



COMUNE DI FANO
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO DENOMINATO ST3 P35
“Comparto residenziale via del Fiume” e variante ai sensi dell’art.
26 e 15 comma 4 della L.R. n. 34/92 sito in via Del Fiume, in
Comune di Fano

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTI:

ROSSINI ALFIO – ROSSINI TOLMINO
– ROSSINI MATTEO ROSSINI
MICHELA – LUZI LAURA

INCARICATO:

Dott. Geol. R. Romagna

Consulenze e servizi geologico-geotecnici



ARCHIVIO N°:

DATA: Ottobre 2015

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 INTRODUZIONE	4
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
1.2 UBICAZIONE.....	7
2. GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA	7
2.1 IDROLOGIA - IDROGEOLOGIA.....	7
3. STABILITÀ GENERALE DELL'AREA	9
3.1 VERIFICA PAI (AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE).....	9
4. STRATIGRAFIA	10
4.1 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	11
5. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE	14
6. SISMICITÀ	15
6.1 ZONE SISMICHE	15
6.2 AZIONE SISMICA.....	17
7. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	18
8. RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA	20
9. LIQUEFAZIONE	28
10 CRITERI GENERALI D'INTERVENTO	30
10.1 FONDAZIONI.....	30
10.2 RIPORTI E SBANCAMENTI.....	30
10.3 REGIMAZIONE DELLE ACQUE.....	30
11 COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO "K" (TERRENO ALLA WINKLER)	31
12. CONCLUSIONI	32
ALLEGATI	35

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata eseguita su incarico dei Sig.ri Rossini Alfio, Rossini Tolmino, Rossini Matteo, Rossini Michela e Luzi Laura con lo scopo di verificare la situazione litologico-stratigrafica ed al fine di individuare le caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione presenti in un comparto di terreno che si affaccia su Via Del Fiume, in Comune di Fano.

Il progetto prevede la realizzazione di n. 3 lotti dove verranno realizzate n. 2 unità immobiliari per un totale di n. 6 unità a destinazione residenziale a due piani fuori terra più interrato.

Per la definizione della categoria di sottosuolo il giorno 07/10/2015 è stata eseguita una prova sismica (HVSR) per rilevare i valori della velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.

Date le dimensioni e le caratteristiche delle strutture in progetto, le caratteristiche dell'area in esame, è stato possibile eseguire due prove penetrometriche statiche (CPT) e n. 1 prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH). I sondaggi S1 e S2 sono stati attrezzati con tubo piezometrico. In corrispondenza del sondaggio S2 è stato eseguito un saggio di scavo con mezzo meccanico dove è stata eseguita una prova di permeabilità.

Durante i sondaggi è stato raggiunto il livello statico della falda freatica nel sondaggio S2 alla profondità di -7.80m e nel sondaggio S3 alla profondità di -7.20 m, le profondità raggiunte sono le seguenti:

S1 (CPT): -5.80 m.

S2 (DPSH): -9.00 m.

S3(CPT): -7.60 m.

L'ubicazione delle indagini e l'indicazione della sezione geologica sono riportate nell'allegata planimetria in scala 1:1.000.

Verranno di seguito riportate le caratteristiche geomeccaniche e di risposta sismica dei terreni di fondazione ricostruite in base ai risultati della campagna geognostica e della prova sismica eseguita.

1.1 INTRODUZIONE

Con l'entrata in vigore delle Nuove Norme Tecniche D.M.I. 14.01.2008 la progettazione geologica e geotecnica in zona sismica deve essenzialmente svilupparsi secondo i seguenti principi generali esposti nel cap. 6 delle N.T.C.

1. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito. Il livello di indagine specifico è in funzione del tipo di opera da eseguire, della complessità geologica.
2. Chiara definizione delle caratteristiche sismiche, stabilendo i rapporti esistenti fra il substrato rigido e le coperture costituite da uno o diversi orizzonti sciolti.
3. Scelta del tipo d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche.
4. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo.
5. Verifica della sicurezza.
6. Piani di controllo e monitoraggio.

Gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti, al fine di accertare destinazioni d'uso compatibili con il territorio in esame. Le indagini geotecniche devono tenere conto della profondità, dell'ampiezza e della destinazione. In particolare le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona in termini di pericolosità geologica intrinseca, per processi geodinamici interni (sismicità) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione) e devono consentire di individuare eventuali limiti imposti al progetto.

L'indagine si è avvalsa di:

1. un rilievo geologico e geomorfologico diretto di campagna;
2. analisi litologica;
3. n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT)

4. n.1 prova penetrometrica pesante (DPSH)
5. n. 1 indagine sismica (HVSR)
6. n.1 saggio meccanico con esecuzione della prova di permeabilità in foro

Scopo dell'indagine è quello di:

- ricostruire la stratigrafia dell'area d'intervento
- determinare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni investigati
- individuare le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area
- indicare la fattibilità dell'intervento dal punto di vista geologico.
- fornire delle indicazioni e criteri generali per il l'intervento proposto ai sensi del D.M. 14.01.2008.
- verificare la stabilità globale dell'area.
- Individuazione delle categorie di sottosuolo come dettato dal D.M. 14/01/2008 per la definizione dell'effetto della risposta sismica locale (VS 30).

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 14.01.2008
- Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998)
- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
- Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997)
- Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali - UNI

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

- Eurocodice 7.2 (2002)
- Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002)
- Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI
- A.G.I. 1977
- «Raccomandazioni sulle programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.»
- D.C.R. n.116, del 21/01/2004
- «Piano Stralcio di Bacino per l’assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI)».
- Circolare del Ministro dei LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988
- «Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.»
- Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64.
- Normative Tecniche per le costruzioni D.M. 14.09.05 e successive modifiche - O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

1.2 UBICAZIONE

L'area in oggetto è ubicata nel Comune di FANO in Via Del Fiume ed è ad un quota di circa 10.50/11.50 metri sul livello del mare (vedi Corografia in scala 1:25.000 e aerofotogrammetria scala 1:2.000-5.000-10.000).

La zona di studio è pianeggiante con quote massime dell'ordine dei 12 m. s.l.m. ed è ricompresa nel F. 269 di Fano, Sezione 269130 della Carta Tecnica Regionale. Catastalmente l'area in oggetto è distinta al foglio 52 di Fano, mappali 331-332-333-334-84.

2. GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA

Geologicamente l'area ricade nel Sistema di Matelica (Pleistocene Superiore) costituito dalle alluvioni terrazzate del F. Metauro composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose (vedi Carta Geologica allegata a scala 1:50.000).

Tali depositi poggiano su un substrato di età pliocenica composto da argille marnose azzurre, siltoso-sabbiose.

Dal punto di vista strutturale i dati bibliografici disponibili (F. 110 della Carta Geologica d'Italia) non evidenziano la presenza di lineazioni di rilievo.

Date le caratteristiche dell'area, piana alluvionale di notevole estensione, caratterizzata dalla presenza di terreni incoerenti e con pendenze molto ridotte, si escludono problemi legati alla stabilità dei terreni di fondazione.

2.1 IDROLOGIA - IDROGEOLOGIA

L'area si trova in sponda sinistra del F. Metauro, unico corso d'acqua presente in zona, ad una distanza dal letto di circa 1550 m.

In fase di campagna geognostica è stato intercettato il livello statico della falda nel sondaggio S2 alla profondità di -7,80m e nel sondaggio S3 alla profondità di -7.20 m, tale livello è stato confermato dalla misurazione del livello statico all'interno del pozzo di proprietà che è stato rilevato alla profondità di -7.20 m dal p.c.

Poiché l'area in esame si trova all'interno di un territorio a bassa intensità urbanizzata non si può escludere che vi sia un importante influsso meteorico diretto sul livello della falda, ritenendo comunque predominante l'effetto di drenaggio che interessa il sottostante materasso alluvionale caratterizzato da litotipi prevalentemente incoerenti con buoni coefficienti di permeabilità.

Per la determinazione del coefficiente di permeabilità è stata effettuata una prova di portata in foro alla profondità di -3.80 m dall'attuale p.c, eseguita su di un pozzetto a base quadrata. La prova è stata eseguita a carico variabile misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo.

La prova si ritiene eseguita in modo corretto in quanto si sono presentate tutte le condizioni e le caratteristiche per la sua determinazione:

a) Il terreno indagato è stato preventivamente saturato in modo da stabilire un regime di flusso permanente;

b) La profondità del pozzetto è pari a circa 1/7 dell'altezza del fondo dal livello di falda;

c) Il diametro (o lato di base) del pozzetto è pari a 10-15 volte il diametro massimo dei

granuli del terreno;

d) Il terreno sia omogeneo e isotropo.

Prova a carico variabile:

$$k = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \frac{1 + \left(2 \frac{h_m}{b}\right)}{\left(27 \frac{h_m}{b} + 3\right)}$$

dove:

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$);

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo;

$h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$;

b = lato della base del pozzetto.

La prova di portata effettuata in foro, è stata ripetuta per cinque volte dando più o meno lo stesso risultato, è consistita nel versare circa 125 lt d'acqua pari ad 1.78 lt/sec, che ha prodotto un riempimento massimo di circa 20 cm all'interno del pozzetto di forma quadrata (50x50x50 cm), assorbiti in 2 minuti e 45 sec. Il risultato ha prodotto in tutte e tre le prove una permeabilità $K = 0.051594^{cm/sec} \quad 0.0005194^{m/sec}$ quindi valori molto elevati.

3. STABILITÀ GENERALE DELL'AREA

L'area si può ritenere stabile viste le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dall'area d'intervento e la mancanza, allo stato attuale, di segni d'instabilità.

Dai rilievi effettuati in loco, risulta che l'area confermata anche dalla consultazione dell'aerofotogrammetria, risulta evidente che la distanza ed il dislivello tra il letto del F. Metauro e l'area di interesse è tale da escludere eventuali problemi dovuti ad un'esondazione del corso d'acqua.

Si può pertanto ritenere che l'area oggetto di intervento attualmente risulta stabile e non è interessata da fenomeni di esondazione.

Il quadro sopradescritto, è confermato anche dalle carte geologiche e dal P.A.I. di cui si allegano le copie in appendice.

3.1 VERIFICA PAI (AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE)

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/967181

L'estratto del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale, riportato in allegato, evidenzia che l'area interessata dall'intervento non rientra in zone di pericolosità e rischio idraulico né in zone in dissesto (vedi stralcio PAI allegato).

4. STRATIGRAFIA

Il posizionamento delle indagini, come indicato nella planimetria allegata, è stato effettuato in modo tale da ottenere il maggior numero d'informazione possibile sulla disposizione e variazione delle litologie presenti considerando anche la distribuzione degli edifici da realizzare.

La regolare realizzazione dei sondaggi, fino alle profondità prefissate, ha consentito di individuare con buona precisione la situazione dei terreni sottostanti i nuovi edifici da costruire.

Le prove penetrometriche statiche sono state eseguite con penetrometro Pagani TG 63/200 semovente auto-ancorante con capacità di spinta di 200 KN e le dinamiche pesanti con manlio di battuta da 63 kg e avanzamento della punta ogni 20 cm.

La realizzazione dei sondaggi sopra descritti hanno permesso la individuazione delle seguenti situazioni stratigrafiche:

SONDAGGIO n. S1 (CPT)

- Da 0,0 a 0,50 mt.** Terreno agricolo/vegetale
- Da 0,50 a 3,6 mt.** Argilla limosa e/o limo-argilloso di colore marrone
- Da 3,6 a 5,8 mt.** Ghiaie in matrice limoso-sabbiosa.

SONDAGGIO n. S2 (DPSH)

- Da 0,0 a 0,4 mt.** Terreno agricolo/vegetale.
- Da 0,4 a 3.80 mt.** Argilla limosa e/o limo-argilloso di colore marrone
- Da 3,80 a 9.00 mt.** Ghiaie e sabbia in matrice limoso-sabbiosa.

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

SONDAGGIO n. S3 (CPT)

Da 0,0 a 0,5 mt. Terreno agricolo/vegetale.

Da 0,5 a 4.00 mt. Argilla limosa e/o limo-argilloso di colore marrone

Da 4,00 a 7.60 mt. Ghiaie e sabbia in matrice limoso-sabbiosa.

Le indagini eseguite hanno permesso quindi di mettere alla luce una situazione stratigrafica abbastanza uniforme all'interno del comparto.

4.1 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

In funzione della permeabilità dei terreni sono state determinate diverse classi di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento "vulnerabilità intrinseca della falda":

Classe di vulnerabilità 1 Estremamente elevata (EE)

Sistemi acquiferi liberi in alluvioni da grossolane a medie, od in materiali fortemente alterati e/o risedimentati, privi di efficace protezione in superficie e, talora, soggiacenti ad agglomerati di centri di pericolo (urbanizzato).

Pozzi e campi-pozzi, che deprimono fortemente la piezometrica al di sotto del livello della rete idrografica e/o il livello del mare, creano le condizioni di una ingestione rapida di inquinanti e di insalinamento progressivo per intrusione di acque marine.

Classe di vulnerabilità 2 Estremamente elevata => Elevata (EE=> E)

Sistemi acquiferi liberi in complessi ghiaioso-sabbiosi, talvolta debolmente cementati, dotati di elevata permeabilità, con scarsa copertura di suolo attivo.

Le condizioni di soggiacenza (spesso scarsa), la discreta connessione con la rete idrografica esaltata dalle depressioni indotte in pozzi e campi-pozzi creano le condizioni di elevato potenziale di inquinamento in aree ove sovente si forma la risorsa idrica sotterranea.

Classe di vulnerabilità 3 Elevata => Alta (E=> A)

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

Sistemi acquiferi liberi in rocce prevalentemente carbonatiche e solfatiche fessurate e più o meno carsificate, con soggiacenza notevole, forti acclività superficiali, scarsa copertura, in posizione plano-altimetrica tale da non essere in contatto con la rete idrografica principale.

Le problematiche più importanti si collocano in corrispondenza degli affioramenti maggiori che costituiscono l'area di alimentazione di varie sorgenti utilizzate localmente talora termalizzate.

Classe di vulnerabilità 4 Alta (A)

Sistemi acquiferi liberi, semiconfinati o confinati, generalmente caratterizzati da notevole anisotropia ed eterogeneità, protetti in superficie da una copertura scarsamente permeabile, a tratti impermeabile.

I sistemi acquiferi in questione possono essere i medesimi che albergano nelle alluvioni e nei complessi ghiaiosi (Classe 1, Classe 2).

Classe di vulnerabilità 5 Alta => Media (A=> M)

Sistemi acquiferi liberi in rocce cristalline fratturate, con scarsa protezione di suolo e di insaturo, elevata capacità di ingestione, media capacità di flusso.

La vulnerabilità di questi acquiferi varia, anche notevolmente, a seconda dello stato di fratturazione e di alterazione: è più elevata nelle vulcaniti, in particolare nei basalti, a causa del clivaggio e della scarsa alterabilità.

Classe di vulnerabilità 6 Media (M)

Sistemi acquiferi in complessi a granulometria media o medio-bassa, più o meno compattati o debolmente cementati, generalmente in posizione dominante rispetto alla rete idrografica, sovente poggianti su confinanti impermeabili.

Le aree di affioramento di questi complessi costituiscono sovente piccole unità prive di continuità con gli acquiferi maggiori.

La vulnerabilità è condizionata dai suoli di copertura e dall'azione filtrante dell'insaturo, oltreché dalla non elevata permeabilità.

Le sabbie dunali rappresentano un elemento di protezione, sebbene molto fragile, dei sottostanti acquiferi in alluvioni. Tale protezione è, però, insufficiente nel caso di centri di pericolo puntuali (p.e. insediamenti turistici stagionali e/o temporanei).

Classe di vulnerabilità 7 Media => Bassa (M=> B)

Sistemi acquiferi in arenarie e complessi conglomeratico-arenacei, caratterizzati da vulnerabilità variabile da media a bassa a seconda dello stato di fratturazione e della percentuale di materiali marnosi presenti.

In genere, questi complessi non sono molto produttivi a parità di alimentazione ma possono dare risposte di accumulo di inquinanti quando si trovano nel sottosuolo di agglomerati di centri di pericolo, o vengono impegnati da scarichi industriali e discariche.

Classe di vulnerabilità 8 Bassa => Estremamente bassa (B=> BB)

Complessi flyschoidi argillo-marnosi e marnoso-arenacei, complessi epimetamorfici, con propagazione degli inquinanti scarsa anche se variabile da membro a membro.

In questi complessi, gli inquinanti idroportati possono essere veicolati e accumulati in sacche e strati dotati di maggiore permeabilità.

Pertanto, gli insediamenti pericolosi di qualunque tipo necessitano di approfondimenti idrogeologici caso per caso.

Classe di vulnerabilità 9 Estremamente bassa (BB)

Argilloscisti, argille varicolori, argille più o meno sovraconsolidate e sabbiose, marne, gli inquinanti sversati, in funzione dell'acclività della superficie topografica, ristagnano o raggiungono direttamente le acque superficiali che li spostano e li distribuiscono in funzione della complessità del reticolo drenante.

Considerata la sua predominante componente ghiaiosa e sabbiosa, l'area oggetto d'intervento risulta rientrare nella classe di vulnerabilità 4. L'attribuzione puntuale della classe è suscettibile di modifiche in relazione a studi di dettaglio ed a maggiori approfondimenti di carattere idrogeologico.

5. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

In base alle prove eseguite è stato possibile ricostruire le seguenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni, si ricorda che i parametri geotecnici sotto riportati sono leggermente inferiori a quelli evidenziati dalle prove per tener conto di eventuali situazioni locali non rappresentative di tutti i terreni di fondazione su cui insisteranno i fabbricati.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELLE ARGILLE LIMOSE E/O LIMO-ARGILLOSO

γ	(peso di volume)	1,85-1,9 t/m ³
φ	(angolo d'attrito)	19° – 21°
C'	(coesione intercetta)	0,7 – 1,0 t/m ²
C_u	(coesione non drenata)	1,0 – 1,5 t/m ²
E_d	(modulo edometrico)	250 – 300 t/m ²

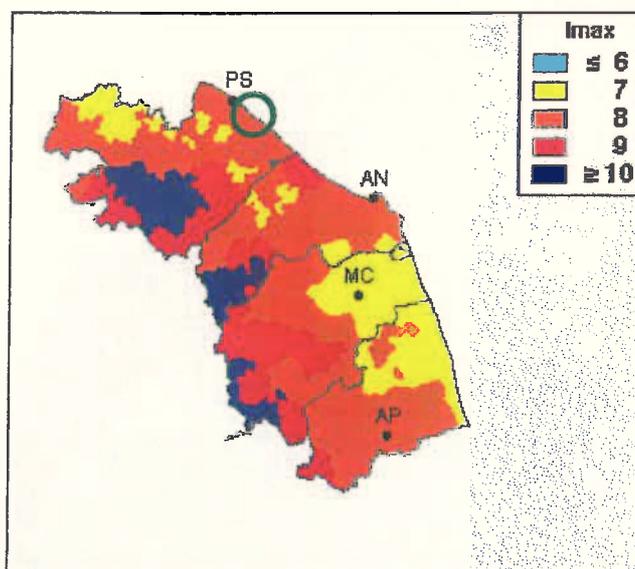
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE MEDIE DELLE GHIAIE

γ	(peso di volume)	1,8-1,85 t/m ³
φ	(angolo d'attrito)	27° – 29°
C'	(coesione)	0,0
E_d	(modulo edometrico)	900 – 1200 t/m ²

6. SISMICITÀ

6.1 ZONE SISMICHE

Per la valutazione della sismicità storica dell'area e per una prima valutazione della sua pericolosità sismica, è stata utilizzata la banca dati del GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti – cataloghi NT4.1.1 – DOM.4.1.) Come si può vedere dalla mappa allegata il sito in esame viene identificato come un'area a medio rischio sismico.



Area in esame ○

Con riferimento alla classificazione sismica nell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e le norme tecniche vigenti, che disciplinano le costruzioni in zone sismiche, il territorio comunale di Fano, è classificato come zona 2 con livello di pericolosità sismico medio (Vedi figura nella pagina seguente).

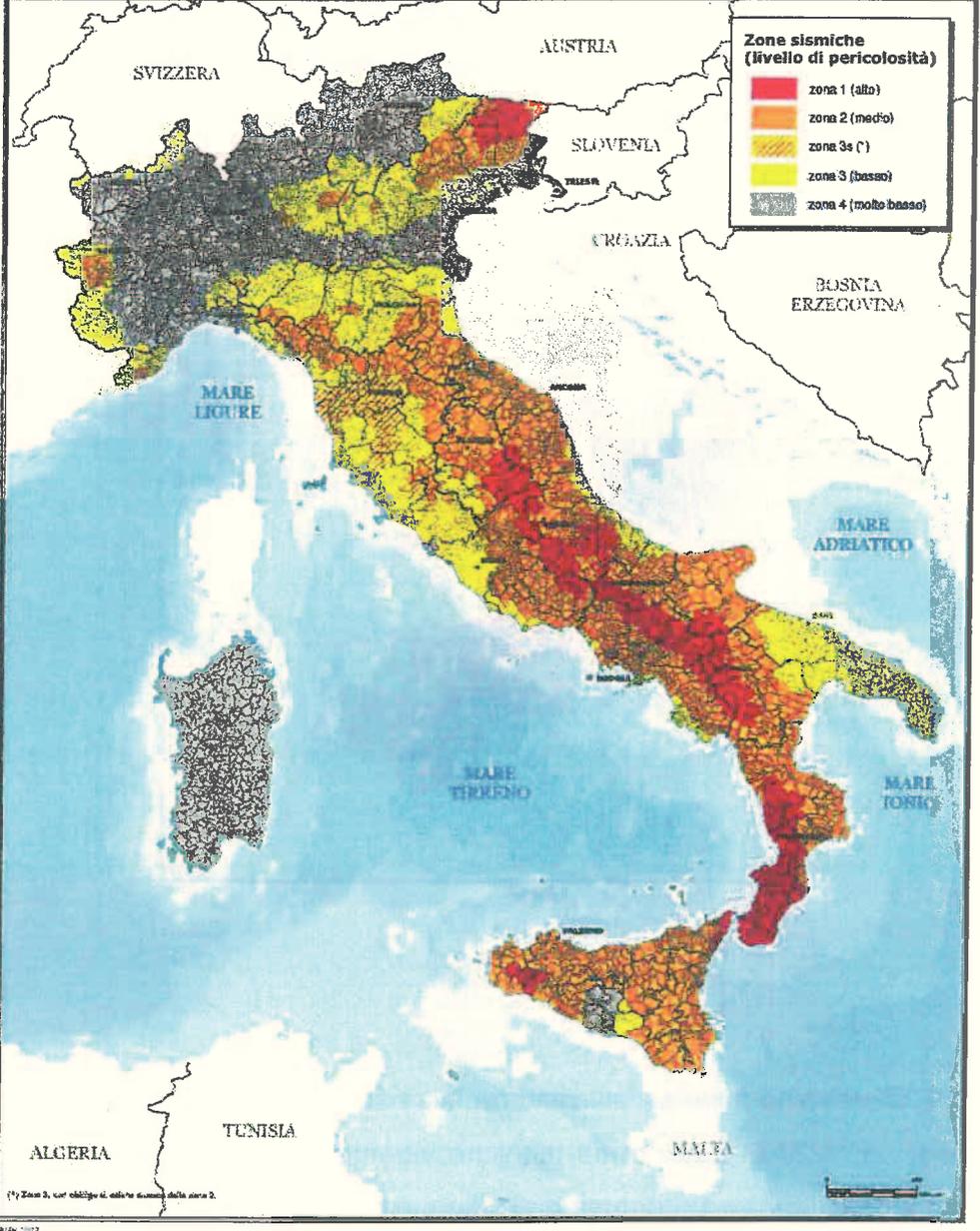
RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181


 Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
 Ufficio prevenzione, valutazione e mitigazione del rischio sismico e attività ed opere post-emergenza

Classificazione sismica al 2006
 Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.
 Atti di recepimento al 31 dicembre 2007: Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/5/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447.
 Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 1/8/03, n. 2325. Lazio: DGR 1/8/03, n. 766. Liguria: DGR 16/5/02, n. 520. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14984.
 Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: LR 20/5/04, n. 13. Piemonte: DGR 17/11/03, n. 61/11017. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31.
 Sicilia: DGR 19/12/03, n. 405. Toscana: DGR 19/6/03, n. 604. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 23/11/03, n. 2813. Umbria: DGR 18/6/03, n. 852.
 Veneto: DGR 3/12/03, n. 87. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5123.



RT Projects s.r.l.s
 Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)
 tel. 0541/953050 fax 0541/967181

6.2 AZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è quindi l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica di progetto.

La "pericolosità di base" è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.

La "pericolosità sismica di base" è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria C, v. Tab III), con superficie topografica orizzontale (categoria T1; v. Tab. 3.2.IV delle NTC 2008),
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.,

Le nuove norme definiscono le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le NTC 2008 stimano la pericolosità sismica di base su una griglia di 10.751 punti, per ognuno dei quali viene fornita la terna di valori a_g , F_0 e T^*C per nove distinti periodi di ritorno TR.

7. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento di seguito indicate.

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

	grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

Le sopra esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m

8. RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA

Nello specifico, dall'analisi dei rapporti dei dati acquisiti tramite l'indagine sismica passiva, appositamente eseguita sull'area di intervento, si può affermare che il sito è caratterizzato da velocità delle onde di taglio V_{s30} di 303 m/s calcolata dalla profondità di 0,00 m a -30,00 m, pertanto il suolo indagato può essere classificato come segue:

Tipo C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). Congruente con la litostratigrafia emersa durante l'indagine.

In base alle risultanze della prova sismica eseguita, che si riportano in allegato, e delle condizioni topografiche dell'area, il sottosuolo può essere attribuito alla categoria "C" e la superficie topografica alla categoria "T1".

Utilizzando il foglio di lavoro distribuito dal "Consiglio superiore dei Lavori Pubblici" è possibile ricavare alcune informazioni aggiuntive a partire dalla vita nominale della costruzione V_n (in anni), dal coefficiente d'uso della costruzione C_u determinato in base alla classe d'uso, dal periodo di riferimento della costruzione V_r (in anni) e dai periodi di ritorno per la determinazione dell'azione sismica T_r (in anni) che sono così definiti:

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è

quella riportata nella Tab. 2.4.1 delle NTC-08 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

	Tipi di costruzione	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Classi d'uso (§ 2.4.2 NTC-08)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

<i>Classe I:</i>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in <i>Classe d'uso III</i> o in <i>Classe d'uso IV</i> , reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in <i>Classe d'uso IV</i> . Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

Vita di riferimento (§ 2.4.3 NTC-08)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_r = V_n C_u \quad (\text{NTC-08 Eq. 2.4.1})$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella **Tab. 2.4.ii** delle NTC-08.

Tabella 2.4.ii – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1	1,5	2

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Si definisce, infine, il periodo di ritorno per la determinazione dell'azione sismica T_r come segue:

Stati limite e relative probabilità di superamento (§ 3.2.1 NTC-08)

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione

conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella **Tab. 3.2.1 delle NTC-08**.

Tabella 3.2.1 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
	Stati limite di esercizio	SLO
SLD		63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

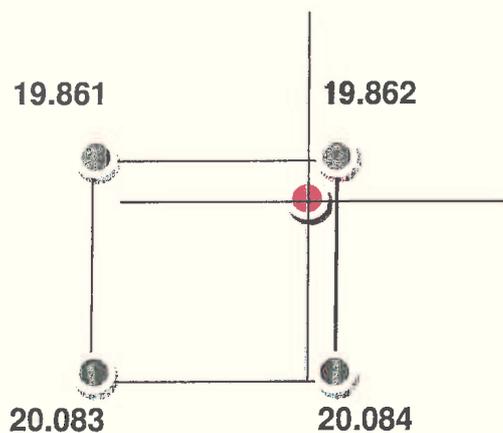
Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di P_{VR} forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Utilizzando il sopra citato foglio di lavoro distribuito dal "Consiglio superiore dei Lavori Pubblici" nel quale il sito è stato identificato con le seguenti coordinate geografiche:

LATITUDINE: 43,820811

LONGITUDINE: 12,995

che identificano un punto all'interno del seguente reticolo delimitato dai nodi:



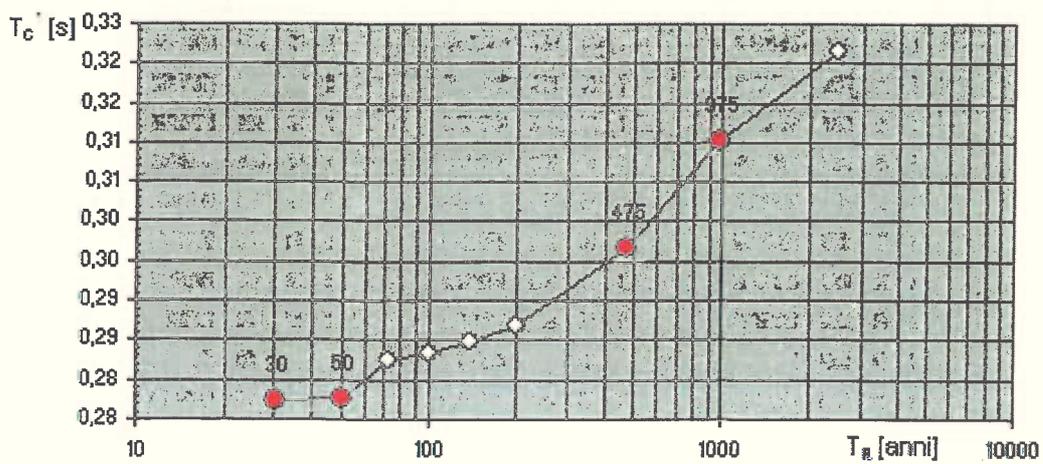
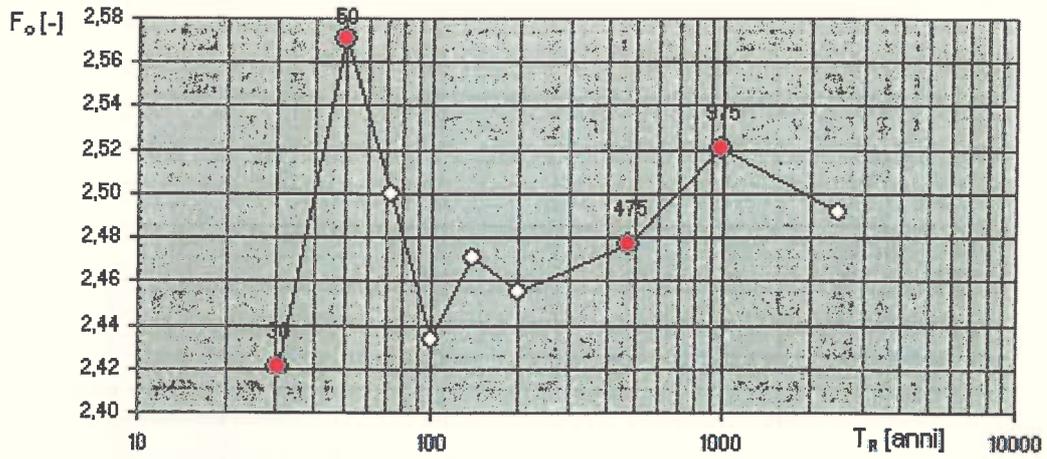
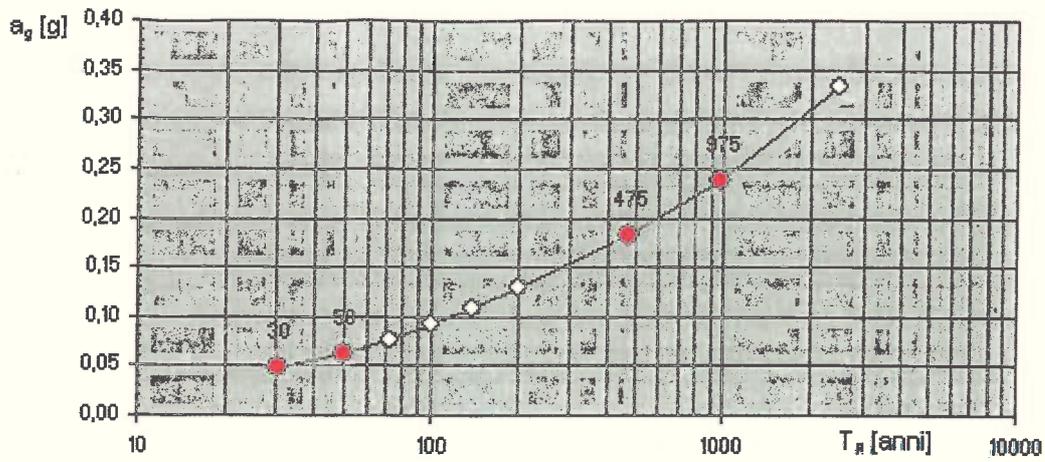
Ed partire da un valore $V_n = 50$ (si ricorda che V_n deve essere ≥ 50) ed una classe d'uso II è possibile ricavare i seguenti dati:

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

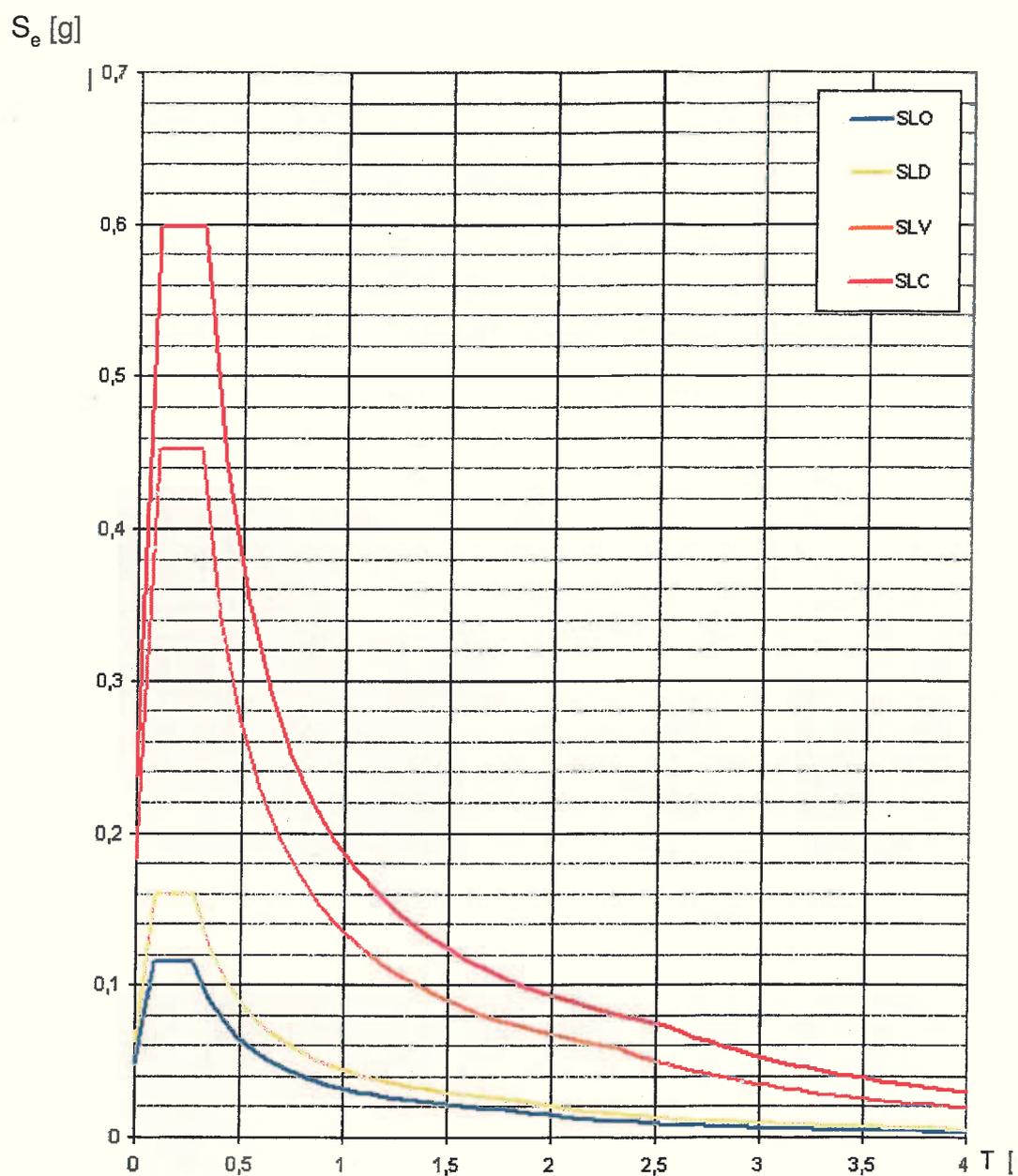


RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/967181

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,047	2,424	0,277
SLD	50	0,061	2,5708	0,277
SLV	475	0,182	2,473	0,296
SLC	975	0,237	2,515	0,309

Coefficienti sismici:

	S_s [-]	C_c [-]	S_t [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,600	1,000	0,014	0,007	0,691	0,200
SLD	1,500	1,600	1,000	0,018	0,009	0,899	0,200
SLV	1,430	1,570	1,000	0,063	0,031	2,554	0,240
SLC	1,340	1,550	1,000	0,089	0,044	3,109	0,280

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

Riassunto dei parametri sismici di progetto:

Via <input type="text" value="DEL FIUME"/> n° <input type="text"/>		(1)* Coordinate WGS84 (°) Latitudine <input type="text" value="43.831147"/> Longitudine <input type="text" value="13.030217"/>																																																								
Comune <input type="text" value="FANO"/> Cap <input type="text" value="61032"/>		(1)* Coordinate ED50 (°) Latitudine <input type="text" value="43,832088"/> Longitudine <input type="text" value="13,031160"/>																																																								
Provincia <input type="text"/> <input type="button" value="Cerca"/>		Classe di affidabilità <input type="text" value="Il Affidamento nazionale. Agenzia di staz. pubbliche e sociali..."/>																																																								
Coordinate WGS84 (°) Latitudine <input type="text"/> Longitudine <input type="text"/> <input type="button" value="Cerca"/>		Vita nominale <input type="text" value="50"/>																																																								
Isole <input type="text" value="-- Seleziona --"/>		Interpolazione <input type="text" value="Media ponderata"/> <input type="button" value="Calcola"/>																																																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stato Unife</th> <th>Ti (anni)</th> <th>β</th> <th>Fo</th> <th>β'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quantità (SLC)</td> <td>30</td> <td>0,047</td> <td>2,624</td> <td>0,277</td> </tr> <tr> <td>Base (SLD)</td> <td>60</td> <td>0,051</td> <td>2,678</td> <td>0,277</td> </tr> <tr> <td>Salvaguardia (SLC)</td> <td>450</td> <td>0,132</td> <td>2,473</td> <td>0,298</td> </tr> <tr> <td>Resto (SLC)</td> <td>900</td> <td>0,227</td> <td>2,616</td> <td>0,309</td> </tr> </tbody> </table>		Stato Unife	Ti (anni)	β	Fo	β'	Quantità (SLC)	30	0,047	2,624	0,277	Base (SLD)	60	0,051	2,678	0,277	Salvaguardia (SLC)	450	0,132	2,473	0,298	Resto (SLC)	900	0,227	2,616	0,309																														
Stato Unife	Ti (anni)	β	Fo	β'																																																						
Quantità (SLC)	30	0,047	2,624	0,277																																																						
Base (SLD)	60	0,051	2,678	0,277																																																						
Salvaguardia (SLC)	450	0,132	2,473	0,298																																																						
Resto (SLC)	900	0,227	2,616	0,309																																																						
<p>(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.</p> <p>(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.</p>		Calcolo dei coefficienti sismici <input type="radio"/> Muri di sostegno <input type="radio"/> Paratie <input checked="" type="radio"/> Stabilità dei pendii e fondazioni <input type="checkbox"/> In edifici sovrastanti non sono le giacche di stabile spostamenti. H (m) <input type="text"/> H' (m) <input type="text"/> Categoria sottosolo <input type="text" value="c"/> Categoria topografica <input type="text" value="T1"/> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SLC</th> <th>SLD</th> <th>SLV</th> <th>SLC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β^{1*}</td> <td>1,50</td> <td>1,20</td> <td>1,43</td> <td>1,24</td> </tr> <tr> <td>Amplificazione stratigrafica</td> <td>1,50</td> <td>1,20</td> <td>1,43</td> <td>1,24</td> </tr> <tr> <td>Ce *</td> <td>1,50</td> <td>1,20</td> <td>1,57</td> <td>1,55</td> </tr> <tr> <td>β^{2*}</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Amplificazione topografica</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table> <input type="checkbox"/> Personalizza azione massima attesa al sito (β ^{3*}) <input type="text"/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Azione</th> <th>SLC</th> <th>SLD</th> <th>SLV</th> <th>SLC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M</td> <td>0,014</td> <td>0,016</td> <td>0,055</td> <td>0,020</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,007</td> <td>0,009</td> <td>0,031</td> <td>0,014</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>0,004</td> <td>0,006</td> <td>2,054</td> <td>3,109</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>0,200</td> <td>0,200</td> <td>0,240</td> <td>0,240</td> </tr> </tbody> </table> <input type="button" value="Calcola"/>			SLC	SLD	SLV	SLC	β ^{1*}	1,50	1,20	1,43	1,24	Amplificazione stratigrafica	1,50	1,20	1,43	1,24	Ce *	1,50	1,20	1,57	1,55	β ^{2*}	1,00	1,00	1,00	1,00	Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	Azione	SLC	SLD	SLV	SLC	M	0,014	0,016	0,055	0,020	II	0,007	0,009	0,031	0,014	III	0,004	0,006	2,054	3,109	IV	0,200	0,200	0,240	0,240
	SLC	SLD	SLV	SLC																																																						
β ^{1*}	1,50	1,20	1,43	1,24																																																						
Amplificazione stratigrafica	1,50	1,20	1,43	1,24																																																						
Ce *	1,50	1,20	1,57	1,55																																																						
β ^{2*}	1,00	1,00	1,00	1,00																																																						
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00																																																						
Azione	SLC	SLD	SLV	SLC																																																						
M	0,014	0,016	0,055	0,020																																																						
II	0,007	0,009	0,031	0,014																																																						
III	0,004	0,006	2,054	3,109																																																						
IV	0,200	0,200	0,240	0,240																																																						

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

9. LIQUEFAZIONE

L'analisi sul rischio di liquefazione viene condotta sulla base di quanto riportato nel paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008.

La norma specifica che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- a) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- b) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- c) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- d) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- e) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Trattandosi di terreni ghiaioso-sabbiosi la verifica può essere omessa.

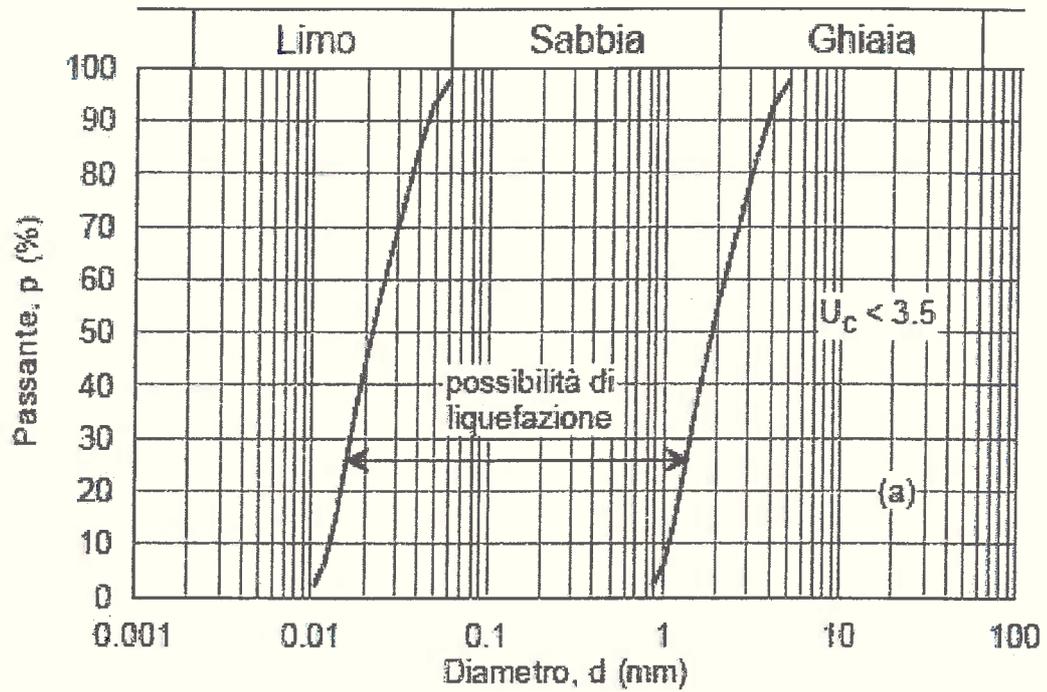


Figura 7.11.1 (a)

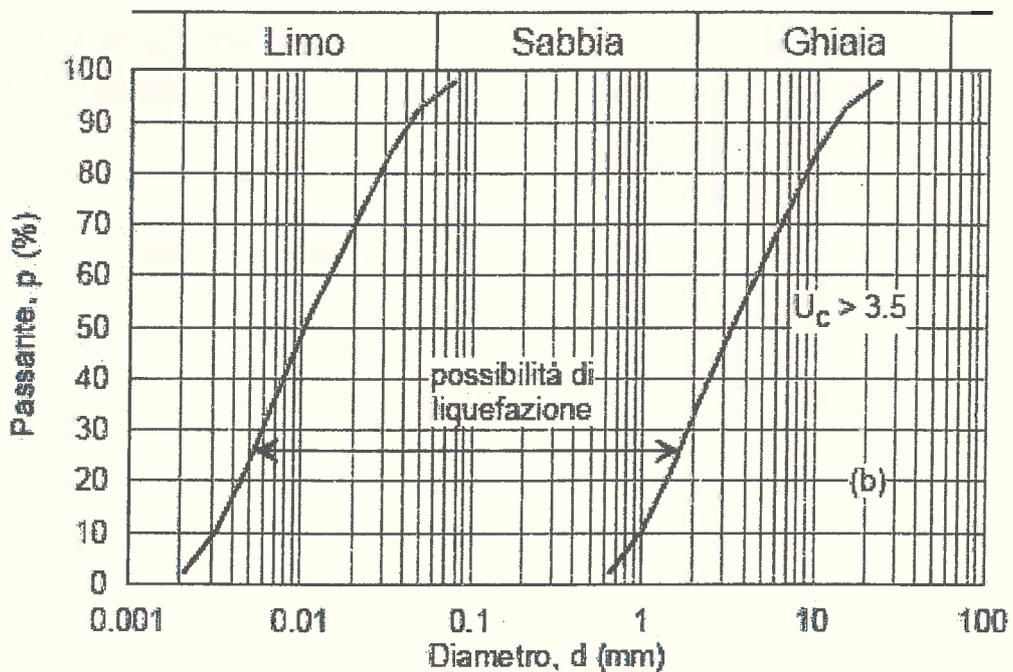


figura 7.11.1(b)

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/967181

10 CRITERI GENERALI D'INTERVENTO

10.1 FONDAZIONI

La tipologia di fondazione da adottare negli edifici potrà essere superficiale quali travi rovesce, le cui profondità esatte dovranno essere definite in fase esecutiva, ammorsate all'interno dello strato ghiaioso sabbioso che offre maggiori garanzie di resistenza e portanza; la scelta definitiva delle opere fondanti sarà comunque da adottare alla luce dei carichi applicati e dei cedimenti teorici stimati.

10.2 RIPORTI E SBANCAMENTI

Gli eventuali riporti dovranno appartenere alle classi A-1÷A-3 della classifica CNR-UNI 10006. In alternativa si potranno utilizzare materiali argillosi stabilizzati con calce.

La realizzazione delle opere di urbanizzazione per ciò che riguarda le strade di accesso, i parcheggi ed i marciapiedi, dovranno essere adottate le tecniche ed i materiali in uso normalmente.

Per la realizzazione di tali opere è consigliabile procedere preventivamente ad uno scotico di circa 0,25 m. di terreno agrario, per evitare successivi assestamenti e fessurazioni, dovute a fenomeni di rigonfiamento o ritiro dello strato superficiale stesso.

Per la realizzazione dei piani interrati, in fase esecutiva si ritiene opportuno effettuare puntuali verifiche di sicurezza sui fronti di sbancamento, secondo le indicazioni contenute al paragrafo 6.8.6 "Fronti di scavo" del D.M. 14/01/2008. Sulla base degli esiti di tali verifiche, andrà valutata la necessità di ricorrere all'esecuzione di strutture di sostegno, anche temporanee, durante o ancor prima di procedere alle operazioni di scavo, per garantire la sicurezza in cantiere e salvaguardare eventuali strutture e/o infrastrutture limitrofe.

10.3 REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Per evitare accumuli idrici in corrispondenza di eventuali strutture controterra (piani interrati, opere di contenimento ecc..) queste andranno sempre munite di drenaggio a tergo su tutta l'altezza del paramento, con ghiaia e pietrisco di opportuna granulometria, tessuto-non-tessuto per evitare l'intasamento del dreno, cunetta di base e tubazione forata che consenta la raccolta delle acque, da convogliarsi fino alla smaltimento.

Si consiglia infine di provvedere ad un'accurata regimazione di tutte le acque meteoriche e dilavanti, predisponendo un'adeguata rete di scolo; anche le condotte defluenti ed affluenti alla struttura dovranno essere ispirate a principi di assoluta impermeabilità al fine di evitare possibili infiltrazioni e ristagni che potrebbero influire negativamente sui parametri geomeccanici dei terreni.

11 COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO "K" (TERRENO ALLA WINKLER)

I metodi per la determinazione di "K", sono basati su estrapolazioni che traggono origine da prove di carico su piastra. Al fine di contenere entro limiti accettabili i costi delle indagini, si è effettuata una determinazione di "K" su basi bibliografiche. Si è così giunti ad individuare:

$K_v = 1 \text{ Kg/cm}^3$ per i terreni argillosi della coltre di copertura

$K_v = 20 \text{ Kg/cm}^3$ per i terreni del substrato

12. CONCLUSIONI

Vista la morfologia del luogo, sulla base delle indagini eseguite e sui parametri geotecnici desunti, l'area si può considerare idonea alla realizzazione di quanto previsto nel piano in progetto.

Si consiglia di realizzare un drenaggio alla base della struttura interrata ed un'adeguata regimazione delle acque meteoriche al fine di allontanarle dalle pareti del vano interrato che si troveranno a contatto con terreni coesivi che in caso di infiltrazioni possono rigonfiarsi e diminuire, anche stabilmente, le proprie caratteristiche geotecniche di resistenza causando cedimenti imprevisti.

In relazione alla litologia dei terreni ed alla configurazione morfologica dell'area, sono stati definiti i valori dei parametri sismici allo Stato Limite di Esercizio (SLO-SLD) e allo Stato Limite Ultimo (SLV-SLC) di seguito riportati:

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,047	2,424	0,277
SLD	50	0,061	2,5708	0,277
SLV	475	0,182	2,473	0,296
SLC	975	0,237	2,515	0,309

Coefficienti sismici:

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,600	1,000	0,014	0,007	0,691	0,200
SLD	1,500	1,600	1,000	0,018	0,009	0,899	0,200
SLV	1,430	1,570	1,000	0,063	0,031	2,554	0,240
SLC	1,340	1,550	1,000	0,089	0,044	3,109	0,280

I terreni di fondazione ricadono in Categoria **C** (Tab. 3.2.II e 3.2.III delle N.T.C.) (vedi paragrafo 8.0), mentre la categoria topografica è **T1**.

Per ipotesi di calcolo su suolo elastico alla Winkler si suggerisce di adottare, per i terreni del substrato, un coefficiente di sottofondo:

$K_v = 1 \text{ Kg/cm}^3$ per i terreni argillosi della coltre di copertura

$K_v = 20 \text{ Kg/cm}^3$ per i terreni del substrato

Il piano di posa delle opere di urbanizzazione quali strade, marciapiedi ecc. dovrà essere eseguito su un terreno privo del cotico agrario, procedendo alla stesa di materiale appartenente alle classi A1-A3 della classifica CNR-UNI 10006, da porre in opera per strati successivi (max 25 cm), opportunamente costipati.

Per la realizzazione dei piani interrati, in fase esecutiva si ritiene opportuno effettuare puntuali verifiche di sicurezza sui fronti di sbancamento, secondo le indicazioni contenute al paragrafo 6.8.6 "Fronti di scavo" del D.M. 14/01/2008. Sulla base degli esiti di tali verifiche, andrà valutata la necessità di ricorrere all'esecuzione di strutture di sostegno, anche temporanee, durante o ancor prima di procedere alle operazioni di scavo, per garantire la sicurezza in cantiere e salvaguardare eventuali strutture e/o infrastrutture limitrofe.

Per la definizione puntuale delle opere di fondazione e sugli interventi da eseguirsi, in fase esecutiva sugli edifici andrà sviluppato uno studio geologico-geotecnico, supportato da specifiche indagini geognostiche, con prove in sito ed in laboratorio, secondo quanto disposto dalle NTC 2008.

Per evitare accumuli idrici in corrispondenza di eventuali strutture controterra (piani interrati, opere di contenimento ecc..) queste andranno sempre munite di drenaggio a tergo su tutta l'altezza del paramento, con ghiaia e pietrisco di opportuna granulometria, tessuto-non-tessuto per evitare l'intasamento del dreno, cunetta di base e tubazione forata che consenta la raccolta delle acque, da convogliarsi fino allo smaltimento.

Si consiglia infine di provvedere ad un'accurata regimazione di tutte le acque meteoriche e dilavanti, predisponendo un'adeguata rete di scolo; anche le condotte defluenti ed affluenti alla struttura dovranno essere ispirate a principi di assoluta impermeabilità al fine di evitare possibili infiltrazioni e ristagni che potrebbero influire negativamente sui parametri geomeccanici dei terreni.

Gabicce Mare, Lì 30/10/2015

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

tel. 0541/953050 fax 0541/ 967181

ALLEGATI

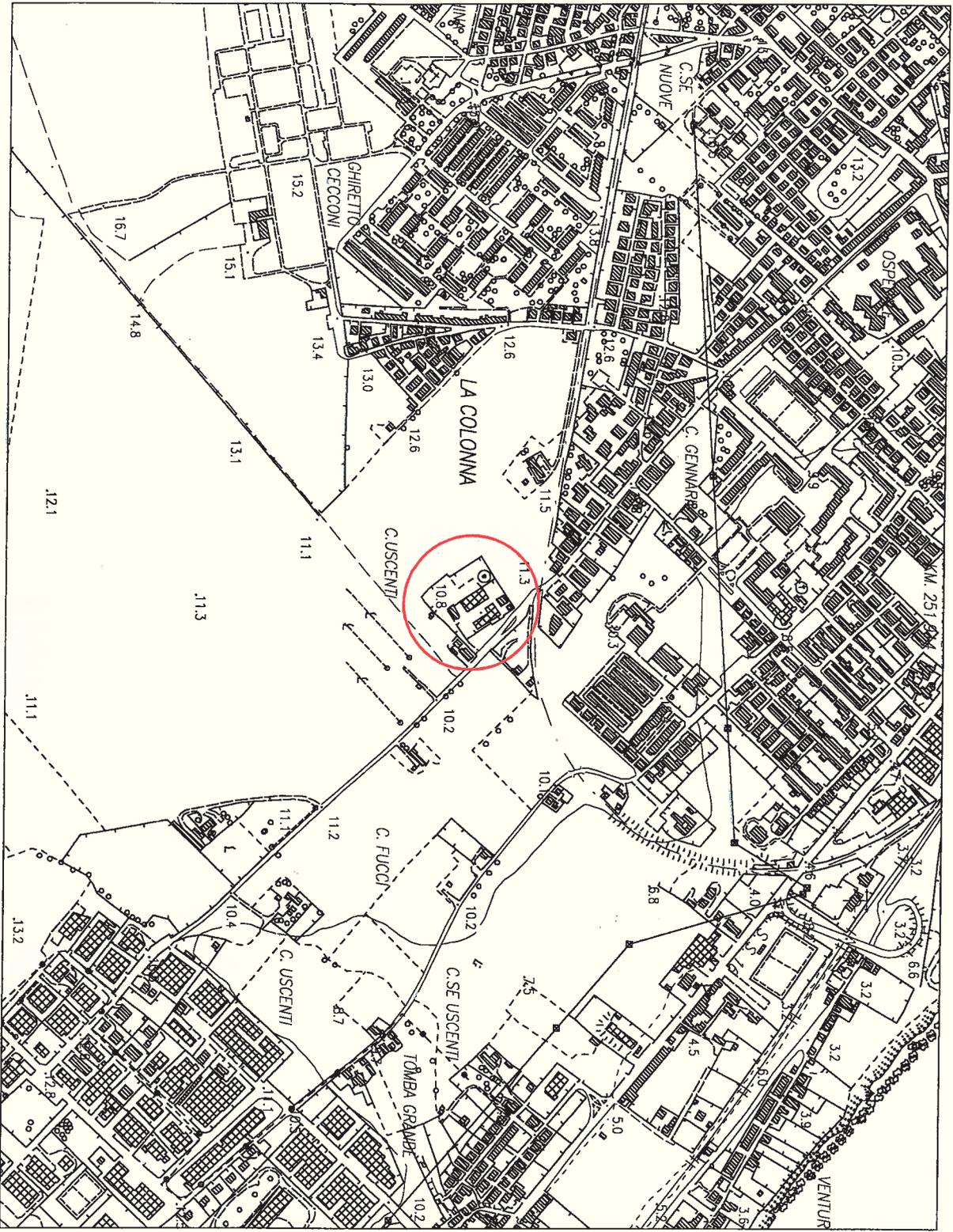
1. COROGRAFIA SCALA 1:25.000
2. RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO SCALA 1:10.000
3. RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO SCALA 1:5.000
4. RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO SCALA 1:1.000
5. CARTA GEOLOGICA SCALA 1:50.000
6. CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICHE SCALA 1:10.000
7. CARTA PROGETTO IFFI SCALA 1:10.000
8. ESTRATTO MAPPA CATASTALE
9. PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI SCALA 1:1.000
10. SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-A' SCALA 1:400
11. INDAGINE SISMICA (HVSR)
12. LOGS STRATIGRAFICI (CPT/DPSH)
13. STRALCIO P.A.I. REGIONE MARCHE fuori scala
14. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

RT Projects s.r.l.s

Viale della Vittoria 81-83 - 61011 Gabicce Mare (PU)

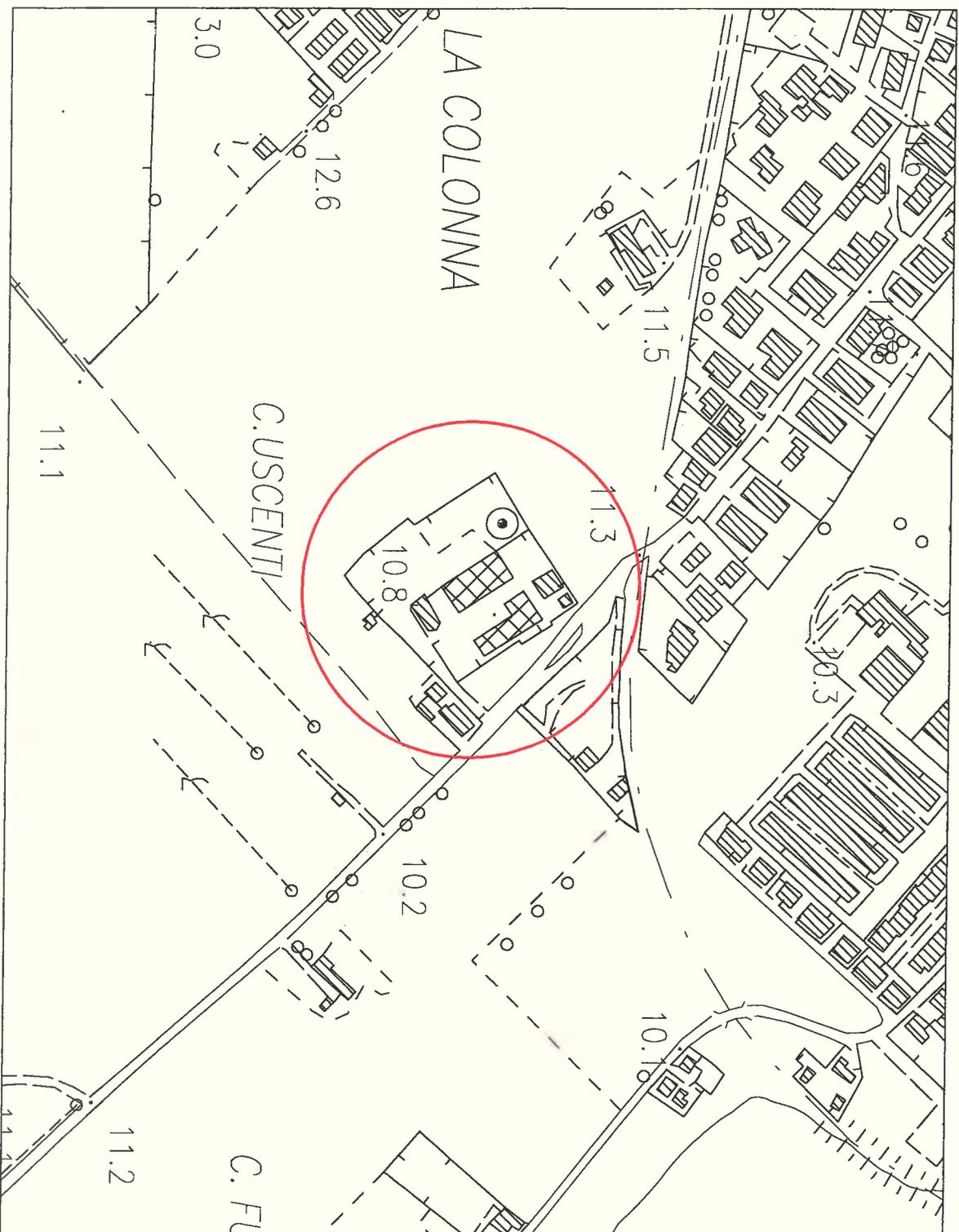
tel. 0541/953050 fax 0541/967181

RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO SCALA 1:5.000



○ Area in esame

RILIEVO AEROFOTOGRAFOMETRICO SCALA 1:1.000



○ Area in esame

CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

STRALCIO P.R.G. VIGENTE CON INDICAZIONE DEI VINCOLI - SCALA 1:10000



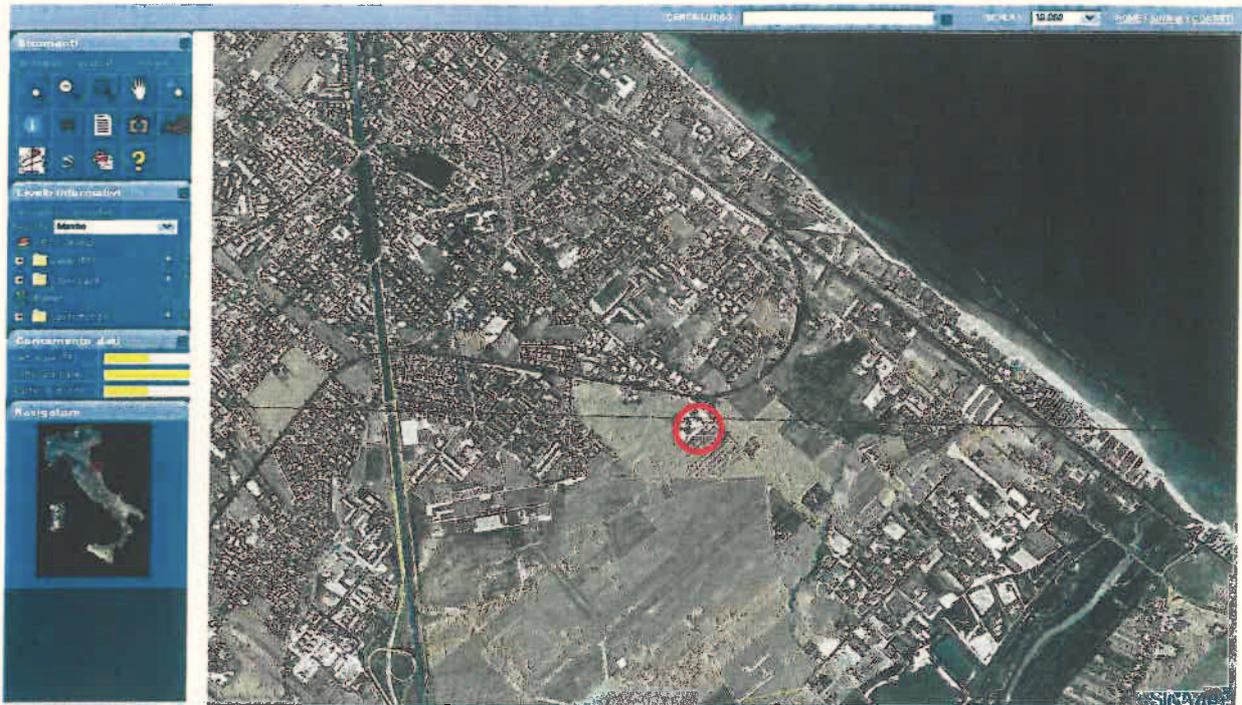
STRALCIO P.R.G.
Zonizzazione e indicazione vincoli

AREA OGGETTO DI INTERVENTO



LEGENDA

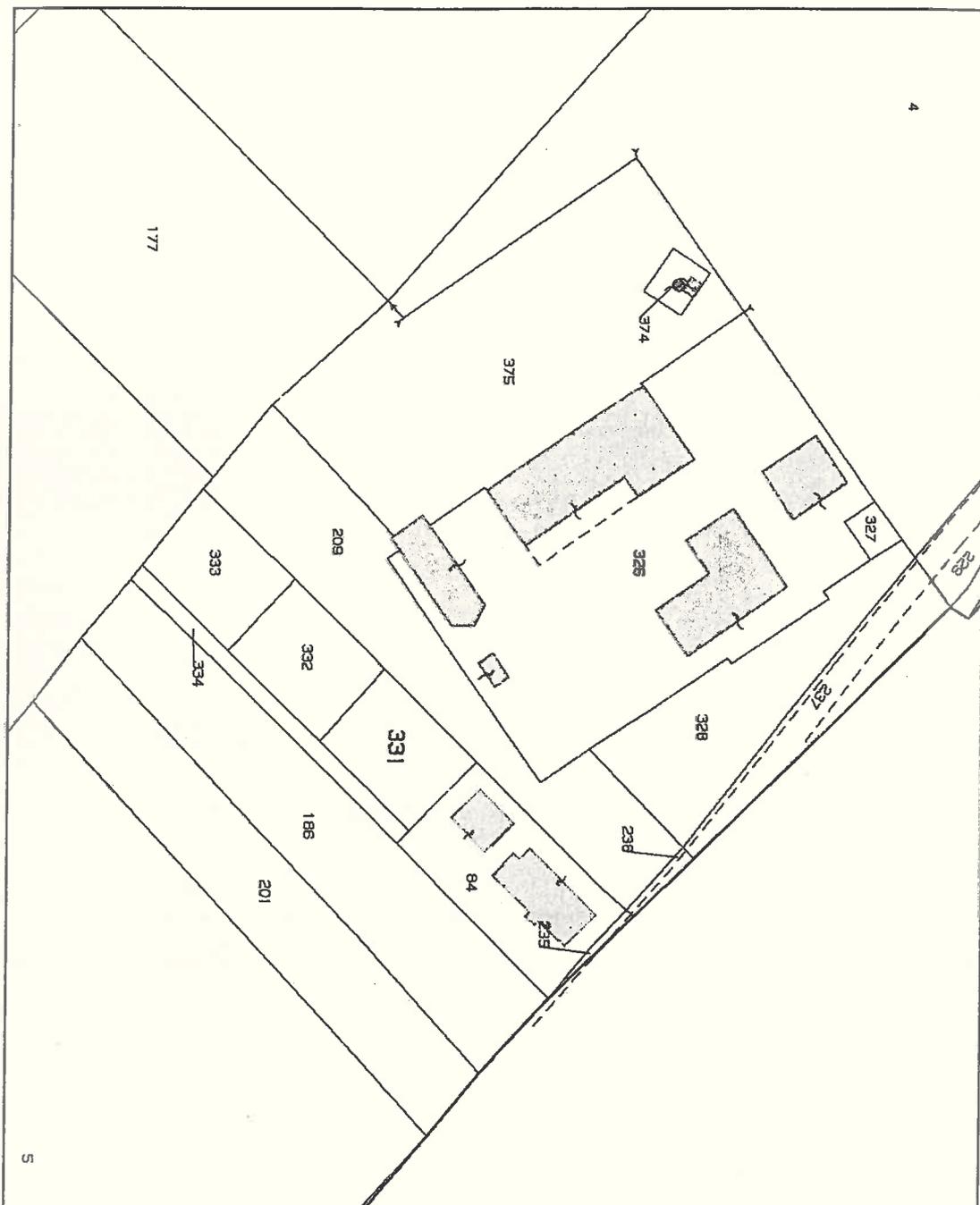
ZONE A VINCOLO SPECIALE			
	V1	Fasce di rispetto stradale	
	V2	Fasce di rispetto cimiteriale	
	V5	Zona di rispetto dei pozzi comunali	
	V5	Zona di protezione dei pozzi comunali	
	V6	Fasce di rispetto centrali elett. ed elettrodotti	
	V7	Fasce di rispetto per depuratori	
	V9	Fasce di rispetto per ferrovia	
	V10	Aree i cui soprassuoli sono stati percorsi dal fuoco	
	V11	Aree allagate dall'erosione del fiume Metauro nel novembre del 2005	
		Fozzi idrici comunali	
PERIMETRAZIONI			
		Comuni Uniti	
			Certi Abati



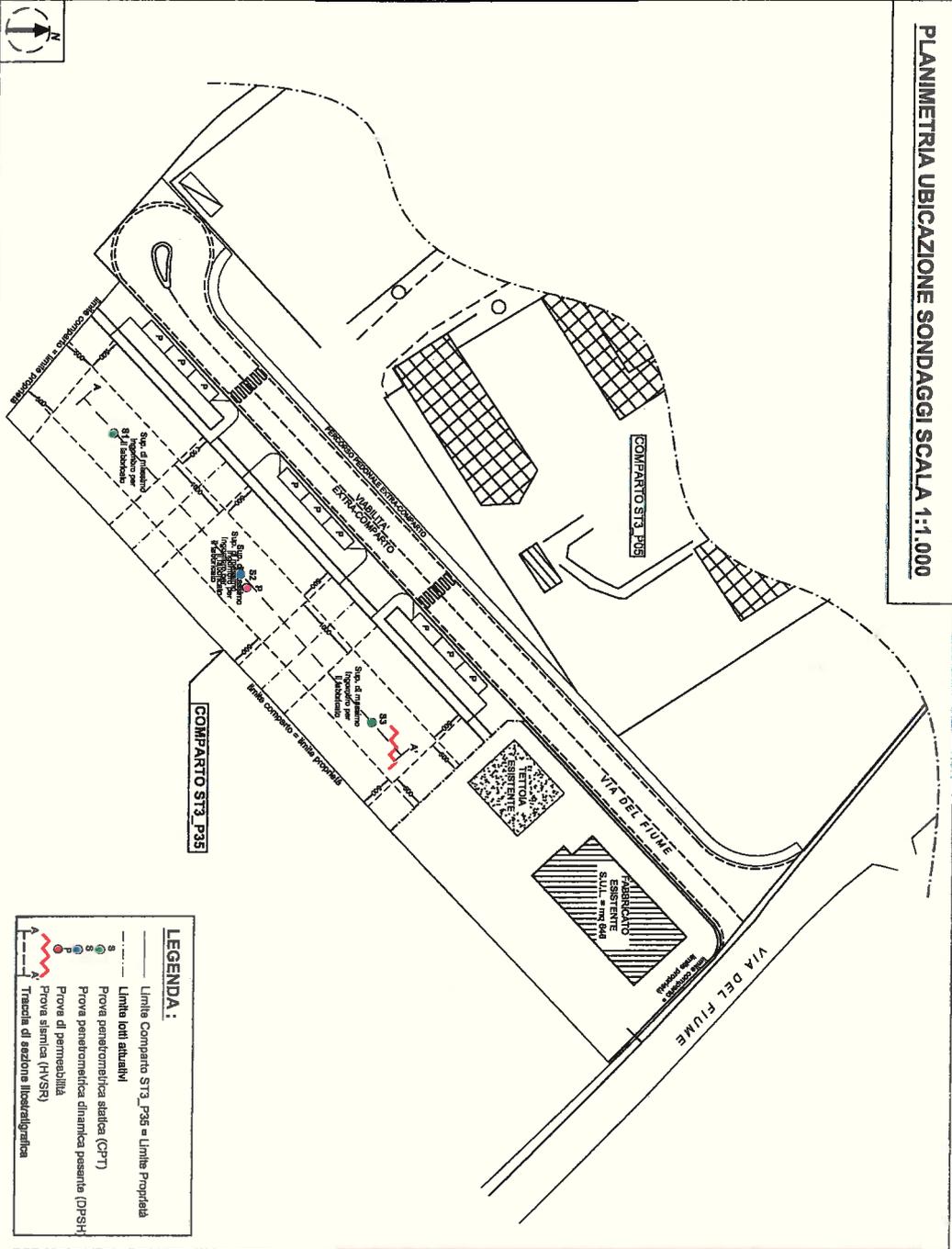
Carta progetto IFFI

 Area in esame

ESTRATTO DELLA MAPPA CATASTALE
Foglio 52 di Fano- mappali 331-332-333-334-84



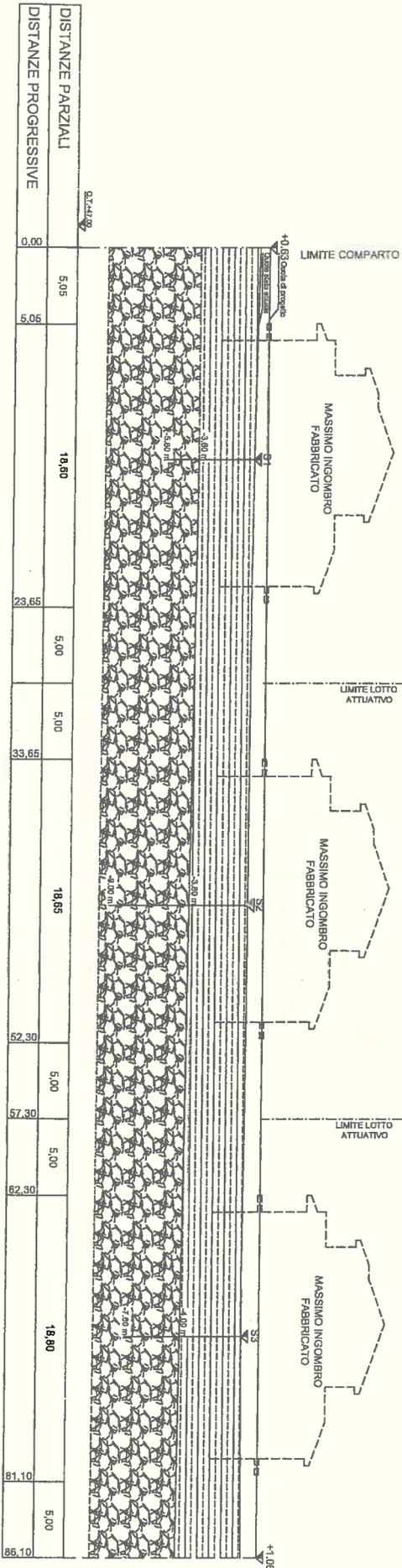
PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI SCALA 1:1.000



LEGENDA :

- Limite Comparto ST3_P35 = Limite Proprietà
- Limite loti adiacenti
- CPT Prova penetrometrica statica (CPT)
- DSSH Prova penetrometrica dinamica pesante (DSSH)
- HVSR Prova di permeabilità
- HVSR Prova sismica (HVSR)
- Traccia di azionamento sismografica

Sezione litostatigrafica A-A' - SCALA 1:400



LEGENDA

	Argilla limosa e/o limo-argillosa di colore marrone e bassi noduli coniferizzati
	Ghiaia di piccola e medio pezzatura in matrice limosa-argillosa
	Sondaggio piezometrico statico (PST)
	Sondaggio piezometrico dinamico pesante (DPSH)

FANO_ST3_P35 "COMPARTO RESIDENZIALE VIA DEL FIUME"

Instrument: TRZ-0147/01-11

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

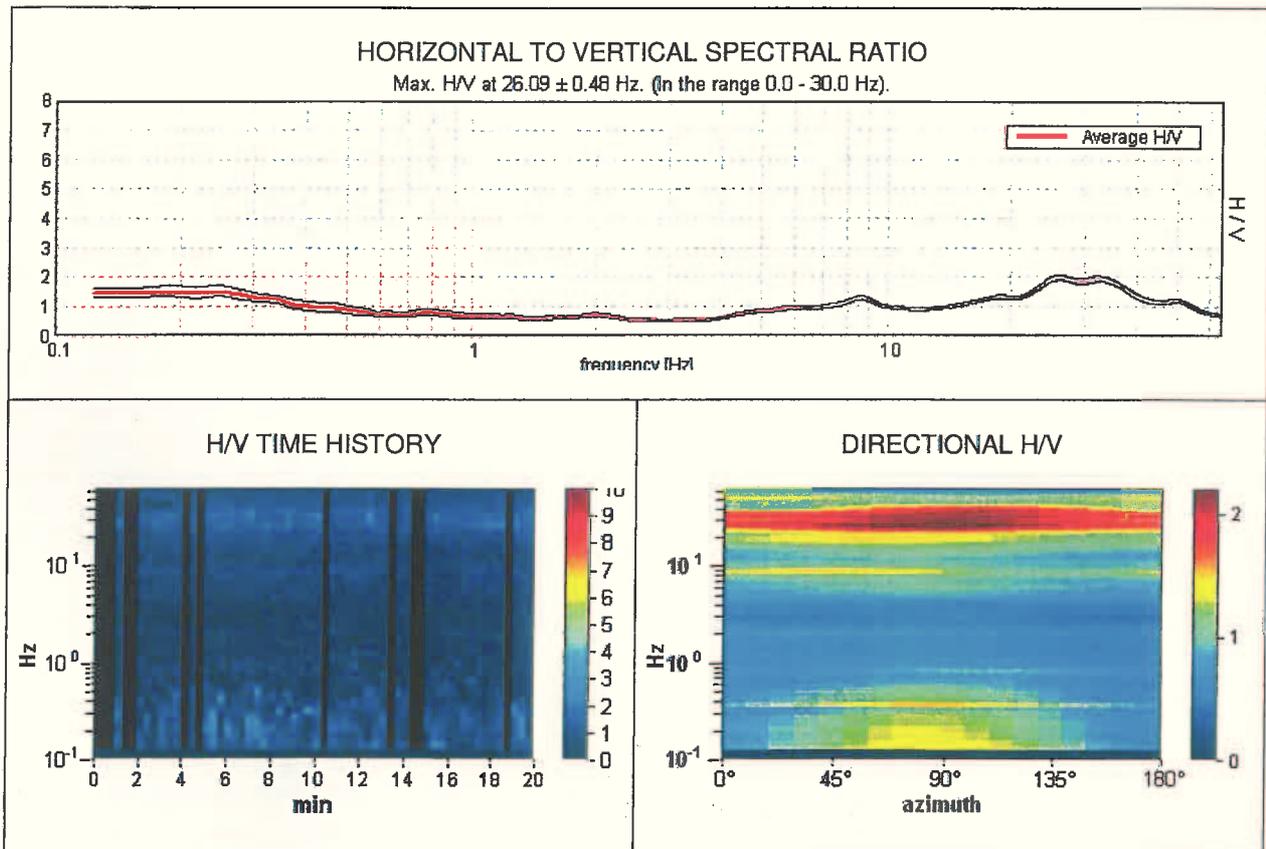
Start recording: 07/10/15 15:43:57 End recording: 07/10/15 16:03:57

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

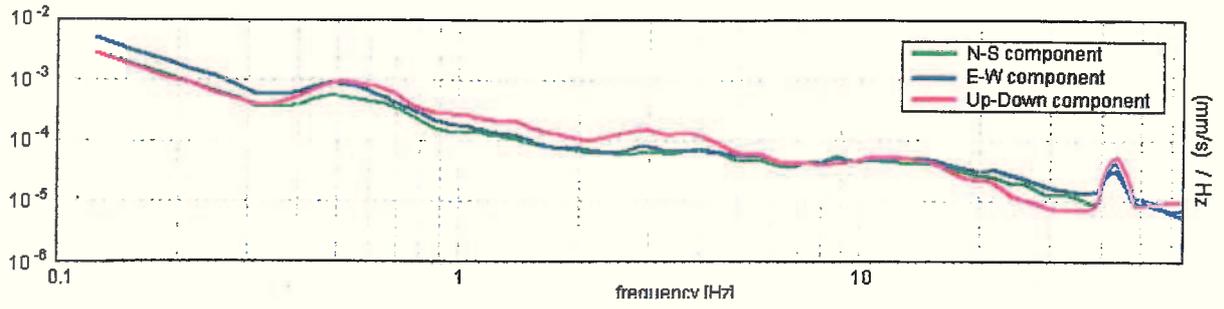
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 80% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz Window size: 20 s Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%

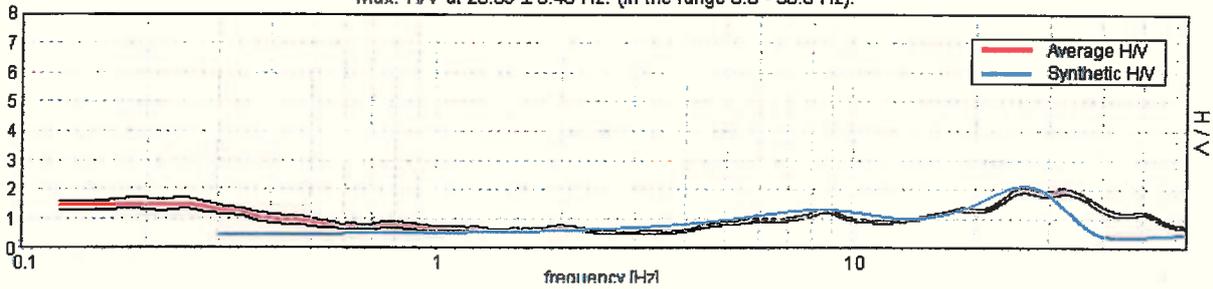


SINGLE COMPONENT SPECTRA



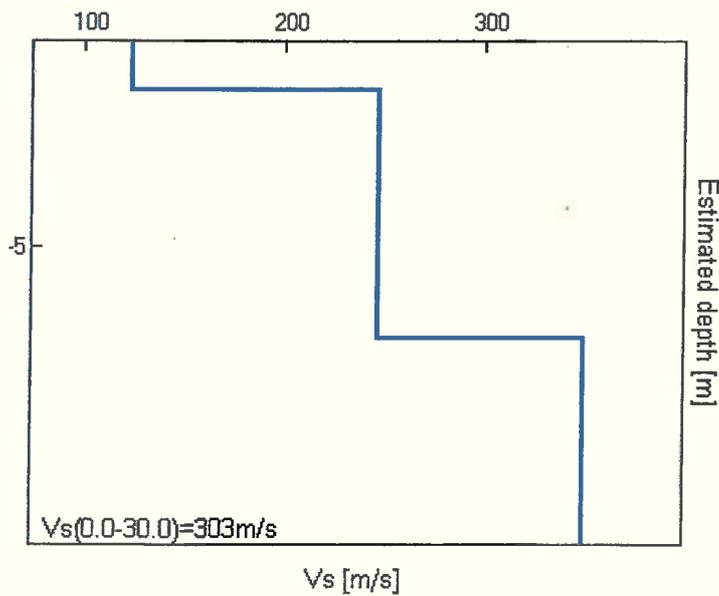
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 26.09 ± 0.48 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.20	1.20	124	0.42
7.20	6.00	248	0.40
inf.	inf.	350	0.42

Vs(0.0-30.0)=303m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 26.09 ± 0.48 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	26.09 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	25050.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1254 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	14.281 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	54.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.99 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01823 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.47562 < 1.30469	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0842 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

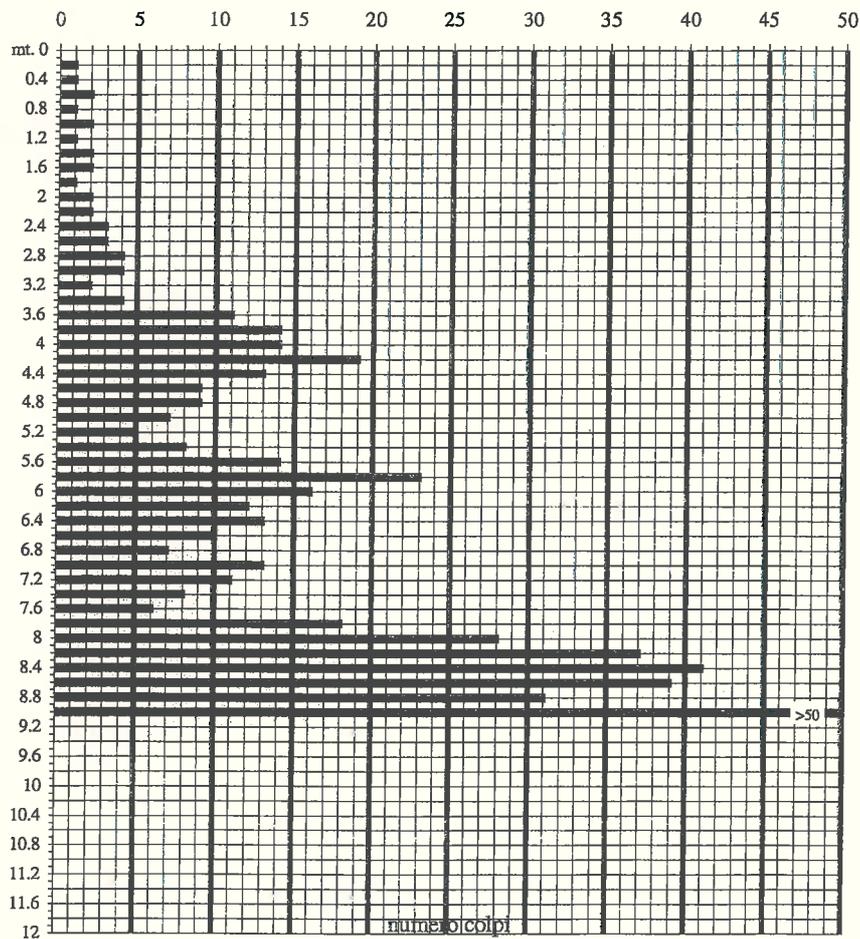
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

cantiere: Fano (PU)-Via Del Fiume
quota inizio: piano campagna data: Ottobre 2015
prof. falda: -7.80 mt note: piezometro

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH 1

Penetrometro dinamico pesante tipo "Emilia" :

Peso maglio:63.50 Kg. Caduta maglio:75cm. Sezione punta:20cmq. Peso aste:6.20Kg/ml.



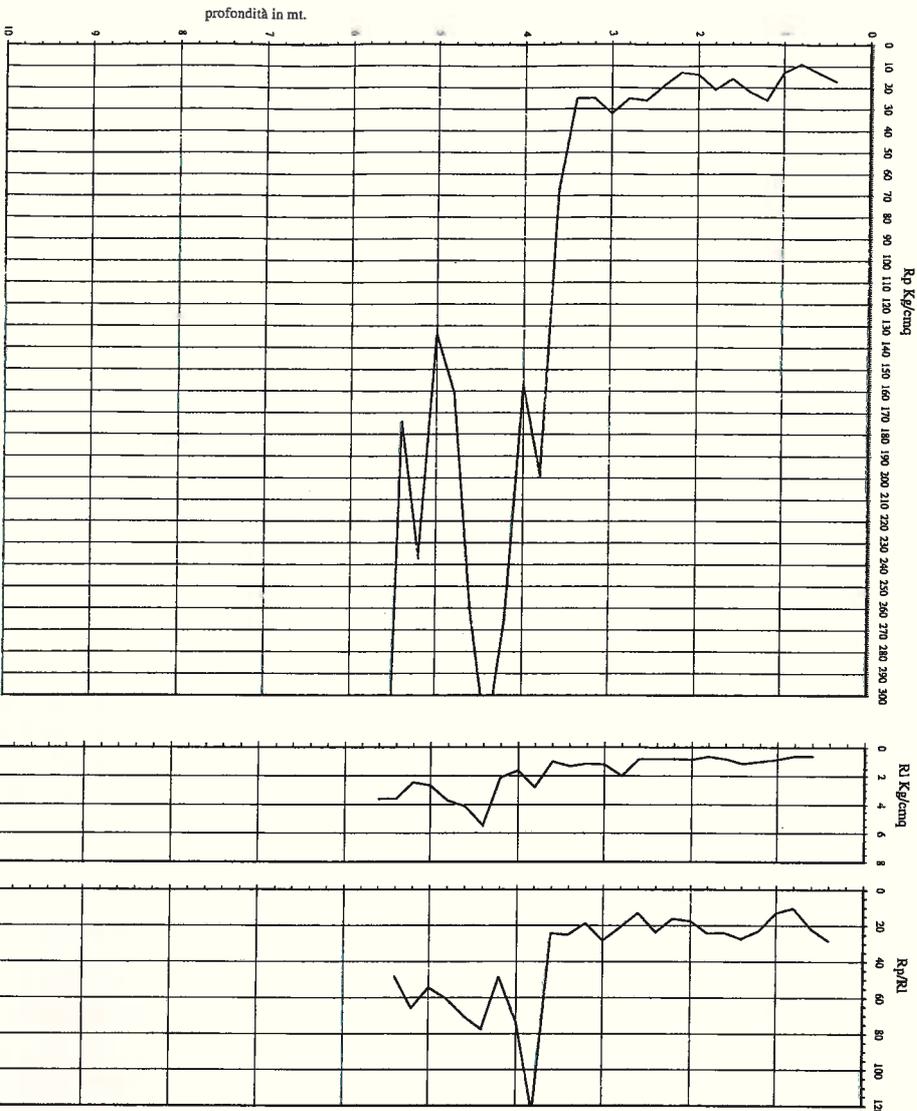
Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1
 Cantiere: Fano (PU) - Via Del Fiume
 Data: Ottobre 2015

Intergeo s.r.l. - Servizi Geologici - info@intergeosm.com

Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: assente
 Note: piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Classe	Intervallo												
A	0-1	A	1-2	A	2-3	A	3-4	A	4-5	A	5-6	A	6-7
B	1-2	B	2-3	B	3-4	B	4-5	B	5-6	B	6-7	B	7-8
C	2-3	C	3-4	C	4-5	C	5-6	C	6-7	C	7-8	C	8-9
D	3-4	D	4-5	D	5-6	D	6-7	D	7-8	D	8-9	D	9-10

mt.	Rp	Rl	Rp/Rl	φ°	Dr	Cu	Nsp1
0.2	17	0.60	28.33	/	/	0.85	/
0.4	13	0.60	21.67	/	/	0.65	/
0.6	9	0.60	10.38	/	/	0.45	/
0.8	13	0.87	13.00	/	/	0.65	/
1	13	0.87	13.00	/	/	0.65	/
1.2	26	1.00	22.94	/	/	1.3	/
1.4	22	1.13	27.50	/	/	1.1	/
1.6	16	0.80	24.00	/	/	0.8	/
1.8	21	0.67	24.23	/	/	1.05	/
2	14	0.87	17.50	/	/	0.7	/
2.2	13	0.80	16.25	/	/	0.65	/
2.4	19	0.80	23.75	/	/	0.95	/
2.6	26	0.80	31.00	/	/	1.3	/
2.8	25	2.00	20.83	/	/	1.25	/
3	32	1.20	28.24	/	/	1.6	/
3.2	25	1.13	18.75	/	/	1.25	/
3.4	25	1.33	25.00	/	/	1.25	/
3.6	68	1.00	34.20	/	/	3.4	/
3.8	199	2.80	124.38	/	/	49.75	/
4	157	1.60	71.29	/	/	39.25	/
4.2	263	2.13	48.48	/	/	64.25	/
4.4	321	5.47	77.66	/	/	80.25	/
4.6	262	4.13	70.18	/	/	65.5	/
4.8	161	3.72	60.38	/	/	40.25	/
5	134	2.67	54.32	41	0.70	33.5	2.77
5.2	237	2.47	65.83	41	0.64	39.25	2.77
5.4	174	3.60	48.33	43	0.69	39.25	2.77
5.6	421	3.60	48.33	43	0.74	43.5	2.77
5.8	500						

Cu media Kg/cm²: 1.13
 Nsp1 media n. colpi: 53.056

- Legenda:**
- argilla
 - sabbia limosa argillosa
 - sabbia
 - AO argilla organica e terreni molli; AAT argilla molto tenera;
 - AT argilla tenera; Ab argilla media; AC argilla compatta
 - A/C argilla molto compatta; AS argilla sabbiosa limosa;
 - S2 sabbia e limo; S1,4 sabbia limosa argillosa
 - S3 sabbia sciolta; S4 sabbia; S5 sabbia densa
 - n.l. non liquefacibile

Verifica alla liquefazione
 magnitudo di 6.8
 accelerazione massima di suolo 0.23 g
 (Seed et al. 1983)

coefficiente di sicurezza

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – Panoramica dell'area di lottizzazione



Foto 2 – Esecuzione saggio per prova di permeabilità

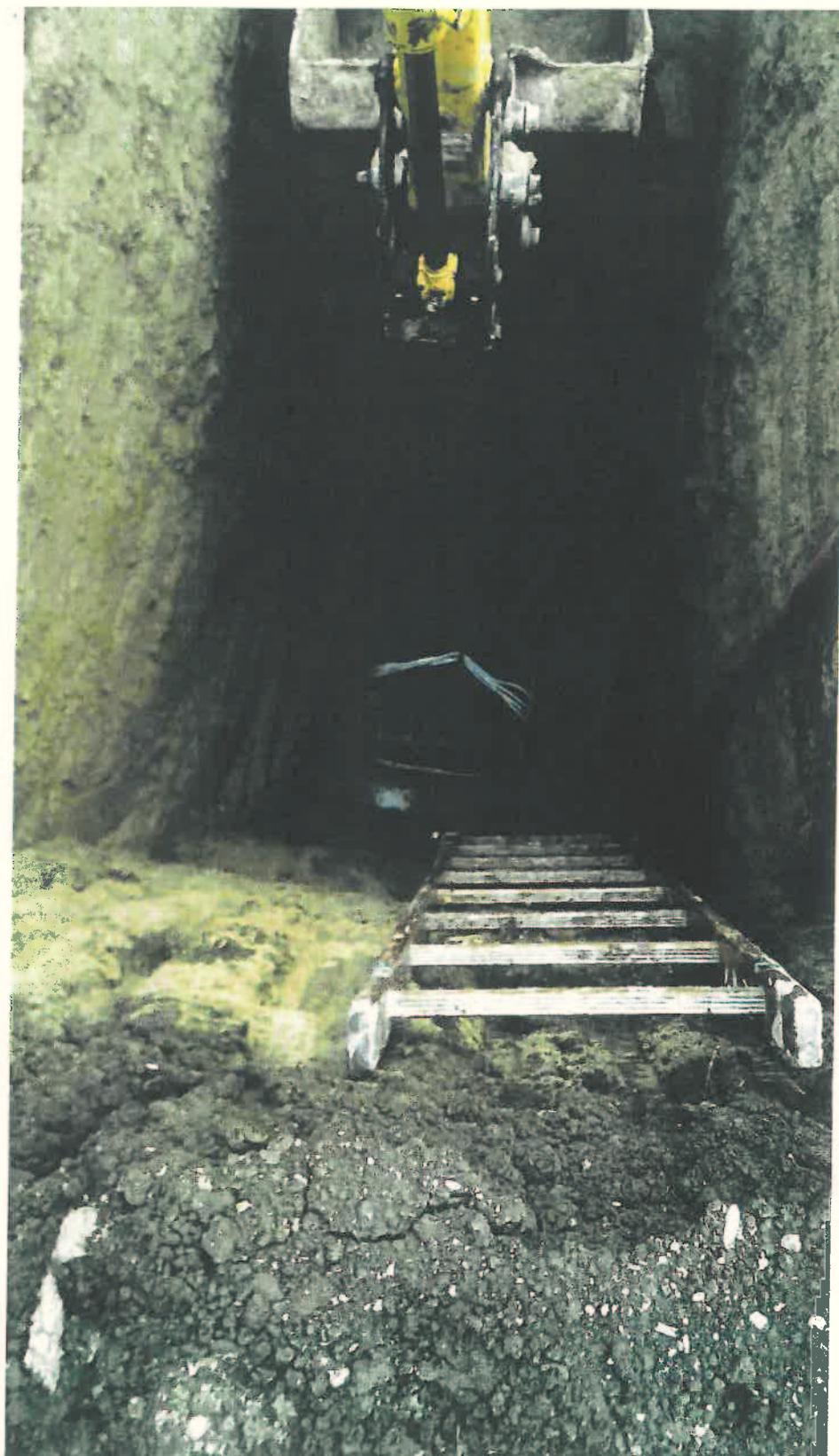


Foto 3 – Esecuzione prova di permeabilità in foro