CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO DI FATTIBILITA'

RELAZIONE DI RISCHIO IDRAULICO E SISMICO

PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA ZONA COLLE DELL'ORO VIA G. B. GIGLI - TERNI

Committente: **BETTI IMMOBILIARE S.R.L.**

INDAGINI

- ■ **Rilevamento geologico**
- ■ **Rilevamento geomorfologico**
- ■ **Rilevamento idrogeologico**
- □ **Sondaggi**
- ■ **Prove Penetrometriche**
- □ **Prove di laboratorio**
- ■ **Geofisica**
- ■ **Cartografia geologica**
- ■ **Parametri geotecnici del terreno**
- ■ **Bibliografia**

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

MARZO 2014

ADOZIONE:DELIBERA G.C. n.24 del 22/02/2016

APPROVAZIONE:DELIBERA G.C. n.127 del 01/06/2016

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

INDICE

1. Premessa. Pag. 3
2. Inquadramento generale. Pag. 3
3. Geomorfologia. Pag. 4
4. Litologia e stratigrafia. Pag. 4
5. Idrogeologia. Pag. 5
6. Prove penetrometriche. Pag. 6
7. Interpretazione delle prove penetrometriche. Pag. 6
8. Stratigrafia da indagini penetrometriche. Pag. 7
9. Caratteristiche tecniche dei terreni. Pag. 7
10. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Pag. 7
11. Rischio sismico. Pag. 7
12.Microzonazione sismica di dettaglio. Pag. 8
13.Valutazioni in merito al PAI. Pag. 25
14. Conclusioni. Pag. 25

ALLEGATI

1. Corografia IGM, scala 1:25.000. Pag. 26
2. Stralcio CTR, scala 1:5000. Pag. 27
3. Stralcio mappa catastale con ubicazione delle prove penetrometriche. Pag. 28
4. Stralcio carta dei vincoli e delle emergenze di livello territoriali, Tav. 6 del PTCP. Pag. 29
5. Stralcio tavola C "vincoli ambientali e beni culturali del PRG del Comune di Terni. Pag. 30
6. Stralcio tavola 72/A "Carta dei vincoli ambientali sovraordinati del PRG del Comune di Terni. Pag. 31
7. Stralcio carta geologica – NUOVO PRG. Pag. 32
8. Stralcio carta geomorfologica – NUOVO PRG. Pag. 33
9. Stralcio carta inventario dissesti idrogeologici con adeguamento al PAI – NUOVO PRG. Pag. 34
10. Stralcio carta idrogeologica e idrologica – NUOVO PRG. Pag. 35
11. Stralcio carta dell'idoneità geologico-ambientale alla destinazione urbanistica con adeguamento al PAI – NUOVO PRG. Pag. 36
12. Stralcio Assetto idraulico del P.A.I. Pag. 37
13. Stralcio Assetto geomorfologico del P.A.I. Pag. 38
14. Carta dell'edificabilità. Pag. 39
15. Documentazione fotografica dell'esecuzione delle prove. Pag. 40
16. Grafici ed interpretazione delle prove penetro metriche. Pag. 43
17. Relazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Pag. 64

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce lo studio geologico per il Piano attuativo di iniziativa privata zona di Colle dell'Oro nell'area compresa tra via Ottorino Respighi, via Giovanni Battista Gigli e la ferrovia Centrale Umbra - Terni.
Per i dettagli di tipo urbanistico si rimanda alla relazione tecnica dove sono indicate le NTA.
Lo studio geologico, eseguito secondo le indicazioni della L.R. n.°11/2005, è stato condotto mediante raccolta e analisi di dati esistenti, integrato da un rilievo geologico-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio unito ad una campagna geognostica, finalizzato alla valutazione puntuale dell'assetto geologico.
Il tema del rischio idraulico è stato affrontato attraverso lo studio degli elementi di rischio contemplati nel P.A.I. dell'A.B.T. (Autorità di Bacino del Tevere).
Si allegano alla presente sia carte catastali con il limite del Piano Attuativo sia cartografie geotematiche in scala di rappresentazione 1/5.000 su base CTR.
I rilievi, condotti in ottemperanza ai criteri stabiliti dalla Legge e in relazione alle dimensioni ed estensione areale del manufatto in progetto, sono stati pianificati seguendo le seguenti fasi:

1. Acquisizione del materiale cartografico e dati in possesso dell'area.
2. Rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio.
3. Esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche.
4. Esecuzione di un'indagine con sismica a rifrazione MASW.
5. Valutazione e interpretazione dei dati di campagna.

In sintesi, con lo studio, si è ottenuta la conoscenza della situazione geologica, lito-stratigrafica, geotecnica e idrogeologica dell'area in relazione alla destinazione d'uso.

Materiale cartografico ed informativo consultato
- Tav. I.G.M., F. 138 IV SO della Carta d'Italia, 1951, scala 1:25.000
- Sezione N°346040 della Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000
- Sezione N°346042 della Carta Tecnica Regionale, scala 1:5.000
- Servizio Geologico d'Italia, (1969) – *Carta Geologica d'Italia*, Foglio n.138, Terni, scala 1:100.000.
- PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.
- Progetto IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, ISPRA.
- PTCP della Provincia di Terni.
- PRG del Comune di Terni.

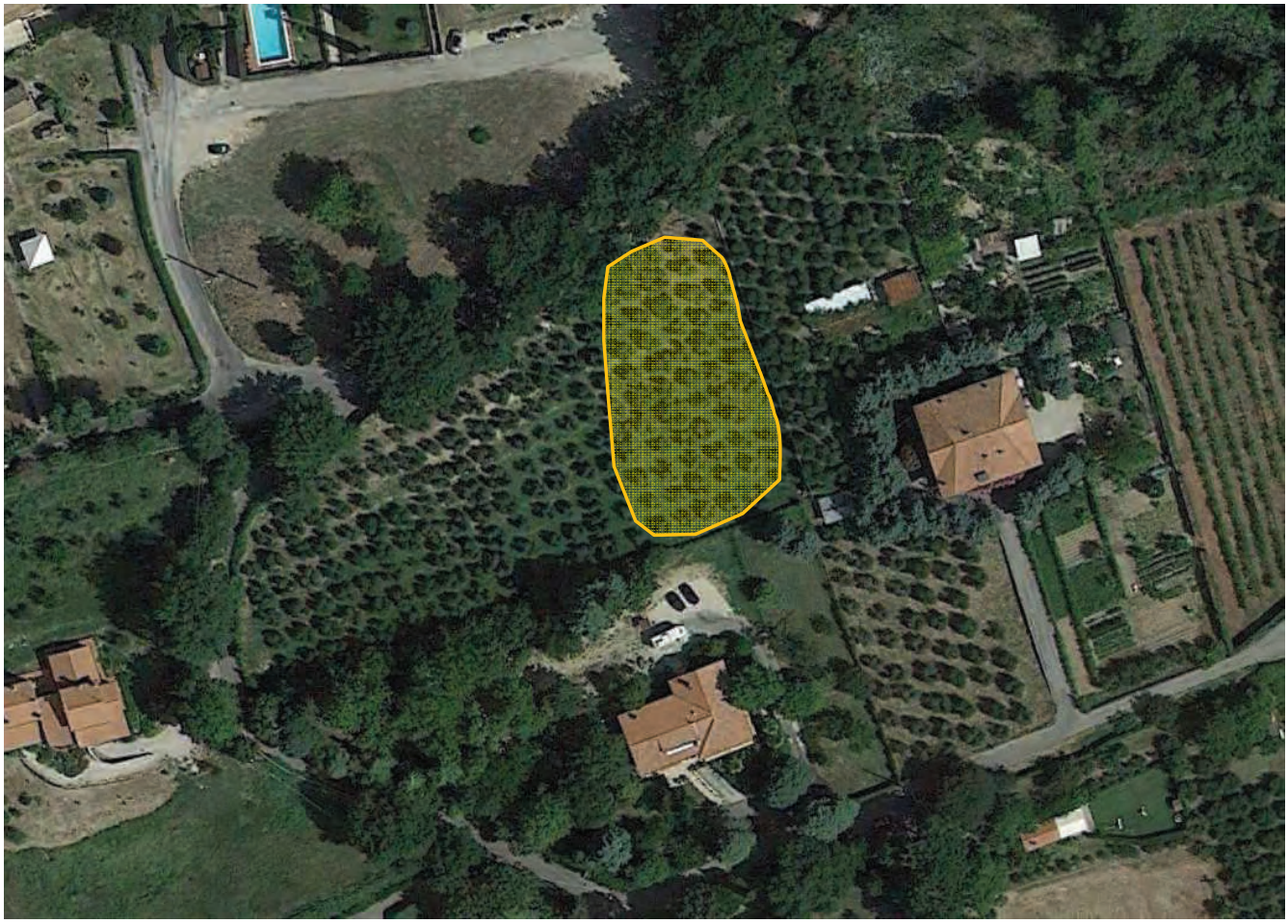
2. INQUADRAMENTO GENERALE

L'area interessata dall'opera in oggetto è ubicata nella zona Nord di Terni, in località Colle dell'Oro, ad una quota compresa tra i 130 e i 170 m s.l.m. in un contesto collinare a medio declivio, rivolto verso Sud.
Gli interventi in previsione consistono nella costruzione di fabbricati di civile abitazione, verde, strade e parcheggi pubblici.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

3. GEOMORFOLOGIA E CONDIZIONI STRUTTURALI

L'area oggetto di studio si trova nella fascia collinare che borda a Sud i monti Martani in un versante a media pendenza, esposto verso Sud.
Lo stesso nel tempo, a seguito della costruzione di edifici residenziali, ha subito piccole modifiche per regolarizzare le pendenze raccordando le strutture con piccoli terrazzamenti delimitati da muri in cls o a secco.
Nell'area del Piano Attuativo come si evince dalle cartografie geomorfologiche e d'idoneità alla destinazione urbanistica, è stata cartografata, nella porzione più a Nord dell'UMI 2, una piccola frana di scivolamento quiescente che attualmente è sede di un impianto intensivo di olivi.



L'area dell'UMI 2 è geomorfologicamente e strutturalmente stabile, non essendo stati rilevati disturbi nell'area circostante che ospita manufatti di remota e recente costruzione mantenuti in perfetto stato di conservazione statica; pertanto essa è idonea allo scopo in oggetto.

4. LITOLOGIA E STRATIGRAFIA

L'area interessata dall'opera in oggetto è ubicata nella zona Nord di Terni, in località Colle dell'Oro, ad una quota compresa tra i 130 e i 170 m s.l.m. in un contesto collinare a medio

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

declivio, rivolto verso Sud.
Per quanto riguarda la sua posizione rispetto all'allineamento della catena appenninica si trova al margine occidentale dell'appennino Umbro, dove le unità strutturali riconosciute sono, partendo dalla più interna, l'unità Narnese-Amerina, l'unità Martana e l'unità Sabina settentrionale.
La conca ternana si colloca ad E della dorsale narnese-amerina, a S di quella martana e a NW di quella sabina. Si tratta pertanto di una zona di sprofondamento tettonico, circondata da catene montuose tranne dal lato di NW dove si ricollega ad un'area collinare. In realtà la morfologia e le quote indicano che l'area della Conca Ternana è ribassata anche rispetto a questa fascia valliva (zona di San Gemini e Montecastrilli).
Da un punto di vista dell'evoluzione paleo-ambientale e sedimentologica la piana di Terni costituisce l'estrema terminazione meridionale del ramo occidentale del Bacino Tiberino; si tratta di un bacino continentale con ambienti che nel tempo e nello spazio sono variati: da lacustri, a palustri a fluvio-lacustri. Il bacino è nato in seguito all'azione di faglie dirette a prevalente direzione appenninica durante una fase tettonica distensiva che ha cronologicamente seguito quella compressiva (orogenesi), ed è probabilmente da ricollegare all'apertura di un bacino di retro-arco nella zona tirrenica.
Lo sprofondamento della Conca ternana è conseguenza dell'azione della faglia bordiera martana, che nell'estremo tratto meridionale si dispone in direzione quasi E-W.
In superficie lo strato pedologico è costituito da argille limose soffici che a circa 70-80 cm, aumentando la frazione limosa passano a limi argillosi; quest'ultimi, per alcune decine di metri di profondità, si trovano in alternanza a sabbie fini travertinose o a livelli di travertini litoidi.
Solo nella fascia meridionale del Piano Attuativo sono presenti argille e argille sabbiose intercalate a livelli di sabbie argillose giallastre o a livelli sabbiosi. Tali terreni sono dotati di caratteristiche fisicomeccaniche scadenti a causa dello scarso addensamento dovuto all'età relativamente recente e alle modalità di deposizione; quindi in tali fasce si dovrà prestare più attenzione nella caratterizzazione geotecnica dei terreni e nella scelta delle fondazioni.
La giacitura dei litotipi rilevati è suborizzontale a indicare una marginale azione tettonico-strutturale successivamente alla loro deposizione.

5. IDROGEOLOGIA

I terreni di copertura interessati sono caratterizzati da una medio-bassa permeabilità derivante dal grado di coesione e dalla granulometria fine della frazione argillosa.

Nell'area la falda idrica è posta a quote intorno ai 115 m s.l.m. e quindi almeno a 15 metri dalle quote più basse poste a circa 130 m s.l.m.

Nell'UMI 3 fino ad una profondità di circa 14 metri non vi sono indicazioni sulla presenza di consistenti falde idriche ad eccezione in corrispondenza della prova penetrometrica n°1 dove a circa 3 metri sono individuate tracce di acqua all'interno di un livelletto sabbioso confinato all'interno delle argille. Da studi pregressi effettuati nei terreni limitrofi dallo scrivente per altri committenti si evince la presenza della falda idrica a quote prossime a 40 metri sotto il piano campagna.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di una linea di deflusso artificiale posta a Sud a circa cento metri dall'area oggetto di studio con scorrimento E-O denominata Fosso Sersimone.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

6. PROVE PENETROMETRICHE

Tenuto presente lo scopo del presente lavoro, il rilevamento geologico è stato integrato con una campagna geognostica costituita da prove penetrometriche dinamiche che hanno permesso di definire la natura dei terreni dal punto di vista stratigrafico e geotecnico.
L'indagine è stata sviluppata eseguendo tre prove dinamiche continue localizzate all'interno del perimetro dei fabbricati in progetto, utilizzando il penetrometro dinamico medio Pagani D.P.M. TG 30-20.
I dati ottenuti dalle singole prove, elaborati tramite la formula Olandese:

$$Rpd = M2 \times H \ / \ [\ (A \times e \times (M + P)]$$

dove: **M**=Peso massa battente; **H**=Altezza caduta libera; **A**=Area di base della punta conica; **e**=Infissione per colpo = δ / N; **P**=Peso totale aste e sistema battuta.

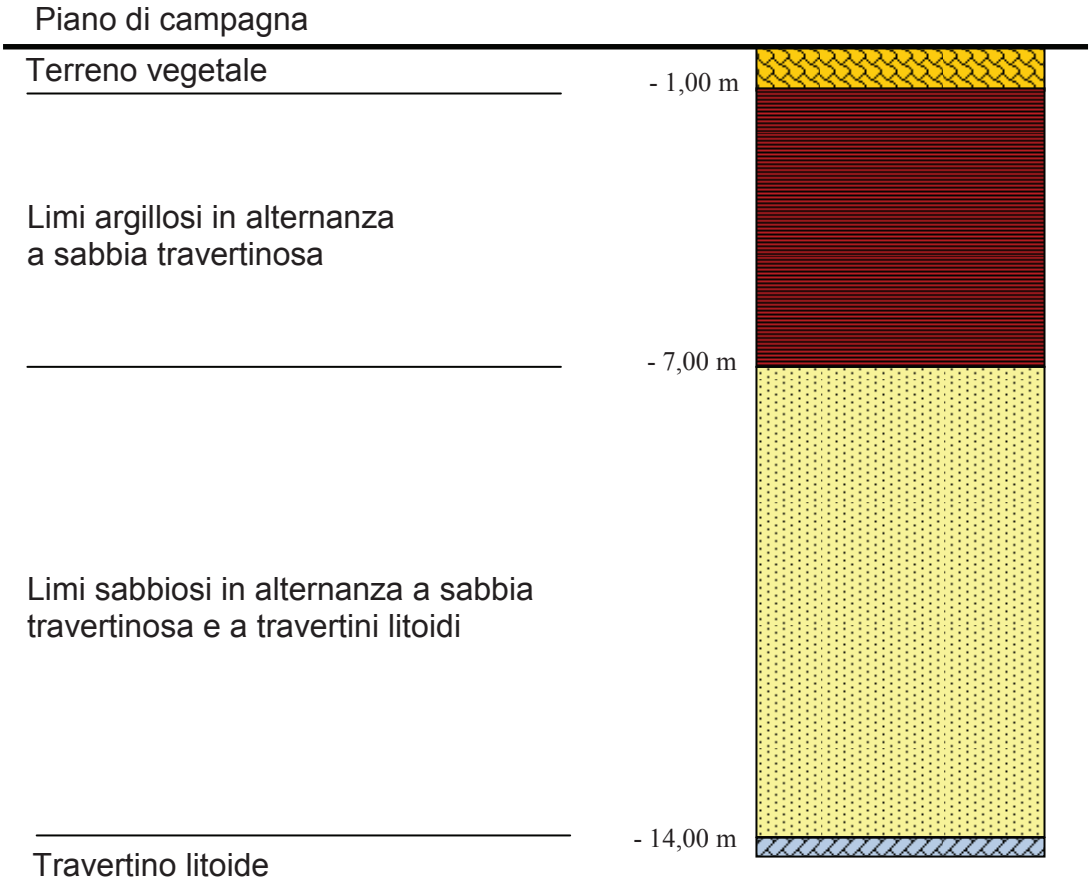
hanno fornito il valore della resistenza dinamica alla punta, che correlata con i relativi istogrammi, dove sono riportati il numero di colpi N per ogni 10 cm di penetrazione dell'utensile, ha permesso di ricavare, mediante l'ausilio del programma per geotecnica Dynamic Probing della GeoStru Software i parametri meccanici del terreno di fondazione.
L'ubicazione areale delle prove, le caratteristiche tecniche del penetrometro, i grafici e l'interpretazione delle stesse sono riportate negli allegati.

7. INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE

Le prove effettuate hanno confermato la presenza di uno strato pedologico superficiale costituito da argille limose fino ad una profondità massima di circa 1 metro; sottostante è stato individuato uno strato di circa 6 metri di limi argillosi in alternanza a sabbie fini travertinose che con la profondità sono intervallate da livelli travertinosi litoidi che hanno prodotto il rifiuto alla penetrazione dell'utensile per l'elevata resistenza meccanica.
Durante l'esecuzione dei saggi geognostici non si è intercettata nessuna falda anche se si è evidenziata presenza di acqua nella prova penetrometrica n°1 alla profondità di circa 3 metri; acqua presente all'interno di uno straterello di sabbie legato al drenaggio superficiale dei terreni limitrofi.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

8. STRATIGRAFIA DA PROVE PENETROMETRICHE



Disegno fuori scala

9. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

I terreni indagati hanno evidenziato sostanzialmente due livelli geotecnicamente distinti il primo quello più superficiale, di tipo limoso argilloso, moderatamente consistente e quello profondo che inizia a circa 7 metri molto consistente costituito dall'alternanza di livelli limoso sabbiosi o sabbiosi passanti a travertini litoidi. Quest'ultimi possiedono buone caratteristiche di terreni fondanti buoni parametri fisico-meccanici sia per la loro natura che la favorevole giacitura.

10. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Vedi relazione allegata.

11. RISCHIO SISMICO

Con l'entrata in vigore del D.G.R. n°1112 del 18/09/2012, che opera una riclassificazione del territorio della Regione Umbria, il Comune di Terni è inserito nella zona sismica 2.
Per la progettazione delle strutture si dovrà tenere conto anche delle nuove disposizioni contenute nella D.G.R. sopra citata.

Con l'adozione della nuova normativa (D.M. 14/1/2008) la categoria di suolo di

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

fondazione qui presente è di **tipo C** come stabilito anche dai risultati forniti dall'indagine di Analisi Sismica a Rifrazione MASW allegata alla presente:
"*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni fini 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 a grana grossa e 70<Cu30<250 nei terreni a grana fina)*";
La categoria topografica è la T1: Pendii con inclinazione media i ≤ 15°.

12. MICROZONAZIONE SISMICA DI DETTAGLIO

12.1 Finalità e metodologia di studio

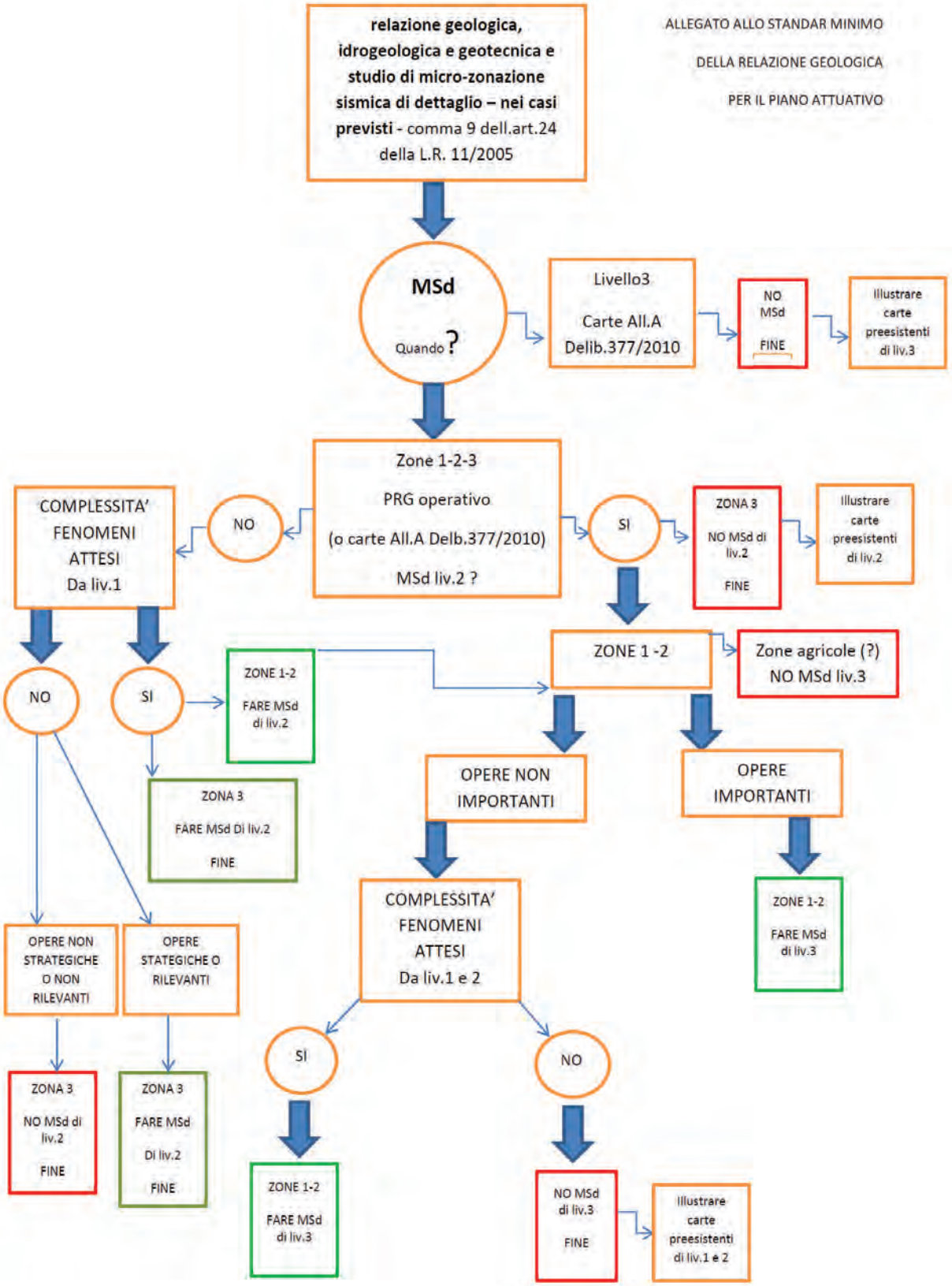
L'obiettivo generale di uno studio di Microzonazione Sismica è quello di valutare ed individuare, all'interno di ambiti territoriali a scala subcomunale (frazioni e centri), aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in riferimento ad un terremoto atteso, definendo così i possibili effetti sui principali centri urbani. A tale scopo vengono 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 provveduto ad effettuare 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 ed operativo (Livello 1 e Livello 2 di approfondimento).
La base di partenza è quella 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 n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H



>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

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.

12.2 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);

12.3 Struttura geologica e tettonica

Stando alla consultazione del PRG del Comune di Terni, CTR 346040 (di seguito allegata) è stato possibile, grazie alla sezione allegata n.6, stimare la profondità del bedrock, corrispondente a circa 230 m dal piano attuale di campagna, come mostra la sezione sottostante, presente anche in allegato assieme alla traccia su carta geologica.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

Figura 2 - Sezione 6 – (Fuori scala).

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 rientra all'interno delle zone suscettibili di amplificazioni dinamiche locali:

- Zone 2 (Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti)
- Zone 4 (Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti)
- Zone 7 (Zone di fondovalle)
- Zona 10 (Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse)

La categoria topografica è la T1: Pendii con inclinazione media i ≤ 15°.

CARACCIOLO
studio di geologia

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

LEGENDA

TIPOLOGIA DELLE SITUAZIONI

1 Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi

2 Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti

3 Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana

4 Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)

5 Zona di ciglio con H>10 metri (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale, di natura antropica)

(a) (b) 6 Zona di crinale affilato (a) o cocuzzolo (b)

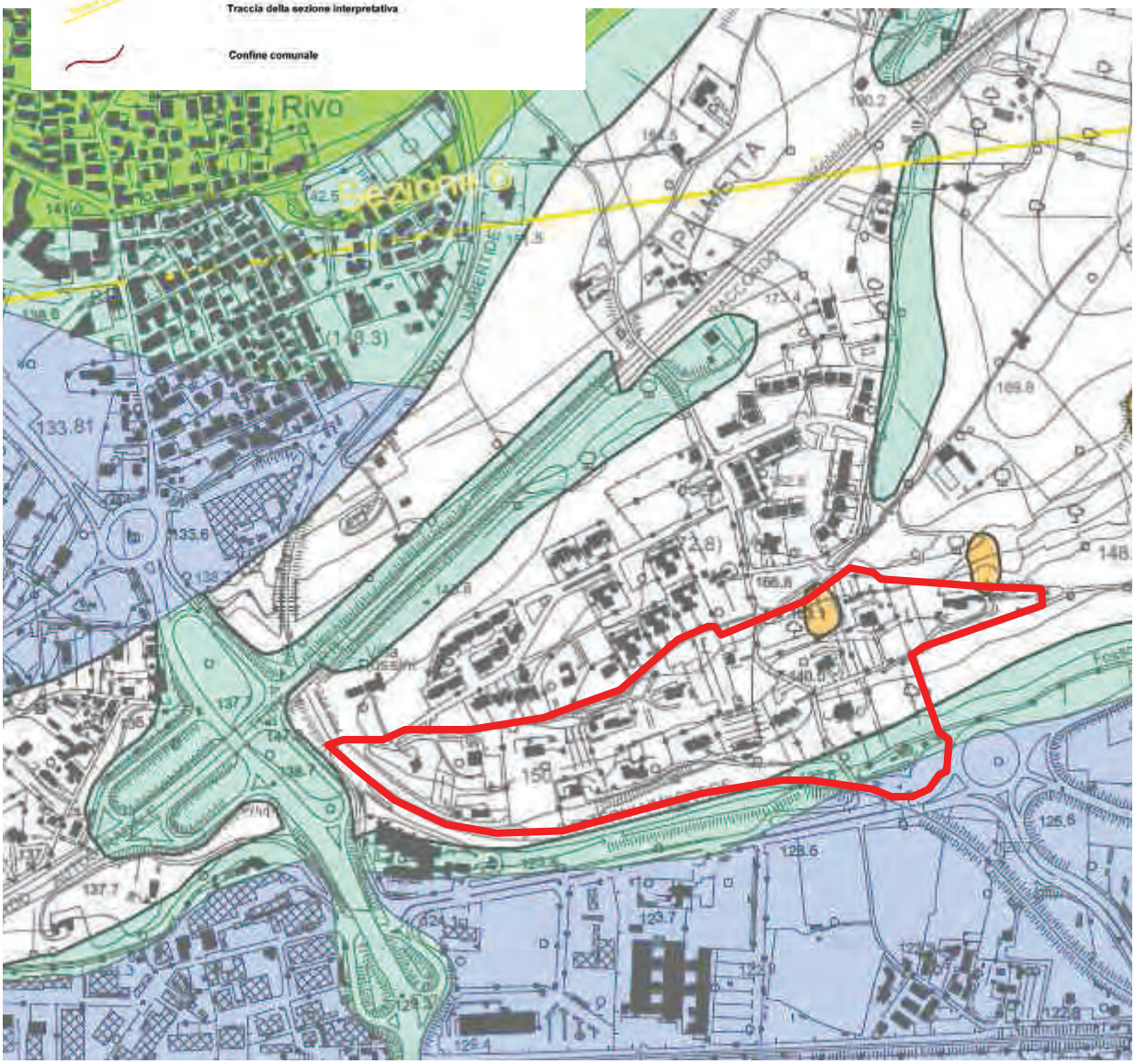
7 Zona di fondovalle

8 Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione

9 Zona di contatto tar litotipi con caratteristiche fisico-mec caniche molto diverse

Traccia della sezione interpretativa

Confine comunale



>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

1- Caratterizzazione sismica

Stando all'indagine MASW effettuata, le cui elaborazione e ubicazione sono consultabili in allegato, 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) il terreno in oggetto rientra nella categoria di sottosuolo:

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 a grana grossa e 70 < 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= 278 m/s

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	208	1.0
2	285	7.0
3	231	13.0
4	407	

Tali indagini sono state correlate con le prove penetrometriche effettuate nell'area oggetto di studio.

12.4 Sisimicità 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.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

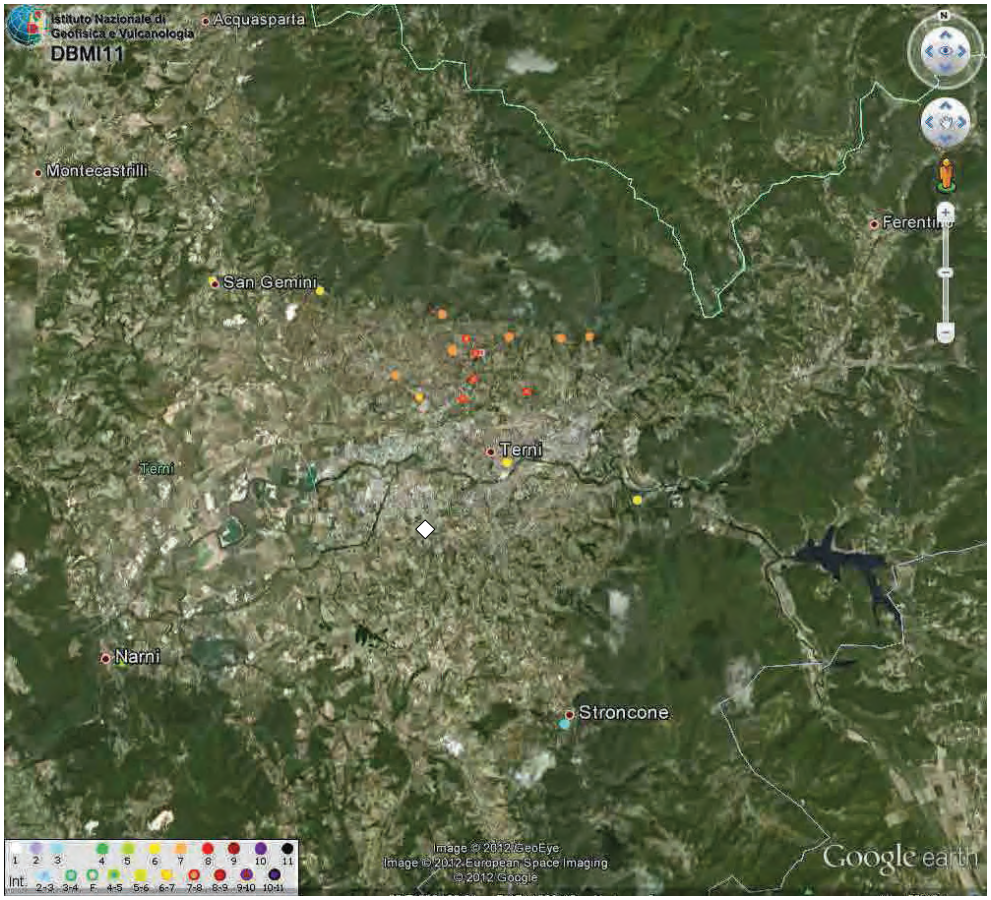


Figura 4 – Ubicazione eventi sismici storici su base ortofoto (Google Earth). Dati DBM11 fonte INGV.

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.

12.5 Input sismico

Nel 2004 è stato presentato il lavoro di Microzonazione sismica del Comune di Terni in collaborazione con il Servizio Geologico della Regione Umbria e del Politecnico di Milano.
Tale studio ha permesso di individuare uno spettro sismico di input come descritto di seguito:
Al fine di effettuare la modellazione numerica per la valutazione degli effetti locali, è necessario avere accelerogrammi e spettri di risposta, da utilizzare come input sismici nella modellazione stessa.
A tal fine è stato seguito un percorso che ha portato all'individuazione di tali

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

accelerogrammi e spettri di risposta. In particolare si è partiti da un'analisi di pericolosità dell'area effettuata stimando i parametri di scuotimento del terreno attesi, su sito rigido, aventi probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno equivalente = 475 anni). Il periodo di ritorno utilizzato rappresenta un valore convenzionale adottato in molte normative internazionali (tra cui anche l'Eurocodice 8, ENV 1998-1-1, 1994), a fini di classificazione sismica. I risultati di dette analisi consistono in spettri a pericolosità uniforme in pseudoaccelerazione al 5% dello smorzamento critico. La scelta degli spettri a pericolosità uniforme anziché di quello deterministico con pari periodo di ritorno, è stata dettata dalla impossibilità di separare all'interno della zona sismogenetica il contributo di ciascuna singola struttura, e pertanto si è ritenuto più corretto utilizzare il contributo cumulato, su base probabilistica, della scuotibilità derivante da tutte le potenziali sorgenti esistenti nell'area.
In particolare utilizzando il catalogo dei terremoti (Gruppo di Lavoro CPTI, 1999), le 16 1996), si sono ottenuti per il centro oggetto di indagine i valori attesi di picco di accelerazione (Pga), picco di velocità (Pgv), Arias Intensity (Ai), durata dell'evento (d), ordinate spettrali per i vari periodi, in termini di pseudovelocità (Psv) al 5% dello smorzamento critico.
A partire dagli spettri ottenuti sono stati generati accelerogrammi sintetici (Sabetta e Pugliese, 1996), fissata la magnitudo e distanza compatibile con la Pga ottenuta dall'analisi precedente.
In particolare si è ottenuto uno spettro in pseudoaccelerazione e un relativo accelerogramma per il sito, considerando un evento con magnitudo 5.5 e distanza epicentrale 7.0 km.

Pga (g)	Si .1 - .5 (m)	Si .1 – 2.5 (m)
0.16011	0.06985	0.52090

Tabella 1 – Tabella dei valori del picco di accelerazione (Pga), dell'Intensità spettrale calcolata tra .1 - .5 s (Si 0.1-0.5) e dell'intensità spettrale calcolata tra 0.1 – 2.5 s (Si 0.1-2.5)

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

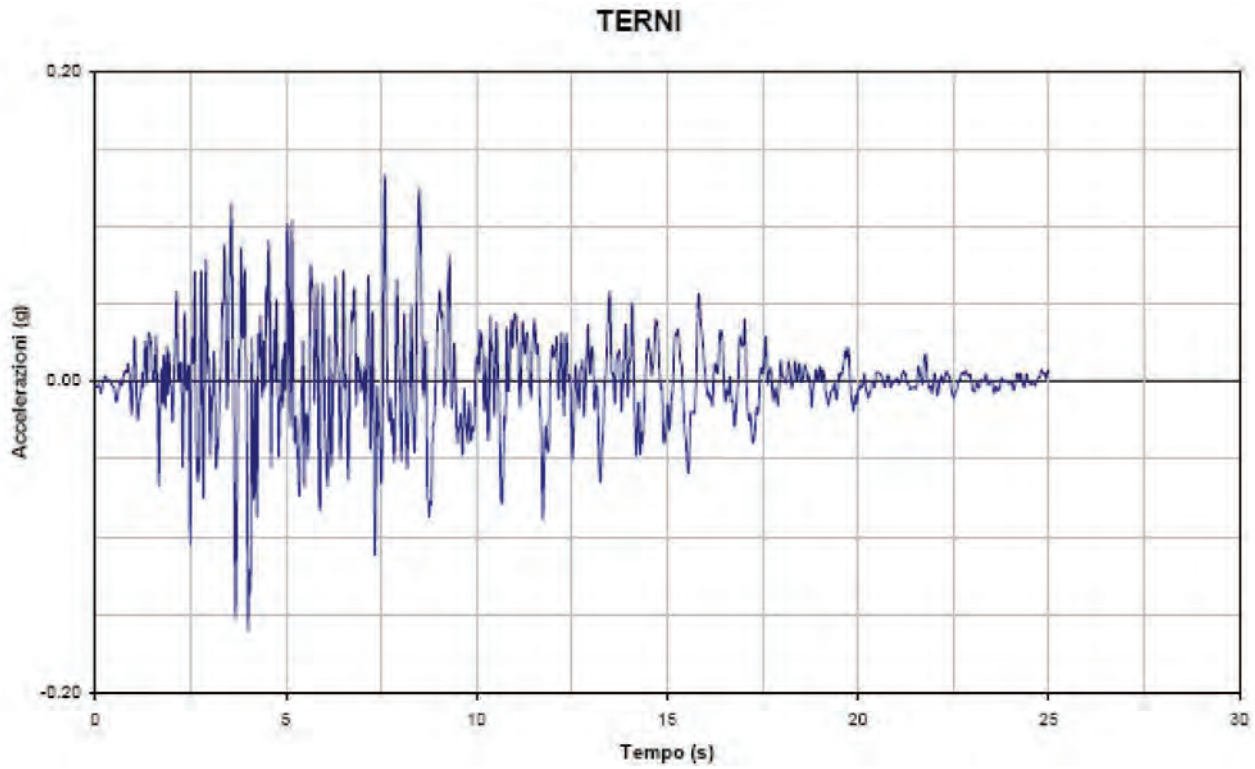


Figura 5 - Accelerogramma utilizzato per Terni.

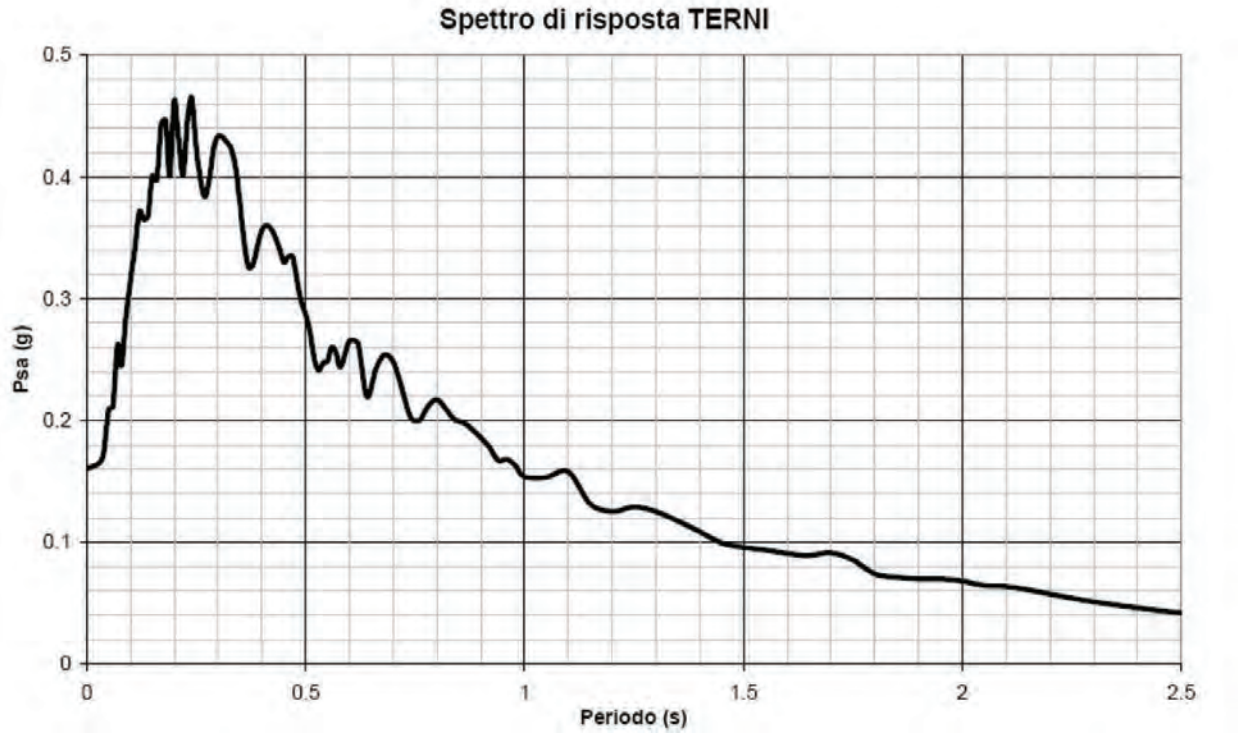


Figura 6 - Spettro di risposta utilizzato per Terni.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

12.6 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 delle cartografie esistenti e delle sezioni geologiche realizzate per il P.R.G. di Terni e dalla Regione Umbria, è stato individuato, nell'area in studio, uno spessore dei depositi attuali e plio-pleistocenici (SMIg) di circa 230 m poggianti su substrato geologico calcareo appartenente alla Successione Carbonatica dell'Appennino Umbro-Marchigiano.

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.
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.

Litotipo	γ (kN/m^3)	Vs (m/s)	G (MPa)	ξ	ν
Accumulo antropico	19.0	200	77	0.028	0.40
Alluvioni recenti sabbiose	19.5	350	243	0.026	0.42
Alluvioni recenti ghiaiose	19.0	400	310	0.010	0.38
Alluvioni terrazzate ghiaiose superficiali	20.0	400	326	0.010	0.39
Alluvioni terrazzate ghiaiose	20.0	600	734	0.010	0.46
Travertino terroso	19.0	400	310	0.020	0.40
FVL limo-argilloso superficiale	19.5	400	318	0.026	0.40
FVL limo-argilloso	20.5	550	632	0.019	0.46

Tabella 2 – Tabella dei parametri geotecnici per i depositi.

Il substrato roccioso su cui poggiano i depositi sopra citati si colloca a profondità variabile tra i 15 m s.l.m. (nel settore sud orientale) fino a –230 m s.l.m. (nel settore nord occidentale).
I dati di profondità sono stati ottenuti direttamente solo dal sondaggio S40 (situato in Corso Cornelio in destra orografica del Fiume Nera) che ha intercettato il substrato roccioso a 135 m di profondità (circa – 5 m s.l.m.) e dal sondaggio S50 (situato in sinistra orografica del Fiume Nera) che ha raggiunto la roccia a circa 120 m di profondità (a 10 m s.l.m.).

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

L'andamento del substrato roccioso è stato ricostruito mediante estrapolazione dei dati derivanti dalla campagna geoelettrica condotta dall'Idrotecno nel 1974, utilizzando il sondaggio S40 come taratura del dato di resistività.
Il substrato roccioso è rappresentato dai calcari marnosi della Formazione della Scaglia Rossa a cui, da dati di bibliografia, sono stati attribuiti i parametri riportati in Tabella 3:

Litotipo	γ (kN/m^3)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	ξ
Scaglia Rossa	23.5	1400	3000	0.005

Tabella 3 – Tabella dei parametri per il substrato roccioso

Carta fuori scala

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

In Tabella 4 e nelle Figure 3 e 4 sono riportati, sempre per ogni litotipo, gli andamenti dei valori di rigidezza (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) e dei coefficienti di smorzamento interno (x) in relazione alla deformazione tangenziale (g).

LITOTIPO	PARAMETRO	PUNTI DELLE CURVE				
Accumuli antropici	γ (%)	0.0001	0.0011	0.0125	0.0961	1.32
	G/G0	0.999	0.990	0.809	0.314	0.060
	ξ (%)	2.792	2.806	4.213	12.247	21.199
Alluvioni recenti e terrazzate ghiaiose	γ (%)	0.0001	0.001	0.01	0.1	1.0
	G/G0	0.996	0.962	0.754	0.331	0.048
	ξ (%)	0.949	1.498	3.894	10.793	17.001
Alluvioni recenti sabbiose e FVL limo-argilloso superficiale	γ (%)	0.0001	0.001	0.01	0.1	1.0
	G/G0	1.000	0.970	0.750	0.170	0.015
	ξ (%)	2.600	2.700	4.500	16.000	22.000
Travertino terroso	γ (%)	0.0001	0.001	0.01	0.1	1.0
	G/G0	1.000	0.980	0.900	0.550	0.200
	ξ (%)	2.000	2.000	3.000	12.500	22.500
FVL limo-argilloso	γ (%)	0.0001	0.0012	0.0137	0.0992	1.14
	G/G0	0.999	0.990	0.809	0.365	0.090
	ξ (%)	1.856	1.883	3.045	9.643	19.69

Tabella 4 – Tabella dei valori di rigidezza (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) e dei coefficienti di smorzamento interno (ξ %) in relazione alla deformazione tangenziale (γ %).

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

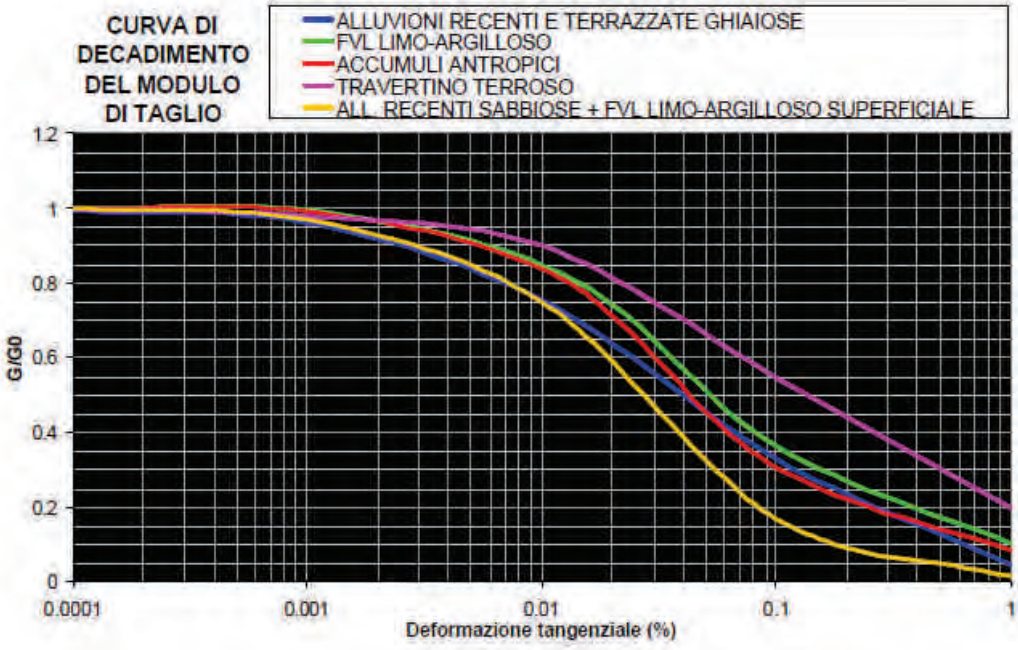


Figura 3 – Grafico della curva di decadimento del modulo di taglio (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) in relazione alla deformazione tangenziale (%).

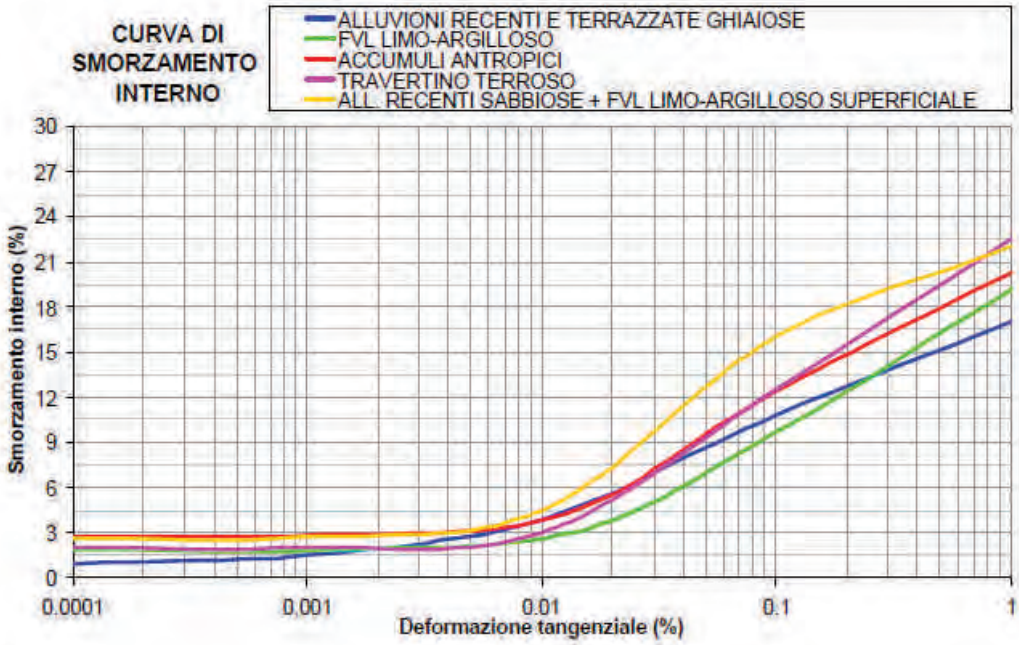


Figura 4 – Grafico dei coefficienti di smorzamento interno (ξ %) in relazione alla deformazione tangenziale (%).

In Figura 5 è rappresentata la sezione analizzata, dove sono riportati i punti nei quali è stata calcolata la risposta sismica.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

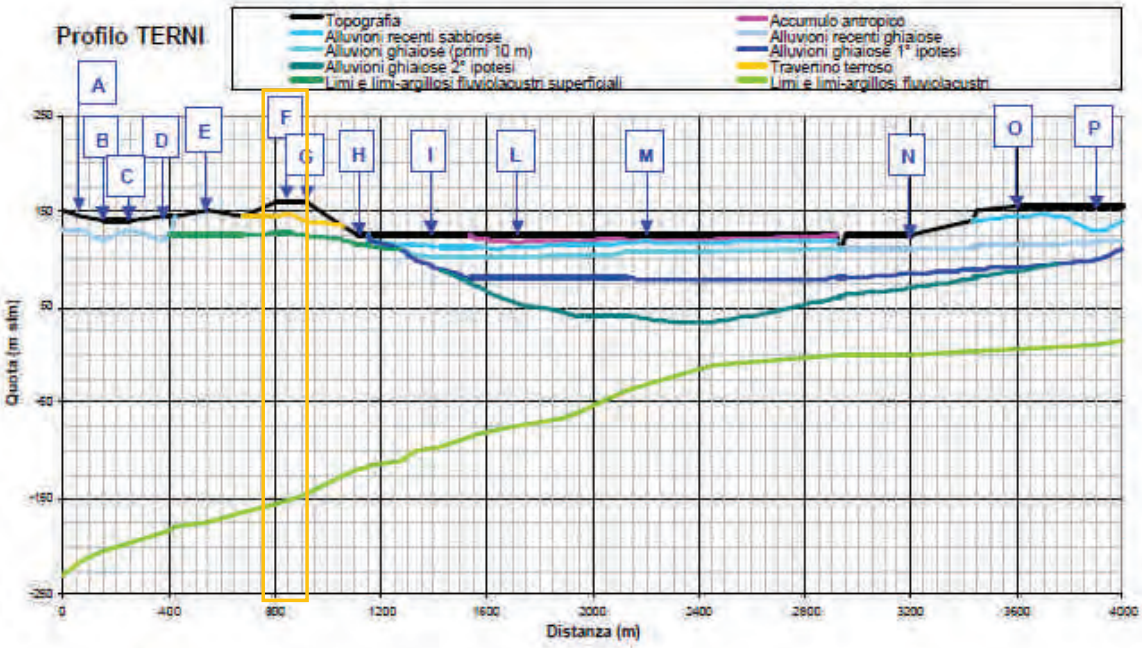


Figura 5 – Rappresentazione schematica della sezione analizzata.

Nelle Figure 6, 7, 8, 9 e 10 sono rappresentati i risultati, in termini rispettivamente di spettri elastici in pseudoaccelerazione e valori dei rapporti di intensità spettrale, effettuando le analisi descritte precedentemente.

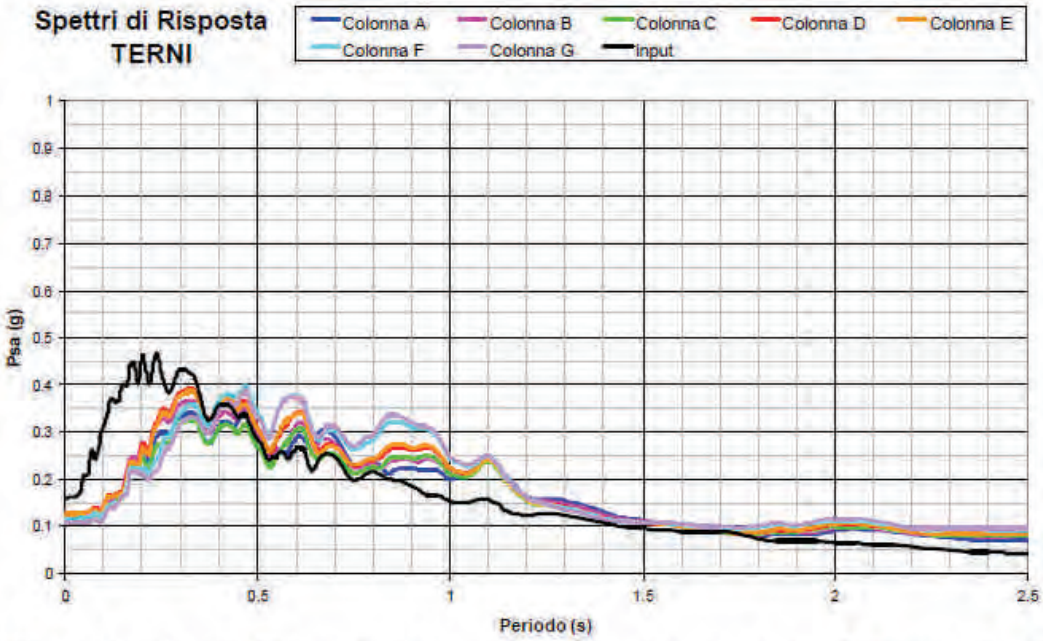


Figura 6 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione ottenute effettuando l'analisi le verticali da A a G.

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

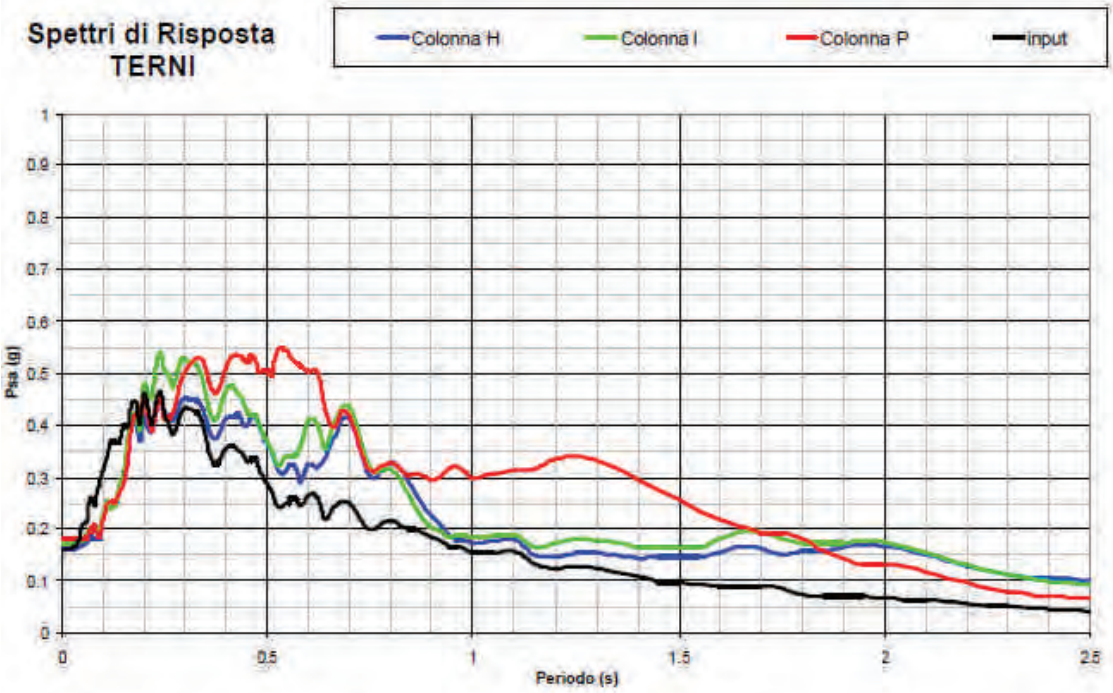


Figura 7 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione ottenute effettuando l'analisi per le verticali H, I e P.

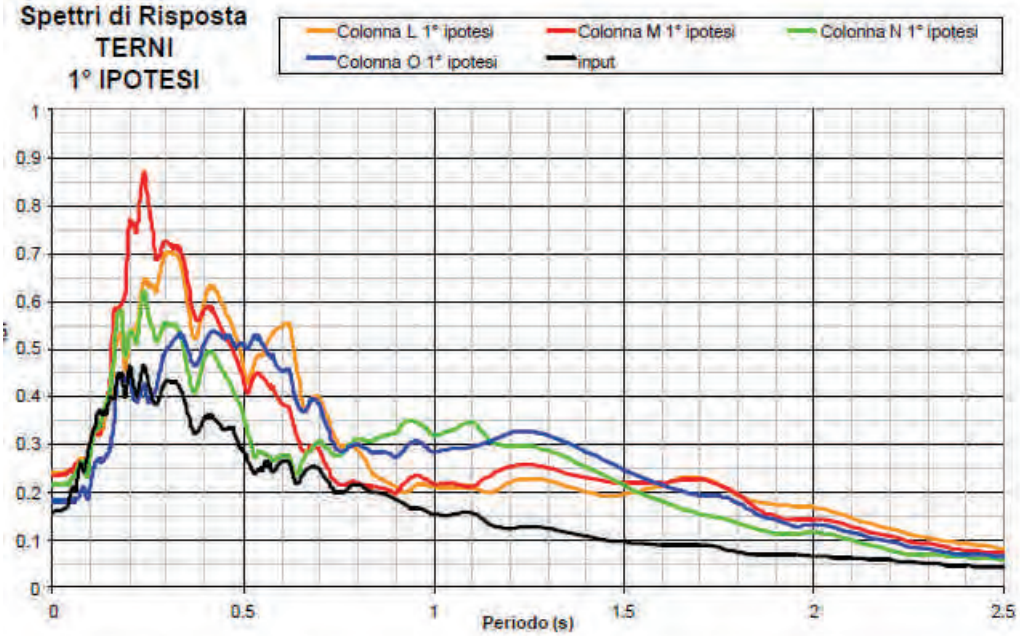


Figura 8 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione ottenute effettuando l'analisi per le verticali L, M, N ed O con la 1° ipotesi di profondità del contatto depositi alluvionali - limi argillosi (ipotesi più superficiale).

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

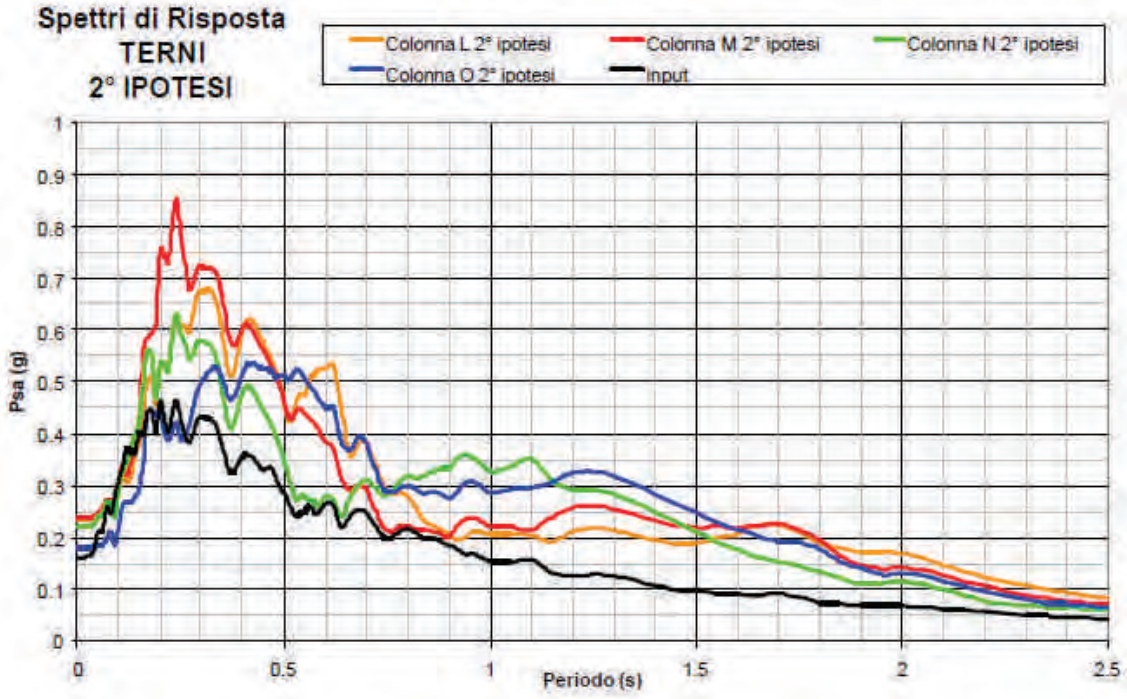


Figura 9 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione ottenute effettuando l'analisi per le verticali L, M, N ed O con la 2° ipotesi di profondità del contatto depositi alluvionali - limi argillosi (ipotesi più profonda).

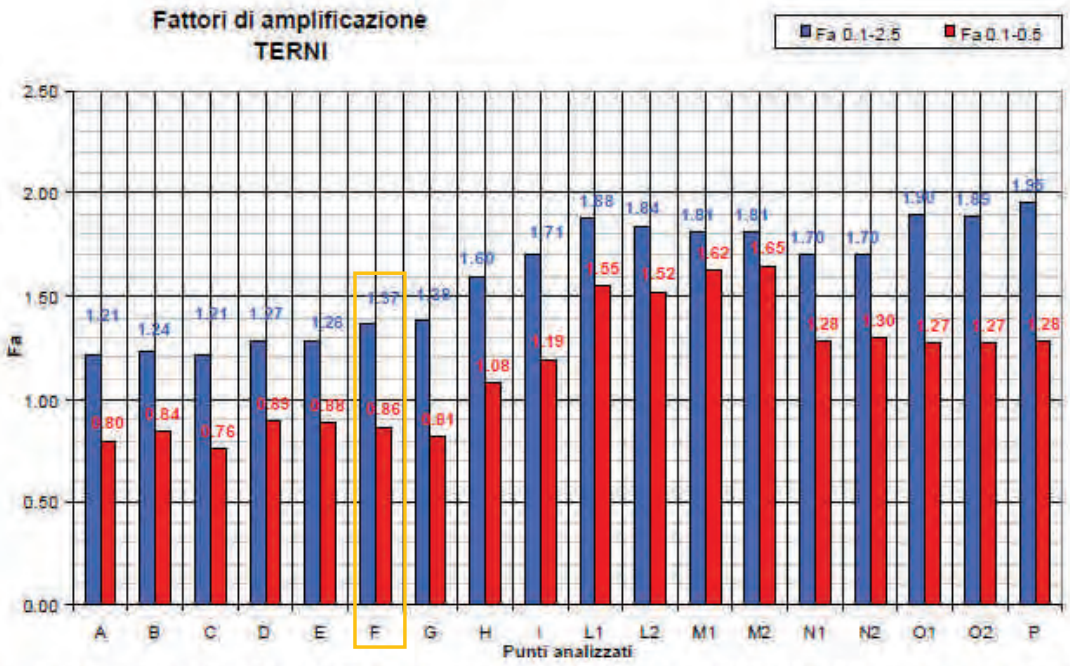


Figura 10 – Valori del coefficiente di amplificazione (Fa) calcolato considerando l'intervallo 0.1-2.5 s e l'intervallo 0.1-0.5 s (i numeri 1 e 2 posti di seguito alla lettera della verticale di analisi indicano il tipo di ipotesi adottata).

>> Strada di Cardeto n°67 - 05100 Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 448590
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva/cod.fisc. 01253310559 - Cod.Fisc. CRCGPP70R13Z347H

Dallo studio di microzonazione sismica realizzato nel 2004 è possibile individuare un fattore di amplificazione FA, calcolato considerando l'intervallo 0.1-2.5 s e l'intervallo 0.1-0.5 s, per il sito di TERNI SETTORE Nord Occidentale – Nodo di verticale modellizzata (D) pari a :

Valori di Fa (settore nord occidentale)							
Periodo	*Verticali analizzati*						
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
0.1-0.5 s	**0.80**	**0.84**	**0.76**	**0.89**	**0.88**	**0.86**	**0.81**
0.1-2.5 s	**1.21**	**1.24**	**1.21**	**1.27**	**1.28**	**1.37**	**1.38**

Tabella 5 – Tabella riassuntiva dei dati ottenuti per il settore nord occidentale.

FA (0.1-2.5 s) = 1.37
FA (0.1-0.5 s) = 0.86

La Microzonazione di livello 3 realizzata dal Comune di Terni in collaborazione con la Regione Umbria e il Politecnico di Milano nel 2004 attraversa il sito in esame e:

- ***Ai fini della pianificazione territoriale e della progettazione di nuovi edifici sconsiglia strutture troppo flessibili con sviluppo verticale superiore ai 5 piani, dato l'alto spessore totale dei depositi che colmano la conca ternana.***
- ***Consiglia strutture a sviluppo verticale inferiore ai 5 piani, per cui si dovranno considerare valori di FA pari a 1.***

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

13. VALUTAZIONI IN MERITO AL P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. del 10 Novembre 2006 ed aggiornato nell'Ottobre 2012 con il 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", pone limitazioni alla attività di trasformazione del territorio per le aree perimetrate a rischio di esondazione ed a rischio di movimenti franosi.
Il Comune di Terni, rientra, secondo questo strumento urbanistico, sia nei comuni nei quali ricade almeno un'area perimetrata a rischio di esondazione che a rischio di movimenti franosi.
Dall'esame di questo documento si ricava che il sito previsto per l'intervento non rientra nelle aree perimetrate a rischio di esondazione né del reticolo principale (F. Nera), né in quelle del reticolo secondario, rientra in una piccola porzione posta nel limite Nord del lotto in quelle a rischio di frana.

14. 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:

- il sito, allo stato attuale, è in gran parte stabile e non si notano problematiche di ordine geologico – geotecnico; 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 dall'analisi della carta del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) si è individuata una modesta area cartografata come area interessata da movimenti franosi di scivolamento superficiale quiescenti. Da notare che al momento del rilievo non si sono osservati indizi di movimenti pregressi o in atto e che non sono previsti per tale area opere edilizie in progetto.
- **il sito previsto per l'intervento non rientra nelle aree perimetrate a rischio di esondazione né del reticolo principale (F. Nera), né in quelle del reticolo secondario.**
- Il sito in esame, in base alle prove penetrometriche e MASW effettuate, rientra nella categoria di suolo **"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).**
- **La Microzonazione di livello 3 realizzata dal Comune di Terni in collaborazione con la Regione Umbria e il Politecnico di Milano nel 2004, consiglia di utilizzare per l'area oggetto di studio valori di FA pari a 1.**

La categoria topografica è la T1: Pendii con inclinazione media i ≤ 15°.

Terni, 28 Marzo 2014

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