

Studio di geologia ambientale



Dott. Geol.  
Roberto Pucciarelli

Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC)  
Tel./fax 0733/960504 - 334/5824474  
C.F. PCC RRT 68P18 L191Q  
P.I. 01280050434

Comune:

**TOLENTINO (MC)**

Committente:

**Amministrazione Comunale**

## **INDAGINE GEOLOGICA PRELIMINARE**

### **PIANO NAZIONALE SICUREZZA STRADALE (PNSS)**

**4° e 5° Programma annuale di attuazione. Bando per l'accesso ai cofinanziamenti  
per interventi a favore della sicurezza stradale**

**Interventi di miglioramento della sicurezza stradale nelle aree urbane**

**Viabilità nelle zone semiperiferiche est**

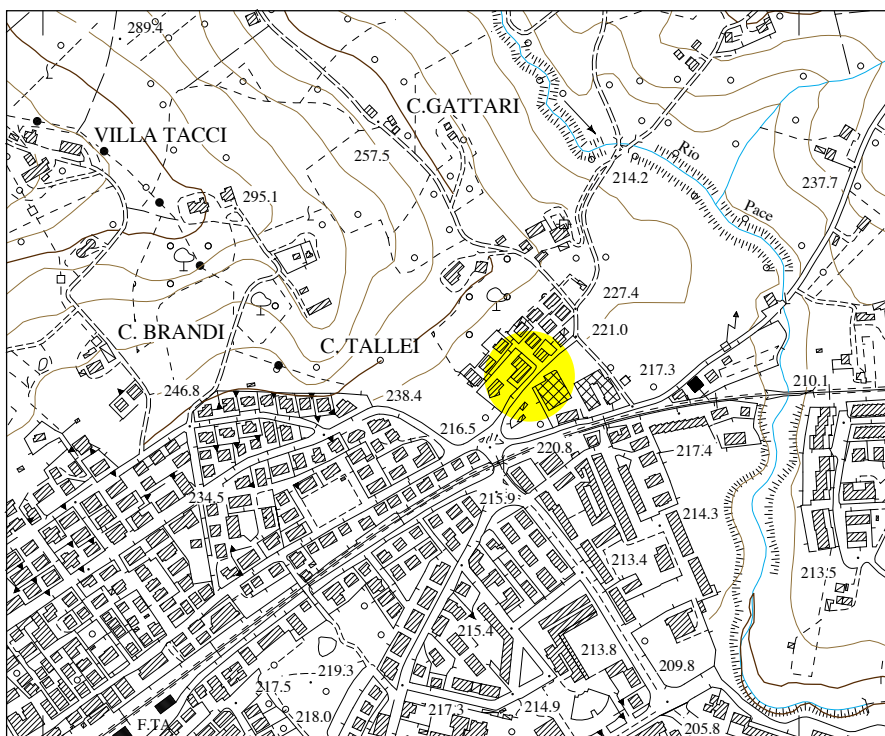
**PROGETTO: Intersezione V.le V. Veneto - Via Don L. Sturzo - Via Rovereto**

Dott. Geol. Roberto Pucciarelli

### **RELAZIONE**

data:

**Settembre  
2013**



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ANALISI DEI DATI ESISTENTI</b> .....	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO</b> .....	<b>5</b>
<b>4. ANALISI GEOLOGICA</b> .....	<b>6</b>
4.1 <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</u> .....	6
4.2 <u>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE</u> .....	8
4.2.1 <u>PLANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)</u> .....	9
4.3 <u>CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE</u> .....	9
4.4 <u>STRATIGRAFIA DEL TERRENO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA</u> .....	10
4.6 <u>CARATTERIZZAZIONE SISMICA</u> .....	12
4.6.1 <u>CATEGORIA SISMICA SUOLO DI FONDAZIONE</u> .....	12
4.6.2 <u>STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA</u> .....	15
<b>5. CONCLUSIONI ED INTERVENTI PROPOSTI</b> .....	<b>18</b>

### **Figure nel testo:**

- Corografia - Scala 1:25.000 (Fig. n° 1);
- Inquadrimento topografico - Scala 1:10.000 (Fig. n° 2);
- Carta geologica e geomorfologica con elementi di idrogeologia - Scala 1:5.000 (Fig. n° 3);
- Planimetria generale - Scala 1:500 (Fig. n° 4);
- Sezioni topografiche - Scala 1:200 (Fig. n° 5);
- Sezione litostratigrafica schematica - Scala 1:100 (Fig. n° 6);
- Stralcio cartografia P.A.I. T.A.V. RI51b - Scala 1:10.000 (Fig. n° 7).

### **Allegati nel testo :**

- Allegato A (Stratigrafie sondaggi geognostici reperiti);
- Allegato B (Indagine geofisica reperita).

## 1. **PREMESSA**

Su incarico dell'*Amministrazione Comunale di Tolentino*, è stata eseguita la presente indagine geologica, **a carattere preliminare**, finalizzata alla realizzazione degli interventi di miglioramento della sicurezza stradale nelle aree urbane (viabilità nelle zone semiperiferiche est), con particolare riferimento all'area ove avviene l'intersezione tra **V.le V. Veneto, Via Don L. Sturzo e Via Rovereto** (PLANO NAZIONALE SICUREZZA STRADALE PNSS).

L'attenzione è stata focalizzata al tratto di strada (*Via Rovereto*) evidenziato nella planimetria di Fig. n° 4, in corrispondenza del quale dovrà essere realizzato un marciapiede. Attualmente la porzione di carreggiata prossima alla scarpata (avente altezza pari a circa 4.0 m) presenta evidenti segni di dissenso; sono infatti presenti abbassamenti, disarticolazioni e fessurazioni significative.

Il presente lavoro riveste un carattere prettamente geologico, vengono infatti analizzate, in dettaglio, le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, stratigrafiche, geomeccaniche e sismiche del sito di interesse progettuale; si forniscono altresì indicazioni di massima in relazione alla tipologia di opere da realizzare a supporto dell'intervento in progetto.

Non viene invece espletata l'analisi geotecnica di dettaglio, inerente la valutazione della portanza del terreno agli *Stati Limite Ultimi*, in quanto non richiesta dalla Ditta Committente.

Per la ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione geotecnica dei terreni sono stati effettuati accurati rilievi in loco e sono state altresì reperite le stratigrafie relative a n° 4 perforazioni di sondaggio, eseguite nelle immediate vicinanze dell'area di interesse progettuale, dal *Dott. Geol. Fabrizio Tombolini*. L'ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche reperite è stata riportata in Fig. n° 3, mentre negli *Allegati A e B* sono state inserite, rispettivamente, le stratigrafie di sondaggio e la relazione esplicativa della prospezione geofisica.

La Normativa Tecnica di riferimento può essere così sintetizzata:

**D.M. LL.PP. del 11/03/1988**

*Norme tecniche 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.*

**D.M. LL.PP. del 14/02/1992**

*Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*

**D.M. 9 Gennaio 1996**

*Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*

**D.M. 16 Gennaio 1996**

*Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*

**D.M. 16 Gennaio 1996**

*Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*

**Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

*Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996*

**Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

*Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996*

**Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*

**Norme tecniche per le Costruzioni 2008**

*Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.*

**Eurocodice 7**

*Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

**Eurocodice 8**

*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*

La metodologia operativa adottata è così schematizzabile:

- *sopralluoghi diretti nell'area oggetto di studio;*
- *reperimento dei dati esistenti riguardanti il sito in esame;*
- *rilievi e controlli geologici, geomorfologici ed idrogeologici;*
- *reperimento n° 4 stratigrafie di sondaggio;*
- *reperimento n° 1 indagine geofisica eseguita con metodologia HVSR;*
- *stesura della relazione esplicativa e degli elaborati cartografici.*

## **2. ANALISI DEI DATI ESISTENTI**

L'area oggetto di studio ricade nel *Foglio n° 124 - Macerata* della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 (1967). Tale documento fornisce soltanto un inquadramento generale che può ritenersi superato dalla recente Carta dell'Ambiente Fisico delle Marche, alla scala 1:100.000, redatta nel 1991. Attualmente, sono in corso di elaborazione e stampa definitiva, alcuni fogli geologici alla scala 1:50.000, riguardanti il territorio in esame, redatti nell'ambito del Progetto CARG.

Le principali pubblicazioni consultate sono state:

- ❖ *Le sorgenti della Provincia di Macerata* - Studio idrogeologico (Vol. I-II; a cura dell'Università di Camerino, 1972).
- ❖ *Carta Geologica dei depositi neogenico-quadernari tra il F. Potenza e il F. Tronto* (G. Cantalamessa ed altri, Studi Geologici Camerti, Numero Speciale, VII, 1983).
- ❖ *L'ambiente Fisico delle Marche - Geologia-Geomorfologia-Idrologia* (Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente, 1991).
- ❖ *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei bacini minori torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 9) Il bacino della Laga tra il F. Potenza ed il F. Fiastrone - T. Fiastrella* (Studi Geologici Camerti, Istituto di Geologia Univ. di Camerino, Volume VII, 1981-82).
- ❖ *Carta inventario dei movimenti franosi della Regione Marche ed aree limitrofe* - Scala 1:100.000 - Coordinatori: M. Cardinali e F. Guzzetti, CNR-IRPI, Perugia, 1993.
- ❖ *Il rischio idrogeologico nella Provincia di Macerata* (a cura di Torquato Nanni), Provincia di Macerata - Assessorato all'Ambiente (2000).

❖ *Carta del Rischio Idrogeologico Potenziale nella Provincia di Macerata (Marche)* - scala 1:100.000 (A cura di Torquato Nanni) - Amministrazione Provinciale di Macerata - Settore Ambiente e Territorio (2000).

❖ *Carta Geologica d'Italia - Catalogo delle Formazioni* - Quaderni Serie III – Volume 7 – Fascicolo VI (2007).

❖ *Carta Geologica d'Italia - Catalogo delle Formazioni* - Quaderni Serie III – Volume 7 – Fascicolo VII (2007).

Tali studi, a carattere generale, forniscono utili indicazioni per inquadrare il territorio comunale in un contesto più ampio, relativamente alle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche.

### **3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO**

L'area oggetto di indagine, distinta nella Carta Topografica Regionale al Foglio 124 - Macerata, Quadrante 124 I (alla scala 1:25.000) e nella Carta Tecnica Regionale, Foglio 302 Tolentino, Sezione 302160 Tolentino (alla scala 1:10.000), è ubicata in *Via Rovereto*, ovvero a nord - est rispetto al centro abitato di Tolentino. Tale area insiste nella porzione basale di un versante collinare degradante verso SE e presenta una quota di circa 220.0 metri s.l.m. (Figg. n° 1-2).

## 4. ANALISI GEOLOGICA

### 4.1 Inquadramento geologico

Il rilevamento geologico di campagna ha evidenziato che l'area indagata è caratterizzata dalla presenza di una estesa coltre detritica di natura alluvionale, costituita in prevalenza da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie limose e, in subordinate, da ghiaie calcaree eterometriche in matrice prevalentemente ghiaiosa. Tale coltre ricopre, con spessori stimabili tra 12.0 m e 15.0 m i litotipi verosimilmente appartenenti alle *litofacies pelitico – arenacea* della **Formazione della Laga** (età: *Messiniano p.p.*).

Il rilevamento geologico, eseguito in scala 1:5.000, ha evidenziato, dall'alto verso il basso, la seguente successione litostratigrafica:

- UNITA' DELLA COPERTURA

- **Coltri eluvio-colluviali:** limi argillosi e argilloso-sabbiosi, limi sabbiosi e sabbie limose, di colore variabile dall'avana-giallastro al marrone scuro, con frammenti arenacei eterometrici (età: *Olocene-Pleistocene sup.*).
- **Depositi alluvionali attuali e recenti:** terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, con intercalazioni stratiformi e lentiformi limoso-argillose e sabbioso-limose; gli elementi grossolani sono di natura prevalentemente calcarea, ben arrotondati (età: *Olocene*).
- **Depositi alluvionali terrazzati del III ordine:** ghiaie e ghiaie sabbiose, ben addensate, con matrice sabbioso – limosa variabile, e con intercalazioni discontinue di sabbie limose, limi sabbiosi e, subordinatamente, limi argillosi (*Pleistocene sup.*).
- **Depositi lacustri:** materiali fini limoso argillosi e limoso - sabbiosi, interpretabili come depositi alluvionali di bassa energia (lacustri, palustri) (*Pleistocene medio – medio inferiore*).

- UNITA' DEL SUBSTRATO

### Formazione a Colombacci

- **Litofacies pelitico-arenacea:** argille siltose-marnose grigio-azzurre, stratificate o sottilmente laminate, con intercalazioni di strati sottili di arenarie grigio-giallastre, a cementazione variabile (età: *Messiniano p.p.*).
- **Litofacies arenaceo-pelitica:** arenarie grigio-giallastre, a granulometria da media a grossolana, in strati da sottili a spessi, a cementazione elevata, in cui s'intercalano sottili livelli di argille siltose grigie, sovraconsolidate (età: *Messiniano p.p.*).

### Formazione della Laga – membro post-evaporitico

- **Litofacies pelitico – arenacea:** peliti marnose e marnoso-siltose, grigie ed avana, con sottili intercalazioni di arenarie grigio-avana in strati sottili, a granulometria fine e media. In tale associazione si rinviene intercalato un *livello vulcanoclastico*, a composizione riodacitica, che non è stato cartografato separatamente. Il rapporto sabbia-argilla è molto basso (età: *Messiniano p.p.*).
- **Litofacies arenaceo – pelitica:** alternanze di arenarie di colore avana-giallastro e grigie, in strati sottili e medi, a granulometria da media a grossolana ed argille marnose grigie; a luoghi, si rinvencono livelli arenacei in strati spessi, ben cementati: Tale litotipo costituisce il substrato del sito di interesse progettuale (età: *Messiniano p.p.*).

In Fig. n° 3 è riportata una carta geologica e geomorfologica, realizzata sulla base dei dati acquisiti nel corso del rilevamento geologico di dettaglio, attraverso la quale è possibile valutare il contesto geologico generale che caratterizza l'area in esame.

L'assetto tettonico dell'area indagata non presenta elementi di rilievo; non sono stati infatti riconosciuti disturbi tettonici quali faglie, sovrascorrimenti, ecc.



#### **4.2 Caratteristiche geomorfologiche**

Il sito di interesse progettuale insiste nella porzione basale di un versante collinare degradante verso SE con una pendenza media di circa 7 °, nella zona prossima al raccordo con il sottostante ripiano alluvionale terrazzato riferibile al *Pleistocene superiore*. I litotipi del substrato sono ricoperti da una coltre detritica di natura prevalentemente alluvionale, avente spessori stimabili in circa 12.0 m – 15.0 m, costituita da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie limose ed, in profondità, ovvero nella zona prossima al contatto con il substrato, da ghiaie calcaree eterometriche in matrice prevalentemente sabbiosa.

Il rilevamento geomorfologico di superficie **non ha evidenziato, all'interno dell'area ove insiste il tratto stradale in esame, la presenza di forme o processi morfogenetici in atto o avvenuti in passato, che possano alterare le naturali condizioni di stabilità.**

L'osservazione della carta geologica e geomorfologica di Fig. n° 4, evidenzia i principali elementi morfologici caratterizzanti l'area indagata: questi sono rappresentati principalmente da *forme di versante dovute alla gravità* e da *forme fluviali e di versante dovute al dilavamento*.

Per ciò che concerne i processi connessi all'azione della gravità, è stato cartografato un processo gravitativo *tipo scorrimento*, ubicato a nord rispetto al sito di interesse progettuale, diverse superfici interessate da *deformazioni plastiche* ed alcune *piccole frane non classificate*. Relativamente alle forme fluviali sono state cartografate le *scarpate fluviali, attive*, che bordano il *Rio Pace*, nonché una *superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso* localizzata ad ovest.

#### ***4.2.1 Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)***

Gli studi della Regione Marche, inerenti il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (**PAI**), evidenziano la presenza di due distinte perimetrazioni identificate dai codici **F – 19 – 1183** ed **F – 19 – 1178**; in particolare quest'ultima interferisce, seppure in maniera alquanto marginale, con l'area di interesse progettuale. In entrambi i casi si tratta di processi gravitativi classificati come soliflussi attivi a pericolosità moderata **P1** e rischio moderato **R1**. L'art. 12, punto 2) delle NTA del PAI prevede che nelle aree a pericolosità P1 e P2 siano consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto del D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e nel rispetto delle vigenti norme tecniche. In base a tale norma l'intervento su Via Rovereto è consentito.

Occorre sottolineare che nel corso del rilevamento geomorfologico di dettaglio, esplicitato nella carta di Fig. n° 3, non è stata riscontrata la presenza di aree di versante in dissesto in corrispondenza di Via Rovereto. La difformità tra PAI e rilievo di campagna è giustificabile con la diversa scala con la quale sono stati eseguiti i rilievi, con l'eterogeneità e l'attendibilità (a volte dubbia) dei dati di input e con possibili errori di trasposizione.

In Fig. n° 7 è riportato uno stralcio della cartografia P.A.I. (**TAV. RI 51b**) relativo all'area in oggetto.

#### ***4.3 Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche***

L'area indagata non è solcata direttamente da vie preferenziali di scorrimento delle acque superficiali. Il *fiume Chienti*, ubicato a sud, unitamente al *Rio Pace*, ubicato ad est, rappresenta la principale via di deflusso delle acque correnti superficiali.

Per ciò che concerne le caratteristiche di permeabilità dei terreni rinvenuti, occorre fare una distinzione tra i litotipi ascrivibili alle coltri alluvionali e quelli appartenenti al substrato. I primi, costituiti in prevalenza da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie e, subordinatamente, ghiaie, possono essere classificati come terreni a *permeabilità variabile, generalmente bassa*. I secondi,

costituiti da argille siltoso - marnose, possono essere considerati come terreni a *permeabilità molto bassa*.

La sovrapposizione stratigrafica di terreni dotati di diversa permeabilità relativa può potenzialmente determinare lo sviluppo di una modesta circolazione idrica all'interno dei terreni maggiormente permeabili. Manifestazioni idriche saranno inoltre possibili in corrispondenza di livelli marcatamente sabbiosi o particolarmente fratturati del substrato.

#### **4.4 Stratigrafia del terreno e parametrizzazione geotecnica**

L'esecuzione del rilevamento geologico di dettaglio unitamente al reperimento delle stratigrafie relative a n° 4 perforazioni di sondaggio (*Allegato A* – Fig. n° 3), ha consentito la ricostruzione della locale sequenza stratigrafica, schematizzata nella sezione di Fig. n° 6.

Di seguito vengono descritte le unità litologiche presenti nell'area oggetto di intervento e viene altresì eseguita la relativa parametrizzazione geomeccanica; quest'ultima è stata fatta sulla base dei dati emersi in seguito all'esecuzione di specifiche prove di laboratorio sui terreni prelevati nel corso di perforazioni eseguite nelle immediate vicinanze.

### **UNITA' DELLA COPERTURA**

**a - COLTRE ALLUVIONALE A GRANA FINE:** è presente fino a profondità ragionevolmente stimabili tra 8.0 m e 10.0 m. E' costituita da limi argillosi, limi argilloso – sabbiosi, limi sabbiosi e sabbie limose. Si tratta di un terreno a grana fine e finissima, coesivo, di consistenza e plasticità variabili, normalmente consolidato. Il litotipo in esame è caratterizzato dai seguenti parametri geomeccanici:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.90 ÷ 1.95	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	23 ° ÷ 24 °	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.05 ÷ 0.10	Kg/cm <sup>2</sup>
$C_u$	=	coesione non drenata	=	0.80 ÷ 2.0	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo edometrico	=	50 ÷ 70	Kg/cm <sup>2</sup>

**a - COLTRE ALLUVIONALE A GRANA GROSSA:** è presente a profondità comprese tra 10.0 m e 12.0 m. E' costituita da ghiaie calcaree eterometriche in matrice prevalentemente sabbiosa, con rari ciottoli. Si tratta di un terreno a grana grossa, sciolto, incoerente, mediamente addensato, scarsamente compressibile. Per tale litotipo possono essere assunti i seguenti parametri geomeccanici medi:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.80 ÷ 1.85	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	32 ° ÷ 36 °	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.00	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo elastico	=	200 ÷ 300	Kg/cm <sup>2</sup>

#### **UNITA' DEL SUBSTRATO**

**c - SUBSTRATO DEBOLMENTE ALTERATO:** si rinviene a profondità comprese tra 12.0 m e 15.0 m ed è costituito dai litotipi ascrivibili alla litofacies pelitico – arenacea della Formazione della Laga. Si tratta di un terreno a grana fine e finissima, coesivo, scarsamente plastico, consistente o molto consistente, sovraconsolidato; per esso possono essere assunti i seguenti valori geotecnici medi:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	2.10 ÷ 2.15	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	25° ÷ 27°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.20 ÷ 0.25	Kg/cm <sup>2</sup>
$C_u$	=	coesione non drenata	=	2.50 ÷ 4.00	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo edometrico	=	200 ÷ 300	Kg/cm <sup>2</sup>

#### **4.6 Caratterizzazione sismica**

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 23.03.2003 ha riclassificato, da un punto di vista sismico, l'intero territorio nazionale. In tale quadro il territorio comunale di Tolentino (MC) è stato inserito in **zona sismica 2**.

Di seguito si riporta la tabella ove ciascuna zona è classificata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (**ag**), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona Sismica	Acc. orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)	Acc. orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

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 presi in considerazione viene definita partendo dalla “**pericolosità di base**” del sito, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

##### ***4.6.1 Categoria sismica suolo di fondazione***

Al fine di determinare la categoria sismica di suolo di fondazione è stata reperita ed allegata alla presente relazione, una indagine geofisica eseguita metodologia **HVSR** all'interno di un'area vicina quella in esame (*Allegato B - Fig. n° 3*).

La prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura), è una prospezione geofisica passiva e misura il “rumore sismico”, ovunque presente sulla superficie terrestre, allo scopo di fornire dati sulle caratteristiche geofisiche del sito investigato.

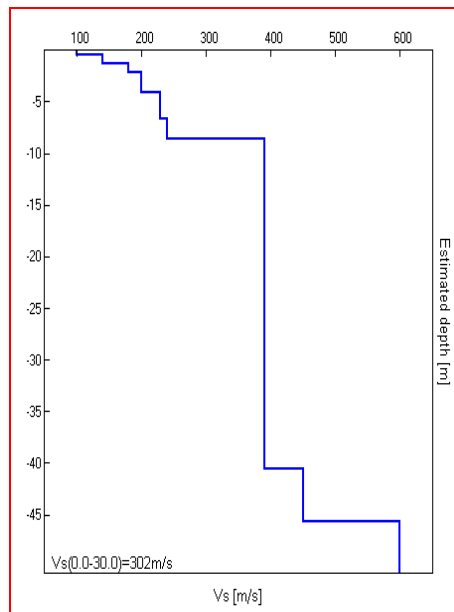
Categoria sottosuolo	Ss	Cc
<b>A</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>B</b>	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 * F0 * (ag/g) \leq 1.20$	$1.10 * (Tc)^{-020}$
<b>C</b>	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 * F0 * (ag/g) \leq 1.50$	$1.05 * (Tc)^{-033}$
<b>D</b>	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 * F0 * (ag/g) \leq 1.80$	$1.25 * (Tc)^{-050}$
<b>E</b>	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 * F0 * (ag/g) \leq 1.60$	$1.15 * (Tc)^{-040}$

<b>Categoria di suolo di fondazione</b>
<b>A)</b> <i>Formazioni litoidi o suoli molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m
<b>B)</b> <i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</i> , con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa)
<b>C)</b> <i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</i> , con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (15 < Nspt < 50, 70 < Cu < 250 kPa)
<b>D)</b> <i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati coesivi da poco a mediamente consistenti</i> , caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (Nspt < 15 Cu < 70 kPa)
<b>E)</b> <i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 50 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s
<b>S1)</b> Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s (10 < Cu < 20 kPa)
<b>S2)</b> Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

L'acquisizione del segnale, per un intervallo che può andare dai dodici ai venti minuti, avviene, ponendo sul terreno un tomografo digitale (tromino) al cui interno ci sono tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ad alto guadagno disposti nelle tre direzioni dello spazio. I segnali acquisiti a loro volta sono sottoposti ad una fase di processing che porta alla individuazione della curva dalla media dei rapporti delle componenti H/V, per mezzo della quale è possibile individuare le frequenze di risonanza del sito, correlabili ai cambi sismostratigrafici. Dallo spettro così ottenuto si hanno immediatamente informazioni sulle frequenze caratteristiche del sito e da queste, avendo un vincolo, è possibile risalire a una stima delle Vs30. La modellazione sintetica dello spettro H/V, che avviene utilizzando un'apposita tabella di input

e correlando i picchi spettrali significativi, permette di ricavare spessore, profondità e le relative velocità di taglio del terreno investigato.

L'esecuzione dell'indagine sismica con metodologia HVSR ha consentito di classificare i terreni di fondazione nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2008 "D.D.L. 14/01/2008".



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.50	100	0.35
1.30	0.80	140	0.35
2.10	0.80	180	0.35
4.10	2.00	200	0.35
6.60	2.50	230	0.34
8.60	2.00	240	0.34
40.60	32.00	390	0.33
45.60	5.00	450	0.35
inf.	inf.	600	0.35

$$V_s(0.0-30.0) = 302 \text{ m/s}$$

Il valore di  $V_{s_{30}} = 302 \text{ m/s}$  indica che il sito indagato rientra nella **categoria di sottosuolo “C”**; in *Allegato B* si riporta, integralmente, la relazione inerente l'indagine geofisica reperita.

#### **4.6.2 Stima della pericolosità sismica**

Nel presente capitolo vengono determinati i parametri sismici di dettaglio, ovvero **Amax**, **Kh** e **Kv**. Il primo passo da compiere consiste nella determinazione di **ag** ovvero dell'accelerazione orizzontale massima attesa su un sito di riferimento rigido; noto **ag** e valutati i coefficienti di *amplificazione stratigrafica (Ss)* e *topografica (St)*, è possibile calcolare **Amax**, ovvero l'*accelerazione massima attesa nel sito*. L'analisi di seguito riportata è stata fatta utilizzando il software di calcolo **GeoStru**.

I parametri di input ed output sono i seguenti

#### **Parametri sismici**

Tipo di elaborazione:

*Fondazioni*

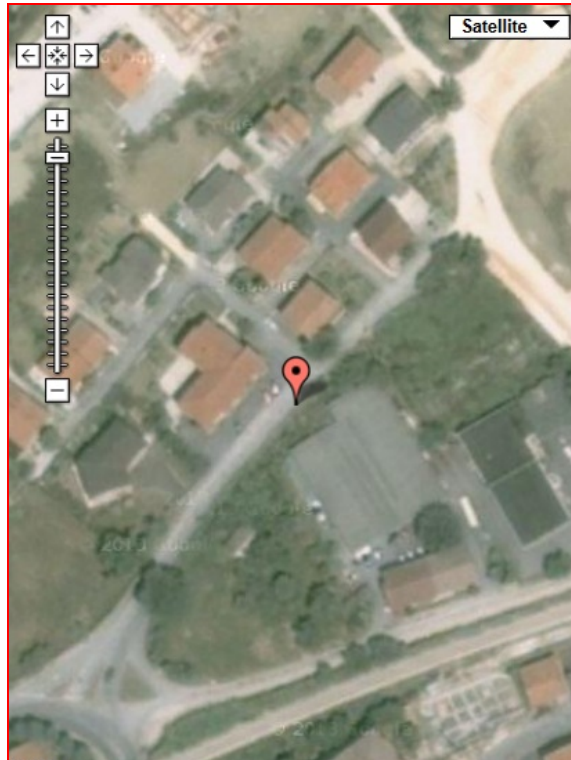
Caratteristiche sito in esame:

*latitudine: 43,2194*  
*longitudine: 13,2974*  
*Classe: 2*  
*Vita nominale: 50*

Siti di riferimento:

<i>Sito 1 ID: 22530</i>	<i>Lat: 43,2348</i>	<i>Lon: 13,2842</i>	<i>Distanza: 2013,832</i>
<i>Sito 2 ID: 22531</i>	<i>Lat: 43,2349</i>	<i>Lon: 13,3528</i>	<i>Distanza: 4799,963</i>
<i>Sito 3 ID: 22753</i>	<i>Lat: 43,1849</i>	<i>Lon: 13,3529</i>	<i>Distanza: 5915,806</i>
<i>Sito 4 ID: 22752</i>	<i>Lat: 43,1848</i>	<i>Lon: 13,2844</i>	<i>Distanza: 4000,012</i>





Parametri sismici:

<i>Categoria sottosuolo:</i>	<i>C</i>
<i>Categoria topografica:</i>	<i>T1</i>
<i>Periodo di riferimento:</i>	<i>50anni</i>
<i>Coefficiente cu:</i>	<i>1</i>

**Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,056	g
Fo:	2,478	
Tc*:	0,274	[s]

**Danno (SLD):**

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,071	g
Fo:	2,458	
Tc*:	0,291	[s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]

ag: 0,175 g  
Fo: 2,448  
Tc\*: 0,336 [s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,226 g  
Fo: 2,482  
Tc\*: 0,341 [s]

**Coefficienti Sismici**

**SLO:**

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,017  
Kv: 0,008  
Amax: 0,830  
Beta: 0,200

**SLD:**

Ss: 1,500  
Cc: 1,580  
St: 1,000  
Kh: 0,021  
Kv: 0,011  
Amax: 1,042  
Beta: 0,200

**SLV:**

Ss: 1,440  
Cc: 1,500  
St: 1,000  
Kh: 0,060  
Kv: 0,030  
Amax: 2,472  
Beta: 0,240

**SLC:**

Ss: 1,360  
Cc: 1,500  
St: 1,000  
Kh: 0,086  
Kv: 0,043

$$\begin{aligned} \text{Amax:} & \quad 3,014 \\ \text{Beta:} & \quad 0,280 \end{aligned}$$

dove:  $\text{Amax} = \text{ag} * \text{Ss} * \text{St}$

ad esempio, nel caso di SLV si ha:

$$(\text{SLV})_{\text{ag}} = 0,175 * 9,81 = 1,7167 \text{ m/s}^2$$

da cui:

$$\text{Amax} = 1,7167 * 1,440 * 1,000 = 2,4720 \text{ m/s}^2$$

## 5. CONCLUSIONI ED INTERVENTI PROPOSTI

L'esecuzione del presente lavoro **ha consentito di determinare le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, stratigrafiche, geomeccaniche e sismiche del sito ove insiste la strada in oggetto.**

Vengono di seguito sintetizzati i principali elementi emersi dall'indagine:

- *Lo studio delle caratteristiche geomorfologiche ha permesso di accertare che il sito di interesse progettuale non è interessato da processi morfogenetici, in atto o potenziali, che possano pregiudicare la stabilità complessiva.*
- *L'analisi dello stato della carreggiata (Via Rovereto) ha evidenziato la presenza di abbassamenti, disarticolazioni e fessurazioni significative in corrispondenza del ciglio della scarpata.*
- *Il parziale stato di dissesto evidenziato al punto precedente è riconducibile ad un modesto cedimento della scarpata, la quale con tutta probabilità è stata sagomata, sia pure parzialmente, su terreni di riporto aventi scadenti caratteristiche geomeccaniche. Altro elemento importante è rappresentato dalla mancanza di adeguate opere di regimazione idraulica.*



*Foto n° 1 – Panoramica Via Rovereto*



*Foto n° 2 – Carreggiata dissestata in prossimità del ciglio della scarpata*





Foto n° 3 – Particolare foto precedente

- *Il locale assetto litostratigrafico è caratterizzato dalla sovrapposizione della coltre detritica alluvionale, di natura limoso – argilloso – sabbiosa e, subordinatamente, ghiaiosa, presente fino a profondità ragionevolmente stimabili tra 12.0 m e 15.0 m, sul substrato ascrivibile alle litofacies pelitico – arenacea della Formazione della Laga.*
- *La locale situazione idrogeologica è condizionata dalla presenza di terreni dalle differenti caratteristiche di permeabilità: le coltri superficiali presentano infatti una permeabilità variabile, generalmente bassa, mentre il substrato risulta pressoché impermeabile. Tale situazione crea i presupposti per il potenziale sviluppo di una circolazione idrica sotterranea all'interno dei terreni dotati di maggiore permeabilità relativa. Limitate percolazioni idriche saranno inoltre possibili in corrispondenza di livelli marcatamente sabbiosi o particolarmente fratturati, del substrato.*
- *Il reperimento di una indagine geofisica con metodologia **HVSR** (**horizontal to vertical spectral ratio**), ha evidenziato che i terreni di fondazione appartengono alla categoria sismica di suolo "C" (velocità delle  $V_{s30}$  comprese tra 180 m/s e 360 m/s).*

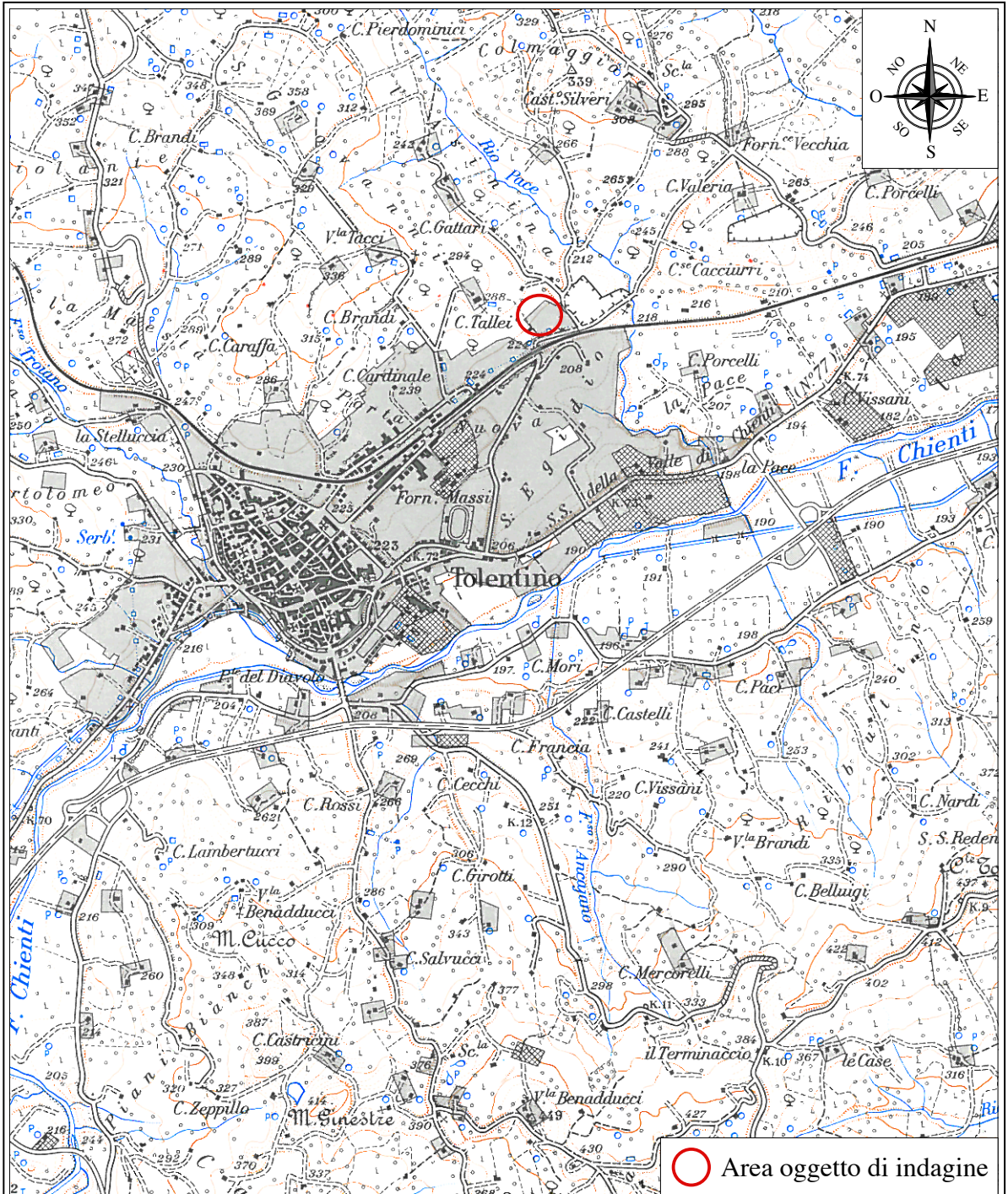
Alla luce delle considerazioni sopra riportate si suggerisce quanto segue:

- La realizzazione degli interventi di miglioramento della sicurezza stradale ed, in particolare, del marciapiede in corrispondenza di *Via Rovereto*, dovrà essere preceduta dalla realizzazione di pali avente lunghezza **L = 12.0 m** (e comunque tale da risultare adeguatamente ammorsati nei litotipi ghiaiosi della coltre alluvionale), diametro  **$\phi = 0.60$  m** ed **interasse 2.10 m**. I pali garantiranno un adeguato appoggio al marciapiede ed avranno altresì la funzione di contenere i terreni di riporto, sciolti e geotecnicamente scadenti, caratterizzanti la parte alta della scarpata. I pali dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'intero tratto di carreggiata nel quale è prevista la realizzazione del marciapiede (Fig. n° 4).
- Dovranno essere eseguite adeguate opere di regimazione delle acque superficiali, mediante captazione, convogliamento ed allontanamento delle stesse.

Si sottolinea infine che il presente lavoro riveste un carattere preliminare e che è stato redatto sulla base di indagini geognostiche e geofisiche reperite. I lavori in progetto dovranno quindi essere preceduti dall'esecuzione di specifiche e puntuali indagini finalizzate a determinare, con assoluta precisione, il locale assetto litostratigrafico e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti.

Tolentino, settembre 2013

**Dott. Geol. Roberto Pucciarelli**



**CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE  
FOGLIO 124 - QUADRANTE 124 I**

**COROGRAFIA**

**Fig. n° 1**

**Scala 1 : 25.000**

*Studio di geologia ambientale*

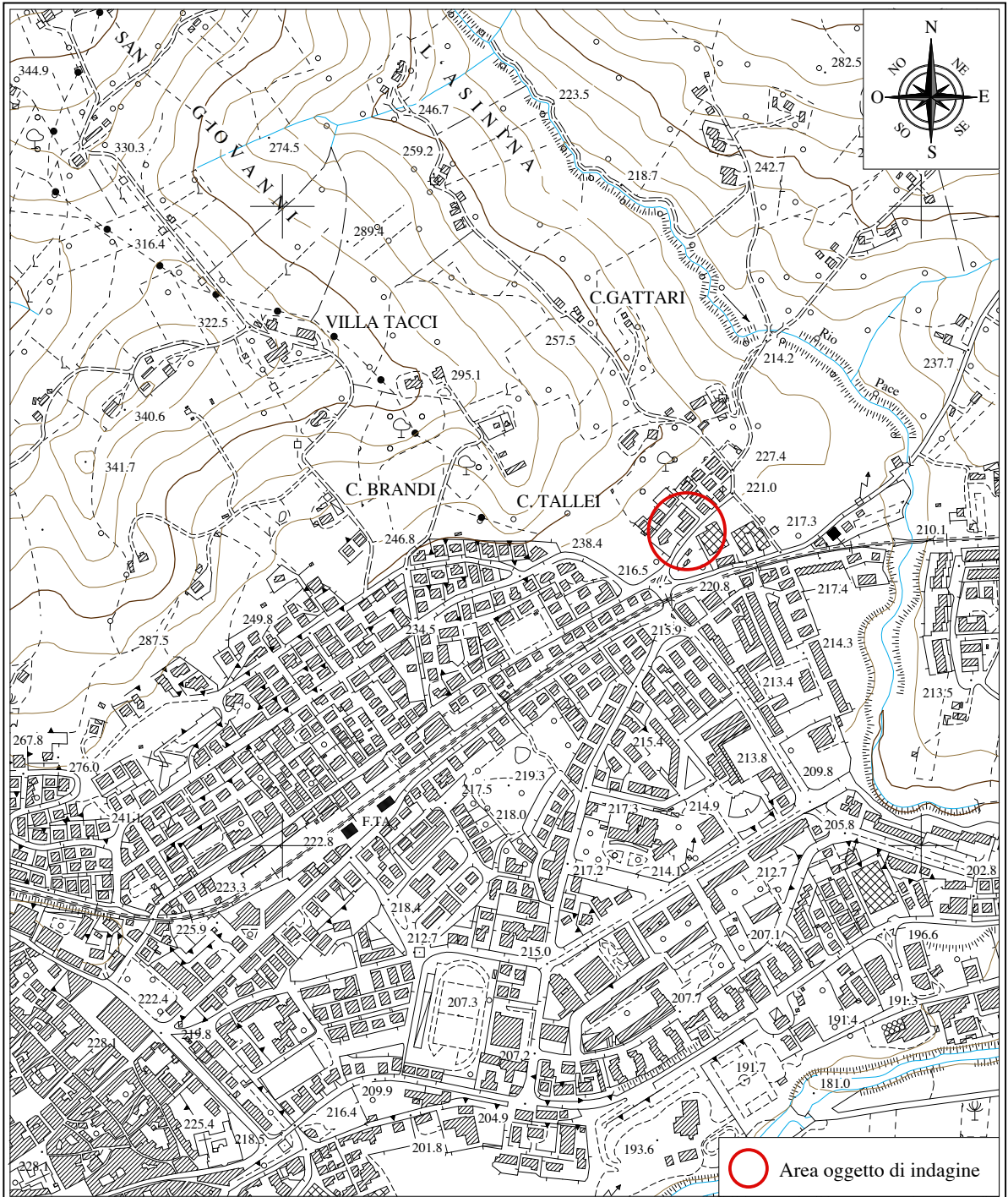


**Dott. Geol.**

**Roberto Pucciarelli**

Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC)  
Tel./fax 0733/960504 - 334/5824474  
C.F. PCC RRT 68P18 L191Q  
P.I. 01280050434





**CARTA TECNICA REGIONALE**  
**Foglio 302 TOLENTINO - Sezione 302160 TOLENTINO**

**INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO**

**Fig. n° 2**

**Scala 1 : 10.000**

*Studio di geologia ambientale*

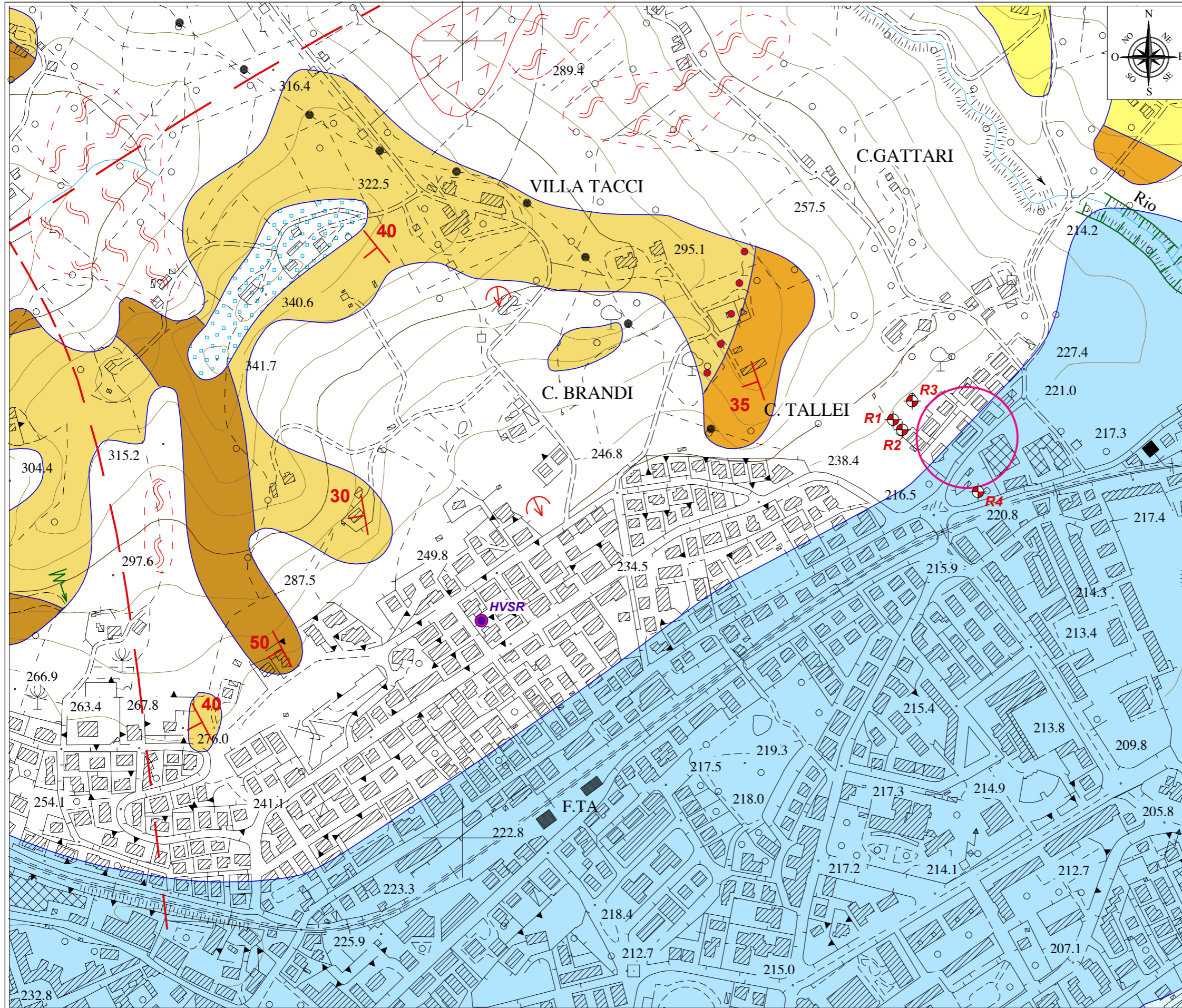


*Dott. Geol.*

*Roberto Pucciarelli*

Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC)  
 Tel./fax 0733/960504 - 334/5824474  
 C.F. PCC RRT 68P18 L191Q  
 P.I. 01280050434





**LEGENDA**

**DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI**

	Coltri eluvio-colluviali di spessore > 2,0 m (Età: Olocene)	<b>PERMEABILITA'</b> Variabile, generalmente bassa
	Depositi alluvionali attuali e recenti (Età: Olocene)	Variabile, generalmente alta
	Depositi alluvionali terrazzati (Età: Pleistocene superiore)	Variabile, generalmente alta
	Depositi lacustri (Età: Pleistocene medio - medio inferiore)	Variabile, generalmente bassa

**SUCCESSIONE MARINA - DEPOSITI SILICOCLASTICI**

	<b>FORMAZIONE A COLOMBACCI</b> Litofacies pelitico-arenacea (Età: Messiniano p.p.)	Molto bassa
	<b>FORMAZIONE A COLOMBACCI</b> Litofacies arenaceo-pelitica (Età: Messiniano p.p.)	Bassa
	<b>FORMAZIONE DELLA LAGA</b> -Membro post-evaporitico- Litofacies pelitico-arenacea (Età: Messiniano p.p.)	Molto bassa
	<b>FORMAZIONE DELLA LAGA</b> -Membro post-evaporitico- Litofacies arenaceo-pelitica (Età: Messiniano p.p.)	Bassa

**FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'**

	Inattivo	Quiescente	Attivo	
				Nicchia di frana
				Corpo di frana di scorrimento
				Superficie dissestata da soliflusso e/o deformazioni plastiche
				Piccola frana non classificata

**FORME FLUVIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO**

	Inattivo	Quiescente	Attivo	
				Orlo di scarpata di erosione fluviale
				Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso

**Altri simboli:**

- R1: Sondaggio geognostico reperito
- HVSR: Indagine geofisica reperita
- Area oggetto di indagine

**CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI DI IDROGEOLOGIA**

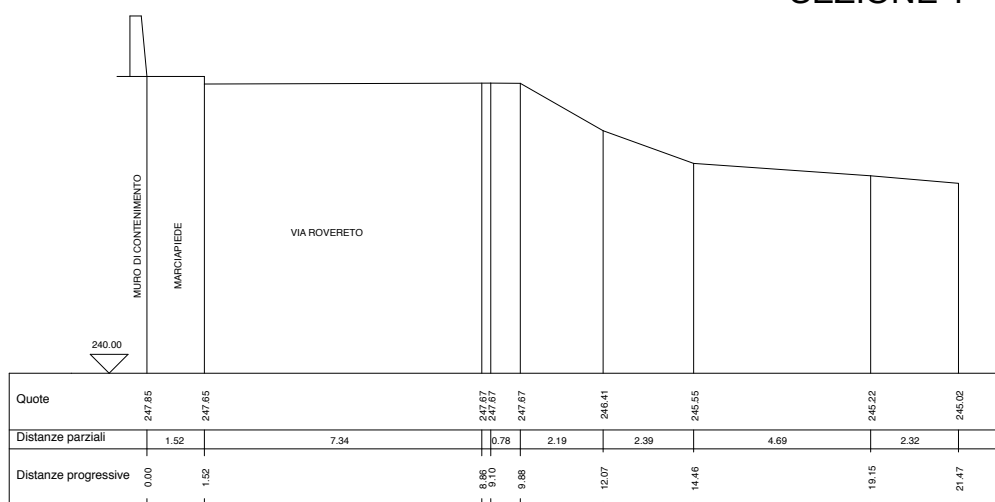
Fig. n° 3      Scala 1 : 5.000

*Studio di geologia ambientale*  
**Dott. Geol. Roberto Pucciarelli**  
 Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC) Tel/fax 0733/960504 - 334/5824474  
 C.F. PCC RRT 68P18 L191Q P.I. 01280050434





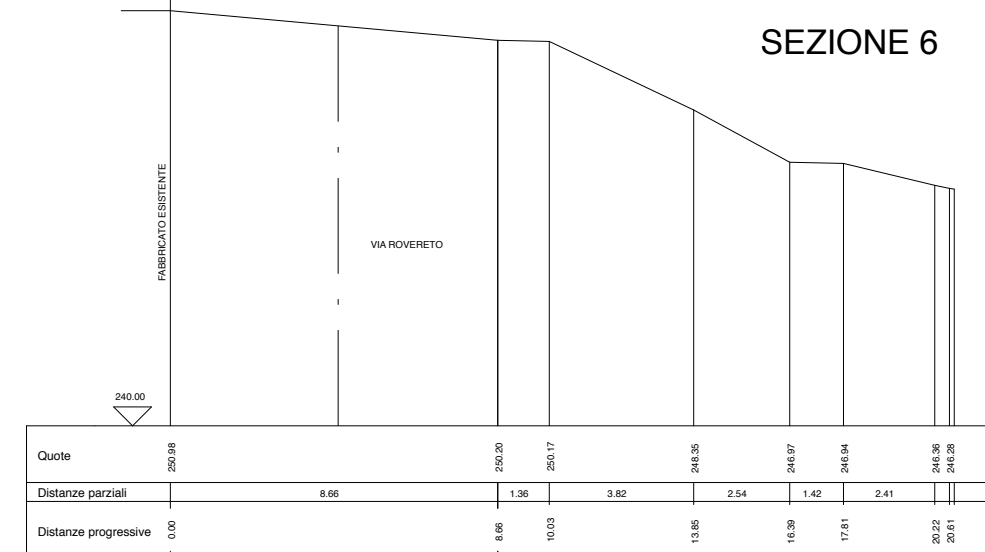
### SEZIONE 1



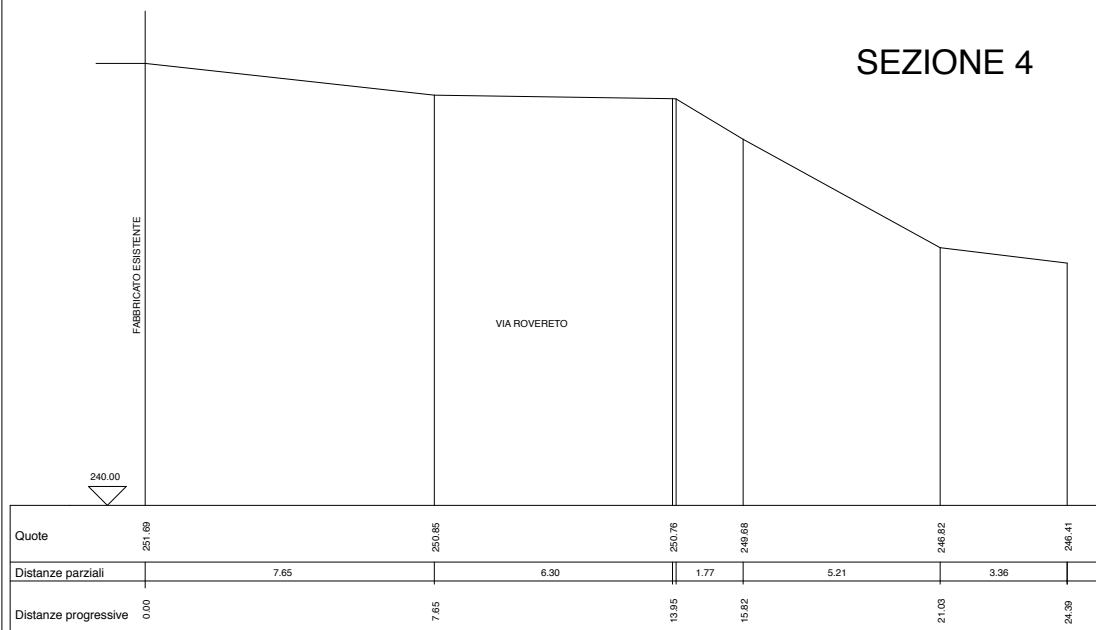
### SEZIONE 2



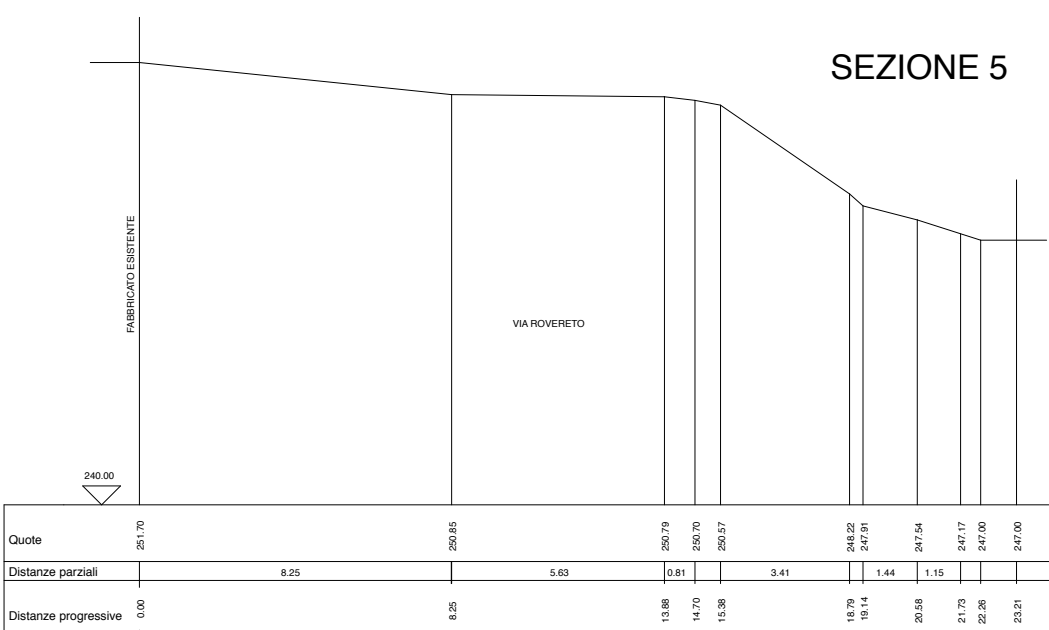
### SEZIONE 6



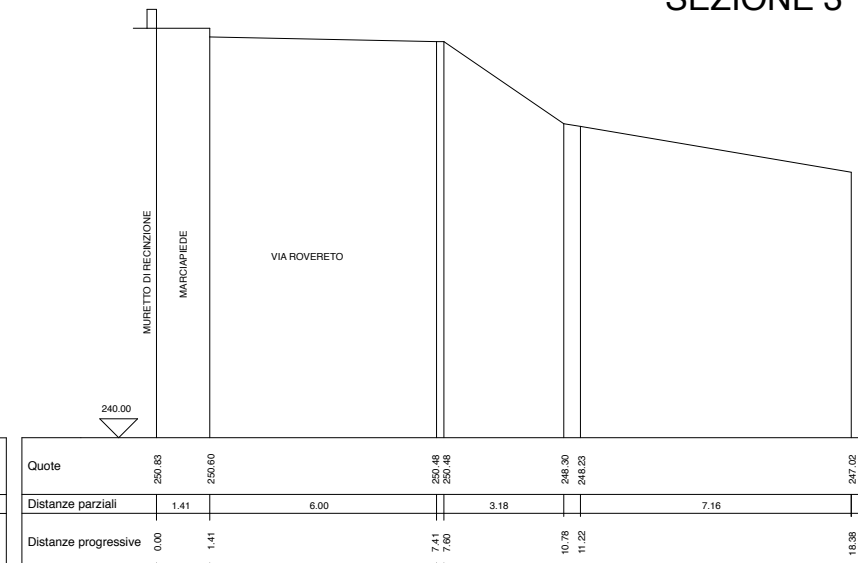
### SEZIONE 4



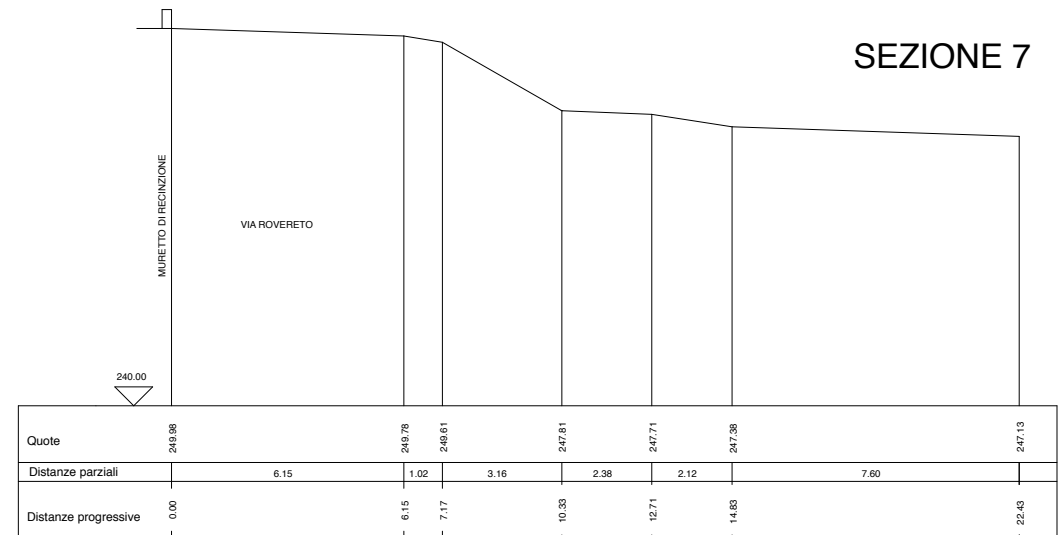
### SEZIONE 5



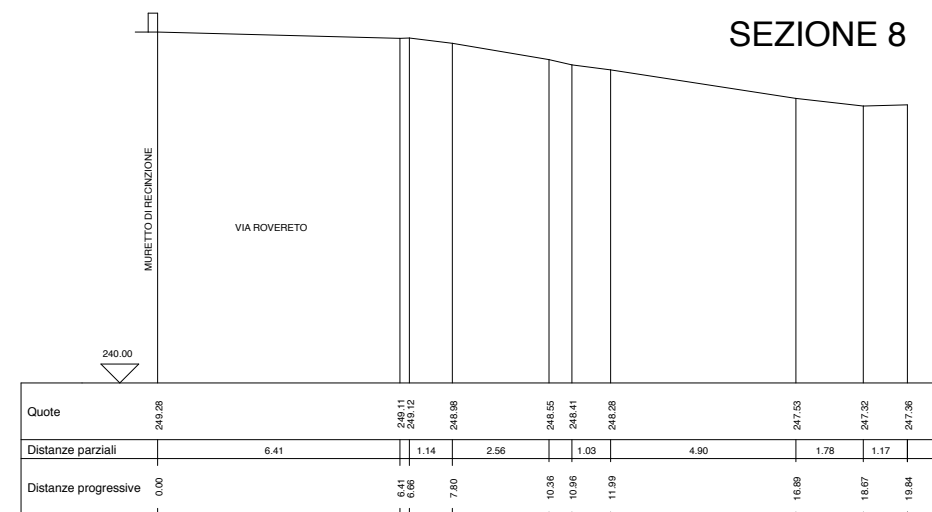
### SEZIONE 3



### SEZIONE 7



### SEZIONE 8



#### SEZIONI TOPOGRAFICHE

Fig. n° 5

Scala 1 : 200

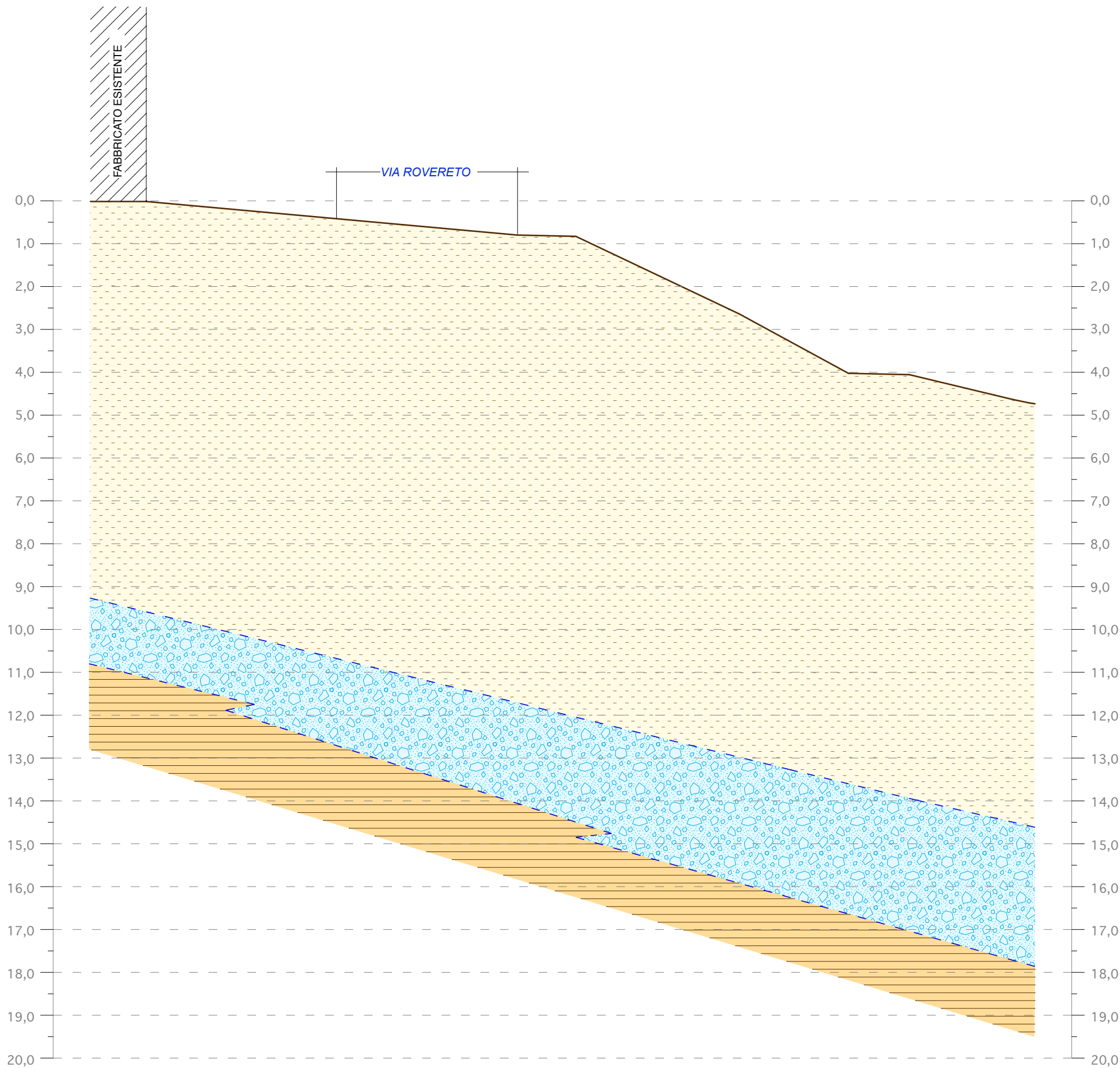


Studio di geologia ambientale




Dott. Geol. Roberto Pucciarelli

Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC) Tel/fax 0733/960504 - 334/5824474  
C.F. PCC RRT 68P18 L191Q P.I. 01280050434

**SEZIONE 6**



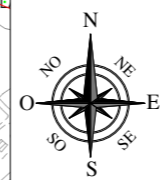
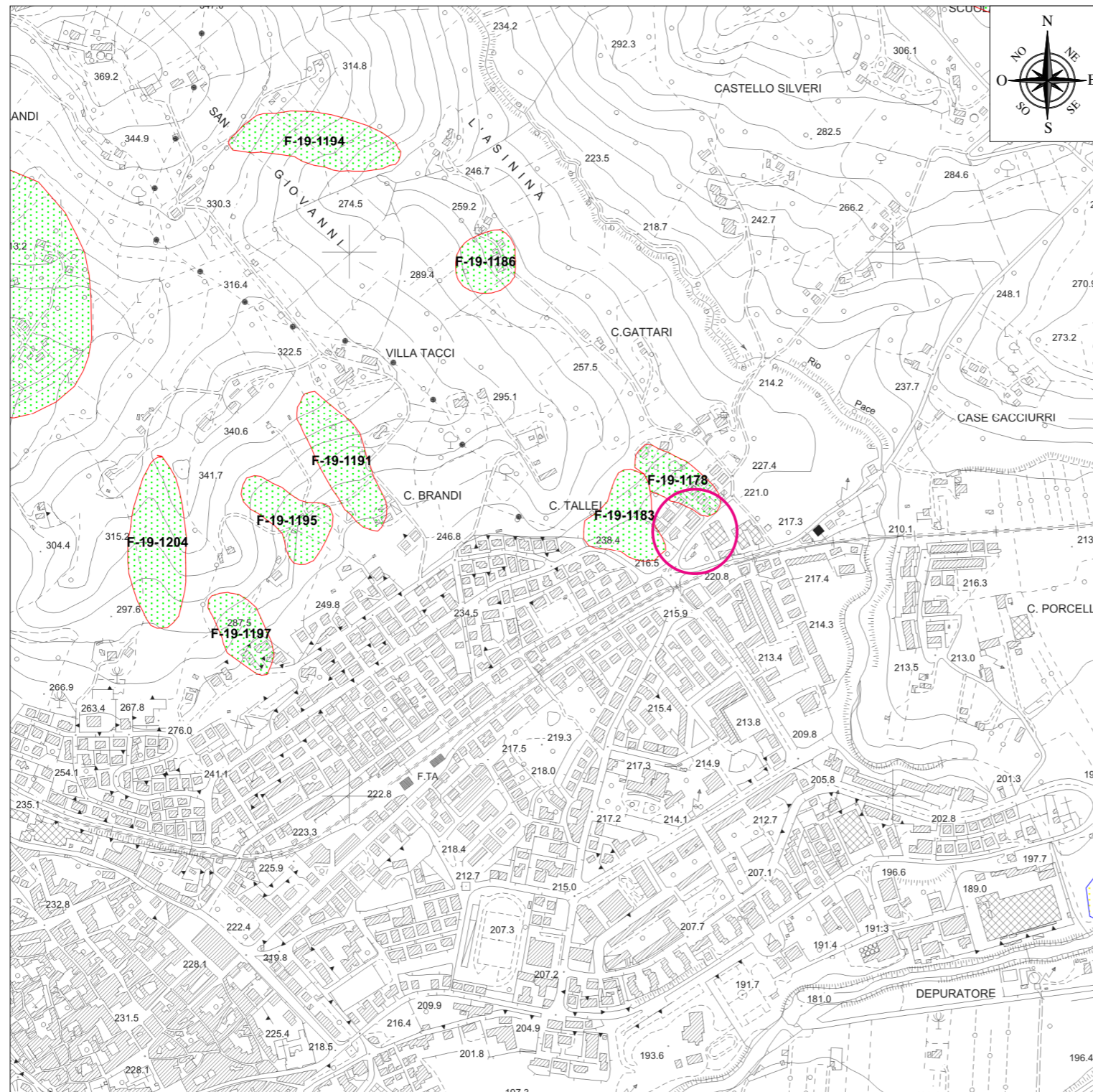
**LEGENDA**

-  Alternanze di limi argillosi e argilloso - sabbiosi, limi sabbiosi e sabbie limose (DEPOSITI ALLUVIONALI)
-  Ghiaie calcaree eterometriche in matrice prevalentemente sabbiosa (DEPOSITI ALLUVIONALI)
-  Argille siltoso - marnose di colore grigio (SUBSTRATO ALTERATO)

**SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA**

Fig. n° 6      Scala 1 : 100

 *Studio di geologia ambientale*  
**Dott. Geol. Roberto Pucciarelli**  
Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC) Tel/fax 0733/960504 - 334/5824474  
C.F. PCC RRT 68P18 L191Q P.I. 01280050434



# LEGENDA

**Aree a rischio frana**  
(Codice F-xx-yyyy)

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

**Aree a rischio esondazione**  
(Codice E-xx-yyyy)

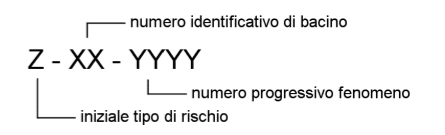
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

**Aree a rischio valanga**  
(Codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di Bacino Idrografico

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI



Area oggetto di indagine

<b>STRALCIO CARTOGRAFIA PAI</b>	
<b>TAV. RI 51 b</b>	
Fig. n° 7	Scala 1 : 10.000
 <b>Studio di geologia ambientale</b> <b>Dott. Geol. Roberto Pucciarelli</b> Piazza Mauruzi, 17 - 62029 Tolentino (MC) Tel/fax 0733/960504 - 334/5824474 C.F. PCC RRT 68P18 L191Q P.I. 01280050434	

## **ALLEGATO A**

*Stratigrafie sondaggi geognostici reperiti*



**STUDIO GEOLOGICO-TECNICO**

**dr. geol. Fabrizio Tombolini**

Via L. Zampeschi, 66 - 62029 Tolentino (MC)

tel./fax 0733/961154 - 0347/1778017

**SONDAGGIO S1**

**DATA: 07.10.99**

Comune: Tolentino (MC)

Cantiere: c.da Asinina

Committenti: Immobiliare Brandi

Impresa edile Della Ceca Andrea

STRATIGRAFIA	QUOTE		TIPO LITOLOGICO	Campioni		Pocket pen. Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Falda acquifera profondità in metri	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.		■	□			
				Ind.	Rim.			
		N.	Quote					
m.			Terreno vegetale.					
1		0.30	Limi argillosi, a luoghi debolmente sabbiosi, di colore avana e/o avana-grigiastro, talora inglobanti inclusi calcarei millimetrici, puntature nerastre organiche e concrezioni carbonatiche nodulari di tipo travertinoide (depositi colluviali).			2.75		
2						3.6		
3		3.00	Argille limose avana e grigie, stratificate, consistenti e fratturate, con sottili livelli sabbiosi ocracei e grigi (substrato alterato).			3.75		
4						>4.5		
5						>4.5		
6						>4.5		
7						>4.5		
8		8.40	Argille siltoso-marnose stratificate e molto consistenti, di colore grigio-plumbeo, con sottili livelli sabbiosi grigi (substrato integro).			>4.5		
9						>4.5		
10						>4.5		-10.00 m fine sondaggio
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

**SONDAGGIO REPERITO R1**

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini

Via L. Zampeschi, 66 - 62029 Tolentino (MC)

tel./fax 0733/961154 - 0347/1778017

SONDAGGIO S2

DATA: 07.10.99

Comune: Tolentino (MC)

Cantiere: c.da Asinina

Committenti: Immobiliare Brandi

Impresa edile Della Ceca Andrea

STRATIGRAFIA	QUOTE		TIPO LITOLOGICO	Campioni		Pocket pen. Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Falda acquifera profondità in metri	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.		■ Ind.	□ Rim.			
				N.	Quote			
m.	0.30	0.30	Terreno vegetale.					
1			Limi argillosi, a luoghi debolmente sabbiosi, di colore avana e/o avana-grigiastro, talora inglobanti inclusi calcarei millimetrici, puntinature nerastre organiche e concrezioni carbonatiche nodulari di tipo travertinoide (depositi colluviali).			2.25		
2						4.5		
3						3.25		
4						4.25		
5						2.75		
6					■ C1	-5.90 -6.10	2.0 2.0	
7	6.80	6.50	Argille limose avana e grigie, stratificate, consistenti e fratturate, con sottili livelli sabbiosi ocracei e grigi (substrato alterato).			4.5		
8						>4.5		-8.00 m abbondante percolazione idrica
9						>4.5		
10						>4.5		
11	11.0	4.20	Argille siltoso-marnose stratificate e molto consistenti, di colore grigio-plumbeo, con sottili livelli sabbiosi grigi (substrato integro).			>4.5		
12						>4.5		-12.00 m fine sondaggio
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

SONDAGGIO REPERITO R2



STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

Dr. Geol. Fabrizio Tombolini

V.le della Repubblica, 35 - Tolentino (Tel. 0733/969037)

SONDAGGIO n.3

Comune di: Tolentino (MC)

Cantiere: C.da Asinina

Committenti: Cicconofri Nunzio, Cicconofri Danila,  
Cicconofri Emanuela e Cicconofri Giovanni

STRATIGRAFIA	QUOTE		TIPO LITOLOGICO	Campioni		Pocket pen. Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Falda acquifera profondità in metri	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.		■ Ind.	□ Rim.			
				N.	Quote			
m.			Terreno vegetale.					
1	0.7	0.7	Limi argilloso-sabbiosi di colore avana con sfumature grigiastre, inglobanti concrezioni carbonatiche ed elementi organici carboniosi.			1.175		
2						1.5		
3	2.7	2.0	Argille limose avana-grigiastre con sottili livelli sabbiosi giallastri. (Substrato alterato dell'Associazione pelitico-arenacea).			2.5		
4						3.5		
5						3.25		
6	5.6	2.9	Argille marnoso-siltose stratificate, molto consistenti grigio-plumbeo con sottili livelli sabbiosi giallastri. (Substrato integro dell'Ass. pelitico-arenacea).			> 4.5		
7								
8								
9								
10								-10.0 m fine sondaggio
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

SONDAGGIO REPERITO R3

# STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini

Traversa F. Filelfo, 20/22 - 62029 Tolentino

tel. 0733/961154 - 347/1778017

SONDAGGIO S1

Comune: Tolentino (MC)

Cantiere: c.da Sant'Egidio

Committente: VISA s.n.c. di Salvatori Vincenzo e C.

STRATIGRAFIA	QUOTE		TIPO LITOLOGICO	Campioni		Pocket pen. Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Falda acquifera profondità in metri	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.		■ Ind.	□ Rim.			
				N.	Quote			
m.								
1	0.75	0.75	Limi argillosi marroni con resti vegetali recenti (terreno vegetale).					
2			Limi sabbiosi, sabbie limose, limi argillosi ed argilloso-sabbiosi di colore giallastro, avana e marrone.			4.50		Elevata consistenza
3								
4						3.50		
5								
6								
7								
8								
9						2.75		
10								
11						2.80		
12						1.50		Elevata plasticità
13	12.50	11.75	Ghiaie con clasti prevalentemente calcarei biancastri e rosati, subordinatamente selciosi, eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige (alluvioni grossolane).					
14								
15	15.00	2.50	Argille siltoso-marnose grigie, stratificate, molto consistenti, con sottili livelli sabbiosi grigi (substrato). Il litotipo si presenta alterato nella sua porzione più superficiale. Il grado di alterazione decresce progressivamente con l'aumentare della profondità.			>4.50	14.40	
16						>4.50		
17								- 17.00 m fine sondaggio
18								
19								I valori di Rp si riferiscono ai livelli prevalentemente coesivi
20								

**SONDAGGIO REPERITO R4**

## **ALLEGATO B**

*Indagine geofisica reperita*

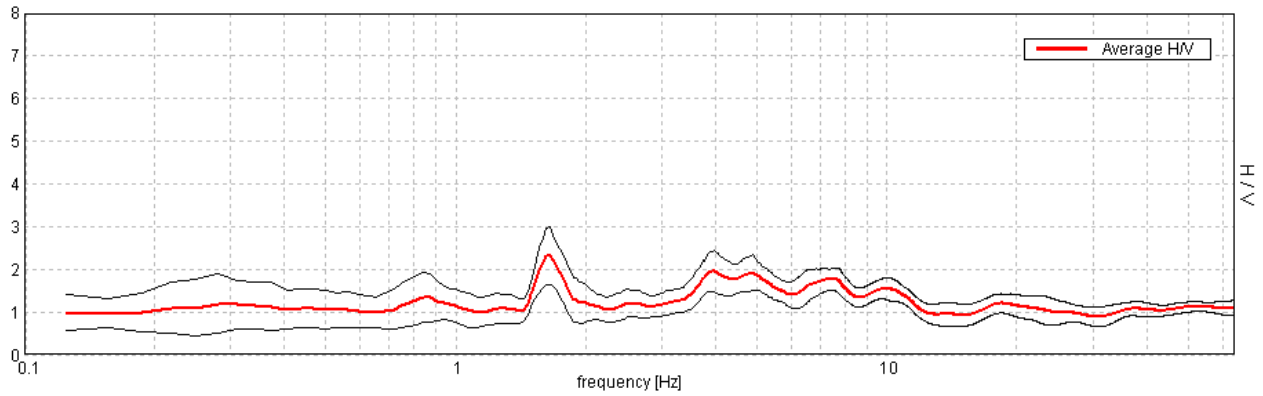
**Comune: Tolentino (MC)**  
**Località: Via Montello n° 10**

Strumento: TRZ-0137/01-11  
Inizio registrazione: 25/08/11 14:46:55 Fine registrazione: 25/08/11 15:00:55  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

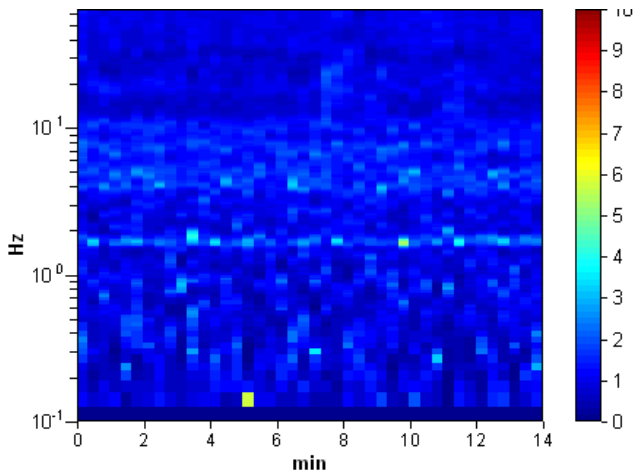
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

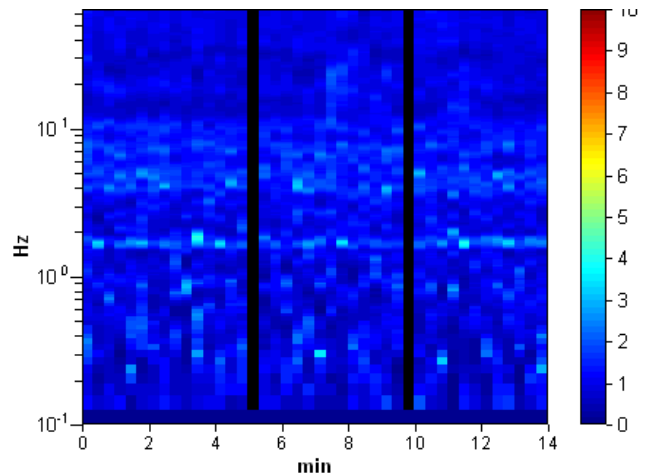
Max. H/V at 1.66 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



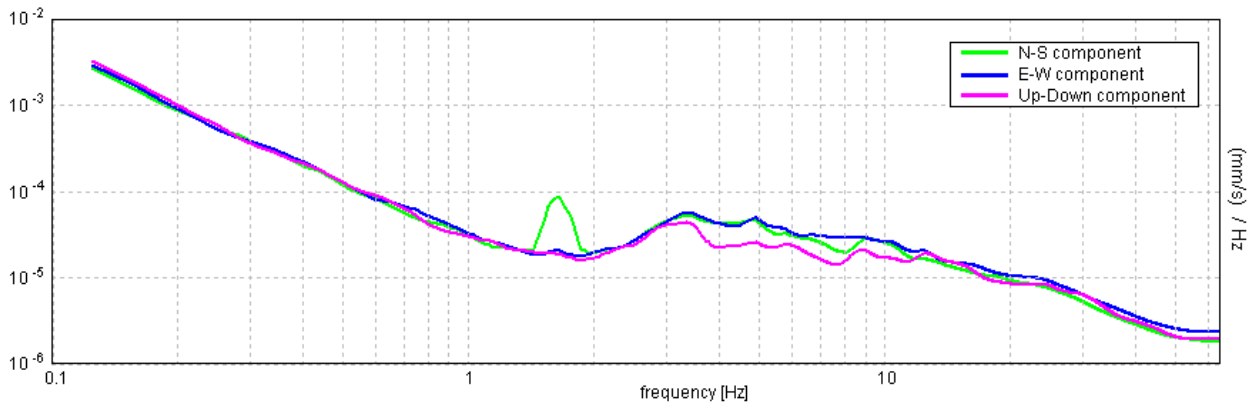
### SERIE TEMPORALE H/V



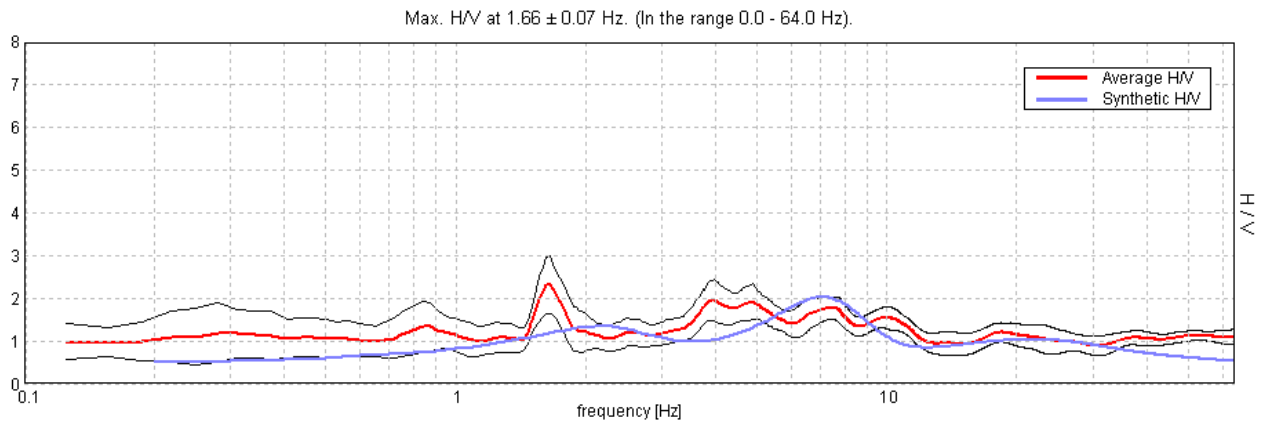
### SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

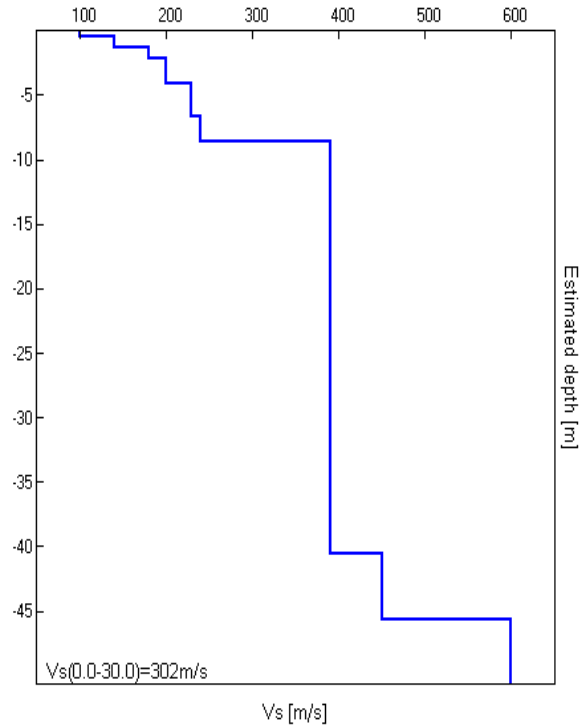


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.50	100	0.35
1.30	0.80	140	0.35
2.10	0.80	180	0.35
4.10	2.00	200	0.35
6.60	2.50	230	0.34
8.60	2.00	240	0.34
40.60	32.00	390	0.33
45.60	5.00	450	0.35
inf.	inf.	600	0.35

Vs(0.0-30.0)=302m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $1.66 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.66 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1325.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 80	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.438 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.094 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.31 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01995  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03304 < 0.16563$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3266 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V

$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20