data eseg.: **28/08/2015**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | Media      | 7            | 1,49         | 10            | 69,0                     | 66,2                     | 93          | 76                      | 3,45                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,80 : 3,20     | Media      | 5            | 1,49         | 8             | 46,4                     | 42,1                     | 122         | 63                      | 2,32                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 3,20 : 4,00     | Media      | 13           | 1,49         | 19            | 100,3                    | 88,8                     | 159         | 127                     | 5,01                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 4,00 : 4,60     | Media      | 6            | 1,49         | 8             | 42,9                     | 39,5                     | 142         | 63                      | 2,14                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 4,60 : 6,40     | Media      | 24           | 1,49         | 35            | 167,1                    | 155,3                    | 209         | 206                     | 8,35                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\sigma$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | 10            | 0,63                     | 1,90                     | 33,04  | 0,89   | 47                       | 35      | 27            | 268                      | 1,93                     | 1,50                   | 184                      | ---       |
| 2  | 0,80 : 3,20     | 8             | 0,50                     | 1,87                     | 34,98  | 0,94   | 41                       | 28      | 26            | 253                      | 1,91                     | 1,46                   | 161                      | ---       |
| 3  | 3,20 : 4,00     | 19            | 1,19                     | 2,01                     | 25,45  | 0,69   | 67                       | 49      | 32            | 338                      | 1,98                     | 1,58                   | 284                      | ---       |
| 4  | 4,00 : 4,60     | 8             | 0,50                     | 1,87                     | 34,98  | 0,94   | 41                       | 28      | 26            | 253                      | 1,91                     | 1,46                   | 161                      | ---       |
| 5  | 4,60 : 6,40     | 35            | 2,19                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 100                      | 70      | 38            | 461                      | 2,08                     | 1,73                   | 420                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN 2**

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**  
 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**  
 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data esec.: **28/08/2015**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato: **Falda: Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 2,20     | Media      | 4            | 1,49         | 6             | 39,8                     | 36,3                     | 104         | 50                      | 1,99                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 2,20 : 4,20     | Media      | 18           | 1,49         | 27            | 145,1                    | 132,7                    | 180         | 168                     | 7,25                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 4,20 : 4,80     | Media      | 11           | 1,49         | 16            | 83,7                     | 76,6                     | 161         | 110                     | 4,18                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 4,80 : 6,40     | Media      | 20           | 1,49         | 30            | 143,0                    | 124,6                    | 204         | 182                     | 7,15                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi |
|----|-----------------|---------------|
| 1  | 0,00 : 2,20     | 6             |
| 2  | 2,20 : 4,20     | 27            |
| 3  | 4,20 : 4,80     | 16            |
| 4  | 4,80 : 6,40     | 30            |

| Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|
| 0,38                     | 1,85                     | 37,04  | 1,00   | 36                       |
| 1,69                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 83                       |
| 1,00                     | 1,97                     | 27,79  | 0,75   | 61                       |
| 1,88                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 90                       |

### NATURA GRANULARE

| Dr<br>% | $\phi$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 22      | 24          | 238                      | 1,89                     | 1,43                   | 139                      | ---       |
| 61      | 35          | 399                      | 2,03                     | 1,66                   | 352                      | ---       |
| 44      | 30          | 315                      | 1,97                     | 1,55                   | 252                      | ---       |
| 65      | 36          | 423                      | 2,05                     | 1,69                   | 377                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN 3**

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data esec.: **28/08/2015**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 1,00     | Media      | 5            | 1,49         | 7             | 47,3                     | 45,4                     | 91          | 57                      | 2,37                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 1,00 : 4,20     | Media      | 5            | 1,49         | 7             | 39,5                     | 34,9                     | 126         | 57                      | 1,97                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 4,20 : 6,40     | Media      | 20           | 1,49         | 30            | 143,4                    | 133,0                    | 202         | 182                     | 7,17                    | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\phi$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 1,00     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25          | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 2  | 1,00 : 4,20     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25          | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 3  | 4,20 : 6,40     | 30            | 1,88                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 90                       | 65      | 36          | 423                      | 2,05                     | 1,69                   | 377                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**
**4**

 Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data esec.: **28/08/2015**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | Media      | 5            | 1,49         | 7             | 44,9                     | 42,6                     | 87          | 57                      | 2,25                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,80 : 2,60     | Media      | 6            | 1,49         | 9             | 53,5                     | 47,2                     | 121         | 70                      | 2,68                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 2,60 : 3,20     | Media      | 11           | 1,49         | 16            | 88,4                     | 79,5                     | 148         | 110                     | 4,42                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 3,20 : 4,00     | Media      | 3            | 1,49         | 4             | 21,7                     | 19,1                     | 121         | 36                      | 1,08                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 4,00 : 4,60     | Media      | 12           | 1,49         | 18            | 90,9                     | 83,5                     | 163         | 121                     | 4,55                    | Coes./Gran. |             |
| 6  | 4,60 : 5,40     | Media      | 3            | 1,49         | 4             | 20,0                     | 18,0                     | 129         | 36                      | 1,00                    | Coes./Gran. |             |
| 7  | 5,40 : 6,40     | Media      | 40           | 1,49         | 59            | 270,6                    | 243,6                    | 232         | 313                     | 13,53                   | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\phi$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25          | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 2  | 0,80 : 2,60     | 9             | 0,56                     | 1,89                     | 34,00  | 0,92   | 44                       | 32      | 27          | 261                      | 1,92                     | 1,48                   | 173                      | ---       |
| 3  | 2,60 : 3,20     | 16            | 1,00                     | 1,97                     | 27,79  | 0,75   | 61                       | 44      | 30          | 315                      | 1,97                     | 1,55                   | 252                      | ---       |
| 4  | 3,20 : 4,00     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23          | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 5  | 4,00 : 4,60     | 18            | 1,13                     | 2,00                     | 26,21  | 0,71   | 65                       | 47      | 31          | 330                      | 1,98                     | 1,57                   | 275                      | ---       |
| 6  | 4,60 : 5,40     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23          | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 7  | 5,40 : 6,40     | 59            | 3,69                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 148                      | 88      | 45          | 646                      | 2,17                     | 1,88                   | 625                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN 5**

Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data eseg.: **28/08/2015**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp <sub>d</sub><br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,60     | Media      | 3            | 1,49         | 5             | 33,9                                  | 31,5                     | 78          | 43                      | 1,69                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,60 : 1,80     | Media      | 11           | 1,49         | 17            | 105,9                                 | 96,9                     | 126         | 116                     | 5,29                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 1,80 : 3,00     | Media      | 5            | 1,49         | 7             | 41,4                                  | 38,8                     | 124         | 57                      | 2,07                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 3,00 : 5,40     | Media      | 11           | 1,49         | 16            | 82,8                                  | 75,4                     | 159         | 110                     | 4,14                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 5,40 : 6,00     | Media      | 3            | 1,49         | 4             | 20,5                                  | 18,5                     | 133         | 36                      | 1,03                    | Coes./Gran. |             |
| 6  | 6,00 : 7,00     | Media      | 35           | 1,49         | 52            | 230,1                                 | 215,3                    | 231         | 283                     | 11,50                   | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\sigma$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,60     | 5             | 0,31                     | 1,83                     | 39,28  | 1,06   | 33                       | 18      | 24            | 230                      | 1,88                     | 1,41                   | 127                      | ---       |
| 2  | 0,60 : 1,80     | 17            | 1,06                     | 1,98                     | 26,99  | 0,73   | 63                       | 46      | 31            | 322                      | 1,97                     | 1,56                   | 264                      | ---       |
| 3  | 1,80 : 3,00     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25            | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 4  | 3,00 : 5,40     | 16            | 1,00                     | 1,97                     | 27,79  | 0,75   | 61                       | 44      | 30            | 315                      | 1,97                     | 1,55                   | 252                      | ---       |
| 5  | 5,40 : 6,00     | 4             | 0,25                     | 1,80                     | 41,67  | 1,13   | 30                       | 15      | 23            | 222                      | 1,87                     | 1,39                   | 116                      | ---       |
| 6  | 6,00 : 7,00     | 52            | 3,25                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 134                      | 86      | 43            | 592                      | 2,16                     | 1,86                   | 565                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**
**6**

 Committente: **AUCHAN S.P.A. - GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.**

 Cantiere: **Realizzazione edificio commerciale**

 Località: **Bellocchi di Fano (PU)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data esec.: **28/08/2015**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità<br>m | statistica | VCA<br>colpi | $\beta$<br>- | Nspt<br>colpi | rp<br>kg/cm <sup>2</sup> | qc<br>kg/cm <sup>2</sup> | Vs<br>m/sec | G<br>kg/cm <sup>2</sup> | Q<br>kg/cm <sup>2</sup> | natura      | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | Media      | 5            | 1,49         | 7             | 49,7                     | 47,3                     | 87          | 57                      | 2,49                    | Coes./Gran. |             |
| 2  | 0,80 : 1,40     | Media      | 15           | 1,49         | 23            | 147,9                    | 133,1                    | 131         | 147                     | 7,39                    | Coes./Gran. |             |
| 3  | 1,40 : 4,00     | Media      | 6            | 1,49         | 10            | 53,4                     | 47,6                     | 135         | 76                      | 2,67                    | Coes./Gran. |             |
| 4  | 4,00 : 5,20     | Media      | 21           | 1,49         | 32            | 157,5                    | 139,3                    | 199         | 192                     | 7,87                    | Coes./Gran. |             |
| 5  | 5,20 : 6,00     | Media      | 15           | 1,49         | 22            | 100,5                    | 89,2                     | 177         | 142                     | 5,02                    | Coes./Gran. |             |
| 6  | 6,00 : 6,40     | Media      | 43           | 1,49         | 63            | 290,5                    | 261,4                    | 237         | 330                     | 14,52                   | Coes./Gran. |             |

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

| n° | profondità<br>m | Nspt<br>colpi | Cu<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | W<br>% | e<br>- | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Dr<br>% | $\sigma$<br>° | E'<br>kg/cm <sup>2</sup> | Ysat<br>t/m <sup>3</sup> | Yd<br>t/m <sup>3</sup> | Mo<br>kg/cm <sup>2</sup> | Liq.<br>- |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1  | 0,00 : 0,80     | 7             | 0,44                     | 1,86                     | 36,00  | 0,97   | 39                       | 25      | 25            | 245                      | 1,90                     | 1,45                   | 150                      | ---       |
| 2  | 0,80 : 1,40     | 23            | 1,44                     | 2,06                     | 22,58  | 0,61   | 75                       | 55      | 34            | 369                      | 2,01                     | 1,62                   | 318                      | ---       |
| 3  | 1,40 : 4,00     | 10            | 0,63                     | 1,90                     | 33,04  | 0,89   | 47                       | 35      | 27            | 268                      | 1,93                     | 1,50                   | 184                      | ---       |
| 4  | 4,00 : 5,20     | 32            | 2,00                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 94                       | 67      | 37            | 438                      | 2,06                     | 1,71                   | 394                      | ---       |
| 5  | 5,20 : 6,00     | 22            | 1,38                     | 2,04                     | 23,28  | 0,63   | 73                       | 53      | 33            | 361                      | 2,00                     | 1,61                   | 309                      | ---       |
| 6  | 6,00 : 6,40     | 63            | 3,94                     | 2,10                     | 20,20  | 0,55   | 157                      | 90      | 46            | 677                      | 2,18                     | 1,89                   | 659                      | ---       |

**Elaborazioni esemplificative a puro uso indicativo.**

**L'eventuale utilizzo ed assunzione dei dati ivi riportati è piena ed unica responsabilità del soggetto utilizzatore**



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

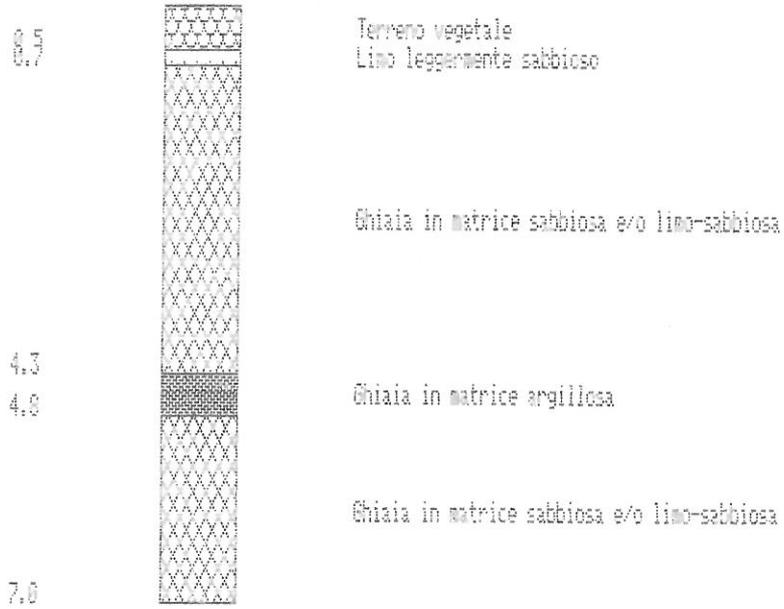
# STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI 1992

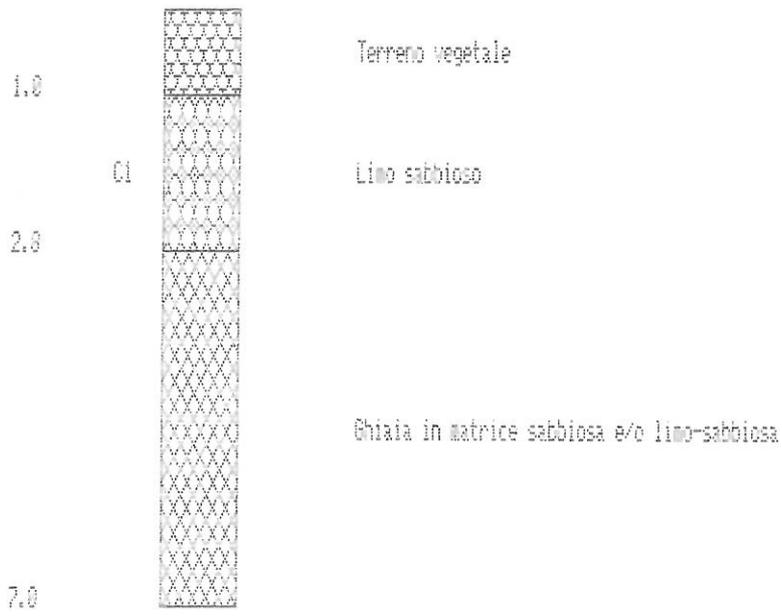
Commessa: 1414/15

Data: SETTEMBRE 2015

Ditte: **AUCHAN** s.p.a.  
**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA** s.p.a.  
FANO - Via L. Einaudi n ° 30

# ALLEGATO 6a

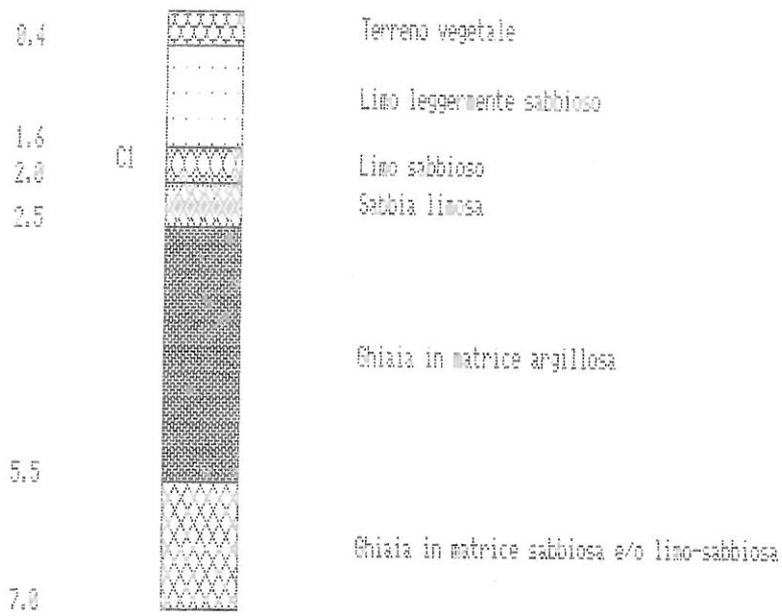




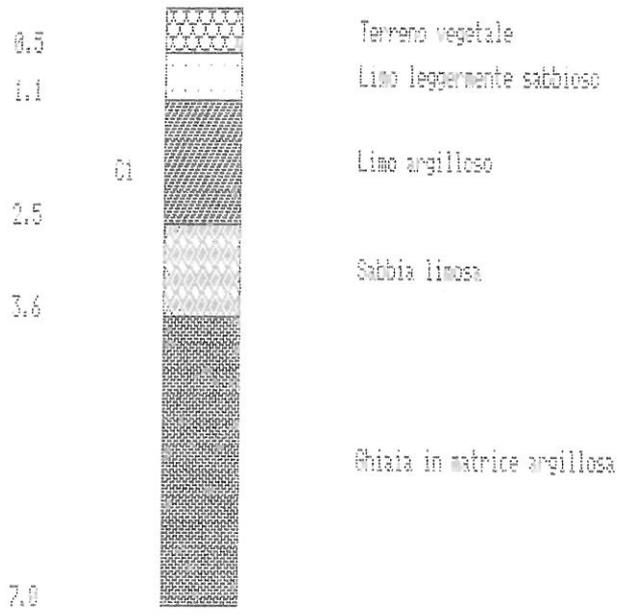
Colonna stratigrafica Sand.3

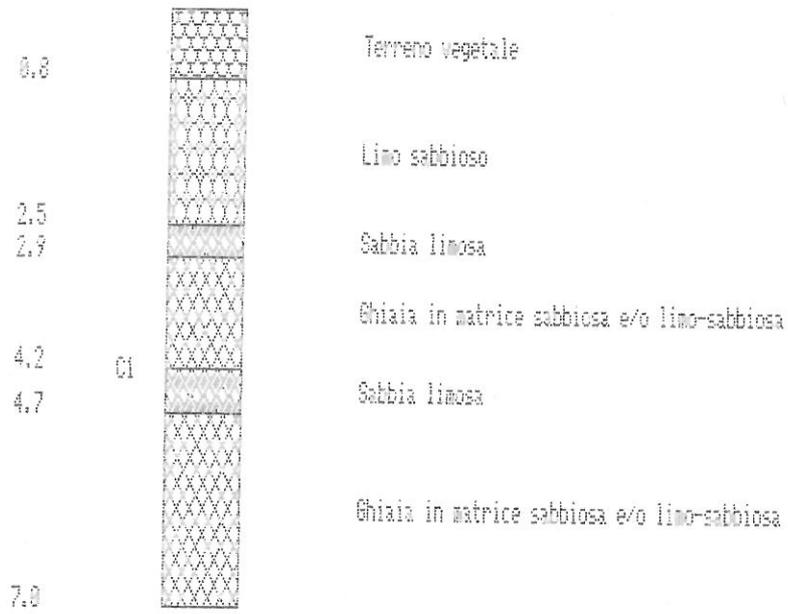
Localita' Bellorchi

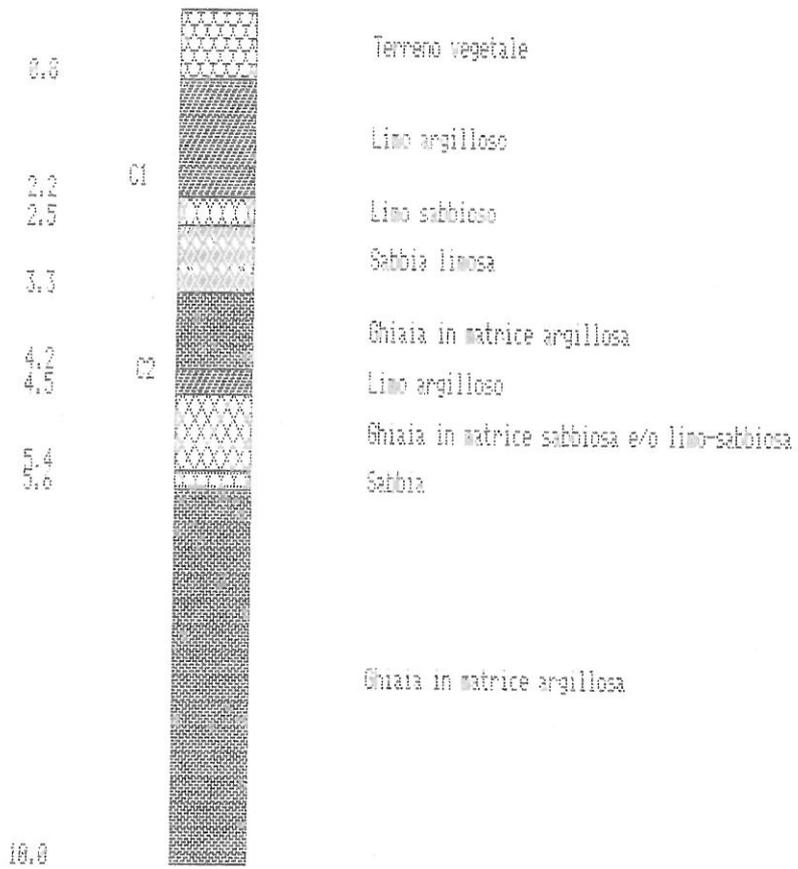
scala 1:100



Colonna stratigrafica Sond. 4      Località' Bellocchi      scala 1:100



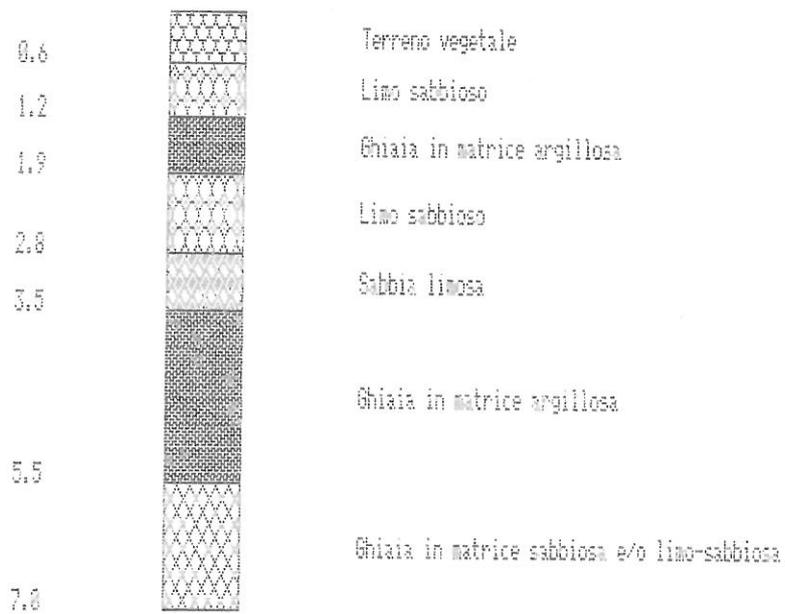


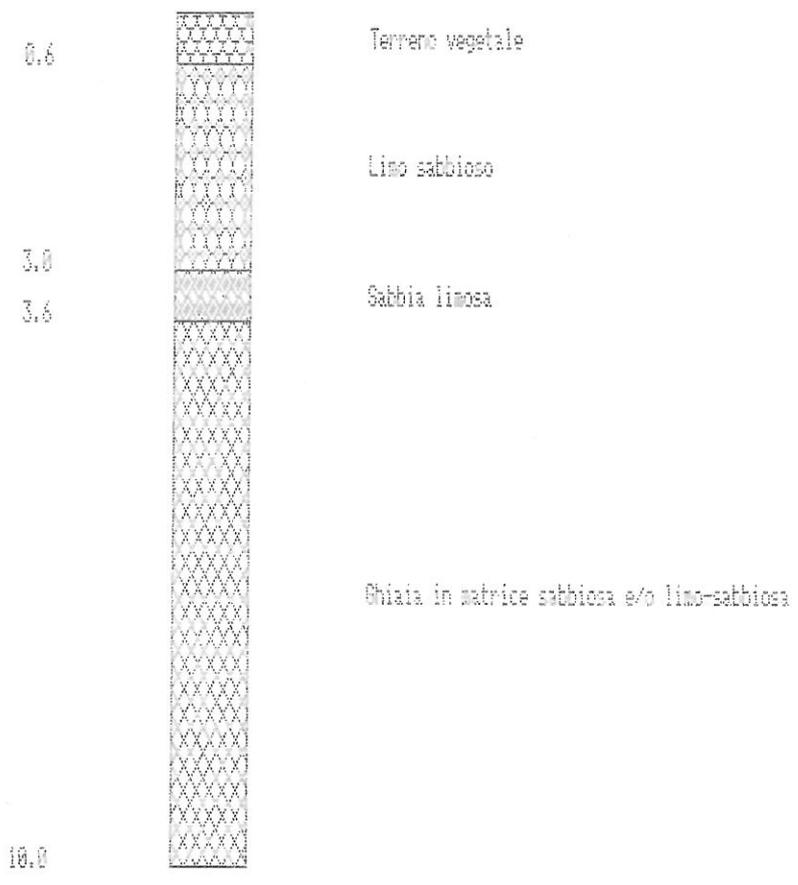


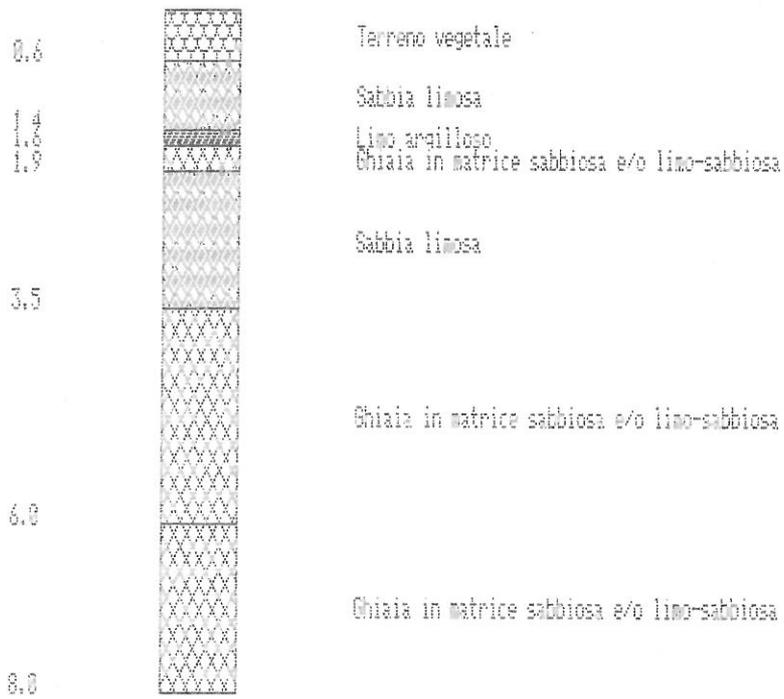
Colonna stratigrafica Sond. 7

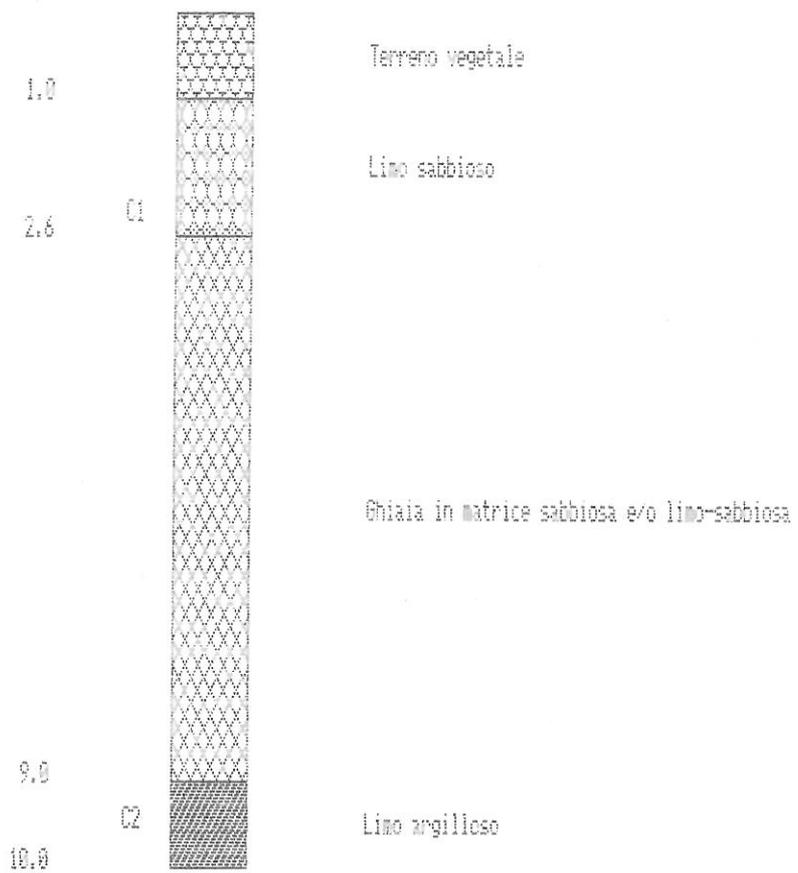
Località' Bellecchi

scala 1:100











**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

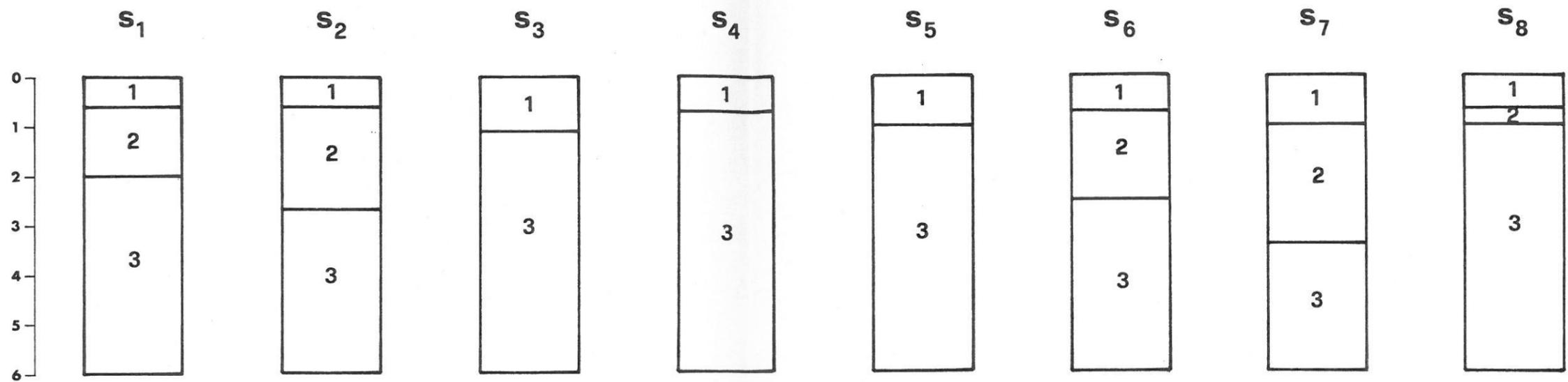
# STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI 1989

Commessa: 1414/15

Data: SETTEMBRE 2015

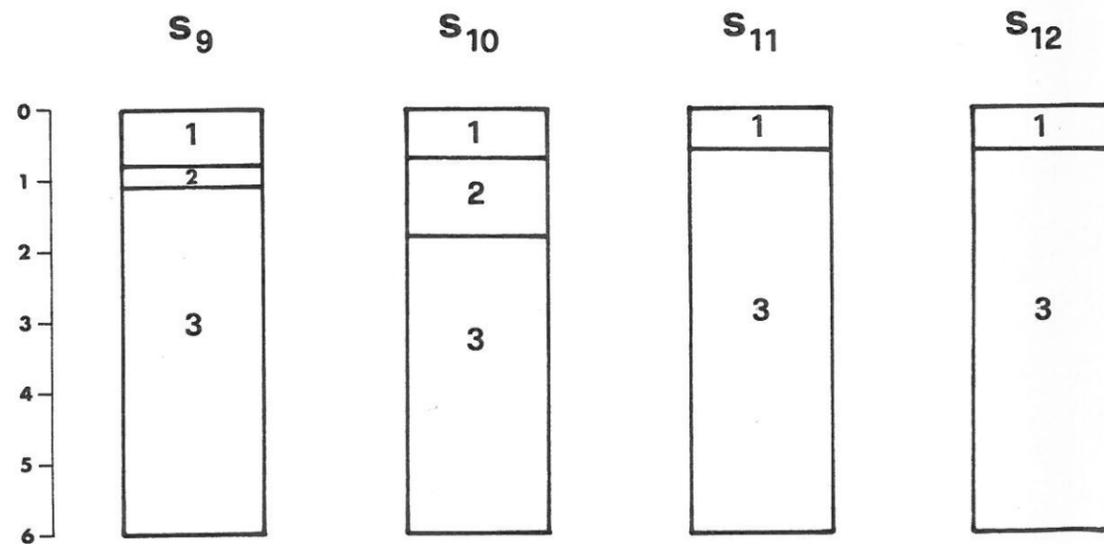
Ditte: **AUCHAN** s.p.a.  
**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA** s.p.a.  
FANO - Via L. Einaudi n ° 30

## ALLEGATO 6b



STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI

SCALA 1:100

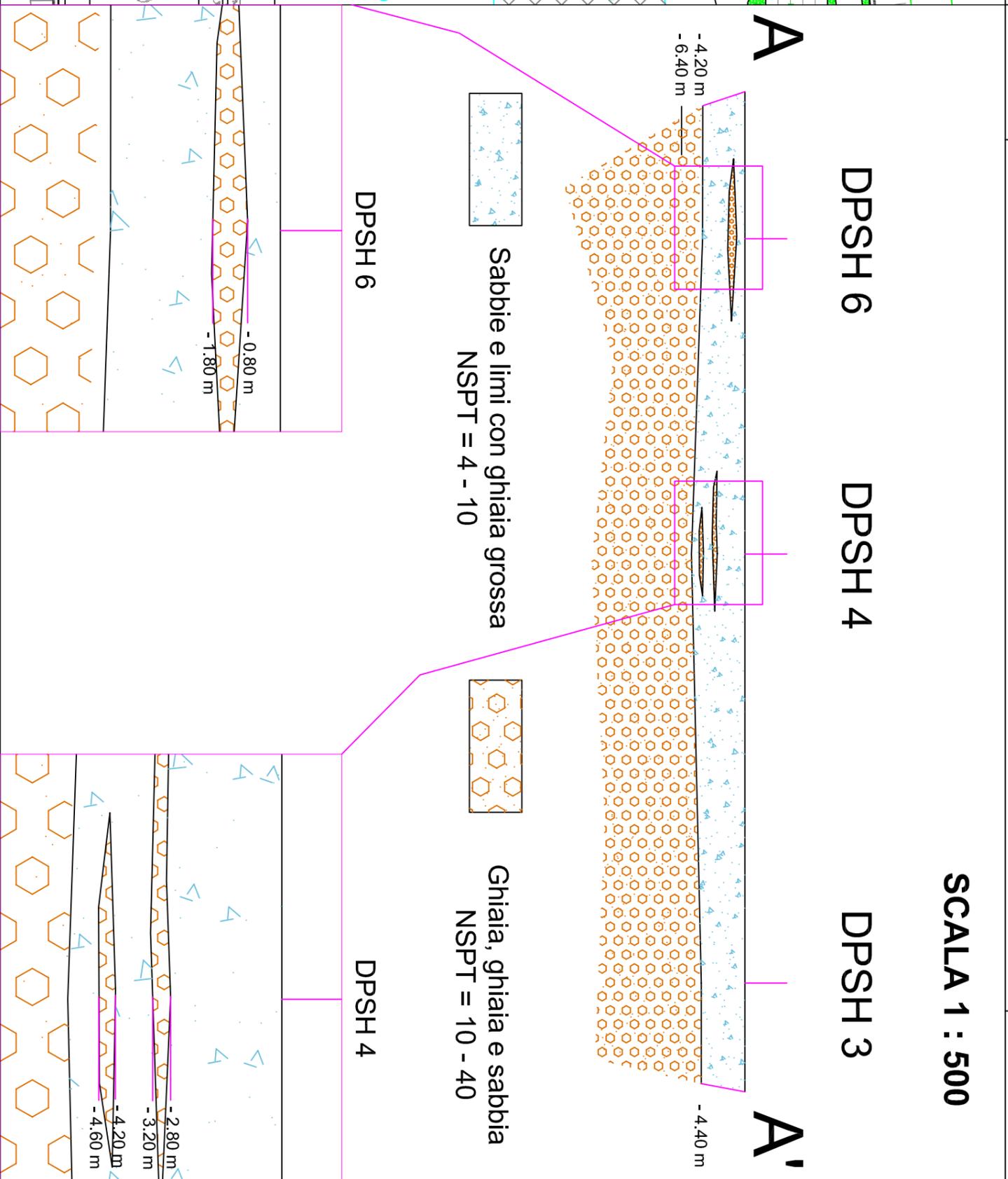
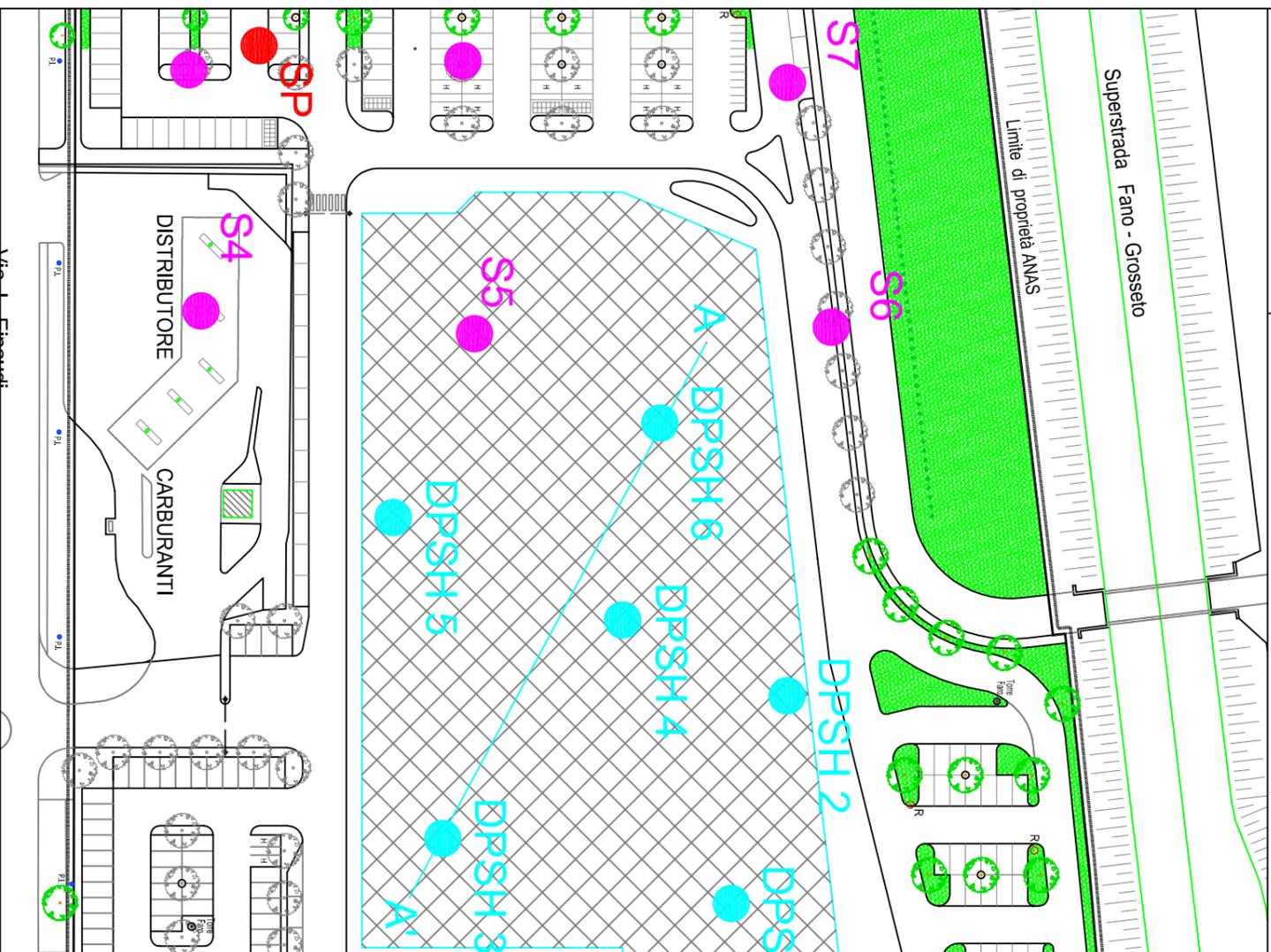


- 1 TERRENO VEGETALE LIMOSO-ARGILLOSO
- 2 LIMI ARGILLOSI E LIMI SABBIOSI
- 3 GHIAIE IN MATRICE LIMOSO-SABBIOSA





**SCALA 1 : 500**



- S1 Sondaggi Sn (1989)
- S1 Sondaggi Sn (1992)

DPSSHn (2015)

A—A' Traccia di sezione



Ditte: **AUCHAN** s.p.a.  
**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA** s.p.a.  
FANO - Via L. Einaudi n ° 30

# ALLEGATO 8

Regione delle Marche

IL PROGETTISTA:

PROVINCIA DI PESARO URBINO

IL GEOLOGO PROGETTISTA:

COMUNE DI SAN FANO

Rapporto Tecnico:

**INDAGINE SISMICA ATTIVA**  
**"MASW"**  
(Multi-channel Analysis of Surface Waves)"  
**in onde Rayleigh**  
(componente verticale)

Ubicazione Cantiere:

**BELLOCCHI**  
**LOC. ZONA IND.LE**  
**AMPLIAMENTO EDIFICIO AUCHAN**



COORDINATE GEOGRAFICHE **WGS84**  
baricentro MASW 1

Latitudine: 43.799464°

Longitudine: 13.010505°

**Committente:**

AUCHAN S.P.A.  
GALLERIE COMMERCIALI S.P.A.

**Richiedente:**

Studio GEOCON, Via Gozzi - Fano (PU)

**Data esecuzione:**

28 Agosto 2015



**STUDIO GEOLAND**

**Sede Legale:**  
P.zza I° Maggio n. 5  
06081 Assisi (PG)

**Sede Operativa:**  
Via V. Veneto, n. 14  
06083 Bastia U. (PG)

P. IVA: 02540680549  
C. Fisc.: PGNGRG72H16G478M

**RECAPITI**

tel. +39 075.3723177  
fax: +39 075.9976020  
mobile: +39 338.2940003  
mail: geolandpg@tiscali.it  
PEC: geolandpg@epap.sicurezza postale.it

IL RESPONSABILE



## SOMMARIO

|   |          |
|---|----------|
| <b>1.0 - PREMESSA.....</b>  | <b>2</b> |
| 1.1- INQUADRAMENTO PLANIMETRICO E FOTOGRAFICO.....                        | 2        |
| <b>2.0 - CARATTERISTICHE STRUMENTALI ED ESECUTIVE .....</b>               | <b>3</b> |
| 2.1.1- <i>Acquisizione Dati in Campagna</i> .....                         | 3        |
| 2.1.2- <i>Sismografo doReMi</i> .....                                     | 3        |
| 2.1.3- <i>Sistema di Energizzazione</i> .....                             | 5        |
| 2.1.4- <i>Geofono Trigger</i> .....                                       | 5        |
| 2.1.5- <i>Strumentazione di Ricezione dei Segnali</i> .....               | 5        |
| 2.1.6- <i>Software di Acquisizione</i> .....                              | 5        |
| 2.1.7- <i>Caratteristiche Geometriche dello Stendimento Sismico</i> ..... | 5        |
| 2.1.8- <i>Raccomandazioni</i> .....                                       | 5        |
| <b>3.0 - LA TECNICA MASW.....</b>   | <b>6</b> |
| 3.1- ANALISI DEL SEGNALE CON TECNICA MASW .....                           | 6        |
| 3.2- MODELLAZIONE E/O INVERSIONE.....                                     | 7        |
| <b>4.0 - RISULTATI INDAGINE MASW 1.....</b>                               | <b>7</b> |
| 4.1- MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO – MASW 1 .....                            | 8        |
| 4.1.1- <i>Ipotesi di Calcolo della Vs,30</i> .....                        | 8        |
| <b>5.0 - CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>                                   | <b>9</b> |

Si allegano a fine relazione:

- **TAVOLA 1**, report indagine MASW 1
- **Allegato 1**, WINMASW report indagine MASW 1

## 1.0 - PREMESSA

Su incarico e richiesta dello Studio GEOCON DI Fano (PU) in data 28/08/2015 è stata eseguita n. 1 indagine sismica attiva con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) in onde R (componente verticale) nel Comune di Fano (PU), loc. Bellocchi, Zona Ind.e, per il progetto di ampliamento dell'edificio commerciale AUCHAN S.P.A. esistente.

Le coordinate WGS84 del baricentro dello stendimento MASW 1 sono le seguenti:

| SIGLA INDAGINE | COORDINATE "WGS84" |             |
|----------------|--------------------|-------------|
|                | Latitudine         | Longitudine |
| MASW 1         | 43.616872°         | 12.972300°  |

L'indagine è finalizzata a ricostruire l'assetto sismostratigrafico (velocità delle onde di taglio  $V_s$ ) dei livelli più superficiali del terreno, anche per fornire il parametro  $V_{s,30}$  così come indicato dalla Normativa Sismica vigente.

## 1.1 - INQUADRAMENTO PLANIMETRICO E FOTOGRAFICO

Per l'inquadratura planimetrica generale si veda l'aerofotogrammetria di cui alla testata della presente relazione; per i dettagli, l'immagine satellitare e documentazione fotografica di seguito riportate.





## 2.0 - CARATTERISTICHE STRUMENTALI ED ESECUTIVE

### 2.1.1 - ACQUISIZIONE DATI IN CAMPAGNA

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita previo utilizzo di un sistema così costituito:

- Sismografo multicanale DoRemi della Sara Instruments S.r.l. a 16 canali,
- Sorgente energizzante,
- Geofono Trigger,
- Strumentazione di ricezione dei segnali,,
- Software di acquisizione.

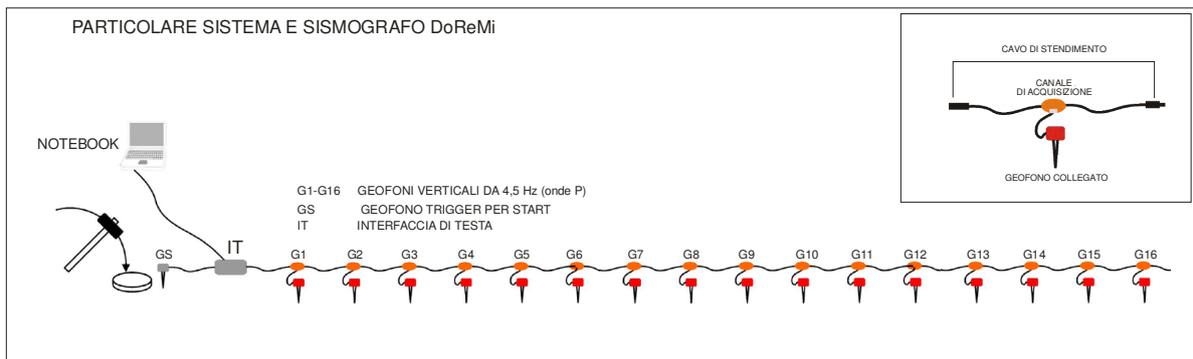
### 2.1.2 - SISMOGRAFO DOREMI

L'indagine sismica attiva con tecnica MASW è stata condotta con sismografo a trasmissione digitale DoReMi a 16 Bit, prodotto dalla Ditta SARA Electronic Instruments S.r.l.. Il sismografo DoReMi è uno strumento che distribuisce lungo il cavo di stendimento l'elettronica necessaria alla registrazione del segnale sismico. Ogni canale che compone il cavo è esso stesso un piccolo sismografo, e più canali in serie collegati vanno a formare una sorta di microrete facile da trasportare e gestire. Il sistema è pertanto completamente modulare e può essere gestito utilizzando il numero di canali di cui effettivamente si ha bisogno (da 1 ad N) in funzione del tipo di indagine sismica da effettuare collegandoli in serie attraverso connettori maschio-femmina. Ad ogni canale (digitalizzatore da 64 Kb di memoria) viene collegato un geofono per formare la microrete di acquisizione (così come sotto riportato); per l'indagine sono stati utilizzati n. 16 canali.

Il sismografo viene collegato al PC (dotato di software dedicato di acquisizione dei segnali sismici) con porta USB o RS232, tramite una speciale **interfaccia di comunicazione** (unità di testa del DoReMi) che ha la funzione di:

- provvedere energia elettrica al sismografo,
- collegare la rete dati dei canali (RS485),
- accettare il segnale di trigger,
- avviare con precisione la registrazione,
- segnalare all'operatore lo stato del sistema.

Il tutto secondo lo schema allegato.



### SISMOGRAFO DOREMI

#### Caratteristiche tecniche

|  |  |
|--|--|
| <i>Struttura</i>                                   |  |
| Classe costruttiva                                 | contenitore stabilizzato per pendola                                     |
| Impulso  | rete di flessione 35-40N in duplex multiplo                              |
| Capacità di memoria della rete                     | 1700 canali con capacità di memoria di lavoro con profondità 255         |
| Sensibilità massima di canali per canale           | 50mV/18mm  |
| Dimensioni dell'elemento sensibile e cavo di testa | 170 e 190mm con lunghezza cavo 5 metri                                   |
| Cavo   | 4 conduttori, 2 per alimentazione, 2 per segnale e trigger               |
| <i>Componente</i>                                  |  |
| Materiali  | 64 KHz/1 - 30000 campioni  |
| Frequenza di campionamento                         | 100, 1000, 4000, 8000, 10000, 20000, 30000, 40000, 80000, 100000, 200000 |
| Quantità di memoria di lavoro                      | 5, 3, 2, 1, 5, 2, 1, 2, 1, 0, 5, 0, 25, 0, 125, 0, 1, 0, 25              |
| Formati di salvataggio della memoria               | RAW, 120000, max 60 secondi  |
|  | RAW, 400000, max 1,5 secondi   |
|  | RAW, 1000000, max 1,5 secondi  |
| <i>Dinamica del sistema</i>                        |  |
| Accoppiamento con pendolo 10x                      | 1870 dB  |
| Accoppiamento con pendolo 1000x                    | 0,014 dB   |
| Impedenza di base                                  | 96dB (0,6 bar)   |
| Quantità massima del pre-amplificatore             | 80dB   |
| Segnale Noise Ratio RMS su 0,5 e 10Hz              | 90dB   |
| SNR range a 10s                                    | 0,1V p-p   |
| Accoppiamento RMS a 1000x e 10000, 35              | 0,0002003V p-p   |
| Dinamica reale sistema                             | 133dB  |
| Dinamica reale sistema post-processing             | 127dB (a qualità di frequenza di campionamento)                          |
| Dinamica reale sistema post-processing             | 133dB  |
| <i>Alimentazione</i>                               |  |
| Tensione di alimentazione                          | 10-15Vdc   |
| <i>Consumo</i>                                     |  |
| Alimentazione                                      | 30mA   |
| Per Cavo   | 4mA  |
| Consumo totale a 12 canali                         | 510mA  |
| <i>Caratteristiche A/D</i>                         |  |
| Impulso  | 5,5V   |
| Accoppiamento                                      | 16 bit   |
| Dinamica   | 96 dB  |
| <i>Interfaccia</i>                                 |  |
| Impulso  | di qualità reale con capacità di flessione                               |
| SNR  | 30dB parte da 1 pole, 20dB parte da 2 pole                               |
| Qualità  | da 10e a 8000x   |
| Accoppiamento di modo comune                       | 80dB   |
| Qualità (real-time)                                | con gradiente reale con capacità di flessione di 20dB                    |
| Capacità di flessione                              | 100dB  |

### 2.1.3 - SISTEMA DI ENERGIZZAZIONE

Il sistema utilizzato per la generazione di onde di compressione (Onde P) è costituito da una mazza con maglio in ferro dal peso di 5 Kg; l'energizzazione è avvenuta battendo la mazza verticalmente su una piastra in duralluminio del diametro di 20 cm circa, spessore 5 cm circa e peso di 2 Kg circa posta a diretto contatto con il terreno.

Sono state eseguite n. 10 battute verticali (causa presenza di elevato rumore ambientale antropico, dot che il sito si colloca entro una zona industriale).

### 2.1.4 - GEOFONO TRIGGER

Il sistema di registrazione è stato attivato da un geofono di start, chiamato "geofono trigger", nell'istante dell'energizzazione sismica che ha lasciato aperti i canali di acquisizione per una durata pari a 0,50 s.

### 2.1.5 - STRUMENTAZIONE DI RICEZIONE DEI SEGNALI

Alla microrete costituita dai n. 16 canali sono stati collegati n. 16 trasduttori di movimento verticali ("geofoni per acquisizione onde P") da 4,5 Hz, in modo da poter acquisire la componente verticale delle onde R.

### 2.1.6 - SOFTWARE DI ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei segnali tramite PC collegato all'interfaccia di comunicazione è avvenuta mediante software dedicato DoReMi.

### 2.1.7 - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLO STENDIMENTO SISMICO

Il sito per caratteristiche ambientali e di estensione ha reso possibile l'esecuzione di n. 16 **STEDIMENTO SISMICO denominato MASW 1** a 16 canali con n. 16 geofoni verticali aventi distanza di m 4,0 cadauno.

La lunghezza totale dello stendimento è stata di 60,0 m con offset (shot 1) a 6,0 m dal geofono n. 1; il tutto come individuato nel modello schematico visibile in **Tavola 1** alla presente.

Delle 10 registrazione effettuate con le n. 10 singole battute verticali, è stata effettuata l'operazione di stacking in modo da minimizzare il rumore ambientale; il file ottenuto è stato salvato in formato .seg2 per successiva elaborazioni con software dedicato.

### 2.1.8 - RACCOMANDAZIONI

A ciascun canale è stato assegnato guadagno costante (stesso valore), senza applicazione di filtri né guadagno automatico ai singoli canali.

### 3.0 - LA TECNICA MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa.

Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc..

La tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) permette di determinare con buona approssimazione il profilo di velocità delle onde di taglio sia mediante analisi delle singole componenti delle onde di Rayleigh (verticale o radiale) che di Love.

La metodologia è di tipo attivo in quanto le onde superficiali, generate dalla composizione vettoriale delle onde di volume (P ed S) incidenti sulla superficie libera, sono prodotte mediante energizzazione artificiale.

I metodi che si basano sulla propagazione ed analisi delle onde di superficie sono particolarmente utilizzati in quanto:

1. la percentuale di energia convertita in onde Rayleigh e Love è di gran lunga predominante (67% circa) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione di onde P (7% circa) e S (26% circa);
2. l'ampiezza delle onde di superficie dipende da  $\sqrt{r}$  e non da  $r$  come per le onde di volume (metodi particolarmente indicati per suoli altamente attenuati ed ambienti rumorosi);
3. non sono limitati (come per esempio la rifrazione) dalla presenza di inversioni o decrementi di velocità in profondità,
4. hanno una buona risoluzione (a differenza del metodo a riflessione),
5. la propagazione delle onde di superficie, anche se influenzati da  $V_P$  e dalla densità dei materiali, è funzione innanzitutto della  $V_S$  (parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito e negli studi di amplificazione per scuotimento sismico dei terreni di un sito).

### 3.1 - ANALISI DEL SEGNALE CON TECNICA MASW

Le onde di Rayleigh (componente verticale ed orizzontale) come le onde di Love sono soggette al fenomeno fisico della **dispersione**, ossia le differenti lunghezze d'onda e frequenze con le quali si propagano nel semispazio forniscono informazioni su volumi (spessori) di terreno proporzionalmente alla lunghezza d'onda ed inversamente alla frequenza.

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro.

Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh (o di Love), mediante tecnica MASW, viene

eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh (e di Love) rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh (e di Love) si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale (curve modali), e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### 3.2 - MODELLAZIONE e/o INVERSIONE

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere:

- nel caso di inversione/modellazione con curve modali, una sovrapposizione delle curve di dispersione teoriche (curve dei vari modi individuati dall'utente) con quelle sperimentali (registrate);
- nel caso di inversione/modellazione dello spettro di velocità di fase, una sovrapposizione delle contour lines dello spettro sintetico con lo spettro delle velocità di fase registrato (spettro f-v, analisi FVS - Full Velocity Spectrum).

### 4.0 - RISULTATI INDAGINE MASW 1

I risultati dell'indagine sismica MASW 1 sono riportati in **TAVOLA 1** risultati conseguiti con il software dedicato all'analisi delle onde superficiali *WINMASW 7.0 versione Academy*.

I segnali registrati con geofoni (STEP 1), ovvero i segnali riferibili alle onde R, sono stati elaborati con analisi spettrale 2D (STEP 2) al fine di identificare lo spettro di velocità (di fase) oltre che alle curve modali (massimi delle coppie v-f).

Si è proceduto al picking (STEP 3) della curva sperimentale e, partendo da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S attraverso un processo detto di INVERSIONE si è cercato di ottenere:

- la migliore sovrapposizione della curva di dispersione teorica (da modello geologico) con quella sperimentale (STEP 4),
- il miglior confronto tra spettro di velocità registrato e spettro sintetico (STEP 6).

Al modello che più approssima la curva sperimentale/spettro di velocità (registrato) con quella teorica/o (da modello) si è attribuito il corrispondente profilo di Vs (MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO - STEP 5).

**4.1 - MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO – MASW 1**

L'indagine ha permesso di definire il seguente modello sismostratigrafico verticale (1D) di sito:

| MODELLO SISMICO DI SINTESI - MASW 1 (mean model) |                   |                 |               |
|--|-------------------|-----------------|---------------|
| n. iesimo sismostrato                            | Profondità<br>[m] | Spessore<br>[m] | Vs<br>[m/sec] |
| 1  | 0,40              | 0,40            | 197,00        |
| 2  | 0,70              | 0,30            | 257,00        |
| 3  | 1,60              | 0,90            | 219,00        |
| 4  | 4,00              | 2,40            | 403,00        |
| 5  | 6,80              | 2,80            | 430,00        |
| 6  | 12,70             | 5,90            | 598,00        |
| 7  | 19,50             | 6,80            | 385,00        |
| 8  | 22,10             | 2,60            | 466,00        |
| 9  | sotto 22,10       | inf.            | 770,00        |

**4.1.1 - IPOTESI DI CALCOLO DELLA Vs,30**

In base al paragrafo 3.2.2 delle Nuove NTC '08, in funzione della sismostratigrafia rilevata, viene eseguita una stima di calcolo della  $V_{s,30}$  per diverse profondità di collocamento dei piani fondali (a partire dal p.c. attuale nel punto di indagine **MASW 1**, con utilizzo della sismostratigrafia del "mean model").

| $V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}$ |                                      |
|--|--------------------------------------|
| calcolo $V_{s,30}$ (m/s)   | profondità piano fondale da p.c. (m) |
| <b>475,12</b>  | 0,00                                 |
| <b>488,82</b>  | 0,50                                 |
| <b>501,06</b>  | 1,00                                 |
| <b>515,12</b>  | 1,50                                 |
| <b>522,29</b>  | 2,00                                 |
| <b>527,72</b>  | 2,50                                 |
| <b>533,27</b>  | 3,00                                 |
| <b>538,93</b>  | 3,50                                 |
| <b>544,72</b>  | 4,00                                 |

## 5.0 - CONSIDERAZIONI FINALI

La scelta della categoria di sottosuolo spetta al progettista e relatore della relazione sismica a corredo del progetto, sulla scorta delle considerazioni e studi precedentemente riportati.

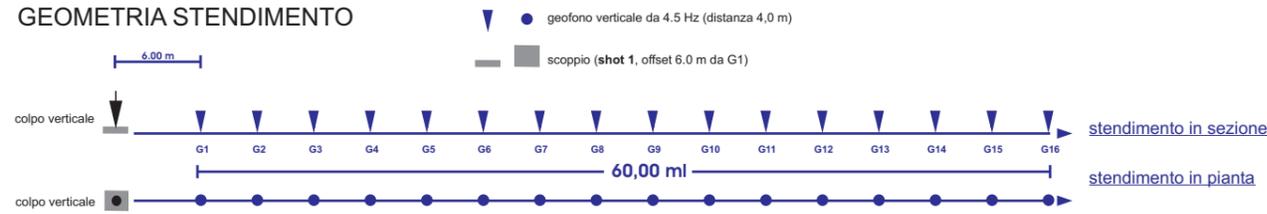
La scelta dovrà tenere conto anche delle eventuali differenze topografiche e dunque anche di spessore dei sismostrati individuati, tra il punto effettivo di esecuzione dell'indagine MASW in oggetto, e lo specifico sedime progettuale.

**Dr. Giorgio PIAGNANI**

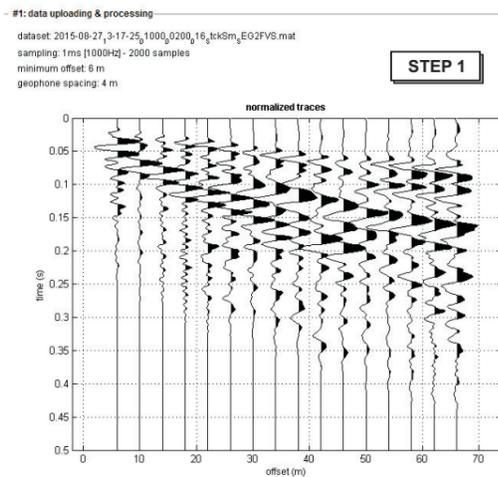


### MASW 1 in onde R (componente verticale)

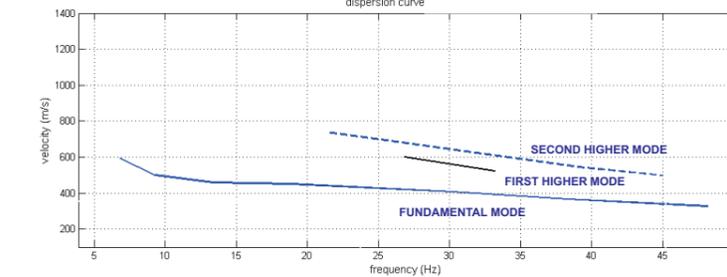
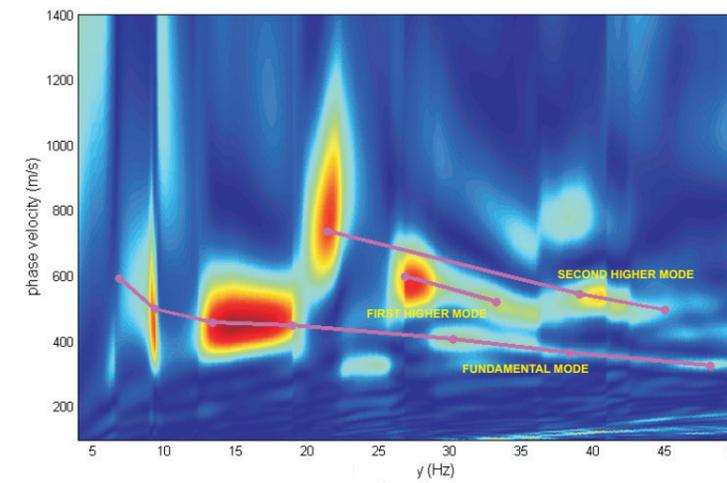
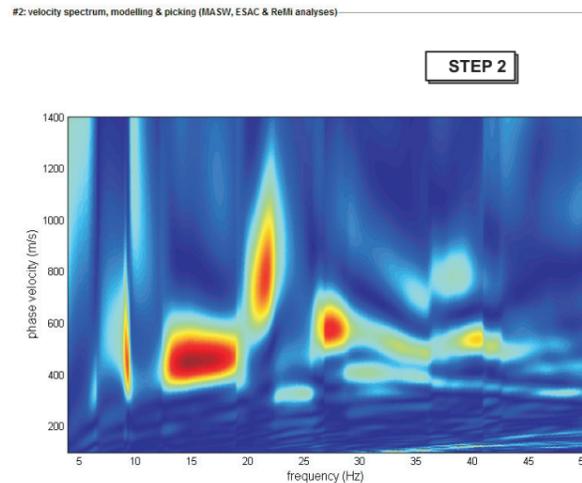
#### GEOMETRIA STENDIMENTO



#### TRACCE DEI SEGNALI ACQUISITI

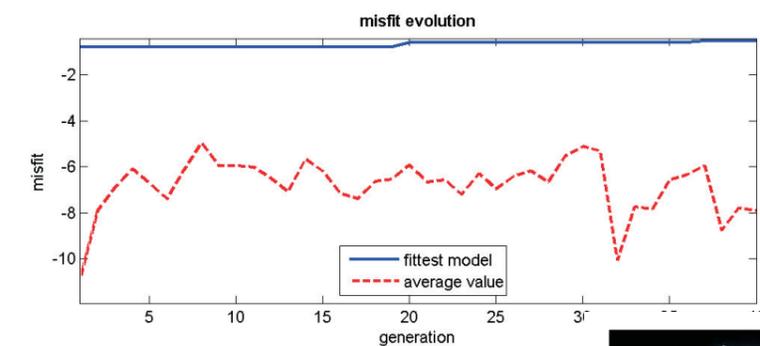
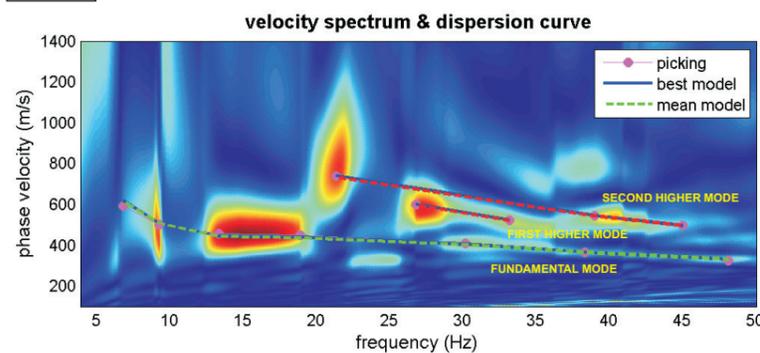


#### SPETTRO F - V (di fase)

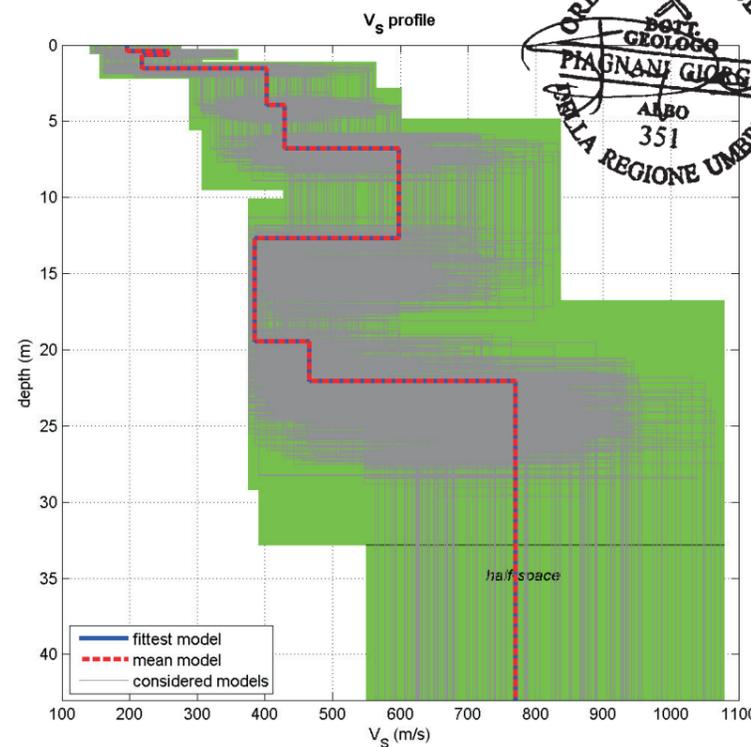


### INVERSIONE (Curve modali)

**STEP 4**



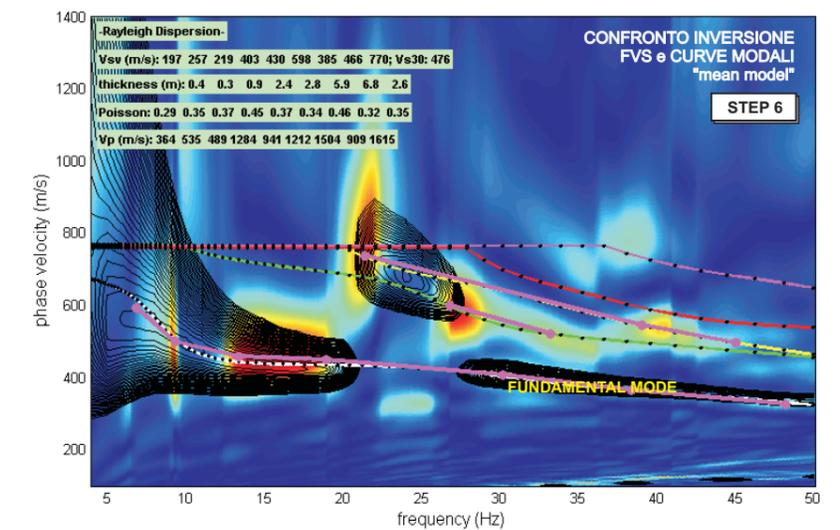
www.winmasw.com



**MODELLO SISMICO DI SINTESI - MASW 1 (mean model)**

**STEP 5**

| n. iesimo sismostrato | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/sec] |
|-----------------------|----------------|--------------|------------|
| 1                     | 0,40           | 0,40         | 197,00     |
| 2                     | 0,70           | 0,30         | 257,00     |
| 3                     | 1,60           | 0,90         | 219,00     |
| 4                     | 4,00           | 2,40         | 403,00     |
| 5                     | 6,80           | 2,80         | 430,00     |
| 6                     | 12,70          | 5,90         | 598,00     |
| 7                     | 19,50          | 6,80         | 385,00     |
| 8                     | 22,10          | 2,60         | 466,00     |
| 9                     | sotto 22,10    | inf.         | 770,00     |



winMASW\_report.txt

===== SECTION#1

dataset: 2015-08-27\_13-17-25\_01000\_00200\_016\_stckSm\_SEG2FVS.mat  
 sampling (ms): 1  
 minimum offset (m): 6  
 geophone spacing (m): 4  
 offsets (m): 6 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46 50 54 58 62 66  
 Dispersion curve: 3m.cdp  
 Number of individuals: 30  
 Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 141 184 156 288 307 427 375 391 550  
 Adopted search space (maximum Vs): 276 360 307 564 602 837 539 766  
 1078

Adopted search space (minimum Poisson): 0.17277 0.19789 0.22473  
 0.26722 0.2251 0.1975 0.27896 0.19751 0.20884  
 Adopted search space (maximum Poisson): 0.40314 0.46174 0.498  
 0.498 0.498 0.46083 0.498 0.46086 0.48729

Adopted search space (minimum Qs): 14.778 19.278 16.428 30.228  
 32.25 44.85 21.378 41.028 62.1  
 Adopted search space (maximum Qs): 34.482 44.982 38.332  
 70.532 75.25 104.65 49.882 95.732 144.9

Adopted search space (minimum reference frequency): 1  
 Adopted search space (maximum reference frequency): 48.1841

Adopted search space (minimum thickness): 0.28571 0.19286 0.63571  
 1.7214 2.0214 5.2071 4.8286 1.85  
 Adopted search space (maximum thickness): 0.56 0.378 1.246  
 3.374 3.962 10.206 9.464 3.626

===== SECTION#2

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -10.8388  
 -0.787622  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -7.9164  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -6.8906  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -6.0867  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -6.7152  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -7.3946  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -6.1168  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -4.9645  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -5.9512  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -5.9536  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -6.0209  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -6.4987  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -7.0804

winMASW\_report.txt

-0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -5.663  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -6.2013  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -7.1606  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -7.394  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -6.6366  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -6.5116  
 -0.78762  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -5.9159  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -6.6659  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -6.5514  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -7.1934  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -6.289  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -6.9522  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -6.4209  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -6.1866  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -6.6718  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -5.5116  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -5.1129  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -5.3224  
 -0.59131

Adopted search space (minimum Vs): 141 184 156 288 307 427 375 391 550  
 Adopted search space (maximum Vs): 276 360 307 564 602 837 539 766  
 1078

Adopted search space (minimum Qs): 14.778 19.278 16.428 30.228  
 32.25 44.85 21.378 41.028 62.1  
 Adopted search space (maximum Qs): 34.482 44.982 38.332  
 70.532 75.25 104.65 49.882 95.732 144.9

Adopted search space (minimum reference frequency): 1  
 Adopted search space (maximum reference frequency): 48.1841

Adopted search space (minimum Poisson): 0.17277 0.19789 0.22473  
 0.26722 0.2251 0.1975 0.27896 0.19751 0.20884  
 Adopted search space (maximum Poisson): 0.40314 0.46174 0.497  
 0.497 0.497 0.46083 0.497 0.46086 0.48729

Adopted search space (minimum thickness): 0.28571 0.19286 0.63571  
 1.7214 2.0214 5.2071 4.8286 1.85  
 Adopted search space (maximum thickness): 0.56 0.378 1.246  
 3.374 3.962 10.206 9.464 3.626

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -10.0691  
 -0.591315  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -7.733  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -7.8341

winMASW\_report.txt

-0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -6.5688  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -6.3533  
 -0.59131  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -5.9354  
 -0.5192  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -8.7623  
 -0.5192  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -7.7808  
 -0.5192  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -7.8951  
 -0.5192

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

Vs (m/s): 197 257 219 403 430 598 385 466 770  
 Thickness (m): 0.4 0.27 0.89 2.4 2.8 5.9 6.8  
 2.6

Number of models considered to calculate the average model: 5

#####  
 RESULTS  
 #####

Dataset: 2015-08-27\_13-17-25\_01000\_00200\_016\_StckSm\_SEG2FVS.mat  
 Analyzed curve/spectrum: 3m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-wave Dispersion

=====

MEAN MODEL  
 Vs (m/s): 197 257 219 403 430 598 385 466 770  
 Standard deviations (m/s): 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Thickness (m): 0.4 0.3 0.9 2.4 2.8  
 5.9 6.8 2.6  
 Standard deviations (m): 0.0+0.0i 0.0+0.0i 0.0+0.0i 0.0+0.0i 0.0+0.0i  
 0.0+0.0i 0.0+0.0i 0.0+0.0i 0.0+0.0i 0.0+0.0i

Approximate values for vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 364 535 489 1284 941 1212 1504 909 1615  
 Density (gr/cm3): 1.81 1.90 1.88 2.11 2.04 2.10  
 2.15 2.03 2.17  
 Vp/Vs ratio: 1.85 2.08 2.23 3.19 2.19 2.03 3.91 1.95  
 2.10  
 Poisson: 0.29 0.35 0.37 0.45 0.37 0.34 0.46 0.32 0.35  
 Shear modulus (MPa): 70 126 90 343 377 751  
 319 441 1287  
 Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0 0  
 0 0 0 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model  
 f(Hz) VR(m/s)  
 6.82783 615.6813  
 9.30096 507.082  
 13.3541 443.1836  
 18.9187 435.4523  
 30.1852 402.5867

winMASW\_report.txt

38.3603 365.1669  
48.1841 331.5081

First higher mode

Mean model  
26.819 596.2608  
33.2079 521.1255

Second higher mode

Mean model  
21.3918 734.9378  
39.0472 544.035  
45.024 496.8701

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 197 257 219 403 430 598 385 466 770  
thickness (m): 0.4 0.27 0.89 2.41 2.83 5.9131  
6.76 2.59

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 361 510 489 1284 962 2008 1504 923 1692  
Density (gr/cm3): 1.81 1.89 1.88 2.11 2.04 2.22  
2.15 2.03 2.18  
Vp/Vs ratio: 1.83 1.98 2.23 3.19 2.24 3.36 3.91 1.98  
2.20  
Poisson: 0.29 0.33 0.37 0.45 0.38 0.45 0.46 0.33 0.37  
Shear modulus (MPa): 70 125 90 343 378 795  
319 442 1294  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model  
F(Hz) VR(m/s)  
6.82783 619.1504  
9.30096 507.262  
13.3541 444.9297  
18.9187 438.9256  
30.1852 405.6853  
38.3603 365.5835  
48.1841 331.1414

First higher mode)

best model  
26.819 601.2251  
33.2079 524.0359

Second higher mode)

best model  
21.3918 742.4832  
39.0472 545.0682  
45.024 496.9004

===== SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 43 m

Inversion quality: very good

winMASW\_report.txt

Vs5 (mean model): 322 m/s  
 Vs5 (best model): 322 m/s

Vs20 (mean model): 414 m/s  
 Vs20 (best model): 414 m/s

Vs30 (mean model): 476 m/s  
 Vs30 (best model): 476 m/s

===== SECTION#6

For Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori 100 m/s (ovvero 10 < cuS30 < 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

=====

winMASW - Surface Waves & Beyond  
 www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 5  
 Vs30 for the best model: 476  
 Analyzing phase velocities



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

## STRALCI PROGETTUALI

Commessa: 1414/15

Data: SETTEMBRE 2015

Ditte: **AUCHAN** s.p.a.  
**GALLERIE COMMERCIALI ITALIA** s.p.a.  
FANO - Via L. Einaudi n ° 30

# ALLEGATO 9

# - COMUNE DI FANO -

PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO ST5\_P28  
PER AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE  
"Metauro" IN VIA L. EINAUDI, 30

DITTE : - AUCHAN S.p.a.  
- GALLERIE COMMERCIALI ITALIA S.p.a.

PROGETTO: STUDIO ASSOCIATO di INGEGNERIA

DOTT. ING. FABIO TOMBARI — STEFANO ANSUINI

c.f. e p.i. 00937840411

VIA del TEATRO, 8 FANO (Pesaro) tel. 0721 / 802586 — 825702

# 5

DIMENSIONAMENTO E STANDARD

|       |                |
|-------|----------------|
| data  | Febbraio 2015  |
| agg.  | 29 Giugno 2015 |
| agg.  |                |
| agg.  |                |
| scala | 1:1000         |

## SUPERFICI DI VENDITA ED ALTRE ATTIVITA' PREVISTE NELL'AMPLIAMENTO

|    |                                |                                |
|----|--------------------------------|--------------------------------|
| D4 | Ampliamento Centro Commerciale | SV non alimentare = 5.440 mq.* |
|    |                                | SV alimentare = 500 mq.*       |
|    |                                | S altre attività = 600 mq.*    |

\* = valori tra loro modificabili nel rispetto globale dei parametri di parcheggio pubblici e privati (D.G.R. n° 120/15 e N.T.A. art. 8) come da seguenti verifiche

## VERIFICHE

L.R. n°27/2009 e regolamento  
D.G.R. n°120 del 02/03/2015 (Art. 26 Tab. 9)

Verifica su ampliamento SV

Ampliamento non alimentare = mq. 5.440 x 2,5 = 13.600 mq  
Ampliamento alimentare = mq. 500 x (2,5+15%) = 1.438 mq  
Ampliamento altre attività = mq. 600 x (0,4+0,3) = 420 mq

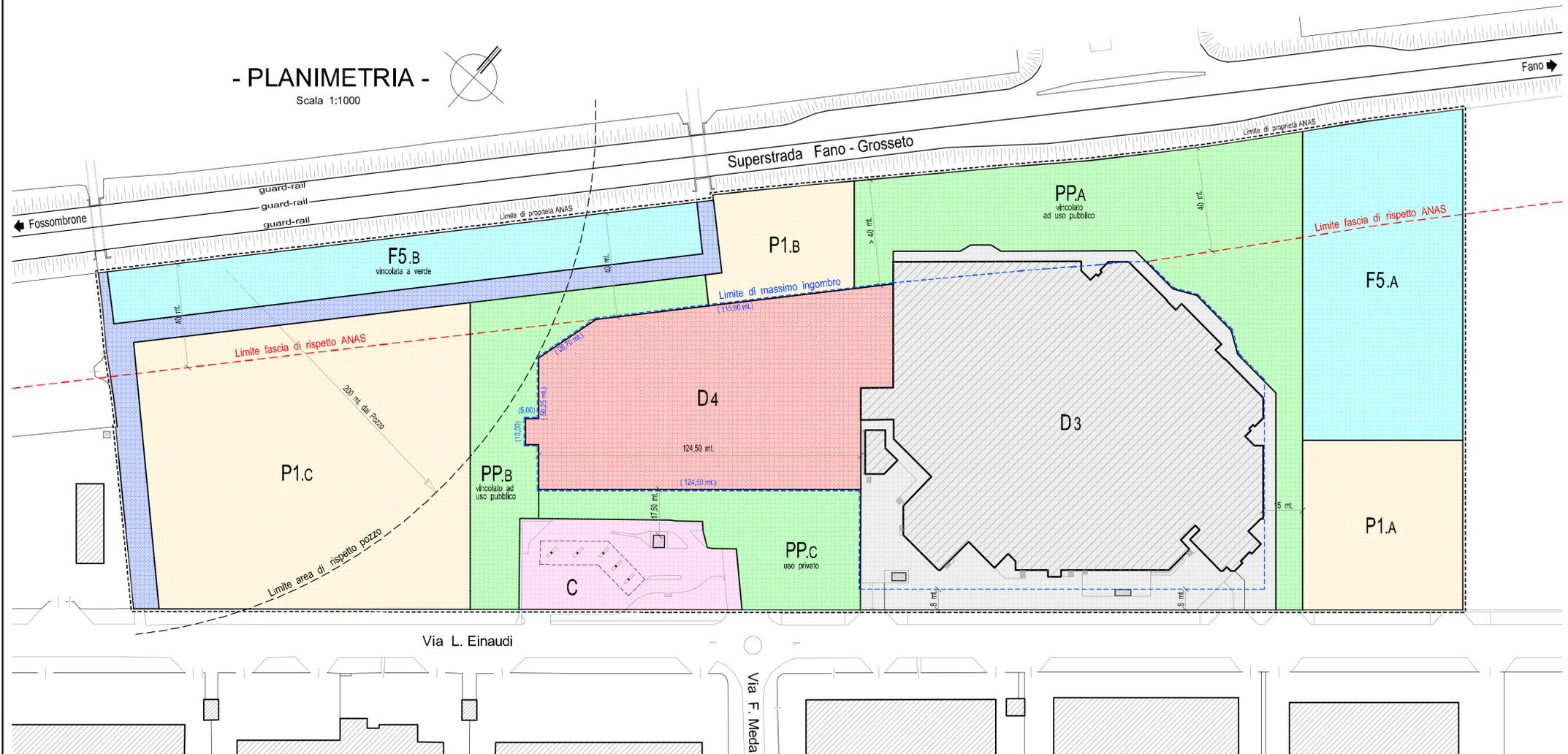
Totale = 15.458 mq  
Incremento totale parcheggi = 15.516 mq. > 15.458 mq.

P.R.G. Art. 8 ( U3.7-U3.8)

b) Verifica su ampliamento SV - Punto U3.7  
P richiesto ampliamento G1 = mq. 5.440 x 2,0 = 10.880 mq.  
P richiesto ampliamento G2 = mq. 500 x 2,5 = 1.250 mq.  
Totale = 12.130 mq.  
Incremento totale parcheggi P = 15.516 mq. > 12.130 mq.

## - PLANIMETRIA -

Scala 1:1000



## PARAMETRI URBANISTICI

|    |                             | di Progetto (mq.) | Esistenti (mq.) | Incremento (mq.) |
|----|-----------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| P1 | Parcheggi Pubblici (a raso) | 20.041            | 11.389          | 8.652            |
| PP | Parcheggi Privati (a raso)  | 15.970            | 9.106           | 6.864            |
| P  | TOTALE                      | 36.011            | 20.495          | 15.516           |

|    |                                      |        |       |       |
|----|--------------------------------------|--------|-------|-------|
| F5 | Zone servizi di interesse collettivo | 12.178 | 7.595 | 4.583 |
|----|--------------------------------------|--------|-------|-------|

|    |                              |  |
|----|------------------------------|--|
| D3 | Centro Commerciale Esistente | SUL = 21.859 mq.<br>Sc max. = 17.950 mq.<br>H max. = 10,50 mt. |
|----|------------------------------|--|

|    |                                |  |
|----|--------------------------------|--|
| D4 | Ampliamento Centro Commerciale | SUL = 9.700 mq.<br>Sc max. = 9.100 mq.<br>H max. = 10,50 mt. |
|----|--------------------------------|--|

|         |        |                                     |
|---------|--------|-------------------------------------|
| ST5_P28 | TOTALE | St = 83.113 mq.<br>SUL = 31.559 mq. |
|---------|--------|-------------------------------------|

## VERIFICHE

1) D.M. 1444/68 (Art. 5/2)

Tot. standard pubblico richiesto (SUL x 0,80) = mq. 31.559 x 0,80 = 25.247 mq.  
Tot. aree a standard (P1 + F5) = mq. 20.041 + 12.178 = 32.219 mq. > 25.247 mq.

Tot. parcheggio pubblico richiesto (SUL x 0,40) = mq. 31.559 x 0,40 = 12.624 mq.  
Tot. aree a parcheggio pubblico (P1) = mq. 20.041 > 12.624 mq.

2) P.R.G. Art. 8 ( U3.7-U3.8)

a) Verifica su totale SUL (mq. 30.859) - Punto U3.8  
P1 richiesto = mq. 31.559 x 0,4 = 12.624 mq. < 20.041 mq.  
PP richiesto = mq. 31.559 x 0,3 = 9.468 mq. < 15.970 mq.

3) Legge n°122 del 24-03-1989

Volume max. = PP x 10 = mq. 15.970 x 10 = 159.700 mc. (SULL'INTERO COMPARTO)

4) NTA del PRG - Artt. 44-46 estesa all'intero comparto

Aree permeabili:  
F5 - Zone F5 sistemate a verde = mq. 6.810  
- Aiuole nei parcheggi = mq. 2.600  
- Stalli parcheggi grigliati = mq. 10.875

Totale superfici permeabili (Sp) = mq. 20.285

$IPE = \frac{Sp}{St} = \frac{mq. 20.285}{mq. 83.113} = 0,244 > 0,20$

5) Regolamento D.G.R. n°120 del 02/03/2015 (Art. 29 comma 3)

Sc Superficie coperta massima = 17.950 + 9.100 = 27.050 mq.  
St Superficie Totale comparto = 83.113 mq.  
Rc = 27.050 mq. / 83.113 mq. = 0,326 < 1/3

## - PLANIMETRIA - (SISTEMAZIONE A TERRA)

Scala 1:2000

