CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

RELAZIONE TECNICA

STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO SUI TERRENI DISTINTI DAL FOGLIO CATASTALE N°171, PARTICELLE N°124-288 DEL COMUNE DI TERNI, IN LOC. PIEDILUCO, PER LA STESURA DEL PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA PER LA REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO RESIDENZIALE.

Valutazioni in merito alla Microzonazione Sismica di dettaglio e al rischio idraulico

Committente:

Sig. ROSIGNOLI Leonardo

Via Noceta, 1 – Loc. Monte la Rocca
Piediluco (TR)

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

1- PREMESSA

A corredo della relazione geologico-tecnica redatta nel Marzo 2010 per il Piano Attuativo d'iniziativa privata, per la realizzazione di un edificio residenziale in località Piediluco del Comune di Terni, è stata eseguita la seguente integrazione.

2- FINALITÀ E METODOLOGIA DI STUDIO

L'obiettivo generale di uno studio di Microzonazione Sismica è di valutare e individuare, all'interno di ambiti territoriali a scala sub-comunale (frazioni e centri), aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in riferimento ad un atteso terremoto, definendo così i possibili effetti sui principali centri urbani. A tale scopo sono esaminate in dettaglio le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche locali in grado di produrre fenomeni di amplificazione della risposta sismica locale rispetto alle condizioni geologiche di riferimento e/o di innescare fenomeni di instabilità indotta (frane, liquefazioni, cedimenti, etc.).
Per la realizzazione del suddetto studio, si è effettuata una ricerca bibliografica sull'area e prove all'interno del sito in esame; nello specifico, la ricerca bibliografica ha avuto come oggetto i seguenti strumenti:

- Cartografia Geologica d'Italia, in scala 1:100.000 e note illustrative;
- PRG del Comune di Terni, in particolare:
- Elaborato 4.6 f – Rischio Sismico, Relazione Illustrativa;
- Elaborato 4.6 g – Rapporto del Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Milano, "Completamento della Microzonazione sismica della Città di Terni;
- Elaborato 4.6 h – Relazione a cura del Servizio Geologico della Regione Umbria, "Relazione conclusiva sulla microzonazione sismica dell'area narnese-ternana colpita dall'evento sismico del 12 Dicembre 2000".

La Microzonazione Sismica di dettaglio è proposta come sintesi della fase intermedia della pianificazione attuativa, che deve, necessariamente, raccordare i singoli progetti esecutivi delle opere (NTC08), al Piano Regolatore strutturale e operativo (Livello 1 e Livello 2 di approfondimento).
La base di partenza è di analizzare lo schema a blocchi, allegato allo Standard minimo della Relazione Geologica per il Piano Attuativo di seguito riportato:

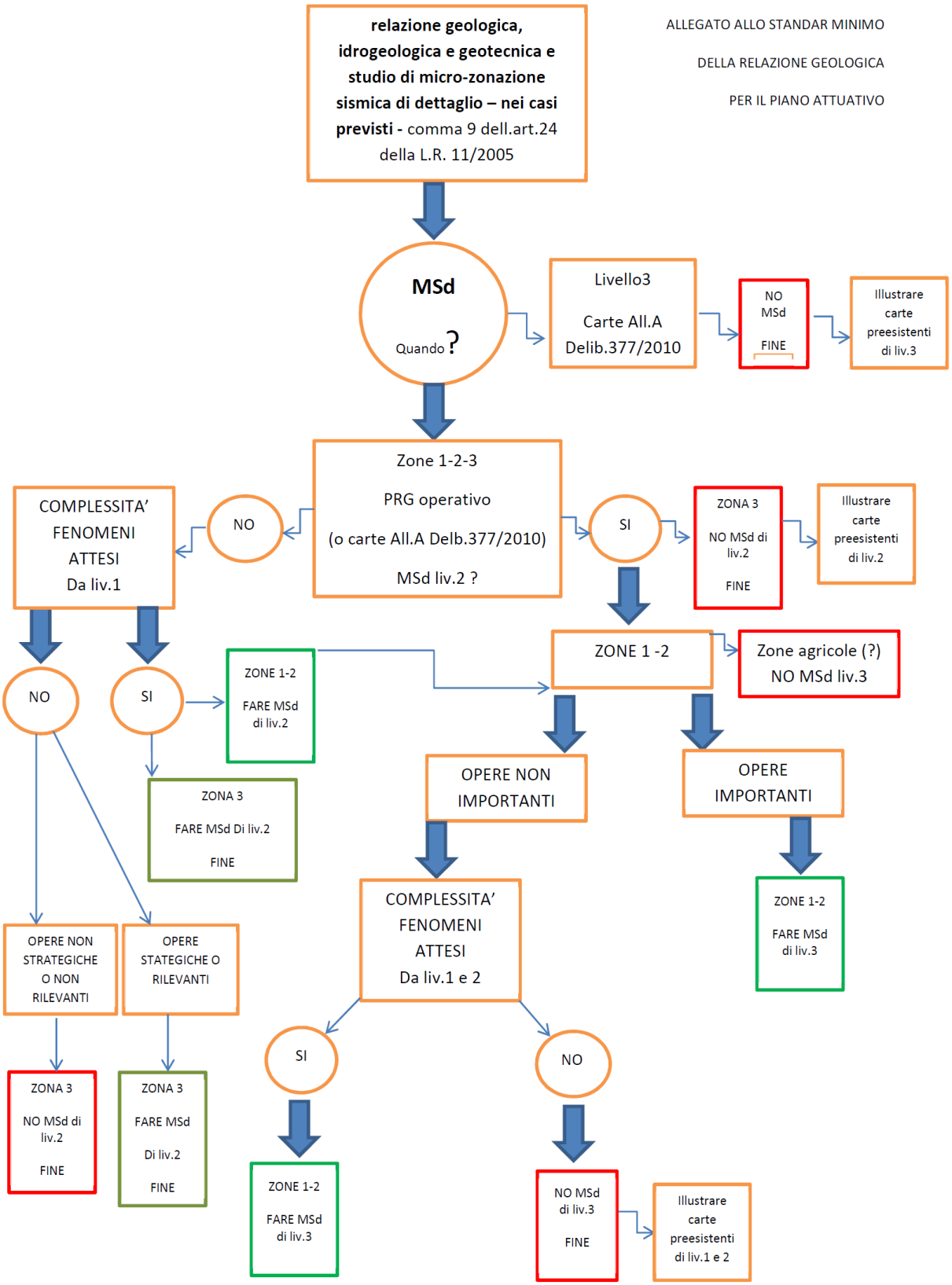
CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

ALLEGATO ALLO STANDAR MINIMO

DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

PER IL PIANO ATTUATIVO



>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Il passo successivo per la MSd è il PRG del Comune di Terni ed in particolare l'analisi della cartografia geotematica quale:

- Carta geologica;
- Carta geomorfologica;
- Carta idrogeologica;
- Carta della microzonazione sismica.

3- INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per il quadro normativo di riferimento per lo studio geologico a supporto del P.A. si richiama innanzitutto l'art.89 del D.P.R. 380/2001: Parere sugli strumenti urbanistici (legge 3 febbraio 1974, n. 64, art. 13). - 1. Tutti i comuni nei quali sono applicabili le norme di cui alla presente sezione e quelli di cui all'articolo 61, devono richiedere il parere del competente ufficio tecnico regionale sugli strumenti urbanistici generali e particolareggiati prima della delibera di adozione nonché sulle lottizzazioni convenzionate prima della delibera di approvazione, e loro varianti ai fini della verifica della compatibilità delle rispettive previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio. 2. Il competente ufficio tecnico regionale deve pronunciarsi entro sessanta giorni dal ricevimento della richiesta dell'amministrazione comunale. 3. In caso di mancato riscontro entro il termine di cui al comma 2 il parere deve intendersi reso in senso negativo.

Inoltre:

- D.M. LL.PP. del 12/12/1985 Norme tecniche per le tubazioni (punti 1.1. Progetto – 2.1. Interazione tubazioni terreni di posa: Relazione geologica)
- la L.R. 1/2004 (art.4 comma 4)
- la L.R. 11/2005 (art.24 commi 9-11 e art.37 comma 3)

Per lo studio di Microzonazione sismica a supporto del P.A.:

- l'O.P.C.M. 3274/2003
- la Delib. G.R. n° 852/2003
- la Delib. G.R. n°1700/2003 (cfr. Allegato B: edifici rilevanti…)
- la L.R. 11/2005 (art. 24 comma 9)
- l'O.P.C.M. 3519/2006
- le NTC08 - D.M. 14.01.2008
- le linee guida del DPC-sett. 2008 (punto 1.6.3.3 "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica").
- la Delib. G.R. n°377/2010 (Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica - Punti 5 e 6);

4- INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio si trova alle spalle di Piediluco sul Monte La Rocca su un declivio omogeneo a media pendenza, esposto verso Sud-Est, a valle del lotto è impostata una discreta scarpata che segue l'isoipsa 440 m s.l.m. con un salto di circa tre metri.
Il terreno di posa del fabbricato è leggermente inclinato, non presenta scollamenti o rotture di pendio recenti né indizi di erosione superficiale che possano indicare rapida evoluzione morfologica.
L'area d'imposta è pertanto geomorfologicamente e strutturalmente stabile, idonea allo scopo in oggetto, non essendo interessata da disturbi di alcun genere.
La litologia mostra che l'area è a cavallo di due formazioni geologiche appartenenti al

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

complesso carbonatico Umbro che in loco emerge con la serie costituita da Maiolica, Marne a Fucoidi e Scaglia Bianca. Procedendo verso Est le suddette formazioni marine sono mascherate da distese detritiche che proseguono fino a bordare la S.S. 79, dove sono superficialmente in contatto con la Marnoso-Arenacea.
La Maiolica si presenta intensamente stratificata con evidenti deformazioni tettoniche che provocano sensibili variazioni nell'andamento spaziale degli strati.
Una parte dell'area edificabile giace su una stratificazione che presenta pendenza di strato di circa 35° verso Sud-Est e direzione di strato NE-SO.
Sotto il profilo litologico essa appartiene alla classe dei calcari micritici biancastri con potenza di strato da qualche centimetro a pochi decimetri con intermittente presenza di livelletti di argilla avana chiaro e noduli selciferi.
Le Marne a Fucoidi sono costituite da argille intensamente laminate e variegate che in loco posseggono un colore grigiastro.

5- INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

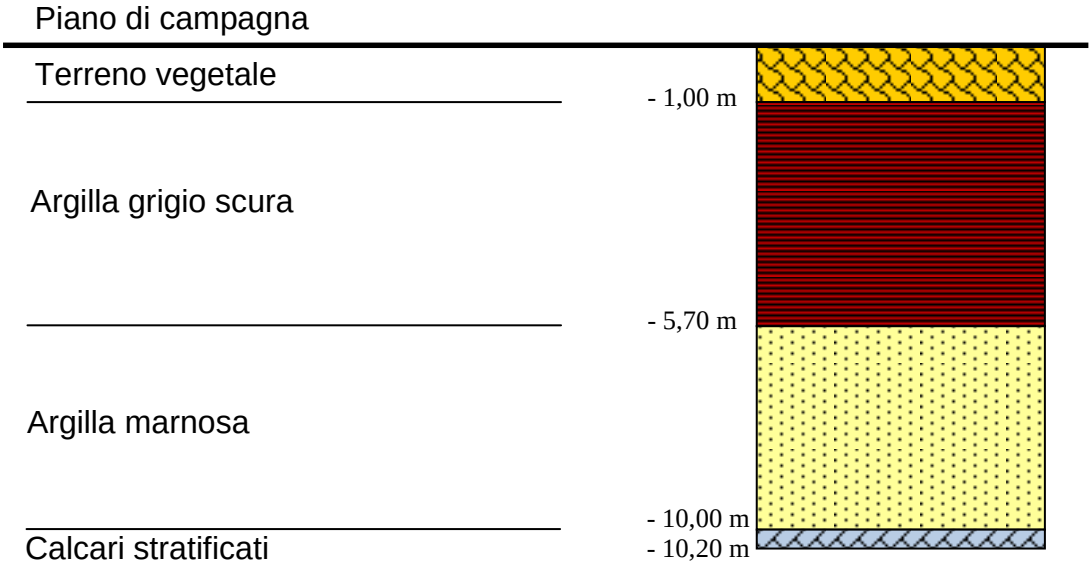
I terreni di copertura interessati posseggono una marcata differenziazione idrogeologica dipendente dalla loro diversa costituzione; la Maiolica possiede una elevata permeabilità in grande per la presenza di diffusa fatturazione subita dall'azione tettonica pregressa; al contrario le Marne a Fucoidi a prevalente composizione argillitica si comporta come un materiale eminentemente impermeabile che impedisce l'infiltrazione in profondità delle acque pluviali. La presenza di una discreta copertura vegetazionale protegge la superficie del suolo moderando il ruscellamento superficiale ed impedendo l'erosione provocata dallo scorrimento selvaggio delle acque.
Fino ad una profondità di circa 10 metri non vi sono indicazioni sulla presenza di falde idriche.

6- PROVE PENETROMETRICHE

A corredo del rilevamento geologico e per ottenere informazioni stratigrafiche, litologiche e geotecniche dei terreni, sono state eseguite indagini costituite da una prova penetrometrica dinamica continua ubicata all'interno dell'area oggetto di studio (vedi relazione geologica precedentemente presentata).
Le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di uno strato pedologico spesso intorno al metro che in profondità prosegue con la presenza di argilliti fogliettate fino a 5,70 metri dal piano di campagna.
Al di sotto diventano più frequenti i livelli più marcatamente marnosi che a 10,20 metri hanno prodotto il rifiuto alla penetrazione dell'utensile per l'elevata resistenza meccanica.
Durante l'esecuzione del saggio geognostico non si è intercettata nessuna falda e non si è evidenziata presenza di acqua.

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Stratigrafia da prove penetrometriche



Disegno fuori scala

7- MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Stando all'indagine MASW effettuata, le cui elaborazione e ubicazione sono consultabili nell'allegato 7, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005, Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n°29 del 04/02/2008) risulta che il terreno in oggetto rientra nella categoria di sottosuolo:

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

E' da tener presente, tuttavia, che le Vs30 e la relativa categoria di sottosuolo risultante si riferiscono ai 30 metri di profondità a partire dal piano di campagna.

Vs30= 429 m/s

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	329	5.5
2	390	4.5
3	480	

Tali indagini sono state correlate con la prova penetrometrica effettuata nell'area oggetto di studio.

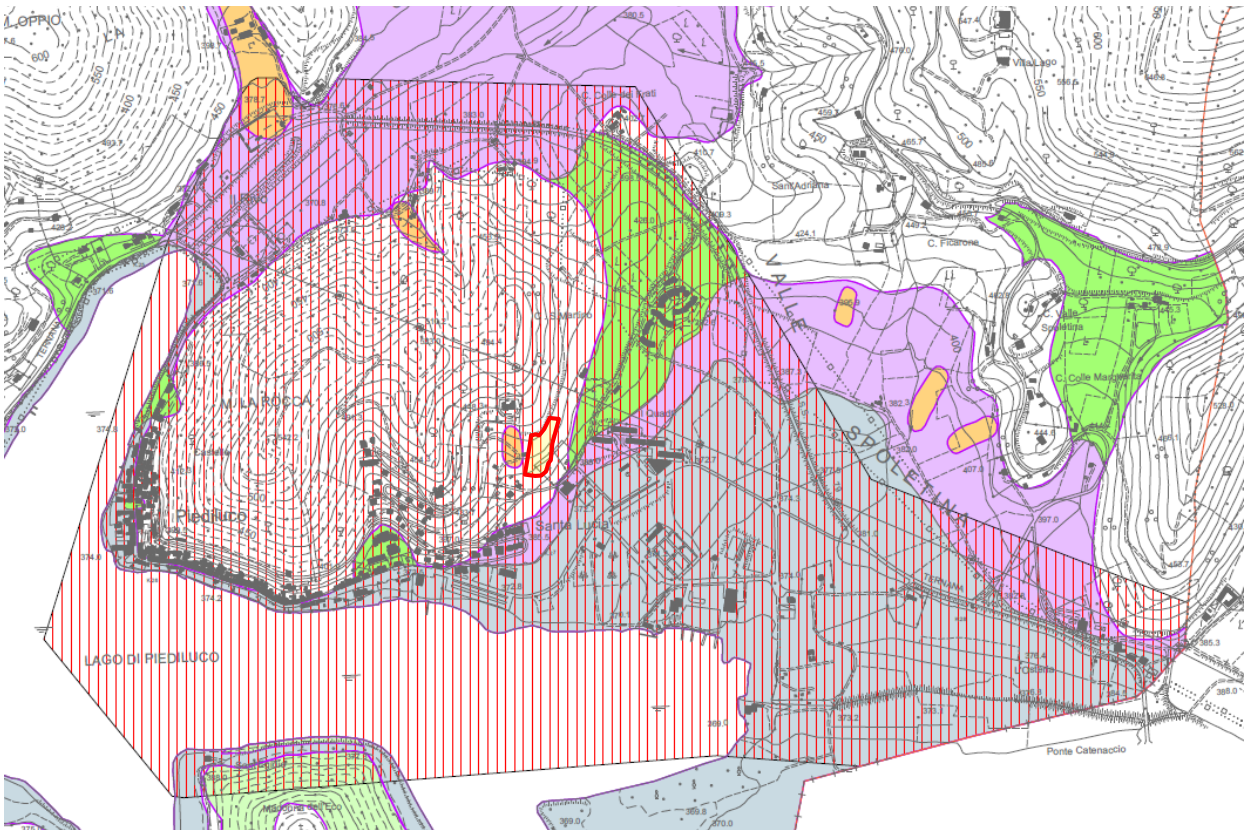
La categoria topografia è T2: Aree con inclinazione media i ≥ 15°.

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

8- STRUTTURA GEOLOGICA E TETTONICA

Visto i rilievi geologici di dettaglio, l'interpretazione della prova penetrometrica e della MASW si ipotizza che *il bedrock sismico sia presente da quote comprese tra i 15 e i 20 metri dal piano di campagna*; a differenza della sezione tipo Piediluco, utilizzata in occasione della Microzonazione sismica del Comune di Terni, in collaborazione con il Servizio Geologico della Regione Umbria e del Politecnico di Milano e pubblicata nel "Rapporto dipartimento di ingegneria strutturale - Politecnico di Milano – Elaborato 4.6 g" in cui il bedrock era stato stimato a profondità prossime agli 80 metri.

Tutta la zona studiata risulta sostanzialmente stabile dal punto di vista geologico, infatti, il rilevamento effettuato non ha portato ad individuare zone interessate da movimenti di dissesto di tipo franoso profondo, o aree in stato di equilibrio gravitativo precario, non sono presenti fenomeni gravitativi attivi e/o quiescenti, vi è solo la presenza nelle vicinanze di un fenomeno per scivolamento che però non investe l'area in studio, il tutto è confermato dall'analisi della carta del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico).
Consultando le carte di pericolosità sismica del PRG del Comune di Terni, di seguito allegata, l'area in studio non rientra all'interno delle zone suscettibili di amplificazioni dinamiche locali.



CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.:Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
CON ADEGUAMENTO AL PAI

C.T.R. 347060 "PIEDILUCO"

ELABORATO N. 4.6 e

LEGENDA

- Confine comunale
- Zona 9
- Classe di amplificazione sismica locale bassa o nulla (A)
- Classe di amplificazione sismica locale media (B)
- Classe di amplificazione sismica locale elevata (C)
- Classe di amplificazione sismica locale da nulla o trascurabile (A) a molto elevata (D)
- Classe di amplificazione sismica locale da media (B) a molto elevata (D)
- Classe di amplificazione sismica locale molto elevata (D)
- Zona di ciglio con H> 10 metri: La classe di amplificazione sismica locale è aumentata di un livello di rischio rispetto a quella risultante dalla litologia

Zone di cresta: picco isolato
- classe B
- classe C

Zone di cresta: crinale
- classe B
- classe C

Aree oggetto di microzonazione sismica
Realizzate dal Comune di Terni
- "Terni Est"
- "Marmore"
- "Collestatte"
- "Piediluco"
- "Valenza"

Aree oggetto di microzonazione sismica
Realizzate dalla Regione dell'Umbria
- Capoluogo
- Collescipoli
- Flaminia1
- Flaminia2
- Flaminia3
- Flaminia4
- Gabelletta
- S.Lorenzo

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

9- SISMICITÀ STORICA

I dati di sismicità storica dell'area in studio sono stati ripresi dallo studio CPTI11 (A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI).

Tali studi hanno permesso di individuare eventi sismici intensi (Mw > 4.0) a partire dai primi anni del 1900.

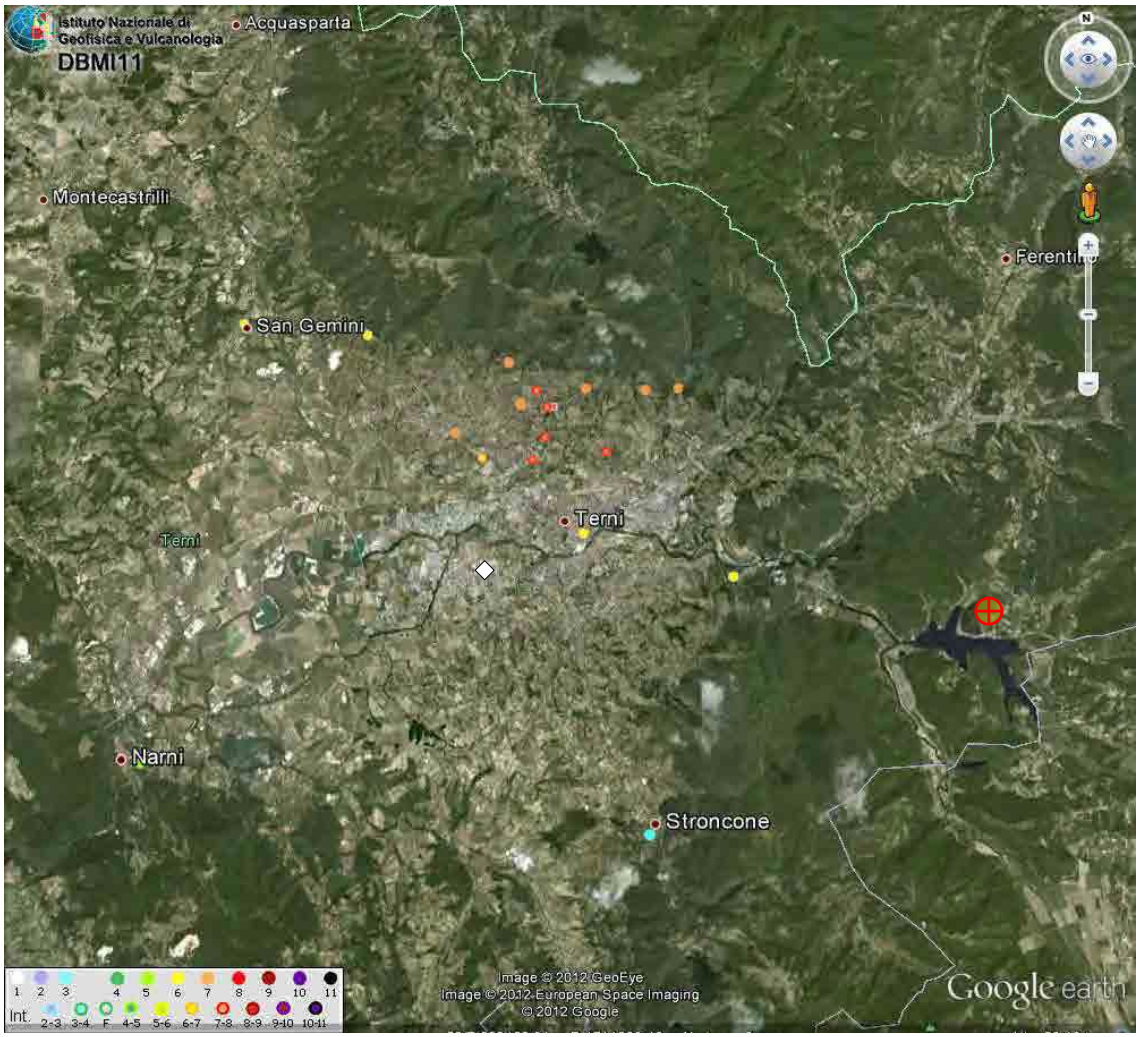


Figura 4 – Ubicazione eventi sismici storici su base ortofoto (Google Earth). Dati DBM11 fonte INGV.

N		Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se		RtIns	LatIns	LonIns	De	MwIns	DMwIns
2685		1917	05	12	15	34		Ternano	GdL CSTI, 2005	41,709	13,860	4,58	4,78	0,09
2686		1948	12	17	21	18	02.00	Ternano	ISC Bull.	37,651	12,859		4,54	0,47
2687		1960	07	18	04	07		Ternano	GdL CSTI, 2005	40,401	14,858	0,02	4,40	0,19
2688		2000	12	16	07	31	08.00	Ternano	GdL CSTI, 2005	38,515	13,052	10,00	4,59	0,22
2689		1909	02	06	08	05	34.00	TERNI	GdL CSTI, 2005	38,983	17,420	10,00	5,37	0,25
2690		1970	05	25	12	56		TERNI	GdL CSTI, 2005	39,907	17,825	10,00	4,56	0,25

Tabella 4 - Terremoti storici da A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI.

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

10- VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI

Come precedentemente accennato, i dati raccolti hanno permesso di identificare la risposta sismica del sito in esame e di avere anche una stima del fattore di amplificazione (FA) di sito. In prima istanza sono state analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche del sito. Dall'analisi dei dati raccolti, è stato individuato, nell'area in studio, uno spessore dei depositi francamente lacustri di almeno 15 m poggianti su substrato geologico calcareo appartenente alla Successione Carbonatica dell'Appennino Umbro-Marchigiano (Marne a Fucoidi).

Per quanto riguarda i parametri geotecnici dei materiali presenti nell'area si sono consultate sia le indagini effettuate, sia le banche dati formulate in occasione di precedenti ed analoghi studi nell'area dell'Alta Valle Tiberina, con cui si sono riscontrate alcune analogie geologiche e litologiche.
Per i siti di COLLESTATTE e PIEDILUCO è stata consultata la stratigrafia di 2 sondaggi eseguiti uno nei pressi di Molino di Cocchi in destra orografica del Fiume Nera, che ha raggiunto il substrato roccioso a profondità di 55 m, l'altro nei pressi del Lago di Piediluco, che ha raggiunto il substrato marnoso a profondità di 80 m. In corrispondenza di tali sondaggi sono state eseguite dall'Idrogeotec snc di Perugia indagini di sismica in foro con la tecnica del Down-Hole con spaziature variabili da 2 a 5 m, che hanno fornito informazioni sulla velocità di propagazione delle onde P ed S nei vari materiali attraversati.
I valori dei parametri geotecnici reperiti ed utilizzati nell'analisi sono riportati in Tabella 2, dove sono forniti i valori del peso di volume (g), della velocità delle onde S (Vs), del modulo di taglio (G), del coefficiente di smorzamento interno (x) e del coefficiente di Poisson (n) per i materiali considerati nell'analisi.

Materiale del modello geofisico		γ (kN/m^3)	Vs (m/s)	G (MPa)	D (%)	ν
17.	Depositi sabbio-limosi superficiali	18.0	200	73.39	2.60	0.38
18.	Depositi sabbiosi grossolani sciolti	18.5	300	169.72	2.60	0.45
19.	Depositi sabbiosi grossolani addensati e depositi ghiaiosi	19.5	450	402.52	0.95	0.46
20.	Depositi argillo-sabbiosi e sabbio-limosi	19.0	300	174.31	1.86	0.48
21.	Depositi sabbio-limosi grossolani	19.5	450	402.52	2.60	0.46
22.	Argille lacustri	20.0	350	249.75	1.86	0.47
23.	Argille lacustri consistenti	20.0	450	402.52	1.86	0.46
24.	Marna litoide alterata	22.0	700	1098.88	1.86	0.45

Tabella 8 – Tabella dei parametri geofisici e geotecnici utilizzati nell'analisi per il sto di *PIEDI-LUCO*, in cui sono riportati e numerati i materiali costituenti il modello geofisico

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Il substrato roccioso calcareo e marnoso è rappresentato dalle formazioni della Maiolica, Scaglie e Marne a Fucoidi a cui, da dati di bibliografia, sono stati attribuiti i parametri riportati in Tabella 9:

Sito di analisi	Litologia del bedrock	γ (kN/m^3)	Vs (m/s)	G (MPa)	D (%)	ν
TERNI EST	Substrato calcareo-marnoso misto indefinito	23.5	1400	4695	0.50	0.36
TERNI VALENZA	Substrato calcareo-marnoso misto indefinito	23.5	1400	4695	0.50	0.36
MARMORE	Substrato calcareo-marnoso misto indefinito	23.5	1400	4695	0.50	0.36
COLLESTATTE	Travertino litoide massivo	20.0	1100	2467	0.50	0.14
PIEDILUCO	Marne a Fucoidi	22.0	1100	2714	0.50	0.33

Tabella 9 –Tabella dei parametri geofisici e geotecnici del bedrock di ciascun sito di analisi

Come espresso nella Parte III "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica della Protezione Civile Nazionale a cura di F. Bramerini, G. Di Pasquale, G. Naso, M. Severino *la Microzonazione di livello 2 prevede l'impiego di parametri che quantificano la variazione del moto sismico in superficie e che sono determinabili con metodi semplificati. Tali parametri sono organizzati in abachi riferiti alle singole condizioni stratigrafiche per le quali sono applicabili. Le amplificazioni sono espresse attraverso due fattori di amplificazione (FA e FV) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV).*
Gli abachi allegati sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).
Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio (Figura 3.2-1).

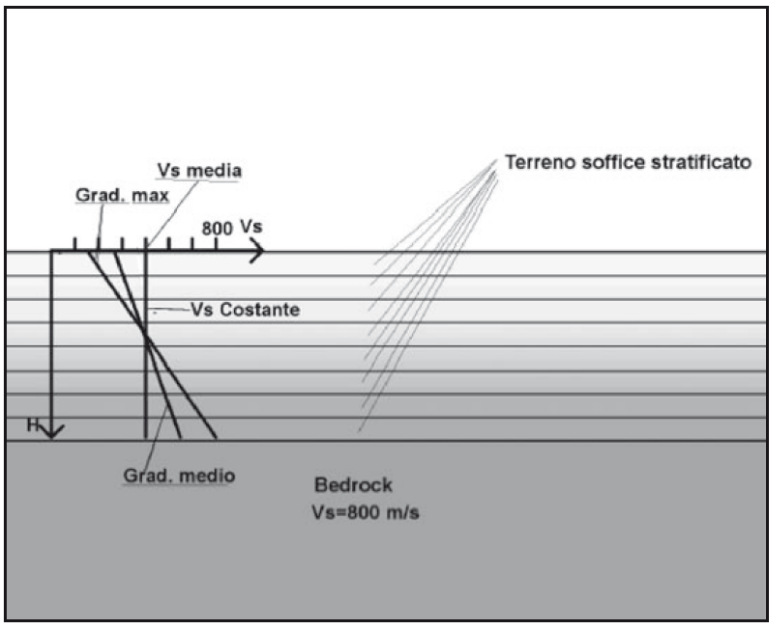


Figura 3.2-1 - Modello del sottosuolo e profili di velocità considerati.

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei *deformabili, sovrastante un terreno più rigido avente Vs = 800 m/s (bedrock sismico).*
Il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante (es. se lo spessore totale del deposito è 25 m, lo spessore di ciascun sublayer è di 0.50 m; se lo spessore del deposito è di 100 m, lo spessore dei sublayer è di 2 m).
Questa suddivisione consente di descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidezza dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

SPESSORE DEL DEPOSITO
Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 a 150 m, per un totale di 19 valori:
H = 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150 m.

VELOCITÀ MEDIA DEL DEPOSITO E PROFILI DI VELOCITÀ
La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (VsH) copre l'intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori:
VsH = 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700 m/s.
Per ognuno dei suddetti valori di velocità equivalente VsH, sono stati considerati 3 diversi profili di velocità per lo spessore del deposito (Figura 3.2-1):
- Profilo 1 - velocità costante (*VsH*) lungo tutto lo spessore del deposito
- Profilo 2 - velocità crescente con la profondità con il gradiente massimo compatibile con i seguenti limiti:
  - la *Vs* alla base del deposito non deve superare gli 800 m/s
  - la *Vs* in superficie non deve essere inferiore a 50 m/s

VELOCITÀ DEL BEDROCK SISMICO
La velocità del bedrock sismico è fissata sempre uguale a 800 m/s.

PESO PER UNITÀ DI VOLUME
Il peso per unità di volume è stato considerato costante per il deposito e per tutto lo spessore è
pari a 18.00 kN/m³ , mentre è pari a 20 kN/m³ per il bedrock sismico.

LITOTIPI E CURVE DI DECADIMENTO
Per il deposito sono stati considerati, 3 litotipi diversi (argille, sabbie e ghiaie), a ciascuno dei quali sono state associate curve di decremento del modulo di rigidezza a taglio (G/G0) con la deformazione (γ) e curve di incremento dello smorzamento (D) con la deformazione (γ) tratte dalla letteratura.
In particolare, per le argille sono utilizzate le curve di Vucetic e Dobry (1991), relative ad argille con indice di plasticità del 50%; per le sabbie si utilizzano le curve "medie" di Seed et al. (1986); per le ghiaie le curve di Rollins et al. (1998).

3.2.2 Input sismici di riferimento
Come input per le simulazioni si sono utilizzati 7 accelerogrammi artificiali spettro-compatibili con spettri medi derivati da studi di pericolosità e riferiti a 3 livelli di sismicità

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

con accelerazioni di picco al suolo di 0.06g (bassa sismicità), 0.18g (media sismicità) e 0.26g (alta sismicità)-(Figura 3.2-4).

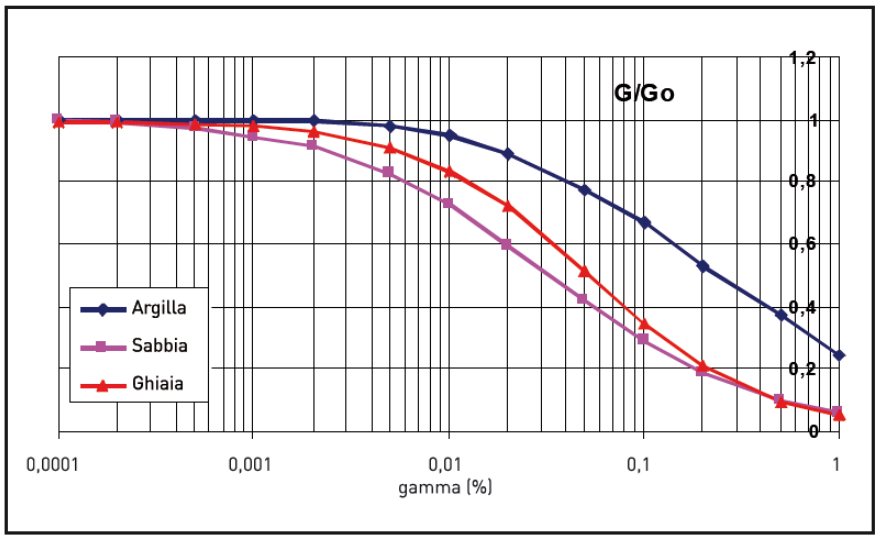


Figura 3.2-2 - Curve normalizzate di decadimento del modulo di taglio con la deformazione.

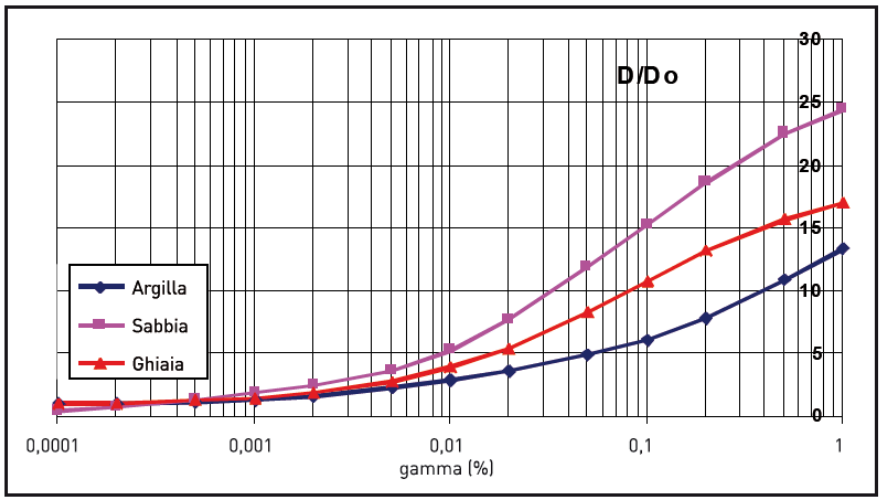


Figura 3.2-3 - Curve di variazione dello smorzamento relativo al critico.

Come definito nel Capitolo 8 della presente relazione si è ipotizzato che il bedrock sismico è a profondità di circa 15 metri. Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) definito come argille è quindi di 15 metri.
La velocità equivalente estrapolata dalla MASW realizzata in situ è valutabile in 300 m/s.
Visto che il Comune di Terni è inserito nella zona sismica 2 il livello energetico che si dovrà utilizzare sarà quello 0.18g e l'abaco da considerare per il calcolo del fattore di amplificazione sarà il seguente:

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Fattore di amplificazione	Tipo di terreno	a_g (g)	Profilo di velocità
FA	Argilla	0.18g	Costante

H	V_{sh}(m/s)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.41	1.89	1.59	1.47	1.33	1.20	1.11	1.07	1.02	1.01
10	2.27	2.18	2.00	1.77	1.56	1.39	1.26	1.18	1.08	1.03
15	1.79	1.93	1.94	1.81	1.68	1.53	1.41	1.30	1.15	1.05
20	1.40	1.65	1.73	1.74	1.65	1.54	1.45	1.35	1.19	1.07
25	1.37	1.40	1.53	1.58	1.57	1.50	1.43	1.35	1.21	1.09
30	-	1.34	1.32	1.43	1.45	1.44	1.38	1.32	1.19	1.08
35	-	1.33	1.31	1.29	1.33	1.34	1.33	1.28	1.18	1.08
40	-	1.28	1.31	1.26	1.24	1.25	1.25	1.24	1.15	1.07
50	-	1.14	1.25	1.26	1.21	1.17	1.15	1.13	1.11	1.04
60	-	1.07	1.14	1.20	1.20	1.17	1.13	1.09	1.06	1.01
70	-	0.98	1.08	1.16	1.16	1.15	1.12	1.09	1.03	0.99
80	-	0.99	1.03	1.10	1.13	1.12	1.11	1.08	1.03	0.98
90	-	0.94	0.96	1.04	1.08	1.12	1.09	1.07	1.02	0.97
100	-	0.86	0.99	1.00	1.03	1.06	1.08	1.05	1.01	0.96
110	-	0.82	0.96	0.99	1.03	1.03	1.05	1.05	1.00	0.95
120	-	0.83	0.88	0.98	0.98	1.01	1.01	1.02	0.99	0.95
130	-	-	0.85	0.95	0.97	0.99	0.99	1.00	0.98	0.95
140	-	-	0.83	0.92	0.96	0.98	1.00	0.97	0.97	0.93
150	-	-	0.84	0.85	0.93	0.95	0.97	0.97	0.95	0.93

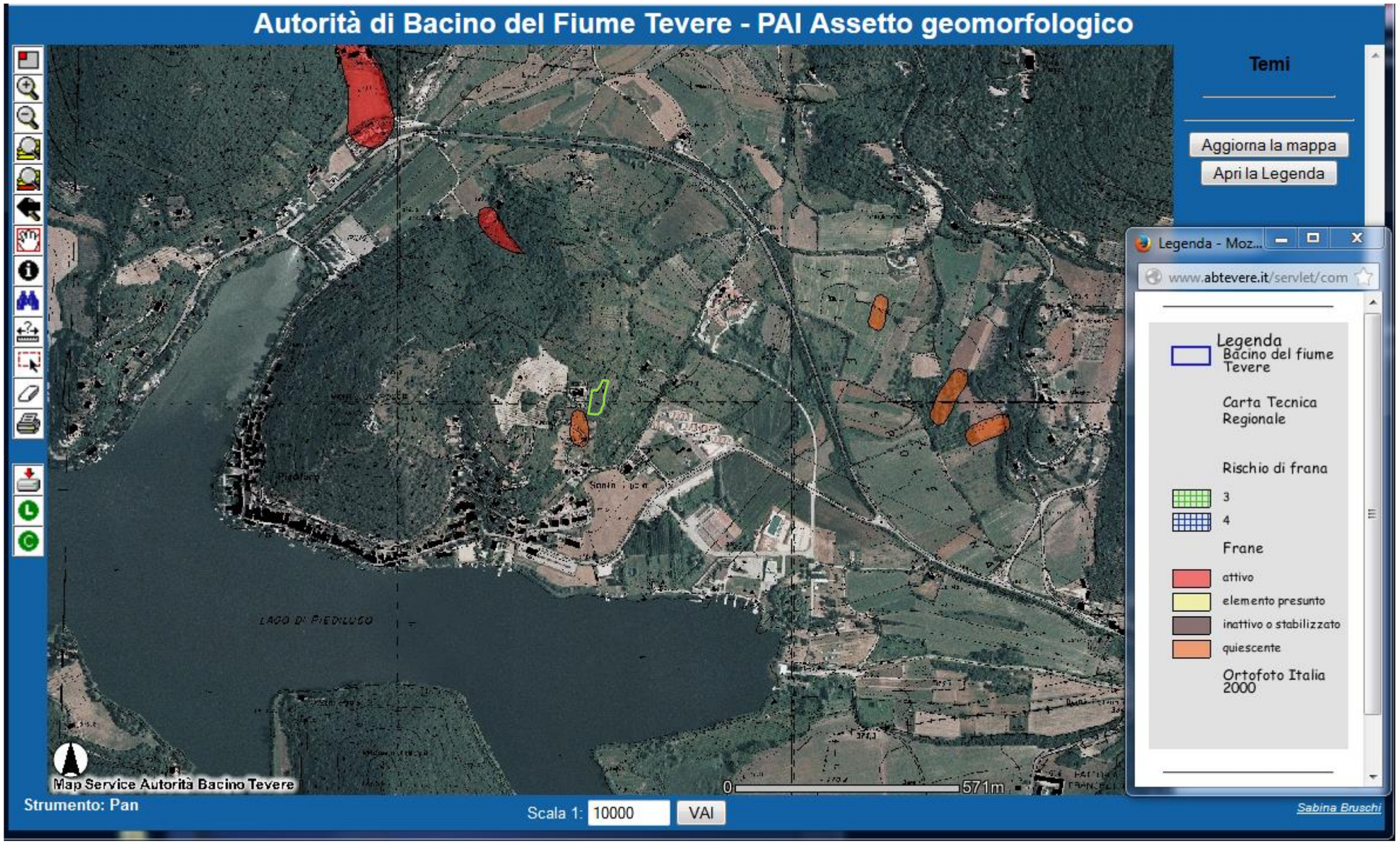
Dalla consultazione dell'abaco estratto dalla Parte III "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica della Protezione Civile Nazionale a cura di F. Bramerini, G. Di Pasquale, G. Naso, M. Severino il fattore di amplificazione da considerare per la zona oggetto di studio è pari a 1,81.

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

1- RISCHIO IDRAULICO

Ad integrazione del paragrafo 4 – Rischio idraulico di pagina 6 della relazione Tecnica precedentemente presentata (Marzo 2012) a corredo del Piano Attuativo in oggetto si presentano in questa sede valutazioni in merito *VI stralcio funzionale P.S. 6 per l'assetto idrogeologico P.A.I. Progetto* di variante alle N.T.A. Adozione misure di salvaguardia denominato "PAI Bis".
Dall'esame di questo documento si ricava che il sito previsto per l'intervento non rientra nelle aree perimetrate a rischio:

- di esondazione del reticolo principale,
- di esondazione del reticolo secondario;
- di frana.



http://www.abtevere.it/website/pai_frane/viewer.htm

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

http://www.abtevere.it/website/pai_fasce/viewer.html

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

2- CONCLUSIONI

Sulla base delle caratteristiche litotecniche, idrogeologiche e geomorfologiche della zona in studio e, facendo riferimento alla normativa vigente in materia si perviene alle seguenti conclusioni:

11.1 - Microzonazione sismica

- Il sito in esame, in base alle prove penetrometriche e MASW effettuate, rientra nella categoria di suolo **Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**
- **Si consiglia di utilizzare per l'area oggetto di studio valori di FA pari a 1,81.**
- **La categoria topografia risulta essere pari a T2: Aree con pendenze maggiori o uguali a 15° di inclinazione.**

11.2 - Rischio idraulico (PAI bis)

Per quanto riguarda il rischio idraulico, l'area in questione non è ricompresa nelle aree perimetrate a rischio di esondazione né del reticolo principale, né in quelle del reticolo secondario.

Dott. Geol. Giuseppe Caracciolo
Ordine Geologi Regione Umbria n. 360

CARACCIOLO
studio di geologia

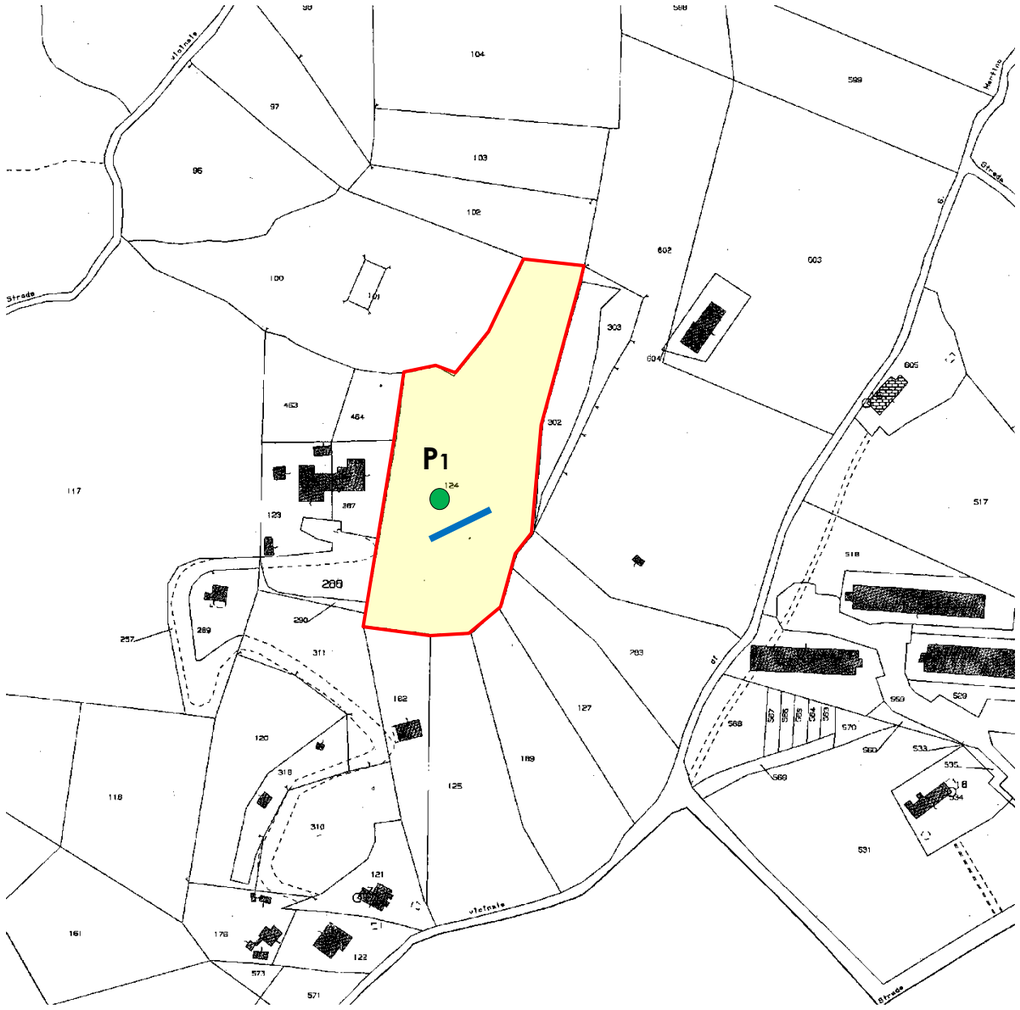
>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Allegato 1

COMUNE DI TERNI

Stralcio Planimetria Catastale con ubicazione delle indagini geognostiche

Scala 1:2.000



Terreni di proprietà

P1 Ubicazione prova penetrometrica

Traccia stendimento sismico MASW

CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

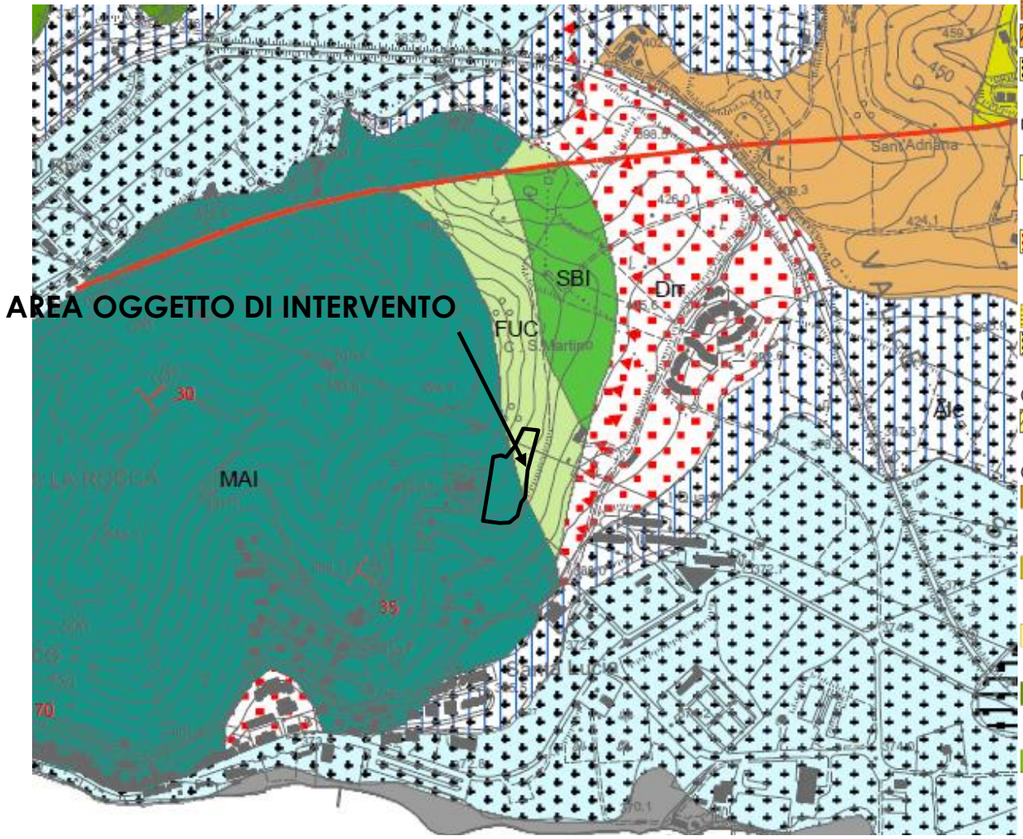
GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.:Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA GEOLOGICA
C.T.R. 347060 "PIEDILUCO"

ELABORATO N. 4.1 a



LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICI

ant — Accumuli Antropici: Depositi di materiale non cementato, da poco a mediamente addensato; materiali di riporto di origine antropica
(Olocene)

col — Depositi eluvio-Colluviali: Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto o sedimentati sui versanti per trasporto di massa e/o per ruscellamento diffuso
(Pleistocene-Olocene)

ter — Terre Rosse: Depositi residuali argillosi-limosi di colore rosso, talora frammisti a materiale calcareo detritico, provenienti dall'alterazione e dalla dissoluzione dei carbonati
(Pleistocene-Olocene)

Alluvioni:
Limi sabbiosi e limi argillosi con inglobati depositi lentiformi e nastriformi dighiaie o ghiaie sabbiose sciolte o debolmente cementate, talora a stratificazione incrociata, con intercalazioni di lenti di sabbie bruno-giallastre e di argille grigie

aA — (aA) Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)
aB — (aB) Depositi alluvionali non in rapporto con la dinamica attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)
ale — (ale) Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia nè la dinamica attuale (Pleistocene)

dpl — Depositi palustri: Depositi argillosi e limosi con presenza di torbe
(Pleistocene-Olocene)

Detriti di versante
Depositi essenzialmente gravitativi, a granulometria variabile, da ben classati a fortemente etero metrici, i clasti sono prevalentemente a spigoli vivi, per lo più in accumuli massivi o grossolana mente stratificati

dra — (dra) Depositi in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)
drr — (drr) Depositi non in rapporto con la dinamica attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)
dran — (dran) Depositi non in rapporto con la morfologia attuale (Pleistocene)

Travertini
tr — (tr) Travertini terrosi: sabbie e limi calcarei, travertini terrosi
tr1 — (tr1) Travertini litoidi: travertini litoidi in giacitura massiva o grossolanamente stratificati (Pleistocene-Olocene)

LAC — **GHIAIE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati di origine lacustre, talvolta in matrice sabbiosa, a clasti calcarei mediamente evoluti, localmente con evidenti embriciature;
(Pleistocene inf-Pleistocene medio)

Depositi Fluvio-Lacustri del Bacino Tiberino

ACP — **TRAVERTINI, SABBIE E LIMI TRAVERTINOSI**
Limi calcareo-travertinosi, sabbie limose fini sottilmente laminate, associate a travertino fitotermale e fitoclastico, subordinatamente a strati di calcare litoide; è presente malaco fauna dulcicola terrestre
(Pleistocene inf-Pleistocene medio?)

CGS — **GHIAIE, GHIAIE SABBIOSE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, conglomerati poco coerenti a clasti calcarei da poco a ben evoluti, localmente con evidenti embriciature; possono essere presenti livelli di sabbie limose o argille.
(Pleistocene inf-Pleistocene medio)

SMI — **ARGILLE ED ARGILLE SABBIOSE**
SMIg — Argille ed argille siltose grigie e marroni chiaro, sabbie argillose giallastre o avana, a luo ghi concrezioni di alterazione e di ossidi ferrosi, laminate o sottilmente stratificate, alterna te a livelli sabbiosi con strutture trattive (SMI);
Localmente sono presenti potenti corpi ghiaioso-conglomeratici a matrice sabbiosa (SMIg)
(Pliocene sup?-Pleistocene inf.)

Complesso Terrigeno Umbro

SCH — **SCHLIER**
Nella parte bassa mame siltose ed argillose in strati da spessi a molto spessi in genere mal distinti; verso l'alto progressivo incremento dei letti siltosi e stratificazione più marca ta

Complesso Carbonatico Umbro

BIS — **BISCIARO**
Calcari marnosi grigio scuri e marne grigie; nella parte bassa strati di selce nera; sottili inter calazioni di vulcanoclastiti e tufiti sono più frequenti nella porzione inferiore; contiene fora miniferi planctonici
(Aquitaniano -Burdigaliano)

SCC — **SCAGLIA CINEREA**
Marne e marne argillose grigio-verdi o grigio-cenere alternate, alla base, con calcari marno si grigi in strati con spessore da centimetrico a decimetrico; localmente intercalazioni di cal careniti grigie in strati di 10-60 cm
(Eocene sup.-Aquitaniano)

VAS — **SCAGLIA VARIEGATA**
Marne e marne argillose rosse e grigio-verdi con intercalazioni di calcari marnosi rossi e di calcareniti; stratificazione sottile (2-20 cm) e ritmica
(Eocene medio-Eocene sup.)

SGO — **SCAGLIA ROSSA**
Calcari e calcari marnosi da rosati a rosso scuri con noduli e liste di selce generalmente rossa o rossa; sono presenti calcareniti, frequentemente laminate di colore grigio o bianco, talora di notevole spessore
(Turoniano-Eocene medio)

SBI — **SCAGLIA BIANCA**
Calcari micritici bianchi o grigi fittamente stratificati, con liste e strati di selce nera o grigia nella parte alta, frequentemente bianca o rosata nella parte bassa; sono pre senti intercalazioni calcarenitiche, talora clacinuditiche;
Nella parte sommitale, alcuni metri prima del passaggio con la scaglia rossa, è in genere presente il Livello Bonarelli (scisti bituminosi neri con resti di pesci e radiolari)
(Albiano-Turoniano)

FUC — **MARNE A FUCOIDI**
Argille marnose ed argille laminate, grigio scure, talvolta variegate con ripetute inter calazioni nere, bituminose; nelle parti più marnose e marnoso-calcaree frequenti tracce dendritiche di bioturbazione (Fucoidi Auctt.)
(Aptiano-Albiano)

MAI — **MAIOLICA**
Calcari micritici bianchi a grana finissima e frattura concoide, regolarmente stratifi cati in banchi di spessore variabile fra 10 e 60 cm, talora con sottili interstrati argil losi grigio-neri con selce grigia in strati o noduli
(Titonico sup-Aptiano)

CDU — **CALCARI DIASPRIGNI**
Calcari selciferi, selci cornee, argilliti selciose, sabbie radiaritiche, sempre finemente stratificate; colore variabile dal rossiccio al verde-grigio; nella parte alta presenza di calcari e calcari-marnosi grigio-verdi, fittemente stratificati;
(Bajociano/Calloviano-Titonico inf.)

POD — **CALCARI E MARNE A POSIDONIA**
Calcari e calcari marnosi grigi o nocciola fittamente e regolarmente stratificati; alla ba se intercalazioni marnose grigio-verdi, livelli di selce talora abbondanti ed intercalazio ni (nella parte alta) di calcareniti avana in grossi strati laminati
(Aaleniano inf.-Bajociano/Calloviano)

RSA — **ROSSO AMMONITICO**
Marne e marne argillose passanti a marne calcaree, calcari marnosi e calcari nodulari fortemente bioturbati; stratificazione fitta e regolare; colore prevalente rosso scuro, sporadicamente verdastro; talora eteropico alle marne del monte serrone
(Toarciano-Aaleniano inf.)

SRN — **MARNE DEL MONTE SERRONE**
Marne e marne argillose grigie, subordinatamente rossiccie o verdi, fittamente stratificate con intercalati livelli di calcari marnosi a struttura nodulare ed arnioni di selce; nella parte alta livelli calcarenitici fini con strutture hummocky
(Toarciano inf.-Toarciano medio)

COI — **CORNIOLA**
Calcari grigi o nocciola, regolarmente stratificati (20-50 cm) con noduli e liste di selce biancastra o grigia, intercalazioni di torbiditi calcaree a carattere prossimale, più frequenti alla base; interstra ti marnosi grigio-verdi frequenti alla sommità
(Lotharingiano-Domeriano)

BUG — **FORMAZIONE DEL BUGARONE**
Micriti grigie o nocciola ricche in bioclasti, a struttura nodulare, talora dolomitizzate; stratificazioni in grossi strati (40-80 cm); nelle successioni giurassiche sostituisce tutta la sequenza di formazioni dalla Corniola alla Maiolica
(Sinemuriano-Titonico inf.?)

MAS — **CALCARE MASSICCIO**
Calcari biancastri o nocciola chiaro, in facies di piattaforma carbonatica; litofacies più comuni grainstones e packstones; stratificazione irregolare, talora a carattere ciclotemico; contiene al ghe calcaree, foraminiferi e molluschi
(Hettangiano-Sinemuriano)

Sovrassimboli depositi alluvionali

- Depositi prevalentemente Limo-sabbiosi
- Depositi prevalentemente Ghiaiosi
- Depositi prevalentemente Ghiaiosi e Limo-sabbiosi
- Depositi prevalentemente Limo-argillosi

CORPI DI FRANA

STATO	attivo A	quiescente Q	inattivo I	diffuso D	TIPOLOGIA
				1	Colamento
				2	Scorrimento
				3	Crollo
				4	Complessa
				5	Erosione
				6	Debris flow

ELEMENTI TETTONICI E SEGNI CONVENZIONALI

- 35 — Stratificazione
- 53 — Stratificazione rovescia
- Faglia transtensiva
- Faglia diretta
- Faglia sepolta
- Sovrascorrimento
- Sovrascorrimento sepolto
- Conoide di deiezione
- sezione 1 — Traccia della sezione geologica

CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.:Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA GEOMORFOLOGICA
C.T.R. 347060 "PIEDILUCO"

ELABORATO N. 4.2 d

LEGENDA

(a)
(b)
Zona di crinale affilato (a) e cocuzzolo (b)

Orlo di scarpata H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)

Orlo di scarpata H<10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)

attiva quiescente inattiva
Scarpata principale di frana

CORPI DI FRANA

STATO				TIPOLOGIA	
attivo A	quiescente Q	inattivo I	diffuso D		
				1	Colamento
				2	Scorrimento
				3	Crollo
				4	Complessa
				5	Erosione
				6	Debris flow

attiva quiescente inattiva
Frana non cartografabile

Area di influenza al pericolo di frana

Deformazioni plastiche

Area Classificata R4
"Rischio molto elevato" - P.A.I. (Autorità Bacino del Fiume Tevere)

Area Classificata R3
"Rischio elevato" - P.A.I. (Autorità Bacino del Fiume Tevere)

Conoide di deiezione

Area di discarica, terreni di colmata o di riporto

Area morfologicamente in depressione

Limite comunale

CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

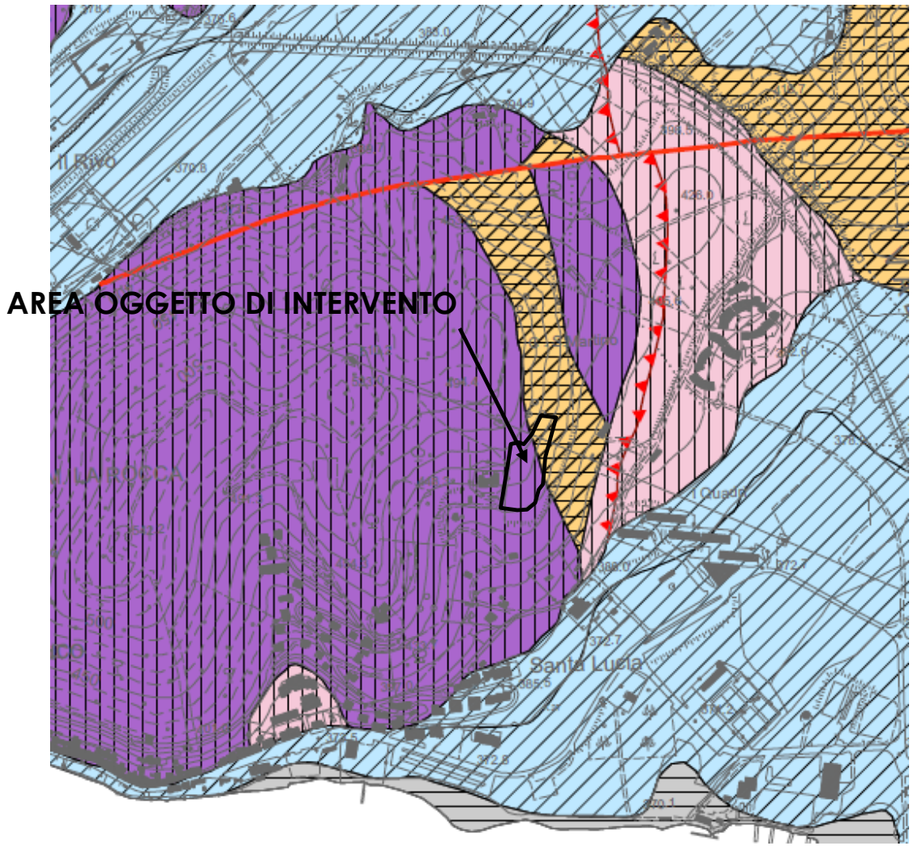
STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.:Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA IDROGEOLOGICA ED IDROLOGICA
C.T.R. 347060 "PIEDILUCO"
ELABORATO N. 4.3 b



LEGENDA

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

- Alluvionale
- Bacino Tiberino
- Carbonatico
- Complesso
- Detritico
- Travertini
- Continentale (di origine palustre - Lago di Piediluco)

PERMEABILITA' DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI

- Litologie aventi permeabilità alta
- Litologie aventi permeabilità media
- Litologie aventi permeabilità bassa

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

- Captazioni ad uso idropotabile
- Captazioni ad uso non idropotabile
- 120 — Isopieze in quote assolute
- 330 — Isopieze in quote assolute nelle formazioni carbonatiche
- Direzioni principali di flusso delle falde nelle formazioni continentali
- Direzioni principali di flusso delle falde nelle formazioni continentali
  - Certa
  - Probabile

CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.:Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA DELL' IDONEITA' GEOLOGICO-AMBIENTALE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA CON ADEGUAMENTO AL PAI

C.T.R. 347060 "PIEDILUCO"

ELABORATO N. 4.10 a

DESTINAZIONI URBANISTICHE

- Restauro e Risanamento cons.
- Conservazione/Completamento
- Ristrutturaz. Urbanistica
- Espansione
- Verde privato
- Attrezz. di interesse comune
- Istruzione
- Verde/Sport
- Parcheggi
- Attrezz. turistiche/Servizi privati
- Attrezz. sportive private
- Boschi
- Pascoli
- Particolare interesse agricolo
- Agricolo
- Zona di salvag. amb./Prog. amb.
- Verde urbano A
- Verde urbano B
- Edifici rurali di pregio
- Zone di rispetto
- Ferrovie/Rispetto ferroviario
- Carburanti
- Sistema ettometrico
- Aviosuperficie
- Industr.+Artigianato
- Grande industria
- Industr.+Artig.+Commerc.
- Artig.+Residenza
- Infrastrutture tecniche
- Produttive miste
- Attrezzature tecnologiche
- Cave
- Discariche
- Zone denudate
- Fiumi-Corsi d'acqua
- Piazze

LEGENDA

CLASSE A: ZONA EDIFICABILE
Aree nelle quali sono assenti elementi morfogenetici di dissesto e/o di erosione; le caratteristiche morfologiche dei versanti e le proprietà litotecniche dei terreni sono tali da non ingenerare situazioni di instabilità diffusa.
Aree individuate nella carta inventario dei fenomeni franosi del PAI quali dissesti di tipo inattivo o presunto.
Aree individuate a rischio di inondazione nel PAI, Fascia C del fiume Nera.

CLASSE B: ZONA AD EDIFICABILITA' CONDIZIONATA
Aree nelle quali sono presenti elementi morfogenetici di dissesto (movimenti franosi quiescenti) o fenomeni di erosione accentuata e di ruscellamento diffuso.
Aree con caratteristiche morfologiche dei versanti e proprietà litotecniche dei terreni tali da favorire situazioni locali di instabilità.
Aree individuate a rischio elevato di inondazione nel PAI, Fascia B del fiume Nera.
Fascia circumlacuale del lago di Piediluco, zone A1 e A2 del PS3

CLASSE C: ZONA AD INEDIFICABILITA' CONDIZIONATA
Aree nelle quali sono presenti elementi morfogenetici di dissesto (movimenti franosi attivi e quiescenti ad elevata probabilità di riattivazione) quali fenomeni di frana da crollo, scivolamenti, scoscendimenti e colamenti.

Aree individuate a rischio molto elevato di inondazione nel PAI.
Fascia A del fiume Nera e aree R4 di inondazione del reticolo idrografico secondario.

CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Alleaato 6

NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALI

STUDI GEOLOGICO-AMBIENTALI
PARTE STRUTTURALE E OPERATIVA

GEOL. SANDRO TRASTULLI (CAPOGRUPPO)
GEOL. SANDRO FRANCHI GEOL. OTELLO MASSARELLI GEOL. MAURIZIO PALOMBI
GEOL. RAFFAELA PETRALLA

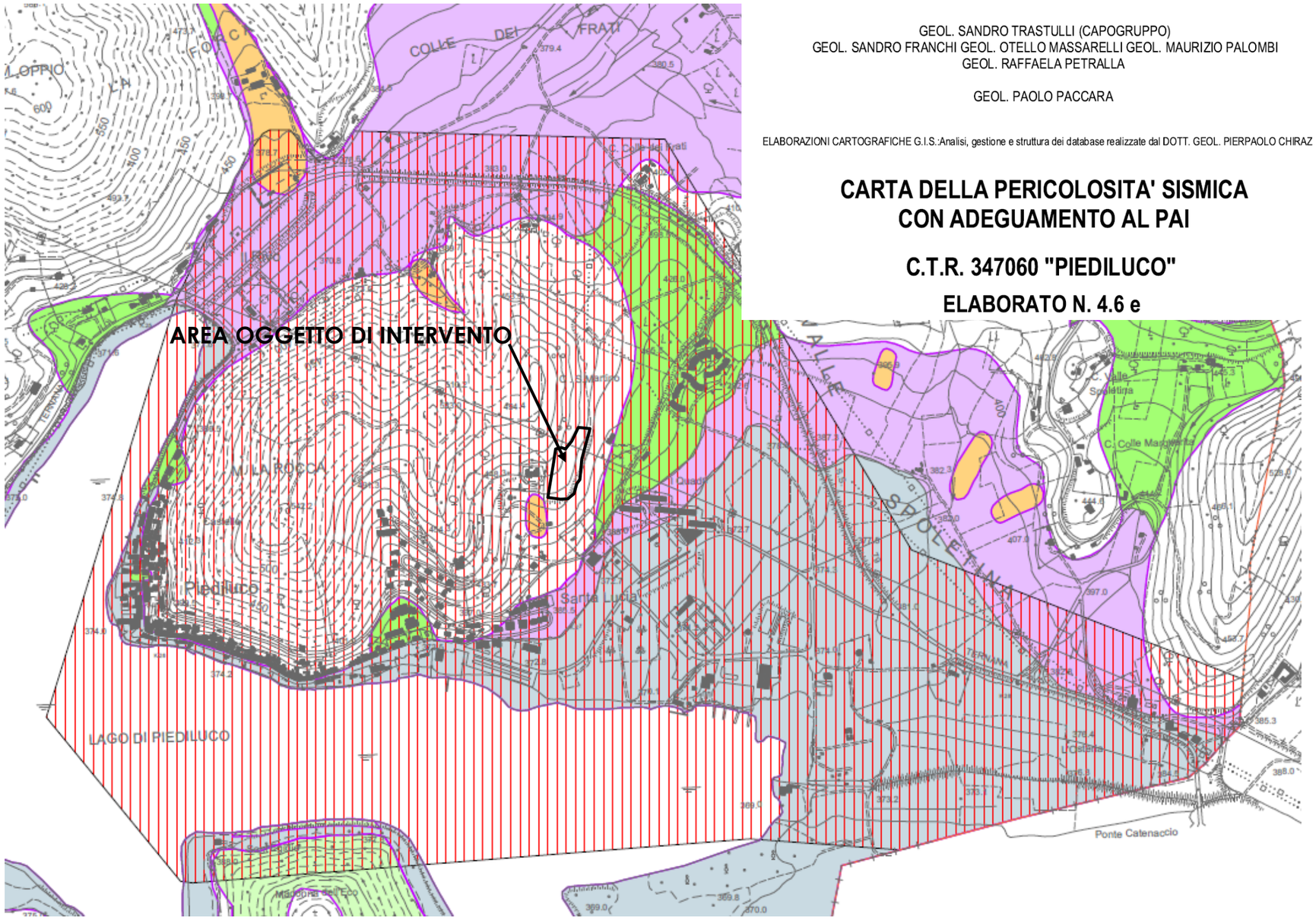
GEOL. PAOLO PACCARA

ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE G.I.S.:Analisi, gestione e struttura dei database realizzate dal DOTT. GEOL. PIERPAOLO CHIRAZ

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA CON ADEGUAMENTO AL PAI

C.T.R. 347060 "PIEDILUCO"

ELABORATO N. 4.6 e



LEGENDA

- Confine comunale
- Zona 9
- Classe di amplificazione sismica locale bassa o nulla (A)
- Classe di amplificazione sismica locale media (B)
- Classe di amplificazione sismica locale elevata (C)
- Classe di amplificazione sismica locale da nulla o trascurabile (A) a molto elevata (D)
- Classe di amplificazione sismica locale da media (B) a molto elevata (D)
- Classe di amplificazione sismica locale molto elevata (D)
- Zona di ciglio con H> 10 metri: La classe di amplificazione sismica locale è aumentata di un livello di rischio rispetto a quella risultante dalla litologia

Zone di cresta: picco isolato
- classe B
- classe C

Zone di cresta: crinale
- classe B
- classe C

Aree oggetto di microzonazione sismica
Realizzate dal Comune di Terni
- "Terni Est"
- "Marmore"
- "Collestatte"
- "Piediluco"
- "Valenza"

Aree oggetto di microzonazione sismica
Realizzate dalla Regione dell'Umbria
- Capoluogo
- Collescipoli
- Flaminia1
- Flaminia2
- Flaminia3
- Flaminia4
- Gabelletta
- S.Lorenzo

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Allegato 7

ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Data: gennaio 2014

II metodo ***MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)*** una tecnica dí indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

II contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), perciò le onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corte si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

II metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. II metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30 m - 50 m, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

· calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;

· calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001)

· calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998)

· individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vsv, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vsv e di compressione VP (o in alternativa il coefficiente di Poisson u), la densità di massa r degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

L'affidabilità del profilo di velocità Vs trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

Nel metodo dei "**Refraction Microtremor - REMI**" (Louie, 2001) si registra il segnale relativo a microtremori spontaneamente presenti nell'ambiente (cioè sollecitazioni di qualsiasi origine, anche antropica, provenienti da sorgenti ignote e isotropiche (disposte in tutte le direzioni) rispetto allo stendimento geofonico. A causa della bassa intensità dei microtremori il rapporto segnale rumore non è ottimale e, quindi si incrementa il tempo di registrazione (minimo 30 secondi). Per evidenziare la dispersione delle onde di Rayleigh alle basse frequenze abbiamo inoltre bisogno di stendimenti sismici abbastanza lunghi (da 60 a 150-200 m); a volte, per valutare l'influenza della direttività del segnale, può essere infine necessario utilizzare 2 stendimenti ortogonali o uno stendimento circolare.

Strumentazione utilizzata:

Sismografo digitale SARA Instruments a 16 canali e 16 Bit:

Dotato di:

- registrazione ad incremento di segnale (stacking);
- funzione di monitoring dei disturbi;
- dispositivi di filtraggio selettivo;
- ritardo di acquisizione preselezionabile;

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

- interfaccia seriale per lo scaricamento dei dati.

Geofoni verticali

Dotati di

- frequenza caratteristica di 4,5 Hz, consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, collegati al sismografo tramite degli appositi cavi multipolari;
- massa movente di 23.6 g
- tripodi di appoggio per superfici compatte;

Accessori

- Cavi sismici multipolari 16 prese interasse massimo 5 m;
- Sorgente sismica con Massa battente da 8 Kg e piastra di energizzazione terreno di diametro 25 cm;
- Geofono starter per la funzione time-break:
- PC per registrazione dati

1.interfaccia DOREMI posta tra la catena strumentale e il personal computer

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....16
Distanza tra i sensori:.....2m
Numero di campioni temporali 2000
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 16
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

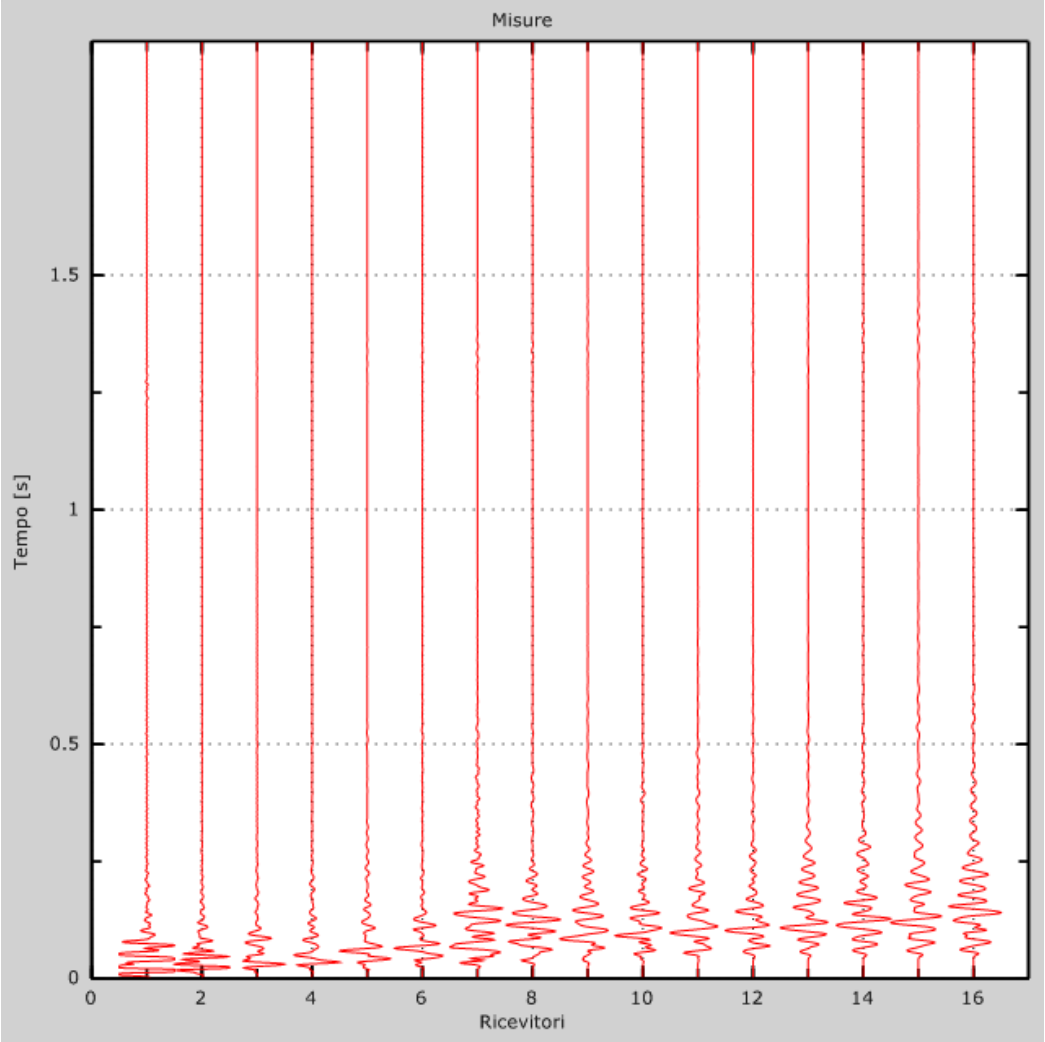


Figura 1: Tracce sperimentali

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale 2Hz

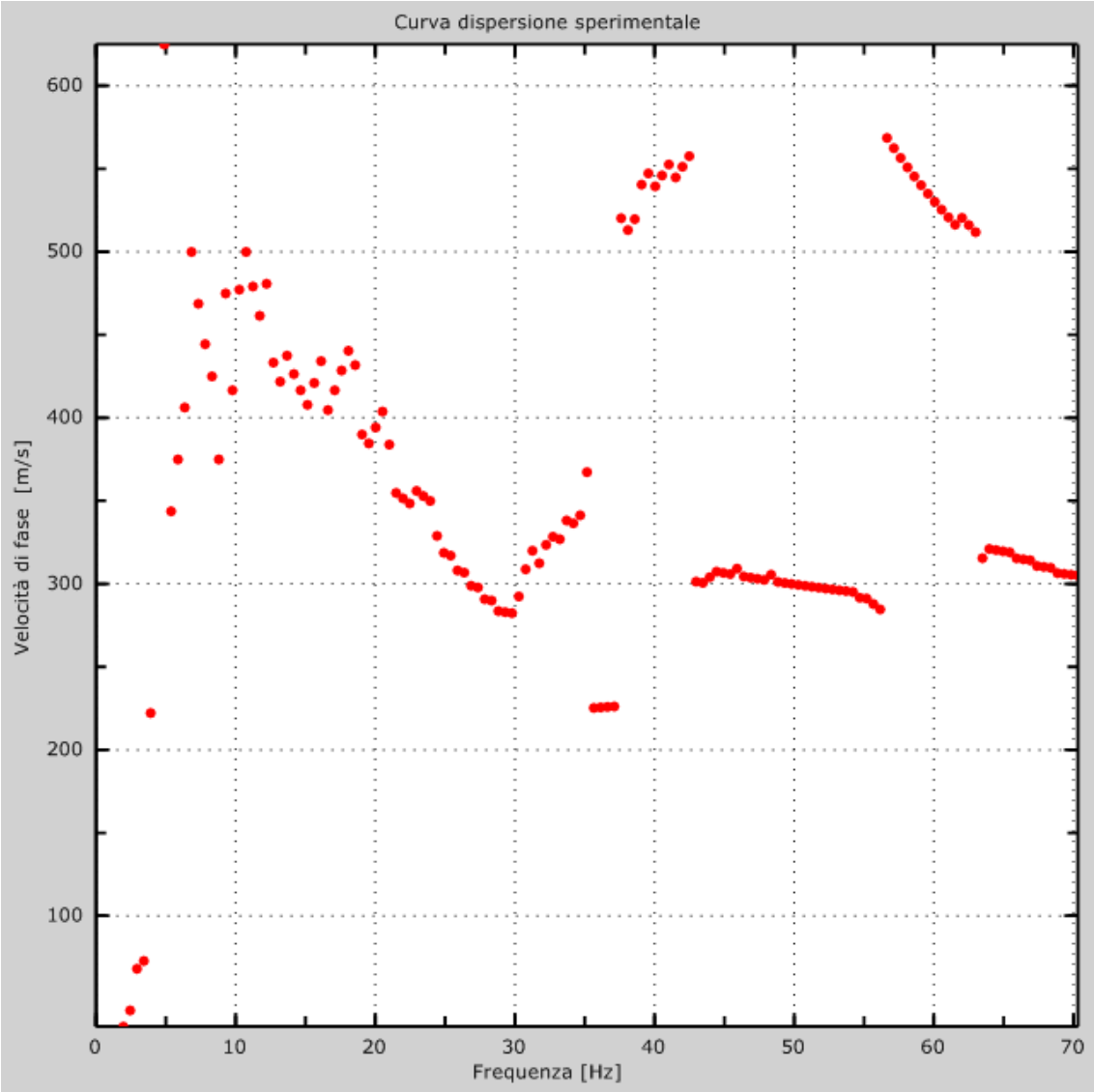


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori.....16
Numero di campioni temporali 3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione 2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 16
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

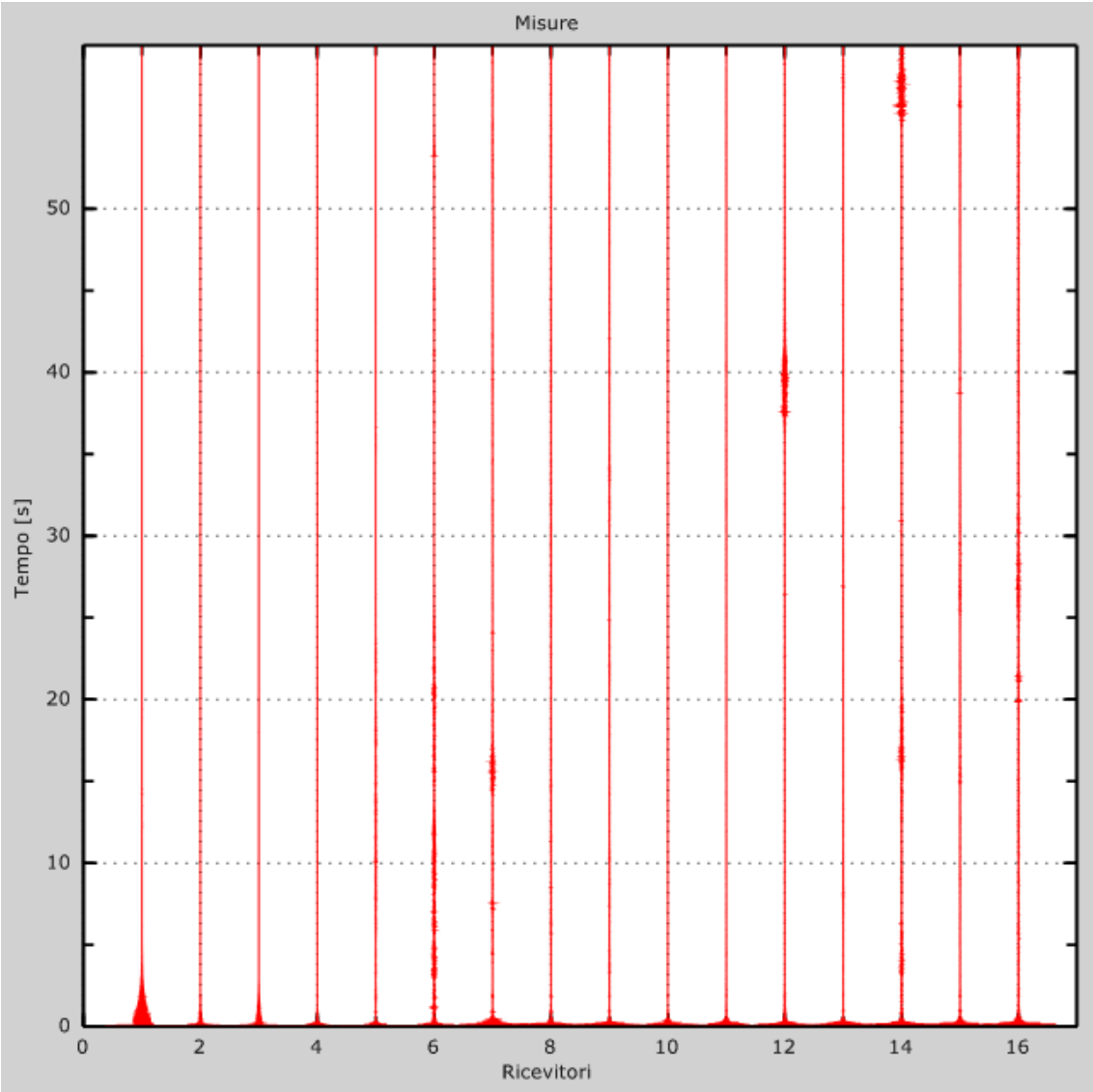


Figura 3: Tracce sperimentali

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

4 - Curva di dispersione

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
6.60482	432.031	372.711	491.35
8.83789	385	346.5	423.5
12.2803	473.654	426.288	521.019
15.7227	423.684	381.316	466.053
19.165	388.654	349.788	427.519
22.6074	350.758	315.682	385.833
26.0498	307.677	276.909	338.445
29.4922	282.774	254.497	311.052
32.9346	327.753	294.977	360.528
43.2617	300.953	270.858	331.049
46.7041	304.039	273.635	334.443
50.1465	299.593	269.634	329.552
53.5889	295.823	266.241	325.405
63.916	320.524	288.472	352.576
67.3584	310.981	279.883	342.079

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

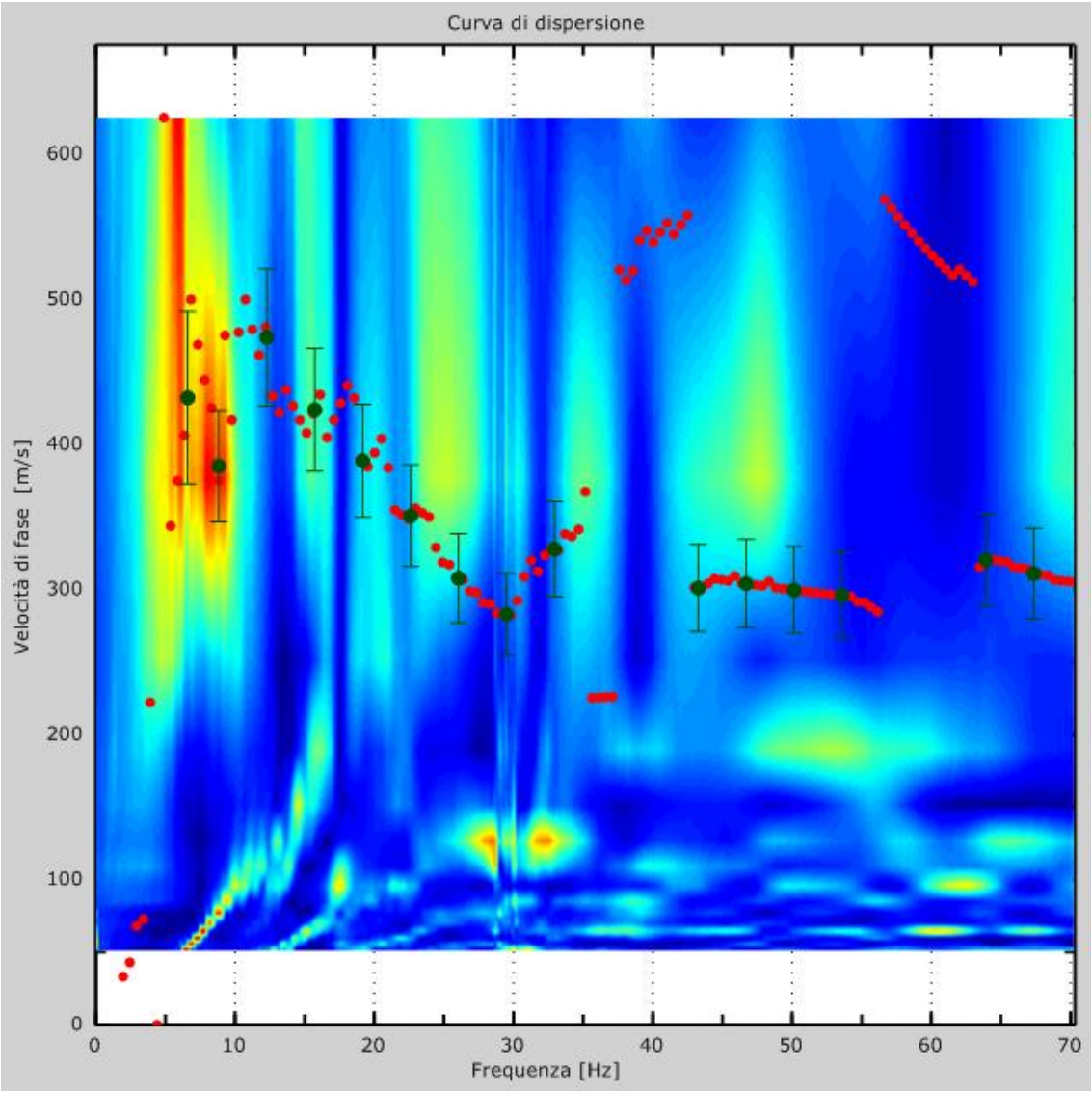


Figura 4: Curva di dispersione

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

5 - Profilo in sito

Numero di strati (incluso semispazio) 3
Spaziatura ricevitori 2m
Numero ricevitori 16
Numero modi 1
Numero iterazioni 1
Massimo errore [%] 2.000000e-001
Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 5.5
z [m] ..... -5.5
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.3
Vs [m/s] 329
Vp [m/s] 616
Vs min [m/s] 162
Vs max [m/s] 670
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 329

Strato 2

h [m] 4.5
z [m] ..... -10
Densità [kg/m^3] 2000
Poisson 0.25
Vs [m/s] 390
Vp [m/s] 675
Vs min [m/s] 195
Vs max [m/s] 779
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 390

Strato 3

h [m] 0
z [m] ..... -oo
Densità [kg/m^3] 2200
Poisson 0.2
Vs [m/s] 480

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Vp [m/s] 784
Vs min [m/s] 240
Vs max [m/s].....960
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 480

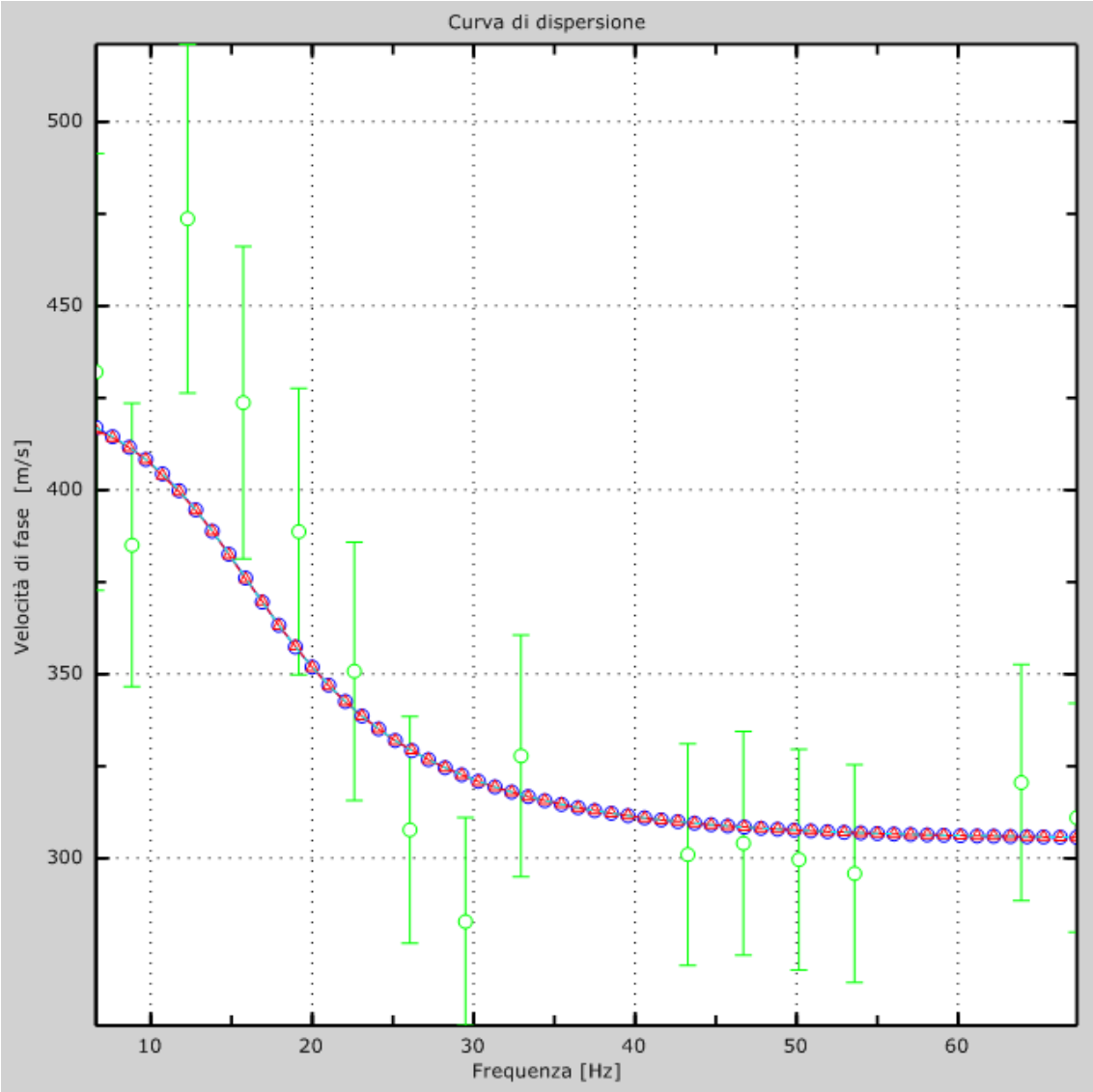


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

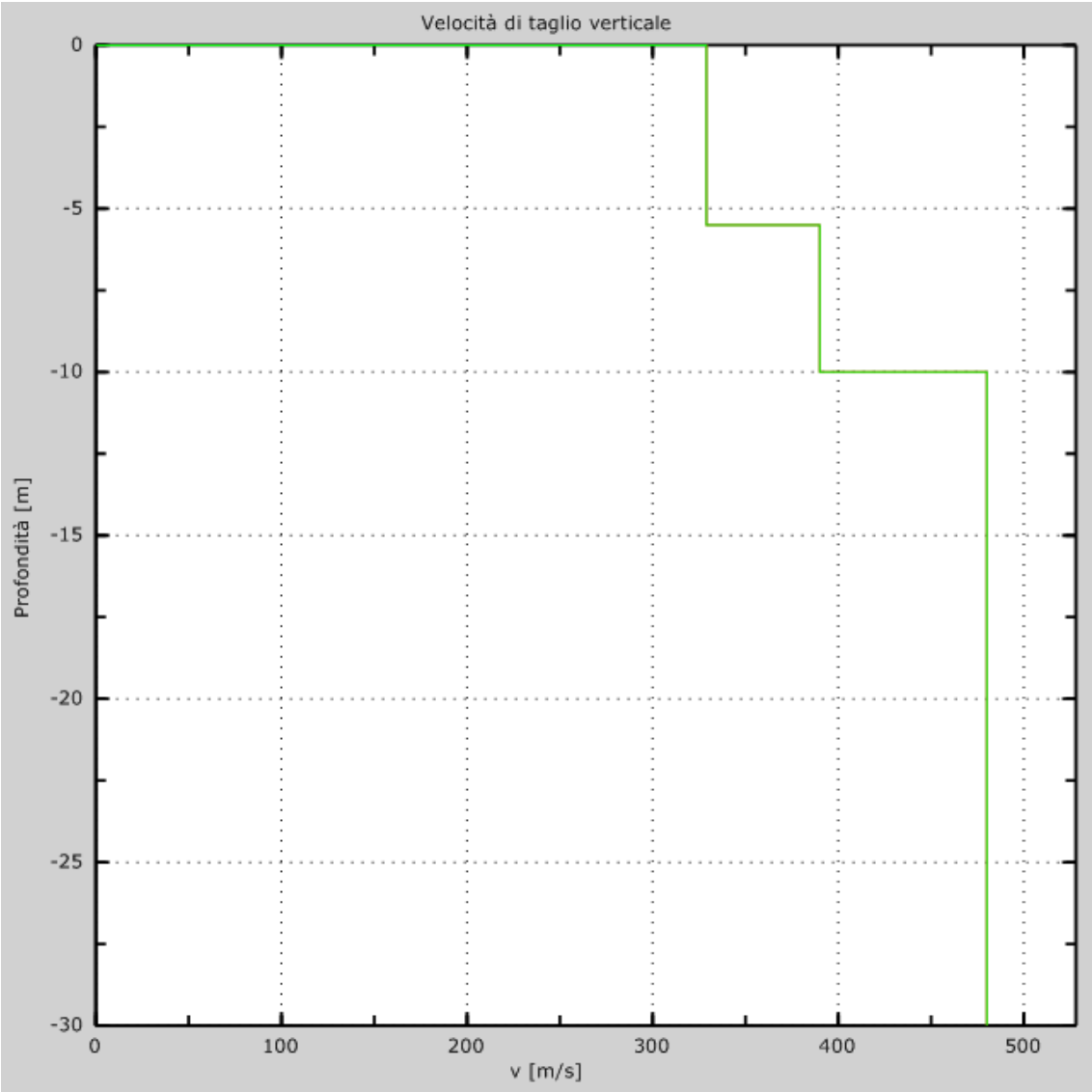


Figura 6: Velocità

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

6 - Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m].....0
Vs30 [m/s].....429
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3
Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità
Tipo di suolo .....B

>> Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441575 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13R347H

Tipo di suolo

- Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- **Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**
- Tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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 Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni agrana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
- Tipo D: Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamenteconsistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
- Tipo E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento(con Vs > 800 m/s).
- Tipo S1: Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,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.
- Tipo S2: Depositi di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1.Attenzione: la nuova norma classifica come S2 una serie di siti che prima erano classificati come B, C, D, E.