

Comune:

TOLENTINO

(Provincia di Macerata)

Località:

VIA ARNALDO OSMANI

Committente:

COMUNE DI TOLENTINO



Oggetto:

**INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA RELATIVA ALLE OPERE
DI RISTRUTTURAZIONE EDIFICIO "EX OSPEDALETTO"
PER LA REALIZZAZIONE DI ALLOGGI ERP**

Elaborato:

Relazione geologica e geotecnica

Il Geologo: **Dott. Geol. IVAN LOSEGO**

Data: **Novembre 2017**



- I N D I C E -

RELAZIONE GEOLOGICA

PREMESSA E METODOLOGIA D'INDAGINE	pag.	1
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	"	3
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	"	3
IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA	"	4
STRATIGRAFIA	"	5
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	6

RELAZIONE GEOTECNICA

PREMESSA	"	7
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	"	7
CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	"	10
CATEGORIE TOPOGRAFICHE	"	11
CAPACITA' PORTANTE LIMITE	"	11
CEDIMENTI	"	13
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	13

Allegati:

- n. 3 colonnine stratigrafiche
- n. 6 tavole
- relazione tecnica (MASW)
- analisi congiunta onde Rayleing + Love
- analisi microtremiti HVSR
- colonnine sismografiche
- profili di velocità Vp-Vs
- report
- documentazione fotografica

RELAZIONE GEOLOGICA

PREMESSA E METODOLOGIA D'INDAGINE

Su incarico del Comune di Tolentino è stata svolta un'indagine geologica e geotecnica relativa alle opere di ristrutturazione edificio "Ex Ospadaletto" per la realizzazione di alloggi ERP, sito in Via Arnaldo Osmani nel Comune di Tolentino, distinto catastalmente al Foglio 63 particella 134 (v. Tavv. 1 – 2 - 6)

Le indagini, eseguite in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (L. 64/74, D.M. 11.03.88 - Ordinanza n.3274/03 e s.m.i, D.M. 14 gennaio 2008, P.A.I. - N.A.), sono state estese alla porzione di sottosuolo ritenuta significativa ai fini dei risultati dell'indagine stessa.

Premesso che il sito su cui insiste l'edificio in oggetto non risulta perimetrato negli elaborati del P.A.I. come area in dissesto o di esondazione (v. Tav.5), si è deciso di articolare lo studio, che ha anche valenza di verifica tecnica ai sensi dell'art. 12 comma 5 delle N.A. del P.A.I., in alcuni sopralluoghi mirati alla verifica e all'integrazione dei dati geologici e geomorfologici a disposizione.

Per la caratterizzazione dei terreni presenti nell'area in esame e per la definizione delle condizioni stratigrafiche locali sono stati eseguiti, tenendo conto delle conoscenze pregresse derivanti da precedenti indagini effettuate nella medesima area, tre sondaggi geognostici, mediante sonda a rotazione (rotary a secco), la cui ubicazione è indicata nella Tav. 6

I dati acquisiti ed i loro rapporti stratigrafici sono illustrati nelle colonnine allegate.

Stanti le disposizioni normative attuali (D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione della L. n. 64/74, D.M. 11.03.88 e successive Circolari applicative), fatti salvi i risultati di qualsiasi ulteriore approfondimento d'indagine che dovesse essere richiesto o comunque essere considerato opportuno dal Progettista, si è deciso di effettuare la caratterizzazione sismica del sito in oggetto mediante l'esecuzione della prova MASW e l'acquisizione dati da microtremore (HVSr) le cui ubicazioni e risultati sono riportati nella relativa relazione

Per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi riscontrati ci si è riferiti all'ampia casistica a disposizione raccolta nel corso di analoghe indagini sugli stessi tipi di terreno, nella medesima area ed in zone limitrofe, mediante analisi e prove di laboratorio nonché da prove penetrometriche (pratica locale, a norma del D.M. 11.03.88, p.to C. 3).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area esaminata, estesa ad un intorno significativamente ampio rispetto a quella di stretto interesse progettuale, è caratterizzata dai depositi alluvionali recenti costituenti il IV ordine dei terrazzi del Fiume Chienti (Tav.3).

Tali depositi, imputabili a fasi di alluvionamento databili all'Olocene, sono prevalentemente costituiti da ghiaie con ciottoli, di natura calcarea, ben arrotondati a matrice sabbiosa e/o limoso-sabbiosa.

A luoghi si rinvencono livelli e lenti limoso-argillose e/o sabbioso-limose caratterizzati da marcata discontinuità e disomogeneità areale e dei rispettivi spessori.

I depositi alluvionali descritti poggiano, in discordanza angolare, su di un substrato costituito da argille grigio-azzurre stratificate con livelletti sabbioso-arenacei, il rapporto sabbia/argilla è inferiore a uno, costituenti nell'insieme l'Associazione pelitico-arenacea di età miocenica.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area esaminata è ubicata alla sinistra idrografica del Fiume Chienti, ad una quota di circa 206 metri s.l.m., ed è caratterizzata da una morfologia pianeggiante.

La scarpata di raccordo con il sottostante alveo del Fiume Chienti, modellata sulle ghiaie e situata a sud dell'area in oggetto, può essere considerata, allo stato attuale, sostanzialmente stabile e completamente vegetata.

Data la conformazione pianeggiante del terreno risulta del tutto evidente, inoltre, che l'area in oggetto non è soggetta all'azione di spinte che

possano innescare fenomeni gravitativi di sorta.

Come evidenziato nel PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), v. Tav.5, il lotto in questione è fuori dall'area perimetrata come esondazione per piene eccezionali del Fiume Chienti.

Dato il contesto morfologico descritto ed in considerazione che la ristrutturazione dell'edificio non comporterà alcuna modificazione morfologica, si è ritenuto del tutto giustificato omettere l'esecuzione di verifiche analitiche di stabilità.

IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Nell'ambito dell'area esaminata non sono presenti canali o fossi di scolo ed il deflusso delle acque meteoriche verso il Fiume Chienti avviene essenzialmente per infiltrazione diretta nel deposito alluvionale.

Per quanto concerne la circolazione idrica profonda si osserva che i depositi alluvionali, globalmente caratterizzati da una buona permeabilità per porosità, posti su di un substrato prevalentemente argilloso e quindi impermeabile, costituiscono teoricamente un potenziale acquifero.

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, spinti fino al substrato, è stata riscontrata una modesta percolazione idrica alla profondità di circa 6,7 metri nel sondaggio S.2 e di 7,20 metri nel sondaggio S.3.

Pertanto si può dedurre che l'eventuale presenza d'acqua non può che essere limitata, ad esempio, a particolari zone di contatto tra le ghiaie e il substrato.

STRATIGRAFIA

I dati stratigrafici, acquisiti mediante l'esecuzione delle perforazioni di sondaggio, sono riassumibili nel seguente schema:

- a) materiale e terreno di riporto;
- b) limi sabbioso-argillosi;
- c) limi argillosi;
- d) sabbie limose;
- e) ghiaie;
- f) substrato.

a) Materiale e terreno di riporto: eterogeneo limoso organico, limo-argilloso e argilloso di colore marrone con ghiaie, ciottoli e frammenti di laterizi, è stato rinvenuto per uno spessore di circa 1,70 - 3,85 metri.

b) Limi sabbioso-argillosi: di colore avana con concrezioni carbonatiche e qualche ciottolo, sono stati rinvenuti solo nel sondaggio S.1 per uno spessore di circa 1,20 metri.

c) Limi argillosi: debolmente sabbiosi di colore marrone nel sondaggio S.2 con screziature di ossidazione, azzurrognole e spalmature organiche. Mentre di colore grigio nel sondaggio S.3 con qualche concrezione carbonatica sparsa, sono stati rinvenuti per uno spessore di circa 1,15 – 1,90 metri.

d) Sabbie limose: con ghiaietto sparso, sono state rinvenute solo nel sondaggio S.1 per uno spessore di circa 0,20 metri.

e) Ghiaie: sono costituite da clasti calcarei generalmente ben arrotondati, talora di dimensioni piuttosto grossolane, e presentano una matrice limo sabbiosa e/o sabbioso limosa, sono state rinvenute per uno spessore di

circa 2,50 – 3.30 metri.

- d) Substrato: caratterizzato da argille marnose stratificate e fratturate di colore grigio-azzurre con livelletti/livelli di sabbie arenacee, è stato rinvenuto alla profondità di circa 5,70 – 8.30 metri dal p.c. attuale.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche dei terreni e sui loro rapporti stratigrafici si rimanda alle colonnine stratigrafiche allegate.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base degli elementi acquisiti nel corso dell'indagine, possono essere tratte le seguenti considerazioni di carattere geologico:

- nell'ambito dell'area di stretto interesse progettuale non solo non si riscontrano elementi di superficie che possano essere riferiti a deformazioni del terreno ma non sussistono neanche evidenze di erosione del suolo o comunque qualsiasi altro elemento che ne possa porre in dubbio le sue condizioni di stabilità;
- non sussiste una falda con caratteristiche tali da poter costituire motivo di controindicazione o comunque di interferenza con le previsioni di progetto;
- la successione stratigrafica locale è caratterizzata, al di sotto del materiale eterogeneo e terreno di riporto limoso, da litotipi alluvionali limosi e ghiaiosi poggianti sulle argille marnose del substrato, variamente alterato al tetto;

RELAZIONE GEOTECNICA

PREMESSA

Sulla base degli elementi geologici acquisiti, tenuto conto delle caratteristiche stratigrafiche riscontrate (modello geologico) si definiscono di seguito i parametri fisici e meccanici riferibili alle principali unità litotecniche sulla base dell'ampia casistica a disposizione raccolti nelle numerose indagini da noi eseguite mediante prove in situ o di laboratorio pratica locale, a norma del D.M. 11.03.88, p.to C. 3).

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Terreno di riporto

peso di volume	$\gamma = 1,70 - 1,80 \text{ g/cmc}$
coesione drenata	$C' = 0,1 - 0,15 \text{ Kg/cm}^2$
angolo di res. al taglio	$\phi = 14^\circ - 18^\circ$
modulo edometrico	$E_d = 40 - 50 \text{ kg/cm}^2$

Limi sabbioso-argillosi

peso di volume	$\gamma = 1,90 - 1,98 \text{ g/cmc}$
coesione non drenata	$C_u = 0,21 - 0,34 \text{ Kg/cm}^2$
coesione drenata	$C' = 0,2 - 0,24 \text{ Kg/cm}^2$
angolo di res. al taglio	$\phi = 20^\circ - 22^\circ$
modulo edometrico	$E_d = 45 - 80 \text{ kg/cm}^2$

Limi argillosi

peso di volume	$\gamma = 1,95 - 2,15 \text{ g/cm}^3$
coesione non drenata	$C_u = 0,5 - 0,9 \text{ Kg/cm}^2$
coesione drenata	$C' = 0,0 \text{ Kg/cm}^2$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 18^\circ - 21^\circ$
modulo edometrico	$E = 40 - 70 \text{ Kg/cm}^2$

Ghiaie

peso di volume secco	$\gamma_d = 1,90 - 1,95 \text{ g/cm}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 2,05 - 2,15 \text{ g/cm}^3$
densità relativa	$D = 80 \%$ (molto dense)
angolo di res. al taglio	$\phi' = 30^\circ - 35^\circ$
mod. di deformazione	$E_s > 400 \text{ kg/cm}^2$

Substrato

peso di volume	$\gamma = 2,05 - 2,15 \text{ g/cm}^3$
coesione non drenata	$C_u = 2,20 - 2,80 \text{ Kg/cm}^2$
coesione drenata	$C' = 0,25 - 0,30 \text{ Kg/cm}^2$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 24^\circ - 26^\circ$
modulo edometrico	$E_d > 120 \text{ Kg/cm}^2$

I dati relativi al litotipo ghiaioso derivano dall'ampia casistica d'archivio a nostra disposizione, essenzialmente basata sui risultati di prove in situ (penetrometrie dinamiche).

TABELLA RIASSUNTIVA
CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

SCHEMATIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA			PARAMETRI			
S.1	S.2	S.3	Peso di volume (γ) g/cmc	Angolo di resistenza al taglio ϕ	Modulo edom/defor (Ed/Es) Kg/cmq	Contributo portanza
0,0 – 1,80 Materiale e terreno di riporto	0,0 – 1,70 Materiale e terreno di riporto	0,0 – 3,85 Materiale e terreno di riporto	1,70 – 1,80	14° - 18°	40 - 50	NO
1,80 – 3,20 Limi	1,70 – 3,60 Limi	3,85 – 5,0 Limi	1,9 – 2,15	18° - 22°	40 - 80	
3,20 – 5,70 Ghiaie	3,60 – 6,80 Ghiaie	5,0 – 8,30 Ghiaie	1,90 – 1,95	30° - 35°	>400	
5,70 – 10,0 Substrato	6,80 – 10,0 Substrato	8,30 – 11,0 Substrato	2,05 – 2,15	24° - 26°	>120	

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

In base al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 per la definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

Per quanto concerne la classificazione sismica del sottosuolo sulla base dei dati strumentali acquisiti (v. rapporto indagine M.A.S.W. allegato) è stata ottenuta, alla profondità di 2 metri (al di sotto del materiale eterogeneo e terreno di riporto), una V_{s30} pari a 386 m/sec..

Pertanto il sottosuolo del sito in esame è stato attribuito, pur nella differenza di densità dei singoli strati, alla categoria **B** (*rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec (ovvero $N_{stp30} > 50$ nei terreni a grana grossa e C_u , $30 > 250$ KPa nei terreni a grana fina)*

Per quanto riguarda le analisi HVSR, la curva individua due picchi intorno alle frequenze di circa 2,5 e 15,8 Hz che dovrà essere tenuto in debita considerazione, in quanto ricade all'interno delle frequenze di comune interesse ingegneristico (v. rapporto di prova).

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV delle NTC 2018)

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

Pertanto essendo il sito in oggetto ubicato in un area pianeggiante essa può essere ascritta alla categoria topografica T1.

CAPACITA' PORTANTE LIMITE

Per la realizzazione della struttura fondazionale, stante la situazione stratigrafica riscontrata nel sondaggio S.1 ed in considerazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni rinvenuti in fase geognostica, a scopo puramente indicativo, senza entrare nel merito dell'esclusiva competenza del Tecnico calcolatore, si riporta la valutazione di massima della portanza limite di un singolo palo del diametro (Φ) di 40 e 50 cm spinto alla profondità (H) di 8,0 m dal piano di campagna attuale.

La portanza limite alla punta, calcolata mediante la seguente relazione:

$$Q_{p\lim} = A (\sum \gamma H + C_u N_c)$$

dove: A = area di base del palo
 $\sum \gamma H$ = somma dei pesi dei terreni adiacenti al palo
 N_c = fattore di capacità portante assunto pari a 9

può essere assunta, considerando in prima approssimazione un peso di volume medio $\gamma = 1,90 \text{ g/cm}^3$, una coesione non drenata media $C_u = 2,20 \text{ Kg/cm}^2$, pari a:

$$Q_{p\text{lim}} = 26.8 \text{ t per } \Phi = 40 \text{ cm}$$

$$Q_{p\text{lim}} = 41.8 \text{ t per } \Phi = 50 \text{ cm}$$

La portanza limite per attrito laterale del tratto di palo intestato nelle ghiaie calcolata mediante la formula:

$$Q_{l\text{lim}} = \pi \Phi \Delta D D_m \gamma_c \text{tg } \phi'$$

dove: Φ = diametro del palo
 ΔD = tratto di palo considerato
 D_m = profondità media dello strato
 γ_c = peso specifico del calcestruzzo

può essere assunta, paria: $Q_{p\text{lim}} = 17.4 \text{ t per } \Phi = 40 \text{ cm}$
 $Q_{p\text{lim}} = 21.7 \text{ t per } \Phi = 50 \text{ cm}$

La portanza limite per adesione laterale del tratto intestato nel substrato, calcolata mediante la seguente relazione :

$$Q_{l\text{lim}} = \pi \Phi \Delta D C_{u_r}$$

dove: ΔD = tratto di palo interessato
 C_{u_r} = coesione non drenata ridotta αC_u (con $\alpha = 0,4$)

può essere assunta, sempre per un valore minimo di coesione non drenata $C_u = 2,2 \text{ Kg/cm}^2$, pari a:

$$Q_{lim} = 22.1 \text{ t per } \Phi = 40 \text{ cm}$$

$$Q_{lim} = 27.6 \text{ t per } \Phi = 50 \text{ cm}$$

La portanza limite totale risulta pertanto pari a:

$$Q_{tlim} = Q_{plim} + Q_{lim} = 66.3 \text{ t per } \Phi = 40 \text{ cm}$$

$$Q_{tlim} = Q_{plim} + Q_{lim} = 91.1 \text{ t per } \Phi = 50 \text{ cm}$$

Al risultato del calcolo va sottratto il peso proprio del palo.

CEDIMENTI

I cedimenti non sono valutati in quanto possono essere considerati minimi e, comunque, assolutamente insignificanti ai fini della stabilità della struttura sempre ch  si eviti il comportamento in gruppo dei pali distanziandoli di almeno tre diametri.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base degli elementi acquisiti nel corso dell'indagine, possono essere tratte le seguenti considerazioni geotecniche:

- a meno di ulteriori approfondimenti che il Progettista dovesse ritenere utili/indispensabili al fine di una pi  precisa caratterizzazione del sito in rapporto alla definizione della struttura di fondazione (tipologia, terreno d'appoggio, ecc.), sar  comunque cura della D.L. verificare in corso d'opera che tutte le fondazioni raggiungano il substrato e siano adeguatamente immorsate in esso;

- gli eventuali scavi di sbancamento dovranno esse eseguiti secondo i criteri che le caratteristiche geotecniche consigliano prevedendo protezioni adeguate dei fronti di scavo in maniera da assicurare la stabilità degli stessi a cura del Tecnico progettista e della D.L.;
- per quanto concerne la classificazione sismica del sottosuolo (Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008), a meno di ulteriori approfondimenti che il Progettista dovesse ritenere utili/indispensabili, sulla base dei dati strumentali acquisiti (v. rapporto indagine M.A.S.W.) pur nella differenza di densità dei singoli strati, è univocamente riferibile alla categoria **B**;
- relativamente alle condizioni topografiche del sito di progetto di cui al D.M. 14.01.2008, si dovrà considerare la categoria **T1**.
- nelle analisi HVSR , la curva individua due picchi intorno alle frequenze di circa 2,5 e 15,8 Hz che dovrà essere tenuto in debita considerazione, in quanto ricade all'interno delle frequenze di comune interesse ingegneristico;
- la predisposizione di un funzionale sistema di raccolta e smaltimento delle acque, atto ad evitare infiltrazioni nel terreno di fondazione, completerà la corretta realizzazione delle opere in progetto.

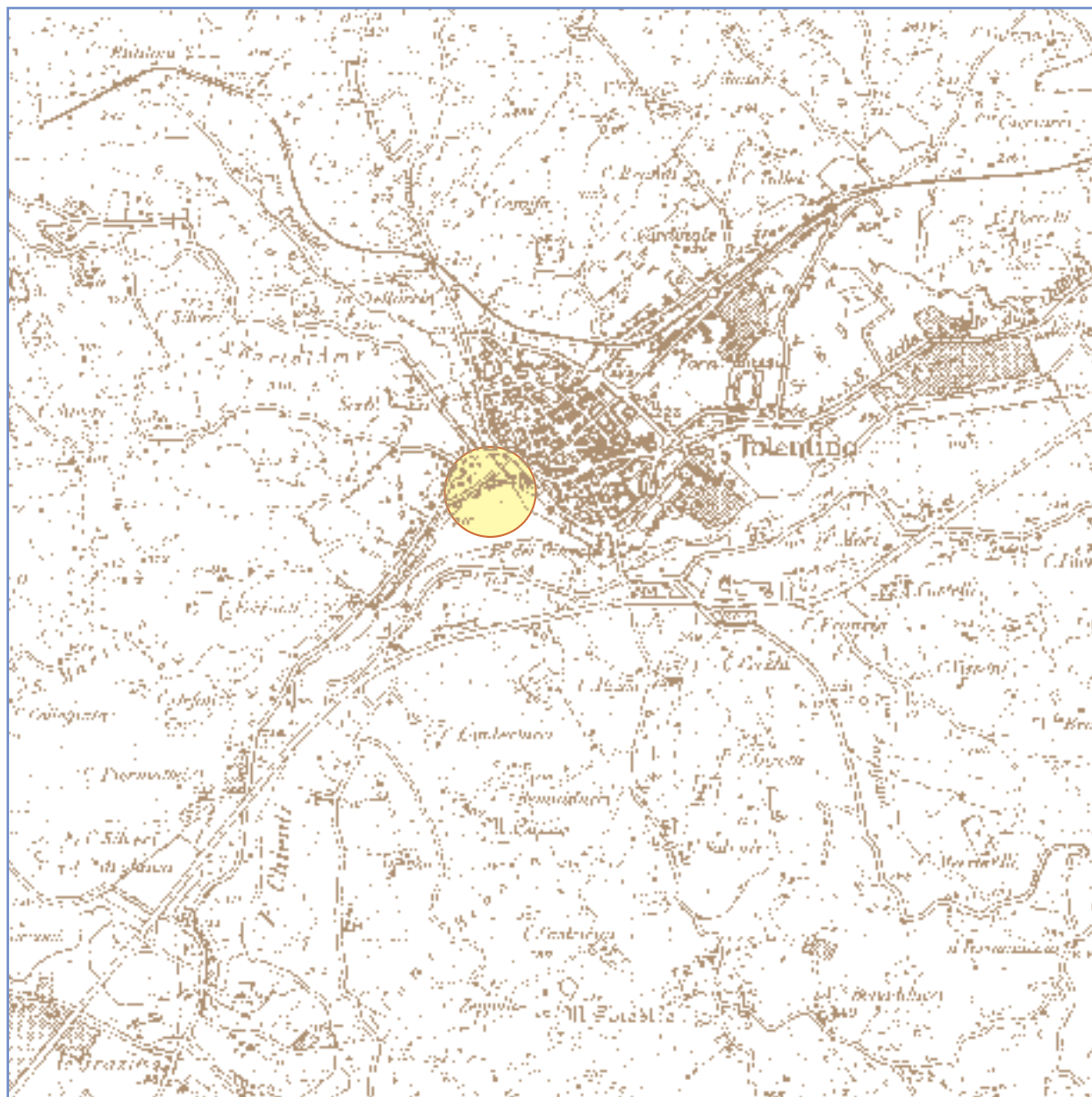
Si ricorda, infine, che il territorio comunale di Tolentino è inserito, nell'ultima classificazione sismica nazionale di cui all'Ordinanza n. 3274 del 20.03.03, nella Zona 2 (ex II^a categoria di sismicità con $S = 9$).

Tolentino li, 02/11/2017

Il Geologo



Tav. 1 Corografia generale

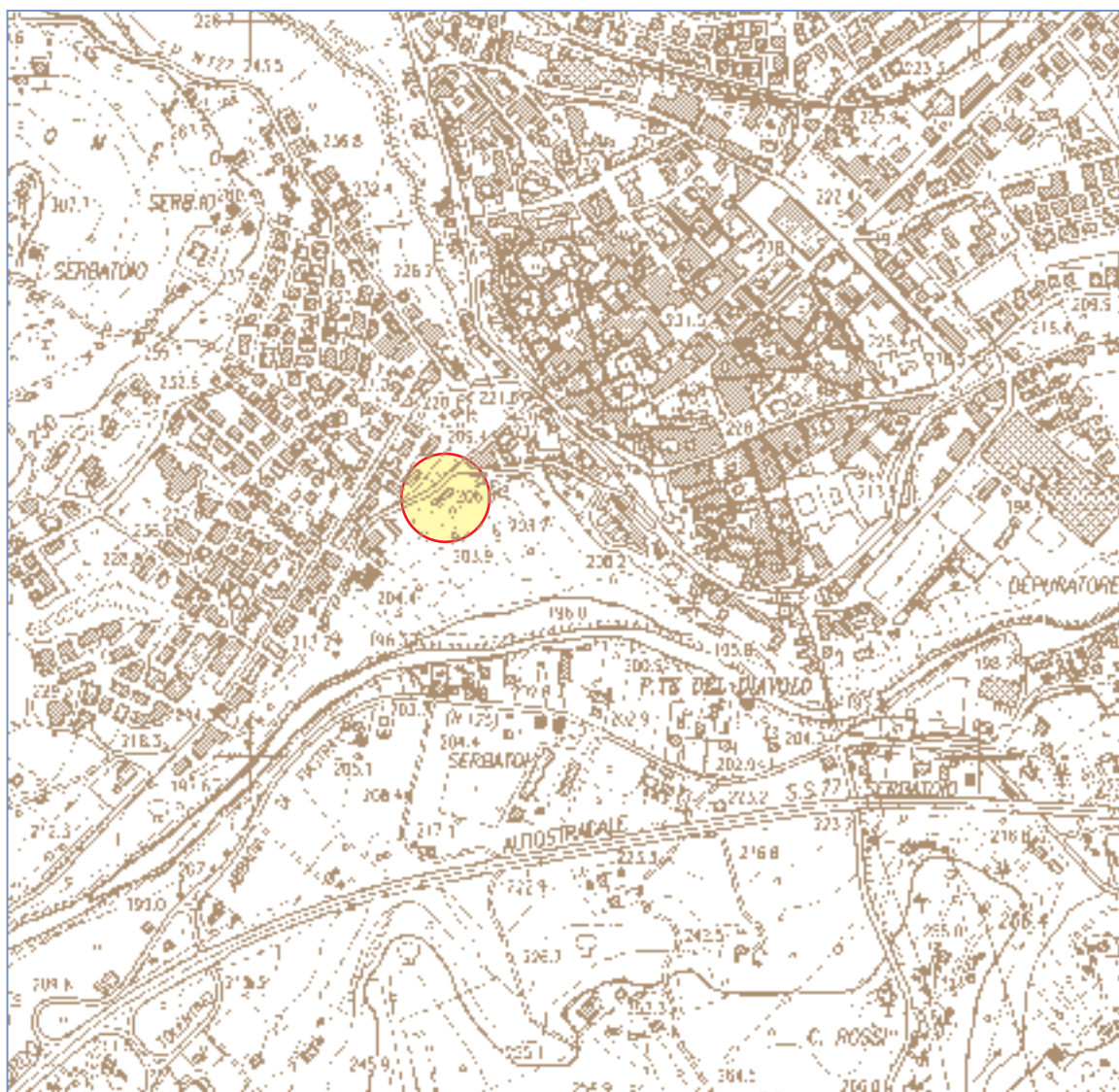


Tavoletta I.G.M. 1:25000 Tolentino F.124 I S.O.



Area in oggetto

Tav. 2 Ubicazione dell'area



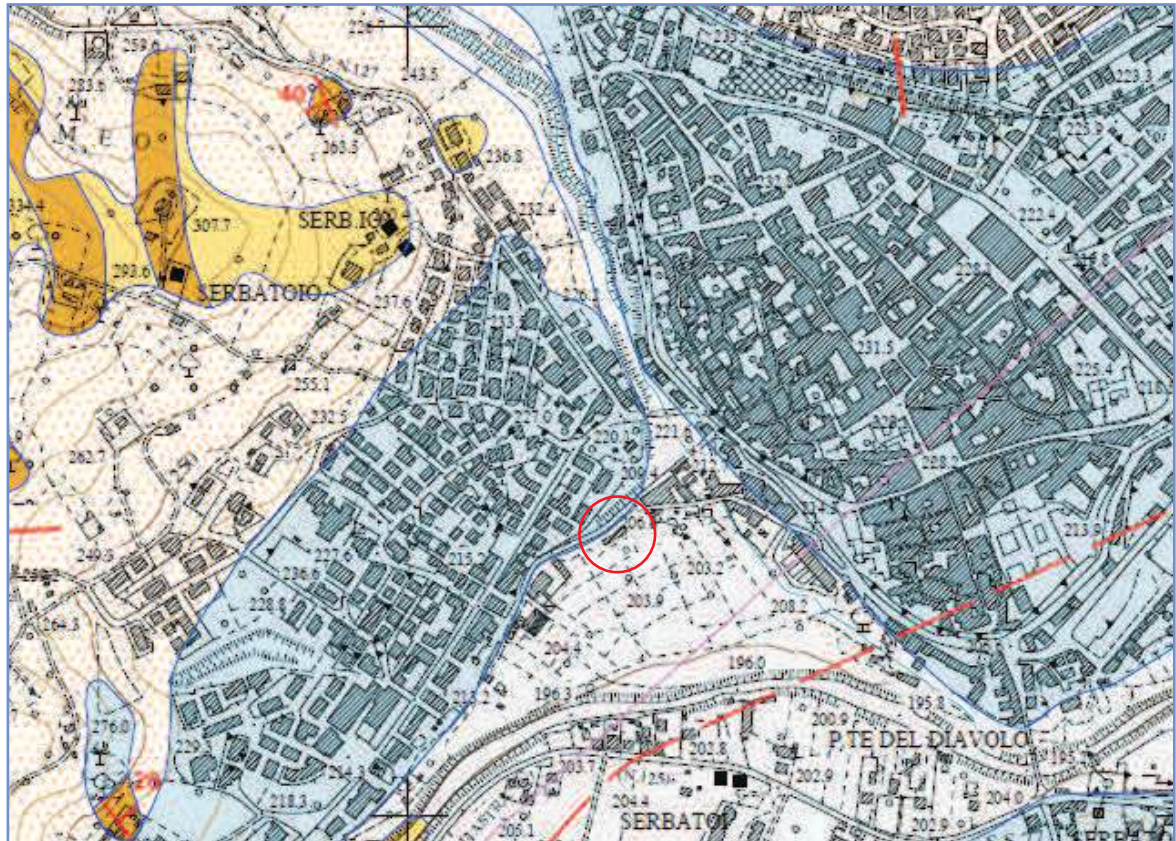
Sezione CTR 302160

Scala 1:10.000



Area in oggetto




Tav. 3 Stralcio carta geologica del P.R.G. In adeguamento al P.T.C.



Scala 1.10000

LEGENDA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

-  Coltri eluvio-colluviali di spessore > 3,0 m e accumuli di frana (Olocene - Pleistocene sup.)
Argille limose, limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose, a luoghi con inclusi eterometrici, arenacei o marnosi in relazione al locale substrato
-  Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)
Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, con intercalazioni lentiformi limoso-argillose e sabbioso-limose; gli elementi grossolani sono di natura prevalentemente calcarea, arrotondati
-  Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore)
Depositi ghiaioso-sabbiosi, da sciolti a debolmente cementati, ad elementi poligenici prevalentemente calcarei, ben arrotondati, con intercalazioni di livelli e lenti limoso-sabbiose e limoso-argillose

SUCCESSIONE MARINA – DEPOSITI SILICOCLASTICI



FORMAZIONE A COLOMBACCI (Messiniano p.p.)

a) **litofacies pelitica**: argille e argille marnose, grigio scuro e nerastre, con sporadici livelli sabbiosi e sottili livelli calcarei ("colombacci"). Spessore 600-700 metri.

Sono state distinte tre ulteriori associazioni litologiche:

b) **litofacies pelitico-arenacea**: argille scure con sottili intercalazioni arenacee a granulometria medio-fine, talora con sottili livelli calcarei ("colombacci"); il rapporto sabbia/argilla è minore di uno

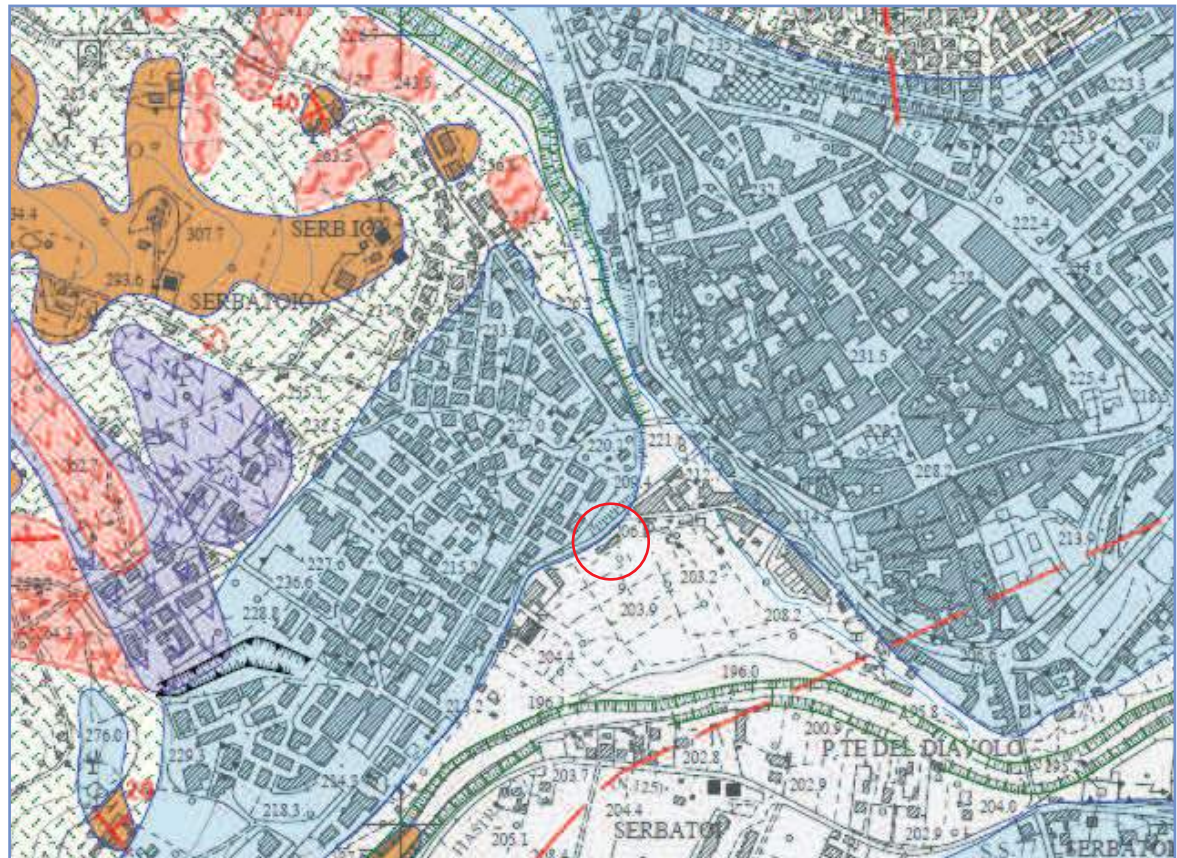
c) **litofacies arenaceo-pelitica**: alternanza di arenarie medio-grossolane, in strati sottili e medi, e peliti grigio scure; il rapporto sabbia/argilla è maggiore di uno

d) **litofacies arenacea**: arenarie a grana media e grossolana, in strati medi, talora amalgamate, con rari e sottili livelli pelitici grigi



Area in oggetto

Tav. 4 Stralcio carta geomorfologica del P.R.G. In adeguamento al P.T.C.



Scala 1.10000

LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICO - STRUTTURALI

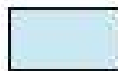
DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI



Coltri eluvio-colluviali di spessore $> 3,0$ m

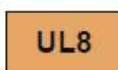


Depositi alluvionali attuali e recenti (IV ordine)



Depositi alluvionali terrazzati (III ordine)

SUCCESSIONE MARINA – DEPOSITI SILICOCLASTICI



Rocce costituite da alternanze arenitico-pelitiche e pelitico-arenitiche
(Litofacies pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica Formazione della Laga -
Litofacies pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica Formazione a Colombacci -
Litofacies pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica Formazione delle Argille azzurre)

TETTONICA



Contatto stratigrafico

Quiescente



Attivo



FORME DI VERSANTE DOLUTE ALLA GRAVITA'

Nicchia di frana

Corpo di frana di scorrimento

FORME FLUVIALI E DI VERSANTE DOLUTE AL DILAVAMENTO

Attivo



Orlo di escarpata di erosione o di terrazzo
(tratteggiata quando smussata)



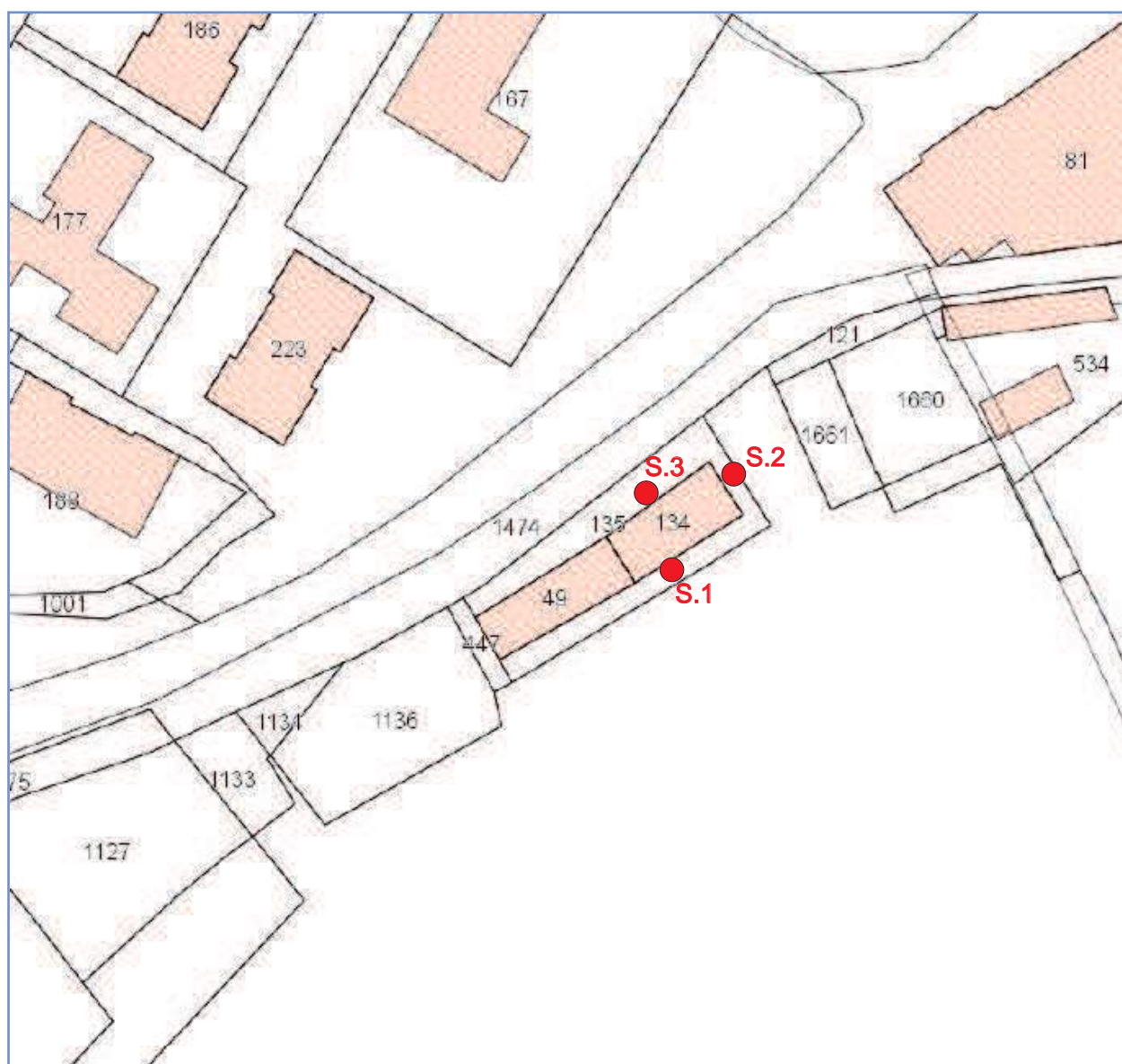
Area in oggetto

Scala 1:10000



Sito in oggetto

Tav. 6 Stralcio planimetria catastale



Foglio 63 part. 134

Scala 1:1000

Legenda

● S. Sondaggio geognostico

GHOSTUDIO - Studio Geologico Tecnico

Dott. Geol. Ivan Losego

Via Della Pace, 36

62029 Tolentino (MC) . Tel. 0733 / 973845

Committente Comune di Tolentino		Profondità raggiunta 10,0 m		Quota P.C. 206.00 m s.lm		Certificato n° 1		Pagina 1		
Operatore		Indagine Ristrutturazione "Ex Ospedaletto"		Note Via A. Osmani - Tolentino					Inizio/Fine Esec. 26.10.2017	
Responsabile Dott. Geol. Ivan Losego		Sondaggio S.1		Tipo Carotaggio Rotary a secco			Tipo Sonda		Coordinate X Y	
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Osservazioni
1		Materiale eterogeneo e terreno di riporto limoso organico di colore marrone con ghiaie, ciottoli e frammenti di laterizi	1.80							
2		Limi sabbioso-argillosi di colore avana con concrezioni carbonatiche e qualche ciottolo	3.00			1,6				
3		Sabbie limose con ghiaietto sparso	3.20							
4		Ghiaia con ciottoli a matrice limo-sabbiosa	5.70							
6		Argilla marnosa grigio-azzurra stratificata e fratturata con livelletti sabbioso arenacei (Substrato)	10.00							
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Responsabile: Dott. Geol. Ivan Losego

GEOSTUDIO - Studio Geologico Tecnico

Dott. Geol. Ivan Losego

Via Della Pace, 36

62029 Tolentino (MC) . Tel. 0733 / 973845

Committente Comune di Tolentino		Profondità raggiunta 10,0 m		Quota P.C. 207.00 m slm			Certificato n° 1		Pagina 1		
Operatore		Indagine Ristrutturazione "Ex Ospedaletto"		Note Via A. Osmani - Tolentino						Inizio/Fine Esec. 26.10.2017	
Responsabile Dott. Geol. Ivan Losego		Sondaggio S.2		Tipo Carotaggio Rotary a secco			Tipo Sonda		Coordinate X Y		
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Osservazioni	
1		Materiale eterogeneo e terreno di riporto limo-argilloso di colore marrone con qualche ghiaia e frammenti di laterizi	1.70								
2		Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore marrone con screziature di ossidazione, azzurrognole e spalmature organiche.	3.60			1,7					
3						1.8					
4		Ghiaia con ciottoli a matrice sabbioso-limosa									
5											
6			6.80						6.70	Modesta inf.idrica	
7		Argilla marnosa grigio-azzurra stratificata e fratturata con livelletti sabbioso arenacei (Substrato)								6.70	
8											
9											
10			10.00								
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Responsabile: Dott. Geol. Ivan Losego

GEOSTUDIO - Studio Geologico Tecnico

Dott. Geol. Ivan Losego

Via Della Pace, 36

62029 Tolentino (MC) . Tel. 0733 / 973845

Committente Comune di Tolentino		Profondità raggiunta 11,0 m		Quota P.C. 208.00 m slm			Certificato n° 1		Pagina 1	
Operatore		Indagine Ristrutturazione "Ex Ospedaletto"		Note Via A. Osmani - Tolentino					Inizio/Fine Esec. 26.10.2017	
Responsabile Dott. Geol. Ivan Losego		Sondaggio S.3		Tipo Carotaggio Rotary a secco			Tipo Sonda		Coordinate X Y	
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Osservazioni
1		Materiale eterogeneo e terreno di riporto argilloso di colore marrone con ghiaia, ciottoli e frammenti di laterizi	3.85			1.1	1.0			
2										
3										
4		Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore grigio con qualche concrezione carbonatica sparsa.	5.00							
5		Ghiaia con ciottoli a matrice limo-sabbiosa con livelli ossidati. a - 7,0 m aumenta la matrice sabbiosa	8.30						7.20	Modesta inf.idrica 7.20
6										
7										
8		Argilla marnosa grigio-azzurra stratificata e fratturata con livelletti sabbioso arenacei (Substrato)	11.00							
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Responsabile: Dott. Geol. Ivan Losego

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 Ubicazione del sondaggio S.1



Foto 2 Carote estratte dal sondaggio S.1



Foto 3 Ubicazione del sondaggio S.2



Foto 4 Carote estratte dal sondaggio S.2



Foto 5 Ubicazione del sondaggio S.3



Foto 6 Carote estratte dal sondaggio S.3



AB Geo

Indagini geofisiche e geotecniche

INDAGINI GEOFISICHE

**Analisi congiunta MASW Onde di Rayleigh
Analisi microtremori a stazione singola HVSR**



Comune: Tolentino (MC)

Località: Ex-Ospedaletto – Via Osmani

Committente: Comune di Tolentino

Data: 30/10/2017

Dott. Geol. Alessandrini Andrea



Dott. Geol. Bassano Francesco



AB Geo – Indagini Geofisiche e Geotecniche
Via Dante Alighieri n° 1, 62029 Tolentino (MC)
email: studiogeologico.abgeo@gmail.com **Cell.** 3802511024 – 3358164581
WWW.ABGEO.ORG



1 - INTRODUZIONE

Le presenti indagini sono state eseguite presso l'ex-ospedaletto – Via Osmani – Comune di Tolentino (MC), su incarico del Dott. Geol. Losego Ivan, per commissione del Comune di Tolentino, allo scopo di effettuare una stima della V_{s30} del sito in esame tramite l'esecuzione di una indagine M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Waves) in Onde di Rayleigh e una stima delle frequenze d'interesse di sito mediante indagini HVSR.



Fig. 1: Stralcio CTR 302160 "Tolentino" e ubicazione area d'indagine.



Fig. 2: Foto aerea con ubicazione area d'indagine.

2 - HARDWARE & SOFTWARE

Sismografo PASI GEA24 - 24 Canali

Geofoni verticali e orizzontali da 4.5 Hz

Piattello, traversina e mazza da 10 kg

WinMASW 7.2 Academy

Terna Triassiale SARA Geobox





3 - METODOLOGIE D'INDAGINE – MASW E HVSr

Metodologia M.A.S.W.

La tecnica M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una procedura non invasiva che consente di estrapolare il valore della V_{S30} sulla base della stima di un possibile profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di sottosuolo; si contraddistingue per l'utilizzo di una sorgente impulsiva che genera onde superficiali, la cui propagazione, dipendente dalle caratteristiche stratigrafiche del sito, viene registrata da una serie di sensori (geofoni) posti lungo uno stendimento.

Metodologia HVSr

La tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è una procedura non invasiva, che non necessita di perforazioni o lunghi stendimenti e che consente lo studio di possibili frequenze d'interesse del sito.

L'indagine è contraddistinta dall'assenza di sorgenti impulsive artificiali, andando a registrare i rumori ambientali (microtremori), sempre presenti in natura, in quanto generati da fenomeni quali onde, vento e attività antropiche.

I fondamenti teorici su cui questi metodi si basano si riferiscono ad un semispazio stratificato, con strati paralleli ed orizzontali; la presenza di strati con inclinazioni eccessive (superiori a circa 15°) richiede sicuramente un'attenzione particolare nell'analisi dei dati, generando un maggior grado di incertezza nei risultati finali.

Un'importante considerazione riguarda il concetto di non univocità dell'interpretazione dei dati, che affligge in diverso grado tutte le tecniche geofisiche; difatti, il risultato dell'elaborazione di un dato acquisito può portare alla definizione di differenti modelli tutti in accordo con il dato di partenza; a tal proposito, onde limitare quanto possibile tale caratteristica dei metodi geofisici, è sempre raccomandabile effettuare analisi congiunte che utilizzino differenti approcci.

La disponibilità di conoscenze geologiche e stratigrafiche del sito in esame provenienti da altre indagini (sondaggi, penetrometrie, ecc.), è fondamentale per diminuire quanto più possibile il grado di incertezza insito nelle metodologie stesse.



4 - INDAGINE HVSR

Per il sito in esame è stata eseguita una misurazione HVSR, di seguito si riportano i dati ottenuti.

Lo strumento è stato accoppiato direttamente con il terreno.

Data di Esecuzione:	30/10/2017
Sito di Indagine:	Ex-ospedaletto – Via Osmani Comune di Tolentino
Lunghezza registrazione:	15 minuti
Frequenza di campionamento:	300 Hz



Fig. 3: Terna triassiale in posto per la misurazione.



Fig. 4: Orientazione terna triassiale.

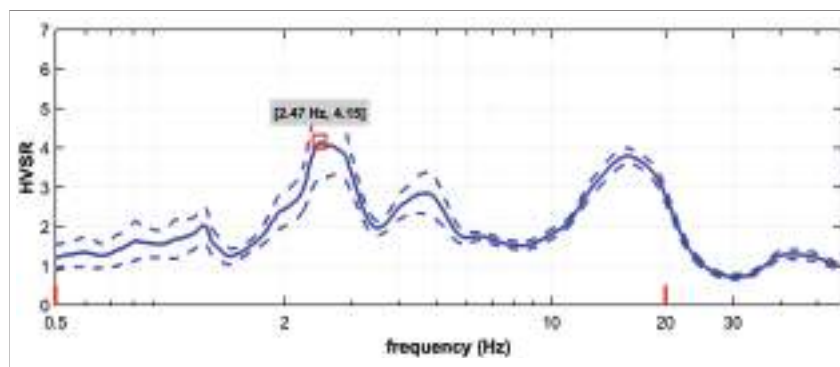


Fig. 5: Curva HVSR .

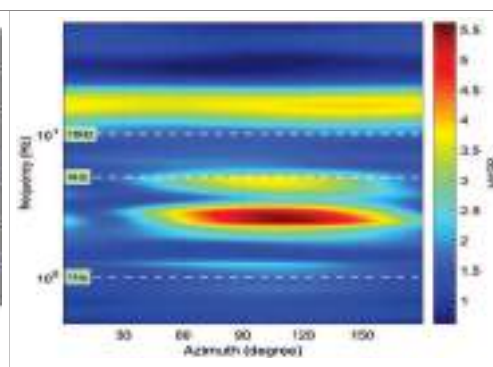


Fig. 6: Direzionalità.

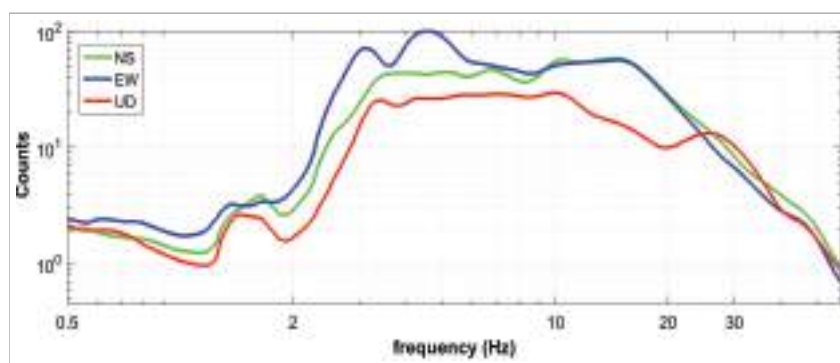


Fig. 7: Spettri delle singole componenti HVSR.

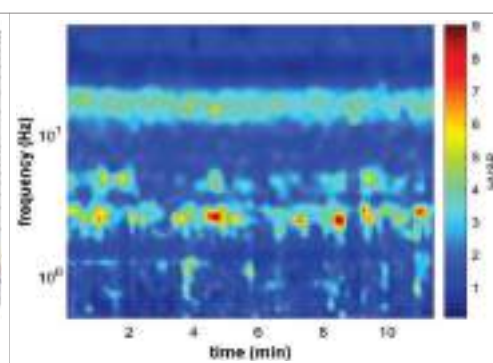


Fig. 8: Persistenza.



CRITERI SESAME HVSR

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2,470 > 0.5$	OK
$n_c(f_0) > 200$	$3409 > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	-	OK

H/V Peak at $\approx 2,5$ Hz – Peak Value $\approx 4,2$

Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0,7 Hz	OK
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3,4 Hz	OK
$A_0 > 2$	$4,2 > 2$	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	-	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$6,477 > 0,123$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0,876 < 1,58$	OK

H/V Peak at $\approx 15,8$ Hz – Peak Value $\approx 3,8$

Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5,6 Hz	OK
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21,8 Hz	OK
$A_0 > 2$	$3,8 > 2$	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	-	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$4,707 > 0,791$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0,279 < 1,58$	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 $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$



5 - ACQUISIZIONE MASW

Data di Esecuzione:	30/10/2017
Sito di Indagine:	Ex-ospedaletto – Via Osmani Comune di Tolentino (MC)
Lunghezza Stendimento:	55 m
Distanza Intergeofonica:	5 m
Periodo di Campionamento:	125 μ s

N°	Nome	Onda Acquisita	Offset Battuta (m)	Lunghezza acquisizione (μ s)	Stacking n° colpi
1	RVFDX5MO5	Rayleigh	5	2000	3
2	RVFDX5MO23	Rayleigh	23	2000	3
3	THFDX5MO5	Love	5	2000	3
4	THFDX5MO5B	Love	5	2000	3



Fig. 9: Stendimento MASW.



Fig. 10: Ubicazione indicativa stendimento.



Fig. 11: Energizzazione Onde di Rayleigh.



Nelle figure seguenti si riportano i dati acquisiti e i relativi Spettri di Velocità del sito in esame; tali dati, in quanto non ancora elaborati, rappresentano il dato oggettivo acquisito in campagna.

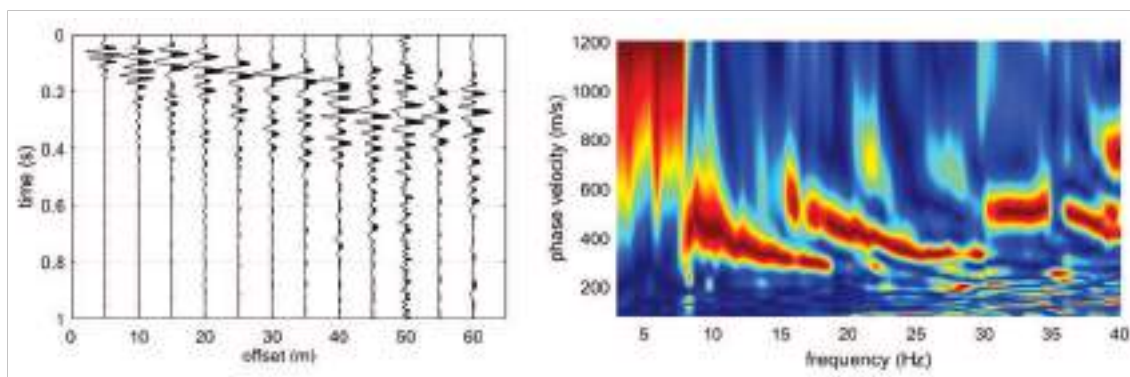


Fig. 13: Dataset e spettro - Onde di Rayleigh.

6 – ANALISI ONDE DI RAYLEIGH

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione effettuata, consistenti negli Spettri di Velocità ottenuti dai datasets acquisiti e la curva modale relativa al modello estrapolato ad essi sovrapposto. La Fig. 16 mostra un modello sismostratigrafico ritenuto plausibile per il sito in oggetto anche sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area forniteci dal tecnico incaricato.

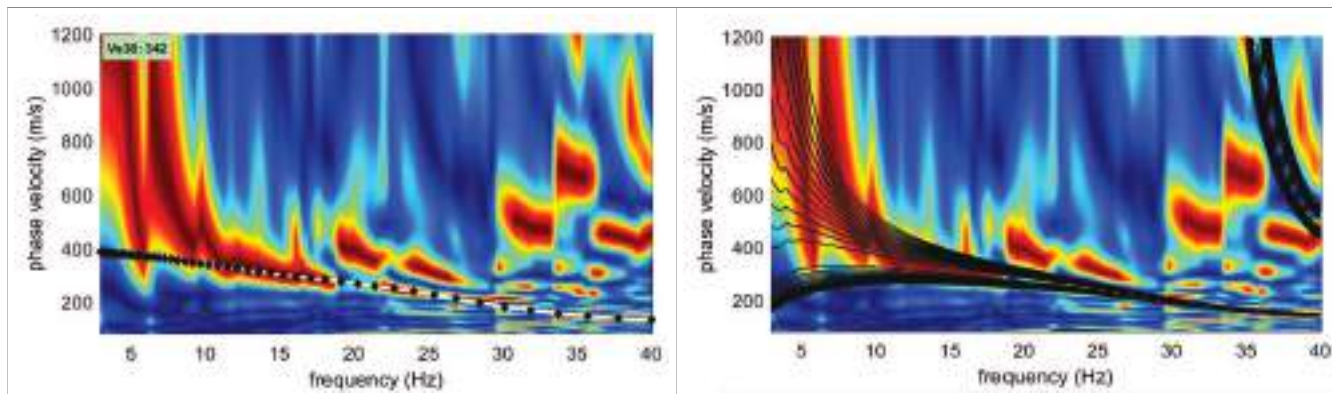


Fig. 14: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Rayleigh.

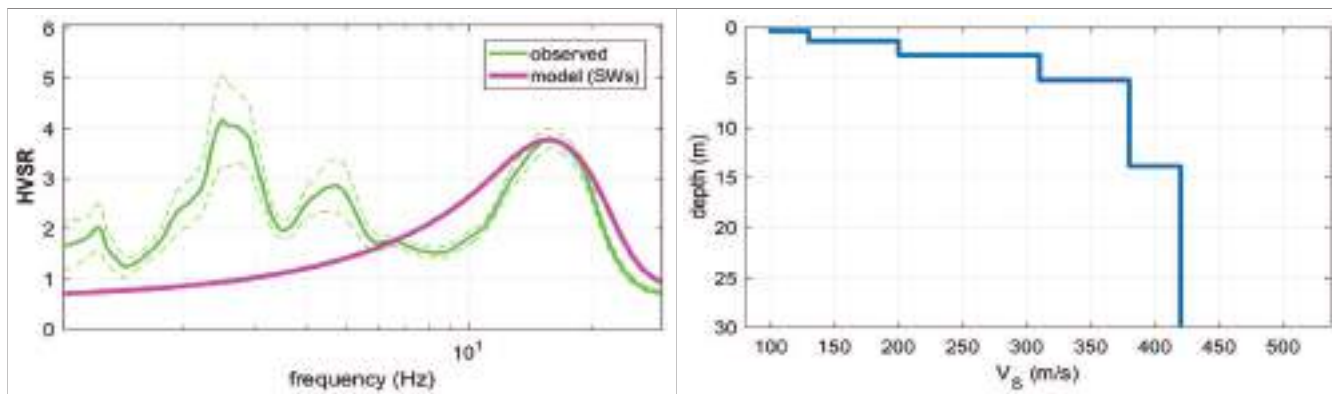


Fig. 15: Fitting curva hvsr.

Fig. 16: Profilo verticale V_s ipotizzato.



7 - CONCLUSIONI

Le presenti indagini, svolte su incarico del Dott. Geol. Losego Ivan, per commissione del Comune di Tolentino, hanno come finalità la stima del valore della V_{S30} , caratterizzante l'area dell'ex-ospedaletto – Via Osmani – Comune di Tolentino (MC)

- Il modello estrapolato sulla base dei dati MASW (Analisi Onde di Rayleigh) permette di stimare un valore della V_{S30} riferito al p.c. pari a 342 m/s.
- Per quanto riguarda l'analisi HVSr, la curva individua due picchi intorno alle frequenze di circa 2,5 e 15.8 Hz.

L'utilizzo di tali valori va considerato alla luce delle caratteristiche proprie del sito in oggetto, dell'intervento che si intende effettuare e dei limiti delle metodologie stesse.

Si riporta di seguito una tabella esplicativa che mostra il valore della V_{S30} rapportato a diverse profondità di riferimento rispetto all'attuale piano campagna, in accordo con le NTC 2008.

PROFONDITA'	MASW V_{S30} (m/s)
0 m	342
1 m	368
2 m	386
3 m	397

Tolentino, 30/10/2017

La presente relazione è particolare espressione del lavoro intellettuale e come tale è tutelata dalla legge 633/1941, ne è pertanto vietato qualsiasi altro utilizzo diverso di quello per cui è stata commissionata.

Dott. Geol. Alessandrini Andrea



Dott. Geol. Bassano Francesco

