

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI PESARO E URBINO  
COMUNE DI FANO



**OGGETTO**

**PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE DELL'HOTEL REGINA DA DESTINARE A STRUTTURA SANITARIA POLIAMBULATORIALE CON UN REPARTO PER DEGENTI IN STATO VEGETATIVO PERSISTENTE ED UN CENTRO CONGRESSI.**

**LOC. CARIGNANO TERME, VIA BEVANO N° 48/A**

**RELAZIONE GEOLOGICO  
TECNICA**

**DATA**

Fano, 15 Novembre 2008

**.Dott. Geol. Vittorio Longhini**



**STUDIO GEOLOGICO  
UNIGEO**

**Dott. Geol. Vittorio Longhini**  
Collaboratore: Dott. Geol. Marco Longhini

Via San Lazzaro, 6/H - 61032 Fano (PU)  
C.F. LNGVTR40M15D488I - P.I. 01497700417  
Tel / Fax 0721.809980 - Cel. 3384233755  
e-mail: unigeo2008@libero.it

**RICHIEDENTE:**  
ASCLEPIO s.r.l.  
Associazione Cante di Montevecchio Onlus

**PROGETTISTA:**  
Arch. Maria elena Pierini

# SOMMARIO

PREMESSA.....	2
DESCRIZIONE SOMMARIA DEL PROGETTO.....	3
UBICAZIONE.....	3
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI.....	5
LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI.....	6
CARATTERISTICHE INERENTI ALLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	8
LITOSTRATIGRAFIA.....	11
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	16
TIPOLOGIA DI FONDAZIONE E PROFONDITA' DEL PIANO D'IMPOSTA.....	27
CARICO LIMITE, CARICO AMMISSIBILE, CEDIMENTI ASSOLUTI.....	27
COEFFICIENTE DI FONDAZIONE (WINKLER).....	30
COEFFICIENTE SISMICO DI FONDAZIONE ( $\epsilon$ ) E PARAMETRIZZAZIONE DEL SITO NEI RIGUARDI DELLA RISPOSTA ALL'AZIONE SISMICA.....	37
SINTESI.....	40



**STUDIO GEOLOGICO UNIGEO**  
**Dott. Geologo Longhini Vittorio**

Via San Lazzaro, 6 / H - 61032 Fano (PU)  
Tel. & Fax 0721809980 - Cel. 3384233755  
E-mail: longhini1@unigeo.191.it  
Partita I.V.A. 01497700417

---

Fano, 15 Novembre 2008

## **PREMESSA**

Su incarico della **Ditta "ASCLEPIO s.r.l." Associazione Cante di Montevercchio Onlus** di Fano, in ottemperanza alle norme tecniche vigenti (*D.M.LL.PP.11-3-88, Circ.M.LL.PP. 24-09-88, D.M. 16-01-96, L.R. 03-11-84 n.33, Del.G.R. n.1977 PR/LPU del 02-08-99*), è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica riguardante l'area destinata all'intervento in oggetto, al fine di:

- a)-** evidenziare le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e della zona ad esso circostante fino a distanza significativa;
- b)-** determinare la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche dei litotipi presenti;
- c)-** caratterizzare dal punto di vista geomeccanico i terreni presenti fino a profondità significativa;
- d)-** verificare l'eventuale presenza di acque sotterranee;
- e)-** fornire i valori dei parametri fisico-meccanici necessari per la progettazione delle opere;
- f)-** fornire indicazioni sulla tipologia idonea delle fondazioni da adottare e valutare il loro carico ammissibile;
- g)-** valutare il valore dei cedimenti previsti;
- h)-** indicare il coefficiente di sottofondazione (Winkler);

L'indagine è stata così articolata:

- a) Raccolta, analisi ed elaborazione dei dati di carattere geologico, idrogeologico e stratigrafico ottenuti nel corso di precedenti studi, effettuati in aree limitrofe;
- b) Rilievi geologici e geomorfologici diretti;
- c) n. 3 sondaggi con sonda a rotazione,  $\phi$  22 cm, atti al prelievo di campioni semidisturbati, eseguiti dalla Ditta Grelli Roberto di Fossombrone;
- d) n. 5 prove penetrometriche statiche C.P.T. con attrezzo Pagani TG 73 (200 kN), eseguite dalla Ditta Geemme2 di Rimini;
- e) Prove in situ con pocket-penetrometer e scissometro sui campioni di terreno estratti;

## **DESCRIZIONE SOMMARIA DEL PROGETTO**

Il progetto prevede la ristrutturazione dell'ex Hotel Regina, da destinare a struttura sanitaria poliambulatoriale con reparto degenti ed un centro congressi.

I lavori consisteranno nella sistemazione interna dell'edificio esistente e nella realizzazione di due nuove costruzioni, annesse, ciascuna costituita da un piano interrato ed un piano fuori terra.

## **UBICAZIONE**

L'area in studio è ubicata in località Carignano Terme, via Bevano n. 48/A, nel Comune di Fano.

Essa si individua nella cartografia I.G.M. in scala 1:25.000 nella Tavoletta Foglio 109 Il N.E.-CARTOCETO e nell'ortofotocarta regionale in scala 1:10.000 sezione 268160 CARIGNANO .

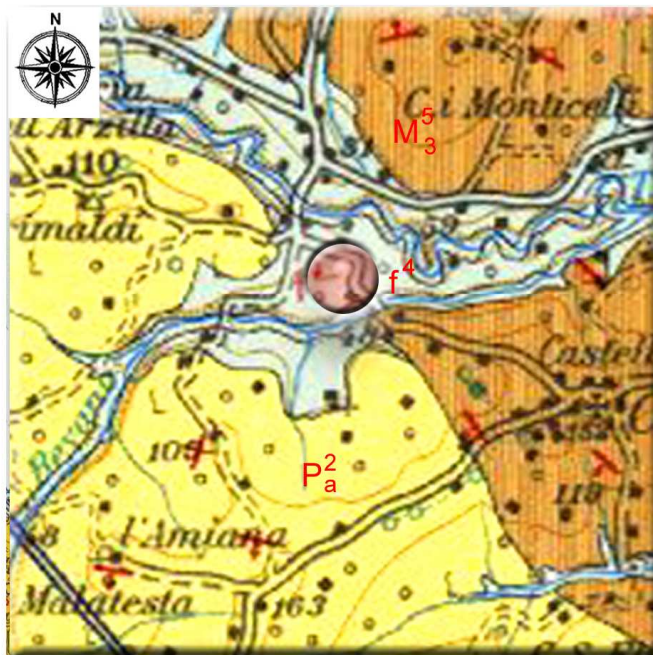


## CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

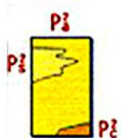
L'area risulta inserita all'interno di una zona compresa fra il Torrente Arzilla ed il Fosso Bevano interessata dai depositi alluvionali del terrazzo di quarto ordine dei due corsi d'acqua.

I terreni alluvionali sono costituiti da limi sabbiosi, discretamente addensati, inglobanti, più in profondità, lenti ghiaioso-sabbiose.

### ESTRATTO DI CARTA GEOLOGICA D'ITALIA FOGLIO 109 - PESARO / FOGLIO 110 - SENIGALLIA (FUORI SCALA)



**f<sup>4</sup>**  
Alluvioni e depositi litoranei, ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi, del IV ordine dei terrazzi, a 5-8 metri sul fondovalle.



Argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose (biozona a *Quinqueloculina bicarinata* D'ORBIGNY, *Globorotalia crassula* CUSHMAN e STEWART, *Cibicides robertsonianus* (BRADY) (P<sub>2</sub>) con intercalazioni di sabbie e arenarie talora debolmente cementate (P<sub>2</sub><sup>a</sup>) e di sabbie con ciottoli cristallini poligenici (porfidi quarziferi, gneiss, graniti, filladi) (P<sub>2</sub><sup>ξ</sup>).



Argille e marne argillose con intercalazioni arenacee (M<sub>3</sub><sup>m</sup>) passanti lateralmente ad arenarie debolmente cementate con frequenti intercalazioni argillose (M<sub>3</sub><sup>a</sup>). Nella parte alta si intercalano orizzonti (tipicamente cinque) di calcare evaporitico. FORMAZIONE A COLOMBACCI.

M<sub>3</sub><sup>m</sup>

Dall'esame della carta geologica ufficiale si può verosimilmente dedurre che, in tutta la zona, il sub-strato delle alluvioni sia rappresentato nella parte a nord-est della piana dalla formazione geologica miocenica "a colombacci"  $M^{5}_{3s}$  (*alternanze di arenarie debolmente cementate e di argille marnose*) in facies sabbiosa, mentre nella parte a sud-ovest dalla formazione geologica argillosa del pliocene medio  $P^2_a$  (*argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose*).

Il confine fra le due formazioni, probabilmente per faglia, avviene lungo un allineamento nord-ovest / sud-est, poco più ad ovest dell'area in oggetto.

Dal punto di vista strutturale, entrambe le formazioni rappresentano il fianco orientale di una sinclinale con asse nord-ovest / sud-est.

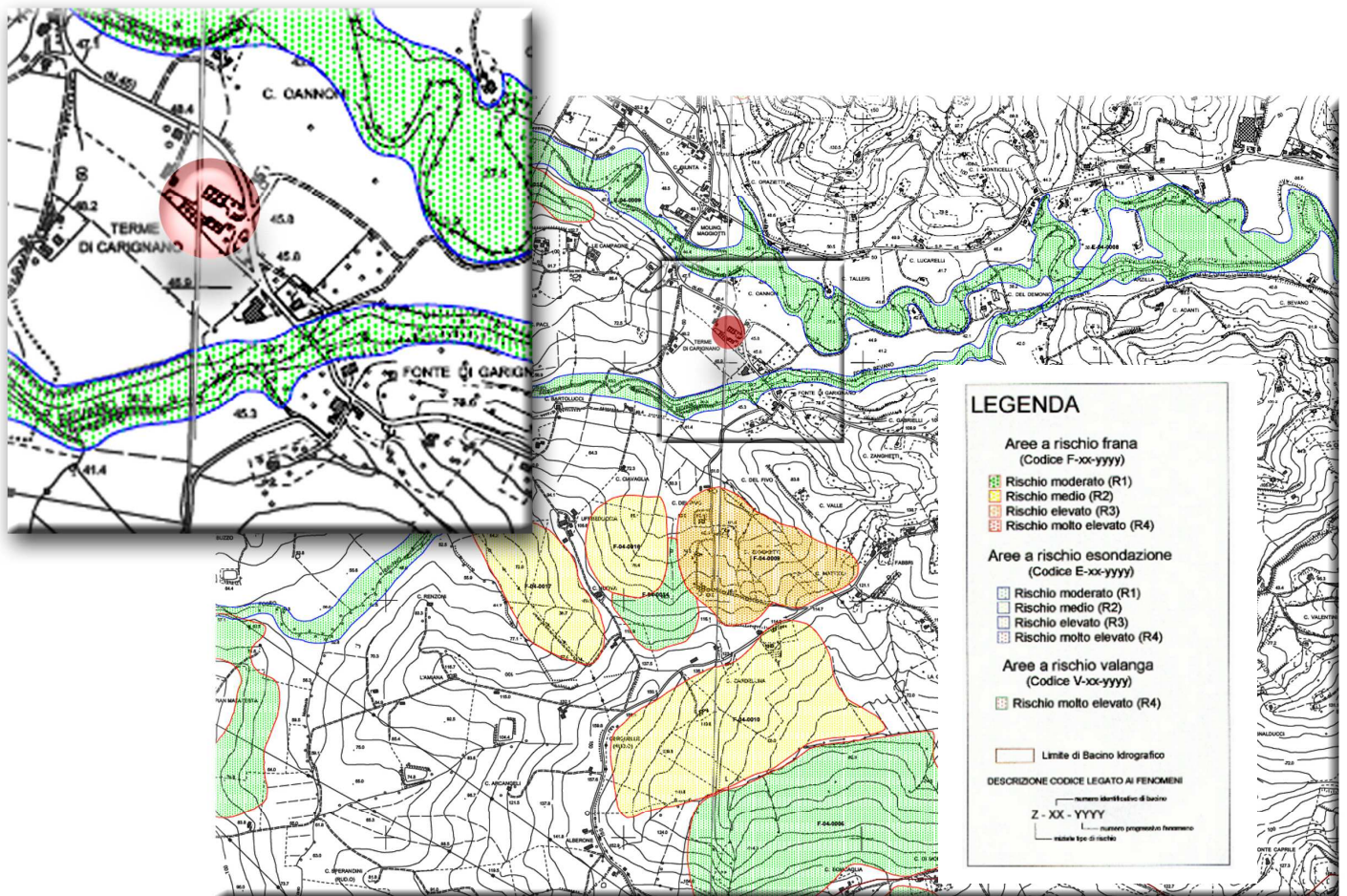
La stratificazione del substrato, secondo quanto è possibile dedurre dalla carta geologica ufficiale, ha direzione nord-ovest / sud-est ed immersione verso sud-ovest.

## **LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI**

L'area, perfettamente pianeggiante, è posta alla quota di 47 m. s.l.m. ed è caratterizzata da **un'ottima situazione di stabilità**.

Entro una distanza significativa non si rileva la presenza di elementi morfologici particolari né si evidenziano segni di fenomeni morfogenetici in atto o recenti o di alterazioni delle caratteristiche geomorfologiche naturali conseguenti ad interventi antropici, che possano anche in minima misura incidere sulle condizioni di stabilità dell'area stessa.

Anche nella cartografia R.I. del P.A.I ed in quella facente parte degli elaborati di carattere geologico-geomorfologico a supporto del P.R.G. entro una distanza influente **non risulta la presenza di situazioni caratterizzate da pericolosità idrogeologica.**



ESTRATTO DI CARTOGRAFIA P.A.I.  
TAV. RI\_06c / RI\_06b  
(fuori scala)



I depositi alluvionali, che caratterizzano l'area in oggetto, risultano superficialmente costituiti da depositi limoso-sabbiosi o limoso-argillosi caratterizzati da un basso grado di permeabilità.

Per la sua natura litologica la **coltre superficiale è infatti caratterizzata da un modesto grado di permeabilità**, variabile a seconda del tenore in sabbia, ( $K(m/s) = 10^{-5} - 10^{-9}$ ).

I sondaggi geognostici fino alle profondità raggiunte non hanno evidenziato la presenza di strati ghiaiosi, tuttavia si segnala che precedenti prospezioni effettuate nelle aree circostanti hanno rilevato lenti di ghiaie in matrice sabbioso-limosa, sature, a profondità comprese fra 9,0 e 10,0 m e fra 13,5 e 17,5 m.

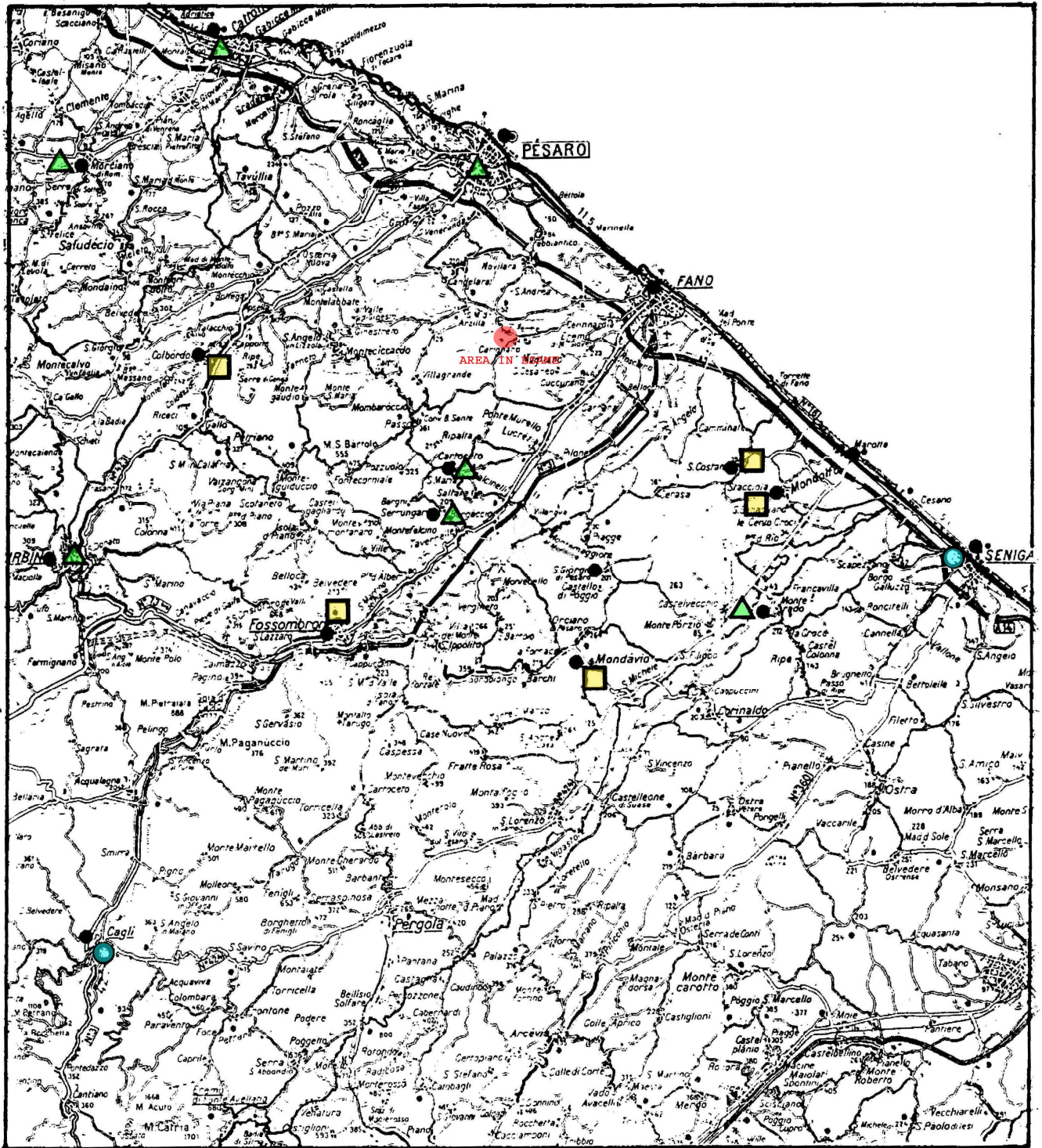
Da rilievi effettuati in un pozzo vicino e da notizie raccolte il **I.s. di falda** risulta posto approssimativamente **a circa 9,5 m. di profondità** da p.c.

## **CARATTERISTICHE INERENTI ALLA RISPOSTA SISMICA LOCALE**

L'area, come tutto il territorio comunale, è classificata dal D.M. 10-02-83, come **Zona di II Categoria** con il grado di sismicità **S=9**, ed è, pertanto, caratterizzata da un **coefficiente di intensità sismica (S-2)/100=0,07**.

Dalla Circ. n.15 del 28-08-90 è definita a "rischio medio", mentre per la Circolare P.C.M. n. 3.274/03 essa risulta classificata come **Zona 2** con  **$a_g = 0,25 g$**

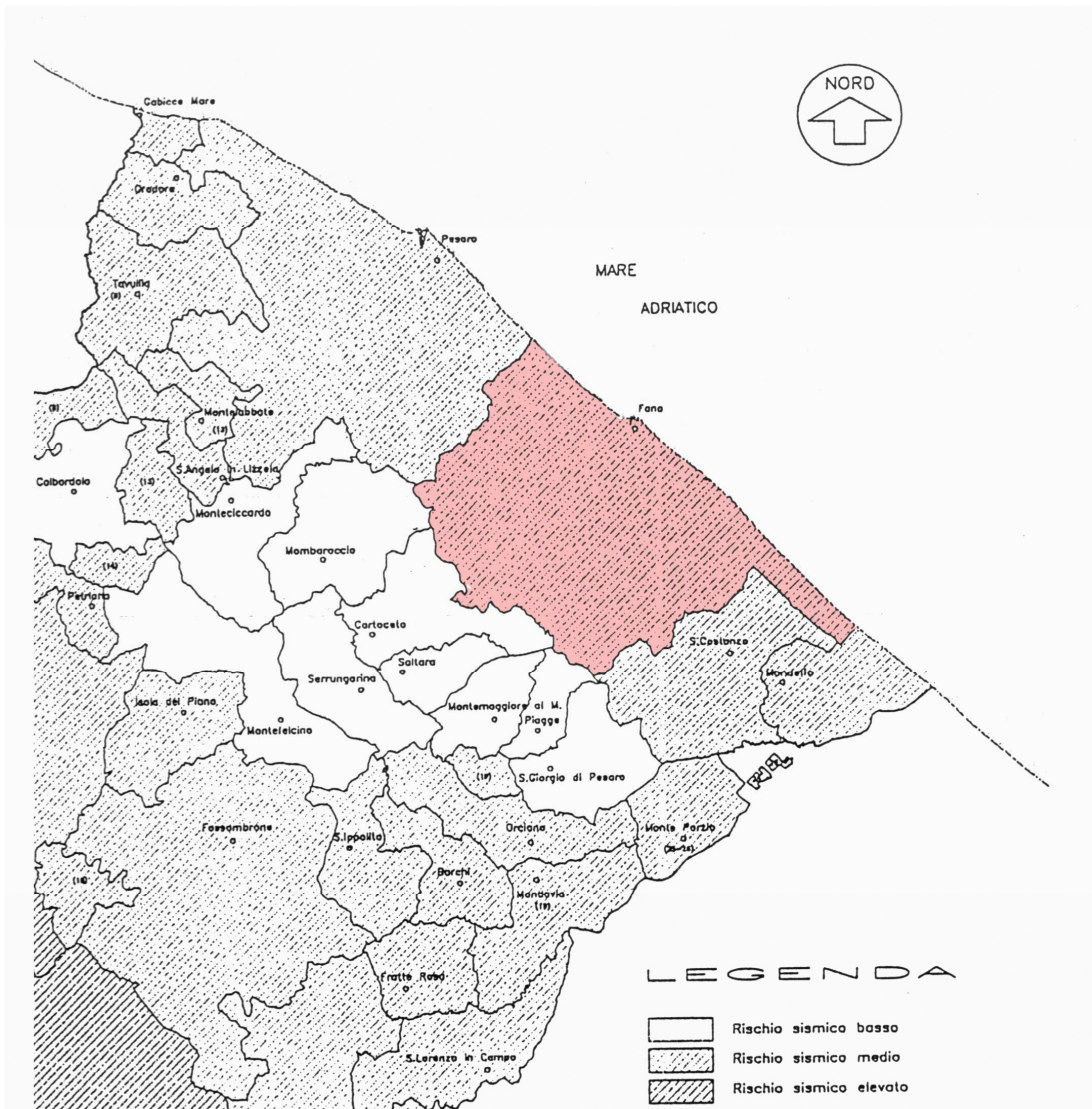
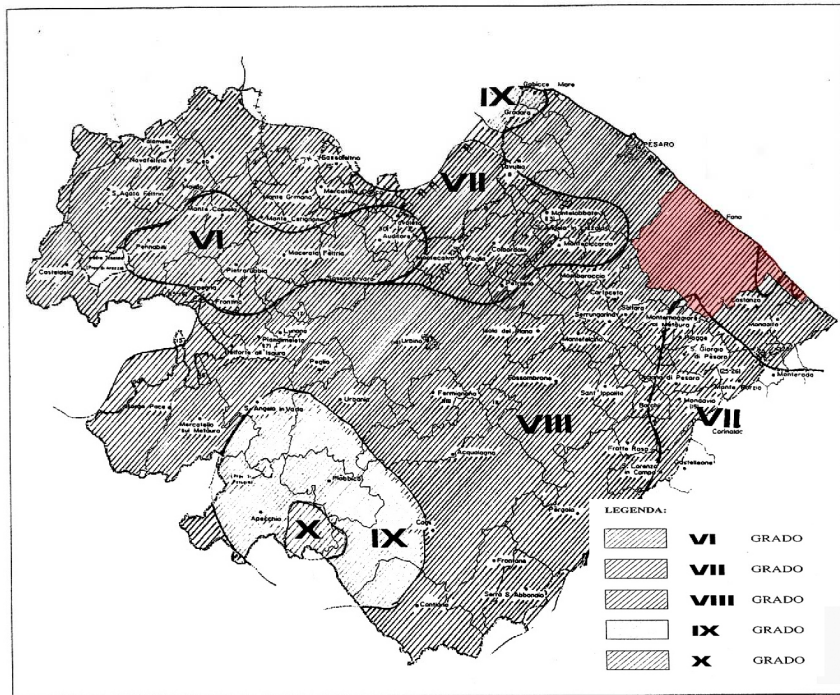
La **massima intensità dei terremoti** verificatisi in epoca storica risulta essere del **VII grado della scala Mercalli** (Cataloghi GNDT e ING/SGA), mentre la più vicina zona epicentrale che ha dato luogo a sismi con intensità > VI MCS è ubicata sempre nel comune di Fano (VII Mercalli, Magnitudo 5).



Sismi di massima intensita' registrati dall'anno 1000 al 1984 (catalogo dei terremoti)

Legenda : ▲ V – VI Grado MCS    ■ VII – VIII G. MCS    ● > VIII G. MCS

**CARTA DELL'INTENSITA' MACROSISMICA  
DEL TERRITORIO PROVINCIALE**



## LITOSTRATIGRAFIA

La stratigrafia dei terreni, ricostruita sulla base di 3 sondaggi geognostici, eseguiti con sonda a rotazione  $\phi$  22 cm atta al prelievo di campioni semidisturbati di terreno (spinti fino alla profondità massima di 14,0 m con il sondaggio S.1) e di n. 5 prove penetrometriche statiche C.P.T., risulta abbastanza uniforme in tutta la zona, fatta eccezione dell'area circostante il sondaggio S.1, ed è rappresentata da una coltre di limi sabbiosi o limi argillosi, i quali, più che per la loro natura litologica, si diversificano per colore o consistenza, quest'ultima condizionata da un diverso grado di umidità.

Pertanto, rinviando per un'analisi di dettaglio alle allegate colonne stratigrafiche ed ai grafici delle prove penetrometriche, la situazione stratigrafica può essere così descritta:

- Su tutta l'area risulta presente uno strato di terreno limoso-argilloso, compatto, di colore nocciola chiaro, generalmente di circa 1,0 m. di spessore, fatta eccezione dell'area in corrispondenza del sondaggio n.1 dove lo spessore risulta di 1,8 m.

- A tale litotipo fanno seguito limi sabbiosi chiari, ocrei e compatti fino a circa 3,0 m di profondità. Anche in questo caso si distingue l'area circostante il sondaggio n. 1 dove il terreno risulta più sabbioso ed umido.

- Da circa 3,0 m di profondità si succedono lenti e strati di limi argillosi o limi sabbiosi da discretamente compatti a compatti generalmente caratterizzati da un normale grado di umidità. Nel sondaggio n. 1, in particolare da 3,0 m a 10,5 m di profondità si rileva, invece, la presenza di limi argillosi, argille grigie ed argille limose molto umide e plastiche.

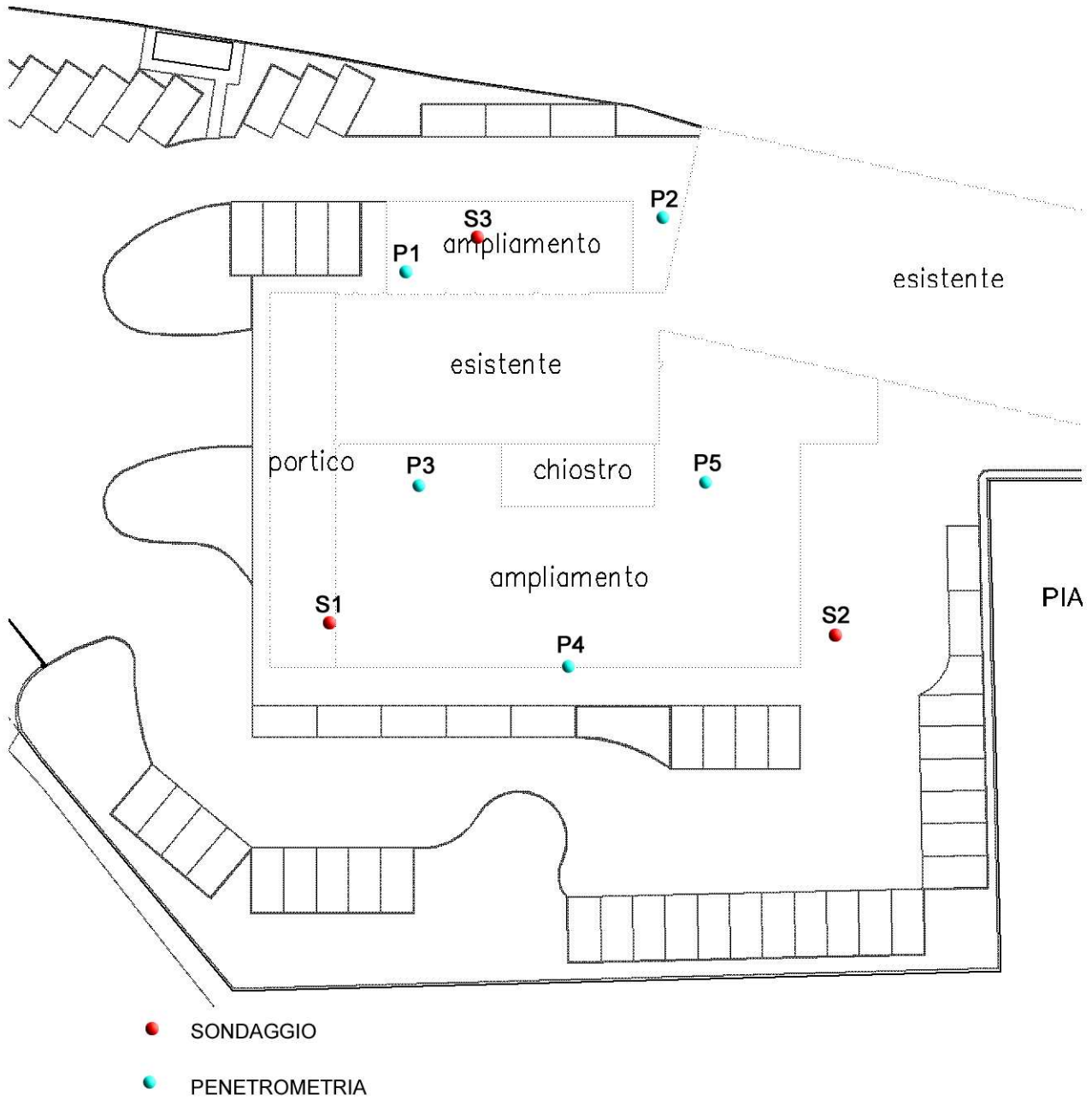
(colonne)

In nessuno dei sondaggi è emersa presenza di acque sotterranee.

Il substrato geologico rigido, sulla base dei risultati di sondaggi effettuati in aree limitrofe, è situato alla profondità di circa 22 m.

# PLANIMETRIA DELLO STATO DI PROGETTO

dis. 1:500











# CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni sono state desunte:

- dai risultati delle prove penetrometriche statiche C.P.T.
- dalle prove in sito mediante pocket penetrometer,
- dal confronto con dati riportati in letteratura con dati ricavati da penetrometrie eseguite in un'area adiacenti e con i risultati di analisi di laboratorio effettuate su litotipi simili.

Sulla base dei risultati delle prove effettuate, la stratigrafia litotecnica dei terreni è così rappresentata:

## Palazzina A

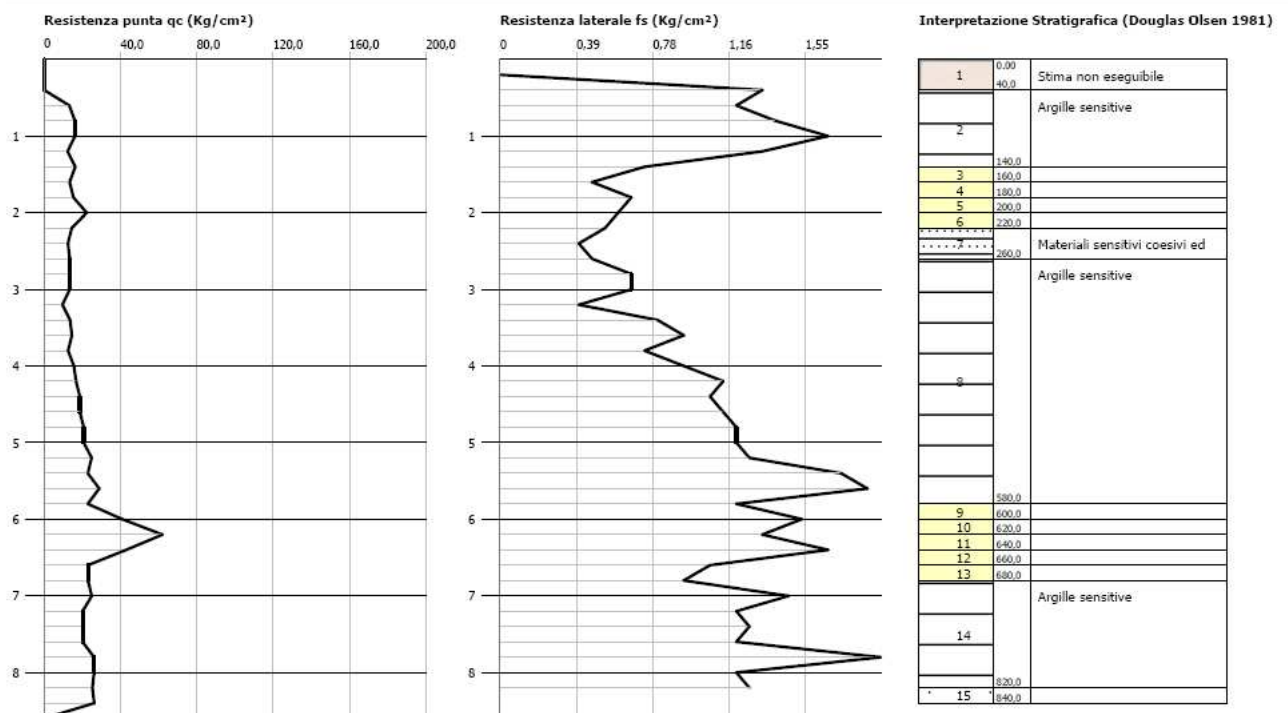
GEOEMME DUE s.a.s.  
Servizi geologici e geotecnici  
RIMINI

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1 (RIF. 08407)  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : UNIGEO  
Cantiere :  
Località : CARIGNANO (PU)

Data :27/10/2008

Scala 1:100



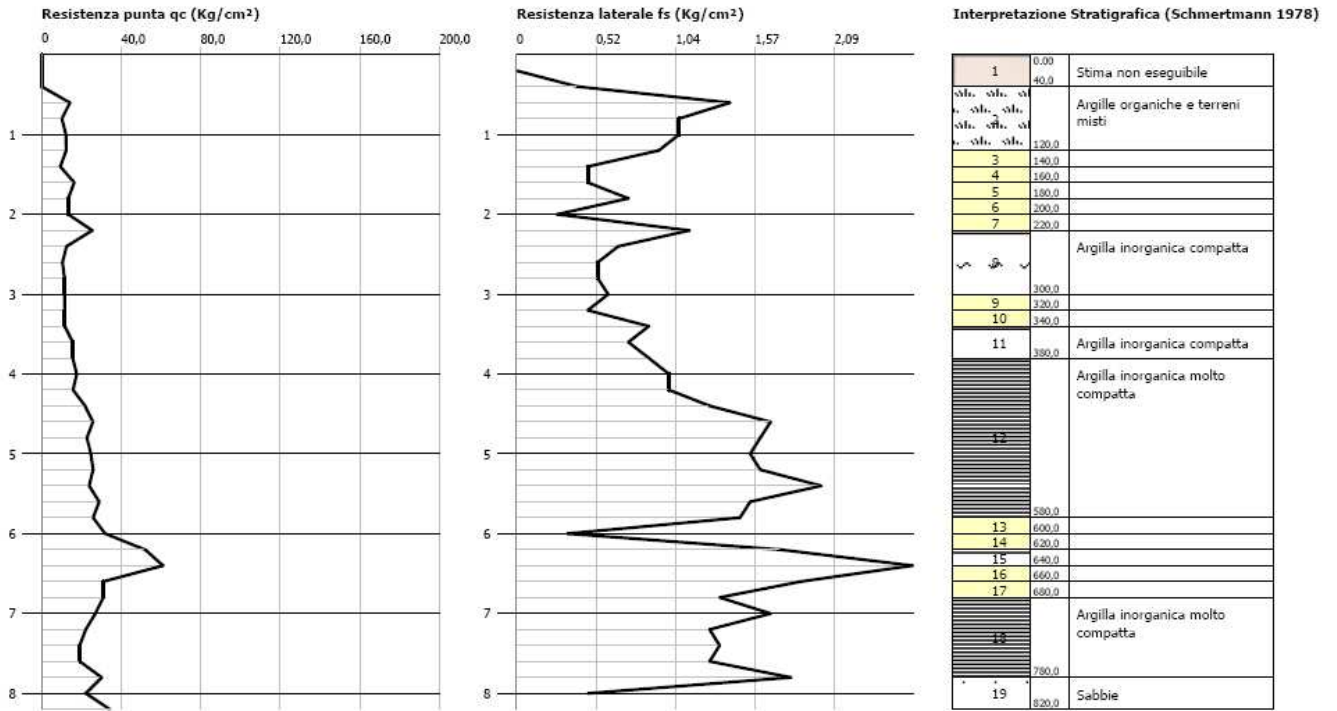
PROVA N°1	Peso unità di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata <b>Cu</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico <b>Eed</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa <b>D</b> (%)	Angolo d'attrito $\phi$ (°)	Fatt.sicurezza a liquefazione <b>FsI</b>
Strato 2	1,9	0,8	50	-	-	-
Strato 3	1,9	0,7	50	30,6	23	-
Strato 4	1,9	0,8	50	-	-	-
Strato 5	1,8	-	40	40,9	27	3,9
Strato 6	1,9	0,7	50	26,7	23	-
Strato 7	1,9	0,7	50	21,3	23	-
Strato 8	1,9	0,9	50	-	-	-
Strato 9	2,0	2,1	80	39,6	35	-
Strato 10	1,8	-	50	50,8	45	6,5
Strato 11	2,1	2,2	90	39,9	36	-
Strato 12	2,0	1,1	50	-	-	-
Strato 13	2,0	1,1	50	21,1	27	-
Strato 14	2,0	1,1	50	-	-	-
Strato 15	2,0	-	30	21,7	29	-

**Probe CPT - Cone Penetration Nr.2 (RIF. 08407)**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : UNIGEO  
 Cantiere :  
 Località : CARIGNANO (PU)

Data :27/10/2008

Scala 1:100



PROVA N°2	Peso unità di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata $C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa $D$ (%)	Angolo d'attrito $\phi$ (°)	Fatt.sicurezza a liquefazione $F_{sl}$
Strato 2	1,9	0,6	50	-	-	-
Strato 3	1,8	0,5	40	-	-	-
Strato 4	1,9	0,8	50	36,6	24	-
Strato 5	1,9	0,7	50	-	-	-
Strato 6	1,8	-	-	26,4	23	0,9
Strato 7	2,0	1,3	50	43,1	28	-
Strato 8	1,9	0,6	50	-	-	-
Strato 9	1,9	0,6	50	-	-	-
Strato 10	1,9	0,6	50	-	-	-
Strato 11	1,9	0,8	50	-	-	-
Strato 12	2,0	1,2	50	-	-	-
Strato 13	1,9	-	-	32,5	31	0,7
Strato 14	2,1	2,7	100	45,9	40	-
Strato 15	2,2	3,1	120	49,9	44	-
Strato 16	2,0	1,6	60	-	-	-
Strato 17	2,0	1,6	60	29,7	31	-
Strato 18	2,0	1,2	50	-	-	-
Strato 19	1,9	-	-	24,3	30	0,5

### Strato A

- Spessore  $h = 1,20-1,40 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,8 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0^\circ$
- Coesione  $C_u = 0,6-0,8 \text{ Kg/cm}^2$

### Strato B

- Spessore  $h = 1,20-1,80 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,9 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 23-24^\circ$
- Coesione  $C_u = 0,6-0,7 \text{ Kg/cm}^2$

### **Strato C**

- Spessore  $h = 2,40-3,20 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,9 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0^\circ$
- Coesione  $C_u = 0,8-0,9 \text{ Kg/cm}^2$

### **Strato D**

- Spessore  $h = 0,60 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 2,0 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 32-34^\circ$
- Coesione  $C_u = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$

### **Strato E**

- Spessore  $h > 2,0 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 2,0 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0-22^\circ$
- Coesione  $C_u = 1,5-2,0 \text{ Kg/cm}^2$

## Palazzina B

L'area è caratterizzata da diverse situazioni litostratigrafiche, infatti mentre quella individuata dalla prova CPT5 può essere così sintetizzata:

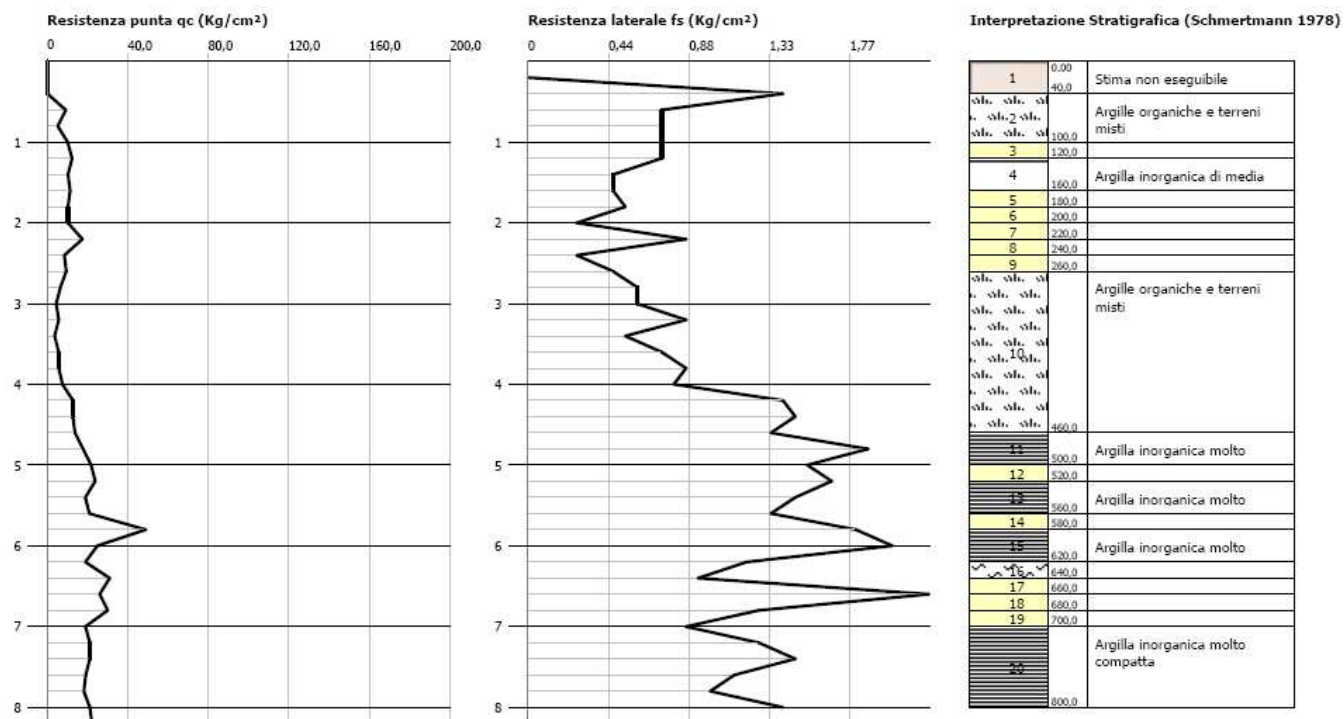
GEOEMME DUE s.a.s.  
 Servizi geologici e geotecnici  
 RIMINI

Probe CPT - Cone Penetration Nr.5 (RIF. 08407)  
 Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
 Diagramma Resistenze qc fs

Committente : UNIGEO  
 Cantiere :  
 Località : CARIGNANO (PU)

Data :27/10/2008

Scala 1:100



PROVA N°5	Peso unità di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata $C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa $D$ (%)	Angolo d'attrito $\phi$ (°)	Fatt.sicurezza a liquefazione $F_{sl}$
Strato 2	1,8	0,4	40	-	-	-
Strato 3	1,9	0,6	50	-	-	-
Strato 4	1,9	0,6	50	-	-	-
Strato 5	1,9	0,5	40	-	-	-
Strato 6	1,9	0,5	40	19,5	22	-
Strato 7	1,9	0,9	50	-	-	-
Strato 8	1,8	0,4	40	10,4	21	-
Strato 9	1,8	0,5	40	-	-	-
Strato 10	1,8	0,4	40	-	-	-
Strato 11	2,0	1,0	40	-	-	-
Strato 12	-	-	-	-	-	-
Strato 13	2,0	1,0	40	-	-	-
Strato 14	2,1	2,5	100	45,8	39	-
Strato 15	2,0	1,1	40	-	-	-
Strato 16	2,0	1,6	60	31,2	31	-
Strato 17	2,0	1,3	50	-	-	-
Strato 18	2,0	1,5	60	29,2	30	-
Strato 19	1,9	0,9	40	-	-	-
Strato 20	2,0	1,0	40	-	-	-

### Strato A

- Spessore  $h = 4,60 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,8-1,9 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 22^\circ$
- Coesione  $C_u = 0,4-0,6 \text{ Kg/cm}^2$

### Strato B

- Spessore  $h > 3,50 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 2,0 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0-35^\circ$
- Coesione  $C_u = 1,0-1,5 \text{ Kg/cm}^2$

quella evidenziata dalla penetrometria CPT4, risulta:

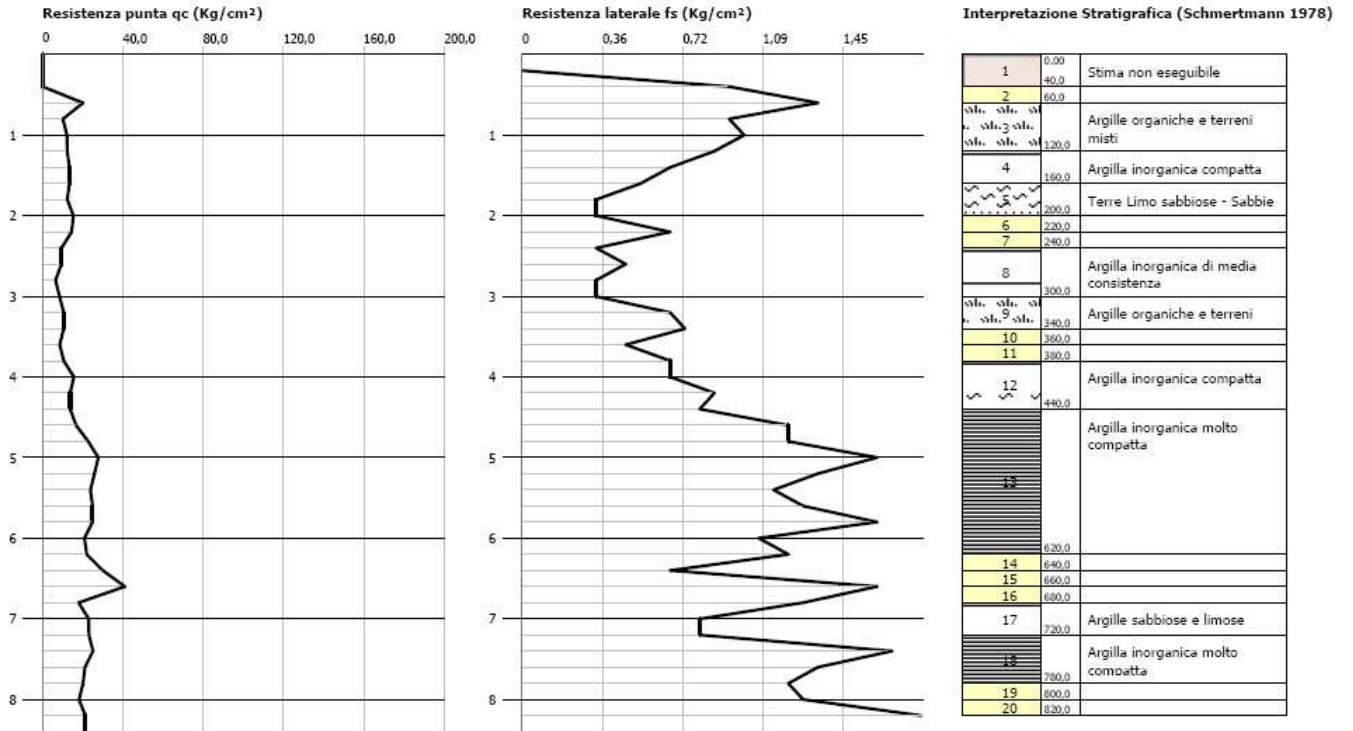
GEOEMME DUE s.a.s.  
 Servizi geologici e geotecnici  
 RIMINI

**Probe CPT - Cone Penetration Nr.4 (RIF. 08407)**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)**  
**Diagramma Resistenze qc fs**

Committente : UNIGEO  
 Cantiere :  
 Località : CARIGNANO (PU)

Data :27/10/2008

Scala 1:100





PROVA N°4	Peso unità di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata <b>Cu</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico <b>Eed</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa <b>D</b> (%)	Angolo d'attrito $\phi$ (°)	Fatt.sicurezza a liquefazione <b>Fsl</b>
Strato 2	2,0	1,1	42	-	-	-
Strato 3	1,9	0,6	46	-	-	-
Strato 4	1,9	0,7	48	-	-	-
Strato 5	1,9	0,7	48	28,4	23	-
Strato 6	1,9	0,7	48	-	-	-
Strato 7	1,8	0,5	42	13,2	21	-
Strato 8	1,8	0,4	39	-	-	-
Strato 9	1,9	0,5	45	-	-	-
Strato 10	1,8	0,4	40	-	-	-
Strato 11	1,9	0,5	45	-	-	-
Strato 12	1,9	0,7	48	-	-	-
Strato 13	2,0	1,2	47	-	-	-
Strato 14	2,0	1,5	60	30,0	30	-
Strato 15	2,1	2,1	82	38,3	35	-
Strato 16	1,9	0,9	46	-	-	-
Strato 17	2,0	1,1	46	-	27	-
Strato 18	2,0	1,1	44	-	-	-
Strato 19	-	-	-	-	-	-
Strato 20	2,0	1,0	43	20,8	-	-

### Strato A

- Spessore  $h = 2,40 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,9 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0^\circ$
- Coesione  $Cu = 0,6-0,7 \text{ Kg/cm}^2$

### Strato B

- Spessore  $h = 1,40 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,8-1,9 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0^\circ$
- Coesione  $Cu = 0,4-0,5 \text{ Kg/cm}^2$
- 

### Strato C

- Spessore  $h = 0,60 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,9 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0^\circ$
- Coesione  $Cu = 0,7 \text{ Kg/cm}^2$

## Strato D

- Spessore  $h > 4,00 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 2,0 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 32-34^\circ$
- Coesione  $C_u = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$

In corrispondenza della prova **CPT3**, concordemente a quanto è emerso dal sondaggio S1, si ha:

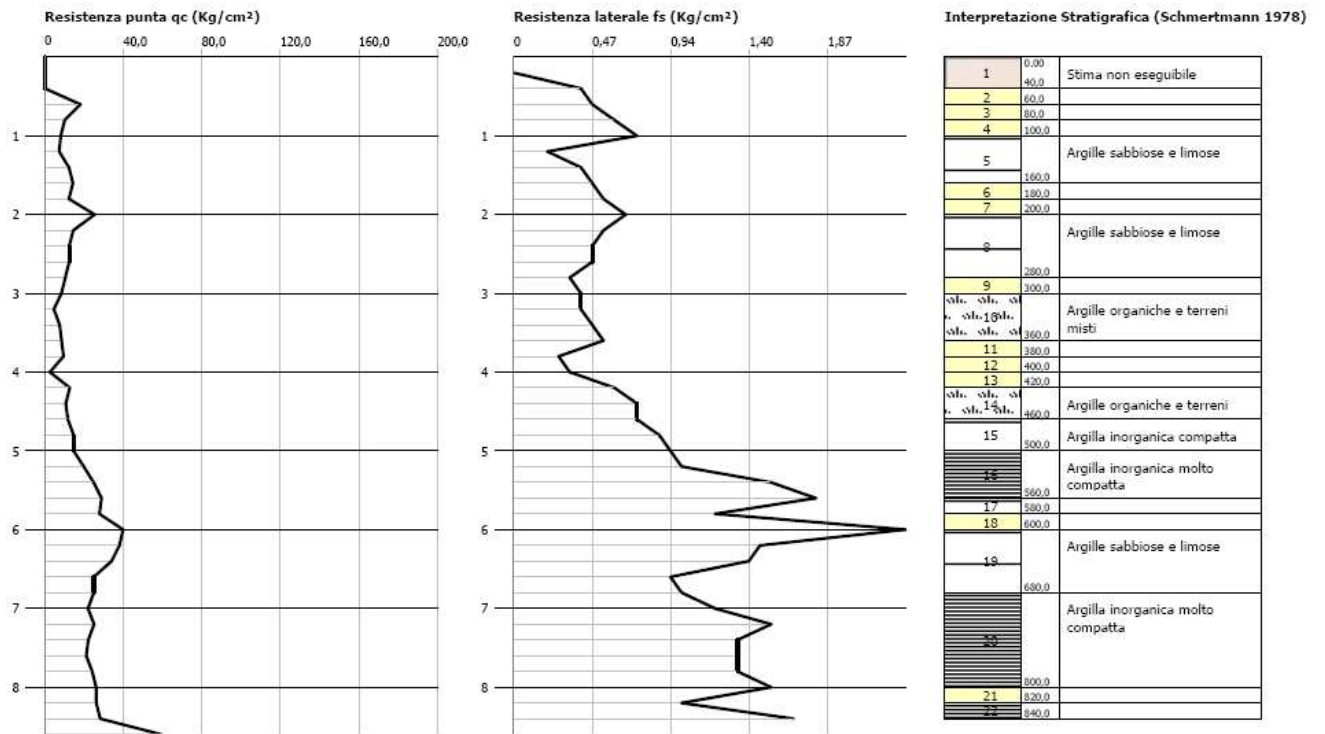
GEOEMME DUE s.a.s.  
Servizi geologici e geotecnici  
RIMINI

Probe CPT - Cone Penetration Nr.3 (RIF. 08407)  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : UNIGEO  
Cantiere :  
Località : CARIGNANO (PU)

Data :27/10/2008

Scala 1:100



PROVA N°3	Peso unità di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata $C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa $D$ (%)	Angolo d'attrito $\phi$ (°)	Fatt.sicurezza a liquefazione $F_{sl}$
Strato 2	1,8	0,9	50	73,2	25	-
Strato 3	-	0,5	40	-	-	-
Strato 4	-	0,4	40	-	-	-
Strato 5	1,8	0,6	50	29,1	22	-
Strato 6	-	0,6	50	-	-	-
Strato 7	1,8	1,3	60	44,7	28	-
Strato 8	1,8	0,6	50	20,4	-	-
Strato 9	-	0,4	40	-	-	-
Strato 10	-	0,3	30	-	-	-
Strato 11	1,8	0,5	40	6,0	21	-
Strato 12	-	0,1	10	-	-	-
Strato 13	-	0,6	50	-	-	-
Strato 14	-	0,5	50	-	-	-
Strato 15	-	0,7	50	-	-	-
Strato 16	-	1,2	50	-	-	-
Strato 17	1,8	1,4	60	29,6	30	-
Strato 18	-	2,0	80	-	-	-
Strato 19	1,8	1,5	60	30,3	31	-
Strato 20	-	1,2	50	-	-	-
Strato 21	1,8	1,3	50	22,3	29	-
Strato 22	-	1,4	60	-	-	-

### Strato A

- Spessore  $h = 4,60 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,8 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0-26^\circ$
- Coesione  $C_u = 0,4-0,5 \text{ Kg/cm}^2$

### Strato B

- Spessore  $h = 0,40 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,8 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0^\circ$
- Coesione  $C_u = 0,7 \text{ Kg/cm}^2$

### **Strato C**

- Spessore  $h > 3,50 \text{ m}$
- Peso di volume  $\gamma = 1,8 \text{ Kg/cm}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi = 0-30^\circ$
- Coesione  $C_u = 1,2-1,5 \text{ Kg/cm}^2$

## **TIPOLOGIA DI FONDAZIONE E PROFONDITA' DEL PIANO DI IMPOSTA**

La geomorfologia dell'area, la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geomeccaniche dei terreni presenti, unitamente ai modesti carichi che verranno trasmessi dalle strutture in progetto ed in considerazione della realizzazione di un piano interrato, sono tali da permettere l'adozione di **fondazioni dirette (di tipo nastroforme o a platea) con incastro di almeno 0,6 m dalla base del piano interrato.**

## **CARICO LIMITE, CARICO AMMISSIBILE, CEDIMENTI ASSOLUTI**

Al fine di fornire al Tecnico Progettista un'indicazione di massima circa la capacità portante dei terreni, sono stati effettuati calcoli per la determinazione del carico ammissibile di una **fondazione continua di 0,6 m di larghezza con piano di appoggio a circa -3,6 m dall'attuale piano campagna.**

I valori più cautelativi delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione a tale profondità risultano:

## PALAZZINA A

TERRENO	VOLUME ( $\gamma$ ) g / cm <sup>3</sup>	ATTRIT O ( $\phi$ )	( Cu ) kg / cm <sup>3</sup>	MOD. EDOME TRICO ( E ) kg / cm <sup>2</sup>
Strato B	1,9	0°- 22°	0,6	50-100

## PALAZZINA B

TERRENO	VOLUME ( $\gamma$ ) g / cm <sup>3</sup>	ATTRIT O ( $\phi$ )	( Cu ) kg / cm <sup>3</sup>	MOD. EDOME TRICO ( E ) kg / cm <sup>2</sup>
Strato B	1,8	0°-20°	0,5	40-80

I calcoli sono stati effettuati sulla base della relazione generale di **Terzaghi**:

$$Q_r = 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c$$

Dove:

B = larghezza della fondazione,

D = incastro della fondazione,

$N_\gamma, N_q, N_c$  = fattori di capacità portante ,

c = coesione non drenata,

$\gamma$  = peso di volume del terreno,

Per  $\phi = 0^\circ$  per i coefficienti adimensionali (*Meyerhof*) si assumono i valori:

$$N_\gamma = 0; N_q = 1; N_c = 9,0.$$

I risultati dei calcoli, per il cui sviluppo si rimanda alla tabella in appendice, indicano i seguenti

**carichi limite :**

**PALAZZINA A:  $Q_r = 5,69 \text{ Kg/cm}^2$**

**PALAZZINA B:  $Q_r = 4,77 \text{ Kg/cm}^2$**

La normativa tecnica in materia impone l'adozione di coefficienti di sicurezza (S) variabili da 2 a 3,5.

Considerata la metodologia seguita, il dettaglio delle informazioni raccolte e la possibile variabilità della litostratigrafia sia in senso orizzontale che verticale, si è ritenuta consona l'adozione di un **coefficiente di sicurezza S=3,0**, pertanto i **carichi ammissibili** risultano:

**PALAZZINA A:  $Q_a = Q_r / 3,0 = 2,41 \text{ Kg/cm}^2$**

**PALAZZINA B:  $Q_a = Q_r / 3,0 = 2,08 \text{ Kg/cm}^2$**

Per tali carichi, i calcoli per la determinazione dei massimi cedimenti assoluti teorici (da ritenersi come indicativi, essendosi fatto riferimento a valori del modulo di compressibilità edometrica dedotto per mezzo di formule empiriche a partire dai risultati delle prove CPT), riportati in appendice, indicano, **cedimenti pari a:**

**PALAZZINA A:  $\Delta h = 3,39 \text{ cm}$**

**PALAZZINA B:  $\Delta h = 4,61 \text{ cm}$**

Pertanto, si ritiene opportuno non superare i carichi unitari di:

**PALAZZINA A:  $Q_a = 1,80 \text{ Kg/cm}^2$**

**PALAZZINA B:  $Q_a = 1,40 \text{ Kg/cm}^2$**

ai quali corrispondono i seguenti cedimenti assoluti massimi:

**PALAZZINA A:  $\Delta h = 2,19 \text{ cm}$**

**PALAZZINA B:  $\Delta h = 2,37 \text{ cm}$**

## **COEFFICIENTE DI FONDAZIONE (Winkler)**

Il calcolo del parametro di reazione del sottosuolo  $K$  (terreno elastico) dovrebbe essere eseguito utilizzando correlazioni da prove su piastra.

In riferimento ai terreni costituenti il sottosuolo dell'area oggetto si è ritenuto sufficiente riferirsi ai risultati delle prove speditive eseguite in situ, a valori di prove CSPT effettuate in precedenza su litotipi simili, confrontati ai dati riportati in letteratura per terreni di caratteristiche litologiche e geomeccaniche simili.

Pertanto, per i litotipi limoso-argillosi normalconsolidati, costituenti il terreno di fondazione, in relazione alla tipologia delle fondazioni che verranno adottate, si può in via indicativa assumere empiricamente un valore  $k$  pari a:

**$K = 1,5-4,0 \text{ kg/cm}^3$**

**CALCOLO DEL CARICO AMMISSIBILE DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE****NASTRIFORME**

LAVORO:RISTRUTTURAZIONE EX HOTEL REGINA - PALAZZINA A

LOCALITA':TERME DI CARIGNANO - FANO

COMMITTENTE: ASCLEPIO SRL

DATA: NOVEMBRE 2008

**DATI:****Caratteristiche del terreno di fondazione**

Peso unità di volume ( $\gamma$ ): .....	1,9
Angolo d'attrito ( $\phi$ ): .....	0 °
Coesione (C): .....	6 t/mq

**Fattori adimensionali in funzione di  $\phi$  (Meyerhof)**

$N_g$ : .....	0
$N_q$ : .....	1
$N_c$ : .....	9

**Caratteristiche della fondazione**

Larghezza (B): .....	0,6 m
Incastro (D): .....	0,6 m

**Fattori correttivi in funzione della forma**

$F_g$ : .....	1
$F_c$ : .....	1

**Caratteristiche morfologiche**

Angolo del pendio ( $\beta$ ): .....	0 °
--------------------------------------	-----

**Fattori correttivi in funzione dell'angolo del pendio (Nhiem, 1971)**

$J_g$ : .....	1
$J_q$ : .....	1
$J_c$ : .....	1

**Caratteristiche del terreno di eventuale sbancamento**

Peso unità di volume ( $\gamma$ ): .....	1,9 t/mc
Spessore (H): .....	3 m
Alleggerimento litostatico (Al): .....	5,7 t/mq

$$Ql = F_g * J_g * \gamma * B/2 * N_g + J_q * \gamma * D * N_q + F_c * J_c * C * N_c \text{ (Terzaghi)}$$

$$Q_{amm} = Ql / C_s + Al$$

<b>Carico limite (Ql):</b> .....	55,14 t/mq	:	5,51 Kg/cmq
Coefficiente di sicurezza (Cs): .....	3,00		
<b>Carico ammissibile (Qamm):</b> .....	24,08 t/mq	:	2,41 Kg/cmq



**CALCOLO DEL CARICO AMMISSIBILE DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE  
NASTRIFORME**

LAVORO: RISTRUTTURAZIONE EX HOTEL REGINA - PALAZZINA B

LOCALITA': TERME DI CARIGNANO - FANO

COMMITTENTE: ASCLEPIO SRL

DATA: NOVEMBRE 2008

**DATI:**

**Caratteristiche del terreno di fondazione**

Peso unità di volume ( $\gamma$ ): .....	1,8
Angolo d'attrito ( $\phi$ ): .....	0 °
Coesione (C): .....	5 t/mq

**Fattori adimensionali in funzione di  $\phi$  (Meyerhof)**

$N_g$ : .....	0
$N_q$ : .....	1
$N_c$ : .....	9

**Caratteristiche della fondazione**

Larghezza (B): .....	0,6 m
Incastro (D): .....	0,6 m

**Fattori correttivi in funzione della forma**

$F_g$ : .....	1
$F_c$ : .....	1

**Caratteristiche morfologiche**

Angolo del pendio ( $\beta$ ): .....	0 °
--------------------------------------	-----

**Fattori correttivi in funzione dell'angolo del pendio (Nhiem, 1971)**

$J_g$ : .....	1
$J_q$ : .....	1
$J_c$ : .....	1

**Caratteristiche del terreno di eventuale sbancamento**

Peso unità di volume ( $\gamma$ ): .....	1,8 t/mc
Spessore (H): .....	3 m
Alleggerimento litostatico (Al): .....	5,4 t/mq

$$Ql = F_g * J_g * \gamma * B/2 * N_g + J_q * \gamma * D * N_q + F_c * J_c * C * N_c \text{ (Terzaghi)}$$

$$Q_{amm} = Ql / C_s + Al$$

<b>Carico limite (Ql):</b> .....	46,08 t/mq	:	<u>4,61 Kg/cmq</u>
Coefficiente di sicurezza (Cs): .....	3,00		
<b>Carico ammissibile (Qamm):</b> .....	20,76 t/mq	:	<u>2,08 Kg/cmq</u>

## CALCOLO DEI CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE

Vengono considerati dieci strati al disotto del piano di fondazione ognuno di 0,5 m. di spessore. Il carico indotto viene riferito alla profondità media di ogni singolo strato.

LAVORO:RISTRUTTURAZIONE EX HOTEL REGINA - PALAZZINA A  
 LOCALITA':VIA BEVANO - CARIGNANO TERME - FANO (PU)  
 COMMITTENTE: ASCLEPIO s.r.l. - FANO

### DATI:

Larghezza fondazione B:	<b>0,8</b>	m			
Carico unitario:	<b>18,0</b>	t/mq	=	1,8	Kg/cmq
Profondità piano di posa da p.c.:	<b>3,6</b>	m			
Peso unità di volume terreno sbancamento:	<b>1,9</b>	t/mc			
Alleggerimento litostatico:	6,84	t/mq	=	0,684	Kg/cmq
Incremento carico al piano di fondazione:	11,16	t/mq	=	1,116	Kg/cmq

## CALCOLO DEI CEDIMENTI PARZIALI E TOTALE

	H	Hm/B	Ip	DmQ	E	Mi	Cedimento
	cm			Kg/cmq			cm
Strato 1	50	0,3	<b>0,97</b>	1,083	<b>80</b>	0,0125	0,68
Strato 2	50	0,9	<b>0,62</b>	0,692	<b>80</b>	0,0125	0,43
Strato 3	50	1,6	<b>0,39</b>	0,435	<b>80</b>	0,0125	0,27
Strato 4	50	2,2	<b>0,28</b>	0,312	<b>80</b>	0,0125	0,20
Strato 5	50	2,8	<b>0,22</b>	0,246	<b>80</b>	0,0125	0,15
Strato 6	50	3,4	<b>0,18</b>	0,201	<b>80</b>	0,0125	0,13
Strato 7	50	4,1	<b>0,15</b>	0,167	<b>80</b>	0,0125	0,10
Strato 8	50	4,7	<b>0,12</b>	0,134	<b>80</b>	0,0125	0,08
Strato 9	50	5,3	<b>0,11</b>	0,123	<b>80</b>	0,0125	0,08
Strato 10	50	5,9	<b>0,10</b>	0,112	<b>80</b>	0,0125	0,07

**Cedimento totale (cm): ..... 2,19**

### Legenda:

**H** : spessore dello strato (m)

**Hm** : profondità media dello strato (m)

**B** : larghezza della fondazione (m)

**Ip** : coefficiente di riduzione del carico

**DmQ** : carico indotto alla profondità media dello strato (Kg/cmq)

**E** : modulo edometrico

**Mi** : coefficiente di compressibilità edometrica

## CALCOLO DEI CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE

Vengono considerati dieci strati al disotto del piano di fondazione ognuno di 0,5 m. di spessore. Il carico indotto viene riferito alla profondità media di ogni singolo strato.

LAVORO:RISTRUTTURAZIONE EX HOTEL REGINA - PALAZZINA A

LOCALITA':VIA BEVANO - CARIGNANO TERME - FANO (PU)

COMMITTENTE: ASCLEPIO s.r.l. - FANO

### DATI:

Larghezza fondazione B:	<b>0,8</b>	m			
Carico unitario:	<b>24,1</b>	t/mq	=	2,41	Kg/cmq
Profondità piano di posa da p.c.:	<b>3,6</b>	m			
Peso unità di volume terreno sbancamento:	<b>1,9</b>	t/mc			
Alleggerimento litostatico:	6,84	t/mq	=	0,684	Kg/cmq
Incremento carico al piano di fondazione:	17,26	t/mq	=	1,726	Kg/cmq

## CALCOLO DEI CEDIMENTI PARZIALI E TOTALE

	H	Hm/B	Ip	DmQ	E	Mi	Cedimento
	cm			Kg/cmq			cm
Strato 1	50	0,3	<b>0,97</b>	1,674	<b>80</b>	0,0125	1,05
Strato 2	50	0,9	<b>0,62</b>	1,070	<b>80</b>	0,0125	0,67
Strato 3	50	1,6	<b>0,39</b>	0,673	<b>80</b>	0,0125	0,42
Strato 4	50	2,2	<b>0,28</b>	0,483	<b>80</b>	0,0125	0,30
Strato 5	50	2,8	<b>0,22</b>	0,380	<b>80</b>	0,0125	0,24
Strato 6	50	3,4	<b>0,18</b>	0,311	<b>80</b>	0,0125	0,19
Strato 7	50	4,1	<b>0,15</b>	0,259	<b>80</b>	0,0125	0,16
Strato 8	50	4,7	<b>0,12</b>	0,207	<b>80</b>	0,0125	0,13
Strato 9	50	5,3	<b>0,11</b>	0,190	<b>80</b>	0,0125	0,12
Strato 10	50	5,9	<b>0,10</b>	0,173	<b>80</b>	0,0125	0,11

**Cedimento totale (cm): ..... 3,39**

### Legenda:

**H** : spessore dello strato (m)

**Hm** : profondità media dello strato (m)

**B** : larghezza della fondazione (m)

**Ip** : coefficiente di riduzione del carico

**DmQ** : carico indotto alla profondità media dello strato (Kg/cmq)

**E** : modulo edometrico

**Mi** : coefficiente di compressibilità edometrica

## CALCOLO DEI CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE

Vengono considerati dieci strati al disotto del piano di fondazione ognuno di 0,5 m. di spessore. Il carico indotto viene riferito alla profondità media di ogni singolo strato.

LAVORO:RISTRUTTURAZIONE EX HOTEL REGINA - PALAZZINA B

LOCALITA':VIA BEVANO - CARIGNANO TERME - FANO (PU)

COMMITTENTE: ASCLEPIO s.r.l. - FANO

### DATI:

Larghezza fondazione B:	<b>0,8</b>	m			
Carico unitario:	<b>14,0</b>	t/mq	=	1,4	Kg/cmq
Profondità piano di posa da p.c.:	<b>3,6</b>	m			
Peso unità di volume terreno sbancamento:	<b>1,9</b>	t/mc			
Alleggerimento litostatico:	6,84	t/mq	=	0,684	Kg/cmq
Incremento carico al piano di fondazione:	7,16	t/mq	=	0,716	Kg/cmq

## CALCOLO DEI CEDIMENTI PARZIALI E TOTALE

	H	Hm/B	Ip	DmQ	E	Mi	Cedimento
	cm			Kg/cmq			cm
Strato 1	50	0,3	<b>0,97</b>	0,695	<b>40</b>	0,0250	0,87
Strato 2	50	0,9	<b>0,62</b>	0,444	<b>40</b>	0,0250	0,55
Strato 3	50	1,6	<b>0,39</b>	0,279	<b>40</b>	0,0250	0,35
Strato 4	50	2,2	<b>0,28</b>	0,200	<b>50</b>	0,0200	0,20
Strato 5	50	2,8	<b>0,22</b>	0,158	<b>80</b>	0,0125	0,10
Strato 6	50	3,4	<b>0,18</b>	0,129	<b>80</b>	0,0125	0,08
Strato 7	50	4,1	<b>0,15</b>	0,107	<b>80</b>	0,0125	0,07
Strato 8	50	4,7	<b>0,12</b>	0,086	<b>80</b>	0,0125	0,05
Strato 9	50	5,3	<b>0,11</b>	0,079	<b>80</b>	0,0125	0,05
Strato 10	50	5,9	<b>0,10</b>	0,072	<b>80</b>	0,0125	0,04

**Cedimento totale (cm): ..... 2,37**

### Legenda:

**H** : spessore dello strato (m)

**Hm** : profondità media dello strato (m)

**B** : larghezza della fondazione (m)

**Ip** : coefficiente di riduzione del carico

**DmQ** : carico indotto alla profondità media dello strato (Kg/cmq)

**E** : modulo edometrico

**Mi** : coefficiente di compressibilità edometrica

## CALCOLO DEI CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE

Vengono considerati dieci strati al disotto del piano di fondazione ognuno di 0,5 m. di spessore. Il carico indotto viene riferito alla profondità media di ogni singolo strato.

LAVORO:RISTRUTTURAZIONE EX HOTEL REGINA - PALAZZINA B

LOCALITA':VIA BEVANO - CARIGNANO TERME - FANO (PU)

COMMITTENTE: ASCLEPIO s.r.l. - FANO

### DATI:

Larghezza fondazione B:	<b>0,8</b>	m			
Carico unitario:	<b>20,8</b>	t/mq	=	2,08	Kg/cmq
Profondità piano di posa da p.c.:	<b>3,6</b>	m			
Peso unità di volume terreno sbancamento:	<b>1,9</b>	t/mc			
Alleggerimento litostatico:	6,84	t/mq	=	0,684	Kg/cmq
Incremento carico al piano di fondazione:	13,96	t/mq	=	1,396	Kg/cmq

## CALCOLO DEI CEDIMENTI PARZIALI E TOTALE

	H	Hm/B	Ip	DmQ	E	Mi	Cedimento
	cm			Kg/cmq			cm
Strato 1	50	0,3	<b>0,97</b>	1,354	<b>40</b>	0,0250	1,69
Strato 2	50	0,9	<b>0,62</b>	0,866	<b>40</b>	0,0250	1,08
Strato 3	50	1,6	<b>0,39</b>	0,544	<b>40</b>	0,0250	0,68
Strato 4	50	2,2	<b>0,28</b>	0,391	<b>50</b>	0,0200	0,39
Strato 5	50	2,8	<b>0,22</b>	0,307	<b>80</b>	0,0125	0,19
Strato 6	50	3,4	<b>0,18</b>	0,251	<b>80</b>	0,0125	0,16
Strato 7	50	4,1	<b>0,15</b>	0,209	<b>80</b>	0,0125	0,13
Strato 8	50	4,7	<b>0,12</b>	0,168	<b>80</b>	0,0125	0,10
Strato 9	50	5,3	<b>0,11</b>	0,154	<b>80</b>	0,0125	0,10
Strato 10	50	5,9	<b>0,10</b>	0,140	<b>80</b>	0,0125	0,09

**Cedimento totale (cm): ..... 4,61**

### Legenda:

**H** : spessore dello strato (m)

**Hm** : profondità media dello strato (m)

**B** : larghezza della fondazione (m)

**Ip** : coefficiente di riduzione del carico

**DmQ** : carico indotto alla profondità media dello strato (Kg/cmq)

**E** : modulo edometrico

**Mi** : coefficiente di compressibilità edometrica

## COEFFICIENTE SISMICO DI FONDAZIONE ( $\epsilon$ ) E PARAMETRIZZAZIONE DEL SITO NEI RIGUARDI DELLA RISPOSTA ALL'AZIONE SISMICA

Dal punto di vista sismico, secondo la normativa attualmente vigente l'area ricade all'interno di una zona sismica di seconda categoria, caratterizzata da un **coefficiente di intensità sismica  $(S-2)/100=0,07$**  con il grado di sismicità  **$S=9$** , mentre per la Circolare P.C.M. n. 3.274/03 essa risulta Classificata come **Zona 2 con  $a_g = 0,25 g$**

L'area rientra nella situazione morfostratigrafica descritta nella "Carta delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali" ( DGR n.1977/99) classificata come E-7, pertanto, essendo lo spessore delle alluvioni  $>20 m$  per essa è valutato un

**Fattore di amplificazione legato agli effetti del sito:**

$$F_a=1,0$$

Data la descritta situazione stratigrafica, che può essere schematizzata come rappresentata da un terreno di copertura alluvionale di circa 22 m di spessore, sovrastante il substrato compatto, a comportamento rigido, anche per quanto previsto dal D.M. 16.01.96, parag. C.6.1.1. viene attribuito al sito un

**Coefficiente sismico di fondazione:**

$$\epsilon= 1,0$$

Il litotipo costituente il **terreno di fondazione** dell'edificio, per la sua natura litologica e per le sue caratteristiche geotecniche, **risulta non esposto a fenomeni di liquefazione in caso di sisma.**

Elaborazioni dei dati delle prove CPT indicano, entro una profondità influente, un **Coefficiente di sicurezza relativo alla possibilità di liquefazione del suolo** in caso di sisma mediamente pari a **circa 4**.

Da un punto di vista sismico ai parametri dell'unità litostratigrafia citata possono essere attribuiti valori di  $V_{s30} = 180$  m/sec ( $N_{SPT} < 15$ ;  $c_u < 0,7$  Kg/cmq).

In sintesi, facendo riferimento anche a dati ricavati nel corso di indagini precedenti, si possono indicare i seguenti parametri medi:

	Rigidità sismica	Velocità di propagazione
Coltre alluvionale	0,2-0,4	0,15-0,20 Km/sec
Substrato litoide	1,0-2,0	0,80-0,90 Km/sec

Pertanto, il terreno a partire dal piano di fondazione può essere classificato di **Categoria D** (*Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s, ( $N_{spt} < 15$ ,  $c_u < 70$  kPa).*

Per i parametri dello spettro di risposta elastico, in mancanza di indagini specifiche sulla risposta sismica locale, possono essere indicativamente assunti i seguenti valori:

### Spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali

Categoria terreno	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>P</sub>
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B,C,E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Tab.3.2.II - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali

### Spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria terreno	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>P</sub>
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

Tab. 3.2.III- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

### Spettri di progetto per lo stato limite di danno

Categoria terreno	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>P</sub>
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B,C,E	1,5	0,05	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2

Tab. 3.2.IV- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali per lo stato limite di danno



Categoria terreno	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>P</sub>
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

Tab. 3.2.V- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale per lo stato limite di danno

## SINTESI

L'area, per le sue caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche risulta **idonea per le edificazioni in progetto.**

Le **fondazioni** potranno essere di **tipo continuo nastriforme a “trave rovescia” o a platea**, con incastro di almeno 0,6 m a partire dalla quota della base del piano interrato.

Per quanto riguarda i **carichi ammissibili** (alle condizioni indicate nelle tabelle di calcolo, con coefficiente di sicurezza  $C_s = 3,0$  e mantenendo i cedimenti assoluti massimi inferiori a 2,5 cm) **si consiglia di non superare i seguenti valori:**

**Palazzina A: 1,8 Kg/cmq.**

**Palazzina B: 1,4 Kg/cmq**

Sulla base delle caratteristiche morfostratigrafiche del sito dovranno essere attribuiti:

**Fattore di amplificazione sismica  $F_a=1,0$**

**Coefficiente sismico di fondazione  $\xi= 1,0$**

**I terreni a partire dal piano di fondazione possono essere classificati di Categoria D** (*Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s, ( $N_{spt}<15$ ,  $c_u<70$  kPa).*

**Fino ad una profondità significativa i litotipi presenti non sono esposti al verificarsi di fenomeni di liquefazione in caso di sisma.**

Pertanto, per i parametri dello spettro di risposta elastico, in mancanza di indagini specifiche sulla risposta sismica locale, possono essere indicativamente assunti i seguenti valori:

#### **Spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali**

Categoria terreno	S	$T_B$	$T_C$	$T_P$
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B,C,E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

*Tab.3.2.II - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali*

#### **Spettro di risposta elastico della componente verticale**

Categoria terreno	S	$T_B$	$T_C$	$T_P$
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

*Tab. 3.2.III- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale*

## Spettri di progetto per lo stato limite di danno

Categoria terreno	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>P</sub>
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B,C,E	1,5	0,05	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2

Tab. 3.2.IV- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali per lo stato limite di danno

Categoria terreno	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>P</sub>
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

Tab. 3.2.V- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale per lo stato limite di danno

### Nota

*Durante la fase esecutiva delle fondazioni sarà necessaria l'assistenza tecnico-geologica, al fine di verificare la corrispondenza della situazione reale con quella ipotizzata ed eventualmente eseguire un approfondimento d'indagine o formulare eventuali soluzioni alternative.*