

Studio Tecnico Associato

Sede legale e uffici:
via S. Pertini 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

Tel. e Fax +39 0733 968606
e-mail: geoequipe@geoequipe.it - http://www.geoequipe.it

Cod.Fisc. e P.IVA 00817500432

Geol. Domenico Venanzini (Responsabile)

Geol. Franco Pontoni

Geol. Angelo Beano

Ing. Floresita Pascucci



Comune di:



MUCCIA
Provincia di Macerata

COPIA CONTROLLATA

Committente:

Amministrazione Comunale

Oggetto:

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE (IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE

INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Elab. n.:

G

RELAZIONE ELABORATI GRAFICI ALLEGATI

Pagine
1 di 32

N° commessa:
15_039

ID elaborato:
15_039_T_A_G



Ediz.	Data	Motivazione	Redatto	Controllato	Approvato
A	Novembre 2015	Prima emissione	Franco Pontoni	Domenico Venanzini	Domenico Venanzini

INDICE

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE.....	3
2. RACCOLTA ED ANALISI DEI DATI ESISTENTI.....	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PREVISIONE DI PIANO.....	4
3.1 – ANALISI VINCOLI PPAR E PTC.....	5
4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	6
5. IDROLOGIA	9
5.1 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA (VCI)	10
5.2 VERIFICA PER L'INVARIANZA IDRAULICA (VCI).....	15
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE - CARTA LITOTECNICA	18
7. IDROGEOLOGIA	21
8. SISMICITA' DELL'AREA - CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	23
8.1 - SISMICITÀ STORICA E NORMATIVA	23
8.2 – STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA ESISTENTI	24
8.3 – SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (CIRC. REGIONE MARCHE 12-14/1990)	26
9. VERIFICHE ANALITICHE DI STABILITA'	27
10. STABILITA' ALLA LIQUEFAZIONE.....	29
11. CARTA DELLE VOCAZIONALITA' - INDICAZIONI E PRESCRIZIONI.....	31

Tavole:

Tav. G.1 - Inquadramento territoriale (scala 1:25.000 - 1:10.000)
Tav. G.2 – Inquadramento geologico (scala 1:1.000)
Tav. G.3 - Inquadramento geomorfologico (scala 1:10.000)
Tav. G.4 - Carta geologica e geomorfologica di dettaglio (scala 1:2.000)
Tav. G.5 – Carta idrogeologica (scala 1:2.000)
Tav. G.6 - Carta litotecnica e ubicazione indagini (scala 1:1.000)
Tav. G.7a - Sezione litotecnica A-A' (scala 1:500)
Tav. G.7b - Sezione litotecnica B-B' (scala 1:500)
Tav. G.7c - Sezione litotecnica C-C' (scala 1:500)
Tav. G.7d - Sezione litotecnica D-D' (scala 1:500)
Tav. G.7e - Sezione litotecnica E-E' (scala 1:500)
Tav. G.8 - Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale (scala 1:1.000)
Tav. G.9 - Carta delle vocazionalità (scala 1:1.000)
All. A - Indagini geognostiche e prove di laboratorio realizzate
All. B - Indagini geofisiche realizzate
All. C - Indagini geognostiche e prove di laboratorio reperite
All. D – Studio idrologico e idraulico
All. E – Verifiche di stabilità

RELAZIONE

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE

Su incarico dell'Amministrazione di Muccia, sono state predisposte le indagini geologiche e geotecniche propedeutiche alla redazione della Variante parziale al Programma di Fabbricazione in adeguamento al Piano Paesistico Ambientale Regionale (P.P.A.R. - L.R. n°26 del 1987) e al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) della provincia di Macerata, necessaria per il completamento della zona residenziale di via Ralle.

La presente relazione espone i risultati delle indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche che hanno il principale scopo di verificare la fattibilità geologica e geotecnica degli interventi di urbanizzazione previsti, in accordo con la normativa vigente e in particolare:

- Norme Tecniche di attuazione P.P.A.R. Regione Marche (DACR n.197/1989),
- Circolari della Regione Marche n°12 e n°14 del 1990,
- Legge Regionale n°34/1992,
- Deliberazione della G.R. n°1287 ME/URB del 19/05/1997,
- Norme Tecniche di attuazione P.T.C. della Provincia di Macerata (DCP n.40/2000),
- Norme Tecniche di attuazione P.A.I. Regione Marche adottato con Delib. Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 42 del 7/5/2003 e succ. modif. e integrazioni.
- D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni",
- Circolare C.S.LL.PP. 02/02/2009 n. 617,
- Legge Regionale n.22/2011,
- Deliberazione della G.R. n.53 del 27/01/2014,
- Giunta Regionale Regione Marche - Linee Guida per lo sviluppo della Verifica di compatibilità ed invarianza idraulica – gennaio 2014
- Circolare esplicativa in materia di assetto idrogeologico (Sett. 9 - Gestione territorio della provincia di Macerata – Dicembre 2014),

La metodologia di analisi adottata può essere così riassunta:

- ✓ raccolta ed analisi dei dati esistenti (geologici, idrologici, geognostici, geotecnici, sismici, ecc.);
- ✓ inquadramento dell'area nel locale contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e vincolistico esistente;
- ✓ rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio in scala 1:2.000;
- ✓ caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni mediante la realizzazione di specifiche indagini geognostiche;
- ✓ redazione della carta litotecnica in scala 1:1.000;
- ✓ redazione delle sezioni litotecniche in scala 1:500;
- ✓ inquadramento generale in relazione alla simicità dell'area e redazione della carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale in scala 1:1.000;
- ✓ redazione della carta delle vocazionalità in scala 1:1.000 in cui viene riportata una zonizzazione dell'area in relazione alle problematiche di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico.
- ✓ sintesi di tutti dati raccolti e stesura della relazione esplicativa, con indicazioni e prescrizioni circa la fattibilità degli interventi di urbanizzazione proposti.

Per la redazione degli elaborati sono state utilizzate le basi cartografiche aggiornate attualmente disponibili, forniteci dalla Committenza, quali ad esempio la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (Sezione n° 313090) e la Carta Tecnica comunale in scala 1:2.000 (tav. 2 – Muccia – agg.2004). Sono stati inoltre utilizzati i rilievi topografici e gli elaborati di progetto forniti dall'Arch. Luciani Nazareno, progettista della Variante in oggetto. Vista la necessità per gli studi a carattere geologico di inquadrare l'area oggetto di variante in un contesto più ampio di quello di stretta pertinenza progettuale, la base topografica definitiva utilizzata per la redazione degli elaborati oggetto del presente studio è stata redatta integrando i rilievi forniti dal progettista con la base cartografica in scala 1:2.000, mantenendo il sistema di quotatura di quest'ultima.

2. RACCOLTA ED ANALISI DEI DATI ESISTENTI

Per un inquadramento geologico e geomorfologico generale sono state consultate le carte geologiche delle Marche alla scala 1:250.000 e 1:100.000 e le relative pubblicazioni.

✦ Centamore E., Deiana G. (1986) - *La geologia delle Marche*. Numero speciale, Studi Geologici Camerti.

✦ Regione Marche - Giunta Regionale (1991) - *L'ambiente fisico delle Marche: geologia, geomorfologia, idrogeologia*.

Nel 1993 lo scrivente studio ha partecipato alla redazione delle indagini geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche di la fase per la redazione del nuovo P.R.G., il cui iter autorizzativo non è stato tuttavia completato.

Recentemente la Regione Marche ha pubblicato nell'ambito del progetto CARG la Carta geologica e geomorfologica regionale in scala 1:10.000 (sez. 313090), che è stata utilizzata nel presente studio per un inquadramento dell'area nel locale contesto geologico-stratigrafico-strutturale e geomorfologico.

Per l'area in questione sono state inoltre reperite alcune indagini a carattere geologico e geognostico, in parte eseguite dallo scrivente studio ed in parte fornite dall'ufficio tecnico comunale. In particolare sono stati utilizzati i seguenti studi:

- “Indagine di fattibilità geologica e geotecnica relativa alla lottizzazione di un'area sita in località Muccia Capoluogo” a cura del Dr. Geol. Pesaresi Anacleto (Aprile 1994);
- “Indagine geologico-tecnica per la realizzazione della casa di accoglienza – Muccia Capoluogo” a cura dello scrivente studio (marzo 2000);
- “Indagine geologico-tecnica per il piano di recupero di iniziativa pubblica Centro Storico - Capoluogo” a cura dello scrivente studio (marzo 2004);
- “OPCM 3907/2010 - Effettuazione delle indagini di Microzonazione Sismica (MZS) MICROZONAZIONE SISMICA 1° Livello – COMUNE DI MUCCIA a cura del Dr. Geol. Anibaldi Andrea (settembre 2012).

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PREVISIONE DI PIANO

L'area oggetto di Variante (tav. G.1) risulta compresa tra un'area residenziale di recente urbanizzazione, esistente a monte di via Ralle (lottizzazione 1° stralcio) ed il nucleo storico di Muccia Capoluogo (fig. 3.1).

Si tratta di un'area ubicata in sinistra idrografica del fiume Chienti, ramo di Gelagna, in corrispondenza della zona di fondovalle, ad una quota compresa tra 455 e 480 metri sul livello medio del mare, alla base del versante sud-orientale del M.te di Muccia (q. 950 m slm).



Fig. 3.1 - Panoramica da sud dell'area oggetto di variante

In fig. 3.2 viene riportato uno stralcio della tavola generale di Progetto in cui viene individuata l'area oggetto di variante e le relativa zonizzazione attuativa (lotti edificabili, viabilità, ecc...).

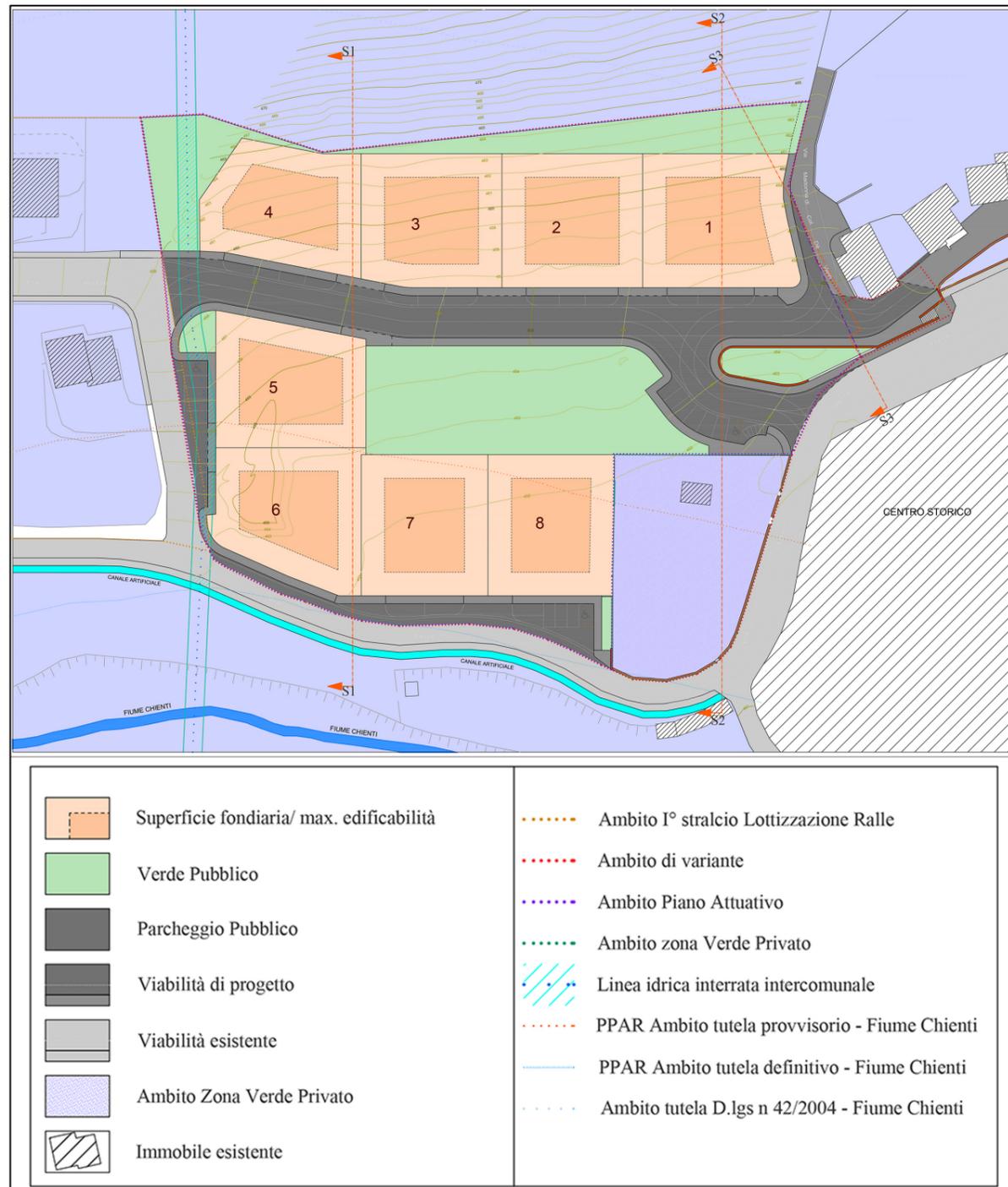


Fig. 3.2 – Stralcio tavola generale di progetto

3.1 – Analisi vincoli PPAR e PTC

Rispetto al P.P.A.R. regionale l'area oggetto di variante rientra nella fascia appenninica ed appartiene al sottosistema geologico-geomorfologico di rilevante valore (area GB – art. 6-9 NTA).

Nell'area in oggetto non sono inoltre individuate emergenze geologiche e geomorfologiche (art. 28).

Per quanto riguarda i corsi d'acqua (art. 29) il fiume Chienti di Gelagna rientra nella classe 1.

Per quanto riguarda invece il P.T.C. Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Macerata per l'area oggetto di variante le tavole prescrittive (EN3a-EN3b) non riportano particolari prescrizioni di carattere geologico-geomorfologico-idrogeologico (figg. 3.1.1 – 3.1.2).

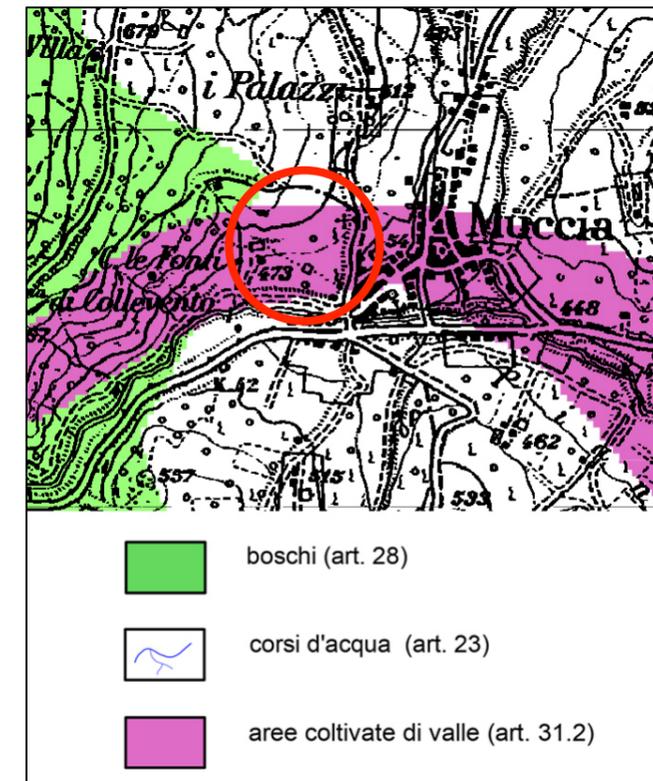
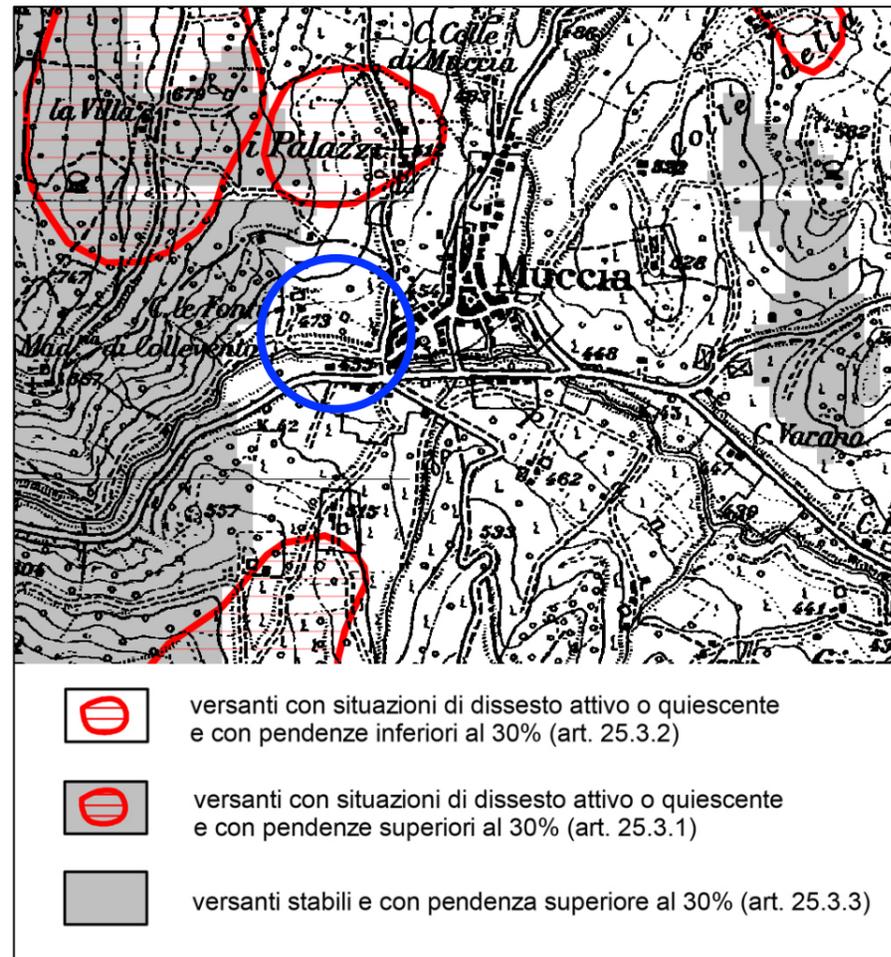


Fig. 3.1.1 – Stralcio tavola EN3a- PTC



4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Per l'inquadramento dell'area nel contesto geologico e geomorfologico è stata utilizzata la cartografia regionale di recente pubblicazione (tavv. G.2-G.3).

Dal punto vista geologico-strutturale l'area di studio è ubicata in corrispondenza del versante orientale della macroanticlinale della dorsale umbro-marchigiana di direzione NNW-SSE, in corrispondenza del "footwal" del sovrascorrimento di M.te Cavallo-M.te Primo, costituito dai terreni calcareo-marnosi oligocenici della scaglia cinerea e quelli prevalentemente marnoso-argillosi e marnoso-calcarei di età miocenica del bacino di Camerino.

In tav. G.4 viene riportata una carta geologica di dettaglio dell'area oggetto di variante e di un suo intorno significativo, redatta sulla base dei dati dei rilievi in sito.

Il substrato dell'area in esame è costituito dalla Formazione della Scaglia Cinerea (SCC-Aquitano p.p. – Priaboniano p.p.), costituita da calcari marnosi, marne calcaree, marne e marne argillose con intercalazioni calcarenitiche, in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio. La giacitura degli strati è risultata di direzione NNW-SSE con immersione verso W di circa 38-40 gradi.

In fig. 4.1 è visibile un affioramento della scaglia cinerea in corrispondenza di una scarpata di scavo ubicata a monte della zona residenziale attuale (1° stralcio), adiacente a quella in progetto.

I litotipi della Scaglia Cinerea sono ricoperti da spessori variabili di depositi continentali (detritico-colluviali in corrispondenza dei versanti e alluvionali attuali e terrazzati in corrispondenza del fondovalle).

I depositi detritici e di conoide (MUSa – Olocene) ricoprono diffusamente il versante in sinistra idrografica del fiume Chienti di Gelagna e sono prevalentemente costituiti in prevalenza da terreni a granulometria grossolana, quali ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa localmente abbondante o prevalente, che rappresentano il prodotto del

disfacimento operato dagli agenti esogeni sui litotipi calcarei e calcareo-marnosi del substrato (scaglia rossa, variegata, cinerea). Tali depositi costituiscono molto probabilmente la rielaborazione di quelli più antichi che ricoprono diffusamente il versante orientale del M.te di Muccia posto a monte dell'area oggetto di variante.



Fig. 4.1 – Affioramento della scaglia cinerea a monte della zona residenziale (1° stralcio) adiacente a quella in progetto

Tali depositi si interdigitano in prossimità del fondovalle con i depositi alluvionali, in relazione alla continua interazione tra la dinamica fluviale (erosione e sedimentazione) ed i processi di alterazione e trasporto che si sviluppano lungo il versante stesso.

I depositi alluvionali terrazzati (MTIbn – Pleistocene sup. - Olocene) sono rappresentati prevalentemente da sedimenti a grana grossa, costituiti da ghiaie sub-arrotondate, eterometriche con ciottoli, di natura prevalentemente calcarea, in matrice limoso-sabbiosa e da sedimenti a grana medio-fine e finissima (sabbie limose, limi sabbiosi e/o argillosi con ghiaie sparse). Tali depositi colmano il fondovalle del fiume Chienti di Gelagna e costituiscono il terreno di sedime del nucleo storico di Muccia capoluogo.

La morfologia dell'area è pertanto condizionata principalmente dall'azione della gravità e delle acque correnti superficiali, in quanto ubicata tra la base del versante e la piana alluvionale in sinistra idrografica del fiume Chienti.

In tav. G.4 sono state cartografate le principali forme, depositi e processi morfogenetici che caratterizzano l'area in esame. Si tratta prevalentemente di forme dovute all'azione delle acque correnti superficiali, tra cui scarpate di erosione fluvio-torrentizia localmente interessate da intensa erosione concentrata, che delimitano l'alveo attuale del corso d'acqua. Immediatamente ad ovest dell'area in oggetto è ben evidente una forma riconducibile ad un conoide di probabile origine mista (di deiezione o alluvionale) posto allo sbocco di una incisione valliva che solca quasi perpendicolarmente il versante in sinistra idrografica del F. Chienti, su cui sorge la zona residenziale attuale (1° stralcio). Tale forma, anche se in gran parte modificata e stabilizzata dall'attività antropica, è stata comunque cartografata come quiescente.

Per quanto riguarda l'azione della gravità, nell'area oggetto di variante ed in un suo intorno significativo non sono stati rilevati forme, depositi e processi morfogenetici in atto o potenziali tali da pregiudicarne l'attuale stabilità.

Tali fenomeni interessano invece diffusamente il tratto di versante più a nord dell'area investigata, ricompresi in un'area a rischio idrogeologico censita nel PAI censita con il codice F-19-1735 (R1-P2).

Dall'analisi della Carta del Rischio Idrogeologico tratta dal P.A.I. Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche (adottato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 42 del 7/5/2003 e succ. modif. e integrazioni) risulta che la

zona studiata non rientra nelle perimetrazioni di aree a rischio idrogeologico per frana o esondazione (fig. 4.2).

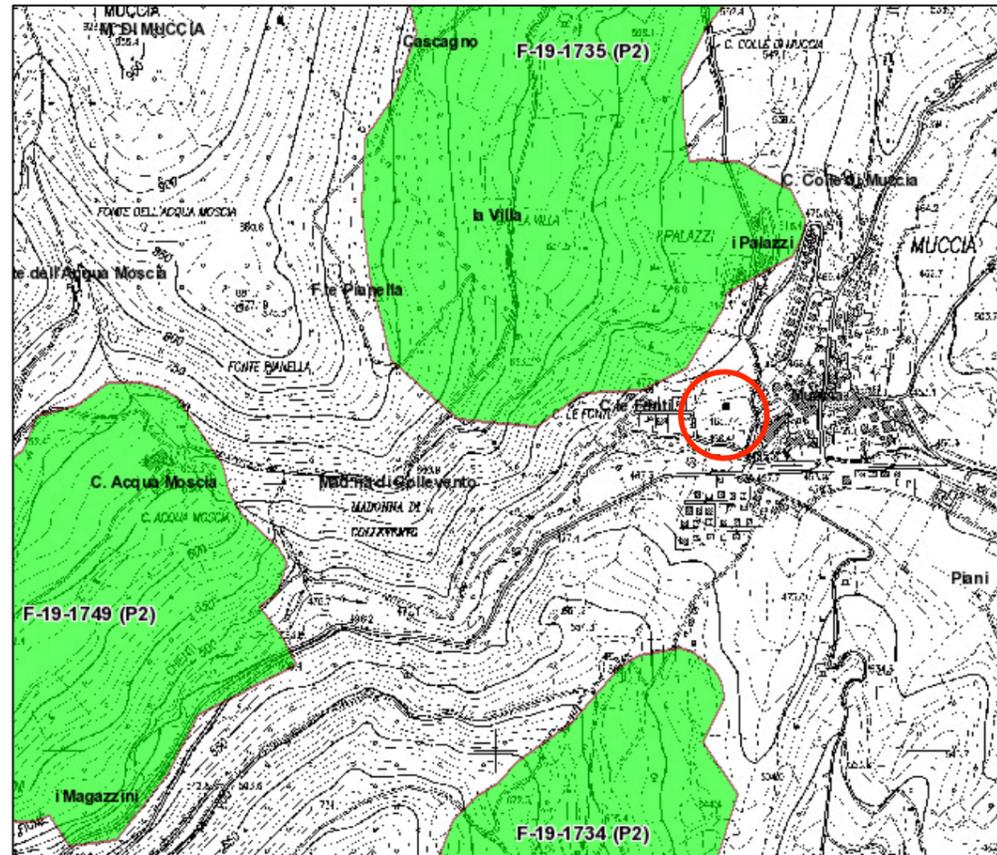


Fig. 4.2 – Stralcio PAI Regione Marche

Sono state inoltre cartografate le forme poligeniche e quelle antropiche rappresentate principalmente da orli di scarpate, di altezza variabile connesse agli sbancamenti/riporti necessari per la realizzazione di manufatti e strade. In corrispondenza dell'alveo del Fiume Chienti sono state inoltre cartografate le principali opere di regimazione idraulica presenti (soglie, briglie, ecc...).

Dal punto di vista topografico l'area oggetto di variante presenta pendenze progressivamente decrescenti da nord verso sud, passando da molto acclive in

corrispondenza del versante a subpianeggiante sul fondovalle in prossimità della strada comunale di via Ralle.

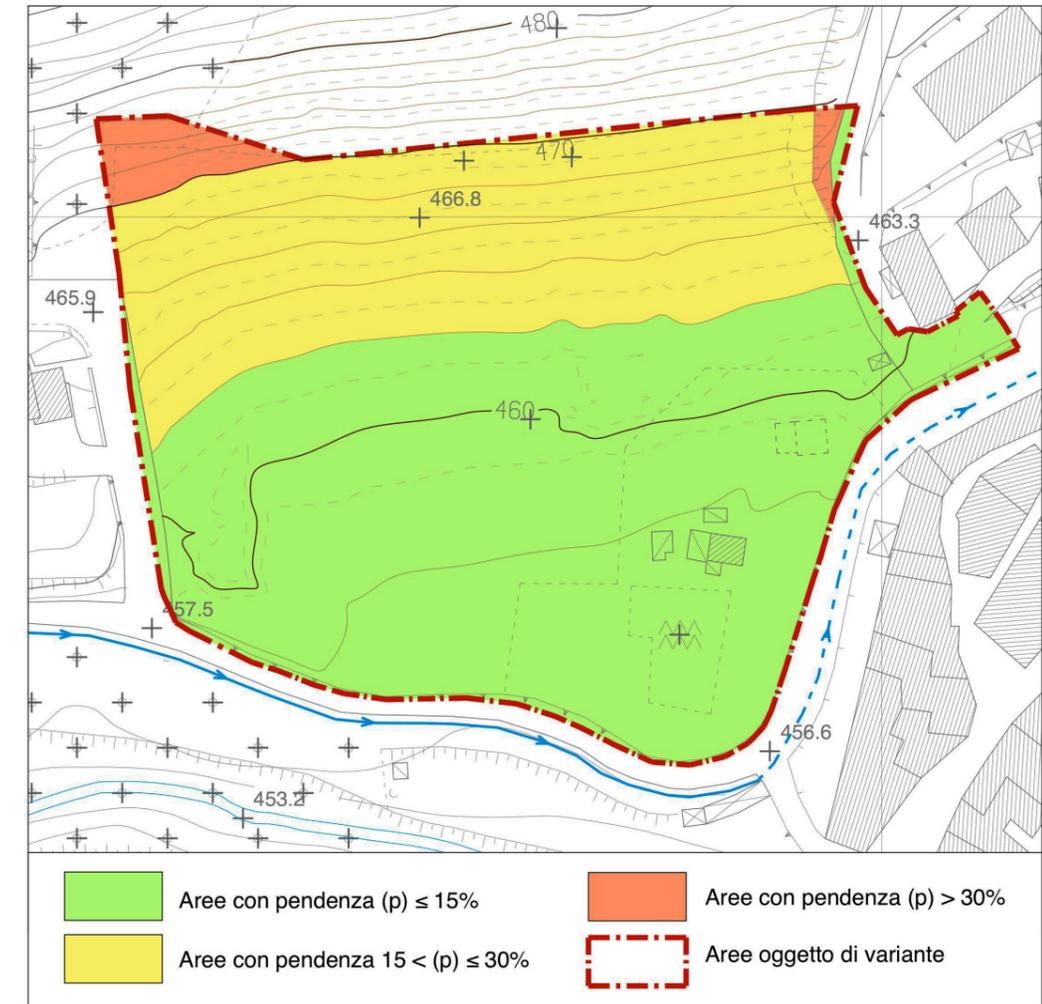


Fig. 4.3 – Carta clivometrica

In fig. 4.3 si riporta una carta clivometrica dell'area oggetto di variante ricostruita sulla base dei rilievi topografici di dettaglio forniti dalla Committenza, da cui risultano pendenze nel complesso inferiori al 30% ad eccezione di una limitatissima porzione all'estremità nord occidentale ed in corrispondenza della scarpata antropica di via Madonna di Col dei Venti.

Dalla consultazione del portale cartografico della Provincia di Macerata (www.sit.provincia.mc.it) è risultato che l'area in progetto non è soggetta a "vincolo idrogeologico" ai sensi del R.D.L. n.3267/1923 (fig. 4.4).

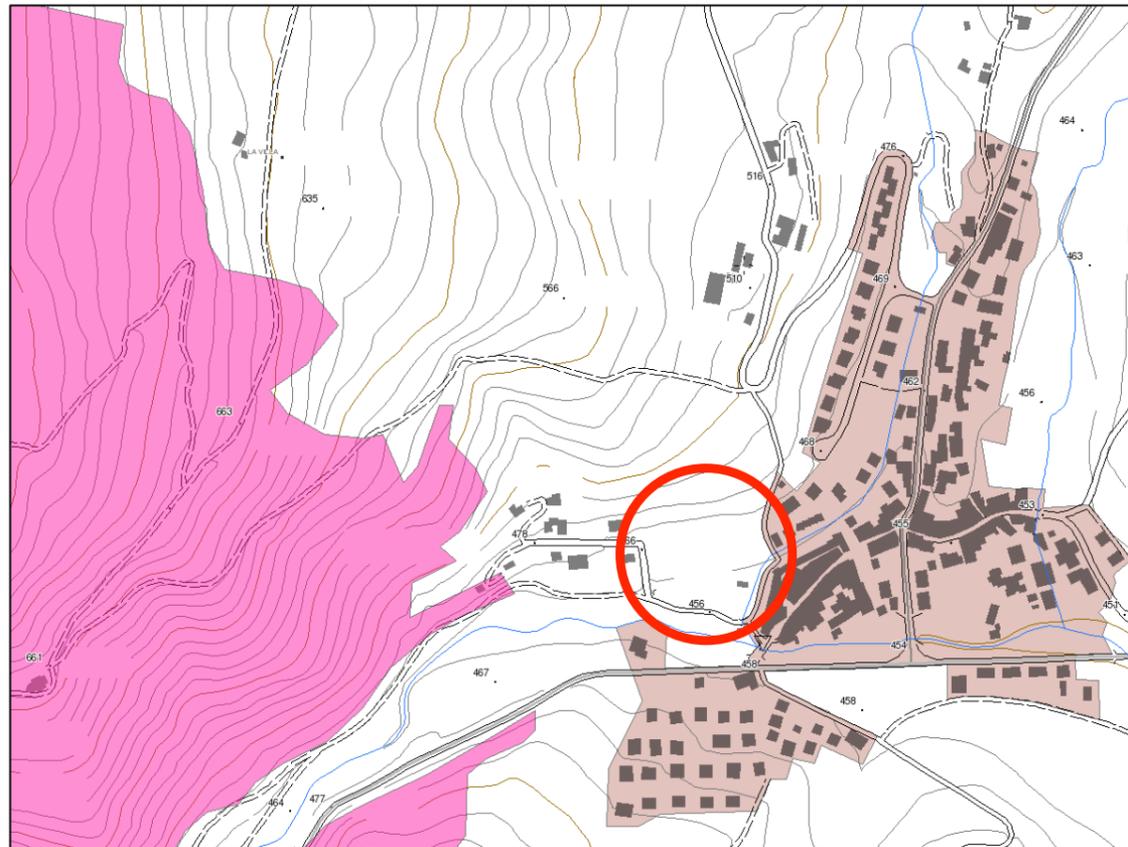


Fig. 4.4 – Vincolo idrogeologico

5. IDROLOGIA

Dal punto di vista idrologico l'elemento principale che caratterizza la zona studiata è costituito dal Fiume Chienti ramo di Gelagna, che scorre a sud ad una distanza superiore ai 20 m rispetto al limite dell'area oggetto di variante.

In tav G.5 sono stati schematizzati gli altri elementi dell'idrologia superficiale legati principalmente all'attività antropica. In particolare è presente un canale artificiale di

derivazione delle acque del F. Chienti che borda a cielo aperto tutta via Ralle per poi passare in sotterraneo in via Campo Fiera, bordando tutto il nucleo storico di Muccia Capoluogo. In corrispondenza del versante in sinistra idrografica del F. Chienti non sono state rilevate altre vie di scorrimento preferenziale delle acque correnti superficiali direttamente o indirettamente interferenti con l'area oggetto di variante. Soltanto molto più a valle dell'area in oggetto è presente il tratto tombato di un fosso minore denominato "dell'Ospedale" che confluisce nel F. Chienti in corrispondenza del ponte della strada Provinciale della ex SS 256.

In considerazione del fatto che l'area oggetto di variante si inserisce in parte nel contesto idro-geomorfologico di pertinenza del fiume Chienti, la trasformazione territoriale in progetto rientra nel campo di applicazione della Legge Regionale 23 novembre 2011 n. 22 - "Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico...". In particolare, tale legge stabilisce all'art. 10:

1. *Gli strumenti di pianificazione del territorio e le loro varianti, da cui derivi una trasformazione territoriale in grado di modificare il regime idraulico, contengono una verifica di compatibilità idraulica, volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello.*

2. *Ai fini di cui al comma 1, la verifica di compatibilità valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità.*

3. *Al fine altresì di evitare gli effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della medesima trasformazione.*

4. *La Giunta regionale stabilisce i criteri per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di cui al comma 1, nonché le modalità operative e le indicazioni tecniche relative ai commi 2 e 3, anche con riferimento ad aree di recupero e di riqualificazione urbana.*

I criteri di cui al precedente comma 4, sono stati stabiliti attraverso l'allegato 1 alla D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 - "Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali", e relative linee guida.

5.1 Verifica di compatibilità idraulica (VCI)

La verifica di Compatibilità Idraulica (VCI) può prevedere fino a tre livelli di approfondimento, progressivi ed interdipendenti, scelti in funzione dell'importanza della trasformazione territoriale prevista e della situazione della rete idrografica nel contesto idro-geomorfologico in cui si colloca la trasformazione stessa:

- a)-Verifica preliminare: analisi Idrografica-bibliografica-storica;
- b)-Verifica semplificata: analisi geomorfologica;
- c)-Verifica completa: analisi idrologica-idraulica di dettaglio.

Per il tratto considerato del fiume Chienti di Gelagna e l'area in oggetto, l'analisi idrografica-bibliografica-storica eseguita (verifica preliminare), può essere così sintetizzata:

- le cartografie del P.A.I. Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche non individuano aree a rischio idrogeologico per esondazione,
- le cartografie in corso di approvazione relative all'attuazione della Direttiva alluvioni da parte dell'Autorità di Bacino regionale delle Marche (Direttiva 2007/60/CE - D.Lgs.vo 49/2010 – D. Lgs.vo 219/2010) non individuano aree a rischio idraulico,
- non sono state reperite notizie storiche riconducibili ad eventi di esondazione che hanno interessato nel passato la zona studiata, come risulta anche dall'analisi del Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche (SICI - <http://sici.irpi.cnr.it>).

Tuttavia, in considerazione della relativa vicinanza planimetrica dell'area oggetto di trasformazione con l'alveo del fiume Chienti, si ritiene opportuno procedere al secondo livello di verifica di analisi geomorfologica (verifica semplificata). Tale analisi ha lo scopo di individuare la "fascia di pertinenza fluviale" su base geomorfologica, ovvero le aree inondabili per piene eccezionali relative a tempi di ritorno di centinaia di anni, le forme fluviali riattivabili con piene eccezionali, le aree interessate o interessabili dall'evoluzione dell'alveo (divagazione) e delle scarpate fluviali.

La fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica è generalmente individuata sulla base dell'insieme dei seguenti elementi:

- a) le aree ritenute inondabili, per piene eccezionali, individuate su base geomorfologica;
- b) le zone inondabili già individuate negli strumenti di pianificazione di settore redatti dalle Autorità di bacino/Distretto (es: PAI) per piene con tempo di ritorno fino ad almeno 200 anni;
- c) le zone interessate in passato da eventi di esondazione/allagamento (derivanti dall'Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica);
- d) le aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo, sopra descritte;
- e) le aree demaniali (acque esenti da estimo) come risultanti nelle cartografie catastali;
- f) la fascia di rispetto idraulica di cui al R.D. 523/1904, art 96, comma f) (10 m dal piede degli argini e loro accessori o dal ciglio di sponda dell'alveo).

Per una più accurata ricostruzione delle aree di deflusso disponibili sono state rilevate mediante distanziometro elettronico n. 3 sezioni di dettaglio, la cui ubicazione è riportata nella fig. 5.1.1, oltre alla indicazione delle principali opere di regimazione che caratterizzano attualmente l'alveo del fiume Chienti di Gelagna che scorre parallelamente all'area oggetto di variante.

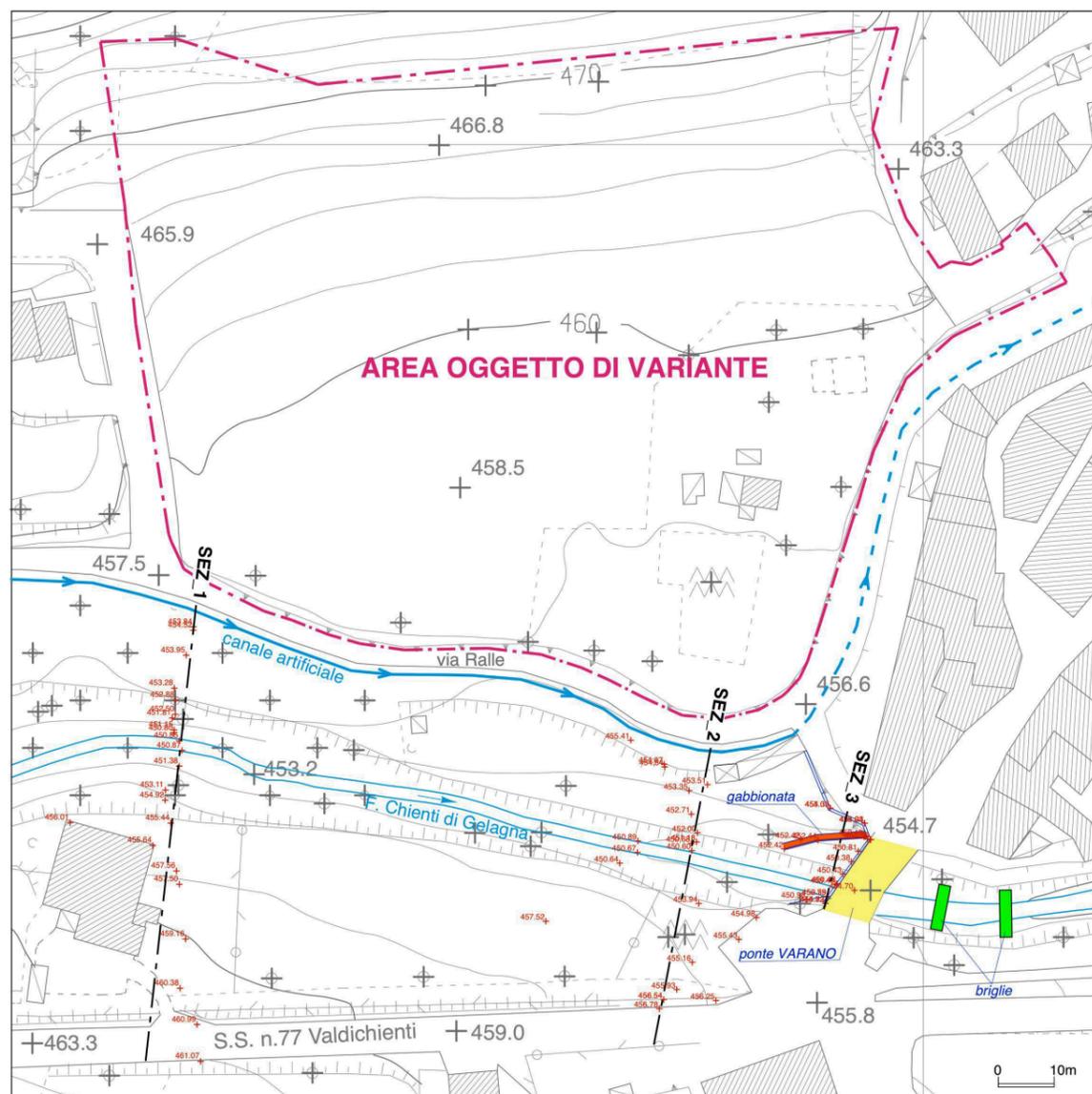


Fig. 5.1.1 – Planimetria ubicazione sezioni rilevate

Tale alveo si presenta pressochè rettilineo e ben incassato nei depositi alluvionali con scarpate di erosione quiescenti di altezza di circa 2,5-3,0 m in sinistra e 6,0-8,0m in destra idrografica. A valle il tratto oggetto di studio è delimitato dal ponte Varano che condiziona sia l'attuale pendenza di fondo alveo che la possibilità di approfondimento, in conseguenza delle opere di regimazione trasversali presenti a valle dello stesso

(briglie). Oltre alle briglie sopra indicate non esistono in alveo altre opere di regimazione idraulica ad eccezione di un breve tratto protetto con gabbioni in sx idrografica subito a monte del ponte.

A supporto dell'analisi geomorfologica è stato realizzato uno **studio idrologico ed idraulico** di seguito descritto, finalizzato alla stima delle portate e dei livelli di piena per vari tempi di ritorno.

L'analisi idrologica è stata condotta effettuando un'elaborazione statistico-probabilistica, secondo la distribuzione di GUMBELL, delle massime altezze di pioggia orarie (1-3-6-12-24 ore) raccolte nelle stazioni pluviometriche di Camerino e Piè del Sasso (le più vicine al bacino di alimentazione).

L'intera elaborazione ed una breve descrizione sono riportate nell'allegato D1.

I risultati dell'elaborazione statistica sono le leggi matematiche che descrivono il legame funzionale tra l'altezza (ht) della precipitazione e la sua durata (Tp) per un determinato tempo di ritorno (Tr):

$$h_t(Tr) = a \cdot T_p^n$$

Avvalendosi delle equazioni di possibilità climatica, in precedenza calcolate, è possibile valutare le portate di massima piena nelle sezioni di interesse utilizzando il **"metodo Cinematico"**.

Tale metodo tiene conto dei fattori morfologici, pluviometrici e del tempo di corrivazione (tc) del bacino di cui si verifica la sezione finale.

Con riferimento alla Formula Razionale, la portata di picco risulta:

$$Q_{\max} = \frac{C \cdot S \cdot h}{t_c}$$

nella quale:

Qmax = la portata al colmo (m³/s)

S = la superficie del bacino di influenza (km²)

C = il coefficiente di deflusso adimensionale

h = l'altezza della pioggia critica (mm)

tc = il tempo di corrivazione (ore)

Il *coefficiente di deflusso* (C), rapporto tra l'afflusso delle acque meteoriche e il deflusso attraverso la sezione di chiusura del bacino considerato, risente di molti fattori tra cui i più importanti sono i seguenti: manto vegetale, morfologia del suolo e grado di permeabilità del terreno.

Facendo riferimento alle caratteristiche dell'alto bacino del Chienti, sia geologiche (prevalenza di terreni dotati di permeabilità medio-elevata) che geomorfologiche (più del 50% del bacino confluisce nel piano di Colfiorito che ne regola sensibilmente i deflussi), è stato assunto un coefficiente di deflusso caratteristico del bacino C=0,1.

Per verificare e determinare il tempo di corrivazione (tc) del bacino, dato di notevole importanza al fine della stima delle portate, è stato preso in esame il metodo del Giandotti. Questo esprime tale valore in funzione dei parametri del bacino di maggiore interesse (lunghezza dell'asta principale del corso, estensione e altitudine media del bacino).

La formula del Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H - Z}}$$

dove:

tc=tempo di corrivazione del bacino in ore;

S=area del bacino in kmq;

L=lunghezza dell'asta principale in km;

H=quota media del bacino in m s.l.m.;

Z=quota nella sezione di chiusura in m s.l.m.;

Il calcolo della portata critica (Q) è stato condotto, con il metodo Cinematico, considerando l'altezza di pioggia critica con tempo di ritorno 20, 50, 100 e 200 anni (All. D2).

Il bacino del Fiume Chienti sotteso dalla sezioni di verifica, è caratterizzato dai seguenti parametri (fig. 5.1.2):

superficie (Kmq)	104
lunghezza asta principale (Km)	12
altitudine media (m slm)	910
quota alla sezione esaminata (m slm)	450

La valutazione della portata (Q) di piena del fosso nella sezione di chiusura del bacino è stata eseguita mediante la citata formula Razionale stimando il tempo di corrivazione per mezzo della formula del Giandotti.

In funzione dei dati e delle variabili precedentemente esposti, il tempo di corrivazione risulta: tc = 3,36 ore = 202 min.

Utilizzando quindi l'espressione della curva di probabilità climatica è stato possibile determinare l'altezza di precipitazione (h) per i diversi tempi di ritorno, associata ad ogni stazione pluviometrica. Poiché i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati pluviometrici delle due stazioni sono pressochè uguali, è stato preso per riferimento il valore massimo.

Infine, applicando il metodo cinematico le portate massime per i diversi tempi di ritorno risultano:

Q20 = 58 mc/s

Q30 = 62 mc/s

Q50 = 68 mc/s

Q100 = 77 mc/s

Q200 = 85 mc/s

Q500 = 95mc/s.

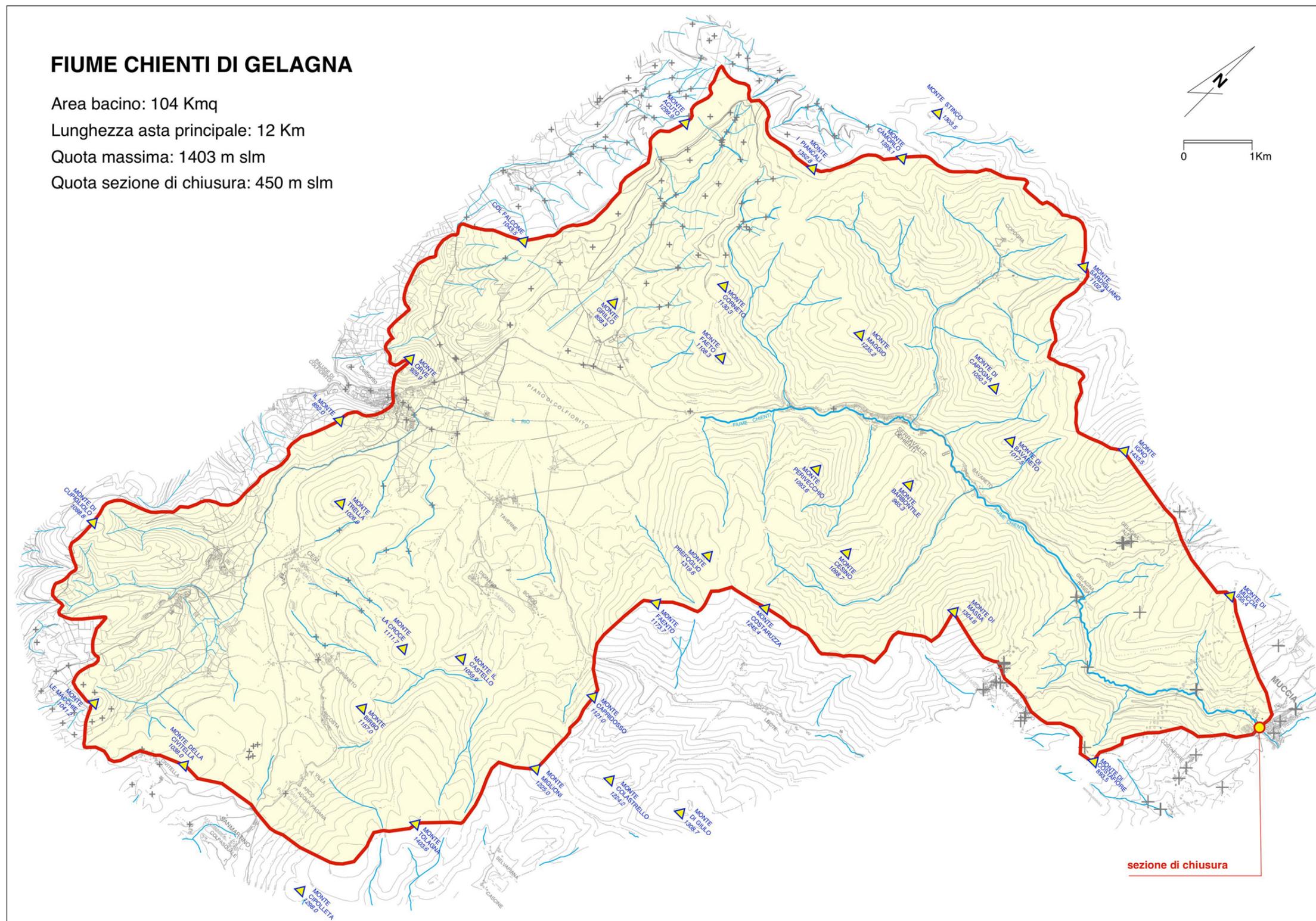


Fig. 5.1.2 – Delimitazione bacino idrografico F. Chienti di Gelagna

Le verifiche idrauliche in corrispondenza delle 3 sezioni rilevate lungo il tratto di fiume Chienti adiacente alla lottizzazione (figg. 5.1.1 – 5.1.3), sono state condotte con un approccio semplificato.

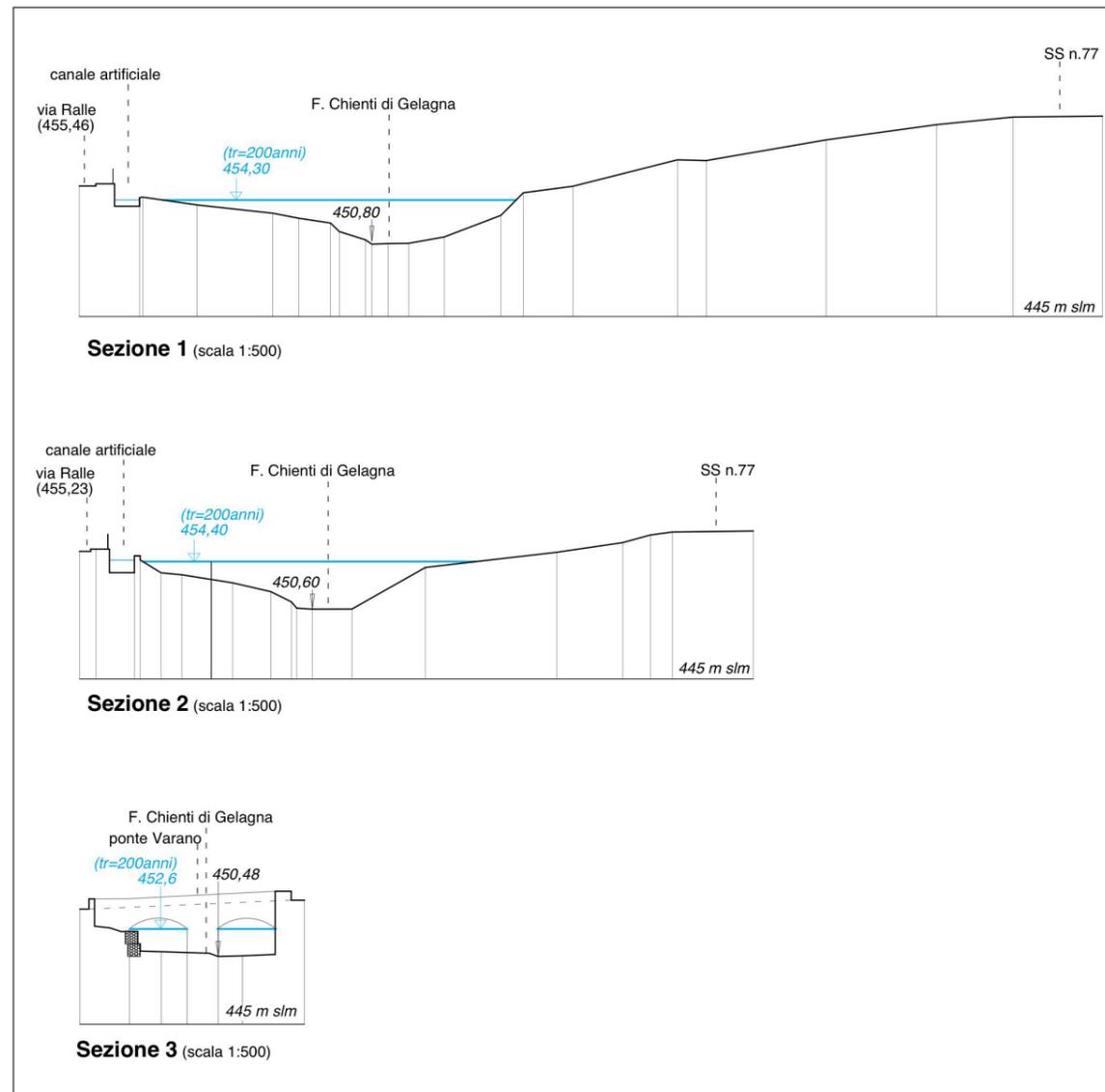


Fig. 5.1.3 – Sezioni di verifica idraulica

Il metodo di calcolo utilizzato è quello di *Chezy*, nel quale si presuppone che il moto sia uniforme. Le sezioni sono state analizzate per verificare che i massimi livelli idrici in ogni sezione, associati alla portata di massima piena caratterizzata da un tempo di ritorno di 200 anni ($Q=85$ mc/s), siano tali da escludere il rischio di esondazione nell'area di intervento. Dai risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche contenute nell'allegato D3, si determinano franchi di sicurezza di 80-100cm rispetto la quota di via Ralle che costituisce quella minima di riferimento per l'area oggetto di variante. In corrispondenza del ponte Varano il franco di sicurezza ottenuto per lo stesso tempo di ritorno rispetto all'intradosso dell'attraversamento è di circa 90cm.

In conclusione sulla base di tutti i dati a disposizione, geomorfologici ed idrologici, si ritiene sufficientemente cautelativo indicare come fascia di pertinenza fluviale la porzione di sezione idraulica posta al di sotto della quota di via Ralle, che ricomprende ampiamente anche il demanio idrico, la fascia di rispetto idraulico di cui al R.D. 523/1904 e le zone di possibile divagazione dell'alveo (fig. 5.1.4). Su tale sponda la sezione idraulica risulta ben definita e delimitata dalle opere connesse al canale di derivazione esistente (muro in c.a) arealmente estese per tutto il tratto di corso d'acqua analizzato.

Dall'analisi geomorfologica, avvalorata anche dallo studio idrologico e idraulico, risulta pertanto che **l'area oggetto di completamento non rientra nella fascia di pertinenza fluviale del F. Chienti di Gelagna e non è a rischio esondazione.**

Come previsto al punto 2.4.1 dell'all.1 alla DGR 53/2014 sulla base sia del grado di definizione raggiunto che della limitata estensione dell'area oggetto di trasformazione (< 2ha) non si ritiene necessario approfondire ulteriormente il grado di analisi del rischio idraulico. Ovviamente si precisa che le valutazioni ed ipotesi effettuate si riferiscono ad una situazione di ottimale manutenzione del corso d'acqua che dovrà essere sempre garantita, prevenendo quei fenomeni che normalmente possono ridurre le sezioni di deflusso e l'officiosità delle opere idrauliche esistenti (sovralluvionamento, proliferazione incontrollata della vegetazione ripariale, accumulo di materiali estranei, ecc...).

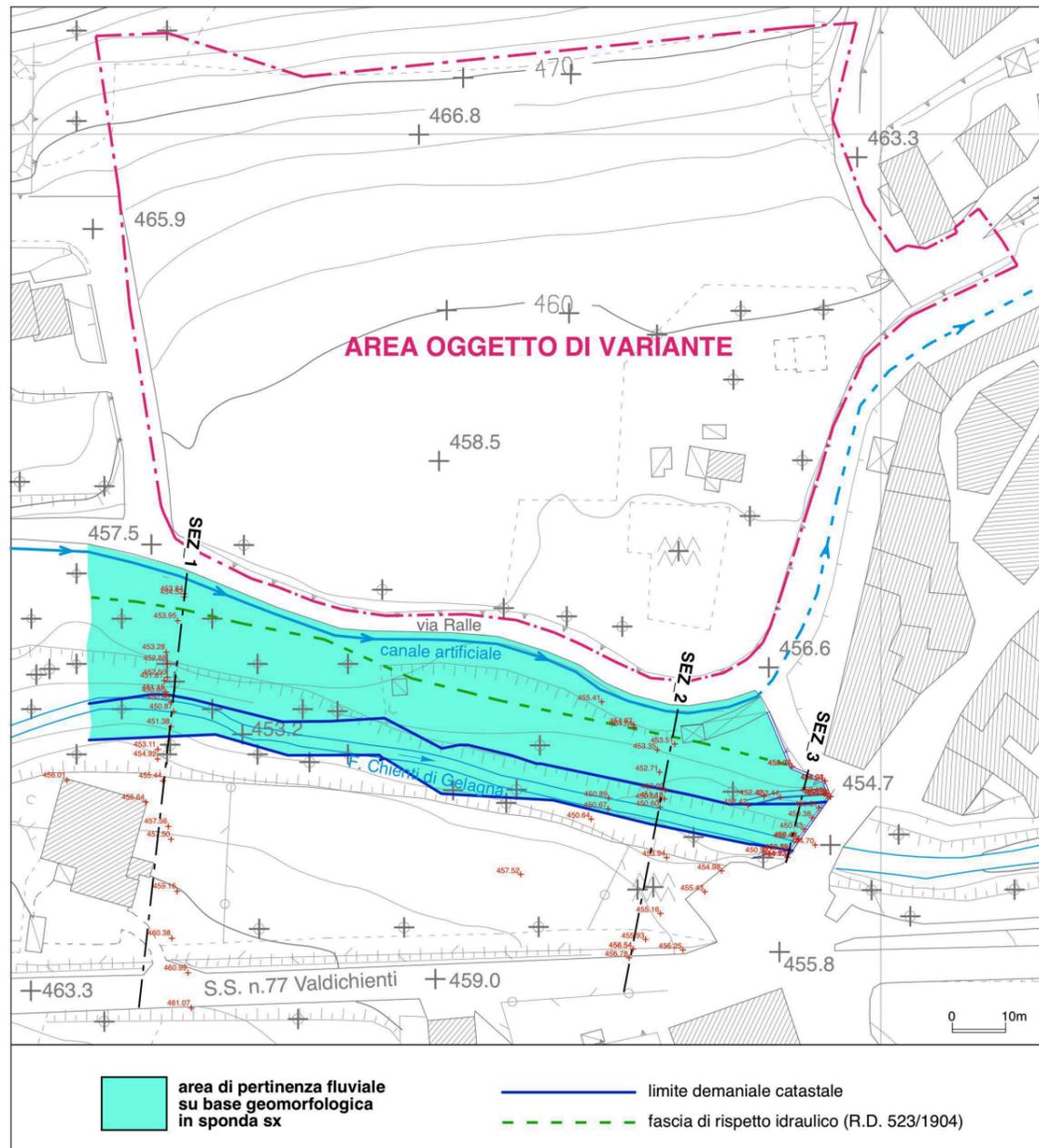


Fig. 5.1.4 – Fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica (Verifica semplificata)

5.2 Verifica per l'Invarianza Idraulica (VCI)

Per la verifica dell'invarianza idraulica dell'intervento in oggetto si fa riferimento a quanto prescritto nel Titolo I della D.G.R. 53/2014 ai sensi dell'art.10, comma 4 della L.R. n.22/2011.

La verifica è stata svolta nel rispetto degli obiettivi d'invarianza idraulica che impone a chi effettua trasformazioni dell'uso del suolo l'onere di realizzare azioni compensative al fine di mantenere inalterata la capacità di un bacino di regolare le piene.

Si evidenzia che la verifica dell'invarianza idraulica è stata redatta rispettando le indicazioni per la classe di intervento "Significativa impermeabilizzazione potenziale", in quanto la superficie oggetto di trasformazione rispetto all'attuale è superiore ad un ettaro.

Allo stato attuale l'area di intervento, caratterizzata da un'estensione di 1,449 ettari, è quasi completamente a verde a meno di alcune coperture di strutture e accessori esistenti (sup = 92mq).

Allo stato di progetto è prevista una lottizzazione con strada, marciapiedi e n.8 lotti edificabili per i quali è stato assunto che per il massimo ingombro edificabile il lotto sia impermeabile al 100% e permeabile al 100% per la restante parte (quella non edificabile).

Dalle Figure 5.2.1 e 5.2.2 allegate è possibile osservare le trasformazioni dell'uso del suolo dallo stato attuale a quello finale di progetto, come riassunto nelle seguenti tabelle.

SITUAZIONE IDRAULICA ESISTENTE			
Superficie Fondiaria totale (mq)	Superficie impermeabile esistente (mq)	Superficie parzialmente impermeabile esistente (mq)	Superficie permeabile esistente – aree verdi (mq)
14.490	92	0	14.398

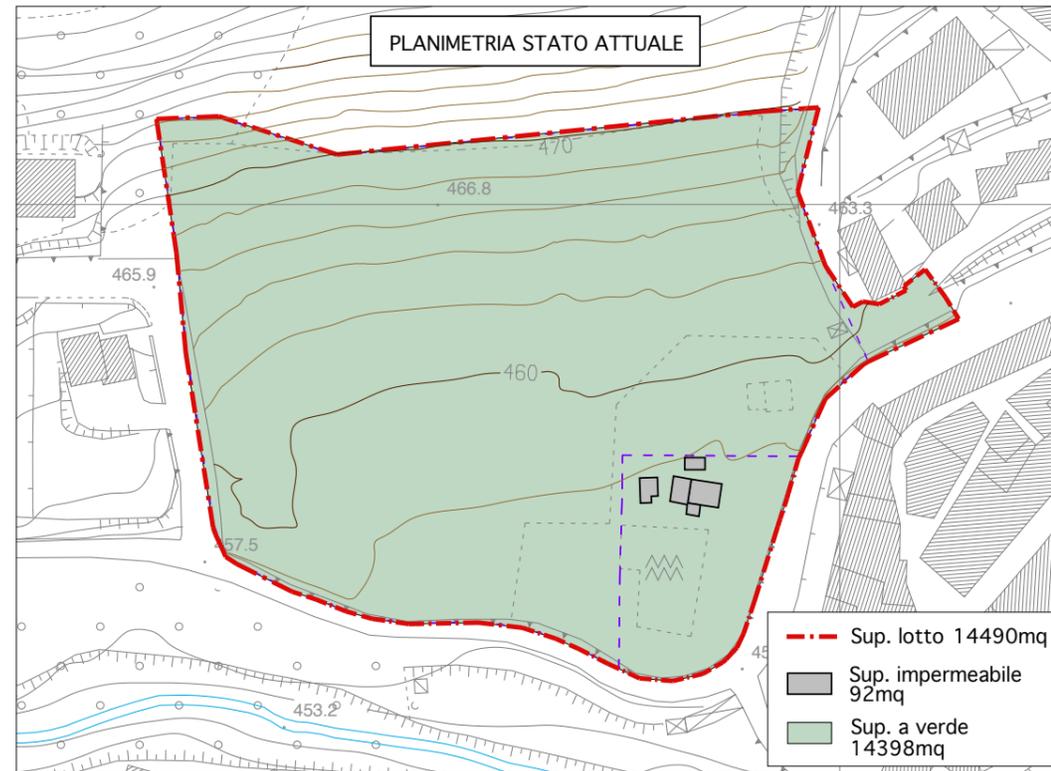


Fig. 5.2.1 – Stato attuale superfici



Fig. 5.2.2 – Stato di progetto delle superfici

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Di fatto, l'unico modo per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione del suolo da non-urbano ad urbano.

Per applicare tale principio si adotta come misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di impermeabilizzazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) il valore convenzionale:

SITUAZIONE IDRAULICA DI PROGETTO			
Superficie Fondiaria totale (mq)	Superficie impermeabile di progetto (mq)	Superficie parzialmente impermeabile esistente (mq)	Superficie permeabile di progetto (mq)
14.490	6.439	0	8.051

$$w = w^{\circ} (\emptyset / \emptyset^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P$$

essendo $w^{\circ} = 50 \text{ mc/ha}$, $\emptyset =$ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, $\emptyset^{\circ} =$ coefficiente di deflusso prima della trasformazione, $n = 0,48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali citati in letteratura – si veda ad es. Paoletti, 1996), ed I e P espressi come frazione dell'area trasformata. Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso \emptyset e \emptyset° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\emptyset^{\circ} = 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}^{\circ}$$

$$\emptyset = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

in cui *Imp* e *Per* sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati all'apice °) o dopo (se non c'è l'apice°).

In linea generale, si dovrà ritenere permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere, mentre per pavimentazioni dal carattere semi-permeabile verranno considerate per metà come superfici permeabili e per metà come impermeabili. La quota P dell'area in trasformazione è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti, dalla trasformazione.

Quindi, secondo tale approccio, adottato nelle linee guida del DGR 53 2014 della Regione Marche, il volume d'invaso per la laminazione delle piene deve avere un volume = 395 mc, come indicato nello schema di calcolo di seguito riportato (fig. 5.2.3).

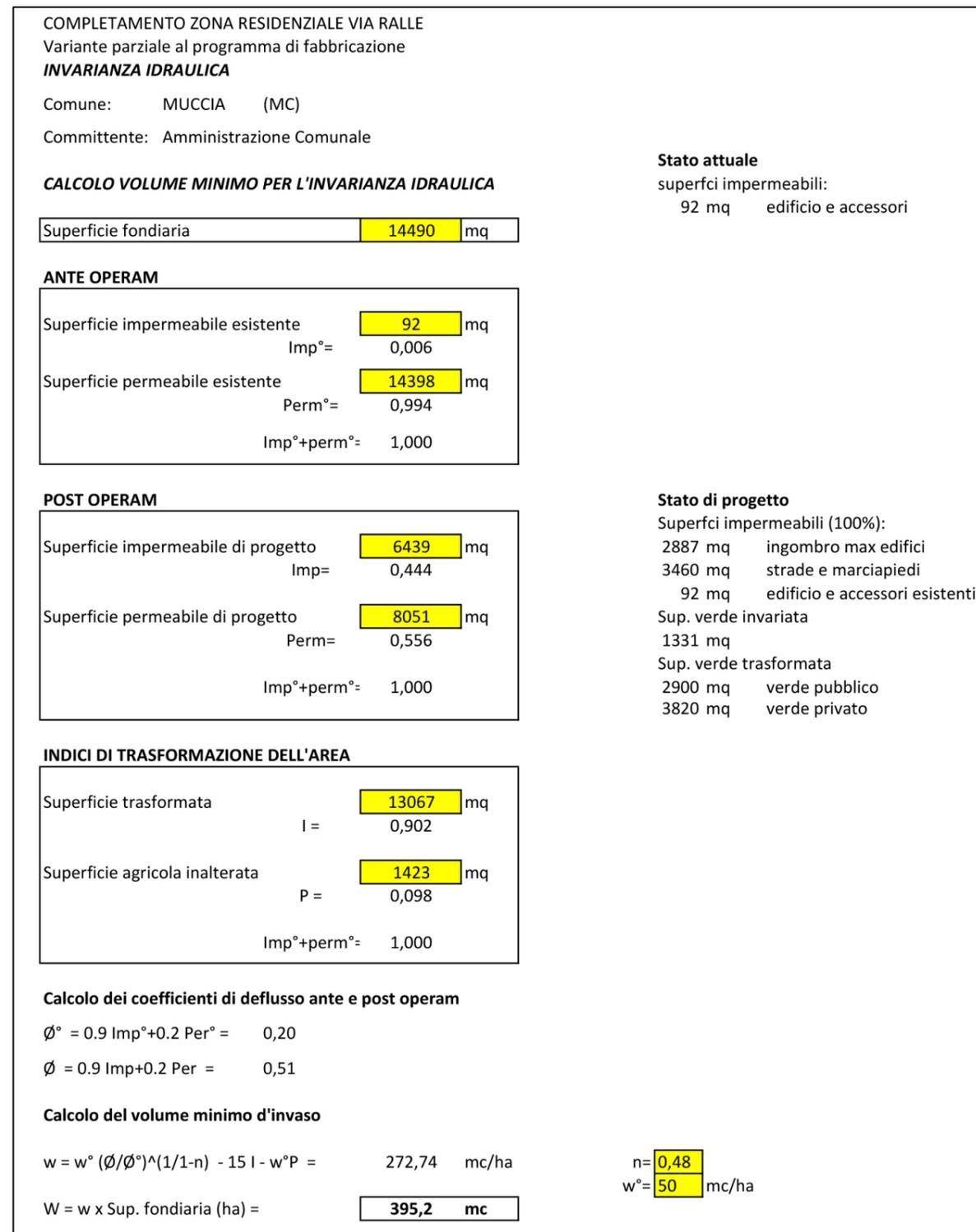


Fig. 5.2.3 – Schema di calcolo del volume minimo di invaso

Dal confronto tra le diverse soluzioni progettuali utili a garantire l'invarianza idraulica, quella che meglio si adatta al progetto dell'area di completamento, si ritiene possa essere data dal compromesso tra le seguenti strategie:

- dimensionamento dei canali di scolo delle acque stradali;
- sovradimensionamento delle fognature interne alla lottizzazione;
- realizzazione di vasche di accumulo.

Come suggerito nelle linee guida "B" -Sviluppo della verifica per l'invarianza idraulica- della DGR 53 del gennaio 2014, nel caso di impermeabilizzazioni dovute a strade, l'invarianza idraulica può essere realizzata con l'opportuno dimensionamento delle canalette di scolo laterali alla sede stradale. Per soddisfare il requisito di invarianza idraulica delle superfici stradali è però necessario prevedere almeno 1 mc di canale, per ogni 0,8mc di volume d'acqua di pertinenza stradale da laminare.

A questo primo volume si potrebbe aggiungere un secondo volume d'invaso legato al volume delle fognature in progetto (regimazione acque bianche); anche per le fognature si calcolano 0,8mc di volume disponibili per ogni mc di fognatura in progetto. A volte può essere economicamente conveniente sovradimensionare le reti fognarie piuttosto che prevedere delle apposite vasche di accumulo.

Dato il volume d'invaso ottenuto dal calcolo (395mc) è facile presumere che per soddisfare il requisito di invarianza idraulica dell'intero intervento queste prime due strategie non possano essere sufficienti. E' quindi presumibile dover prevedere comunque una o più vasche di accumulo provvisorio delle acque di pioggia. Le vasche dovranno essere in serie o comunque avere un unico punto di immissione nel corpo ricettore.

Il volume totale derivante da una o più delle strategie di intervento suggerite, dovrà essere comunque superiore a 395mc.

Avendo valutato che la superficie modificata di progetto rispetto a quella attualmente a verde (13.067mq) è superiore ad 1ha, come già detto l'intervento ricade nella classe "Significativa impermeabilizzazione potenziale". Pertanto il criterio da applicare per progettare lo scarico dei volumi di laminazione è di adottare dei sistemi

che garantiscano la conservazione della portata massima defluente dall'area di trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni. Ciò significa ammettere una portata allo scarico pari a 25,2 l/sec. Qualora il corpo ricettore sia una fognatura esistente, dovrà essere comunque valutata in sede di progetto l'effettiva capacità ricettiva del collettore.

I volumi calcolati devono quindi essere afferenti ad un manufatto di regolazione delle portate, per esempio dotato di scarico tarato, stazione di sollevamento, ecc....

Occorre precisare inoltre che il calcolo dei volumi di laminazione previsti per soddisfare i requisiti di invarianza idraulica prescindono dai calcoli idraulici per il dimensionamento della rete di regimazione delle acque di pioggia. Nella progettazione della rete di acque bianche si dovrà tener conto anche delle acque di ruscellamento provenienti dal versante a monte della lottizzazione.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE - CARTA LITOTECNICA

Le indagini eseguite sono state estese alla porzione di sottosuolo ritenuta significativa ai fini dei risultati delle stesse.

Per la ricostruzione del locale assetto litostratigrafico sono stati realizzati n° 3 sondaggi meccanici a rotazione a distruzione a secco (S1-S2-S3), spinti fino ad una profondità di circa 13,7 metri dal piano campagna.

I dati geognostici sono stati integrati con l'osservazione diretta degli affioramenti presenti in sito. Sono state inoltre utilizzate tutte i dati relativi ad indagini reperite sia nella stessa area in oggetto che in quelle adiacenti, svolte dallo scrivente studio o fornite dalla Committenza.

In particolare sono state reperite ed utilizzate le seguenti indagini, indicate nella carta litotecnica di tav. G.6 con la sigla R associata a quella dello studio di riferimento e della tipologia di indagine (S-sondaggio, p-prova penetrometrica dinamica):

- A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
- B - Geoequipe, marzo 2000
- C - Geoequipe, marzo 2004
- D - Microzonazione sismica, settembre 2012

Tutte le indagini disponibili sono ubicate nella carta litotecnica (tav. G.6), di cui si riportano in allegato le relative stratigrafie (All. A-C).

Nel corso del presente studio sono state inoltre realizzate indagini geofisiche (n.7 HVSR e n. 2 MASW) finalizzate alla caratterizzazione del sito in prospettiva sismica come richiesto dalla normativa tecnica vigente, riportate ed illustrate nell'all. B.

La carta litotecnica è stata redatta utilizzando le informazioni della carta geologica di dettaglio e dei dati geognostici a disposizione.

In particolare è stato predisposto il seguente "schema tipo" di suddivisione in unità litotecniche, valido per l'area investigata.

	Unità litotecniche		Unità litostratigrafiche
	sigla	descrizione	
UNITA' DELLA COPERTURA	1	terreno vegetale e di riporto	terreno vegetale e di riporto
	2	depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana	depositi detritici di versante e di conoide
	3	depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana	depositi alluvionali attuali e terrazzati
UNITA' DEL SUBSTRATO	4	Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree	Scaglia cinerea

Partendo dalle "unità litostratigrafiche" individuate nella carta geologica, distinte prevalentemente su base litologica, stratigrafica e genetica, si è proceduto ad una

suddivisione delle stesse in "unità litotecniche" in rapporto alle loro caratteristiche granulometriche e tecniche secondo lo schema riportato nella Circolare della Regione Marche n°14 del 28/08/1990. Le unità presenti sono stati inoltre distinte in due gruppi principali: l'uno relativo ai terreni che costituiscono le *Unita' della copertura*, l'altro a quelli che costituiscono le *Unita' del substrato*. Per quanto riguarda le unità della copertura, in relazione alla variabilità granulometrica e tessiturale che possono caratterizzare la stessa unità litostratigrafica sia in senso laterale che verticale, la suddivisione in unità litotecniche è stata effettuata sulla base del criterio della "prevalenza" di una tipologia di sedimenti (grana grossa, fine, ecc.).

Dall'esame della carta litotecnica si può notare la notevole estensione delle unità della copertura (di spessore superiore a 2,0 metri) che caratterizza l'area oggetto di studio, rappresentate da *depositi detritici di versante e di conoide a granulometria prevalentemente grossolana (2)* che si interdigitano sul fondovalle con i *depositi alluvionali terrazzati a granulometria prevalentemente grossolana (3)*.

Tali depositi poggiano in discordanza sul substrato costituito dalla formazione della *Scaglia cinerea (4)* la quale risulta sub-affiorante in corrispondenza del versante circostante l'area di progetto.

Sulla base di tutti i dati disponibili, vengono di seguito riassunte le principali caratteristiche stratigrafiche e geotecniche delle unità che interessano direttamente l'area in questione. Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni si è fatto riferimento all'elaborazione dei dati reperiti sia derivanti da prove di laboratorio che dalle prove penetrometriche disponibili, nonché tratti dalla bibliografia tecnica esistente e dall'intensa pratica locale dello scrivente studio.

Nel corso dei sondaggi realizzati sono stati inoltre prelevati n. 2 campioni rimaneggiati sottoposti a prove di identificazione granulometrica (All. A).

Si precisa che nella descrizione seguente delle unità litotecniche la sigla tra parentesi si riferisce alle relative "sottunità" definite secondo lo schema riportato nella Circolare della Regione Marche n°14/1990.

UNITA' DELLA COPERTURA

Unità 1 - Terreni di riporto

Tale unità è presente nell'area studiata in accumuli di limitata estensione areale e consistenza volumetrica, costituiti da terreni molto eterogenei a granulometria prevalentemente grossolana. Tali terreni, che rappresentano accumuli temporanei di materiali provenienti da altri siti, risultano ininfluenti ai fini progettuali e pertanto non vengono caratterizzati.

Unità 2 - Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana

Tale unità occupa la porzione centro settentrionale dell'area di progetto, corrispondente ai depositi detritici di versante e di conoide (MUSa), rappresentati principalmente da sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (**D2**) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose - **E2**) e fine/finissima (limi argillosi - **F1**), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (**F1c-E2c**). Nel complesso trattasi di terreni sciolti normalmente consolidati, da incoerenti a debolmente coerenti, di consistenza variabile in funzione della percentuale di matrice fine, per i quali si riassumono i seguenti parametri.

	Unità "2" - Depositi di versante		
	D2	E2-E2c	F1- F1c
Peso di volume - γ (g/cm ³)	1,9-1,95	1,8-1,95	1,95-2,0
Angolo di attrito - ϕ' (gradi)	28-33	26-27	21-25
Coesione - c' (Kg/cm ²)	0-0,05	0,0-0,1	0,1-0,2
Coesione non drenata - C_u (Kg/cm ²)	-	0,0-0,5	0,5-1,0
Modulo elastico (Kg/cm ²)	80-300	-	-
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	-	40-70	30-50
Numero colpi SPT equivalenti - N_{SPT}	9-30	3-6	3-5
Granulometria - % argilla	21,56	-	-
Granulometria - % limo	24,54	-	-

Granulometria - % sabbia	13,16-16,79	-	-
Granulometria - % ghiaia	40,74-62,83	-	-
Classificazione USCS	GM	SM-ML	
Densità relativa - D_r (%)	30-65	22-26	-
Velocità onde di taglio - V_s (m/sec)	300-400	250-300	250-300

Unità 2 - Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana

Tale unità, che caratterizza la porzione dell'area di progetto più depressa e prossima alla strada comunale di via Ralle, è rappresentata in prevalenza da sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie eterometriche subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (**D2**) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose - **E2**) e fine/finissima (limi argillosi - **F1**), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (**F1c-E2c**).

Nel complesso trattasi di terreni sciolti normalmente consolidati, da incoerenti a debolmente coerenti, di consistenza e addensamento variabile e comunque maggiore rispetto a quelli della precedente unità, per i quali si riassumono i seguenti parametri.

	Unità "3" - Depositi alluvionali		
	D2	E2-E2c	F1- F1c
Peso di volume - γ (g/cm ³)	1,8-1,9	1,95-2,0	1,95-2,1
Angolo di attrito - ϕ' (gradi)	32-35	26-30	23-25
Coesione - c' (Kg/cm ²)	0	0,0-0,1	0,1-0,15
Coesione non drenata - C_u (Kg/cm ²)	-	0,0-0,6	0,5-1,2
Modulo elastico (Kg/cm ²)	250-500	30-140	-
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	-	-	30-70
Numero colpi SPT equivalenti - N_{SPT}	27-60	5-15	4-10
Densità relativa - D_r (%)	60->85	25-40	20-30
Velocità onde di taglio - V_s (m/sec)	300-400	250-300	250-300

UNITA' DEL SUBSTRATO

Unità 7 - Formazione della Scaglia Cinerea

La formazione della scaglia cinerea è rappresentata da una “*successione con alternanza di litotipi diversi*” (Aquitano p.p. - Priaboniano p.p.) costituita da alternanze di marne calcaree, marne e marne argillose e calcari marnosi (**B3**) con intercalazioni calcarenitiche, in strati sottili e medi talora obliterati da un diffuso clivaggio (**B3s**). Trattasi di materiali litoidi prevalentemente marnosi e/o calcareo-marnosi. Da un punto di vista geotecnico, il loro comportamento meccanico può essere paragonato a quello di una roccia lapidea “tenera”, con valori di resistenza alla compressione semplice (σ_f) relativa alla parte marnosa dell'ordine 10-30 Kg/cm². Tali valori decadono però notevolmente in corrispondenza della fascia di alterazione superficiale caratterizzata da un elevato grado di alterazione e fratturazione che le conferisce, localmente, un comportamento simile a quello di un materiale granulare incoerente. I parametri di riferimento per la porzione di formazione prevalentemente marnoso-calcareo possono essere così riassunti.

	Unità “7” - scaglia cinerea	
	formazione integra	formazione molto alterata e fratturata
Peso di volume - γ (g/cm ³)	2,1-2,3	1,8-2,1
Angolo di attrito - ϕ' (gradi)	-	27-34
Coesione - c' (Kg/cm ²)	-	0,1-0,3
Max resist. compress - σ_f (Kg/cm ²)	10-30 (marne) 50-400(calcarì)	-
Coesione non drenata - C_u (Kg/cm ²)		1,5-4,0
Modulo elastico (Kg/cm ²)	-	-
Modulo edometrico (Kg/cm ²)	-	100-300
Numero colpi SPT equivalenti - N_{SPT}	-	35-65
Densità relativa - D_r (%)	-	-
Velocità onde di taglio - V_s (m/sec)	> 800	300-800

Nelle sezioni litotecniche A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' riportate nelle tavv. G.7a-e, vengono schematizzati i rapporti tra le varie unità litotecniche ricostruiti sulla base dei rilievi eseguiti e dei dati delle indagini geognostiche. In generale si osserva in senso trasversale alla valle il passaggio per interdigitazione dai depositi detritici ubicati alla base del versante, alle alluvioni terrazzate del fondovalle, queste ultime generalmente caratterizzate da un progressivo aumento dello spessore procedendo verso l'asse vallivo. I fenomeni di interdigitazione ipotizzati e pertanto semplicemente schematizzati nella sezioni litotecniche, derivano dall'alternarsi dei processi di versante, di prevalente accumulo, con quelli di erosione e sedimentazione tipicamente alluvionali. Nelle indagini geognostiche realizzate è stato raggiunto il substrato ad una profondità variabile tra 11,1m (S2) e 11,8 m (S1) da p.c. attuale, che risulta anche sub-affiorante in corrispondenza del versante a nord-ovest dell'area. Da valutazioni di carattere morfostratigrafico e sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche e da quelle geofisiche realizzate, lo spessore massimo dei depositi alluvionali terrazzati nell'area oggetto di variante può risultare dell'ordine dei 14-16m.

7. IDROGEOLOGIA

In tav. G.5 viene riportata la carta idrogeologica dell'area oggetto di variante e di un suo intorno significativo.

Le unità litostratigrafiche presenti sono state distinte facendo riferimento ad una classificazione in complessi idrogeologici in relazione al “*grado di permeabilità relativa*” generalmente utilizzata per le indagini geologiche di 1° fase di adeguamento dei P.R.G.:

- *unità a permeabilità variabile generalmente bassa (classe 1)*: depositi colluviali e accumuli di frana (MUSb2-MUSa1 – Olocene) di natura prevalentemente limoso-sabbiosa e/o argillosa. Tali depositi presentano una permeabilità per porosità primaria generalmente bassa, anche se localmente il grado di permeabilità può notevolmente

aumentare in corrispondenza di zone a maggiore componente sabbiosa. Possono essere sede di una circolazione idrica sotterranea limitata e discontinua. Tale unità non interessa tuttavia l'area di progetto, essendo presente solo in dx idrografica del fiume Chienti.

- unità a permeabilità variabile generalmente alta (classe 2): depositi detritici di versante e di conoide, accumuli di frana (MUSa-MUSa1 - Olocene), di natura prevalentemente ghiaioso-limoso. Tali depositi presentano una permeabilità per porosità primaria generalmente medio-alta in relazione al contenuto di materiali grossolani ed alla tipologia ed abbondanza della matrice fine interstiziale. Possono pertanto essere sede di una circolazione idrica sotterranea anche cospicua, condizionata dal loro assetto morfostratigrafico.

- unità a permeabilità medio-alta (classe 5 → 6): depositi alluvionali attuali e terrazzati (MUSb-MT1bn – Olocene-Pleistocene sup.), di natura prevalentemente ghiaiosa in matrice limoso-sabbiosa. Tali depositi presentano una permeabilità per porosità primaria generalmente media tendente ad elevata in relazione al contenuto di materiali grossolani ed alla tipologia ed abbondanza della matrice fine interstiziale. Costituiscono pertanto l'acquifero della falda di subalveo del F. Chienti.

- unità a permeabilità molto bassa (classe 3): formazione della scaglia cinerea (SCC – Priaboniano p.p.-Aquitano p.p.) costituita prevalentemente da alternanze in strati sottili di marne calcaree e marne argillose e, subordinatamente, di calcari marnosi e calcari detritici. Tale formazione è pertanto caratterizzata da una permeabilità di insieme molto bassa ("acquiclude") per la prevalenza e continuità degli strati marnoso-argillosi anche se il grado di permeabilità può notevolmente aumentare in corrispondenza delle zone maggiormente alterate e fratturate e/o con prevalenza delle intercalazioni calcaree e calcareo detritiche (permeabilità secondaria per fratturazione).

Pertanto, in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti ed al loro assetto stratigrafico ricostruito sulla base dei rilievi e delle indagini geognostiche, esistono condizioni favorevoli all'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea

all'interno delle unità della copertura, di entità e continuità molto variabili in relazione alla granulometria prevalente.

All'interno dei depositi alluvionali del fondovalle a granulometria più grossolana, esistono le condizioni favorevoli all'instaurarsi di una circolazione abbondante e diffusa tale da costituire una vera e propria falda di subalveo. Tale falda potrà risultare principalmente di tipo freatico anche se non si esclude la possibilità dell'instaurarsi di locali condizioni di "artesianità" in relazione alla posizione stratigrafica, spessore e continuità laterale delle intercalazioni più fini.

Il sondaggio realizzato S3 è stato attrezzato come piezometro a tubo aperto in cui sono state eseguite le misurazioni del livello piezometrico riportate nella tabella seguente.

Data misura	Profondità in m dal p.c.
21/10/2015	8,53
26/10/2015	8,60
04/11/2015	8,54

Dai rilievi effettuati nell'area di progetto ed in un suo intorno significativo non è stata evidenziata la presenza di altri punti d'acqua significativi quali pozzi e/o sorgenti captate, a qualsiasi uso adibiti (irriguo, idropotabile).

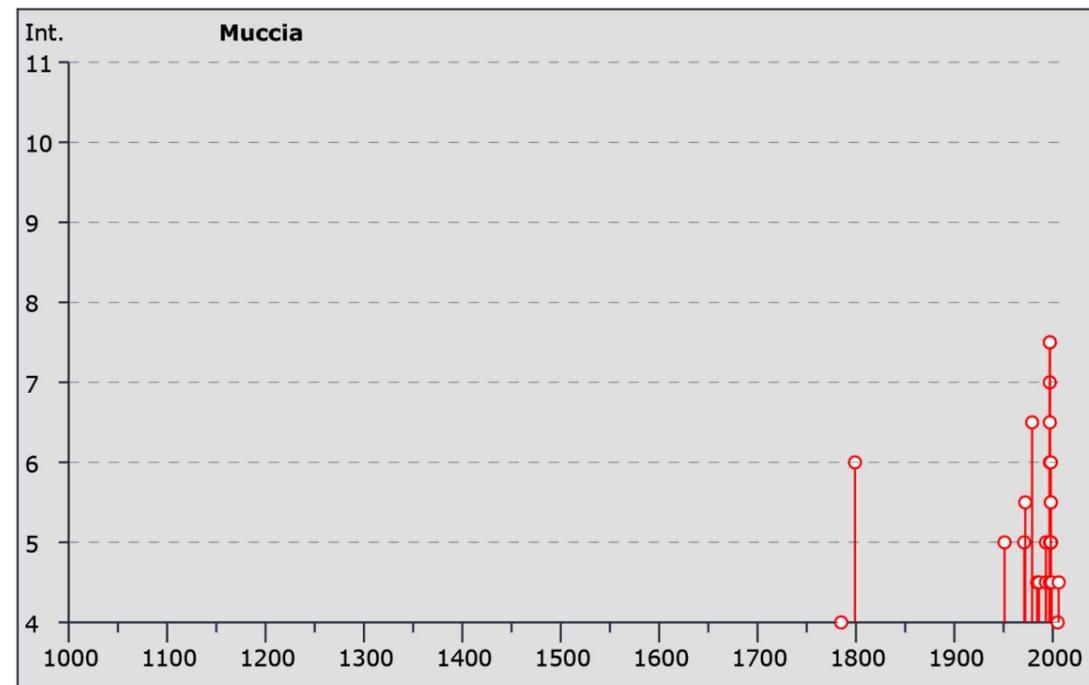
Nelle sezioni litotecniche (tavv. G.7a÷e) è stato ipotizzato il livello di falda sulla base dei dati disponibili da cui si può anche osservare che lo stesso risulta a quota inferiore rispetto a quella dell'alveo attuale del F. Chienti. Nel tratto studiato pertanto la falda di subalveo è alimentata sia dal corso d'acqua che dalla circolazione idrica all'interno dei depositi detritici di versante e di conoide.

L'assenza di dati piezometrici sufficientemente distribuiti nell'area oggetto di studio non ha consentito la ricostruzione della morfologia della falda sottostante l'area in questione (iso-piezometriche). Tuttavia nella carta idrogeologica sono state indicate le principali direzioni di deflusso ipotizzate sulla base dei dati disponibili.

8. SISMICITA' DELL'AREA - CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

8.1 - Sismicità storica e normativa

Il territorio comunale di Muccia ricade all'interno della zona sismogenetica 47, caratterizzata nel complesso da numerosi eventi sismici di intensità uguale o maggiore a IX (MCS). Nel catalogo del database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI11) a cura dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sono presenti 31 osservazioni relative al sito di Muccia, di cui nessuna di grado superiore al VIII grado MCS. Gli eventi principali corrispondono al terremoto del 1799 (6 MCS) con area epicentrale nel camerinese ed alla sequenza sismica Umbria-Marche del 1997 (7-8 MCS).



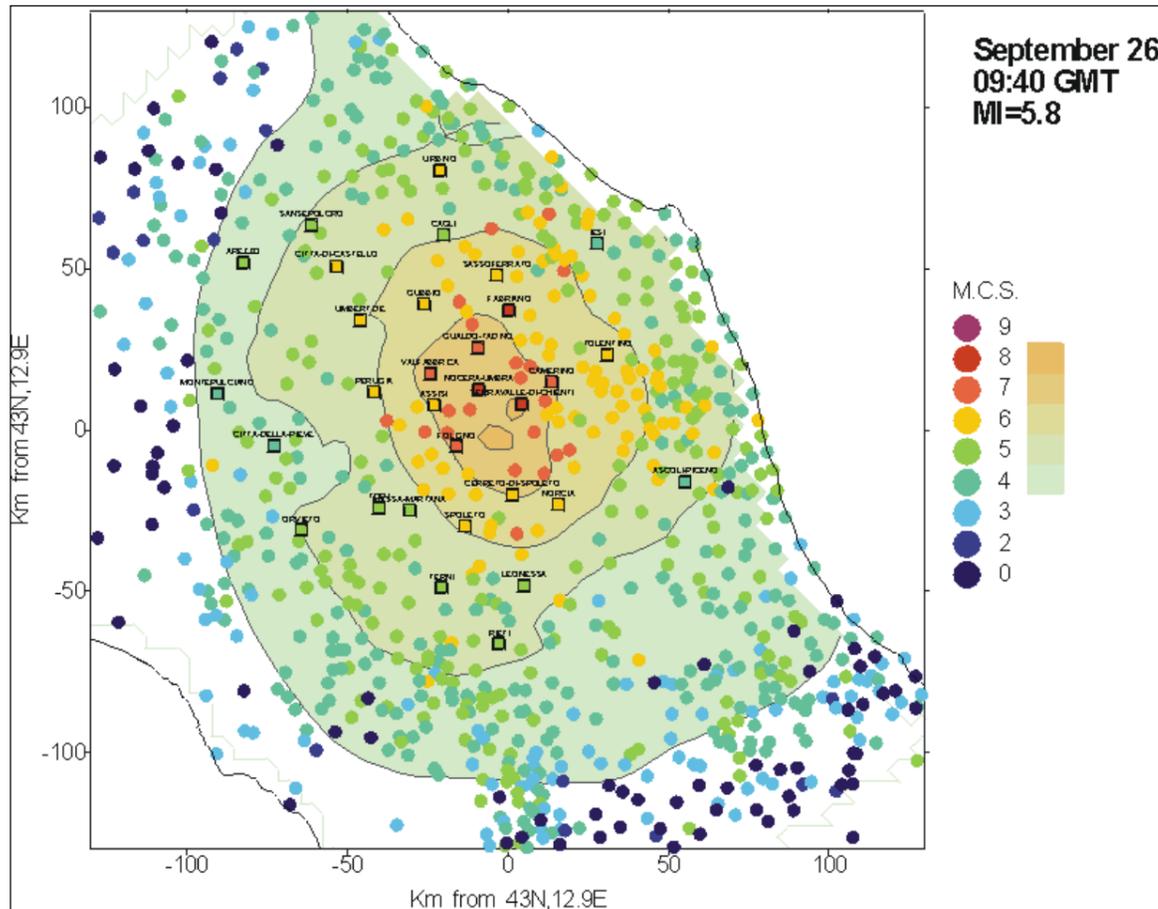
Storia sismica di Muccia [43.081, 13.043]

Numero di eventi: 31

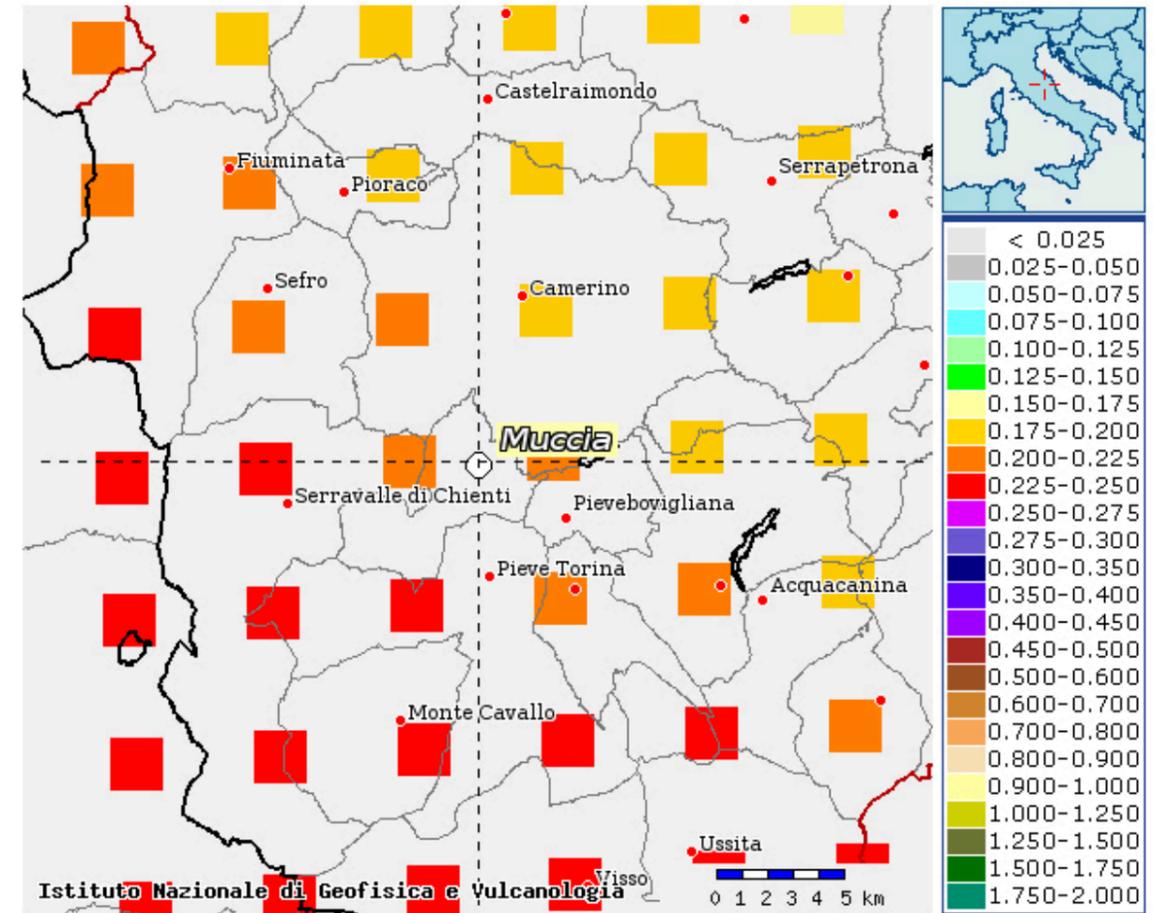
Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1785 05 03 02:30	Alta valle del Chienti	11	7 5.14 ±0.34
6	1799 07 28 22:05	Appennino marchigiano	71	9 6.13 ±0.17
5	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7 5.30 ±0.14
5	1971 10 04 16:43	NORCIA	43	4.99 ±0.16
5-6	1972 11 26 16:03	MONTEFORTINO	73	8 5.38 ±0.18
6-7	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
4-5	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7 5.65 ±0.09
4-5	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6 4.65 ±0.09
4-5	1993 06 04 21:36	Nocera Umbra	90	5-6 4.50 ±0.13
5	1993 06 05 19:16	GUALDO TADINO	326	6 4.74 ±0.09
NF	1997 07 15 08:51	Appennino umbro-marchigiano	22	4-5 3.69 ±0.21
7	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09
6	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
7-8	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490	5.25 ±0.09
7-8	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437	5.46 ±0.09
6-7	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
5	1997 10 23 08:58	Appennino umbro-marchigiano	56	4.31 ±0.25
4-5	1997 11 09 19:07	Appennino umbro-marchigiano	180	5-6 4.90 ±0.09
6	1998 02 07 00:59	Appennino umbro-marchigiano	62	5-6 4.43 ±0.09
5	1998 02 16 13:45	Appennino umbro-marchigiano	33	5 4.03 ±0.19
5	1998 03 21 16:45	Appennino umbro-marchigiano	141	6 5.03 ±0.09
5-6	1998 03 26 16:26	Appennino umbro-marchigiano	408	6 5.29 ±0.09
5	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6 4.81 ±0.09
3-4	1998 06 01 13:57	Appennino umbro-marchigiano	23	5 4.29 ±0.18
5-6	1998 06 02 23:11	Appennino umbro-marchigiano	83	5-6 4.28 ±0.09
4-5	1998 08 11 05:22	Appennino umbro-marchigiano	24	5-6 4.53 ±0.41
4-5	1999 11 29 03:20	APPENNINO CENTRALE	62	5-6 4.38 ±0.13
NF	2004 12 09 02:44	Zona Teramo	224	5-6 4.18 ±0.09
3-4	2005 04 12 00:31	Maceratese	137	4-5 4.16 ±0.14
4	2005 12 15 13:28	Valle del Topino	361	5-6 4.66 ±0.09
4-5	2006 04 10 19:03	Maceratese	211	5 4.51 ±0.10

Si riporta di seguito l'immagine dei risentimenti legati alla scossa del 26 settembre delle 11.40 locali, appartenente alla più recente crisi sismica che ha interessato il

comune di Muccia e gran parte dell'area umbro-marchigiana, da cui si evidenzia per l'area investigata una intensità osservata superiore a 7,0 MCS.



Si riporta di seguito uno stralcio per l'area di Muccia della “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressa in termini di “*accelerazione massima del suolo - a(g)*”, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tratto da: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).



Ai sensi della normativa sismica attualmente vigente (DM 14/01/2008) il territorio del Comune di Muccia risulta attualmente classificato in “**zona sismica 1**” (D.G.R. n.1046 del 29/07/2003 - Ordinanza PCM n.3274/2003).

8.2 – Studi di microzonazione sismica esistenti

A seguito degli eventi sismici del Settembre 1997, a cura della Regione Marche è stata condotta una campagna di studi di microzonazione sismica speditiva su varie località del territorio regionale, che hanno interessato anche il nucleo abitato di Muccia Capoluogo. Tali studi sono stati redatti sulla base del “*Rapporto conclusivo sulla valutazione degli effetti di amplificazione dinamica locale delle località campione più*

danneggiate dalla sequenza di terremoti dell'Umbria-Marche 1997-1998 (Progetto congiunto CNR/GNDT-IRRS – SSN – Regioni Marche e Umbria, maggio 1998).

Recentemente il territorio comunale di Muccia è stato oggetto di Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 redatti nel 2012 a cura del Dr. Geol. Anibaldi Andrea, con la finalità di individuare e caratterizzare delle zone qualitativamente omogenee in prospettiva sismica, distinguendo tra zone stabili, zone stabili suscettibili di amplificazione locale e zone soggette a instabilità (frane, rotture della superficie per faglie e liquefazioni dinamiche del terreno). Tali studi sono disciplinati dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 13 novembre 2010 N. 3907, "Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77" e della D.G.R. 05.07.2011 n. 967, che disciplina i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, di cui la Microzonazione è una componente fondamentale. Lo studio di microzonazione si è basato principalmente sulla raccolta di dati preesistenti, successivamente elaborati per suddividere il territorio in microzone a comportamento sismico omogeneo (MOPS). Esso costituisce pertanto uno studio propedeutico per affrontare i successivi livelli di approfondimento. Sulla base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici raccolti, è stata elaborata la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) in cui si riportano le condizioni locali del territorio investigato che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso, o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Nella figure seguenti (figg. 8.2.1-8.2.2-8.2.3) si riporta uno stralcio di tale elaborato riferito all'area oggetto di variante, da cui si osserva che la stessa rientra tra quelle "stabili suscettibili di amplificazione locale".

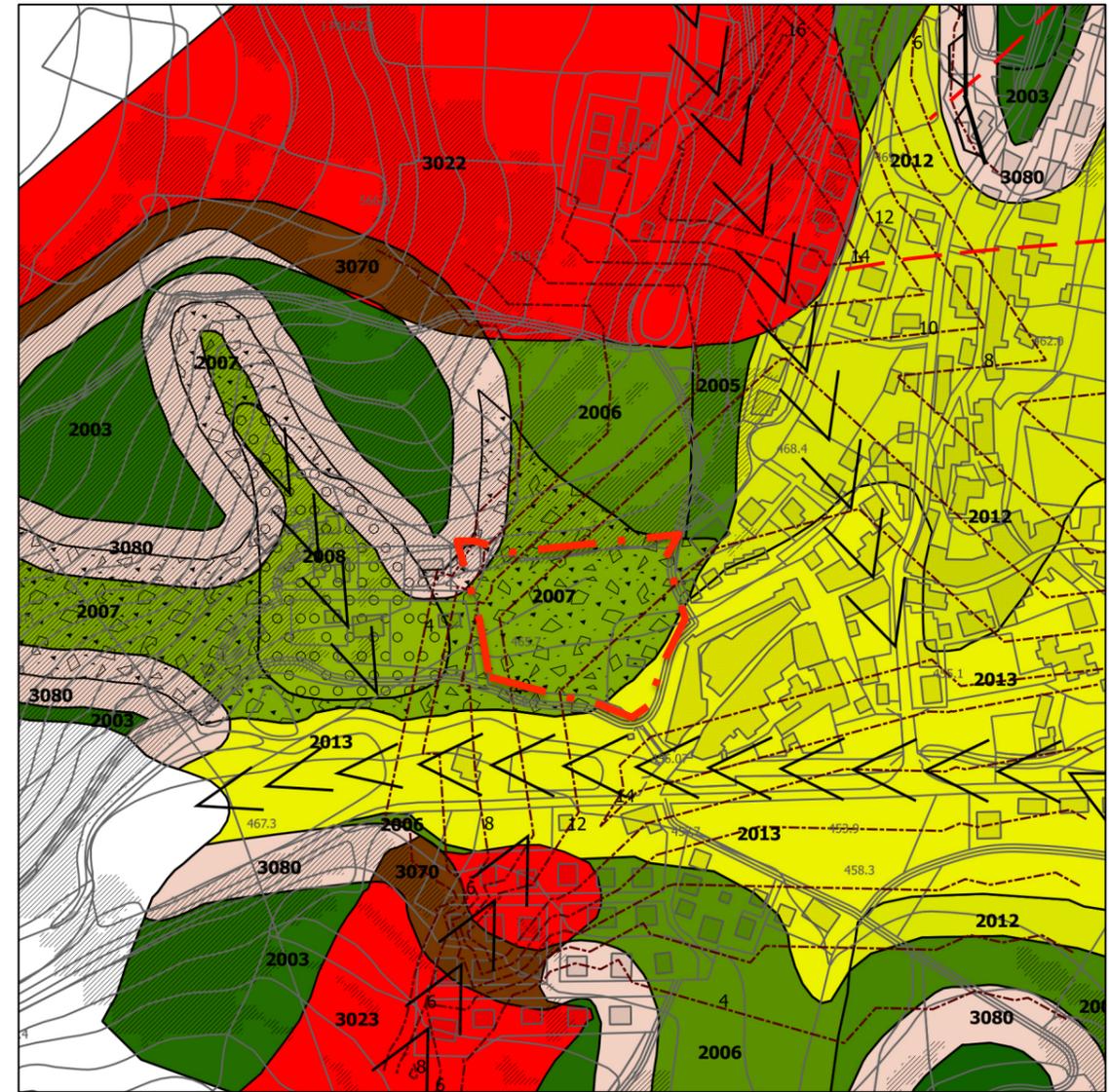


Fig. 8.2.1 – Stralcio Carta MOPS – (Microzonazione sismica 1°liv. (Anibaldi, 2012)

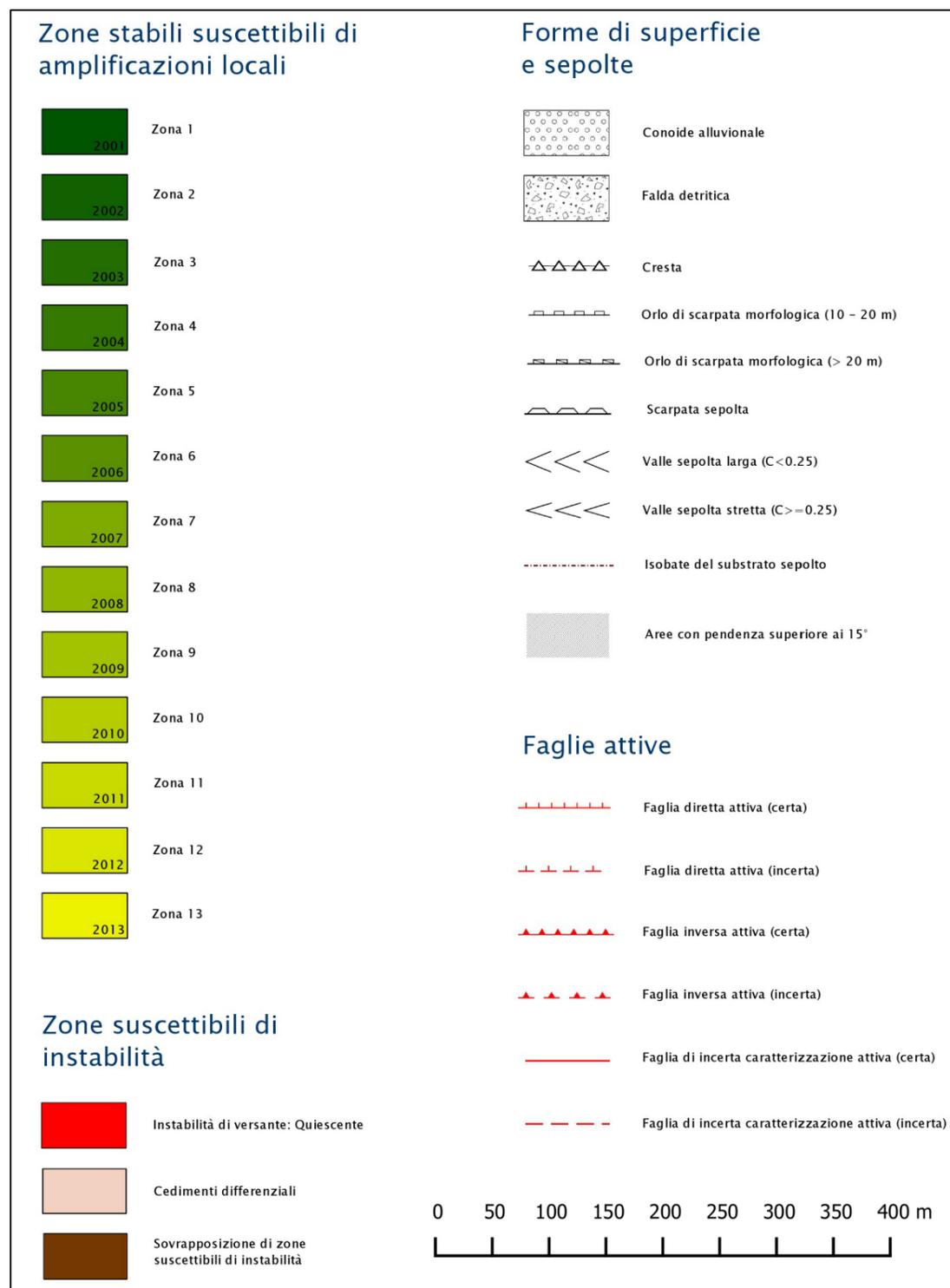


Fig. 8.2.2 – Legenda Carta MOPS – (Microzonazione sismica 1°liv. Anibaldi, 2012)

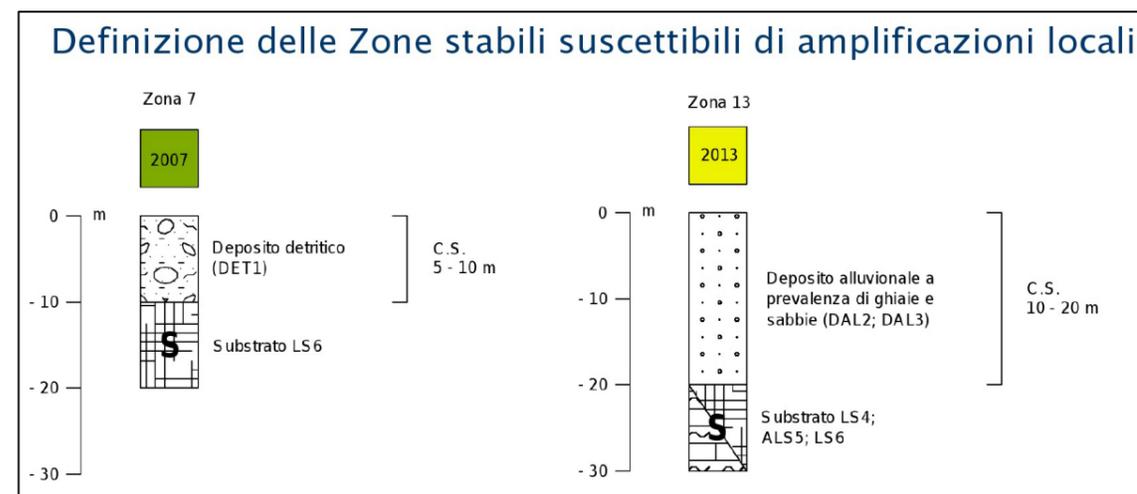


Fig. 8.2.3 – Zone suscettibili di amplificazioni locali presenti nell'area oggetto di variante – (Microzonazione sismica 1°liv. - Anibaldi, 2012)

Nello studio in seguito alla stesura della carta delle MOPS è stato anche effettuato un confronto tra le zone a comportamento più pericoloso in caso di sisma e quelle maggiormente colpite, in termini di danni alle strutture, dagli eventi sismici che hanno interessato la zona di Muccia (Terremoto Umbria-Marche, 1997-1998). È stata infatti riscontrata una buona corrispondenza tra le zone maggiormente danneggiate in passato e quelle risultanti più a rischio, corrispondenti tra l'altro alle zone suscettibili di amplificazioni locali perché ricoperte da uno spessore considerevole di depositi alluvionali (Zona 13) o detritico-colluviali (Zona 7) poggianti al di sopra di un substrato geologico stratificato.

8.3 – Scenari di pericolosità sismica locale (Circ. Regione Marche 12-14/1990)

La normativa attuale relativa ai contenuti delle indagini geologiche per la redazione dei piani urbanistici e loro varianti prevede l'analisi degli scenari di pericolosità sismica individuati secondo le indicazioni dettate dalle Circolari della Regione Marche n°12 e n°14 del 1990, di norma integrate con quelle riportate nel "Manuale per il rilevamento e l'identificazione delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali"

redatto per l'espletamento delle indagini urgenti di microzonazione sismica dalla Regione Marche e dal "Rapporto conclusivo sulla valutazione degli effetti di amplificazione dinamica locale delle località campione più danneggiate dalla sequenza di terremoti dell'Umbria - Marche 1997-1998", a cura del CNR/GNDT - IRRS e del SSN.

L'elaborato risultante rappresenta la sintesi dei dati forniti dai rilievi geologici e geomorfologici e dalla carta litotecnica, evidenziando, le situazioni o scenari morfostratigrafici suscettibili di fenomeni di instabilità o di amplificazioni dinamiche presenti nell'area, tali cioè da poter provocare oscillazioni del terremoto atteso attorno ad un valore medio di riferimento.

In altre parole individua quelle situazioni locali in cui particolari condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, significativamente diverse dallo standard, possono concorrere a produrre aumenti significativi del livello base di rischio sismico previsto nell'area e, quindi, la possibilità che si verifichi un aumento dei danni attesi in caso di sisma.

Nella tabella seguente vengono riassunti gli scenari di pericolosità.

<i>Tipologia delle situazioni morfostratigrafiche</i>		<i>Possibili effetti in caso di terremoto</i>
E1	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	<i>Accentuazione ed evoluzione dei fenomeni di instabilità in atto, quiescenti o potenziali dovuti ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici</i>
E2	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
E3	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana	
E4	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti	<i>Cedimenti diffusi del terreno in concomitanza di stress dinamici in relazione alle scadenti caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione, amplificazione del moto del suolo</i>
E5	Zona di bordo e ciglio di scarpata H>10m	<i>Arretramento della scarpata per fenomeni di ribaltamento e/o distacchi di blocchi</i>
E6	Zona di cresta rocciosa, cocuzzolo	<i>Amplificazione diffusa del moto del suolo connessa con la focalizzazione delle onde sismiche lungo pendii obliqui</i>
E7	Zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti	<i>Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra</i>

E8	Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione	<i>substrato e copertura, cedimenti collegati a particolari caratteristiche meccaniche dei terreni</i>
E9	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	<i>Amplificazioni differenziali del moto del suolo e/o cedimenti differenziali del terreno dovuti alla presenza di terreni di fondazione con resistenza e deformabilità non uniformi</i>

Così come riportato nella "carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale" (tav. G.8), l'area di progetto ricade nelle tipologie di situazione (**E7**) – (**E8**).

9. VERIFICHE ANALITICHE DI STABILITA'

Le verifiche analitiche di stabilità vengono eseguite in tutte quelle situazioni di versante interferenti con le aree oggetto di nuova urbanizzazione in cui non sono stati evidenziati fenomeni di instabilità ma che presentano particolari caratteristiche morfostratigrafiche e di acclività potenzialmente predisponenti a tali fenomeni. Le verifiche hanno pertanto lo scopo di stimare le condizioni di sicurezza del versante allo stato attuale, valutando sulla base dei risultati ottenuti lo scostamento delle condizioni analizzate da quelle che determinano l'equilibrio limite indirizzando e/o condizionando i futuri interventi di urbanizzazione.

Per l'area in oggetto l'area in oggetto è stata eseguita la verifica analitica di stabilità lungo una sezione ritenuta significativa (sez. B-B' - tav. G.7b).

Le verifiche di stabilità sono state eseguite mediante il programma di calcolo STAP v.11-2009 (Aztec Informatica), che consente di modellare pendii multistrato con una grande varietà di geometrie, condizioni idrauliche e forze esterne, utilizzando diversi metodi di analisi. Tali verifiche analitiche sono state condotte utilizzando il metodo pseudo-statico di *Janbu semplificato*, applicato a generiche superfici di forma circolare, in quanto non ci sono evidenze di corpi di frana attivi o quiescenti, per i quali ricostruire il cinematismo e la geometria. Quindi, seppur con le limitazioni derivanti da un'analisi di tipo bidimensionale, sono state esaminate le superfici di scorrimento

cinematicamente possibili coinvolgenti l'area di studio, in numero tale da individuare la superficie caratterizzata dal coefficiente di sicurezza (F) più basso (superficie critica).

Come precedentemente indicato, le verifiche sono state condotte sulla sezione più rappresentativa del pendio allo stato attuale, applicando le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14 gennaio 2008).

Come previsto da tale normativa la verifica di stabilità globale viene effettuata secondo l'Approccio 1 considerando la Combinazione 2 (A2+M2+R2). Quindi sono stati attribuiti i coefficienti parziali per le azioni agenti A2 ed i coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni M2, sia in condizioni statiche che sismiche.

I parametri introdotti nel modello per effettuare l'analisi sismica sono quelli riferiti ad un tempo di ritorno di 475 anni, previsto per la SLV (salvaguardia della vita), ottenuto considerando una vita nominale $V_n=50$ anni ed una classe d'uso II ($C_u=1,0$).

In base alle coordinate geografiche dell'area analizzata, per il tempo di ritorno considerato, sono stati determinati i seguenti parametri sismici:

- a_g *accelerazione massima orizzontale al sito*
- F_0 *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale*
- T_c^* *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*

Questi parametri che definiscono l'azione sismica derivano dalla media pesata di quelli corrispondenti ai quattro vertici della maglia contenente l'area interessata riportate nell'allegato B al DM 14 gennaio 2008.

Per definire l'azione sismica di progetto, che tenga anche conto della risposta sismica locale, è stato necessario introdurre nell'analisi i coefficienti stratigrafico (Ss) e topografico (St) in funzione della categoria di suolo e della conformazione morfologica che caratterizzano il sito oggetto di verifica.

Nei metodi pseudo-statici le azioni sismiche, variabili nel tempo e nello spazio, sono trasformate in azioni statiche equivalenti:

- coefficiente sismico orizzontale

$$K_h = 0.5 \cdot S_s \cdot S_t \cdot a_g \cdot W$$

- coefficiente sismico verticale

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

La verifica di stabilità essendo una verifica allo SLU deve rispettare la condizione che il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione deve essere inferiore o uguale al valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (R). Poiché il grado di sicurezza, nel caso della stabilità globale, è quello ritenuto accettabile dal progettista sulla base del grado di conoscenza del sito, si è imposto un fattore di sicurezza minimo di progetto pari a 1,1, in accordo anche l'Eurocodice 7 (EC7) che indica tale valore di riferimento per le verifiche allo scorrimento.

Il versante in oggetto viene analizzato allo stato attuale, senza interventi che ne modificano il profilo, e per i quali non sono rilevabili fenomeni di dissesto gravitativo pregressi o in atto, effettuando una modellazione geotecnica del pendio mediante una caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica del sito effettuata sulla base di tutti i dati disponibili.

Per il sito in questione sono stati assunti i seguenti dati di input:

- caratteristiche geotecniche dei terreni

	peso di volume γ (Kg/m ³)	angolo di attrito ϕ' (gradi)	coesione c' (Kg/cm ²)
<i>Depositi detritici di versante</i>	1900	31	0,05
<i>Depositi alluvionali</i>	1850	34	0

- caratteristiche idrogeologiche: non è stata considerata nel calcolo la presenza della falda in quanto i depositi detritici di versante sono sede di una circolazione idrica sotterranea generalmente concentrata al passaggio stratigrafico con il substrato e pertanto trascurabile ai fini della verifica globale di stabilità,

- azione sismica:

	latitudine	longitudine
<i>Ubicazione del sito</i>	43°,082509	13°,041704
<i>Accelerazione massima orizzontale al sito ($a_g - m/sec^2$)</i>	0,22	

<i>Massimo fattore di amplificazione spettro orizzontale (F0)</i>	2,425
<i>Periodo inizio tratto spettro a velocità costante (Tc*)</i>	0,322

- risposta sismica locale:

<i>Amplificazione stratigrafica:</i> - categoria sottosuolo - coefficiente Ss	B 1,19
<i>Amplificazione topografica:</i> - categoria topografica - coefficiente St	T2 1,00

Tutti i dati di input e output e di risultati della verifica di stabilità eseguita vengono riportati nell'Allegato E.

Nella duplice analisi, si è ricercata la superficie di scorrimento critica associata al coefficiente di sicurezza minimo tra tutti quelli ottenuti analizzando una serie di superfici caratterizzate da un range di centri di rotazione e da un range di raggi, opportunamente imposti. Sono state analizzate complessivamente più di 7000 superfici.

I calcoli effettuati sia in condizioni statiche che sismiche (SLU – tempo di ritorno 475 anni), hanno sempre fornito valori del coefficiente di sicurezza (F) superiori alle condizioni di equilibrio limite (F=1,0). In particolare l'analisi ha fornito valori minimi pari a F=1,39 in condizioni statiche e F=1,09 in condizioni sismiche, dati che soddisfano quelli minimi di progetto imposti a riferimento nel presente studio (F = 1,1).

10. STABILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Con il termine liquefazione si intendono i fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazione plastiche in terreni saturi,

prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. I fenomeni di liquefazione interessano generalmente depositi sabbiosi saturi e dipendono principalmente da:

- proprietà geotecniche dei terreni,
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata,
- genesi e storia geologica dei terreni.

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Le NTC 2008 richiedono in determinate condizioni una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre pertanto procedere ad

interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non interessati da tale problematica.

Le N.T.C., al punto 7.11.3.4.2, prevedono che “...la liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub- orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$...”

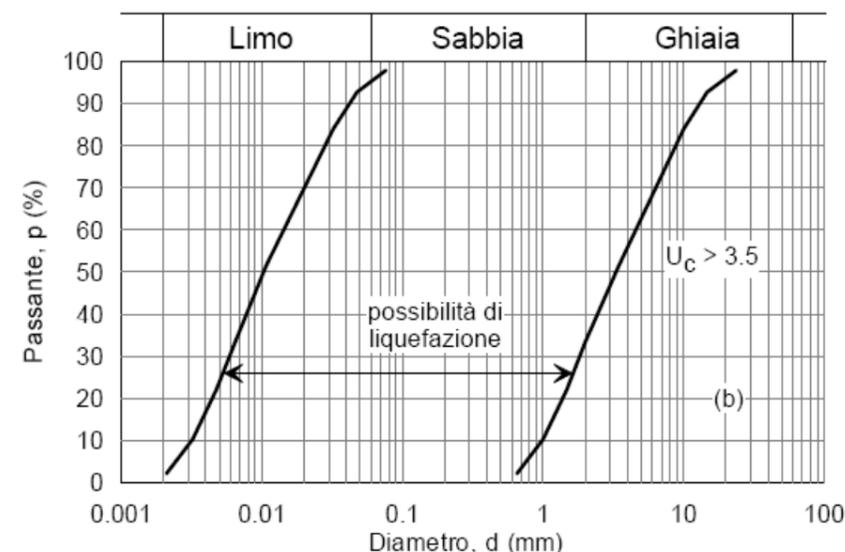
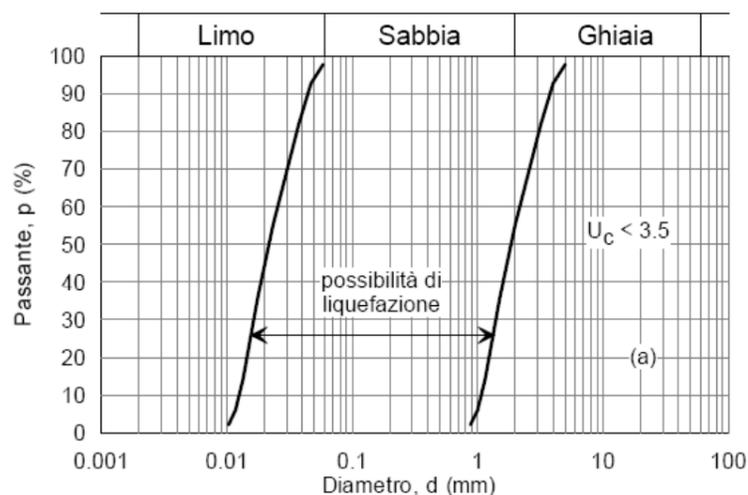


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Per la verifica della suscettibilità alla liquefazione, le NTC2008 consentono esplicitamente l'utilizzo di procedure semplificate (paragrafo 7.11.3.4.3):...“La verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza (FS) viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione (CRR Cyclic Resistance Ratio) e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto (CSR Cyclic Stress Ratio)”....

Applicando la check-list proposta dalle NTC2008 per il sito oggetto di studio, si osserva quanto segue:

1. gli eventi sismici attesi risultano di magnitudo superiore a 5.0. Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 dell'INGV, la zona oggetto di studio ricade infatti nella zona 919 a cui è associata una magnitudo massima attesa $MW_{max} > 5$.
2. le accelerazioni massime attese al piano di campagna sono superiori a 0.1g.
3. la profondità media stagionale della falda è inferiore ai 15,0 m..
4. presenza di depositi continentali quaternari prevalentemente sabbiosi caratterizzati da una resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 < 30$ (Standard

Penetration Test). Tali terreni sono presenti in sottili orizzonti o lenti di spessore limitato (<3,0m), intercalati in sedimenti a granulometria prevalentemente grossolana.

5. per quanto riguarda la distribuzione granulometrica dei terreni indicata come critica dalle NTC2008 (Fig.7.11.1.a-b), le analisi granulometriche eseguite sui depositi ghiaioso-sabbiosi non hanno evidenziato particolari problematiche. Non si esclude tuttavia la possibilità per gli orizzonti e lenti sopra indicati di essere caratterizzati da distribuzioni granulometriche ricomprese in quelle indicate nelle NTC.

In tali condizioni idrogeologiche e granulometrico-tessiturali risulta pertanto improbabile il verificarsi di fenomeni di liquefazione.

11. CARTA DELLE VOCAZIONALITA' - INDICAZIONI E PRESCRIZIONI

La *Carta delle vocazionalità ai fini edificatori*, osservabile in tav. G.9, costituisce l'elemento di riferimento tecnico e normativo per l'area oggetto di variante. Essa costituisce il prodotto finale delle indagini condotte rappresentando la sintesi di tutti i dati acquisiti e, in particolare, di quelli a carattere geologico-stratigrafico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico.

Per la sua stesura sono stati definiti i caratteri litologici dei terreni presenti, il loro assetto giaciturale e l'andamento del substrato oltre alla definizione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti con particolare riguardo alle coltri di copertura.

L'elaborazione di tutti questi dati ha permesso di definire una suddivisione dell'area e di un suo intorno significativo in "*zone omogenee*" corrispondenti a diverse classi di vocazionalità, dove l'insieme di più caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrauliche, idrogeologiche, stratigrafiche e geotecniche ne condizionano il comportamento e quindi l'edificazione.

Nella tabella seguente viene schematizzata la zonizzazione "tipo" utilizzata.

Vocazionalità - Zone omogenee	
A	Zone di fondovalle con copertura detritica di natura alluvionale di spessore superiore a 2 metri, caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e morfologiche, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di normali tecniche costruttive
B1	Zone di versante con copertura detritica di spessore superiore a 2 metri, attualmente stabili, caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e morfologiche, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di normali tecniche costruttive
B2	Zone di versante con copertura detritica di spessore superiore a 2 metri, attualmente stabili, caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e sfavorevoli condizioni morfologiche tali da poter determinare limitazioni progettuali, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di particolari accorgimenti costruttivi

I depositi di versante, che occupano la fascia centro-settentrionale dell'area, sono stati pertanto differenziati in funzione delle caratteristiche clivometriche del sito. In particolare è stata distinta una zona (**B1**), con pendenze inferiori al 15% in cui la vocazionalità è assimilabile a quella di fondovalle alluvionale, da quella (**B2**) caratterizzata da maggiore acclività.

In sintesi, dall'analisi della tav. G.9 nell'area oggetto di variante si osserva pertanto che prevalgono le zone di versante e alluvionali con copertura di spessore superiore a 2,0 metri caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e morfologiche, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di normali tecniche costruttive (A-B1). La restante porzione (**B2**), con coperture detritiche di spessore superiore a 2,0 metri, è invece caratterizzata da favorevoli condizioni geotecniche e sfavorevoli condizioni morfologiche tali da poter determinare limitazioni progettuali, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di particolari accorgimenti costruttivi. In quest'ultima zona, nella redazione degli strumenti attuativi ed in sede di progettazione esecutiva delle opere previste, le prescritte indagini geologiche e geotecniche dovranno avere particolare riguardo alla valutazione dell'influenza delle

opere sulla stabilità complessiva del versante, indirizzando verso soluzioni tecniche che consentano condizioni di sicurezza sia in fase realizzativa che di esercizio.

Nella individuazione delle zone omogenee non sono stati considerati i cumuli di terreno di riporto in quanto di limitata estensione ed ininfluenti ai fini della vocazionalità. Tali terreni potranno essere infatti, previa selezione, riutilizzati in sito per la realizzazione delle opere di urbanizzazione.

In fig. 3.2 viene riportato uno stralcio della tavola generale di Progetto in cui viene individuata l'area oggetto di variante e le relativa zonizzazione attuativa (lotti edificabili, viabilità, ecc...).

Nella figura seguente (fig. 11.1) viene invece riportata una sezione tipo di progetto in cui viene indicata la differenziazione delle massime potenzialità edificatorie in relazione al contesto morfologico in cui si inseriscono.

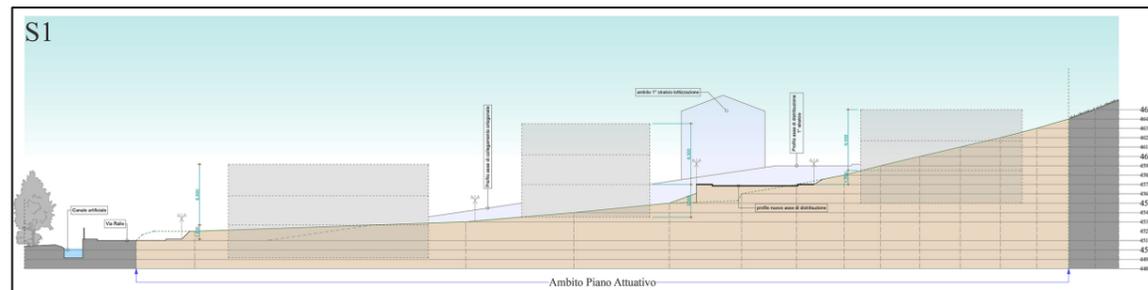


Fig. 11.1 – Sezione di progetto

In generale non si ravvisano particolari problematiche per l'esecuzione delle opere previste anche se in linea generale sarebbe sempre opportuno adottare soluzioni progettuali che limitino il più possibile gli scavi ed i riporti di terreno.

Gli scavi potranno essere realizzati con normali mezzi meccanici ed i fronti degli stessi, se non sostenuti, dovranno assumere pendenze compatibili con le caratteristiche dei terreni interessati, anche a breve termine.

I riporti di terreno dovranno essere realizzati con materiali granulari idonei compatti per strati, previa splateamento e gradonatura del piano di posa.

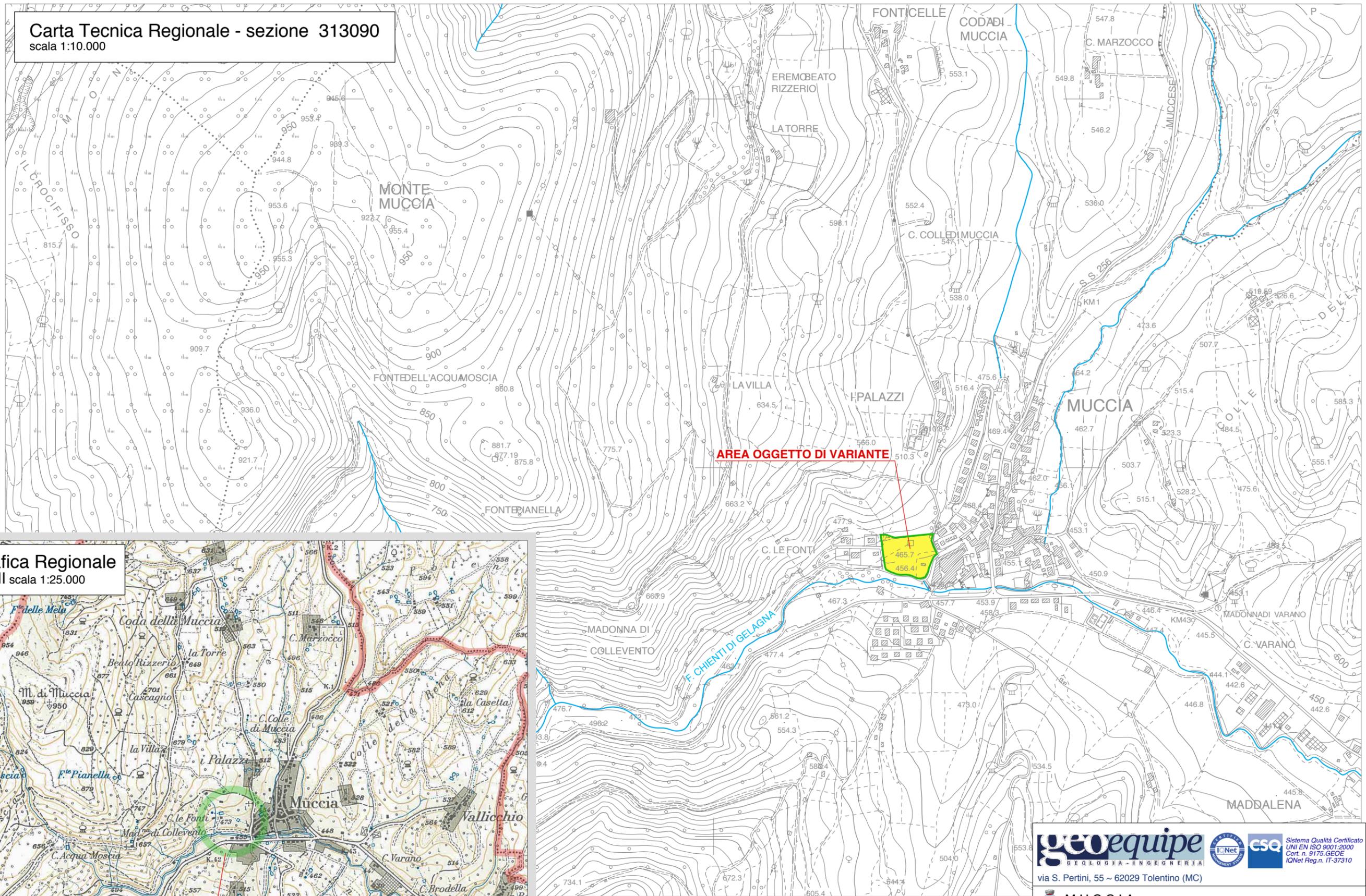
Per l'urbanizzazione della zona maggiormente acclive potrà risultare necessario l'esecuzione di opere provvisorie di sostegno preventive all'esecuzione degli sbancamenti.

Nel corso delle indagini non è stata rilevata una falda acquifera superficiale tale da determinare limitazioni progettuali. Inoltre, anche se nell'area di progetto ed in un suo intorno significativo non sono stati rilevati pozzi e/ sorgenti sfruttati a scopo idropotabile, nella progettazione delle opere dovrà essere considerata la vulnerabilità dell'acquifero alluvionale sottostante.

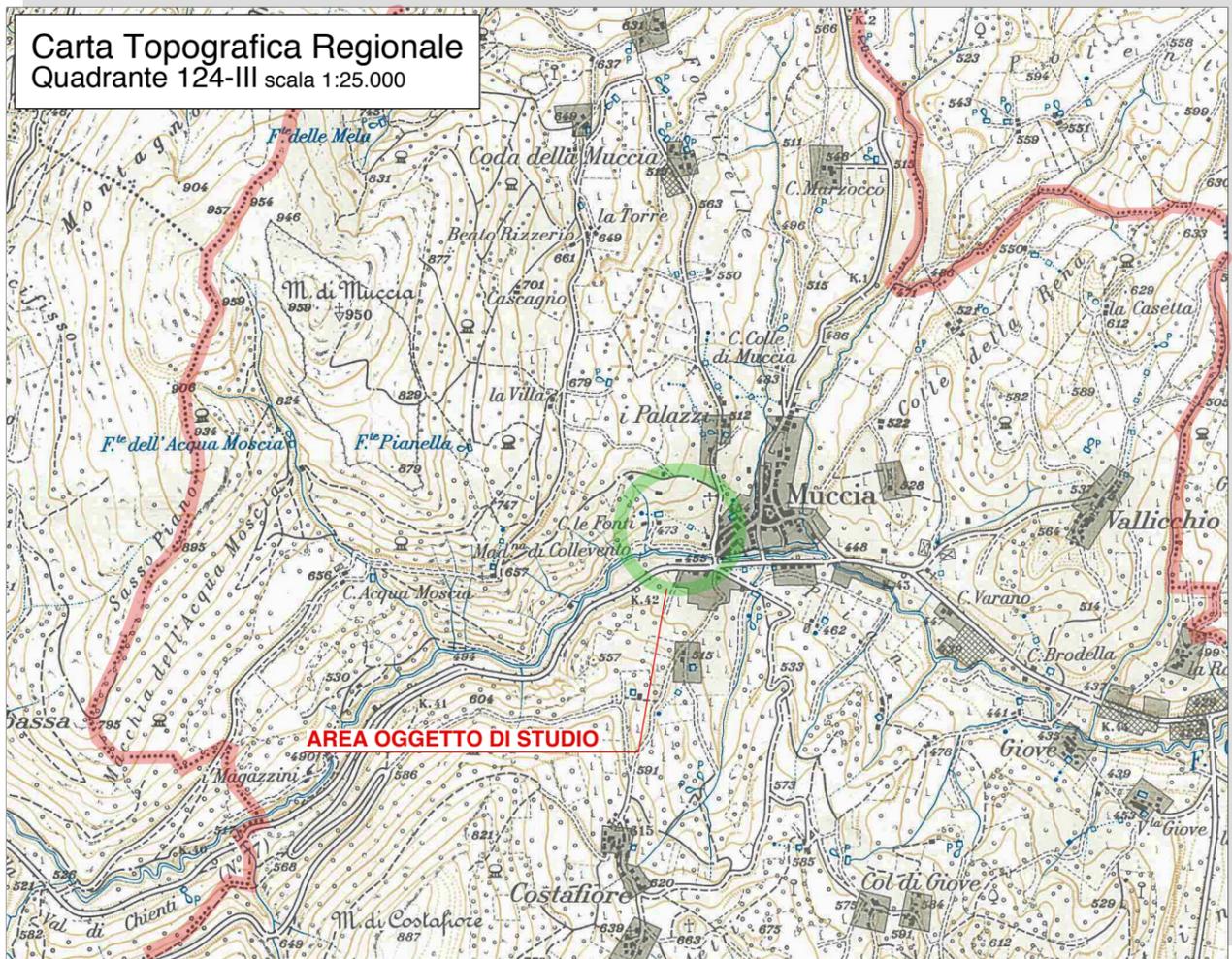
Nella progettazione delle opere dovrà essere inoltre prevista una corretta regimazione delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale con particolare attenzione a quelle provenienti dal versante acclive posto immediatamente a monte dell'area oggetto di variante. Tali acque dovranno essere opportunamente raccolte e convogliate verso idoneo recettore.

Tolentino, novembre 2015

Carta Tecnica Regionale - sezione 313090
scala 1:10.000



Carta Topografica Regionale
Quadrante 124-III scala 1:25.000



geoequipe   Sistema Qualità Certificato
UNI EN ISO 9001:2000
Cert. n. 9173.GEOE
ICNet Reg.n. IT-37310

via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

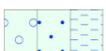
Committente: Amministrazione Comunale

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

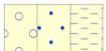
Tavola n°:	Scala:	ID elaborato:
G.1	1:10.000-1:25.000	15_039_T_A_G-1

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

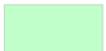
SINTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)

-  MUSa1 Frane in evoluzione
-  MUSa Depositi di versante
-  MUSb2 Depositi eluvio-colluviali
-  MUSb Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, limo)
-  MUSbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

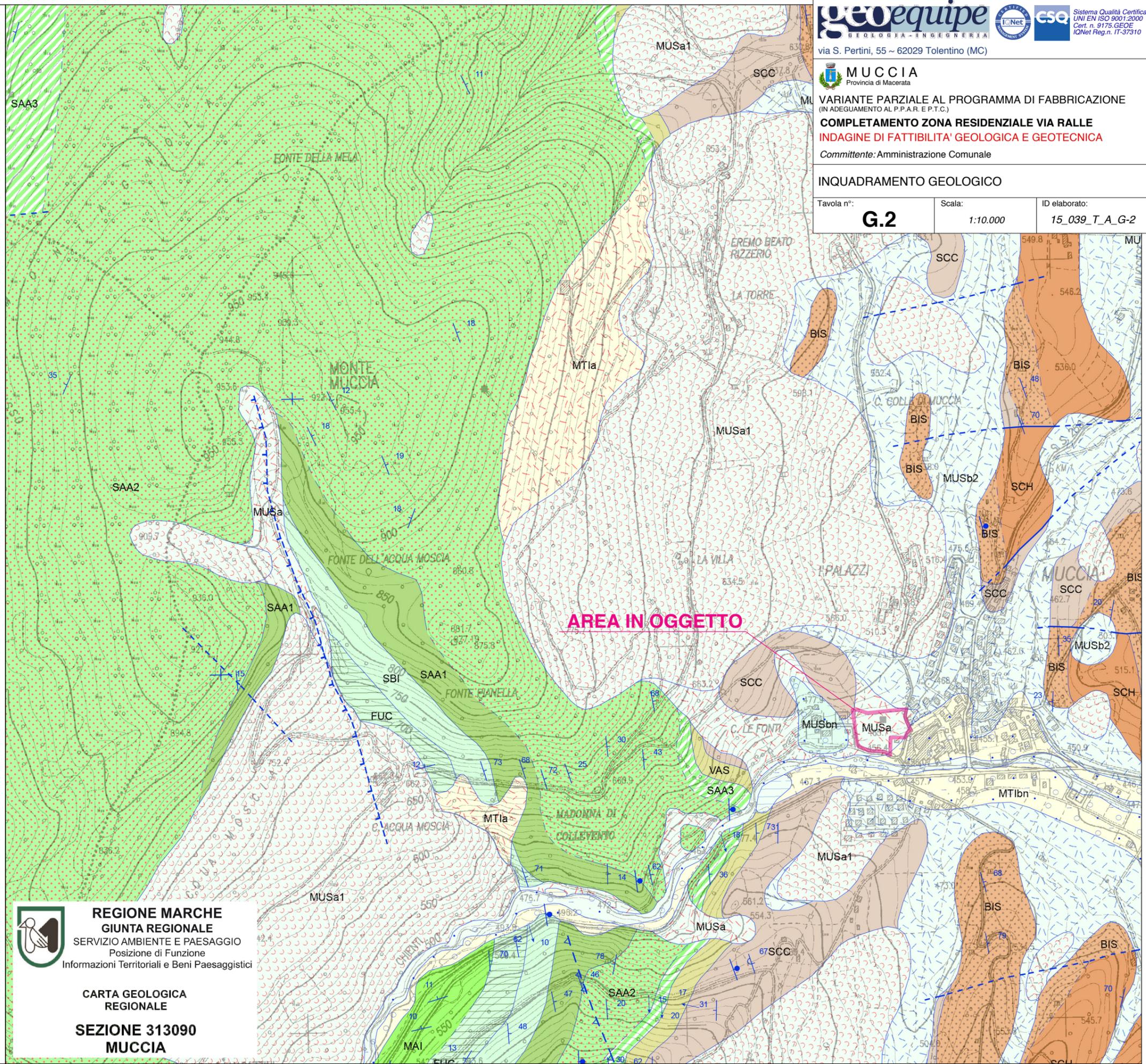
SINTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)

-  MT1a Depositi di versante
-  MT1bn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SUCCESSIONE CALCAREO E/O MARNOSA CRETACICO-MIOCENICA

-  SCH SCHLIER Langhiano - Messiniano
-  BIS BISCIARO Aquitaniano p.p. - Burdigaliano p.p.
-  SCC SCAGLIA CINEREA Priaboniano p.p. - Aquitaniano p.p.
-  VAS SCAGLIA VARIEGATA Luteziano p.p. - Priaboniano p.p.
-  SAA3 SCAGLIA ROSSA Membro superiore Turoniano inf. p.p. - Luteziano p.p.
-  SAA2 SCAGLIA ROSSA Membro intermedio Turoniano inf. p.p. - Luteziano p.p.
-  SAA1 SCAGLIA ROSSA Membro inferiore Turoniano inf. p.p. - Luteziano p.p.
-  SBI SCAGLIA BIANCA Albiano sup. p.p. - Turoniano inf. p.p.
-  FUC MARNE A FUCOIDI Aptiano inf. p.p. - Albiano sup. p.p.
-  MAI MAIOLICA Titoniano sup. p.p. - Aptiano inf. p.p.

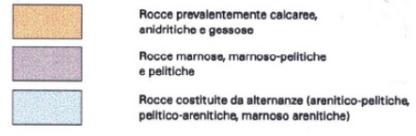
-  Contatto stratigrafico e/o litologico
-  Faglia
-  Faglia diretta
-  Faglia inversa
-  Faglia con prevalente componente trascorrente (destra)
-  Sovrascorrimento principale
-  Stratificazione diritta
-  Stratificazione orizzontale diritta
-  Stratificazione verticale con indicazione della polarità
-  Stratificazione rovesciata
-  Specchio di faglia inclinato
-  Asse di piega



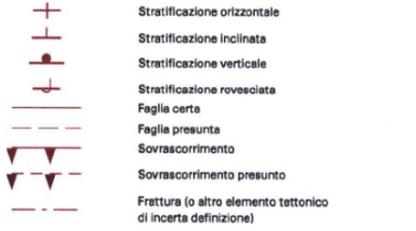
REGIONE MARCHE
GIUNTA REGIONALE
 SERVIZIO AMBIENTE E PAESAGGIO
 Posizione di Funzione
 Informazioni Territoriali e Beni Paesaggistici

CARTA GEOLOGICA REGIONALE
SEZIONE 313090 MUCCIA

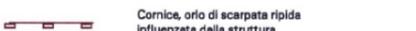
ELEMENTI GEOLOGICO STRUTTURALI
LITOLOGIA DEL SUBSTRATO



TETTONICA

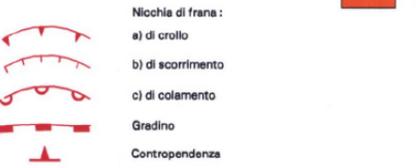


FORME STRUTTURALI



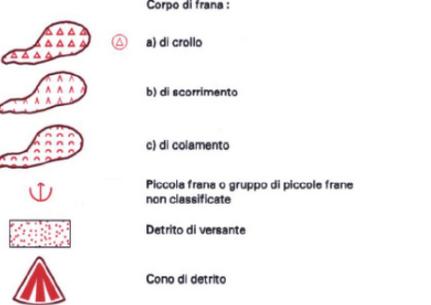
FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

A. FORME DI DENUDAZIONE



attive
non attive

B. FORME DI ACCUMULO E RELATIVI DEPOSITI



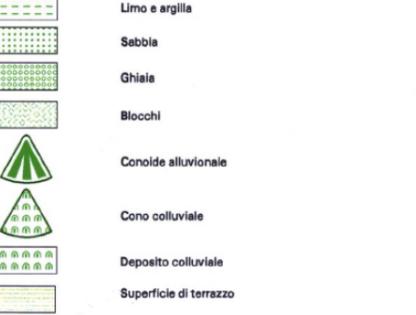
FORME FLUVIALI, FLUVIO-GLACIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

attive
non attive

A. FORME DI EROSIONE

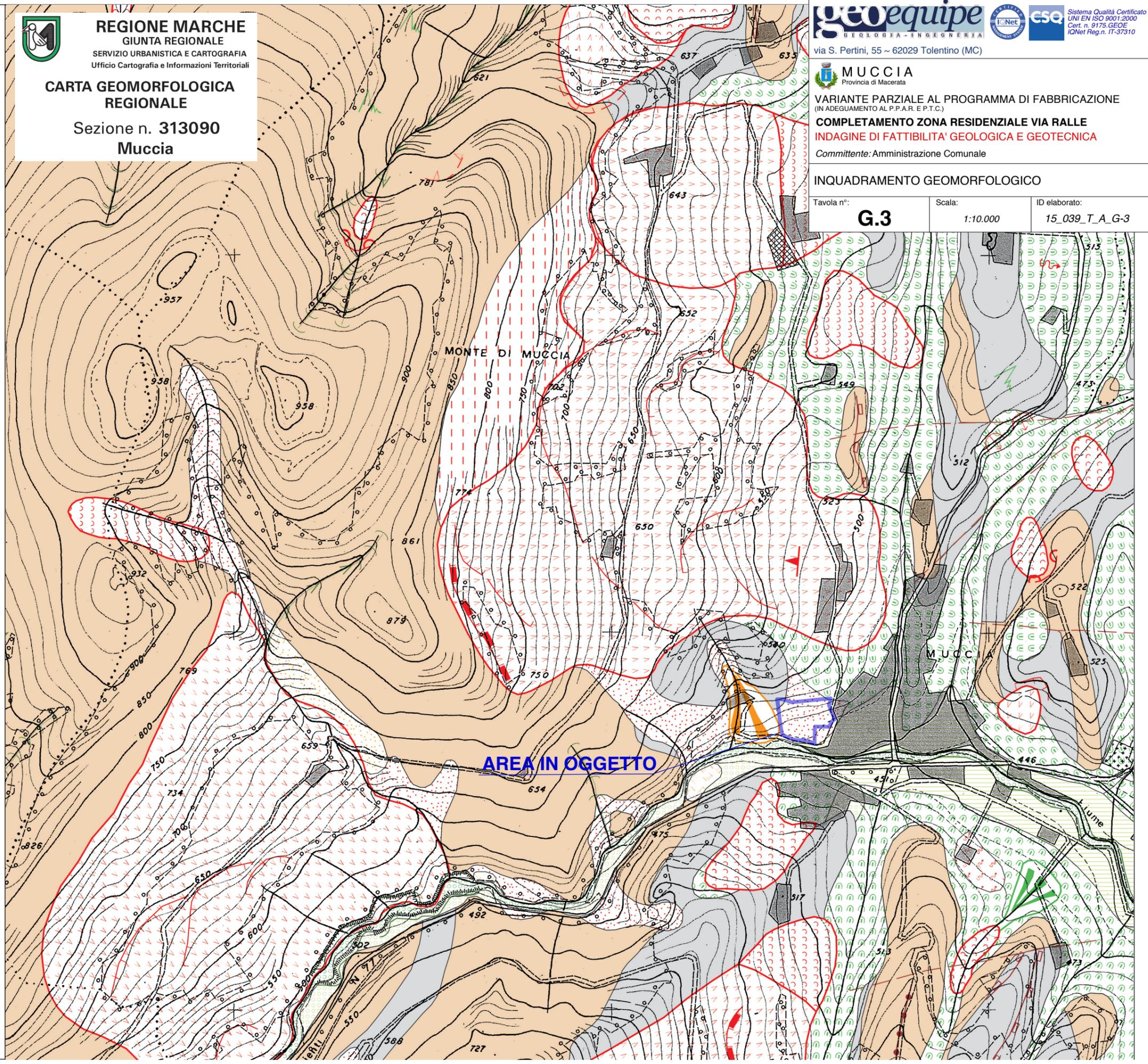


B. FORME DI ACCUMULO E RELATIVI DEPOSITI



REGIONE MARCHE
GIUNTA REGIONALE
SERVIZIO URBANISTICA E CARTOGRAFIA
Ufficio Cartografia e Informazioni Territoriali

CARTA GEOMORFOLOGICA REGIONALE
Sezione n. 313090
Muccia



geoequipe
GEOLOGIA - INGEGNERIA

via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

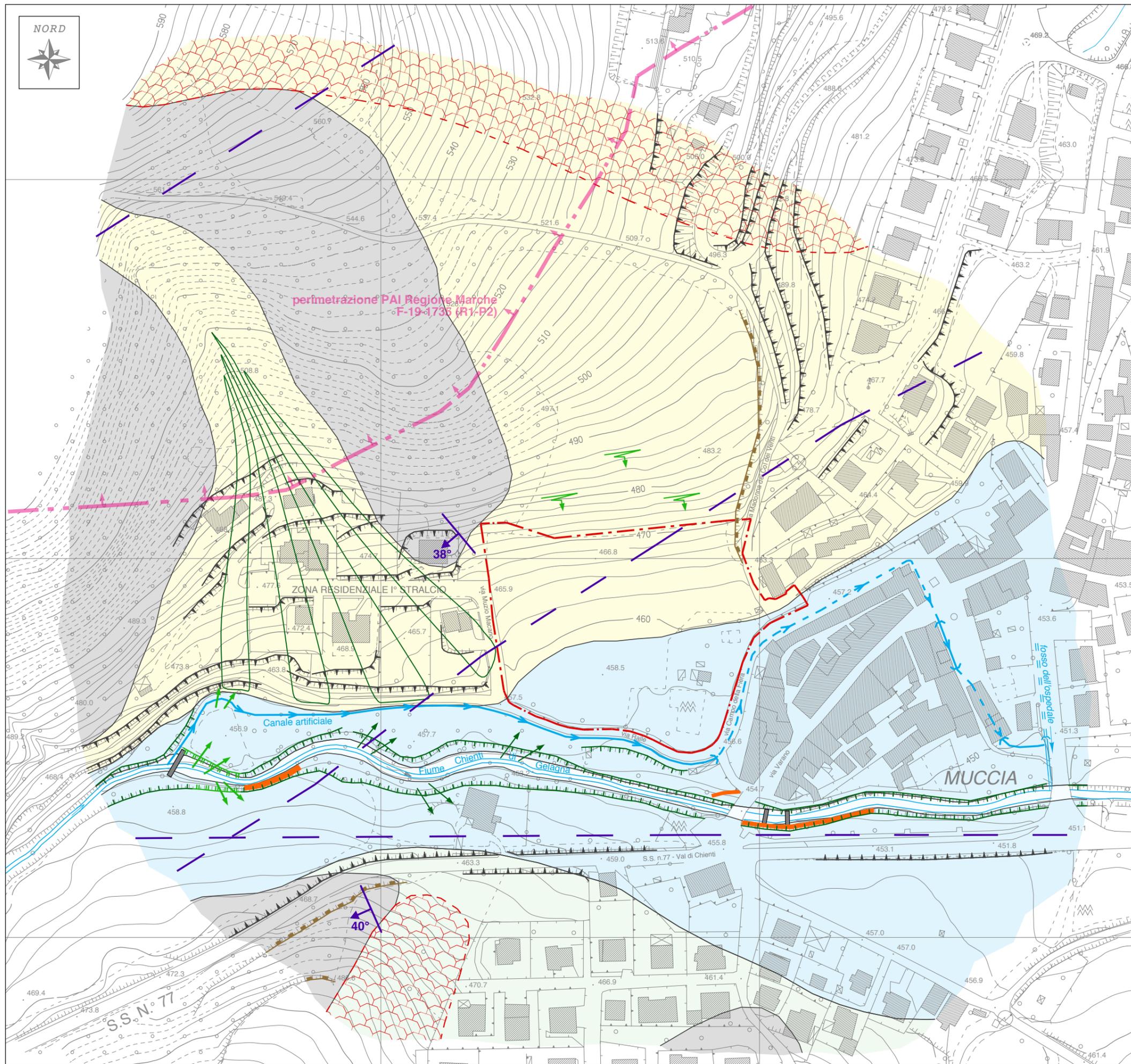
VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Tavola n°: **G.3** Scala: 1:10.000 ID elaborato: 15_039_T_A_G-3



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA

Depositi continentali quaternari di spessore ≥ 2 m

- depositi colluviali e accumuli di frana (MUSb2-MUSa1)
- depositi detritici di versante, di conoide e accumuli di frana (MUSa-MUSa1) Sistema del Musone (Olocene)
- depositi alluvionali attuali (MUSb)
- depositi alluvionali terrazzati (MTIbn) Sistema di Matelica (Pleistocene sup.)

UNITA' DEL SUBSTRATO

Successione calcareo-marnosa subaffiorante o con copertura detritica di spessore < 2 m

- Formazione della Scaglia cinerea (SCC - Priaboniano p.p. - Aquitaniano p.p.)

— limite litologico

— — — — — faglia presunta

giacitura e inclinazione degli strati

FORME, DEPOSITI E PROCESSI MORFOGENETICI LEGATI ALLA GRAVITA'

stato di attività

attivo quiescente

- corpo di frana

FORME, DEPOSITI E PROCESSI MORFOGENETICI LEGATI ALL'AZIONE DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

- conoide
- orlo di scarpata di erosione
- sponda in erosione concentrata
- ruscellamento diffuso

FORME POLIGENICHE

- orlo di scarpata

FORME ANTROPICHE E OPERE

- orlo di scarpata
- principali opere di regimazione idraulica a-trasversali (soglie e briglie in c.a.) b-longitudinali (gabbionate)
- canale artificiale di derivazione a-tratto tombato

area oggetto di variante



via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

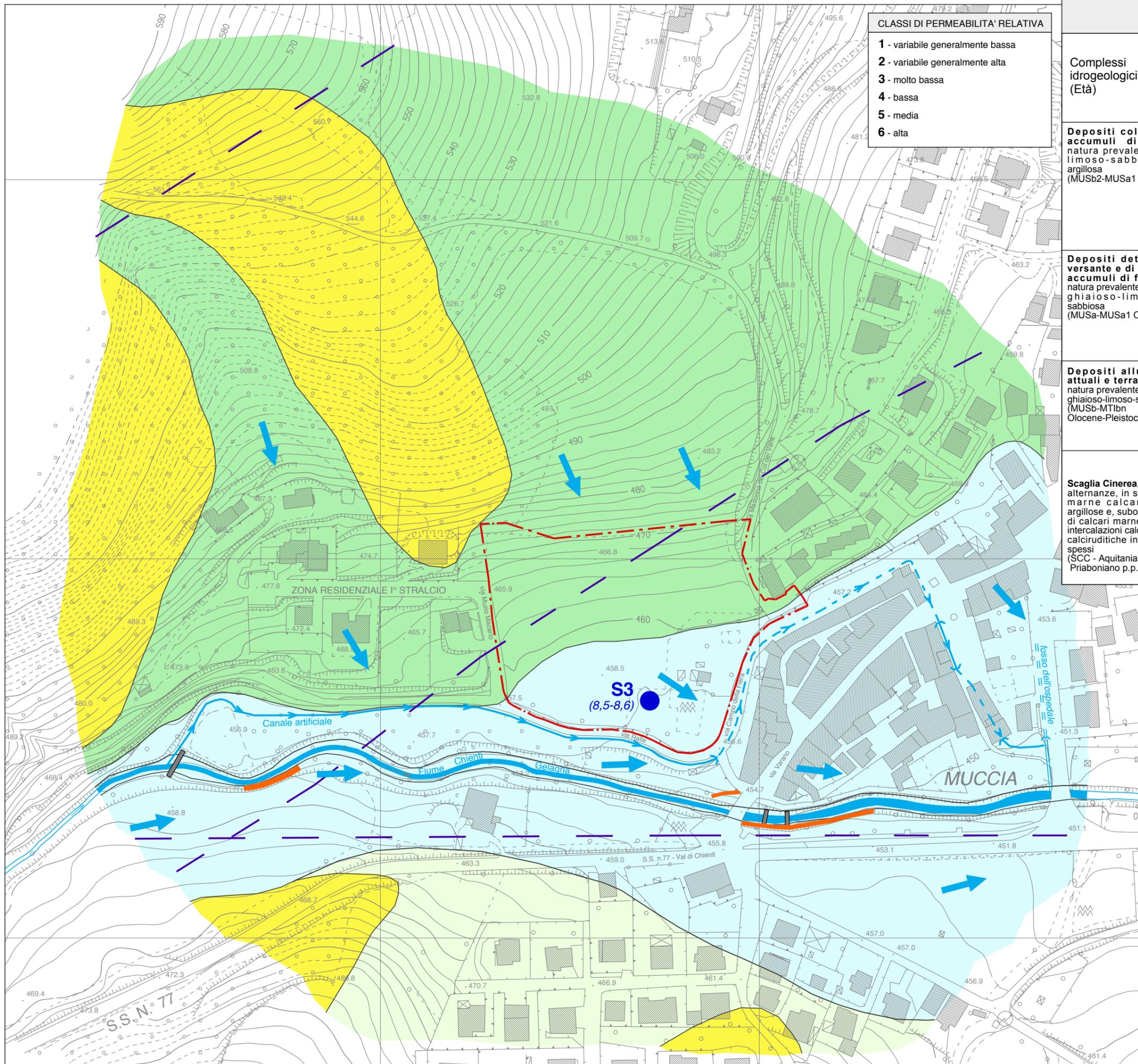
VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Tavola n°:	Scala:	ID elaborato:
G.4	1:2.000	15_039_T_A_G-4



CLASSI DI PERMEABILITA' RELATIVA

- 1 - variabile generalmente bassa
- 2 - variabile generalmente alta
- 3 - molto bassa
- 4 - bassa
- 5 - media
- 6 - alta

Complessi idrogeologici (Età)	Grado di permeabilità relativa (classe)						Descrizione delle caratteristiche idrogeologiche
	1	2	3	4	5	6	
Depositi colluviali e accumuli di frana di natura prevalentemente limoso-sabbiosa e/o argillosa (MUSb2-MUSa1 -Olocene)							Tali depositi, a causa del notevole contenuto della frazione fine, presentano nel complesso una permeabilità per porosità primaria generalmente bassa anche se localmente la stessa può notevolmente aumentare in corrispondenza delle zone a maggiore componente sabbiosa. Possono essere sede di una circolazione idrica sotterranea generalmente limitata e discontinua.
Depositi detritici di versante e di conoide, accumuli di frana, di natura prevalentemente ghiaioso-limosa e/o sabbiosa (MUSa-MUSa1 Olocene)							Questi terreni presentano, in genere, una permeabilità per porosità primaria variabile e generalmente medio-alta in relazione al notevole contenuto di elementi grossolani; quando la loro potenza ed estensione è notevole, possono essere sede di una circolazione idrica anche cospicua condizionata dal loro assetto stratigrafico.
Depositi alluvionali attuali e terrazzati, di natura prevalentemente ghiaioso-limoso-sabbiosa (MUSb-MT1bn Olocene-Pleistocene sup.)							Questi terreni presentano, in genere, una permeabilità media per porosità primaria tendente ad elevata, in relazione alla prevalenza di elementi grossolani. Costituiscono l'acquifero della falda freatica di subalveo del F. Chienti
Scaglia Cinerea, alternanze, in strati sottili, di marne calcaree, marne argillose e, subordinatamente, di calcari marnosi; frequenti intercalazioni calcarenitiche e calcirudite in strati medi e spessi (SCC - Aquitaniano p.p.- Priaboniano p.p.)							Questa formazione ha una permeabilità molto bassa per la prevalenza di strati marnoso-argillosi con spessore e continuità tali da impedire il deflusso delle acque. Localmente, in presenza di frequenti intercalazioni calcareo-detritiche e di intensa fratturazione, può sussistere una permeabilità non trascurabile. Nel complesso tale formazione costituisce un acquiclude.

- faglia presunta
- giacitura e inclinazione degli strati
- piezometro a T.A. con indicazione del livello di falda misurato in m dal p.c.
- direzione di flusso principale
- corso d'acqua principale - F. Chienti di Gelagna (ordine > 5 - Classe 1 art. 29 PPAR)
- canale artificiale di derivazione a-tratto tombato
- principali opere di regimazione idraulica a-trasversali (soglie e briglie in c.a.) b-longitudinali (gabbionate)
- area oggetto di variante

geoequipe GEOLOGIA - INGEGNERIA

via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

CARTA IDROGEOLOGICA

Tavola n°:	Scala:	ID elaborato:
G.5	1:2.000	15_039_T_A_G-5

UNITA' DELLA COPERTURA
(spessore >2m)

1 Terreni di riporto
litologicamente e tessituralmente eterogenei
e con caratteristiche meccaniche variabili

2 Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana
(Depositi detritici di versante e di conoide - MUSa)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (D2) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

3 Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana
(Depositi alluvionali attuali - MUSb, e terrazzati MT1bn)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (D2) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

UNITA' DEL SUBSTRATO
(sub-affiorante o con copertura detritica ≤ 2m)

4 Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree
(Formazione della scaglia cinerea - SCC)
alternanze di marne argillose, marne, marne calcaree e calcari marnosi (B3) in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio (B3s).

- limite litotecnico
- faglia presunta
- 38° giacitura e inclinazione degli strati

INDAGINI REALIZZATE

Sn sondaggio geognostico a distruzione (p - attrezzato come piezometro a T.A.)

MASW_n indagine sismica attiva - MASW

HVSR-n indagine sismica passiva a stazione singola - HVSR

INDAGINI REPERITE

Rx-Sn sondaggio geognostico

Rx-Pn prova penetrometrica dinamica

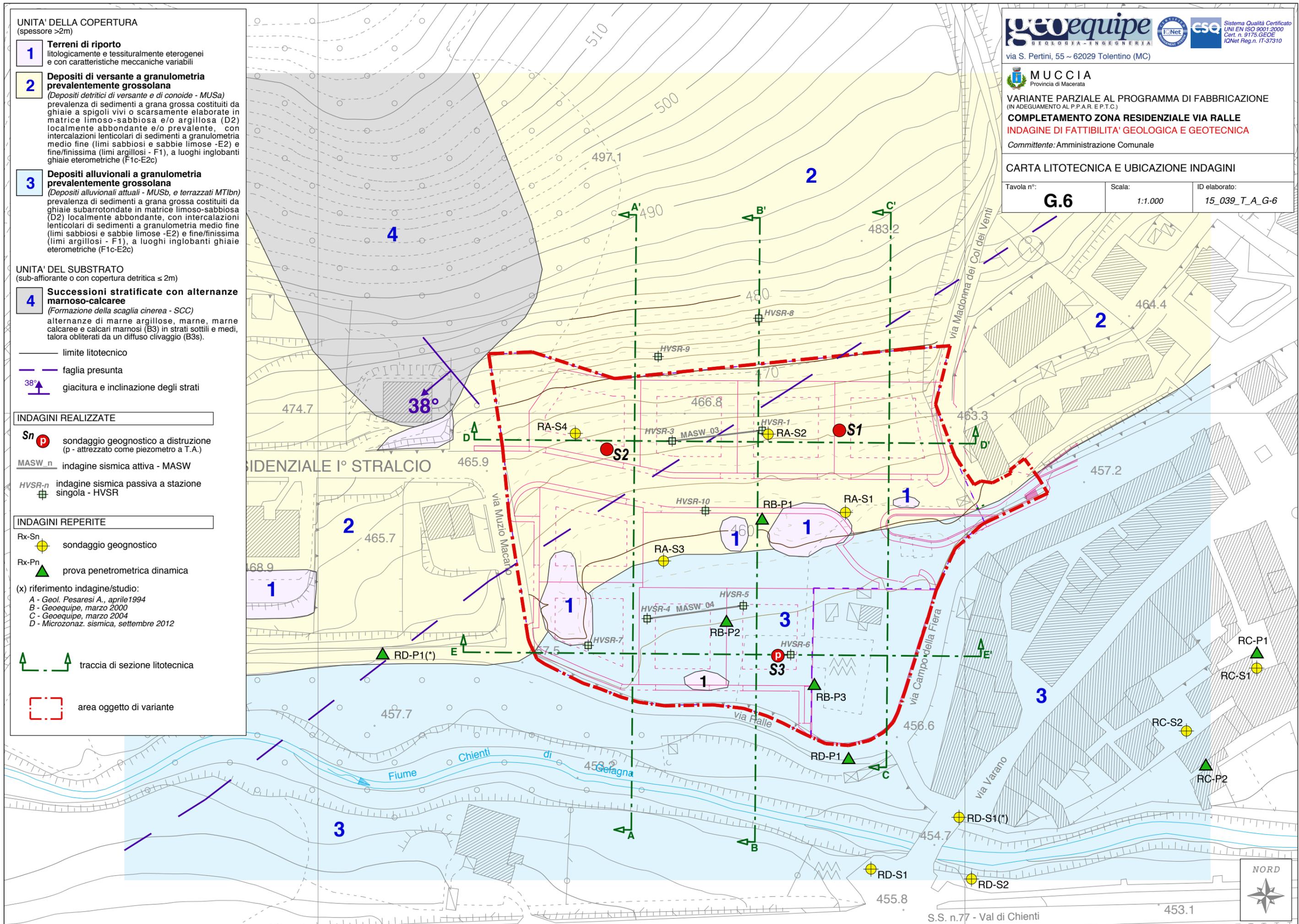
(x) riferimento indagine/studio:

- A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
- B - Geoequipe, marzo 2000
- C - Geoequipe, marzo 2004
- D - Microzonaz. sismica, settembre 2012

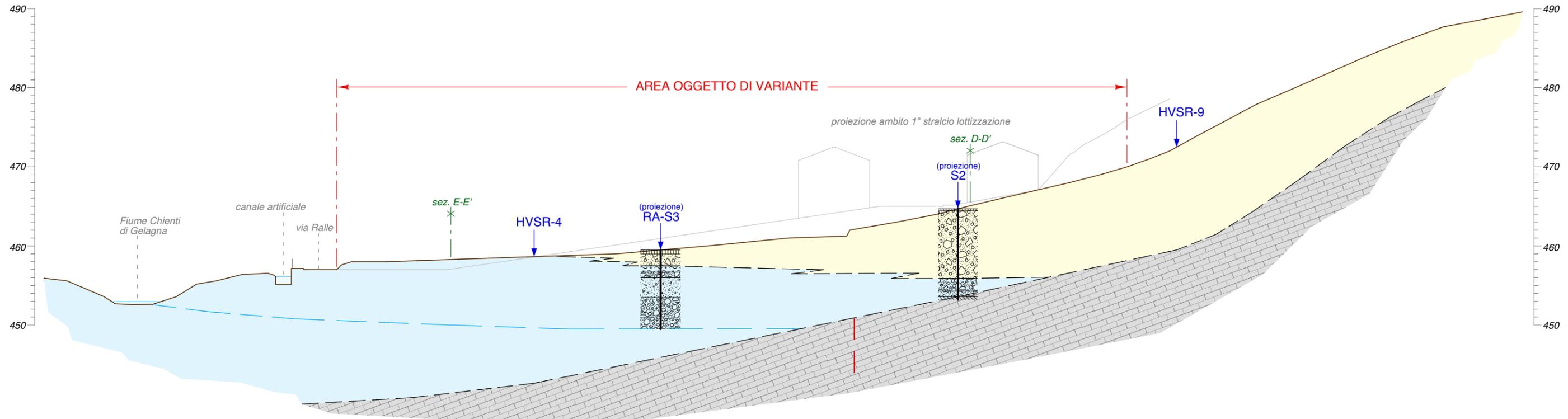
traccia di sezione litotecnica

area oggetto di variante

Tavola n°:	Scala:	ID elaborato:
G.6	1:1.000	15_039_T_A_G-6



SEZIONE A-A'



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA (spessore >2m)

- 1 Terreni di riporto**
litologicamente e tessituralmente eterogenei e con caratteristiche meccaniche variabili
- 2 Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi detritici di versante e di conoide - MUSa) prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (D2) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)
- 3 Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi alluvionali attuali - MUSb, e terrazzati MT1bn) prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (D2) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

UNITA' DEL SUBSTRATO (sub-affiorante o con copertura detritica ≤ 2m)

- 4 Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree**
(Formazione della scaglia cinerea - SCC) alternanze di marne argillose, marne, marne calcaree e calcari marnosi (B3) in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio (B3s).
- limite litotecnico
 - faglia presunta
 - 38° ↑ giacitura e inclinazione degli strati
 - ∇ massimo livello piezometrico misurato
 - livello di falda ipotizzato

INDAGINI

- realizzate:
 - Sn - sondaggio geognostico a distruzione
 - MASW-n - indagine sismica attiva
 - HVSR-n - indagine sismica passiva a stazione singola
- reperite:
 - Rx-Sn - sondaggio geognostico
 - Rx-Pn - prova penetrometrica dinamica
- (x) riferimento indagine/studio:
 - A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
 - B - Geoequipe, marzo 2000
 - C - Geoequipe, marzo 2004
 - D - Microzonaz. sismica, sett. 2012

STRATIGRAFIA INDAGINI

- terreno vegetale e/o di riporto
- ghiaie eterometriche subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa
- ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente elaborate in matrice argilloso-limosa e/o limoso-sabbiosa localmente abbondante
- sabbie limose con ghiaie
- sabbie limose e/o limi argillosi
- limi sabbiosi
- limi sabbiosi e/o argillosi con ghiaie
- argille limoso-sabbiose
- marne argillose, marne e marne calcaree a-molto alterate e fratturate



via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

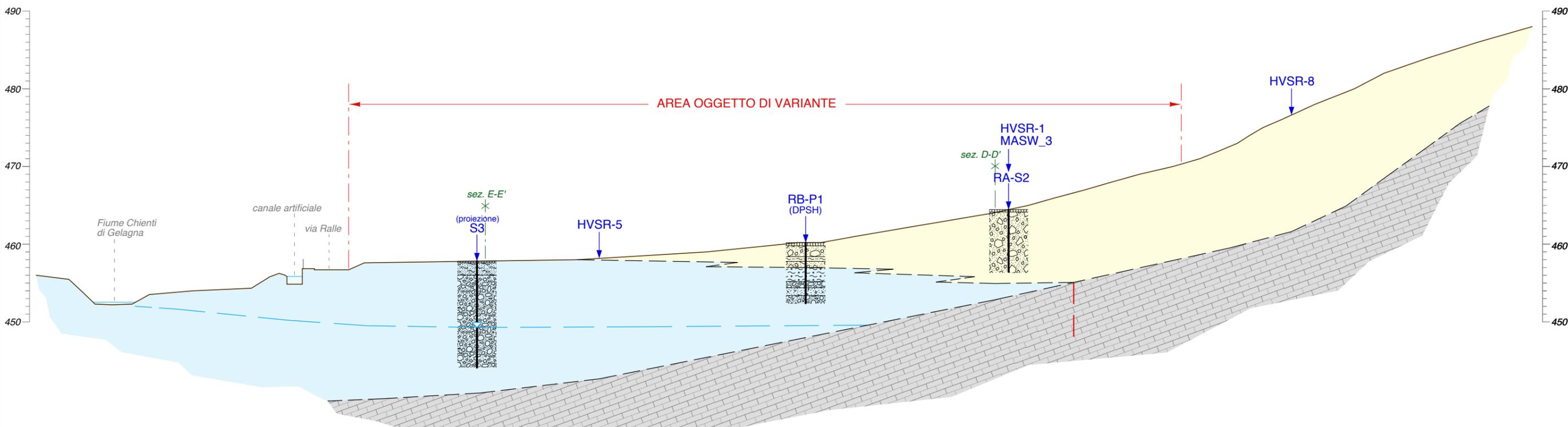
COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

SEZIONE LITOTECNICA A-A'

Tavola n°: G.7a	Scala: 1:500	ID elaborato: 15_039_T_A_G-7a
---------------------------	-----------------	----------------------------------

SEZIONE B - B'



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA (spessore >2m)

- 1 Terreni di riporto**
litologicamente e tessituralmente eterogenei e con caratteristiche meccaniche variabili
- 2 Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi detritici di versante e di conoide - MUSa)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (D2) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)
- 3 Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi alluvionali attuali - MUSb, e terrazzati MTIbn)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (D2) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

UNITA' DEL SUBSTRATO (sub-affiorante o con copertura detritica ≤ 2m)

- 4 Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree**
(Formazione della scaglia cinerea - SCC)
alternanze di marne argillose, marne, marne calcaree e calcari marnosi (B3) in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio (B3s).
- limite litotecnico
- faglia presunta
- 38° ↑ giacitura e inclinazione degli strati
- ▽ massimo livello piezometrico misurato
- livello di falda ipotizzato

INDAGINI

- realizzate:**
Sn - sondaggio geognostico a distruzione
MASW-n - indagine sismica attiva
HVSr-n - indagine sismica passiva a stazione singola
- reperite:**
Rx-Sn - sondaggio geognostico
Rx-Pn - prova penetrometrica dinamica
- (x) riferimento indagine/studio:
A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
B - Geoequipe, marzo 2000
C - Geoequipe, marzo 2004
D - Microzonaz. sismica, sett. 2012

STRATIGRAFIA INDAGINI

- terreno vegetale e/o di riporto
- ghiaie eterometriche subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa
- ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente elaborate in matrice argilloso-limosa e/o limoso-sabbiosa localmente abbondante
- sabbie limose con ghiaie
- sabbie limose e/o limi argillosi
- limi sabbiosi
- limi sabbiosi e/o argillosi con ghiaie
- argille limoso-sabbiose
- marne argillose, marne e marne calcaree a-molto alterate e fratturate



via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

SEZIONE LITOTECNICA B-B'

Tavola n°:

G.7b

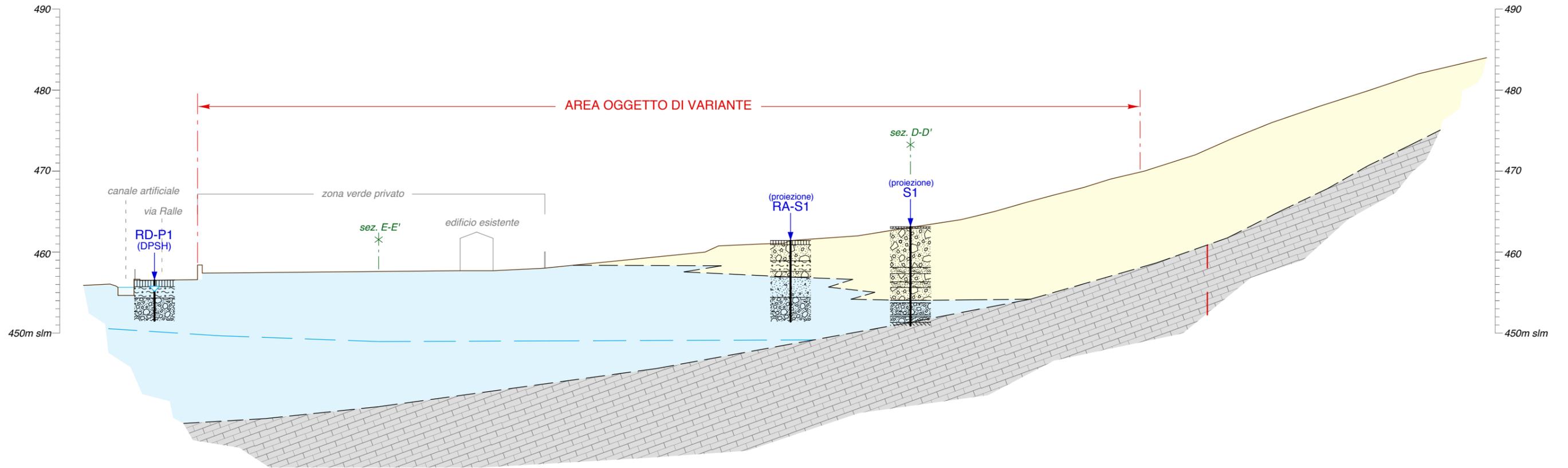
Scala:

1:500

ID elaborato:

15_039_T_A_G-7b

SEZIONE C - C'



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA (spessore >2m)

- 1 Terreni di riporto**
litologicamente e tessituralmente eterogenei e con caratteristiche meccaniche variabili
- 2 Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi detritici di versante e di conoide - MUSa)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (D2) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)
- 3 Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi alluvionali attuali - MUSb, e terrazzati MT1bn)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (D2) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

UNITA' DEL SUBSTRATO (sub-affiorante o con copertura detritica ≤ 2m)

- 4 Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree**
(Formazione della scaglia cinerea - SCC)
alternanze di marne argillose, marne, marne calcaree e calcari marnosi (B3) in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio (B3s).
- limite litotecnico
 - - - - - faglia presunta
 - 38° ↗ giacitura e inclinazione degli strati
 - ▽ massimo livello piezometrico misurato
 - livello di falda ipotizzato



INDAGINI

- **realizzate:**
- Sn - sondaggio geognostico a distruzione
- MASW-n - indagine sismica attiva
- HVSR-n - indagine sismica passiva a stazione singola
- **reperite:**
- Rx-Sn - sondaggio geognostico
- Rx-Pn - prova penetrometrica dinamica
- (x) riferimento indagine/studio:
- A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
- B - Geoequipe, marzo 2000
- C - Geoequipe, marzo 2004
- D - Microzonaz. sismica, sett. 2012

STRATIGRAFIA INDAGINI

- terreno vegetale e/o di riporto
- ghiaie eterometriche subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa
- ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente elaborate in matrice argilloso-limosa e/o limoso-sabbiosa localmente abbondante
- sabbie limose con ghiaie
- sabbie limose e/o limi argillosi
- limi sabbiosi
- limi sabbiosi e/o argillosi con ghiaie
- argille limoso-sabbiose
- marne argillose, marne e marne calcaree a-molto alterate e fratturate



via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)



VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

SEZIONE LITOTECNICA C-C'

Tavola n°:

G.7c

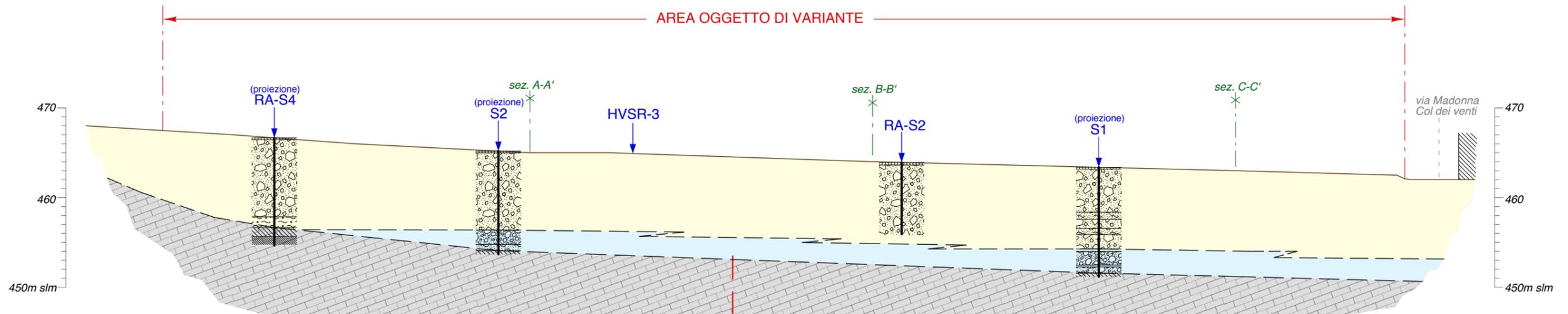
Scala:

1:500

ID elaborato:

15_039_T_A_G-7c

SEZIONE D-D'



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA (spessore >2m)

- 1 Terreni di riporto**
litologicamente e tessituralmente eterogenei e con caratteristiche meccaniche variabili
- 2 Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi detritici di versante e di conoide - MUSa)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (D2) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)
- 3 Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi alluvionali attuali - MUSb, e terrazzati MTIbn)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (D2) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

UNITA' DEL SUBSTRATO (sub-affiorante o con copertura detritica ≤ 2m)

- 4 Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree**
(Formazione della scaglia cinerea - SCC)
alternanze di marne argillose, marne, marne calcaree e calcari marnosi (B3) in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio (B3s).
- limite litotecnico
 - faglia presunta
 - 38° ↑ giacitura e inclinazione degli strati
 - ▽ massimo livello piezometrico misurato
 - livello di falda ipotizzato

INDAGINI

- **realizzate:**
Sn - sondaggio geognostico a distruzione
MASW-n - indagine sismica attiva
HVSR-n - indagine sismica passiva a stazione singola
- **reperite:**
Rx-Sn - sondaggio geognostico
Rx-Pn - prova penetrometrica dinamica
- (x) riferimento indagine/studio:
A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
B - Geoequipe, marzo 2000
C - Geoequipe, marzo 2004
D - Microzonaz. sismica, sett. 2012

STRATIGRAFIA INDAGINI

- ▨ terreno vegetale e/o di riporto
- ▨ ghiaie eterometriche subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa
- ▨ ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente elaborate in matrice argilloso-limosa e/o limoso-sabbiosa localmente abbondante
- ▨ sabbie limose con ghiaie
- ▨ sabbie limose e/o limi argillosi
- ▨ limi sabbiosi
- ▨ limi sabbiosi e/o argillosi con ghiaie
- ▨ argille limoso-sabbiose
- ▨ marne argillose, marne e marne calcaree a-molto alterate e fratturate



via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)



VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

SEZIONE LITOTECNICA D-D'

Tavola n°:

G.7d

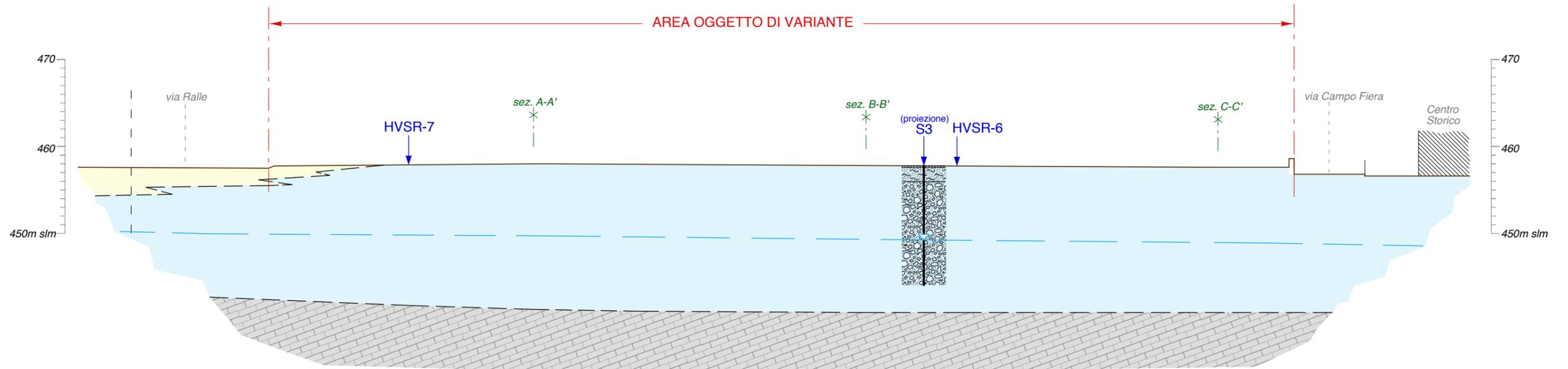
Scala:

1:500

ID elaborato:

15_039_T_A_G-7d

SEZIONE E - E'



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA (spessore >2m)

- 1 Terreni di riporto**
litologicamente e tessituralmente eterogenei e con caratteristiche meccaniche variabili
- 2 Depositi di versante a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi detritici di versante e di conoide - MUSa)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie a spigoli vivi o scarsamente elaborate in matrice limoso-sabbiosa e/o argillosa (D2) localmente abbondante e/o prevalente, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)
- 3 Depositi alluvionali a granulometria prevalentemente grossolana**
(Depositi alluvionali attuali - MUSb, e terrazzati MT1bn)
prevalenza di sedimenti a grana grossa costituiti da ghiaie subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa (D2) localmente abbondante, con intercalazioni lenticolari di sedimenti a granulometria medio fine (limi sabbiosi e sabbie limose -E2) e fine/finissima (limi argillosi - F1), a luoghi inglobanti ghiaie eterometriche (F1c-E2c)

UNITA' DEL SUBSTRATO (sub-affiorante o con copertura detritica ≤ 2m)

- 4 Successioni stratificate con alternanze marnoso-calcaree**
(Formazione della scaglia cinerea - SCC)
alternanze di marne argillose, marne, marne calcaree e calcari marnosi (B3) in strati sottili e medi, talora obliterati da un diffuso clivaggio (B3s).
- limite litotecnico
 - - - faglia presunta
 38° ↑ giacitura e inclinazione degli strati
 ▽ massimo livello piezometrico misurato
 - - - livello di falda ipotizzato

INDAGINI

- realizzate:**
 Sn - sondaggio geognostico a distruzione
 MASW-n - indagine sismica attiva
 HVSr-n - indagine sismica passiva a stazione singola
- reperite:**
 Rx-Sn - sondaggio geognostico
 Rx-Pn - prova penetrometrica dinamica
- (x) riferimento indagine/studio:
 A - Geol. Pesaresi A., aprile 1994
 B - Geoequipe, marzo 2000
 C - Geoequipe, marzo 2004
 D - Microzonaz. sismica, sett. 2012

STRATIGRAFIA INDAGINI

- terreno vegetale e/o di riporto
- ghiaie eterometriche subarrotondate in matrice limoso-sabbiosa
- ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente elaborate in matrice argilloso-limosa e/o limoso-sabbiosa localmente abbondante
- sabbie limose con ghiaie
- sabbie limose e/o limi argillosi
- limi sabbiosi
- limi sabbiosi e/o argillosi con ghiaie
- argille limoso-sabbiose
- marne argillose, marne e marne calcaree a-molto alterate e fratturate



via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
Provincia di Macerata

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
(IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)

COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Committente: Amministrazione Comunale

SEZIONE LITOTECNICA E-E'

Tavola n°:

G.7e

Scala:

1:500

ID elaborato:

15_039_T_A_G-7e

Tipologia delle situazioni morfostratigrafiche		Possibili effetti in caso di terremoto
E7	Zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti	<i>amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura, cedimenti collegati a particolari caratteristiche meccaniche dei terreni</i>
E8	Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione	
E9	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	<i>amplificazione diffusa del moto del suolo e/o cedimenti differenziali del terreno dovuti alla presenza di terreni di fondazione con resistenza e deformabilità non uniformi</i>

 area oggetto di variante

geoequipe GEOMORFOLOGIA - INGEGNERIA
UNI EN ISO 9001:2000
CSQ cert. n. 9175.GEOE
IQNet Reg.n. IT-37310

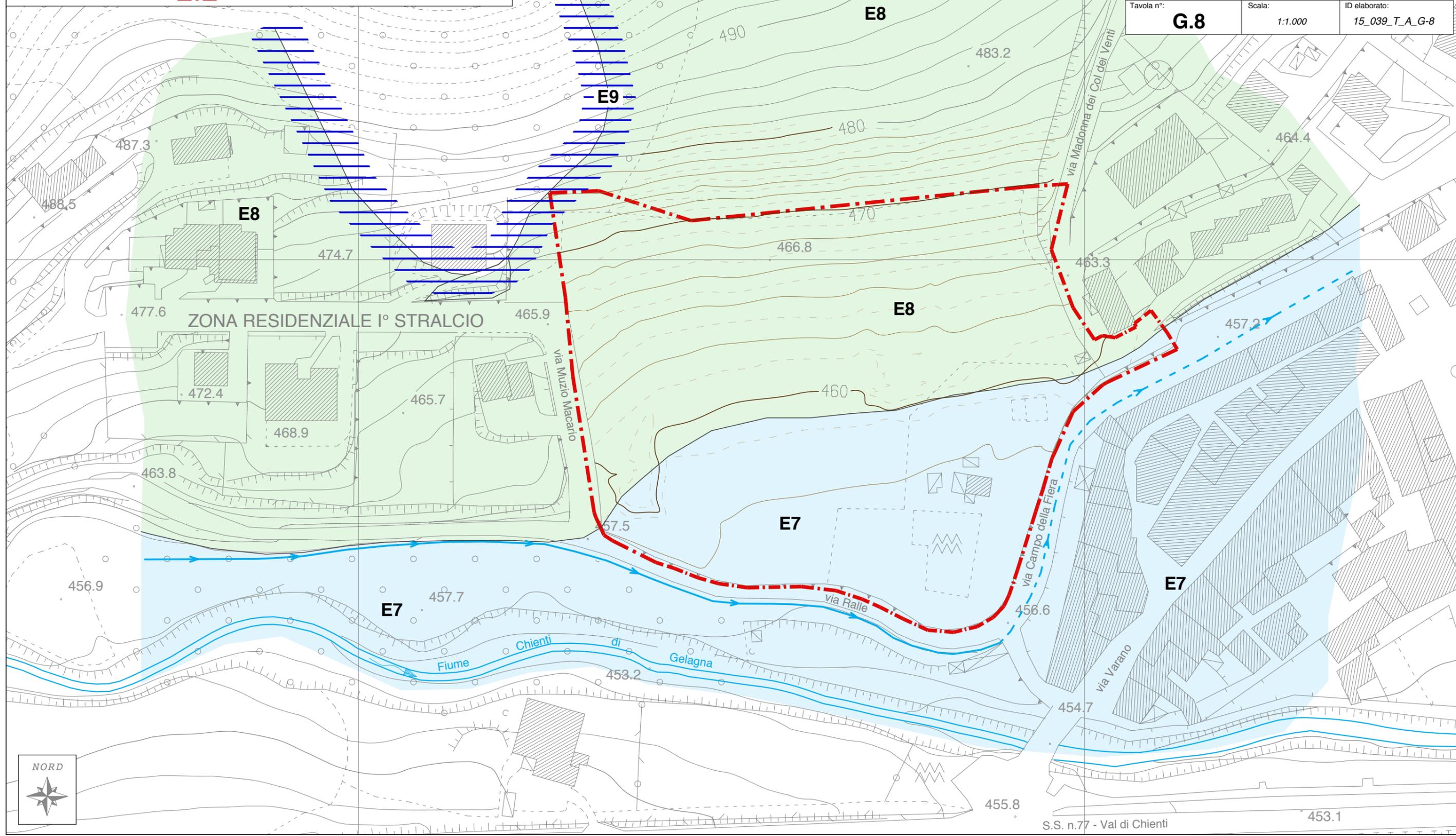
via S. Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)

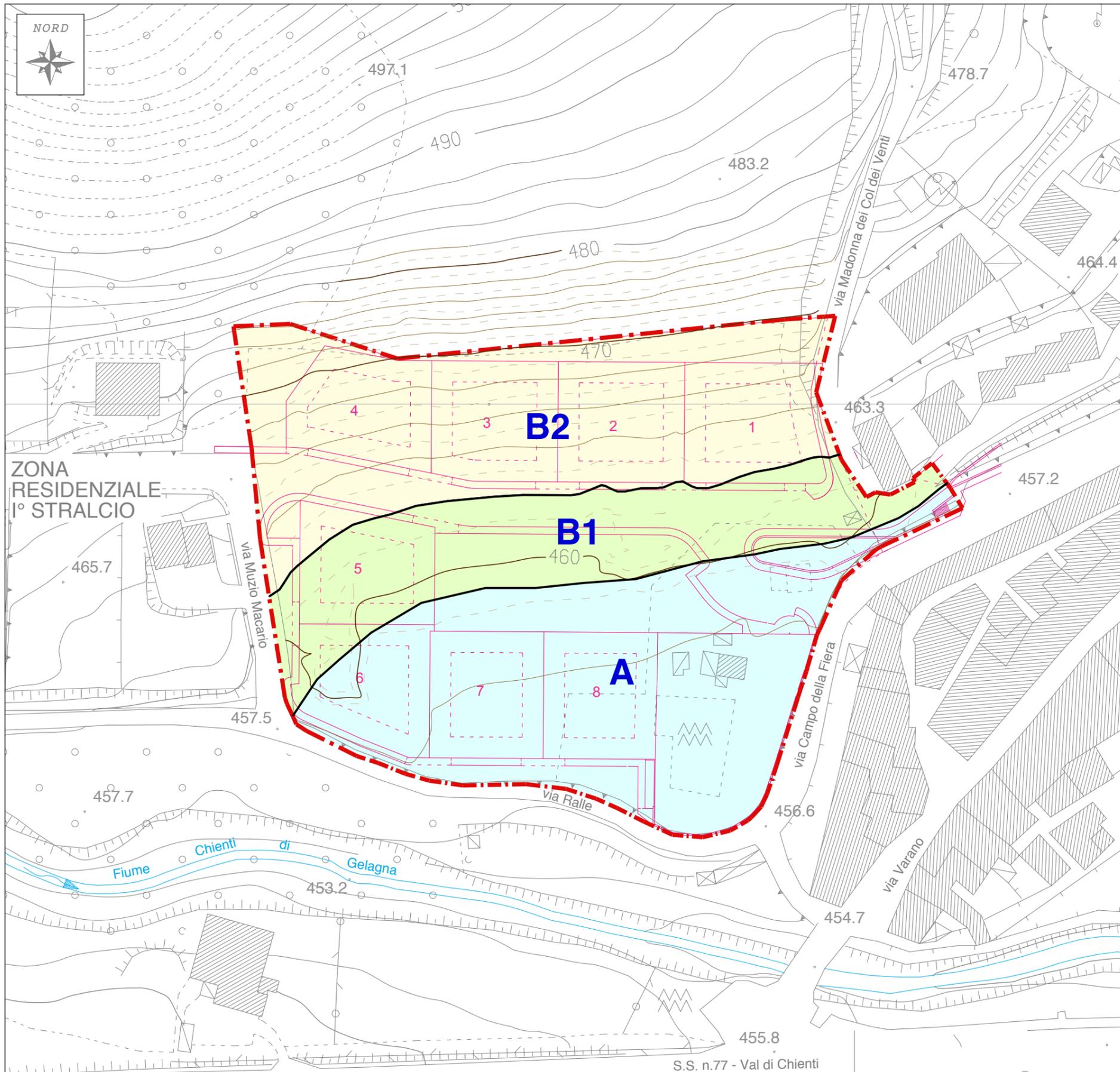
MUCCIA
 Provincia di Macerata

VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
 (IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E.P.T.C.)
COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA
 Committente: Amministrazione Comunale

CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Tavola n°: **G.8** Scala: 1:1.000 ID elaborato: 15_039_T_A_G-8





VOCAZIONALITA' - ZONE OMOGENEE	
A	Zone di fondovalle con copertura detritica di natura alluvionale di spessore superiore a 2 metri, caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e morfologiche, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di normali tecniche costruttive
B1	Zone di versante con copertura detritica di spessore superiore a 2 metri, attualmente stabili, caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e morfologiche, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di normali tecniche costruttive
B2	Zone di versante con copertura detritica di spessore superiore a 2 metri, attualmente stabili, caratterizzate da favorevoli condizioni geotecniche e sfavorevoli condizioni morfologiche tali da poter determinare limitazioni progettuali, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di particolari accorgimenti costruttivi

Area oggetto di variante

Sistema Qualità Certificato
 UNI EN ISO 9001:2000
 Cert. n. 9175.GEOE
 IQNet Reg. n. IT-37310
 via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

MUCCIA
 Provincia di Macerata
VARIANTE PARZIALE AL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
 (IN ADEGUAMENTO AL P.P.A.R. E P.T.C.)
COMPLETAMENTO ZONA RESIDENZIALE VIA RALLE
INDAGINE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA
 Committente: Amministrazione Comunale

CARTA DELLE VOCAZIONALITA'		
Tavola n°:	Scala:	ID elaborato:
G.9	1:1.000	15_039_T_A_G-9

ALLEGATO (A)

INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE DI LABORATORIO REALIZZATE

Scala 1:50	Stratigrafia	quote (m)		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni (1)	Pocket	Carotiere	Manovre car.	Strum. foro (3)	Osservazioni
		p.c.	parz.							
		0,2	0,2	limi argillosi e argille limose di colore marrone/nero con ghiaie calcaree subarrotondate e resti organici (radici)						T.V.
1				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-5cm) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore bruno rossastro abbondante e localmente prevalente						
2		2,3	2,1							
3				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore bruno rossastro abbondante e localmente prevalente						
4										
5		4,3	2,0	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-5cm) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore bruno rossastro con rari ciottoli						
6		5,0	0,7	sabbie limose e limi argillosi di colore avana						umido
7		5,8	0,8	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm fino a Ø5-6cm nella parte inferiore) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore bruno rossastro più abbondante nella parte superiore						
8		6,8	1,0	sabbie limose e limi argillosi di colore avana con rari ciottoli calcarei e calcareo-marnosi						umido
9		7,5	0,7	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata abbondante e localmente prevalente						
10		9,1	1,6	argille limose e sabbie limose di colore avana						molto umido
		9,4	0,3	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) subarrotondate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata abbondante e localmente prevalente						

NOTE:

(1) Prelievo campioni:

□ rimaneggiati

■ indisturbati

(2) strumentazione foro:

▬ piezometro a tubo aperto:
a b tubaz.cieca (a) fessurata (b)

▬ tubo inclinometrico

Scala 1:50	Stratigrafia	quote (m)		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni (1)	Pocket	Carotiere	Manovre car.	Strum. foro (3)	Osservazioni
		p.c.	parz.							
		10,9	1,5	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) subarrotondate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata abbondante e localmente prevalente						
11		11,1	0,2	argille limose e sabbie limose di colore avana						molto umido
		11,8	0,7	ghiaie calcaree eterometriche (Ø3-5cm) subarrotondate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata abbondante e localmente prevalente						
12		12,2	0,4	alternanza di marne, marne-calcaree, marne argillose da grigie a grigio-verdi (Formazione Scaglia cinerea)						
				FINE SONDAGGIO						
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

NOTE:

(1) Prelievo campioni:

□ rimaneggiati

■ indisturbati

(2) strumentazione foro:

▬ piezometro a tubo aperto:
a b tubaz.cieca (a) fessurata (b)

▬ tubo inclinometrico

Documentazione fotografica



FOTO 1 - Ubicazione sondaggio



FOTO 2 - Terreno estratto da -0,2m a -2,3m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 3 - Terreno estratto da -2,3m a -4,3m dal p.c.



FOTO 4 - Terreno estratto da -4,3m a -5,0m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 5 - Terreno estratto da -5,0m a -5,8m dal p.c.



FOTO 6 - Terreno estratto da -5,8m a -6,8m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 7 - Terreno estratto da -6,8m a -7,5m dal p.c.



FOTO 8 - Terreno estratto da -7,5m a -9,1m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 9 - Terreno estratto da -9,1m a -9,4m dal p.c.



FOTO 10 - Terreno estratto da -11,8m a -12,2m dal p.c.

Scala 1:50	Stratigrafia	quote (m)		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni (1)	Pocket	Carotiere	Manovre car.	Strum. foro (3)	Osservazioni
		p.c.	parz.							
		0,2	0,2	limi argillosi e argille limose di colore marrone/nero con ghiaie calcaree subarrotondate e resti organici (radici)						
1										
2										
3				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-4m) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore bruno rossastro abbondante e localmente prevalente						
4					S2-C1	3,8				
5										
6		6,0	5,8	ghiaie calcaree eterometriche (Ø3-4cm) poco elaborate con ciottoli in abbondante matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore bruno nerastro						umido
7		6,9	0,9	ciottoli e ghiaie in matrice argilloso limosa di colore bruno nerastro						umido
		7,1	0,2		S2-C2	7,6				
8				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) poco elaborate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata abbondante e localmente prevalente						
9		8,8	1,7	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) subarrotondate in matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata						umido
		9,6	0,8	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) subarrotondate in abbondante matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore avana rosata						umido

NOTE:

(1) Prelievo campioni:

rimaneggiati

indisturbati

(2) strumentazione foro:

piezometro a tubo aperto:
tubaz.cieca (a) fessurata (b)

tubo inclinometrico

Scala 1:50	Stratigrafia	quote (m)		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni (1)	Pocket	Carotiere	Manovre car.	Strum. foro (3)	Osservazioni
		p.c.	parz.							
11		10,4	0,8	ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-3cm) subarrotondate in abbondante matrice argilloso limosa e limoso sabbiosa di colore <u>avana rosata</u>	S2-C3 10,8					umido
				sabbie limose e limi argillosi di colore avana						molto umido
		11,1	0,7	alternanza di marne, marne-calcaree, marne argillose da grigie a grigio-verdi (Formazione Scaglia cinerea)						
		11,5	0,4	FINE SONDAGGIO						
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

NOTE:

(1) Prelievo campioni: rimaneggiati indisturbati

(2) strumentazione foro: piezometro a tubo aperto: tubaz.cieca (a) fessurata (b) tubo inclinometrico

Documentazione fotografica

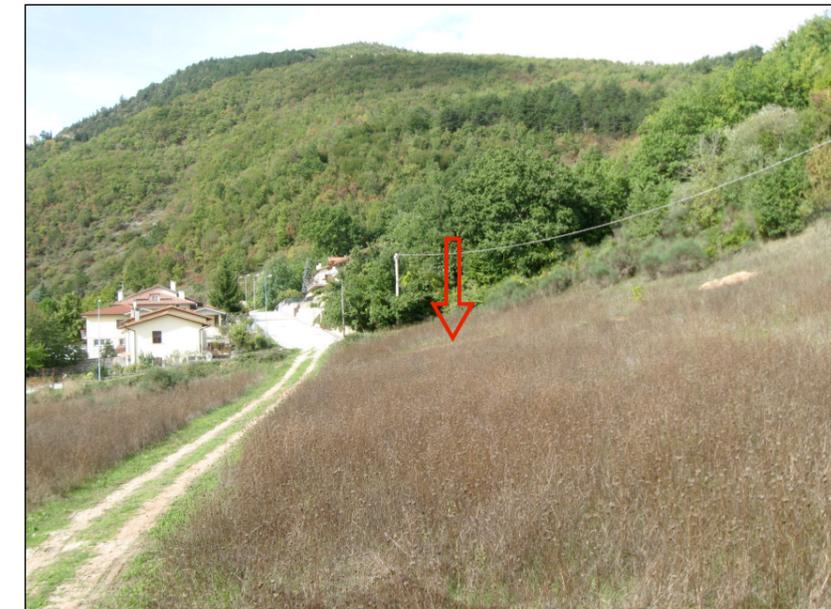


FOTO 1 - Ubicazione sondaggio



FOTO 2 - Terreno estratto da -0,1m a -6,0m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 3 - Terreno estratto da -6,0m a -6,9m dal p.c.



FOTO 4 - Terreno estratto da -6,9m a -7,1m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 5 - Terreno estratto da -7,1m a -8,8m dal p.c.



FOTO 6 - Terreno estratto da -8,8m a -9,6m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 7 - Terreno estratto da -9,6m a -10,3m dal p.c.



FOTO 8 - Terreno estratto da -10,3m a -11,1m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 9 - Terreno estratto da -11,1m a -11,5m dal p.c.

Scala 1:50	Stratigrafia	quote (m)		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni (1)	Pocket 1.5 2.5 3.5 1.0 2.0 3.0 2.4	Carotiere	Manovre car.	Strum. foro (3)	Osservazioni
		p.c.	parz.							
		0,2	0,2	limi argillosi e argille limose di colore marrone/nero con ghiaie calcaree subarrotondate e resti organici (radici)						
1				sabbie limose e limi argillosi di colore avana con rare ghiaie fini.	S3-C1 1,3					
2		1,8	1,6							
3				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-5cm) subarrotondate con matrice sabbioso argillosa di colore avana rosata						
4										
5		4,6	2,8	ghiaie calcaree eterometriche subarrotondate con ciottoli calcarei in matrice sabbioso argillosa di colore avana rosata						
6		5,3	0,7							
7										
8				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-5cm) subarrotondate con matrice sabbioso argillosa di colore avana rosata e rari ciottoli calcarei subarrotondati; addensamento aumenta con la profondità						umido
9					S3-C2 9,4					
10										

NOTE: (1) Prelievo campioni: □ rimaneggiati ■ indisturbati
(2) strumentazione foro: a piezometro a tubo aperto; b tubaz.cieca (a) fessurata (b) tubo inclinometrico

Scala 1:50	Stratigrafia	quote (m)		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni (1)	Pocket 1.5 2.5 3.5 1.0 2.0 3.0 2.4	Carotiere	Manovre car.	Strum. foro (3)	Osservazioni
		p.c.	parz.							
11										
12				ghiaie calcaree eterometriche (Ø2-5cm) subarrotondate con matrice sabbioso argillosa di colore avana rosata e rari ciottoli calcarei subarrotondati; addensamento aumenta con la profondità						
13										
14		13,7	8,4	FINE SONDAGGIO						
15										
16										
17										
18										
19										
20										

NOTE: (1) Prelievo campioni: □ rimaneggiati ■ indisturbati
(2) strumentazione foro: a piezometro a tubo aperto; b tubaz.cieca (a) fessurata (b) tubo inclinometrico

Documentazione fotografica



FOTO 1 - Ubicazione sondaggio



FOTO 2 - Terreno estratto da -0,2m a -1,8m dal p.c.

Documentazione fotografica



FOTO 3 - Terreno estratto da -1,8m a -4,6m dal p.c.



FOTO 4 - Terreno estratto da -4,6m a -5,3m dal p.c.

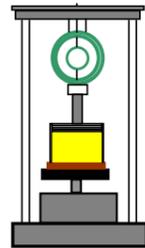
Documentazione fotografica



FOTO 5 - Terreno estratto da -5,3m a -9,0m dal p.c.



FOTO 6 - Terreno estratto da -9,0m a -13,7m dal p.c.



GEOTECNO
di Dr. Bellesi Roberto
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cluentina, 57 62100 Piediripa (MC)
Tel e Fax 0733/283589
P. I.V.A.:01737150431 C.F.:BLLRRT66E18E783P

DATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Richiedente:
STUDIO ASSOCIATO GEOEQUIPE

Indagine:
Loc. Muccia (MC)

03 Novembre 2015



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Richiedente:	STUDIO TECNICO ASSOCIATO GEOEQUIPE		
con sede in:	Via Pertini Tolentino (MC)		
Indagine:	Loc. Muccia (MC)		
Sondaggio:	S2	Campione:	C1 Profondità prelievo m 3,40
Dimensione del campione:	Diametro	mm	lunghezza mm

Caratteristiche generali del campione

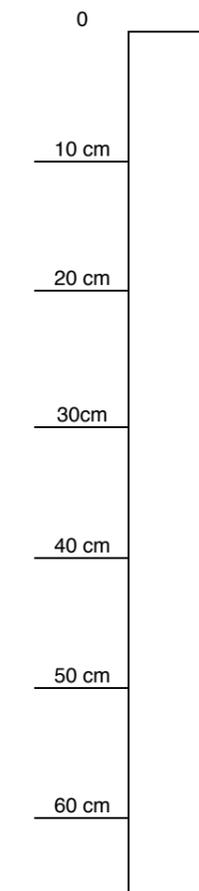
Stato del campione
indisturbato
rimaneggiato

Data di prelievo
Data di apertura **26/10/2015**

Prove eseguite

Alto Rp= _____ kg/cm²
Tv= _____ kg/cm²

Basso Rp= _____ kg/cm²
Tv= _____ kg/cm²



Identificazione

Descrizione visuale
Ghiaie bene asortite clasti angolari e subangolari in matrice limoso-argillosa marrone scuro.

_____	Peso di volume γ	_____	Limite liquido Wl
_____	Contenuto in acqua Wn	_____	Limite plastico Wp
_____	Grado di saturazione Sr	_____	Indice plastico Ip
_____	Peso volume secco γ_d	_____	Indice di consistenza Ic
_____	Indice dei vuoti e	_____	Indice di liquidità IL
_____	Porosità n	_____	Limite di ritiro Ws
_____	Peso specifico dei grani Gs	_____	Peso di volume saturo γ_{sat}

Granulometria

Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia
21,56%	24,54%	13,16%	40,74%

Classificazione _____ USCS (AGI) _____ AASHTO (CNR UNI 10006)

Caratterizzazione meccanica

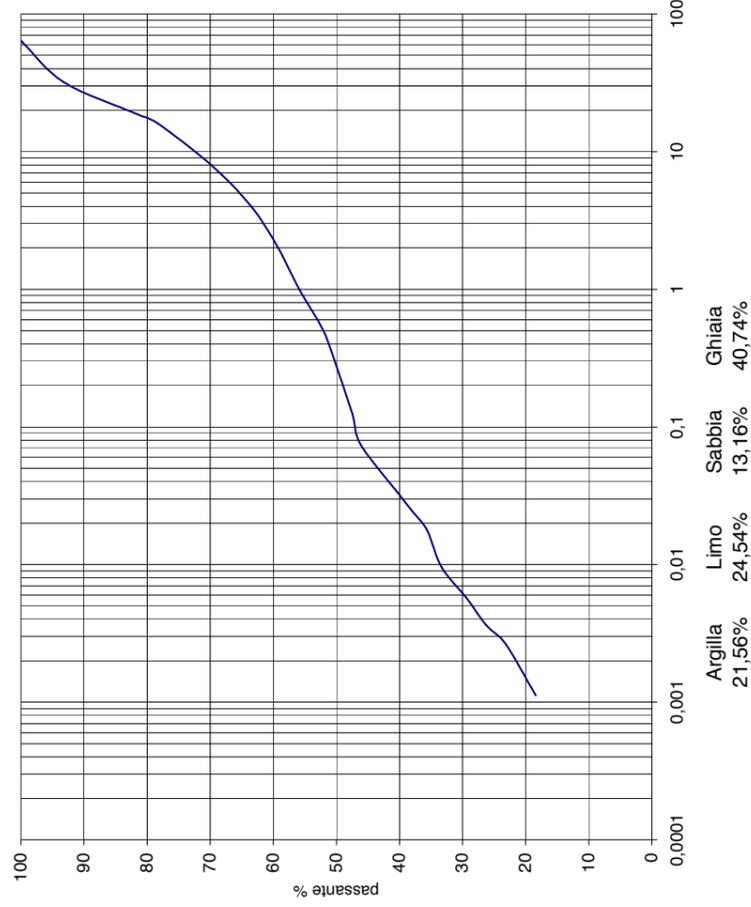
- _____ Compressione laterale libera
- _____ Taglio diretto CD
- _____ Taglio diretto RS
- _____ Consolidazione edometrica
- _____ Compressione triassiale UU
- _____ Compressione triassiale CU
- _____ Compressione triassiale CD
- _____ Costipamento Proctor standard
- _____ Costipamento Proctor Modificata
- _____ Permeabilità diretta a carico variabile in cella edometrica
- _____ Permeabilità diretta a carico costante
- _____ Permeabilità diretta a carico costante



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Richiedente:	STUDIO TECNICO ASSOCIATO GEOEQUIPE		
con sede in:	Via Pertini Tolentino (MC)		
Indagine:	Loc. Muccia (MC)		
Sondaggio:	S2	Campione:	C1 Profondità prelievo m 3,40

ANALISI GRANULOMETRICA
Classifica UNI



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Richiedente:	STUDIO TECNICO ASSOCIATO GEOEQUIPE		
con sede in:	Via Pertini Tolentino (MC)		
Indagine:	Loc. Muccia (MC)		
Sondaggio:	S2	Campione:	C1 Profondità prelievo m 3,40

Granulometria con setacci A.S.T.M. del trattenuto al 200 dopo la sedimentazione				
Setacci n°	Diametro mm	Trattenuto g	Trattenuto T %	Passante P %
5/16"	8,00	196,55	8,48	69,81
5	4,00	146,40	6,32	63,49
10	2,00	97,95	4,23	59,26
18	1,00	78,74	3,40	55,87
35	0,500	87,95	3,79	52,07
60	0,250	55,08	2,38	49,70
120	0,125	51,54	2,22	47,47
200	0,074	31,90	1,38	46,10
Fondo		1068,67		

DATI PER AREOMETRIA

Areometro n°	Cilindro n°	1
Correzione totale con dispersivo a 25°		
Peso secco g		60
Peso specifico γs		2,674

DATI PER SETACCIATURA

Peso totale iniziale g	2318,21
Peso totale finale g	2318,21
Materiale disperso g	0,00

Data	Ora	Tempi di lettura	Tempo T min.	Letture	Temp. °	Correzione totale C	Letture corretta	L mm	k	a	Diametro D=mm	Passante P %
27/10/15	9,32	30"	0,50	55,0	25°	-1,5	53,5	73	0,01217	0,99	0,04650	88,28
		1'	1	53,0	25°	-1,5	51,5	76	0,01217	0,99	0,03355	84,98
		2'	2	50,0	25°	-1,5	48,5	81	0,01217	0,99	0,02449	80,03
		4'	4	47,0	25°	-1,5	45,5	86	0,01217	0,99	0,01784	75,08
		15'	15	44,0	25°	-1,5	42,5	91	0,01217	0,99	0,00948	70,13
		45'	45	39,0	25°	-1,5	37,5	99	0,01217	0,99	0,00571	61,88
		2h	120	35,0	25°	-1,5	33,5	106	0,01217	0,99	0,00362	55,28
		4h	240	31,0	25°	-1,5	29,5	112	0,01217	0,99	0,00263	48,68
28/10/15	9,32	24h	1440	25,0	25°	-1,5	23,5	122	0,01217	0,99	0,00112	38,78
		48h	2880									
		72h	4320									
		96h	5760									



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Richiedente: STUDIO TECNICO ASSOCIATO GEOEQUIPE	
con sede in: Via Pertini Tolentino (MC)	
Indagine: Loc. Muccia (MC)	Campione: C1
Sondaggio: S2	Profondità prelievo m 3,40

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

Campione N°								
Picnometro N°	1	2						
Beker N°								
Temperatura t°	25°	25°						
Peso lordo secco g								
Tara g								
Peso netto secco (Wo) g	51,34	53,76						
Peso picnometro+acqua (temp. T) (Ww) g	791,22	766,58						
Wo+Ww	842,56	820,34						
Peso picnometro+acqua+camp. (Ws) g	823,37	800,23						
(Wo+Ww)-Ws	19,19	20,11						
Peso specifico Gs=Wo/((Wo+Ww)-Ws) g/cm ³	2,67535	2,6733						



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO
di Dr. Bellesi R.

Richiedente:	STUDIO TECNICO ASSOCIATO GEOEQUIPE		
con sede in:	Via Pertini Tolentino (MC)		
Indagine:	Loc. Muccia (MC)		
Sondaggio:	S3	Campione: C2	Profondità prelievo m 9,40
Dimensione del campione:	Diametro	mm	lunghezza mm

Caratteristiche generali del campione

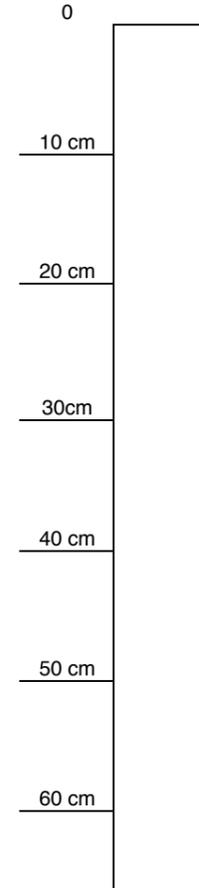
Stato del campione
indisturbato
rimaneggiato

Data di prelievo
Data di apertura 29/10/2015

Prove eseguite

Alto Rp= _____ kg/cm²
Tv= _____ kg/cm²

Basso Rp= _____ kg/cm²
Tv= _____ kg/cm²



Identificazione

Descrizione visuale

Ghiaie bene assortite bagnate con clasti bianco rosati da subangolari a subarrotondati in matrice sabbioso-limoso avana chiaro.

_____	Peso di volume γ	_____	Limite liquido Wl
_____	Contenuto in acqua Wn	_____	Limite plastico Wp
_____	Grado di saturazione Sr	_____	Indice plastico Ip
_____	Peso volume secco γ_d	_____	Indice di consistenza Ic
_____	Indice dei vuoti e	_____	Indice di liquidità IL
_____	Porosità n	_____	Limite di ritiro Ws
_____	Peso specifico dei grani Gs	_____	Peso di volume saturo γ_{sat}

Granulometria

_____	Argilla+Limo	_____	Sabbia	_____	Ghiaia
_____	13,70%	_____	19,41%	_____	66,89%

Classificazione

_____ USCS (AGI) _____ AASHTO (CNR UNI 10006)

Caratterizzazione meccanica

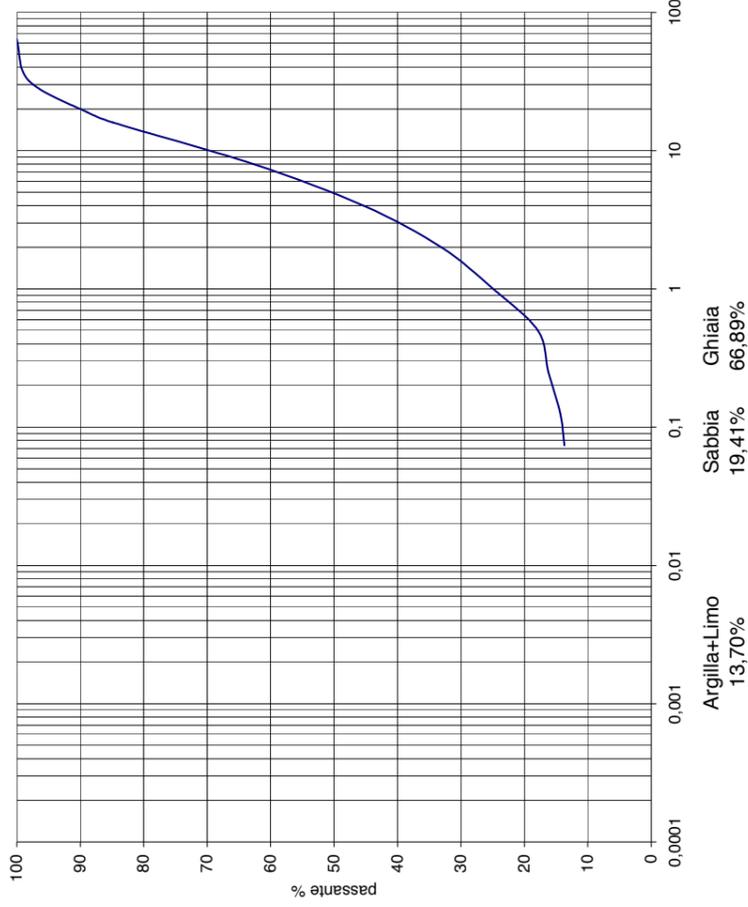
- _____ Compressione laterale libera
- _____ Taglio diretto CD
- _____ Taglio diretto RS
- _____ Consolidazione edometrica
- _____ Compressione triassiale UU
- _____ Compressione triassiale CU
- _____ Compressione triassiale CD
- _____ Costipamento Proctor standard
- _____ Costipamento Proctor Modificata
- _____ Permeabilità diretta a carico variabile in cella edometrica
- _____ Permeabilità diretta a carico costante
- _____ Permeabilità diretta a carico costante



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Richiedente:	STUDIO TECNICO ASSOCIATO GEOEQUIPE		
con sede in:	Via Pertini Tolentino (MC)		
Indagine:	Loc. Muccia (MC)		
Sondaggio:	S3	Campione:	C2
		Profondità prelievo m	9,40

ANALISI GRANULOMETRICA
Classifica UNI



Setaccio n°	Apertura mm	Tratt. g	Tratt. %	Passante %
3"	75,00	0		
2 1/2"	64,00	0,00	0,00	100,00
1 1/4"	32,00	77,72	1,89	98,11
3/4"	19,00	378,50	9,21	88,90
5/8"	16,00	165,12	4,02	84,89
5/16"	8,00	910,89	22,16	62,73
5	4,00	714,88	17,39	45,34
10	2,00	502,64	12,23	33,11
18	1,00	335,96	8,17	24,94
35	0,500	291,00	7,08	17,86
60	0,250	67,03	1,63	16,23
120	0,125	78,13	1,90	14,33
200	0,074	25,94	0,63	13,70
fondo		563,09		
Peso totale iniziale g		4110,90		
Peso totale finale g		4110,90		
Materiale disperso g		0,00		



Il responsabile
Dr. Geol. Bellési Roberto

ALLEGATO (B)

INDAGINI GEOFISICHE REALIZZATE (MASW-HVSR)

INDAGINE GEOFISICA

L’impiego congiunto delle due metodologie geofisiche HVSR e Masw consente di definire sia la frequenza di risonanza dei terreni, sia la velocità delle onde di taglio “S” in profondità. La prospezione HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura) è una prospezione geofisica passiva che misura il “rumore sismico” presente sulla superficie terrestre. La tecnica H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore tra la componente orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e quella verticale V. Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull’ipotesi che i microtremiti siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

La prospezione sismica Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente di ottenere un modello verticale delle velocità delle onde “S”, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare delle onde di Rayleigh. Osservando le caratteristiche dispersive del sito è possibile stimare alcune proprietà meccaniche del sottosuolo; infatti è noto che nella propagazione delle onde nel sottosuolo stratificato e trasversalmente isotropo, ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione correlata anche alla lunghezza d’onda, questo viene definito “dispersione di frequenza”. Dall’elaborazione degli spettri delle velocità delle onde “S” si arriva alla definizione del modello di stratificazione del sottosuolo con i relativi parametri sismici.

L’elaborazione congiunta dei dati HVSR e Masw elimina alcuni limiti insiti nei due metodi, infatti tramite l’elaborazione dei dati acquisiti con tecnica Masw è possibile definire in modo univoco le velocità (Vs) e gli spessori degli orizzonti più superficiali del sottosuolo; questi dati inseriti nell’elaborazione ed analisi della prova HVSR eliminando le “quasi infinite” soluzioni interpretative, consentono di stimare anche la velocità degli strati più profondi e non investigati tramite “la Masw”.

Queste prove, ampiamente utilizzate da anni nel settore sismologico, negli ultimi anni sono sempre più impiegate in campo geotecnico/ingegneristico per derivare i seguenti parametri:

- la frequenza fondamentale di risonanza F₀ dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità delle onde “S” e della densità e quindi delle velocità V_{s30} (relativamente ai primi 30 m dal piano campagna);

Essendo disponibili dati stratigrafici molto dettagliati e ben distribuiti, è stata possibile un’ottimale “taratura” delle prove.

Nel dettaglio sono state complessivamente realizzate n. 9 prove HVSR e n. 2 stendimenti Masw (grafici allegati in calce), al fine di poter confrontare un numero di dati quanto più possibile ampio ed eliminare eventuali incertezze nell’elaborazione dei dati o discriminazione dei livelli del sottosuolo, vista anche la “rumorosità “ dell’area di studio (prossimità ad una zona abitata e transito mezzi pesanti sulla S.S. 77).

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismometro (tromometro) triassiale, completo di registratore digitale costituito da:

- 3 canali velocimetrici (saturazione ±1,2mm/s);
- 3 canali velocimetrici (saturazione ±50 mm/s);
- 3 canali accelerometrici;
- 1 canale analogico (trigger esterno);
- frequenze di campionamento 128, 256, 512, 1024 Hz su tutti i canali; 32768 Hz su 2 canali;
- modulo GPS integrato con antenna interna o esterna.

La successiva elaborazione dei dati è stata eseguita con un software specifico strutturato in moduli:

- Modulo scarico dei dati;
- Modulo gestione ed archiviazione dei tracciati in un database
- Modulo di routine per analisi dei dati del sottosuolo (Frequenze di risonanza): analisi dei dati spettrale, direzionale, di sito di riferimento (SSR) e H/V e secondo le linee guida europee (SESAME 2005 ecc.); pulizia delle tracce nei domini delle frequenze e dei tempi, automatica e manuale;
- Modulo spettro della velocità di fase;
- Modulo report automatico (in formato .doc di Word™ e .rft);
- Modulo uscita dati in formati adatti all’uso in software di contouring;
- Modulo per la stima del parametro V_{s30} tramite fit vincolato della curva H/V.

La strumentazione è stata programmata per un’acquisizione della durata variabile da 14 minuti a 20 minuti con un campionamento di 512Hz.

La lunghezza di registrazione è anche funzione delle frequenze minime che si vogliono registrare e degli eventuali rumori indesiderabili definiti “transienti” (passi, transito di mezzi, pompe, ecc.). La frequenza di campionamento è discriminante, secondo il teorema di Nyquist, per la ricostruzione

della massima frequenza del rumore ambientale, che in questo caso è di 256 Hz (=512Hz/2); nella fase di elaborazione è stato considerato solamente l’intervallo di frequenze compreso tra 0,1 Hz e 64 Hz visti gli scopi dello studio.

La fase di acquisizione dati è stata eseguita su più punti di misura ed adottando una serie di accorgimenti e precauzioni per i motivi più sopra esposti.

Dall’esame di tutte le registrazioni si è notata la presenza di frequenze (“transienti”) originate da sorgenti antropiche (traffico, macchinari, ecc.) situate nei pressi dell’area di studio; questi disturbi sono chiaramente identificabili nel grafico “Spettri delle singole componenti” (riportato in calce per ogni prova HVSR) e corrispondono ai picchi registrati su tutte e tre le componenti alla medesima frequenza.

Sono stati acquisiti i dati relativi a due stendimenti Masw (**MASW_003 e MASW_004**), il primo nella zona più a monte (versante) e l’altro nella zona pianeggiante vicina alla via Ralla. Entrambi sono stati registrati sia in andata che in ritorno allo scopo di evitare eventuali disturbi di entità ragguardevole che avrebbero potuto rendere inutilizzabili i dati stessi. Un altro vantaggio di operare in tale modo (andata e ritorno) è quello di determinare quali “effetti” sono dovuti alle variazioni stratigrafiche del sottosuolo e quali sono invece sono legati all’attività antropica (transienti).

L’elaborazione dei dati registrati ha definito le caratteristiche dei sismostrati (velocità delle onde “S” e spessore) nella porzione di sottosuolo investigata (5-12 m dal p.c.), questa limitazione è dovuta alla presenza, di un forte contrasto di impedenza che ostacola la penetrazione delle onde (Rayleigh) più in profondità nel sottosuolo. Da sottolineare che i risultati si riferiscono ad una media dei valori lungo tutto lo stendimento (profilo lungo 30m) mentre le prove HVSR ricostruiscono il sottosuolo sulla verticale del punto.

Le prove **HVSR_001 e HVSR_003** sono state eseguite agli estremi dello stendimento Masw_003, la prima su quello ad est e l’altra su quello ad ovest.

Le prove **HVSR_004 e HVSR_005** sono state eseguite agli estremi dello stendimento Masw_004, la prima su quello ad ovest e l’altra su quello ad est.

La prova **HVSR_006** è stata effettuata nelle immediate adiacenze del sondaggio S3; la prova **HVSR_007** è stata eseguita al lato opposto della zona pianeggiante (adiacenze di via Ralle).

Le prove **HVSR_008 e HVSR_008** sono state eseguite nella zona più a monte della progettata lottizzazione.

La prova **HVSR_010** è stata effettuata nella zona centrale ovvero nella fascia intermedia tra il versante e la zona pianeggiante; per maggiori dettagli si rimanda alla tav. G.6.

Nell’elaborazione delle singole prove HVSR, i dati, sono stati sottoposti prima ad un modesto filtraggio (lisciatura) per eliminare, per quanto possibile, i “transienti” sopra citati. Dopo aver superato positivamente la “routine” per la verifica dei criteri di significatività stabiliti dal progetto SESAME, i dati sono stati elaborati, introducendo i parametri (velocità onde S e spessori dei sismostrati più superficiali) ricavati dagli stendimenti Masw. In particolare per le prove sul versante sono stati utilizzati i risultati dello stendimento MASW_003 mentre per quelle prove effettuate nella zona pianeggiante sono stati presi a riferimento quelli dello stendimento MASW_004.

Particolare attenzione è stata posta nell’analisi dei picchi di frequenza e al relativo rapporto H/V in quanto alcuni “transienti” hanno frequenze prossime a quelle generate dalle variazioni di impedenza litostratigrafiche. In tali situazioni il rapporto H/V è amplificato dai transienti, pertanto è necessario “lisciare e/o mediare” il picco per un’ottimale ricostruzione dei rapporti di velocità nel sottosuolo e dei relativi spessori.

Di fondamentale supporto sono le informazioni geognostiche, desunte da sondaggi eseguiti in zona, per una più realistica valutazione della sismostratigrafia del sottosuolo e quindi, una più corretta stima del parametro V_{s30} previsto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).

Di seguito sono sinteticamente riportati i risultati delle prove HVSR suddivise tra quelle eseguite sulla zona versante (monte), quelle nella zona intermedia e quella nella zona pianeggiante (valle).

ZONA VERSANTE (MONTE)

Prova **HVSR_001** :

- frequenza di risonanza: 7,59 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 3,12;
- picchi secondari: ~3,8Hz (H/V=2,05), ~29 Hz (H/V=2,5) e ~71 Hz (H/V=2,05);
- picchi dei “transienti” antropici: ~5,0 Hz, ~11-13 Hz e ~60-65 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. V_s = 240 m/s; spessore = 7,0m; profondità = 7,0m
 2. V_s = 430 m/s; spessore = 6,0m; profondità = 13,0m
 3. V_s = 550 m/s; spessore = 28,0m (?); profondità = 41,0m(?)
 4. V_s = 710 m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30}: 405 m/s.

Prova **HVSR_003** :

- frequenza di risonanza: 7,69 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 3,94;
- picchi secondari: ~25 Hz (H/V=1,8) e ~71 Hz (H/V=2,05);
- picchi dei “transienti” antropici: ~3,0 Hz, ~11-13 Hz e ~55-60 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 230$ m/s; spessore = 6,0m; profondità = 6,0m
 2. $V_s = 430$ m/s; spessore = 5,8m; profondità = 11,8m
 3. $V_s = 550$ m/s; spessore = 16,0m (?);profondità = 27,8m (?)
 4. $V_s = 700$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 418 m/s.

Prova **HVSR_008** :

- frequenza di risonanza: 6,66 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 2,79;
- picchi secondari: ~4 Hz (H/V=1,8) e ~50-55 Hz (H/V=2,5);
- picchi dei “transienti” antropici: ~3,0 Hz, ~11-13 Hz e ~55-60 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 230$ m/s; spessore = 6,8m; profondità = 6,8m
 2. $V_s = 430$ m/s; spessore = 9,5m; profondità = 16,3m
 3. $V_s = 550$ m/s; spessore = 27,0m (?);profondità = 43,3m (?)
 4. $V_s = 700$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 392 m/s.

Prova **HVSR_009** :

- frequenza di risonanza: 7,19 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 2,62;
- picchi secondari: ~3,5 Hz (H/V=1,9) e ~50 Hz (H/V=1,8);
- picchi dei “transienti” antropici: ~3,5 Hz, ~11-13 Hz e ~55-60 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 230$ m/s; spessore = 6,5m; profondità = 6,5m
 2. $V_s = 430$ m/s; spessore = 10,0m; profondità = 16,5m
 3. $V_s = 550$ m/s; spessore = 26,0m (?);profondità = 42,5m (?)
 4. $V_s = 710$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 418 m/s.

ZONA INTERMEDIA

Prova **HVSR_010** :

- frequenza di risonanza: 50,31 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 3,5;
- picchi secondari: ~3,5 Hz (H/V=1,9), ~38 Hz (H/V=1,8) e ~78 Hz (H/V=1,8);
- picchi dei “transienti” antropici: ~24 Hz e ~90-100 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 230$ m/s; spessore = 6,5m; profondità = 6,5m
 2. $V_s = 430$ m/s; spessore = 10,0m; profondità = 16,5m
 3. $V_s = 550$ m/s; spessore = 26,0m (?); profondità = 42,5m (?)
 4. $V_s = 710$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 394 m/s.

ZONA PIANEGGIANTE (VALLE)

Prova **HVSR_004** :

- frequenza di risonanza: 50,31 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 3,5;
- picchi secondari: ~14,5 Hz (H/V=2,9) e ~32,4 Hz (H/V=1,9);
- picchi dei “transienti” antropici: ~14 Hz e ~60-65 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 130$ m/s; spessore = 0,6m; profondità = 0,6m
 2. $V_s = 250$ m/s; spessore = 3,7m; profondità = 4,3m
 3. $V_s = 440$ m/s; spessore = 12,0m (?); profondità = 16,3m (?)
 4. $V_s = 550$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 419 m/s.

Prova **HVSR_005** :

- frequenza di risonanza: 19,38 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 4,38;
- picchi dei “transienti” antropici: ~14 Hz, ~22 Hz e ~60-65 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 130$ m/s; spessore = 0,85m; profondità = 0,85m
 2. $V_s = 250$ m/s; spessore = 2,7m; profondità = 3,55m
 3. $V_s = 440$ m/s; spessore = 12,0m (?); profondità = 15,55m (?)
 4. $V_s = 550$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 423 m/s.

Prova **HVSR_006** :

- frequenza di risonanza: 15,63 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 4,26;
- picchi secondari: ~3,5 Hz (H/V=1,8) e ~46 Hz (H/V=1,7);
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 130$ m/s; spessore = 0,75m; profondità = 0,75m
 2. $V_s = 240$ m/s; spessore = 3,3m; profondità = 4,05m
 3. $V_s = 440$ m/s; spessore = 13,0m (?); profondità = 17,05m (?)
 4. $V_s = 550$ m/s (?); spessore = 19,5m (?); profondità = 36,55m (?)
 5. $V_s = 750$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo e del quarto sismostrato ed inoltre la velocità del quarto e del quinto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 413 m/s.

Prova **HVSR_007** :

- frequenza di risonanza: 15,00 Hz con ampiezza del rapporto H/V= pari a 3,73;
- picchi dei “transienti” antropici: ~4,5 Hz, ~15 Hz e ~45 Hz;
- modello sismostratigrafico è costituito da quattro sismostrati:
 1. $V_s = 120$ m/s; spessore = 0,5m; profondità = 0,5m
 2. $V_s = 220$ m/s; spessore = 3,5m; profondità = 4,0m
 3. $V_s = 440$ m/s; spessore = 12,0m (?); profondità = 16,0m (?)
 4. $V_s = 580$ m/s (?);

N.B.: lo spessore del terzo sismostrato e la velocità del quarto possono essere affette da errore in quanto non tarate su dati certi.

- parametro (stima) V_{s30} : 420 m/s.

I risultati delle prove geofisiche, confrontati con le stratigrafie dei sondaggi, indicano che il substrato presenta velocità (onde S) superiori a 550 m/s il livello sovrastante con velocità di circa 440 m/s può essere correlato ai depositi detritici, nella zona a monte, oppure ai depositi alluvionali nella zona pianeggiante, in entrambi i casi sono terreni molto addensati. I livelli superficiali (1-3 m dal piano campagna) nella zona a monte ed in quella di transizione presentano velocità e spessori molto variabili per cui sono stati trascurati nell'interpretazione, tale assunto non comporta errori nella ricostruzione stratigrafica del sottosuolo. Nella zona pianeggiante, la porzione superficiale del sottosuolo è abbastanza omogenea per cui è stato chiaramente caratterizzato.

In considerazione della trasformazione dell'area di studio, in zona residenziale, è da rimarcare che l'eventuale asportazione della porzione più superficiale del terreno (piano interrato degli edifici) modificherà completamente lo spettro delle frequenze, inoltre il valore del parametro V_{s30} , per gli stessi motivi, subirà un aumento.

In riferimento alla normativa vigente (nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2008) la zona indagata rientra nella categoria "B" ($V_{s30} > 360$ m/s) viste anche le considerazioni sopra riportate.

In calce sono i seguenti elaborati grafici:

- Stendimenti MASW_003 e MASW_004:
 - Spettro di velocità dell'onda di Rayleigh e relativa sismostratigrafia desunta.
- Prove HVSR_001, HVSR_003, HVSR_004, HVSR_005, HVSR_006, HVSR_007, HVSR_008, HVSR_009 e HVSR_010 (come previsto dal progetto SESAME):
 - Grafico rapporto spettrale H/V;
 - Grafico serie temporale H/V;
 - Grafico direzionalità H/V;
 - Grafico degli spettri delle singole componenti;
 - Grafico confronto H/V sperimentale – H/V sintetico;
 - Tabella sismostratigrafia desunta (onde Vs);
 - Grafico sismostratigrafia desunta (onde Vs);
 - Tabella criteri SESAME per una curva H/V affidabile e per un picco H/V chiaro;

BIBLIOGRAFIA

- Albarello D., Cesi C., Eulilli V., et alii., 2010. The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example for the area damaged by the 26th April 2009 l'Aquila (Italy) earthquake – Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata.
- Albarello D., Castellaro S., 2011. Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – Supplemento a Ingegneria Sismica Anno XXVIII, n. 2.
- Castellaro S., Mulargia F. e Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica - Geologia Tecnica e Ambientale, Vol. 3.
- Castellaro S., Mulargia F., 2009a. Vs30 estimates using constrained H/V measurements. – Bull. Seism. Soc. Am., 98, 288-300.
- Castellaro S., Mulargia F., 2009b. The effect of velocity inversion on H/V. – Pure Appl. Geophys., 166, 567-592.
- Castellaro S., Marzo 2012. Corso di tecnica sismica passiva a stazione singola.
- Castellaro S., Maggio 2010. Corso di tecniche sismiche ad array.
- Gabelli A., Losito G.M.S., Mazzetti A., 2007. Validazione e confronto di metodi di prospezione sismica masw e remi per la determinazione della velocità delle onde di taglio con applicazione ad alcuni siti selezionati. – GNGTS 2007, Sessione 2,2, 280-284.
- Louie Jonh N., 2001. – Faster, Better: Shear-Wave velocity to 100 meters depth from Refraction Microtremor Array. – Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 91, 347-364.
- Mucciarelli M., Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique.- Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 42, 255-266.
- Mucciarelli M., Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy. – Conf. Eartq. Eng. And Seismol. Geneva, 3-8 Sept. 2006, no. 270.
- Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface – QR of RTRI, 30, 25-33.
- Nagoshi M., Igarashi T., 1970. On the propagation characteristics of microtremors. – Siesm. Soc. Japan, 23, 264-280.
- Park C. B., Miller R.D. e Xia J., 1999. Multichannel analysiss of surface waves – Geophysics, vol. 64, 800-808.
- SESAME Project, 2004. Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations, Measurements, processing and interpretation. SESAME European project WP12-Deliverable D23.12, http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Papers/HV_User_Guidelines.pdf.

MASW_003

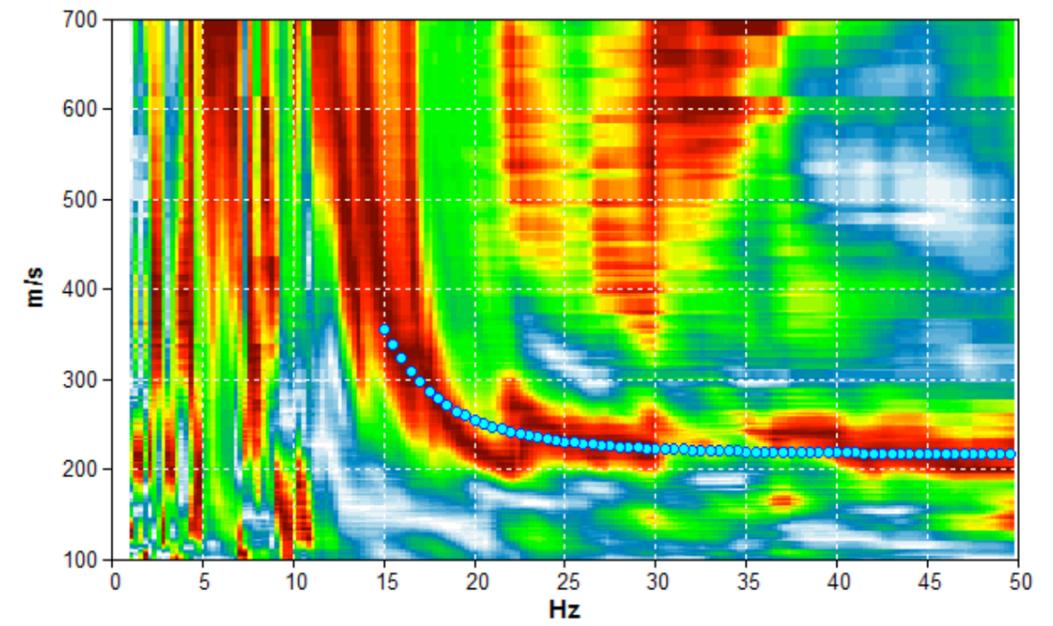
Inizio registrazione: 09/10/15 17:53:39 Fine registrazione: 09/10/15 18:11:39
Durata registrazione: 0h00'02".
Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1; B2; B3; B4; B5; B6; B7; B8; B9; B10

Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 m.

Grafici stendiment i MASW e prove HVSR

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
6.00	6.00	230	0.42
11.80	5.80	430	0.42
inf.	inf.	550	0.42

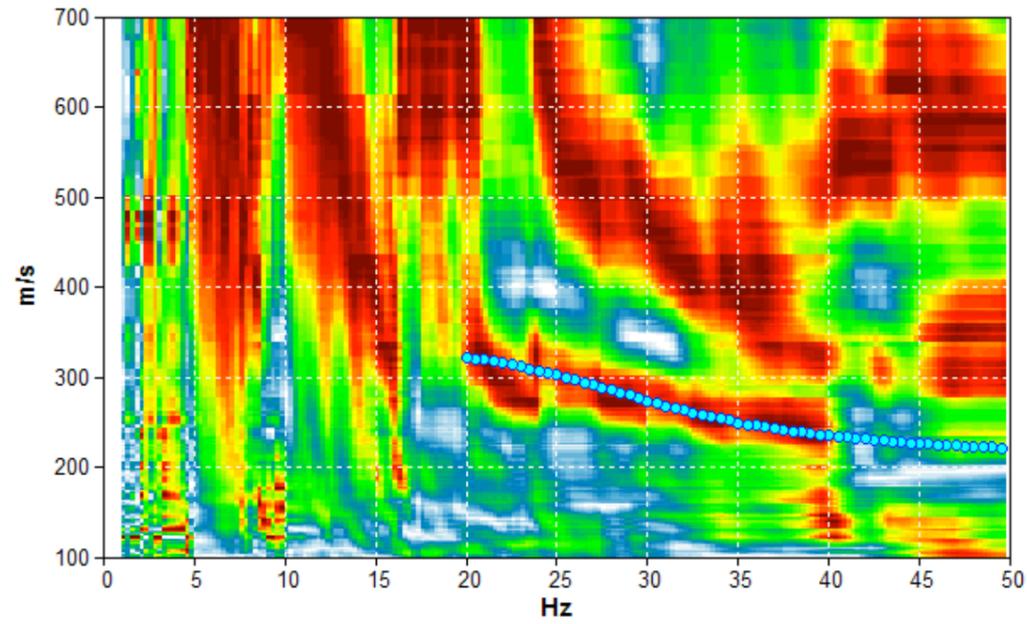
MASW_004

Inizio registrazione: 09/10/15 18:50:05 Fine registrazione: 09/10/15 19:06:06
 Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -

Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



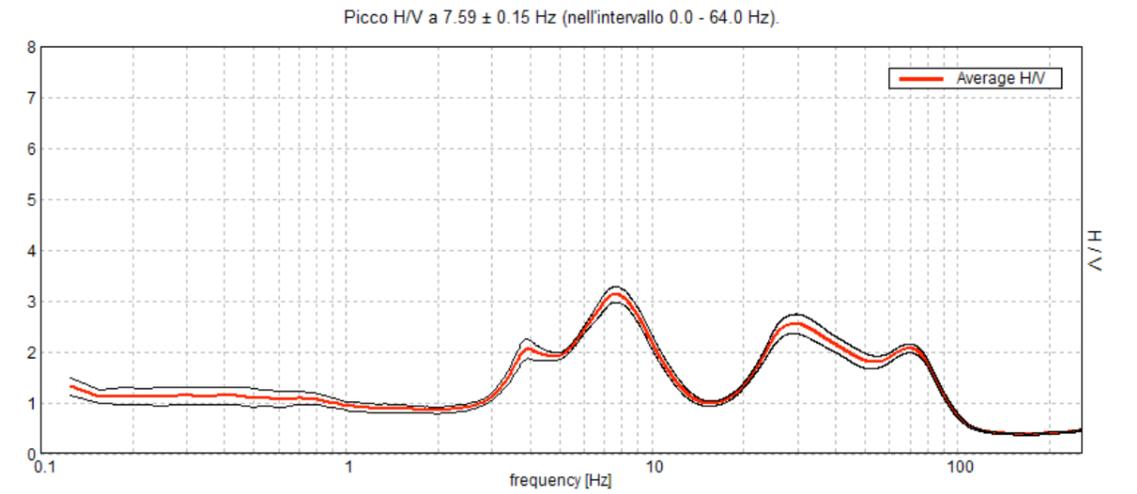
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	130	0.42
3.60	3.00	250	0.42
inf.	inf.	440	0.42

HVSR_001

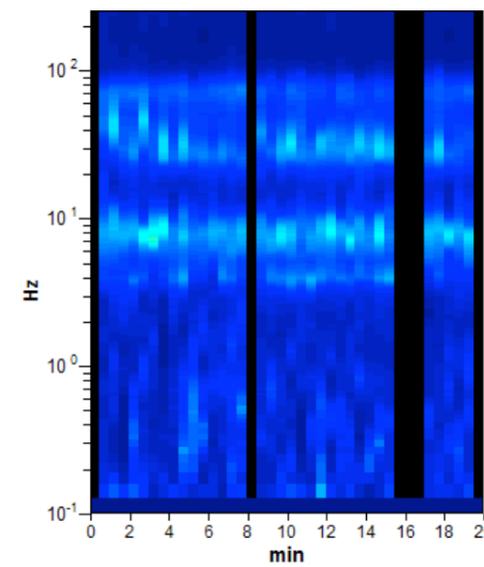
Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 09/10/15 16:44:26 Fine registrazione: 09/10/15 17:04:26
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 30 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

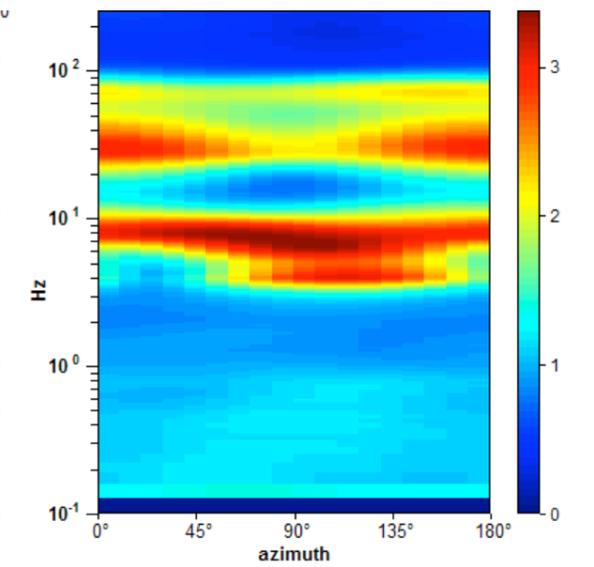
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



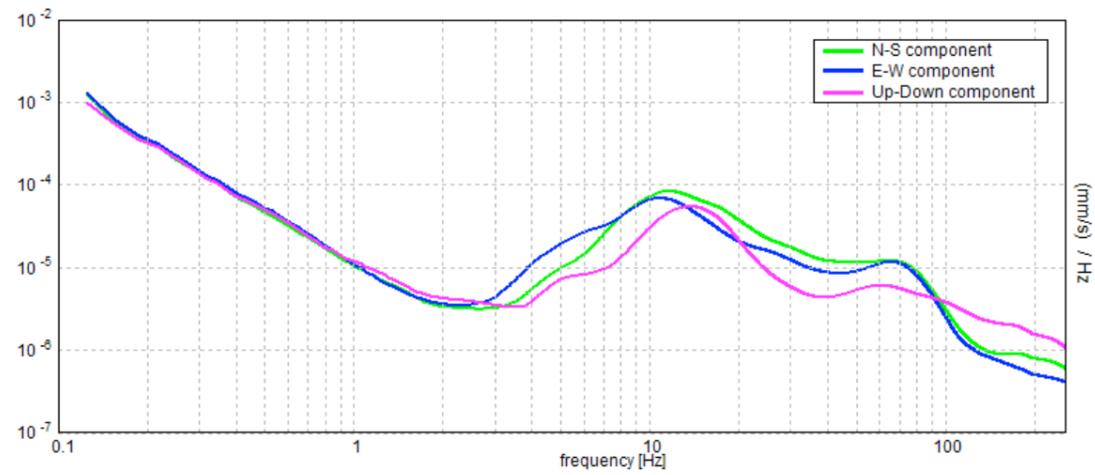
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



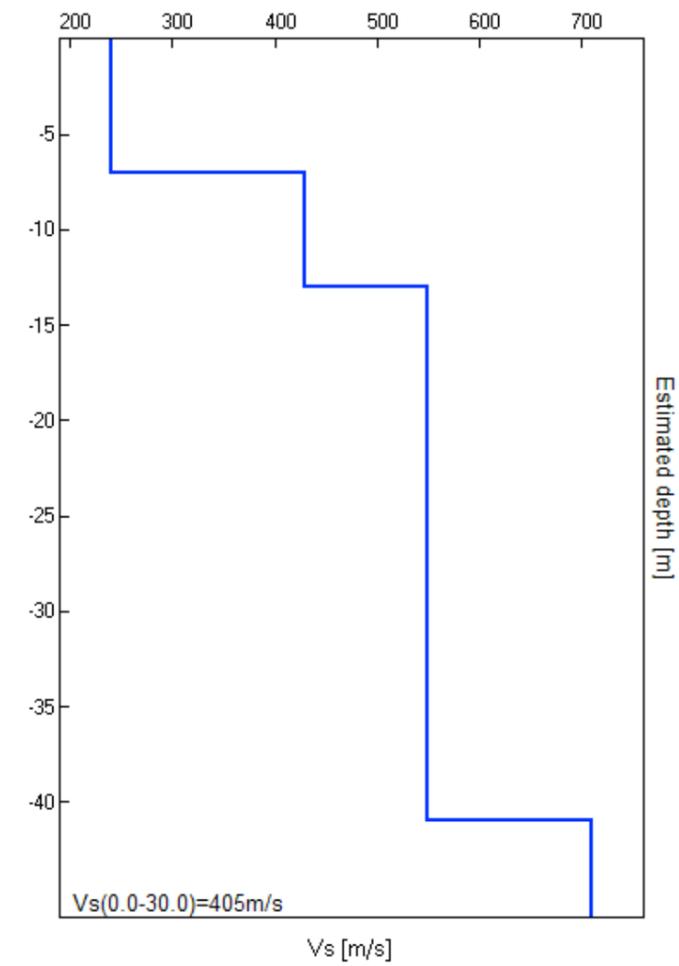
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
7.00	7.00	240	0.42
13.00	6.00	430	0.42
41.00	28.00	550	0.42
inf.	inf.	710	0.42

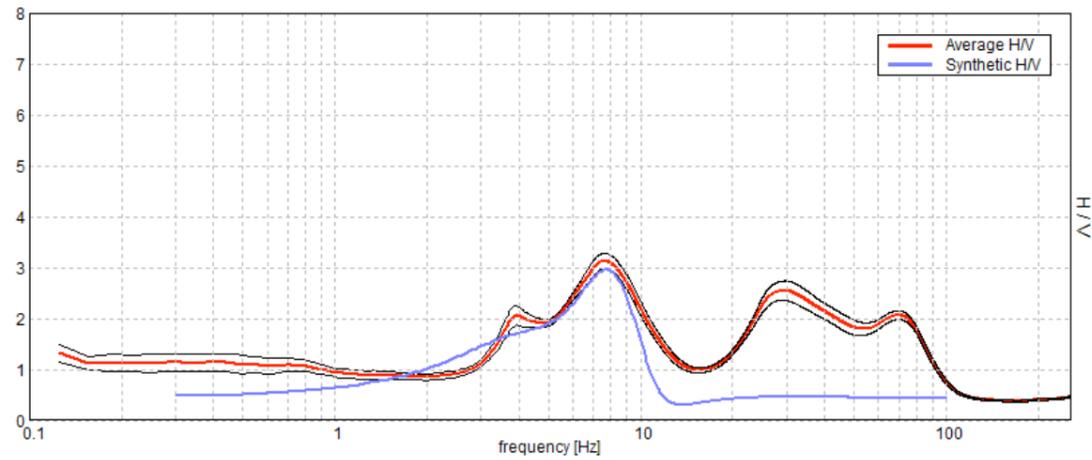
Vs(0.0-30.0)=405m/s

GRAFICO SIMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 7.59 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



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

Picco H/V a 7.59 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$7.59 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$7745.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 366	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.12 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0197 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14958 < 0.37969$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1536 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

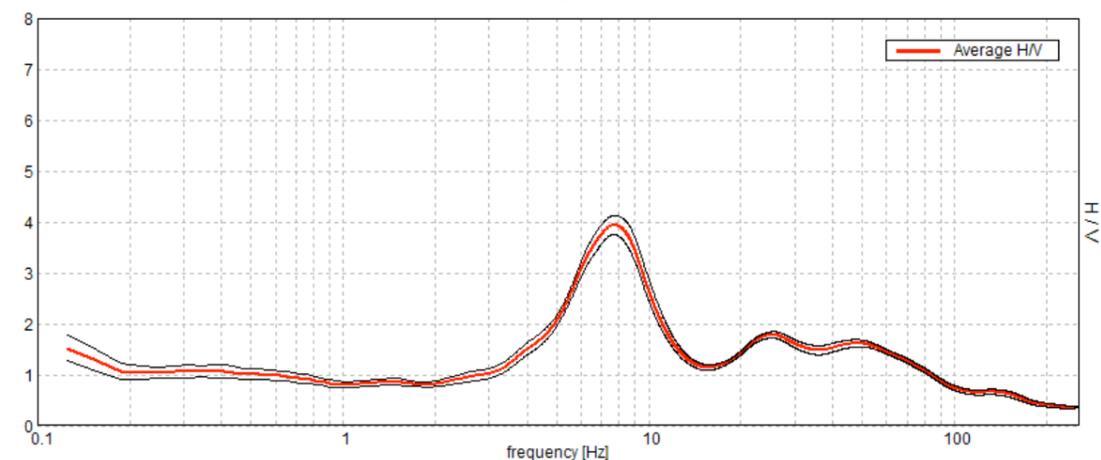
HVSR_003

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 09/10/15 17:53:39 Fine registrazione: 09/10/15 18:11:39
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

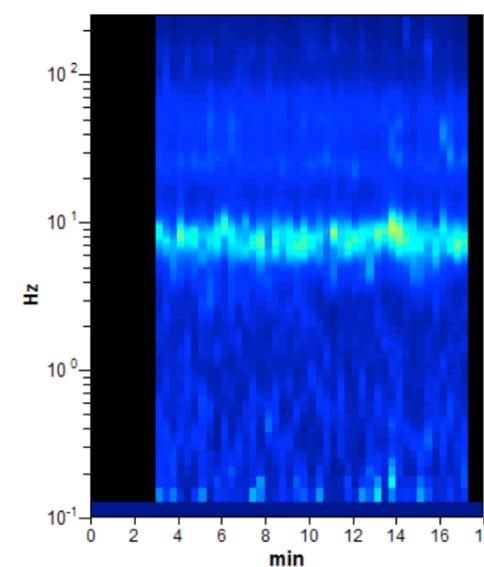
Durata registrazione: 0h18'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

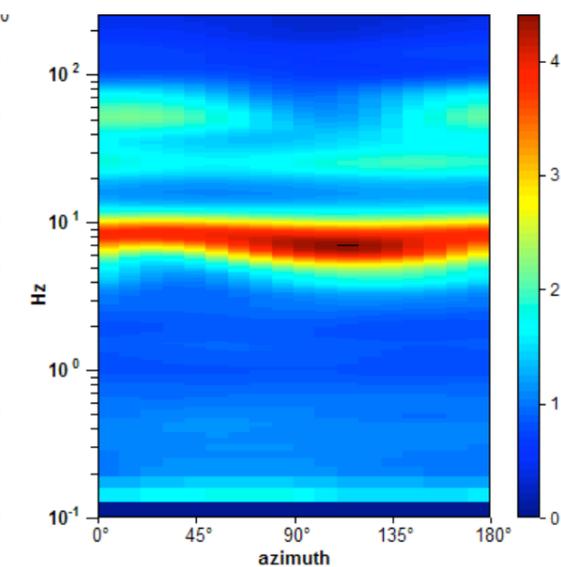
Picco H/V a 7.69 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



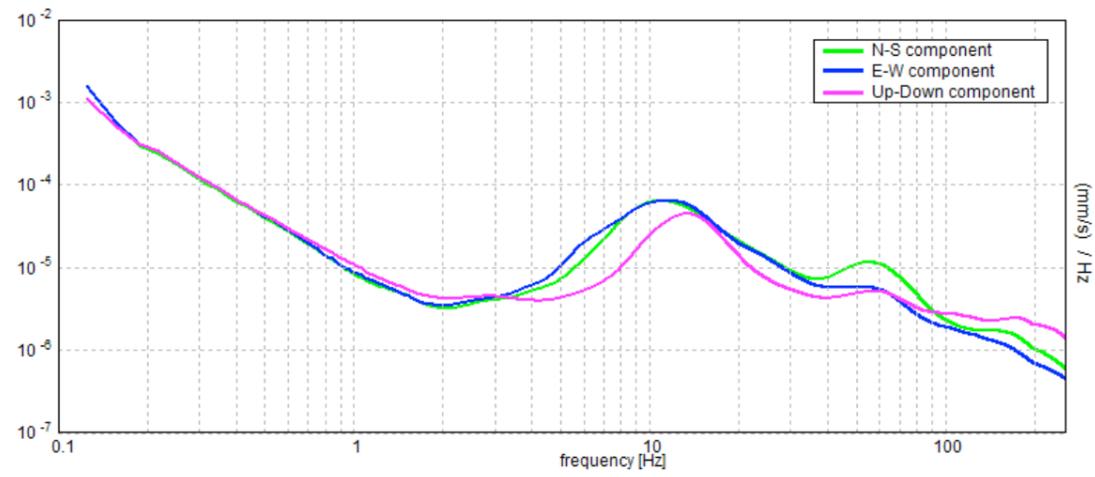
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

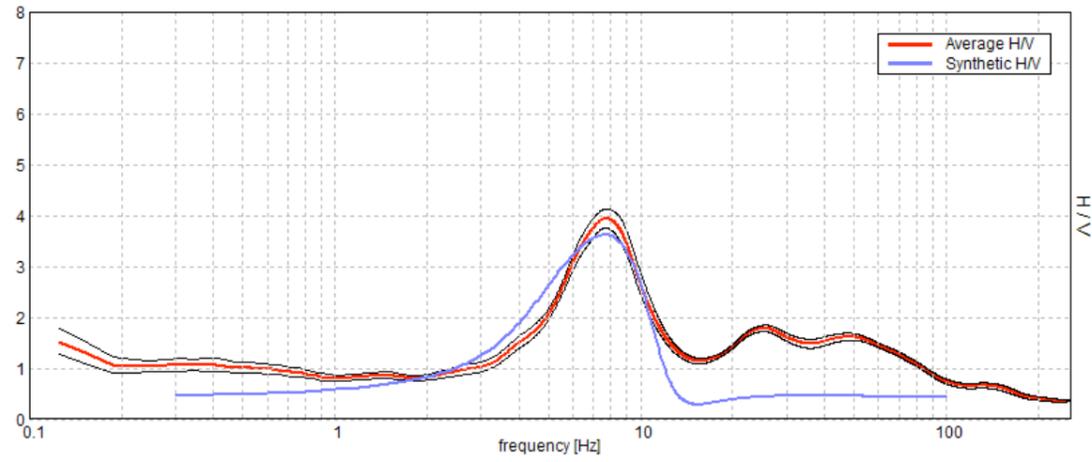


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

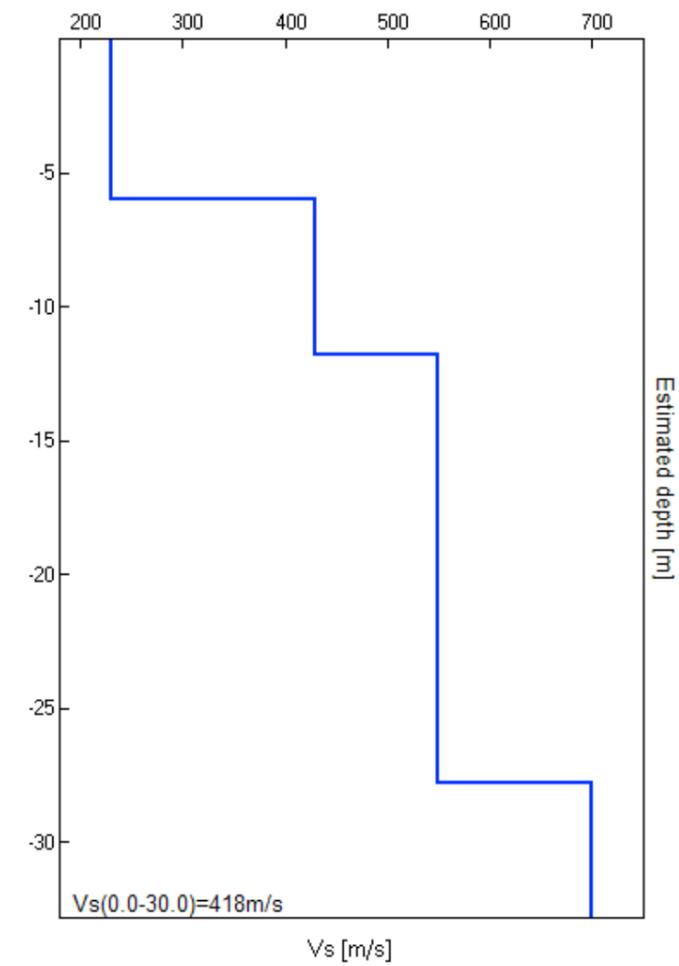
Picco H/V a 7.69 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
6.00	6.00	230	0.42
11.80	5.80	430	0.42
27.80	16.00	550	0.42
inf.	inf.	700	0.42

Vs(0.0-30.0)=418m/s

GRAFICO SISMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



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

Picco H/V a 7.69 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$7.69 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6611.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 370	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.875 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.94 > 2$	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0289 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.2222 < 0.38438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1869 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

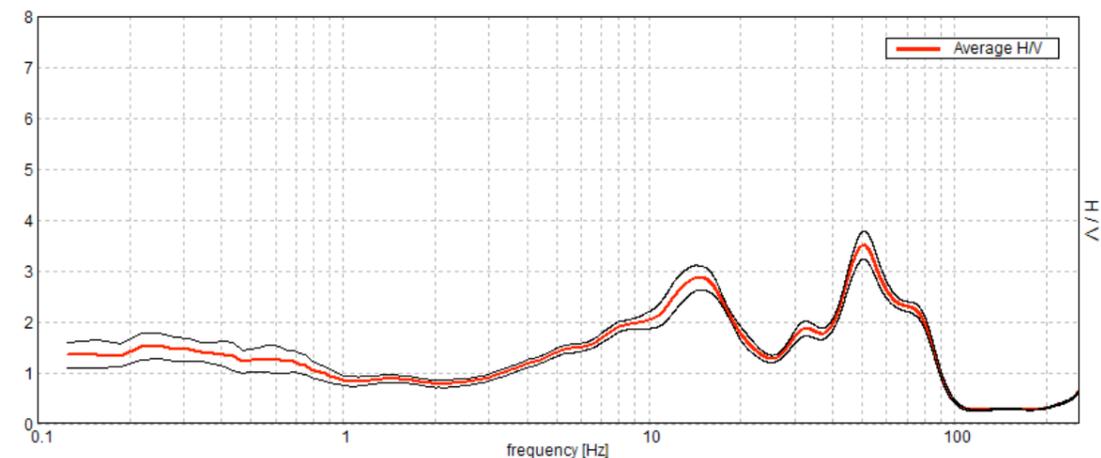
HVSR_004

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 09/10/15 18:26:03 Fine registrazione: 09/10/15 18:44:03
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

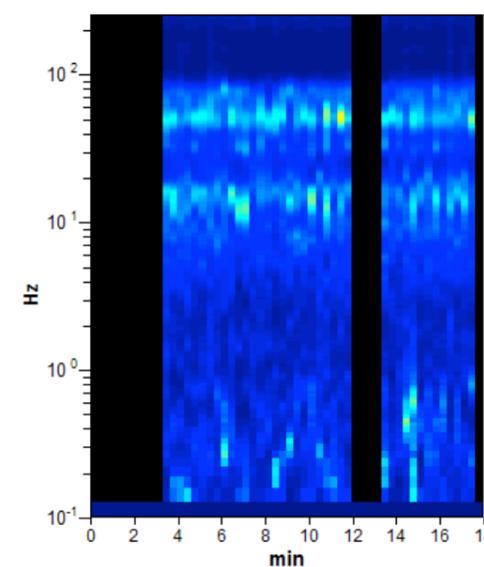
Durata registrazione: 0h18'00". Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 20%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

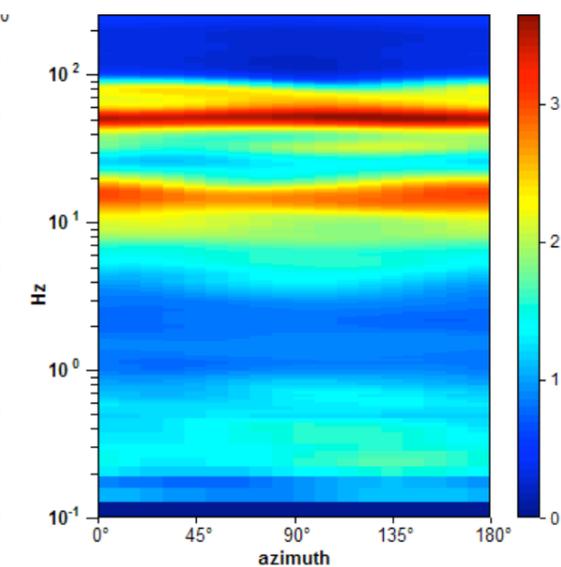
Picco H/V a 50.31 ± 0.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



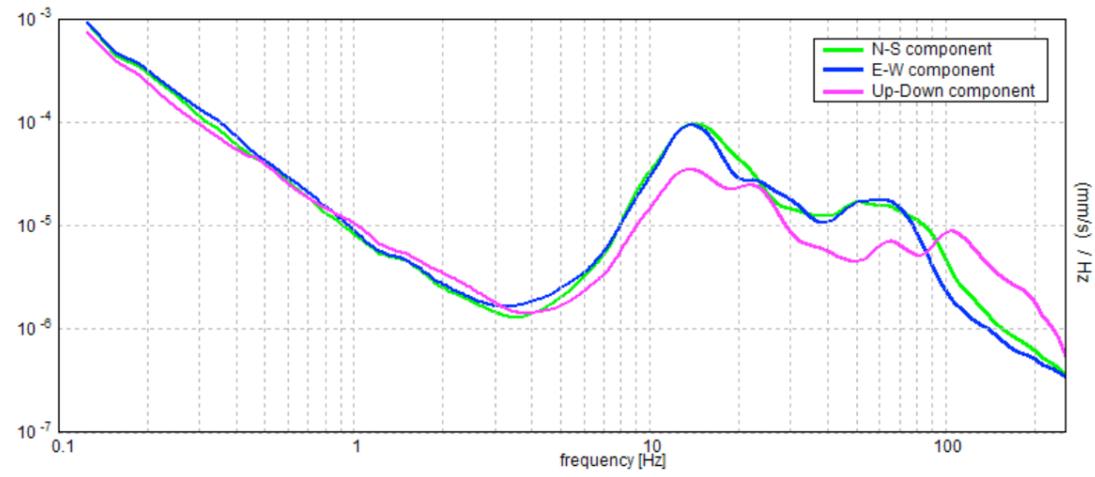
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



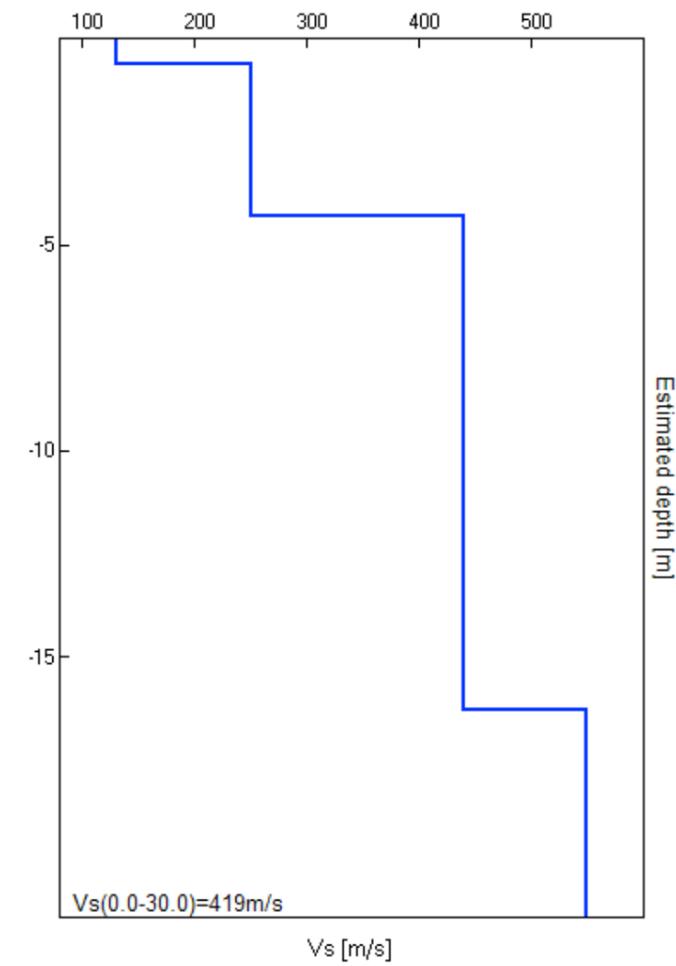
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.60	0.60	130	0.42
4.30	3.70	250	0.42
16.30	12.00	440	0.42
inf.	inf.	550	0.42

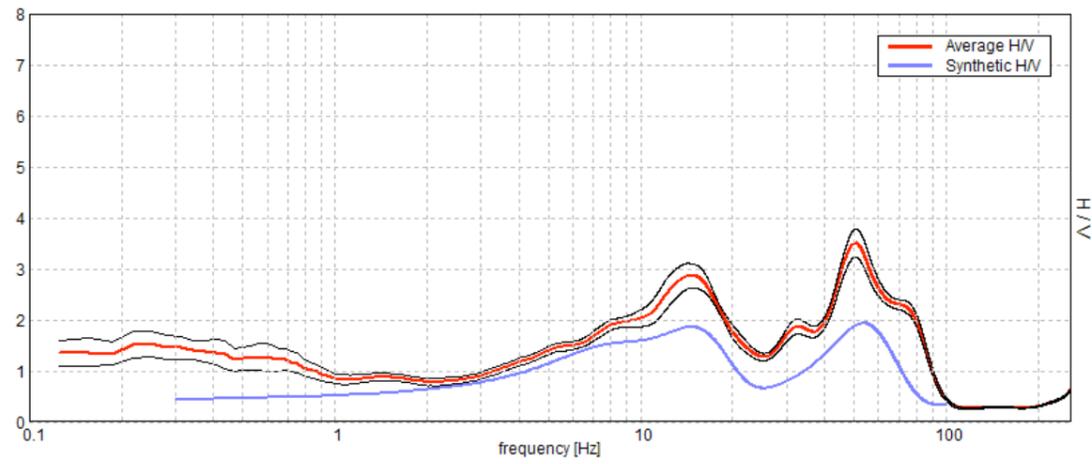
Vs(0.0-30.0)=419m/s

GRAFICO SISMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 50.31 ± 0.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



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

Picco H/V a 50.31 ± 0.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	50.31 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	39243.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 2416	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	30.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	82.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.50 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0082 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.41264 < 2.51563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.276 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

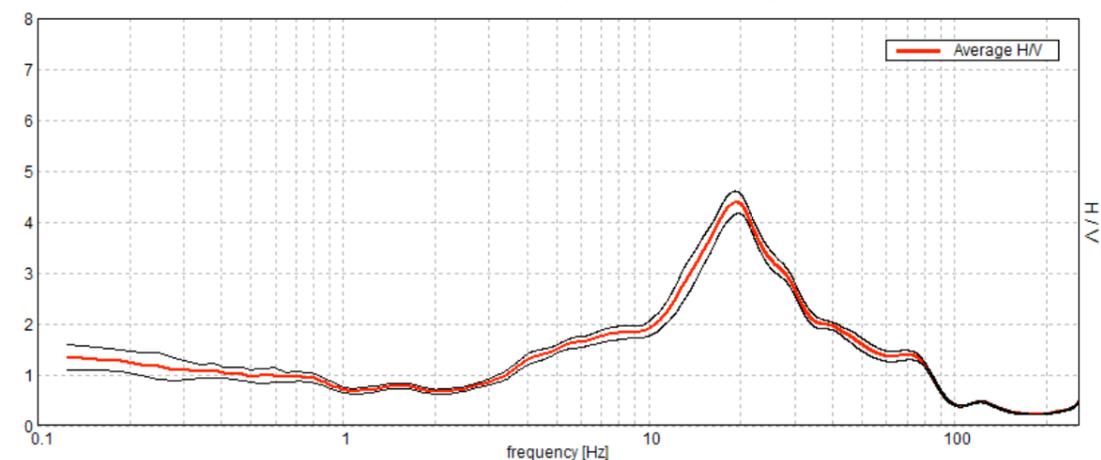
HVSR_005

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 09/10/15 18:50:05 Fine registrazione: 09/10/15 19:06:06
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

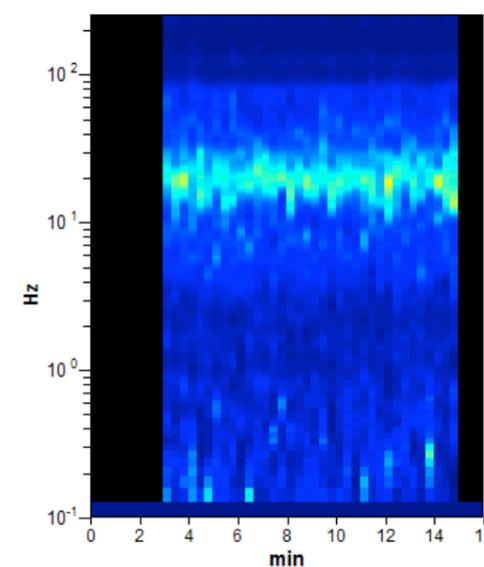
Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 20%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

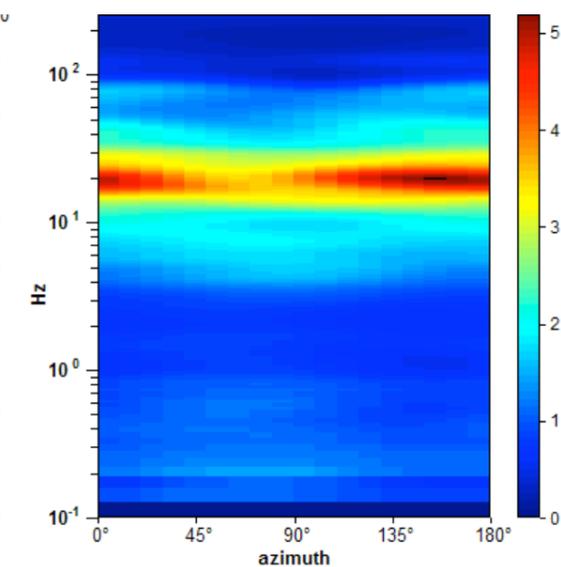
Picco H/V a 19.38 ± 0.33 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



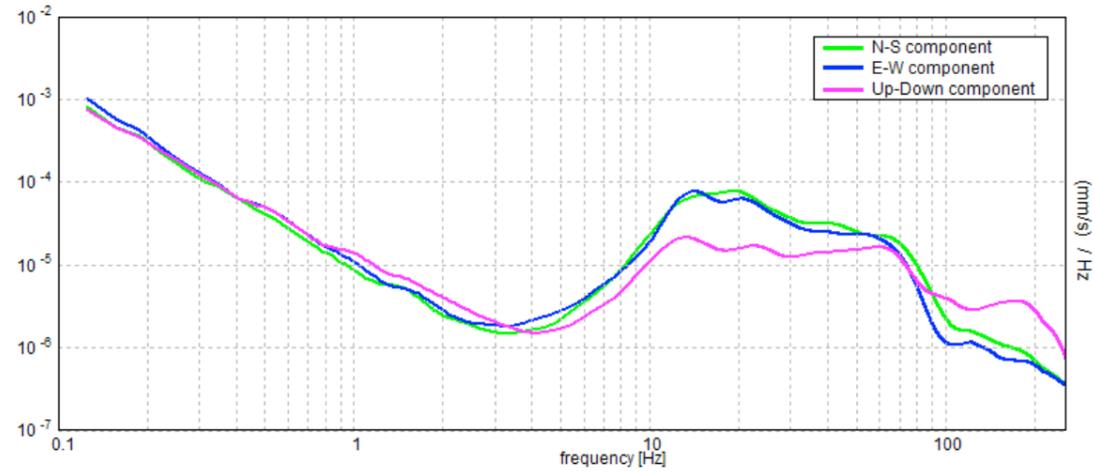
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

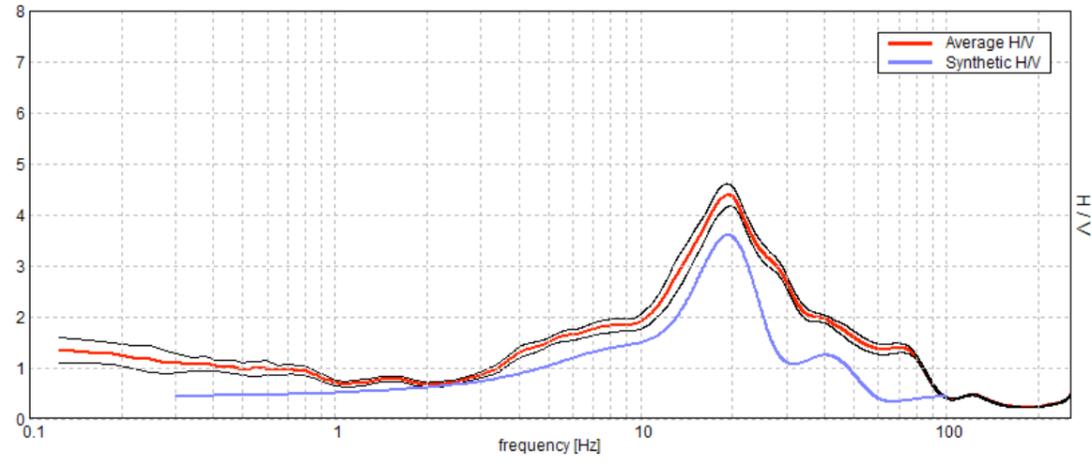


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

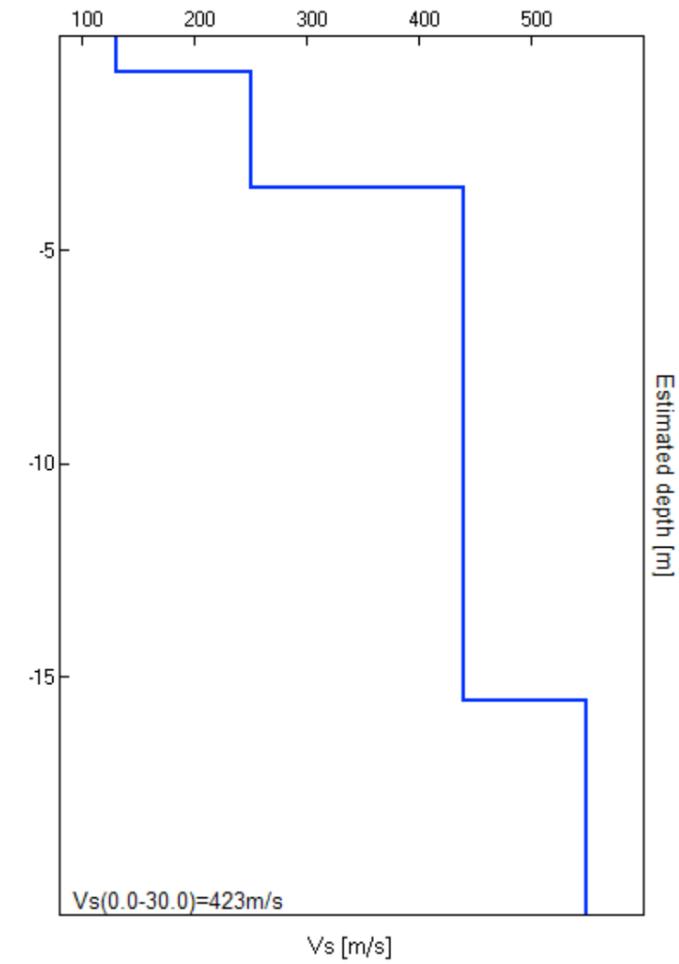
Picco H/V a 19.38 ± 0.33 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.85	0.85	130	0.42
3.55	2.70	250	0.42
15.55	12.00	440	0.42
inf.	inf.	550	0.42

Vs(0.0-30.0)=423m/s

GRAFICO SIMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



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

Picco H/V a 19.38 ± 0.33 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$19.38 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$13950.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 931	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	33.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.38 > 2$	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01686 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.32676 < 0.96875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2198 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

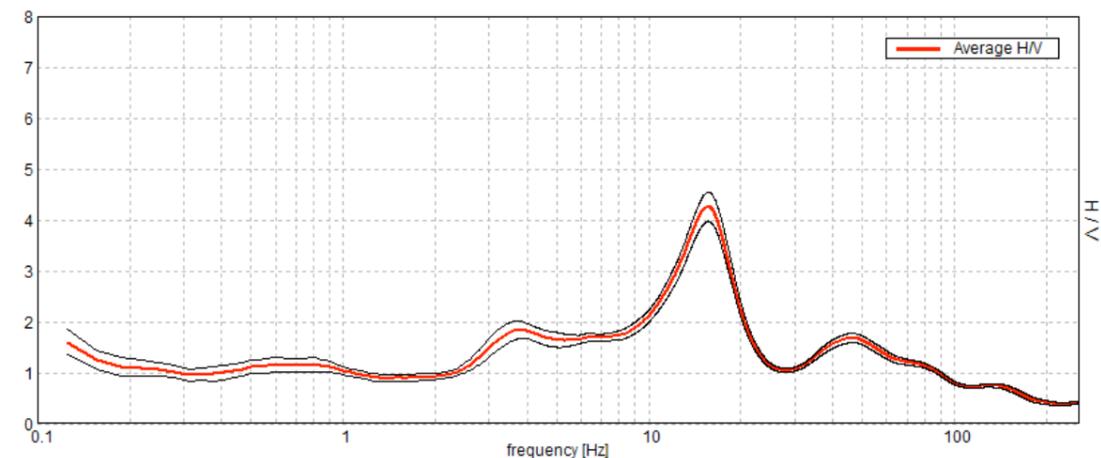
HVSR_006

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 21/10/15 09:00:00 Fine registrazione: 21/10/15 09:14:00
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

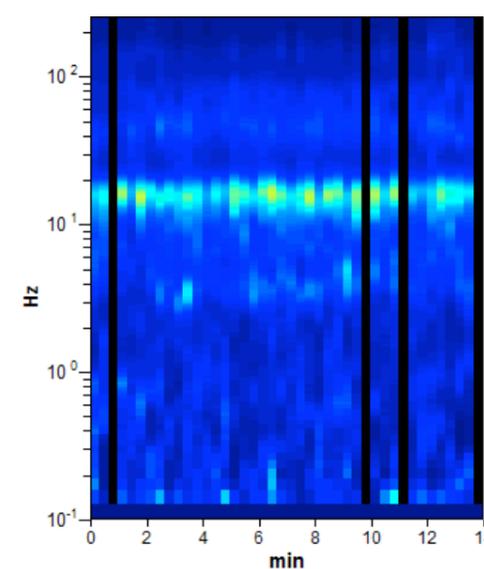
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

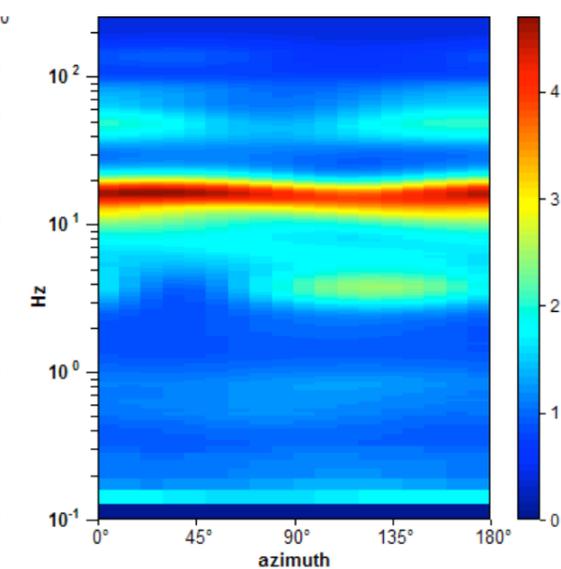
Picco H/V a 15.63 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



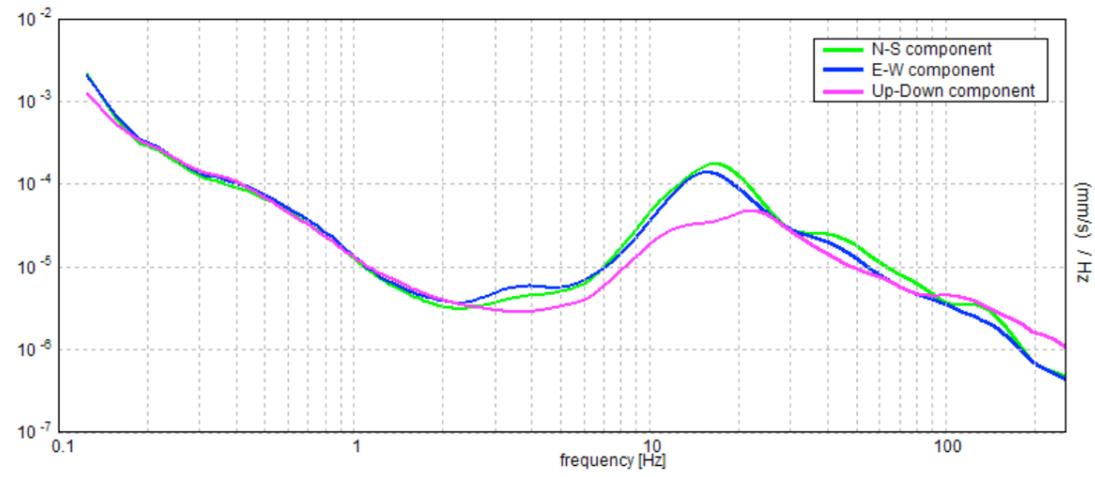
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.75	0.75	130	0.42
4.05	3.30	240	0.42
17.05	13.00	440	0.42
36.55	19.50	550	0.42
inf.	inf.	750	0.42

Vs(0.0-30.0)=413m/s

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 15.63 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

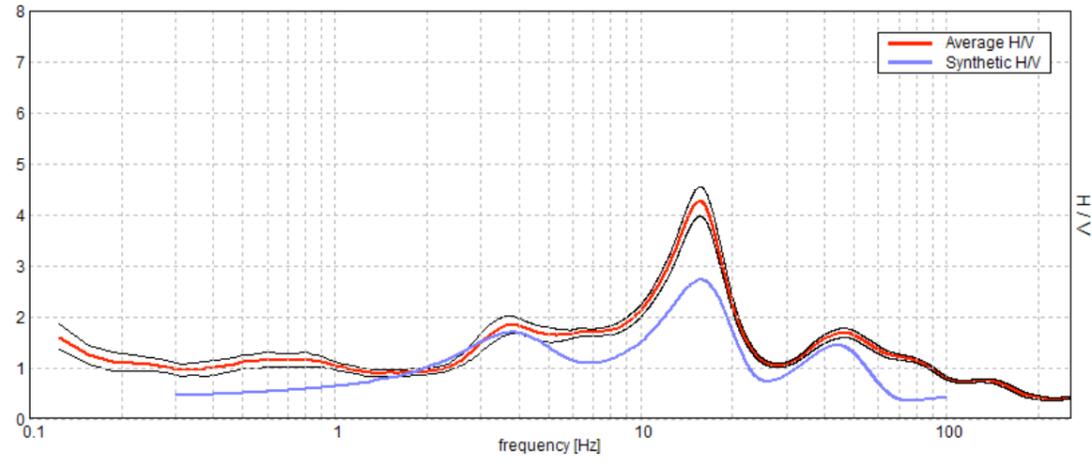
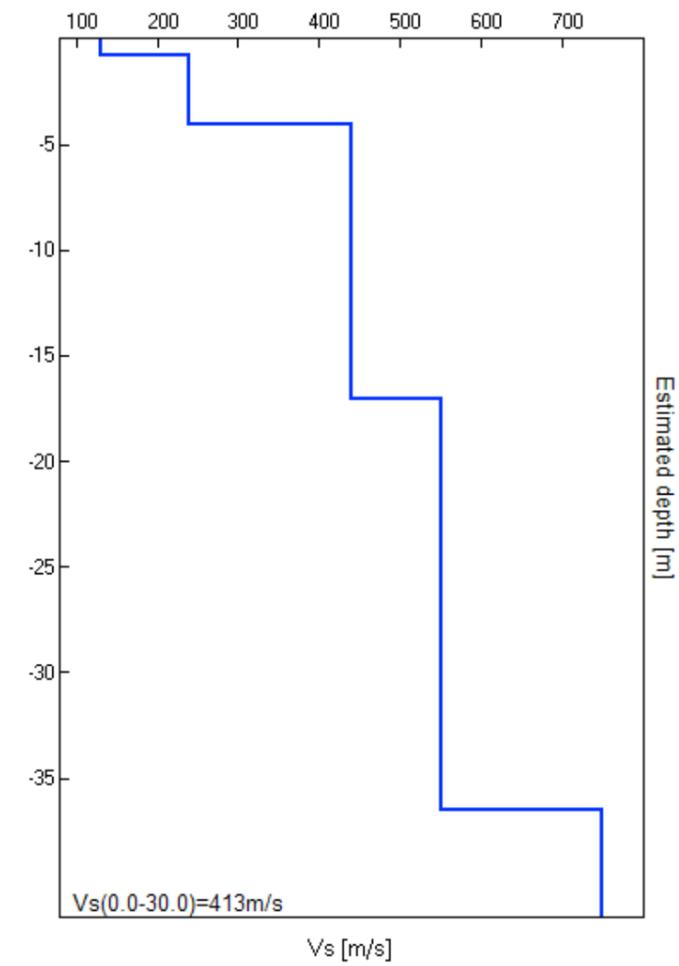


GRAFICO SISMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



Vs(0.0-30.0)=413m/s

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

Picco H/V a 15.63 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	15.63 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11875.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 751	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.031 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.26 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00582 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09097 < 0.78125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2854 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

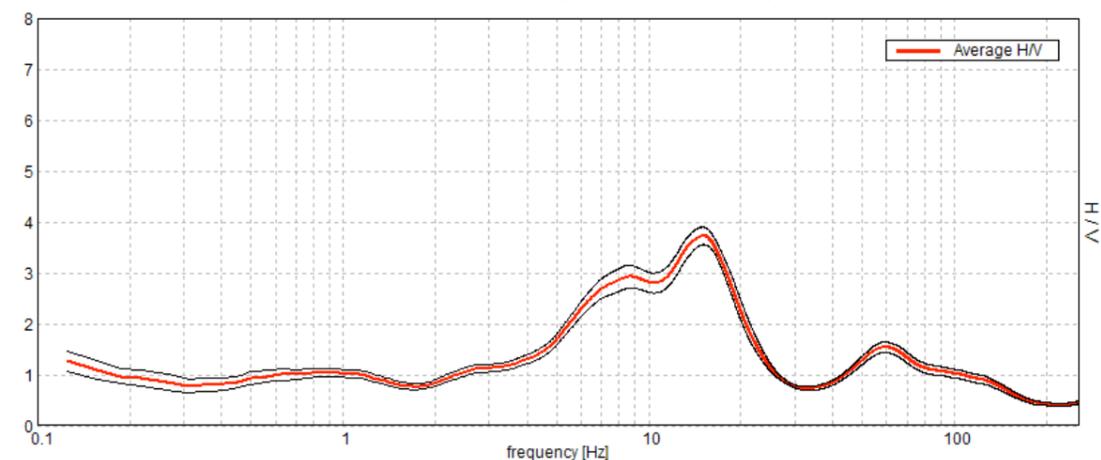
HVSR_007

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 22/10/15 08:41:58 Fine registrazione: 22/10/15 08:55:59
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

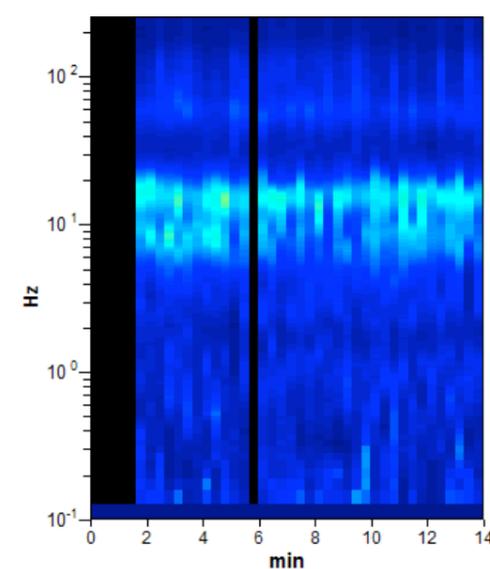
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

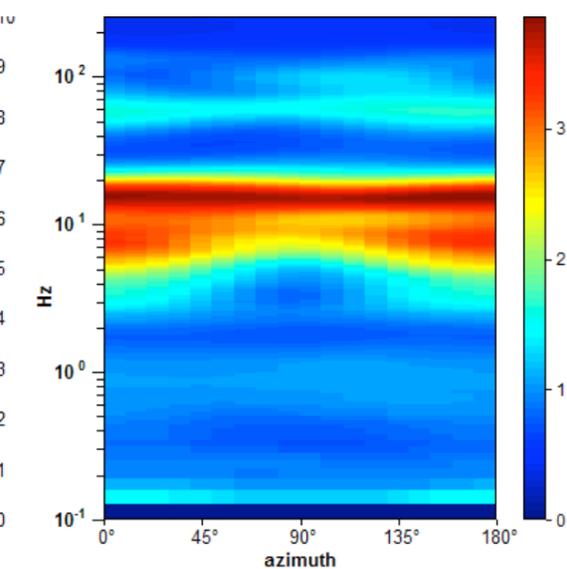
Picco H/V a 15.0 ± 0.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



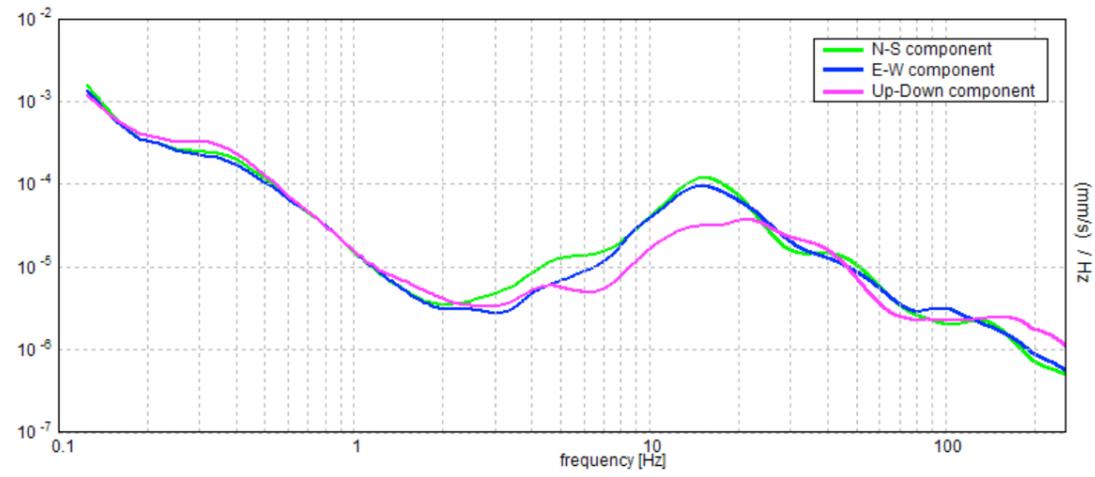
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

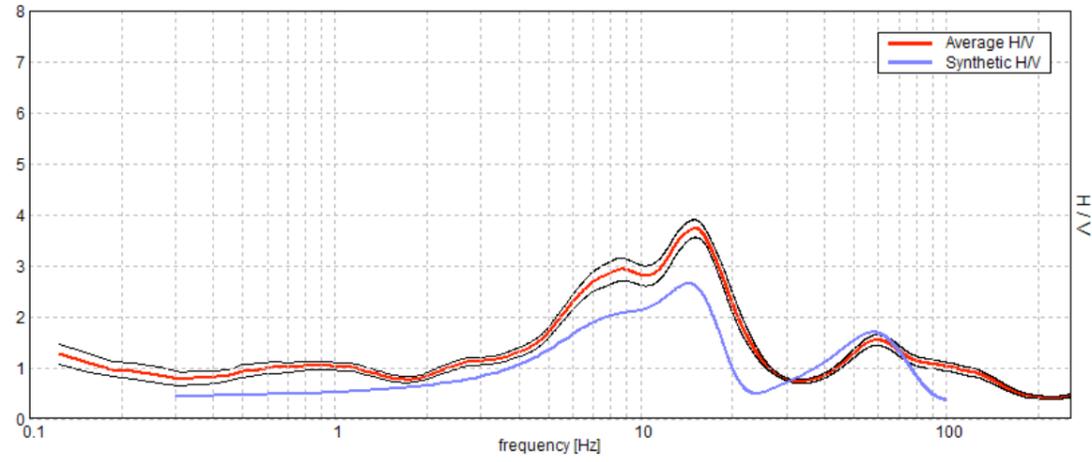


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

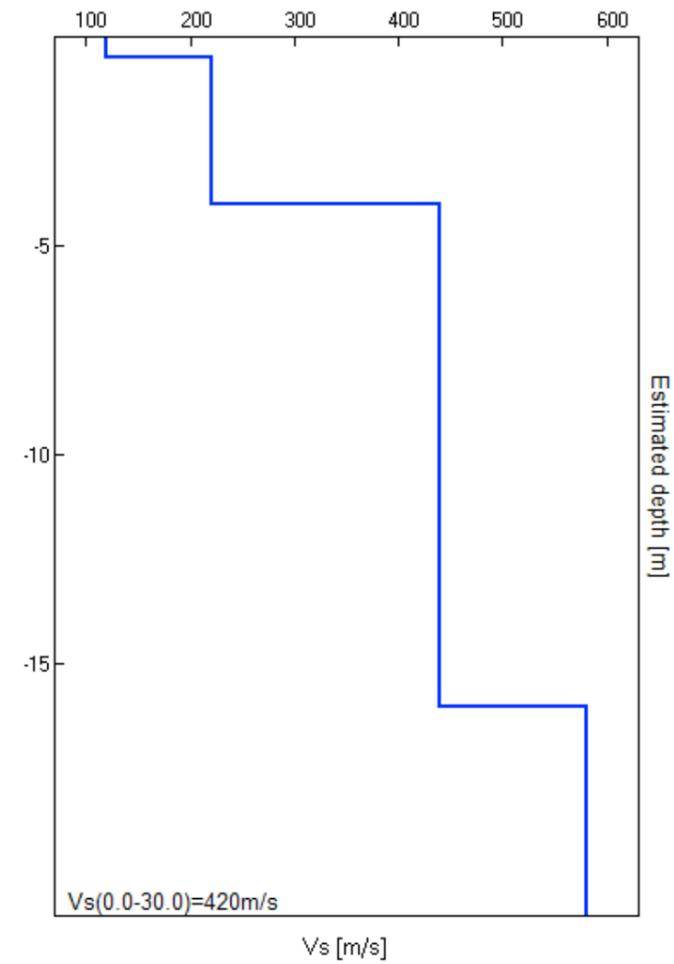
Picco H/V a 15.0 ± 0.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.50	120	0.42
4.00	3.50	220	0.42
16.00	12.00	440	0.42
inf.	inf.	580	0.42

Vs(0.0-30.0)=420m/s

GRAFICO SISMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



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

Picco H/V a 15.0 ± 0.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	15.00 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	10800.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 721	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.73 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03079 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	0.46178 < 0.75	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1736 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

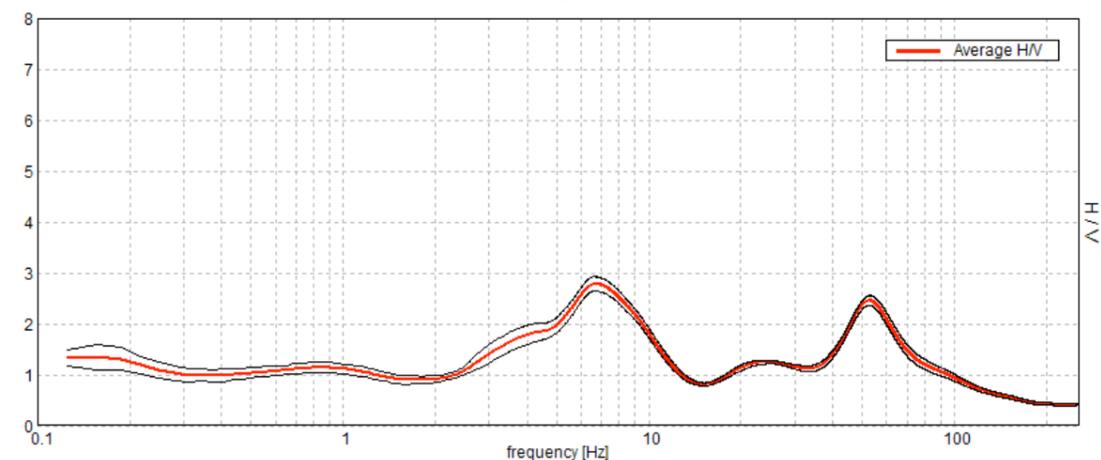
HVSR_008

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 21/10/15 10:12:05 Fine registrazione: 21/10/15 10:26:05
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

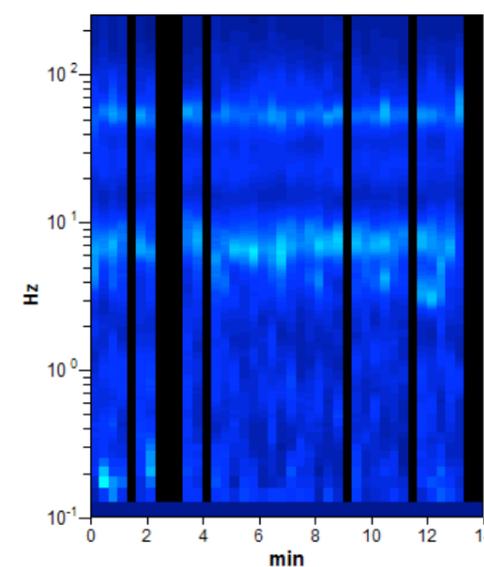
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 79% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

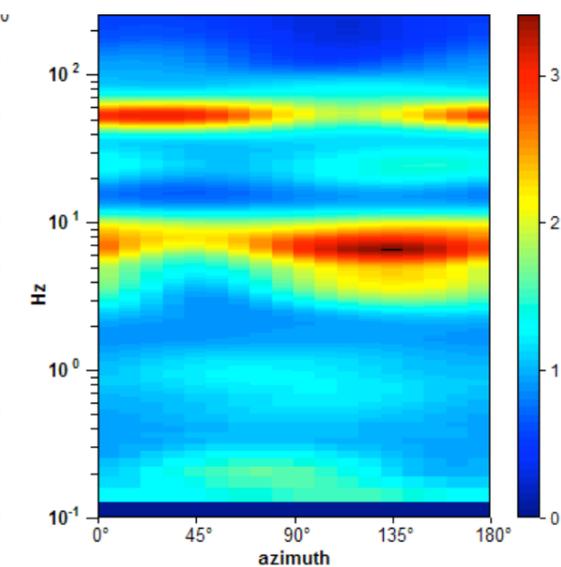
Picco H/V a 6.66 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



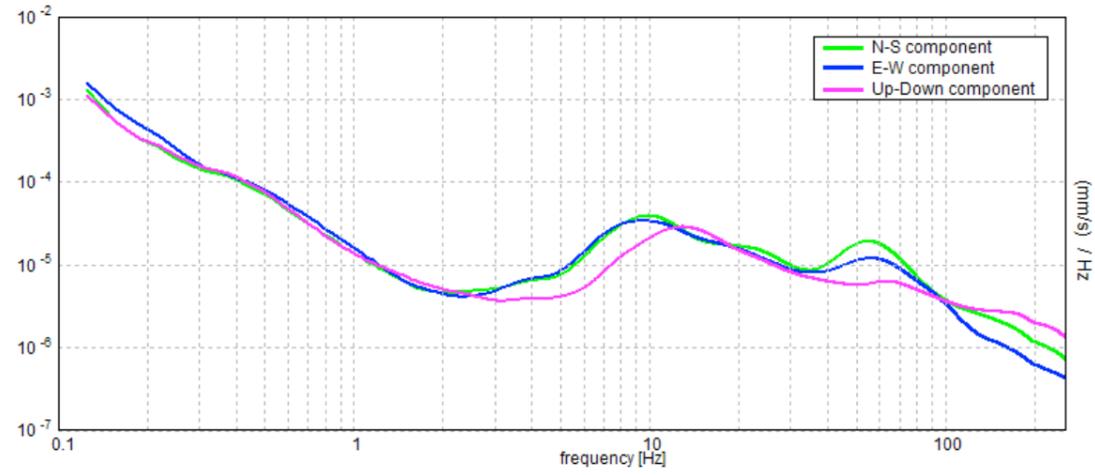
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

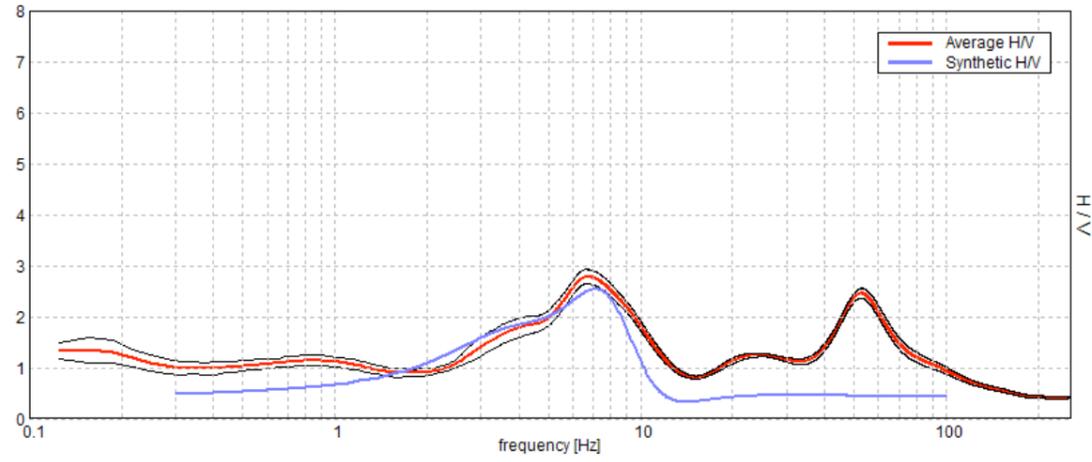


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

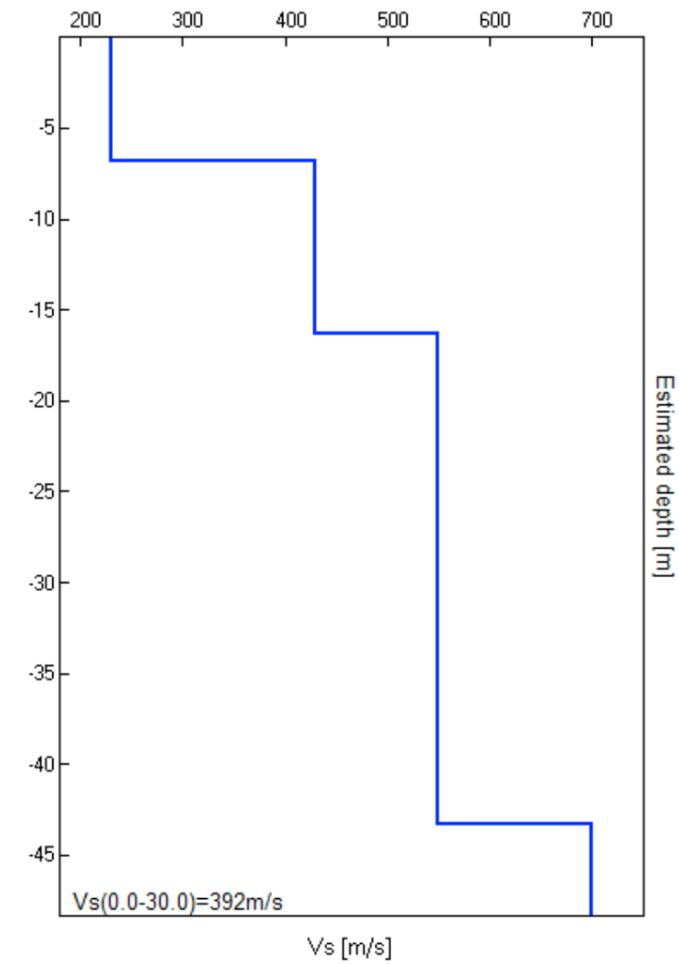
Picco H/V a 6.66 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
6.80	6.80	230	0.42
16.30	9.50	430	0.42
43.30	27.00	550	0.42
inf.	inf.	700	0.42

Vs(0.0-30.0)=392m/s

GRAFICO SISMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



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

Picco H/V a 6.66 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$6.66 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4393.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 320	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.969 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.79 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02167 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.14424 < 0.33281$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1418 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

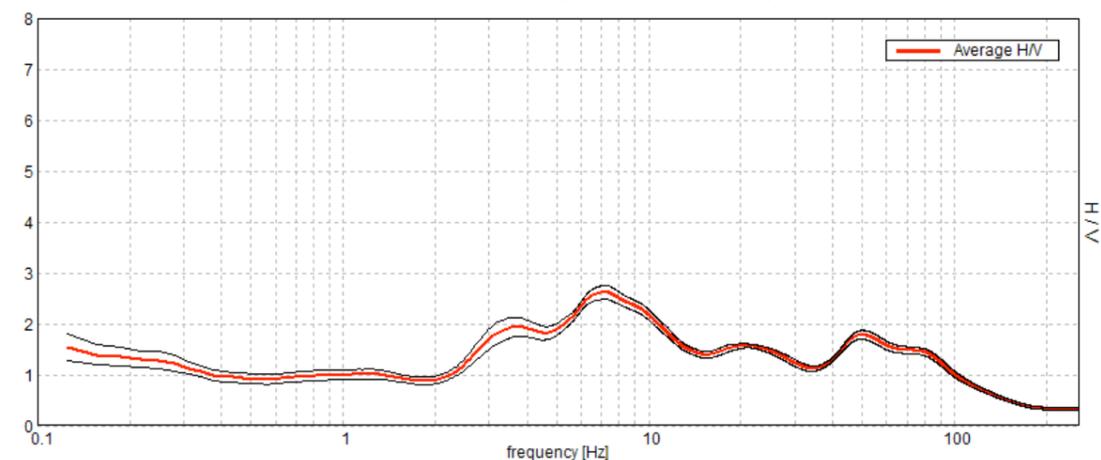
HVSR_009

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 21/10/15 10:37:10 Fine registrazione: 21/10/15 10:51:10
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

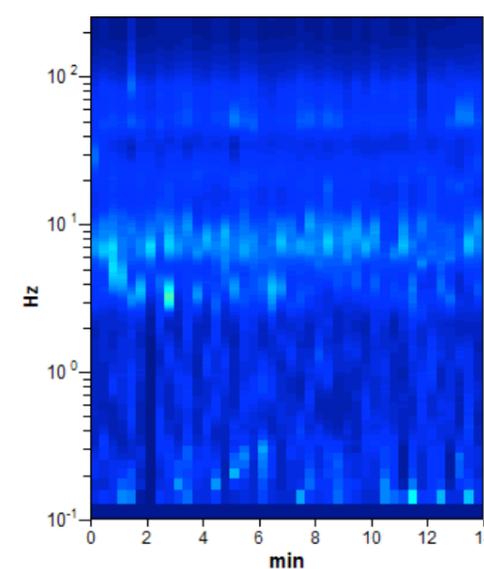
Durata registrazione: 0h14'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

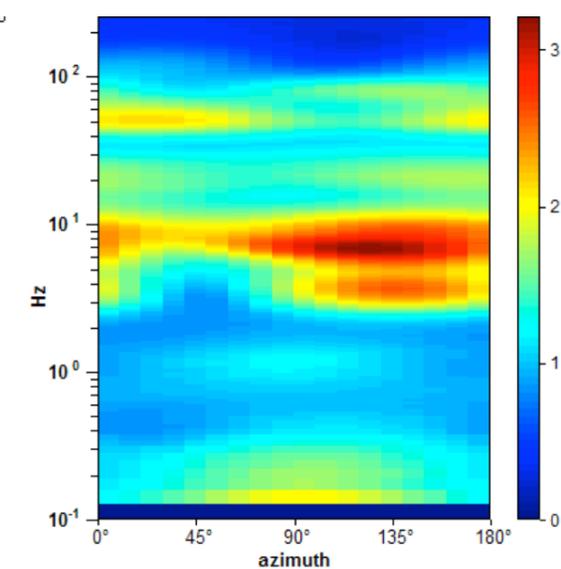
Picco H/V a 7.19 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



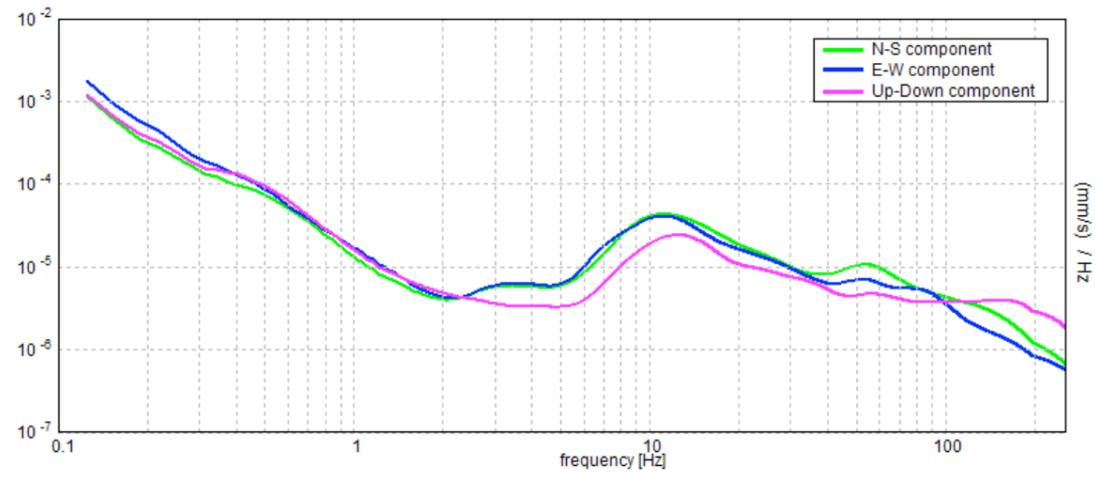
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

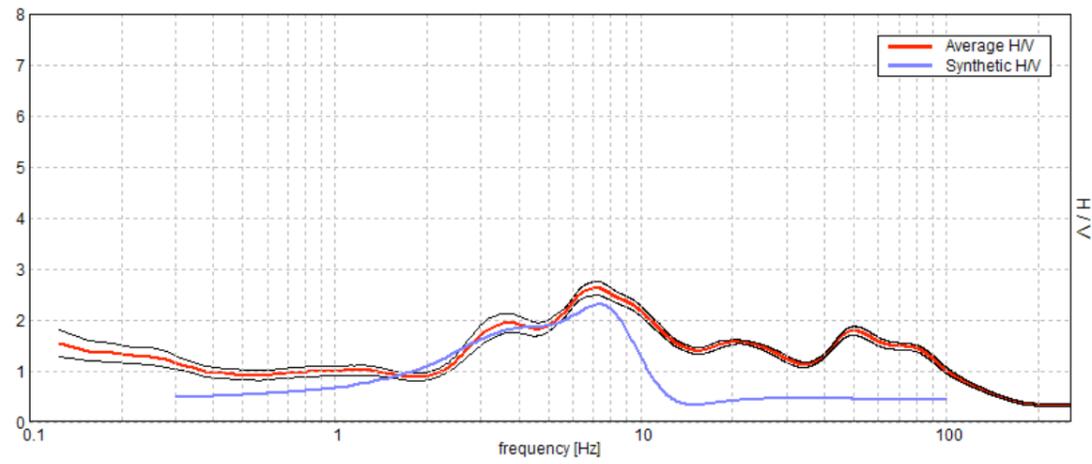


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

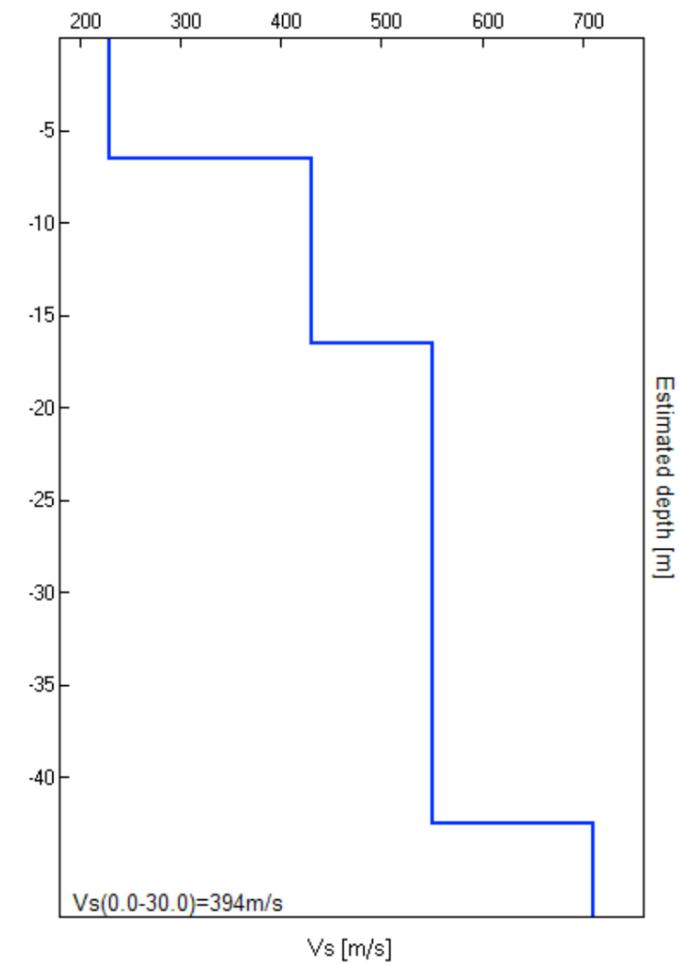
Picco H/V a 7.19 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
6.50	6.50	230	0.42
16.50	10.00	430	0.42
42.50	26.00	550	0.42
inf.	inf.	710	0.42

Vs(0.0-30.0)=394m/s

GRAFICO SIMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



Vs(0.0-30.0)=394m/s

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

Picco H/V a 7.19 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$7.19 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6037.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 346	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.62 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03017 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.21683 < 0.35938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1391 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

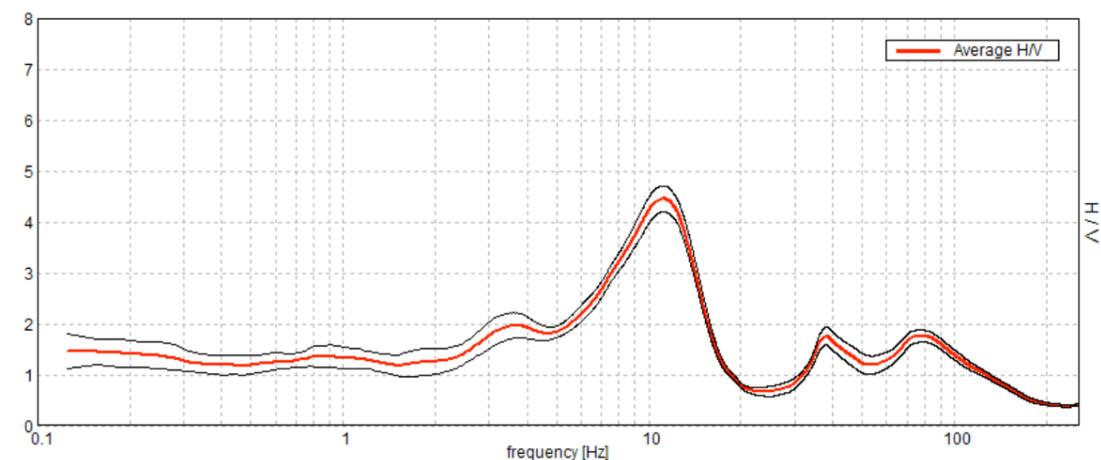
HVSR_010

Strumento: TE3-0007/01-13
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 21/10/15 11:02:47 Fine registrazione: 21/10/15 11:16:47
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -
 Dato GPS non disponibile

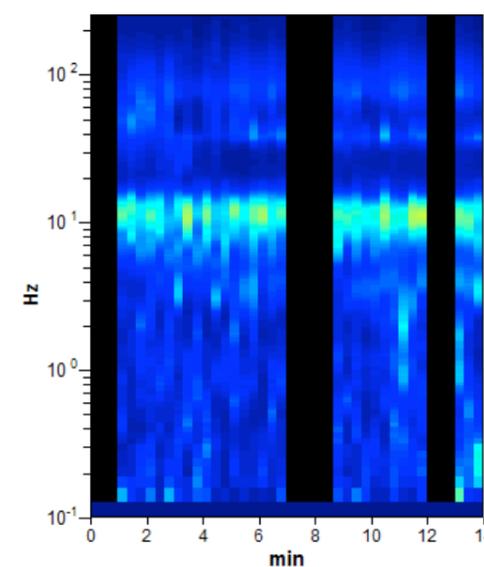
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 74% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 512 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 30%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

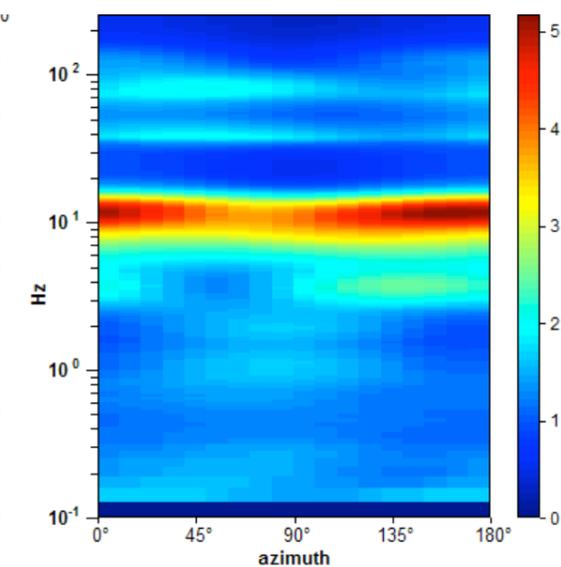
Picco H/V a 11.13 ± 0.25 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



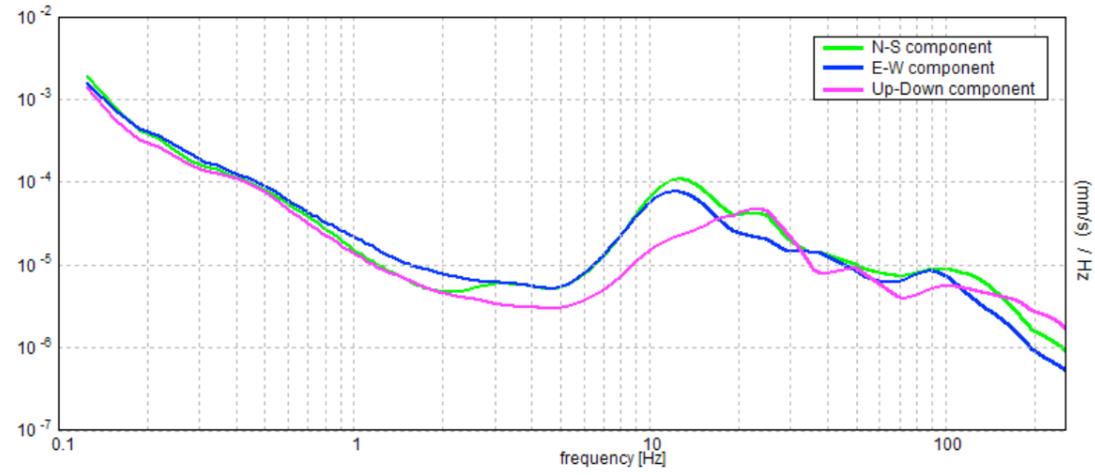
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

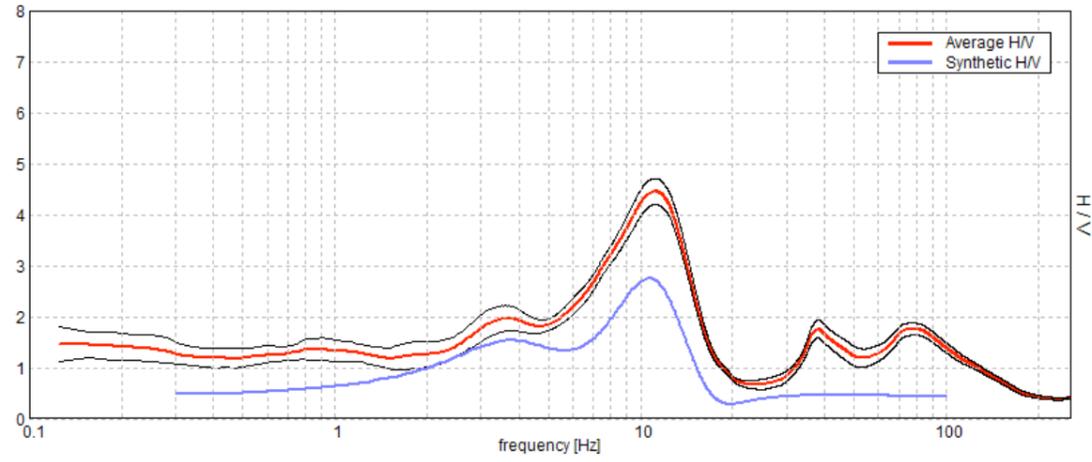


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

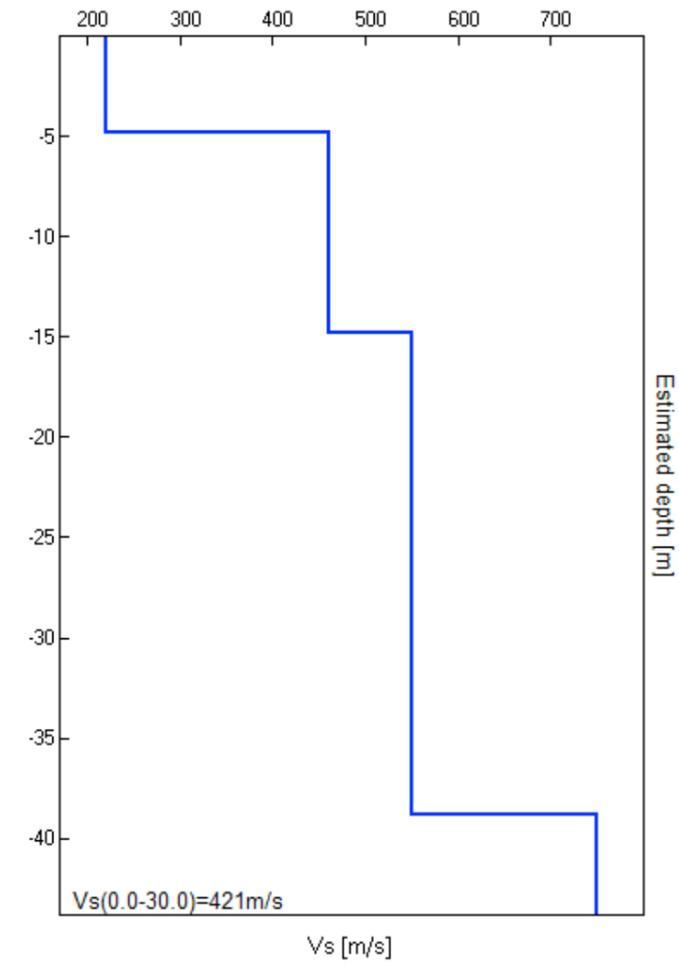
Picco H/V a 11.13 ± 0.25 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
4.80	4.80	220	0.42
14.80	10.00	460	0.42
38.80	24.00	550	0.42
inf.	inf.	750	0.42

Vs(0.0-30.0)=421m/s

GRAFICO SIMOSTRATIGRAFIA DESUNTA (onde S)



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

Picco H/V a 11.13 ± 0.25 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	11.13 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6897.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 535	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.063 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.45 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02253 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.25063 < 0.55625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2558 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO (C)

INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE DI LABORATORIO REPERITE

INDAGINI REPERITE

[A]

Tratte da:

Indagine di fattibilità geologica e geotecnica relativa alla lottizzazione di un'area sita in località Muccia Capoluogo
Dr. Geol. Pesaresi Anacleto – Aprile 1994

Studio di Geologia e Geotecnica										
Dr. Geol. Anacleto Pesaresi			Via della Giudecca, 3 - CAMERINO - (MC) - (tel. 0737/2951)			S. n° 1				
DATA ELABORAZIONE:		DATA INIZIO PERFORAZIONE: 07.04.94		DATA FINE PERFORAZIONE:						
COMMITTENTE: Sig. Turchetti Costantino			CANTIERE: Lottizzazione Muccia							
PERFORAZIONE: d = 20 cm		QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):		LUNGHEZZA (m): 10						
NOTE: Sondaggio effettuato ad 8 m dallo spigolo dell'orto a confine										
STRATIGRAFIA	QUOTE		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione ■ indisturbato □ rimaneggiato	Acqua livello statico (m)	Rp (kg/cm²)	Vane Test (kg/cm²)	OSSERVAZIONI		
	p.c.	parz.								
1	0,5	0,5	Terreno vegetale							
2			Ghiaie a spigoli vivi in matrice limoso argillosa rossastra					leggermente umido		
3	2,5	2,0	Limi sabbiosi marroni con ghiaie e sabbie a luoghi abbonanti			3,0		umido		
4	3,8	1,3	Ghiaie sabbiose			2,0				
5	4,5	0,7						molto umido		
6			Sabbie limose giallastre con rare ghiaie fini			1,5		umido		
7	7,0	2,5						-6,5 lieve perc. d'acqua		
8			Ghiaie sabbiose medio grossolane con scarsa matrice limosa e ciottoli $\phi = 10 - 15$ cm					bagnato		
9								- 8,0 lieve perc. d'acqua		
10	10,0							umido		
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Rp = resistenza alla punta (Pocket penetrometer)

Studio di Geologia e Geotecnica										
Dr. Geol. Anacleto Pesaresi			Via della Giudecca, 3 - CAMERINO - (MC) - (tel. 0737/2951)			S. n° 2				
DATA ELABORAZIONE:		DATA INIZIO PERFORAZIONE: 07.04.94		DATA FINE PERFORAZIONE:						
COMMITTENTE: Sig. Turchetti Costantino			CANTIERE: Lottizzazione Muccia							
PERFORAZIONE: d = 20 cm		QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):		LUNGHEZZA (m): 8						
NOTE: Sondaggio effettuato ad 15 m dallo spigolo dell'orto a confine e 50 m a monte										
STRATIGRAFIA	QUOTE		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione ■ indisturbato □ rimaneggiato	Acqua livello statico (m)	Rp (kg/cm²)	Vane Test (kg/cm²)	OSSERVAZIONI		
	p.c.	parz.								
1	0,2	0,2	Terreno vegetale							
2									3,0	leggermente umido
3			Ghiaie calcaree a spigoli vivi in matrice limoso argillosa rossastra a luoghi abbondante							
4									3,0	leggermente umido
5			DEPOSITI DETRITICI DI VERSANTE							
6									5,0	asciutto
7										
8	8,0								5,0	asciutto
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

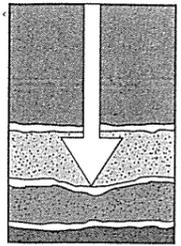
Rp = resistenza alla punta (Pocket penetrometer)

Studio di Geologia e Geotecnica										
Dr. Geol. Anacleto Pesaresi Via della Giudecca, 3 - CAMERINO - (MC) - (tel. 0737/2951)					S. n° 3					
DATA ELABORAZIONE:		DATA INIZIO PERFORAZIONE: 07.04.94			DATA FINE PERFORAZIONE:					
COMMITTENTE: Sig. Turchetti Costantino		CANTIERE: Lottizzazione Muccia								
PERFORAZIONE: d = 20 cm		QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):			LUNGHEZZA (m): 10					
NOTE: Sondaggio effettuato a 50 m dallo spigolo dell'orto a confine e a 50 m dalla strada										
STRATIGRAFIA	QUOTE		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione ■ indisturbato □ rimaneggiato	Acqua livello statico (m)	Rp (Kg/cm²)	Vane Test (Kg/cm²)	OSSERVAZIONI		
	p.c.	parz.								
1	0,5	0,5	Terreno vegetale							
2	2,0	1,5	Ghiaie a spigoli vivi in matrice limoso argillosa rossastra					leggermente umido		
3	2,8	0,8	Limi sabbiosi rossastri con ghiaie e sabbie			3,0		leggermente umido		
4	3,5	0,7	Ghiaie sabbiose			2,0				
5	4,5		Sabbie limose giallastre con rare ghiaie fini			1,5		-4,5 Camp. 1		
6	6,0	2,5						-5,0 lieve perc. d'acqua		
7								bagnato		
8			Ghiaie sabbiose medio grossolane con scarsa matrice limosa e ciottoli $\phi = 10 - 15$ cm					umido		
9								leggermente umido		
10	10,0									
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Rp = resistenza alla punta (Pocket penetrometer)

Studio di Geologia e Geotecnica										
Dr. Geol. Anacleto Pesaresi Via della Giudecca, 3 - CAMERINO - (MC) - (tel. 0737/2951)					S. n° 4					
DATA ELABORAZIONE:		DATA INIZIO PERFORAZIONE: 07.04.94			DATA FINE PERFORAZIONE:					
COMMITTENTE: Sig. Turchetti Costantino		CANTIERE: Lottizzazione Muccia								
PERFORAZIONE: d = 20 cm		QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):			LUNGHEZZA (m): 12					
NOTE: Sondaggio effettuato a 20 m dalla strada di lottizzazione esistente										
STRATIGRAFIA	QUOTE		DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione ■ indisturbato □ rimaneggiato	Acqua livello statico (m)	Rp (Kg/cm²)	Vane Test (Kg/cm²)	OSSERVAZIONI		
	p.c.	parz.								
1	0,2	0,2	Terreno vegetale							
2										
3			Ghiaie a spigoli vivi in matrice limoso argillosa rossastra			3,0		leggermente umido		
4	4,0									- 4,0 Camp. 2
5	5,0	4,8								
6			Ghiaie a spigoli vivi con abbondante matrice limoso argillosa rossastra e nerastra			3,5		leggermente umido		
7										
8						4,0				
9	8,6	3,6	Limi argillosi grigi con frammenti calcareo marnosi e ghiaie			5,0		bagnato		
10	10,0	1,4				1,5				
11	11,0	1,0	Marne e argille marnose grigie (SUBSTRATO ALTERATO)			6,0		asciutto		
12	12,0		Marne e argille marnose grigie con calcari marnosi e calcari (SUBSTRATO INTEGRO)			> 6		asciutto		
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Rp = resistenza alla punta (Pocket penetrometer)



Gestecno s.a.s.
 di FRANCESCO PASCARELLA
 LABORATORIO E SERVIZI GEOTECNICI
 MONITORAGGIO AMBIENTALE
 Via Monte Primo, 12 62022 Castelraimondo (MC)
 Telefono e Fax 0737/642174
 Cod. Fisc. e P. IVA 01137480438
 Trib. Camerino n. 1559 C.C.I.A.A. MC n. 0118704

Castelraimondo, il 12 Aprile 1994

ACCETTAZIONE: n° 422/AC del 08/04/1994
 COMMITTENTE: Dr. Geol. Anacleto Pesaresi
 CANTIERE: Sig. Turchetti - lottizzaz. Muccia
 CAMPIONE: S.3-C.1 PROF.: da 4,5 a 4,6 m

Apertura campione e descrizione geotecnica (ASTM D2488)

Caratteristiche del contenitore

Tipo di contenitore: fustella metallica
 fustella in pvc
 sacchetto
 cellophane

Diametro della fustella:
 Lunghezza della fustella:

Programma delle prove

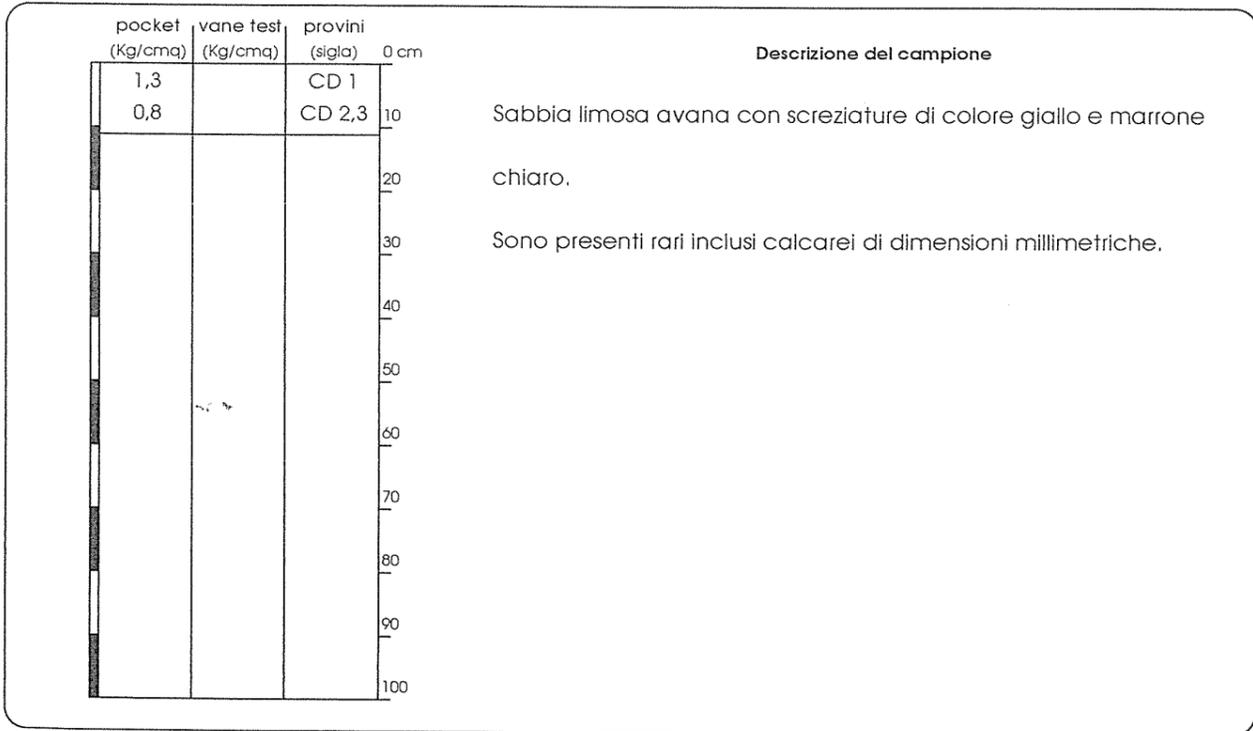
Apertura campione e descrizione geotecnica (AC)
 Classificazione del terreno secondo le norme AASHO e/o USCS (CL)
 Analisi granulometrica mediante vagliatura a secco semplice (GS)
 Analisi granulometrica mediante vagliatura per via umida (GU)
 Analisi granulometrica per sedimentazione (SD)
 Analisi granulometrica per vagliatura + sedimentazione (GD)
 Determinazione dei limiti liquido e plastico (LM)
 Determinazione del limite di ritiro (LR)
 Determinazione del contenuto d'acqua e del peso volume (YW)
 Determinazione del peso specifico dei grani (YS)
 Prova di compressione semplice ad e.l.l. (EL)
 Prova di compressibilità edometrica (ED)
 Determinazione dei coefficienti Cv e Kv (PI)
 Prova di taglio diretto consolidato drenato (CD)
 Prova di taglio diretto consolidato non drenato (CU)
 Prova di taglio diretto residuo (RS)
 Prova di taglio diretto consolidato drenato + residuo (DR)
 Prova di costipamento Proctor standard (PS)
 Prova di costipamento Proctor modificata (PM)

Caratteristiche del campione

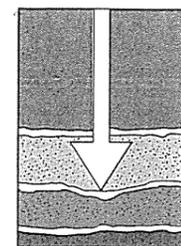
Data di prelievo del campione: 07-apr-94

Dimensioni del campione: diametro = 20 cm
 lunghezza = 11 cm

Qualità del campione: indisturbato
 poco disturbato
 molto disturbato
 rimaneggiato



Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Francesco Pascarella



Gestecno s.a.s.
 di FRANCESCO PASCARELLA
 LABORATORIO E SERVIZI GEOTECNICI
 MONITORAGGIO AMBIENTALE
 Via Monte Primo, 12 62022 Castelraimondo (MC)
 Telefono e Fax 0737/642174
 Cod. Fisc. e P. IVA 01137480438
 Trib. Camerino n. 1559 C.C.I.A.A. MC n. 0118704

Castelraimondo, il 12 Aprile 1994

ACCETTAZIONE: n° 422/CD del 08/04/1994
 COMMITTENTE: Dr. Geol. Anacleto Pesaresi
 CANTIERE: Sig. Turchetti - lottizzaz. Muccia
 CAMPIONE: S.3-C.1 PROF.: da 4,5 a 4,6 m

Prova di taglio diretto consolidata drenata (ASTM D3080)

Altezza dei provini: 30 mm
 Lunghezza del lato: 60 mm
 Velocità di deformazione: 0,006 mm/min

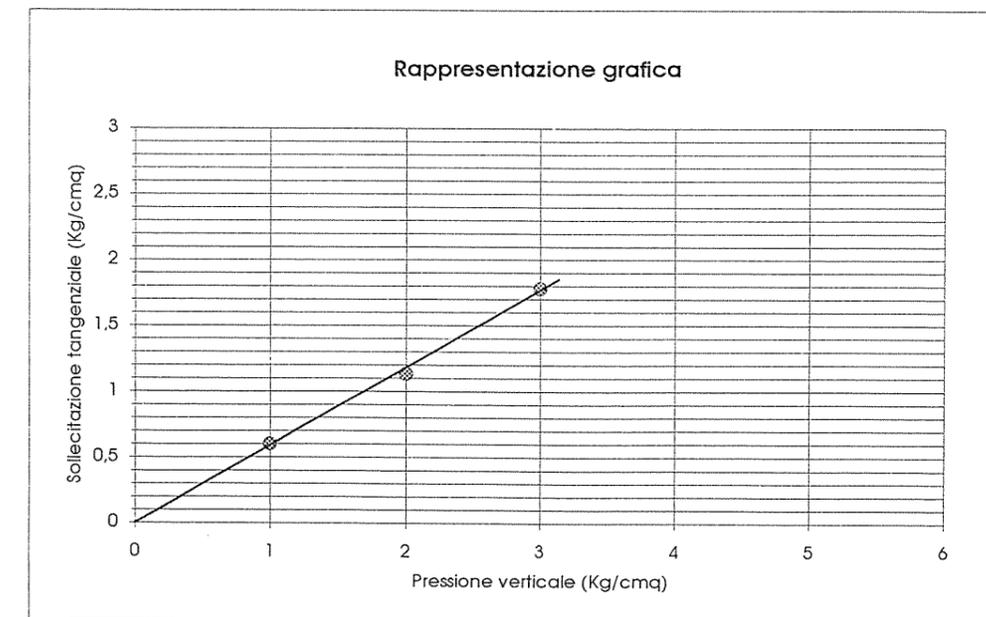
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale (g/cm ³)	2,114	2,106	2,106
Contenuto d'acqua naturale (%)	19,837	19,497	19,864
Contenuto d'acqua finale (%)	18,198	17,494	16,962

	1	2	3
Pressione di consolidazione (Kg/cm ²)			
Tempo di consolidazione (ore)	24	36	48
Cedimento finale (mm)	0,881	1,547	2,384

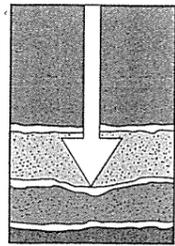
Deformazione verticale a rottura (mm)	0,253	0,234	0,216
Deformazione trasversale a rottura (mm)	2,570	3,131	3,891
Sollecitazione tangenziale a rottura (Kg/cm ²)	0,600	1,131	1,780

Contenuto d'acqua naturale medio (%)
 Peso di volume naturale medio (g/cm³)
 Angolo di resistenza al taglio (°)
 Coesione intercetta (Kg/cm²)

W_n = 19,7
 γ_n = 2,11
 φ' = 30
 c' = 0,00



Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Francesco Pascarella



Gestecono s.a.s.
 di FRANCESCO PASCARELLA
 LABORATORIO E SERVIZI GEOTECNICI
 MONITORAGGIO AMBIENTALE
 Via Monte Primo, 12 62022 Castelraimondo (MC)
 Telefono e Fax 0737/642174
 Cod. Fisc. e P. IVA 01137480438
 Trib. Camerino n. 1559 C.C.I.A.A. MC n. 0118704

Castelraimondo, il 12 Aprile 1994

ACCETTAZIONE: n° 423/AC del 08/04/1994
 COMMITTENTE: Dr. Geol. Anacleto Pesaresi
 CANTIERE: Sig. Turchetti - lottizzaz. Muccia
 CAMPIONE: S.4-C.2 PROF.: da 4,0 a 4,1 m

Apertura campione e descrizione geotecnica (ASTM D2488)

Caratteristiche del contenitore

Tipo di contenitore: fustella metallica
 fustella in pvc
 sacchetto
 cellophane

Diametro della fustella:
 Lunghezza della fustella:

Programma delle prove

Apertura campione e descrizione geotecnica (AC)
 Classificazione del terreno secondo le norme AASHTO e/o USCS (CL)
 Analisi granulometrica mediante vagliatura a secco semplice (GS)
 Analisi granulometrica mediante vagliatura per via umida (GU)
 Analisi granulometrica per sedimentazione (SD)
 Analisi granulometrica per vagliatura + sedimentazione (GD)
 Determinazione dei limiti liquido e plastico (LM)
 Determinazione del limite di ritiro (LR)
 Determinazione del contenuto d'acqua e del peso volume (YW)
 Determinazione del peso specifico dei grani (YS)
 Prova di compressione semplice ad e.i.l. (EL)
 Prova di compressibilità edometrica (ED)
 Determinazione dei coefficienti Cv e Kv (PI)
 Prova di taglio diretto consolidato drenato (CD)
 Prova di taglio diretto consolidato non drenato (CU)
 Prova di taglio diretto residuo (RS)
 Prova di taglio diretto consolidato drenato + residuo (DR)
 Prova di costipamento Proctor standard (PS)
 Prova di costipamento Proctor modificata (PM)

Caratteristiche del campione

Data di prelievo del campione: 07-apr-94

Dimensioni del campione: diametro
 lunghezza

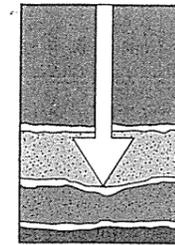
Qualità del campione: indisturbato
 poco disturbato
 molto disturbato
 rimaneggiato

Descrizione del campione

Ghiaia sabbiosa in matrice limo-argillosa avano-rossastra.
 Gli elementi sono prevalentemente calcarei a spigoli vivi.

0 cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
pocket (Kg/cmq)										
vane test (Kg/cmq)										
provini (sigla)										

Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Francesco Pascarella



Gestecono s.a.s.
 di FRANCESCO PASCARELLA
 LABORATORIO E SERVIZI GEOTECNICI
 MONITORAGGIO AMBIENTALE
 Via Monte Primo, 12 62022 Castelraimondo (MC)
 Telefono e Fax 0737/642174
 Cod. Fisc. e P. IVA 01137480438
 Trib. Camerino n. 1559 C.C.I.A.A. MC n. 0118704

Castelraimondo, il 12 Aprile 1994

ACCETTAZIONE: n° 423/GS del 08/04/1994
 COMMITTENTE: Dr. Geol. Anacleto Pesaresi
 CANTIERE: Sig. Turchetti - lottizzaz. Muccia
 CAMPIONE: S.4-C.2 PROF.: da 4,0 a 4,1 m

Analisi granulometrica per vagliatura a secco (ASTM D422 - CNR BU, Anno V n. 23 - AGI)

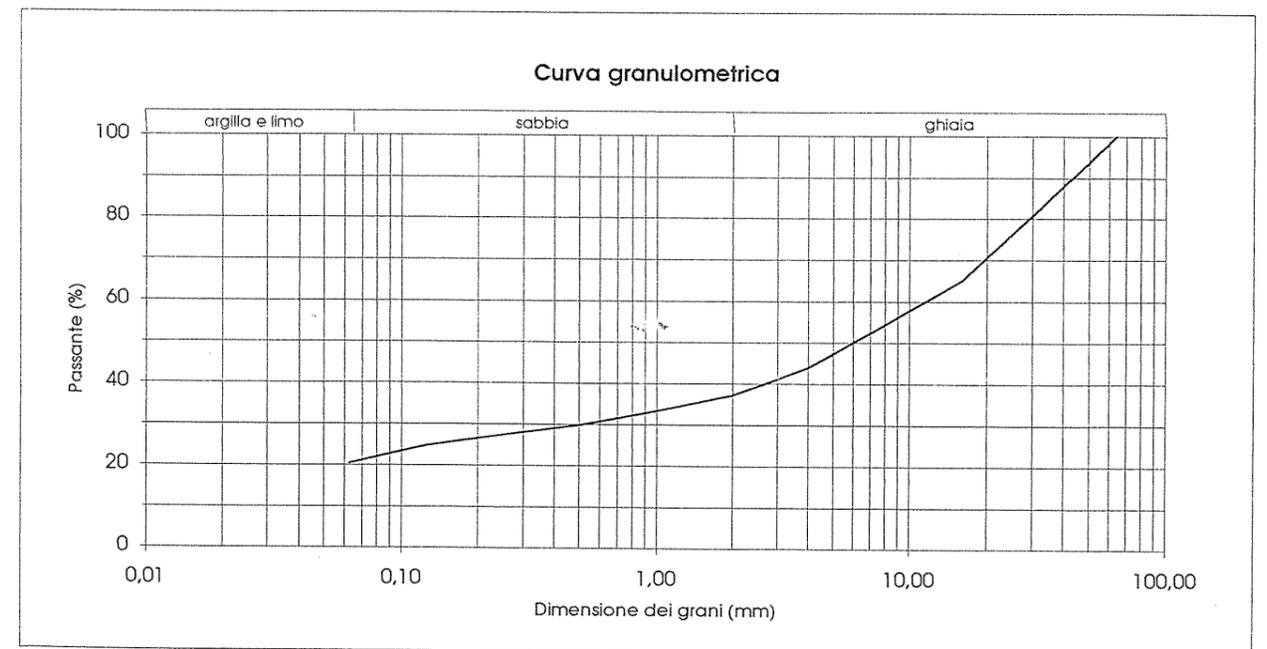
Dimensione del setaccio ASTM	(mm)	Ritenuto (gr)	Ritenuto (%)	Passante (%)
5/4 in	32	260,50	17,70	82,30
5/8 in	16	254,23	17,28	65,02
5/16 in	8	157,78	10,72	54,30
N. 5	4	153,89	10,46	43,84
N. 10	2	98,23	6,67	37,17
N. 18	1	56,88	3,87	33,30
N. 35	0,5	52,06	3,54	29,77
N. 60	0,25	35,74	2,43	27,34
N. 120	0,125	39,12	2,66	24,68
N. 230	0,063	63,28	4,30	20,38
Fondo	0	299,92	20,38	0,00
TOTALE		1471,63	100,00	

Classificazione secondo le normative dell'A.G.I.

Ghiaia: 62,83 %
 Sabbia: 16,79 %
 Argilla e limo: 20,38 %
 CLASSIFICAZIONE: Ghiaia limoso-argilloso-sabbiosa

Coefficienti di uniformità e di curvatura

D10 = - U = -
 D30 = 0,5
 D60 = 12,0 C = -



Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Geol. Francesco Pascarella

INDAGINI REPERITE

[B]

Tratte da:

Indagine geologico-tecnica per la realizzazione della casa di accoglienza – Muccia Capoluogo
Geoequipe STA – marzo 2000



Geodrill
Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,
SONDAGGI A ROTAZIONE,
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)
tel. e fax: 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 13 marzo 2000

COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di Muccia (MC)
CANTIERE: Muccia capoluogo

PROVA DPSH: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm² angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg Peso massa passiva: 4,2 Kg

legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

q_d = resistenza alla penetrazione dinamica

legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC_m = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del DPSH

N_{spt equiv} = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

σ_{v eff} = pressione verticale efficace (stima)

Dr = densità relativa (Terzaghi e Peck)

φ = angolo di attrito interno (Peck - Hanson - Thorburn 1953-74)

E = modulo di elasticità (Schmertmann - Webb)

C_u = coesione non drenata (Terzaghi e Peck)

M = modulo di compressibilità edometrica (Menzelbach e Malcev)



Geodrill
Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,
SONDAGGI A ROTAZIONE,
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)
tel. e fax: 0732/678888 p.iva 01531180428

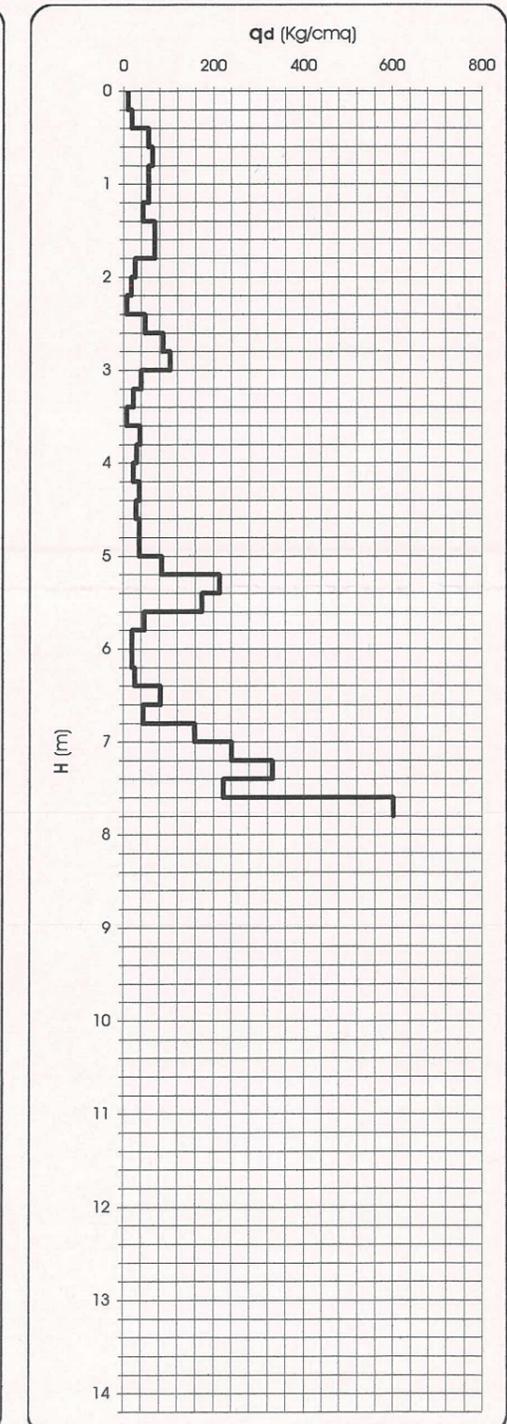
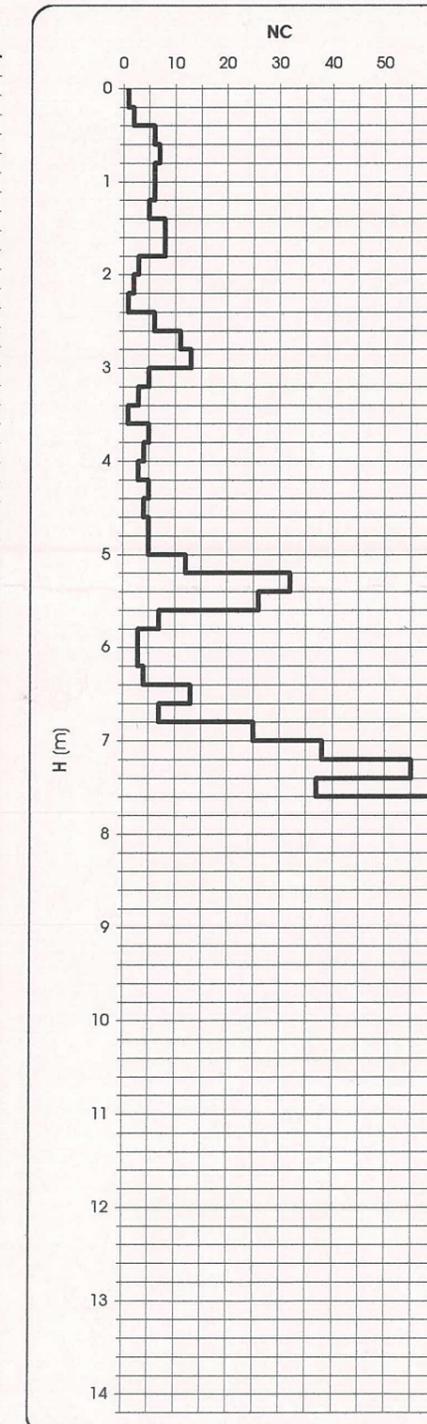
Cerreto d'Esi, il 13 marzo 2000

COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di Muccia (MC)
CANTIERE: Muccia capoluogo

PROVA N. 1 del 09/03/2000 PROF.: 7,80 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0,2	1	10,03
0,4	2	18,53
0,6	6	55,58
0,8	7	64,84
1,0	6	55,58
1,2	6	55,58
1,4	5	43,01
1,6	8	68,81
1,8	8	68,81
2,0	3	25,80
2,2	2	17,20
2,4	1	8,03
2,6	6	48,17
2,8	11	88,31
3,0	13	104,37
3,2	5	40,14
3,4	3	22,58
3,6	1	7,53
3,8	5	37,63
4,0	4	30,11
4,2	3	22,58
4,4	5	35,42
4,6	4	28,34
4,8	5	35,42
5,0	5	35,42
5,2	12	85,01
5,4	32	214,10
5,6	26	173,96
5,8	7	46,84
6,0	3	20,07
6,2	3	20,07
6,4	4	25,36
6,6	13	82,40
6,8	7	44,37
7,0	25	158,47
7,2	38	240,87
7,4	55	331,21
7,6	37	222,81
7,8	100	602,19
8,0		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9,0		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10,0		
10,2		
10,4		
10,6		
10,8		
11,0		
11,2		
11,4		
11,6		
11,8		
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		





Geodril
Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,
SONDAGGI A ROTAZIONE,
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)
tel. e fax 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 13 marzo 2000

COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di Muccia (MC)

CANTIERE: Muccia capoluogo

PROVA N. 1 del 09/03/2000 PROF.: 7,80 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	NC _m (-)	C (-)	N _{spt equiv} (-)	σ _{v eff} (Kg/cm ²)	Dr (%)	φ (°)	E (Kg/cm ²)	C _u (Kg/cm ²)	M (Kg/cm ²)
0,4	terreno vegetale									
1,4	detrito di versante poco addensato	6	1,5	9		29	28	84		
1,8		8	1,5	12		37	29	106		
2,4	limi sabbiosi	2	1,5	3		23	26	32		
3,2	detrito di versante poco addensato	10	1,5	15		42	30	144		
5,0	limi sabbiosi con ghiaietto frammisto	4	1,5	6		25	27	47		
5,8	ghiaia e sabbia	20	1,5	30		65	34	303		
6,4	sabbia limosa con ghiaia	3	1,5	4,5		24	26	55		
6,8		8	1,5	12		37	29	106		
7,8	ghiaia e sabbia	40	1,5	60		>85	39	507		



Geodril
Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,
SONDAGGI A ROTAZIONE,
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)
tel. e fax 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 13 marzo 2000

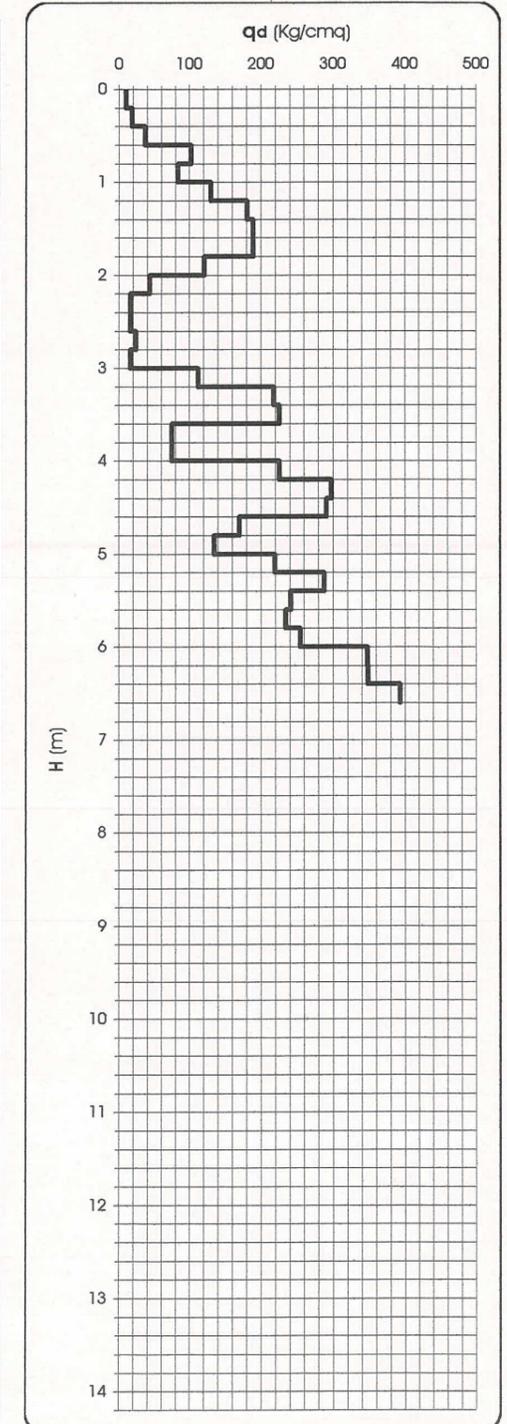
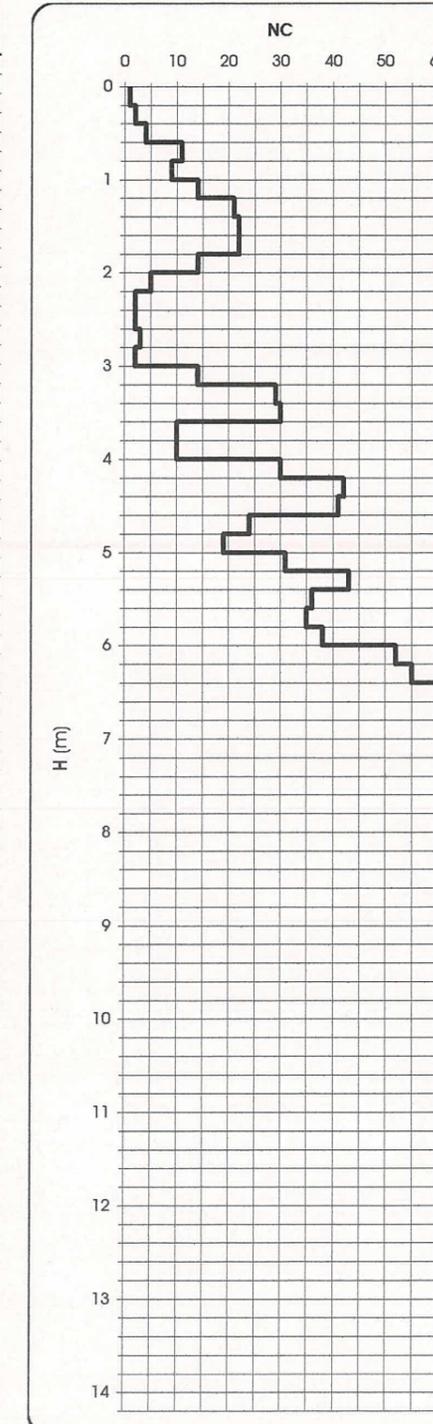
COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di Muccia (MC)

CANTIERE: Muccia capoluogo

PROVA N. 2 del 09/03/2000 PROF.: 6,60 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	Q _d (Kg/cm ²)
0,2	1	10,03
0,4	2	18,53
0,6	4	37,05
0,8	11	101,89
1,0	9	83,36
1,2	14	129,68
1,4	21	180,63
1,6	22	189,23
1,8	22	189,23
2,0	14	120,42
2,2	5	43,01
2,4	2	16,06
2,6	2	16,06
2,8	3	24,08
3,0	2	16,06
3,2	14	112,39
3,4	29	218,27
3,6	30	225,80
3,8	10	75,27
4,0	10	75,27
4,2	30	225,80
4,4	42	297,53
4,6	41	290,45
4,8	24	170,02
5,0	19	134,60
5,2	31	219,61
5,4	43	287,70
5,6	36	240,87
5,8	35	234,18
6,0	38	254,25
6,2	52	347,92
6,4	55	348,63
6,6	62	393,00
7,0		
7,2		
7,4		
7,6		
7,8		
8,0		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9,0		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10,0		
10,2		
10,4		
10,6		
10,8		
11,0		
11,2		
11,4		
11,6		
11,8		
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		





Geodril
Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,
SONDAGGI A ROTAZIONE,
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)
tel. e fax 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 13 marzo 2000

COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di Muccia (MC)

CANTIERE: Muccia capoluogo

PROVA N. 2 del 09/03/2000 PROF.: 6,60 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	NC _m (-)	C (-)	N _{spt equiv} (-)	σ _{v eff} (Kg/cm ²)	Dr (%)	φ (°)	E (Kg/cm ²)	C _u (Kg/cm ²)	M (Kg/cm ²)
0,5 - 0,6	terreno vegetale									
1,0 - 1,2	detrito di versante mediamente addensato	10	1,5	15		45	30	146		
1,5 - 2,0		20	1,5	30		65	34	305		
2,5 - 3,0	limi sabbiosi	2	1,5	3		22	26	30		
3,5 - 3,6	ghiaia e sabbia	27	1,5	40,5		76	35	350		
4,0 - 4,0	sabbie limose	10	1,5	15		42	30	144		
4,5 - 5,0		30	1,5	45		80	36	376		
5,5 - 6,0	ghiaia e sabbia	35	1,5	52,5		>85	37	412		
6,5 - 6,6		40	1,5	60		>85	39	507		



Geodril
Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,
SONDAGGI A ROTAZIONE,
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)
tel. e fax 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 13 marzo 2000

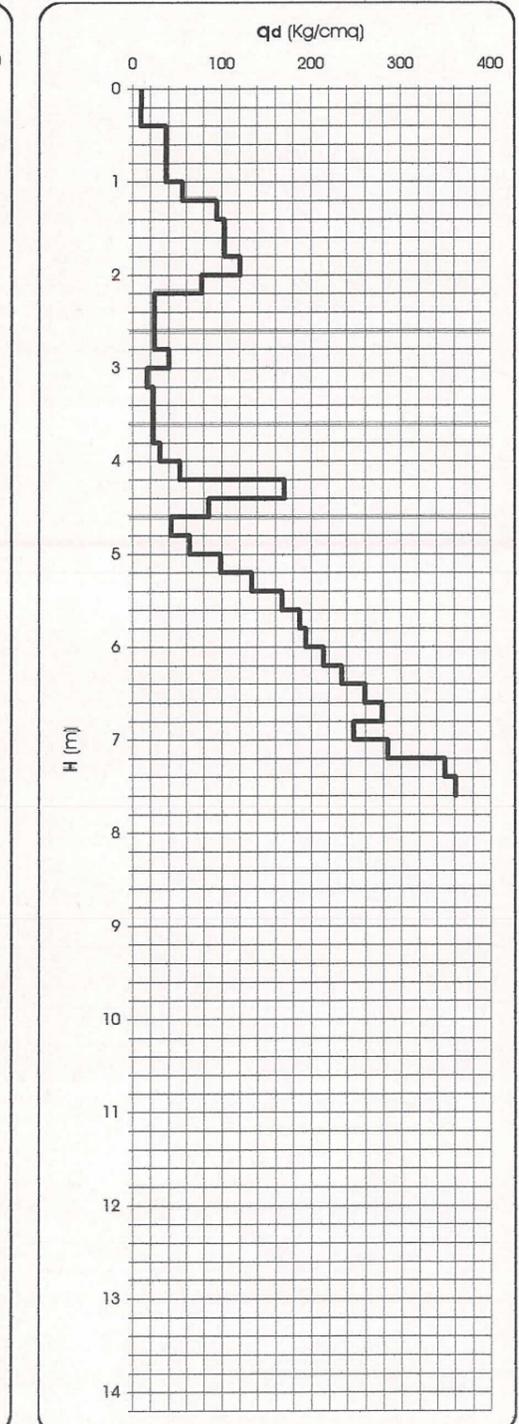
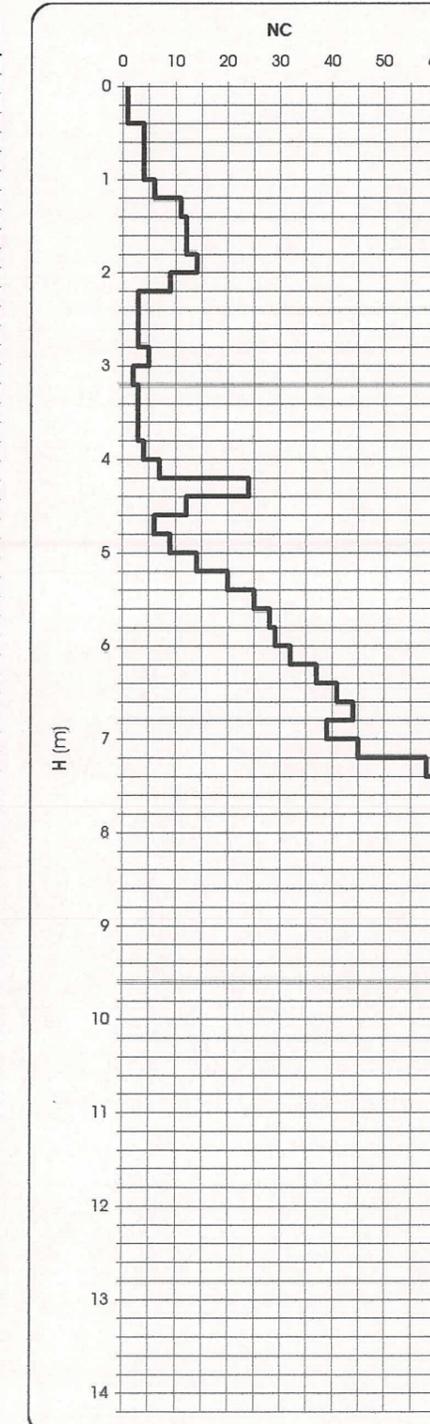
COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di Muccia (MC)

CANTIERE: Muccia capoluogo

PROVA N. 3 del 09/03/2000 PROF.: 7,60 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0,2	1	10,03
0,4	1	9,26
0,6	4	37,06
0,8	4	37,06
1,0	4	37,06
1,2	6	55,58
1,4	11	94,61
1,6	12	103,22
1,8	12	103,22
2,0	14	120,42
2,2	9	77,41
2,4	3	24,08
2,6	3	24,08
2,8	3	24,08
3,0	5	40,14
3,2	2	16,06
3,4	3	22,58
3,6	3	22,58
3,8	3	22,58
4,0	4	30,11
4,2	7	52,69
4,4	24	170,02
4,6	12	85,01
4,8	6	42,50
5,0	9	63,76
5,2	14	99,18
5,4	20	133,81
5,6	25	167,27
5,8	28	187,34
6,0	29	194,03
6,2	32	214,10
6,4	37	234,53
6,6	41	269,89
6,8	44	278,91
7,0	39	247,21
7,2	45	285,24
7,4	58	349,27
7,6	60	361,32
7,8		
8,0		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9,0		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10,0		
10,2		
10,4		
10,6		
10,8		
11,0		
11,2		
11,4		
11,6		
11,8		
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		



INDAGINI REPERITE

[C]

Tratte da:

Indagine geologico-tecnica per il piano di recupero di iniziativa pubblica Centro Storico - Capoluogo
Geoequipe STA – marzo 2004

SONDAGGIO n.1

Comune di: Muccia (MC)
Località: Centro Storico
Committente: Amm.ne Comunale
Data: 13/02/2004

Metodo di perforaz.: rotazione percussione

STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA		Campioni (1) Acqua (2)	Pocket penetrometer (Kg/cmq)	OSSERVAZIONI
	QUOTE (m)				
	p.c.	parz.			
1	0,7	0,7			Terreni di riporto: massicciata del piazzale
2					Ghiaie sabbioso-limose, umide, in abbondante matrice limosa I clasti, prevalentemente calcarei, si presentano sub-arrotondati
3	2,6	1,9			Limi argillosi avana, poco consistenti, con ghiaie
4	3,2	0,6			Ghiaie sabbioso-limose, mediamente addensate A -4,20 metri blocco calcareo decimetrico
5					
6					
7	6,5	3,3			Ghiaie limoso-sabbiose, molto umide, con intercalazioni di livelli limoso-ghiaiosi
8	7,5	1,0			
9			* 8,2		Percolazioni idriche
10			∇ 9,0		Livello di falda
11					
12					
13					
14					Ghiaie sabbioso-limose, con elementi calcarei ben arrotondati, grossolani
15					
16	16,0	8,5			Blocchi calcarei e calcareo-marnosi (Formazione della Scaglia Cinerea?)
17	16,5				
18					
19					
20					

NOTE: (1) prelievo campioni: rimaneggiati indisturbati (2) manifestaz. idriche: ∇ falda (liv.statico) * percolazioni

SONDAGGIO n.2

Comune di: MUCCIA (MC)
Località: Centro Storico
Committente: Amm.ne Comunale
Data: 13/02/2004

Metodo di perforaz.: rotazione percussione

STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA		Campioni (1) Acqua (2)	Pocket penetrometer (Kg/cmq)	OSSERVAZIONI
	QUOTE (m)				
	p.c.	parz.			
1					Terreni di riporto: limi argillosi bruni, con pezzame eterometrico di laterizi e blocchi calcarei
2					
3	2,6	2,6			Ghiaie sabbiose, con scarsa matrice limosa
4	3,5	0,9			Ghiaie limoso-sabbiose, umide I clasti, di natura prevalentemente calcarea, si presentano ben arrotondati
5					
6					Ghiaie limoso-sabbiose, umide, con sottili livelli limoso-ghiaiosi avana
7					
8					
9			* 8,2		Percolazioni idriche
10	8,5		∇ 8,5		Livello di falda
					Da -8,50 metri, impossibilità di recupero del materiale, per abbondante presenza di acqua

NOTE: (1) prelievo campioni: rimaneggiati indisturbati (2) manifestaz. idriche: ∇ falda (liv.statico) * percolazioni



Geodrill
Dr. Geol. David Grillini
SERVIZI GEOLOGICI
Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888
60043 Cerreto d'Esse (AN)
P.IVA: 01531180428
E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esse, 21 febbraio 2004

COMMITTENTE: Geoequipe
CANTIERE: Centro Storico Muccia

PROVA SCPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: Penetrometro modello Deep Drill SCPT
Peso del maglio: 73,0 Kg
Altezza di caduta: 75 cm
Penetrazione standard: 30 cm
Dimensioni punta: area = 20,27 cm² angolo = 60°
Dimensioni aste: diametro = 32 mm lunghezza = 0,90 m
Peso aste: 8,00Kg./m. Peso sistema battuta 30Kg.

legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità
NC = numero di colpi
q_d = resistenza alla penetrazione dinamica

classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	Peso Massa Battente M(Kg)
LEGGERO	DPL (Light)	M < 10
MEDIO	DPM (Medium)	10 < M < 40
PESANTE	DPH (Heavy)	40 < M < 60
SUPER PESANTE	DPSH (Super Heavy)	M > 60



Geodrill
Dr. Geol. David Grillini
SERVIZI GEOLOGICI
Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888
60043 Cerreto d'Esse (AN)
P.IVA: 01531180428
E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esse, 21 febbraio 2004

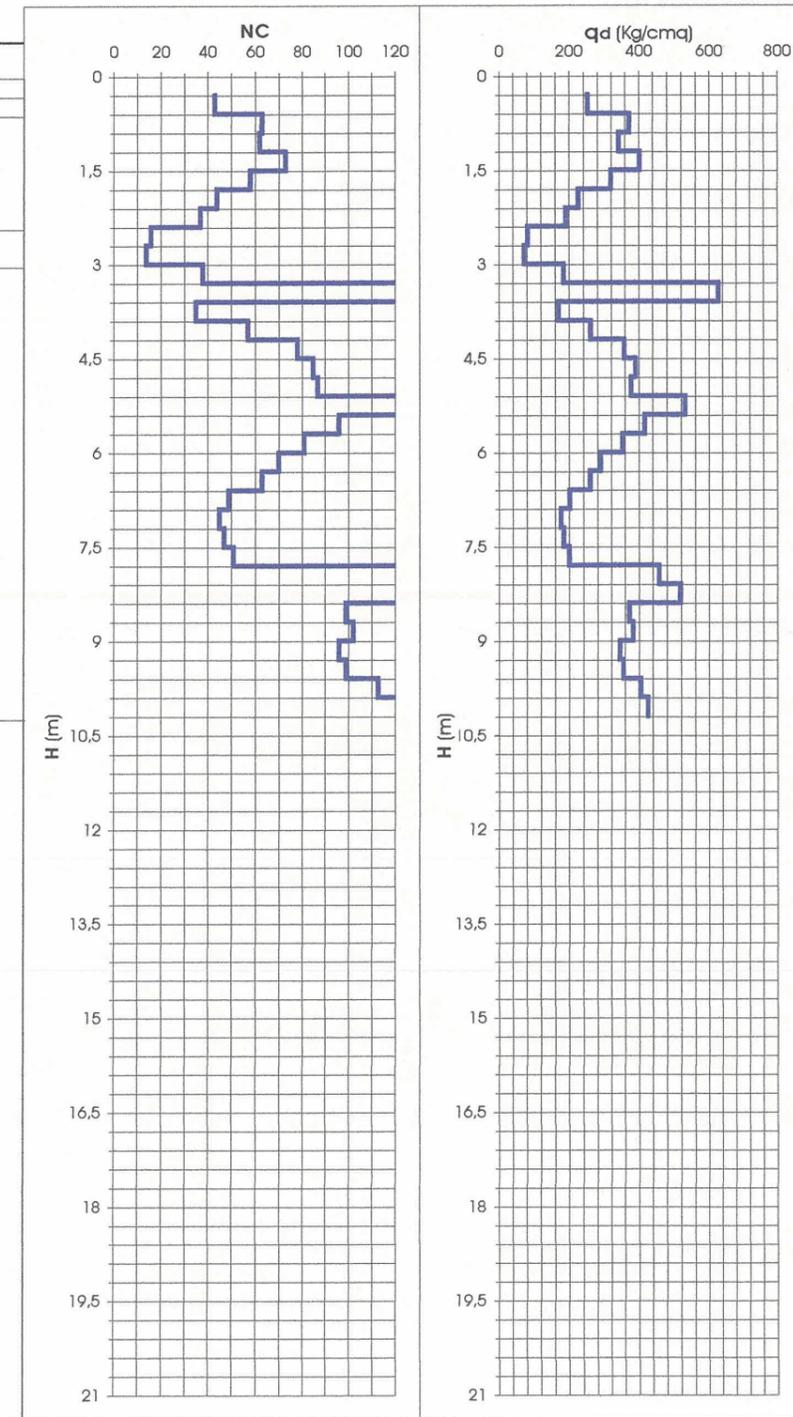
COMMITTENTE: Geoequipe
CANTIERE: Centro Storico Muccia

PROVA N. 1 del 20/02/04

PROF.: 10,20 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)	talda	N° Strato	Prof. (m)	litologia
0,3				1	0,3	preforo
0,6	43	254,4		2	0,6	riporto
0,9	63	372,9				
1,2	62	342,1				
1,5	73	402,7		3		ghiaia e sabbia
1,8	58	320,0				
2,1	44	227,9				
2,4	37	191,5		4	2,4	limi prev. argillosi
2,7	16	82,9				
3,0	14	72,5			3,0	
3,3	38	185,0				
3,6	129	628,0		5		
3,9	35	170,4			3,9	
4,2	57	262,1				
4,5	78	358,7				
4,8	85	390,8				
5,1	87	378,7				
5,4	122	531,0		6		
5,7	96	417,9				
6,0	81	352,6				
6,3	70	289,3				
6,6	63	260,4			6,6	ghiaia e sabbia
6,9	49	202,5				
7,2	45	177,3				
7,5	47	185,1				
7,8	51	200,9		7	7,8	
8,1	122	458,7				
8,4	138	518,9				
8,7	99	372,3				
9,0	102	383,5		8		
9,3	96	344,9				
9,6	99	355,6				
9,9	113	405,9				
10,2	124	426,8			10,2	
10,5						
10,8						
11,1						
11,4						
11,7						
12,0						
12,3						
12,6						
12,9						
13,2						
13,5						
13,8						
14,1						
14,4						
14,7						
15,0						
15,3						
15,6						
15,9						
16,2						
16,5						
16,8						
17,1						
17,4						
17,7						
18,0						
18,3						
18,6						
18,9						
19,2						
19,5						
19,8						
20,1						
20,4						
20,7						
21,0						
21,3						



PROVA ... Nr.1

Committente: Geoequipe
Cantiere: Centro Storico – Muccia

Strumento utilizzato...SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 20/02/04
Profondità prova 10,20 mt
Falda rilevata 9,0 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ₂)	Res. dinamica (Kg/cm ₂)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ₂)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ₂)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	43	0,647	213,79	330,44	10,69	16,52
0,90	63	0,642	310,58	484,13	15,53	24,21
1,20	62	0,636	280,20	440,39	14,01	22,02
1,50	73	0,631	327,29	518,52	16,36	25,93
1,80	58	0,626	258,03	411,98	12,90	20,60
2,10	44	0,622	180,62	290,55	9,03	14,53
2,40	37	0,667	163,00	244,32	8,15	12,22
2,70	16	0,763	80,59	105,65	4,03	5,28
3,00	14	0,759	70,14	92,45	3,51	4,62
3,30	38	0,655	153,48	234,43	7,67	11,72
3,60	129	0,601	478,20	795,84	23,91	39,79
3,90	35	0,647	139,75	215,93	6,99	10,80
4,20	57	0,594	195,90	329,96	9,79	16,50
4,50	78	0,590	266,55	451,53	13,33	22,58
4,80	85	0,587	288,88	492,05	14,44	24,60
5,10	87	0,584	277,04	474,37	13,85	23,72
5,40	122	0,581	386,52	665,21	19,33	33,26
5,70	96	0,578	302,66	523,44	15,13	26,17
6,00	81	0,575	254,16	441,66	12,71	22,08
6,30	70	0,573	206,64	360,72	10,33	18,04
6,60	63	0,570	185,17	324,65	9,26	16,23
6,90	49	0,568	143,41	252,51	7,17	12,63
7,20	45	0,566	124,34	219,82	6,22	10,99
7,50	47	0,563	129,36	229,59	6,47	11,48
7,80	51	0,561	139,84	249,13	6,99	12,46
8,10	122	0,559	316,80	566,49	15,84	28,32
8,40	138	0,557	357,08	640,78	17,85	32,04
8,70	99	0,555	255,28	459,69	12,76	22,98
9,00	102	0,553	262,14	473,62	13,11	23,68
9,30	96	0,552	234,33	424,75	11,72	21,24
9,60	99	0,550	240,89	438,02	12,04	21,90
9,90	113	0,548	274,11	499,96	13,71	25,00
10,20	124	0,547	286,38	523,93	14,32	26,20

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI
Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ₂)
Strato 4	17,25	3,00	Terzaghi-Peck	1,16

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ₂)
Strato 4	17,25	3,00	Apollonia	172,50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 4	17,25	3,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 4	17,25	3,00	Meyerhof ed altri	2,09

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 4	17,25	3,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,99

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1					
Strato 2	49,45	0,60	49,45	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 3	64,6	2,40	64,6	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 5	77,43	3,90	77,43	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 6	94,43	6,60	94,43	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 7	55,2	7,80	55,2	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 8	128,36	10,20	128,36	Gibbs & Holtz 1957	>85

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1					
Strato 2	49,45	0,60	49,45	De Mello	33,76
Strato 3	64,6	2,40	64,6	De Mello	34,7
Strato 5	77,43	3,90	77,43	De Mello	35,3
Strato 6	94,43	6,60	94,43	De Mello	35,84
Strato 7	55,2	7,80	55,2	De Mello	33,87
Strato 8	128,36	10,20	128,36	De Mello	36,12

COMMITTENTE: Geoequipe
CANTIERE: Centro Storico Muccia

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1					
Strato 2	49,45	0,60	49,45	Schmertmann (1978) (Sabbie)	395,60
Strato 3	64,6	2,40	64,6	Schmertmann (1978) (Sabbie)	516,80
Strato 5	77,43	3,90	77,43	Schmertmann (1978) (Sabbie)	619,44
Strato 6	94,43	6,60	94,43	Schmertmann (1978) (Sabbie)	755,44
Strato 7	55,2	7,80	55,2	Schmertmann (1978) (Sabbie)	441,60
Strato 8	128,36	10,20	128,36	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1026,88

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1					
Strato 2	49,45	0,60	49,45	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 3	64,6	2,40	64,6	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	77,43	3,90	77,43	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 6	94,43	6,60	94,43	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 7	55,2	7,80	55,2	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 8	128,36	10,20	128,36	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

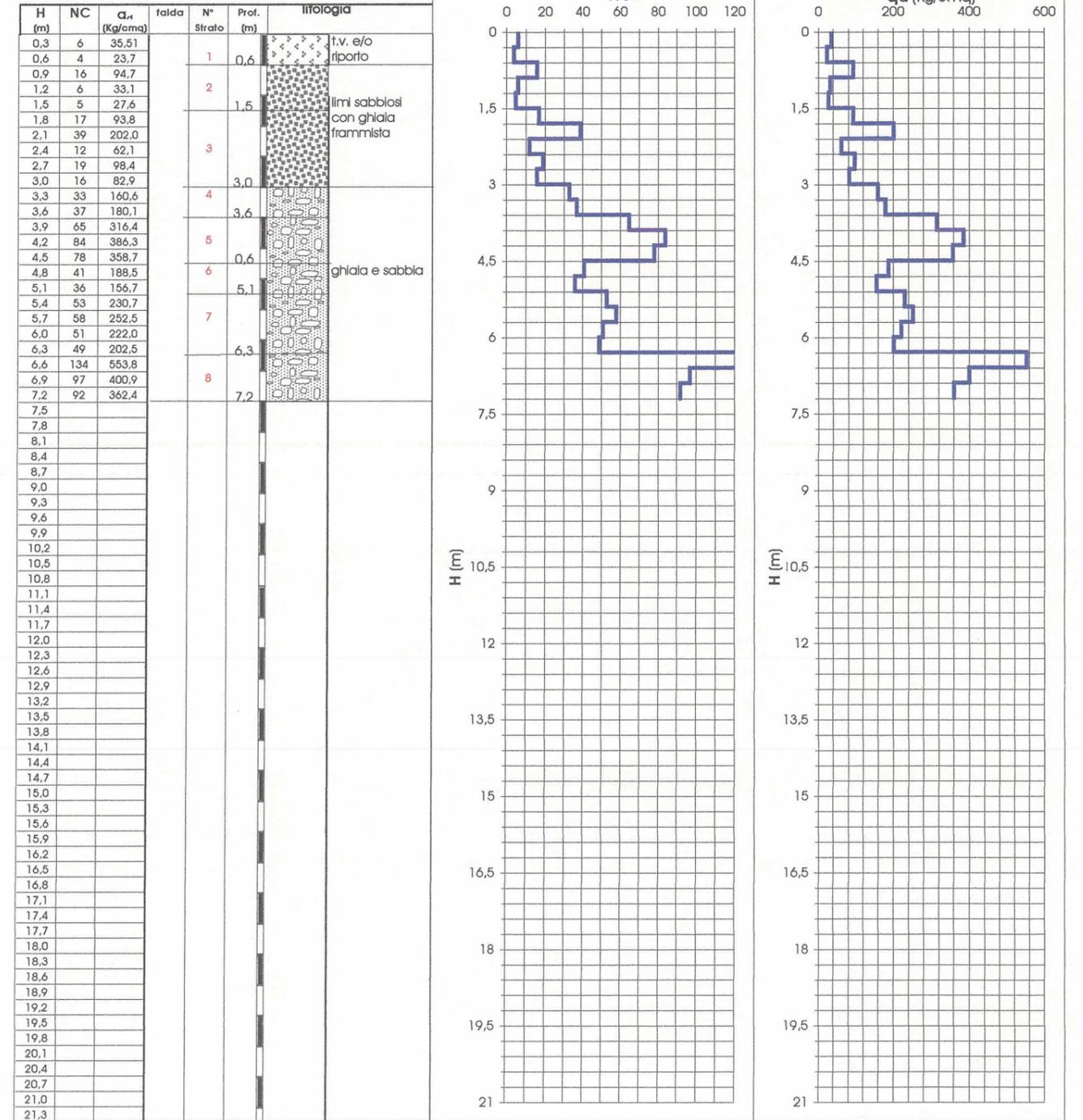
Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1					
Strato 2	49,45	0,60	49,45	Meyerhof ed altri	2,24
Strato 3	64,6	2,40	64,6	Meyerhof ed altri	2,33
Strato 5	77,43	3,90	77,43	Meyerhof ed altri	2,55
Strato 6	94,43	6,60	94,43	Meyerhof ed altri	3,21
Strato 7	55,2	7,80	55,2	Meyerhof ed altri	2,26
Strato 8	128,36	10,20	128,36	Meyerhof ed altri	6,63

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1					
Strato 2	49,45	0,60	49,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,16
Strato 3	64,6	2,40	64,6	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,18
Strato 5	77,43	3,90	77,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,21
Strato 6	94,43	6,60	94,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,24
Strato 7	55,2	7,80	55,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,16
Strato 8	128,36	10,20	128,36	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,32

PROVA N. 2 del 20/02/04 PROF.: 7,20 m
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA



PROVA ... Nr.2

Committente: Geoequipe
Cantiere: Centro Storico – Muccia

Strumento utilizzato...SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 20/02/04
Profondità prova 7,20 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ₂)	Res. dinamica (Kg/cm ₂)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ₂)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ₂)
0,30	6	0,853	39,32	46,11	1,97	2,31
0,60	4	0,847	26,04	30,74	1,30	1,54
0,90	16	0,792	97,32	122,95	4,87	6,15
1,20	6	0,836	35,64	42,62	1,78	2,13
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78
1,80	17	0,776	93,74	120,75	4,69	6,04
2,10	39	0,622	160,09	257,53	8,00	12,88
2,40	12	0,817	64,75	79,24	3,24	3,96
2,70	19	0,763	95,71	125,46	4,79	6,27
3,00	16	0,759	80,16	105,65	4,01	5,28
3,30	33	0,655	133,29	203,59	6,66	10,18
3,60	37	0,651	148,57	228,26	7,43	11,41
3,90	65	0,597	239,48	401,01	11,97	20,05
4,20	84	0,594	288,69	486,26	14,43	24,31
4,50	78	0,590	266,55	451,53	13,33	22,58
4,80	41	0,587	139,34	237,34	6,97	11,87
5,10	36	0,634	124,45	196,29	6,22	9,81
5,40	53	0,581	167,91	288,98	8,40	14,45
5,70	58	0,578	182,85	316,25	9,14	15,81
6,00	51	0,575	160,03	278,08	8,00	13,90
6,30	49	0,573	144,65	252,51	7,23	12,63
6,60	134	0,570	393,85	690,53	19,69	34,53
6,90	97	0,568	283,90	499,86	14,19	24,99
7,20	92	0,566	254,21	449,42	12,71	22,47

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,75	0,60	5,75	Gibbs & Holtz 1957	58,26
Strato 2	10,35	1,50	10,35	Gibbs & Holtz 1957	74,13
Strato 3	23,69	3,00	23,69	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 4	40,25	3,60	40,25	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 5	87,02	4,50	87,02	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 6	44,27	5,10	44,27	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 7	60,66	6,30	60,66	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 8	123,82	7,20	123,82	Gibbs & Holtz 1957	>85

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,75	0,60	5,75	De Mello	25,61
Strato 2	10,35	1,50	10,35	De Mello	27,81
Strato 3	23,69	3,00	23,69	De Mello	30,88
Strato 4	40,25	3,60	40,25	De Mello	32,86
Strato 5	87,02	4,50	87,02	De Mello	35,69
Strato 6	44,27	5,10	44,27	De Mello	33,16
Strato 7	60,66	6,30	60,66	De Mello	34,29
Strato 8	123,82	7,20	123,82	De Mello	36,45

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ₂)
Strato 1	5,75	0,60	5,75	Schmertmann (1978) (Sabbie)	46,00
Strato 2	10,35	1,50	10,35	Schmertmann (1978) (Sabbie)	82,80
Strato 3	23,69	3,00	23,69	Schmertmann (1978) (Sabbie)	189,52
Strato 4	40,25	3,60	40,25	Schmertmann (1978) (Sabbie)	322,00
Strato 5	87,02	4,50	87,02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	696,16
Strato 6	44,27	5,10	44,27	Schmertmann (1978) (Sabbie)	354,16
Strato 7	60,66	6,30	60,66	Schmertmann (1978) (Sabbie)	485,28
Strato 8	123,82	7,20	123,82	Schmertmann (1978) (Sabbie)	990,56

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,75	0,60	5,75	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	10,35	1,50	10,35	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	23,69	3,00	23,69	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	40,25	3,60	40,25	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	87,02	4,50	87,02	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 6	44,27	5,10	44,27	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 7	60,66	6,30	60,66	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 8	123,82	7,20	123,82	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ₃)
Strato 1	5,75	0,60	5,75	Meyerhof ed altri	1,57
Strato 2	10,35	1,50	10,35	Meyerhof ed altri	1,74
Strato 3	23,69	3,00	23,69	Meyerhof ed altri	2,06
Strato 4	40,25	3,60	40,25	Meyerhof ed altri	2,20
Strato 5	87,02	4,50	87,02	Meyerhof ed altri	2,86
Strato 6	44,27	5,10	44,27	Meyerhof ed altri	2,22
Strato 7	60,66	6,30	60,66	Meyerhof ed altri	2,29

Geodrill di David Grillini
Via Roma, 14 60043 Cerreto d'Es(i)(AN)
P.IVA: 01531180428

Strato 8	123,82	7,20	123,82	Meyerhof ed altri	5,97
----------	--------	------	--------	-------------------	------

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	5,75	0,60	5,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	10,35	1,50	10,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 3	23,69	3,00	23,69	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,00
Strato 4	40,25	3,60	40,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,11
Strato 5	87,02	4,50	87,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,23
Strato 6	44,27	5,10	44,27	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,13
Strato 7	60,66	6,30	60,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,17
Strato 8	123,82	7,20	123,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,31

Geodrill
Dr. Geol. David Grillini
SERVIZI GEOLOGICI
Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888
60043 Cerreto d'Es(i)(AN)
P. IVA: 01531180428
E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Es(i), 21 febbraio 2004

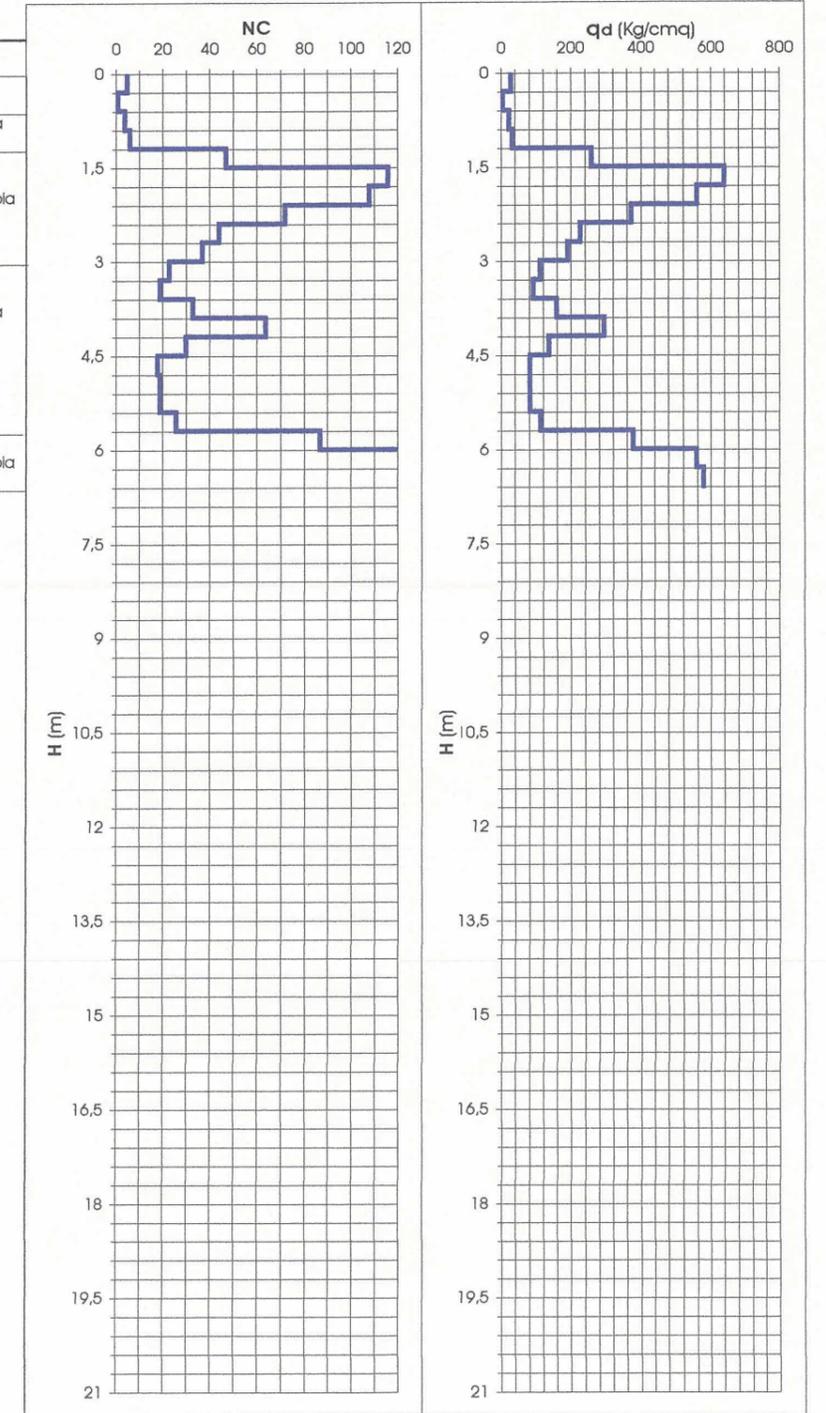
COMMITTENTE: Goequipe
CANTIERE: Centro Storico Muccia

PROVA N. 3 del 20/02/04

PROF.: 6,60 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	Q _s (Kg/cm ²)	falda	N° Strato	Prof. (m)	litologia
0,3	5	29,59		1		t.v. e/o riporto
0,6	1	5,9			0,6	
0,9	4	23,7		2		i.s. con ghiaia frammista
1,2	6	33,1			1,2	
1,5	47	259,3				
1,8	116	640,0				
2,1	108	559,4				
2,4	72	372,6			2,4	ghiaia e sabbia
2,7	44	227,9				
3,0	37	191,6			3,0	
3,3	23	112,0				
3,6	19	92,5				
3,9	33	160,6				
4,2	64	294,3				
4,5	30	137,9				
4,8	18	82,8				
5,1	19	82,7				
5,4	19	82,7				
5,7	26	113,2			5,7	sabbia limosa con ghiaia sparsa
6,0	87	378,7				
6,3	135	557,9				
6,6	140	578,6			6,6	ghiaia e sabbia
6,9						
7,2						
7,5						
7,8						
8,1						
8,4						
8,7						
9,0						
9,3						
9,6						
9,9						
10,2						
10,5						
10,8						
11,1						
11,4						
11,7						
12,0						
12,3						
12,6						
12,9						
13,2						
13,5						
13,8						
14,1						
14,4						
14,7						
15,0						
15,3						
15,6						
15,9						
16,2						
16,5						
16,8						
17,1						
17,4						
17,7						
18,0						
18,3						
18,6						
18,9						
19,2						
19,5						
19,8						
20,1						
20,4						
20,7						
21,0						
21,3						



PROVA ... Nr.3

Committente: Geoequipe
Cantiere: Centro Storico – Muccia

Strumento utilizzato...SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 20/02/04
Profondità prova 6,60 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ₂)	Res. dinamica (Kg/cm ₂)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ₂)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ₂)
0,30	5	0,853	32,76	38,42	1,64	1,92
0,60	1	0,847	6,51	7,68	0,33	0,38
0,90	4	0,842	25,87	30,74	1,29	1,54
1,20	6	0,836	35,64	42,62	1,78	2,13
1,50	47	0,631	210,72	333,84	10,54	16,69
1,80	116	0,626	516,06	823,95	25,80	41,20
2,10	108	0,622	443,33	713,16	22,17	35,66
2,40	72	0,617	293,41	475,44	14,67	23,77
2,70	44	0,613	178,05	290,55	8,90	14,53
3,00	37	0,659	160,93	244,32	8,05	12,22
3,30	23	0,705	99,99	141,89	5,00	7,09
3,60	19	0,751	88,02	117,22	4,40	5,86
3,90	33	0,647	131,76	203,59	6,59	10,18
4,20	64	0,594	219,96	370,48	11,00	18,52
4,50	30	0,690	119,89	173,66	5,99	8,68
4,80	18	0,737	76,81	104,20	3,84	5,21
5,10	19	0,734	76,04	103,60	3,80	5,18
5,40	19	0,731	75,73	103,60	3,79	5,18
5,70	26	0,678	96,15	141,77	4,81	7,09
6,00	87	0,575	272,99	474,37	13,65	23,72
6,30	135	0,573	398,53	695,68	19,93	34,78
6,60	140	0,570	411,48	721,45	20,57	36,07

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,45	0,60	3,45	Gibbs & Holtz 1957	45,22
Strato 2	5,75	1,20	5,75	Gibbs & Holtz 1957	56,51
Strato 3	98,61	2,40	98,61	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 4	46,58	3,00	46,58	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 5	32,07	5,70	32,07	Gibbs & Holtz 1957	>85
Strato 6	138,77	6,60	138,77	Gibbs & Holtz 1957	>85

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,45	0,60	3,45	De Mello	23,68
Strato 2	5,75	1,20	5,75	De Mello	25,6

Strato 3	98,61	2,40	98,61	De Mello	36,25
Strato 4	46,58	3,00	46,58	De Mello	33,44
Strato 5	32,07	5,70	32,07	De Mello	31,91
Strato 6	138,77	6,60	138,77	De Mello	36,38

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ₂)
Strato 1	3,45	0,60	3,45	Schmertmann (1978) (Sabbie)	27,60
Strato 2	5,75	1,20	5,75	Schmertmann (1978) (Sabbie)	46,00
Strato 3	98,61	2,40	98,61	Schmertmann (1978) (Sabbie)	788,88
Strato 4	46,58	3,00	46,58	Schmertmann (1978) (Sabbie)	372,64
Strato 5	32,07	5,70	32,07	Schmertmann (1978) (Sabbie)	256,56
Strato 6	138,77	6,60	138,77	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1033,57

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,45	0,60	3,45	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	5,75	1,20	5,75	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	98,61	2,40	98,61	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 4	46,58	3,00	46,58	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	32,07	5,70	32,07	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 6	138,77	6,60	138,77	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	3,45	0,60	3,45	Meyerhof ed altri	1,47
Strato 2	5,75	1,20	5,75	Meyerhof ed altri	1,57
Strato 3	98,61	2,40	98,61	Meyerhof ed altri	3,46
Strato 4	46,58	3,00	46,58	Meyerhof ed altri	2,23
Strato 5	32,07	5,70	32,07	Meyerhof ed altri	2,15
Strato 6	138,77	6,60	138,77	Meyerhof ed altri	6,85

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	3,45	0,60	3,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	5,75	1,20	5,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 3	98,61	2,40	98,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,25
Strato 4	46,58	3,00	46,58	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,14
Strato 5	32,07	5,70	32,07	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,05
Strato 6	138,77	6,60	138,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,39

INDAGINI REPERITE

[D]

Tratte da:

OPCM 3907/2010 - Effettuazione delle indagini di Microzonazione Sismica (MZS)
MICROZONAZIONE SISMICA 1° Livello – COMUNE DI MUCCIA
Dr. Geol. Anibaldi Andrea – settembre 2012

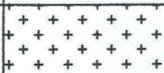
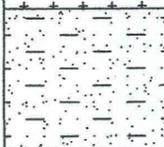
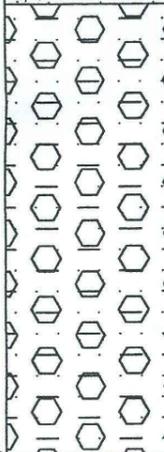
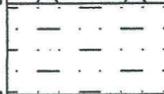
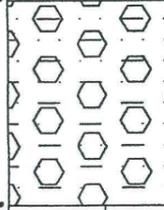
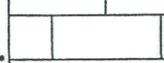
STUDIO DI GEOLOGIA E GEOTECNICA

Dott. Giovanni Mancini

via Vidacilio, 4 Ascoli Piceno - Tel. 0736/261488

Cantiere: Muccia - Varano

Sondaggio n.1
Profondità: 15,50 m.

Profondità relativa	STRATIGRAFIA		PP	SPT	CI	H ₂ O
1,10 m.		terreno vegetale				
3,20 m.		sabbie argillose con elementi detritici dispersi				
10,00 m.		alluvioni ghiaiose in matrice argillosa interrotte da lenti limo-argillose		10 _{6,7}		
11,00 m.		lente limo-argillosa				
14,50 m.		alluvioni con elementi detritici in matrice argillosa				
15,50 m.		formazione in posto (Scaglia Bianca e Rossa)				
				12 _{9,13}		

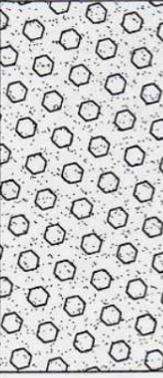
STUDIO DI GEOLOGIA E GEOTECNICA

Dott. Giovanni Mancini

via Vidacilio, 4 Ascoli Piceno - Tel. 0736/261488

Cantiere: Muccia -

Sondaggio n.2
Profondità: 8,00 m.

Profondità relativa	STRATIGRAFIA		PP	SPT	CI	H ₂ O
2,50 m.		limo sabbioso argilloso con detriti dispersi				
9,70 m.		ghiaie alluvionali in matrice limo-sabbiosa				

ALLEGATO (D)

STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

ALLEGATO D1

Elaborazione statistico-probabilistica dei dati di pioggia

- Descrizione metodologia di analisi
- Stazione di Camerino
- Stazione Piè del Sasso

2

Analisi idrologica

Elaborazione statistico-probabilistica dei dati pluviometrici

Tra le varie distribuzioni probabilistiche quella che meglio si adatta alle elaborazioni dei dati di pioggia è la distribuzione di GUMBEL.

Tramite questa legge è stato possibile determinare l'equazione delle massime piogge annuali, rilevate dalle stazioni di Camerino nel periodo 1949-2013 e di Piè del Sasso nel periodo 1949-2011, per vari tempi di ritorno.

Nelle tabb. 1 a seguire sono stati riportati i valori di precipitazione oraria registrati nelle stazioni pluviometriche scelte in quanto prossime al bacino del fiume Chienti in esame e caratterizzata da un numero significativo di rilevazioni.

Innanzitutto, i valori delle serie delle altezze di precipitazione aventi durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore sono stati ordinati in ordine decrescente, associando ad ognuno di essi un numero d'ordine i (tabb.3).

Ad ogni serie così ordinata sono stati associati i valori del tempo di ritorno (Tr) e la probabilità di non superamento (P) (tabb.2), definite rispettivamente dalle relazioni:

$$Tr = \frac{N + 1}{i}$$

dove:

N = numero di anni della serie;

i = numero d'ordine del termine considerato;

$$P = \frac{Tr - 1}{Tr}$$

dove:

P = probabilità di non superamento;

Tr = tempo di ritorno considerato;

Dopo aver ricavato dall'equazione di Gumbel i valori delle variabili ridotte (u) ed averne calcolato la media $\mu(u)$ e la varianza $\sigma(u)$, si è proceduto al calcolo della media e della varianza delle altezze di pioggia osservate in un determinato intervallo di tempo ($\mu(h,t)$; $\sigma(h,t)$).

Dal calcolo della moda (massima frequenza probabile per l'intervento considerato) e dal valore α definiti:

$$moda = \mu(h,t) - \frac{\sigma(h,t)}{\sigma(u)} \cdot \mu(u)$$
$$\alpha = \frac{\sigma(h,t)}{\sigma(u)}$$

è possibile determinare i valori estremi delle altezze di pioggia per i tempi di ritorno considerati (tab.5):

$$h(Tr) = moda + \alpha \cdot \left(-\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{Tr}\right)\right)\right)$$

I valori analiticamente rilevati delle massime altezze di pioggia aventi tempi di ritorno (20, 50, 100 e 200 anni) sono riportati nelle tabelle 6.

Rette di probabilità climatica

Le elaborazioni descritte nel precedente paragrafo hanno permesso di correlare le altezze di precipitazione (ht) e la durata (T) in funzione dei tempi di ritorno considerati.

Il legame funzionale tra l'altezza (ht) della precipitazione e la sua durata (Tp) per un determinato tempo di ritorno (Tr) viene espressa mediante un'equazione del tipo:

$$h_t(Tr) = a \cdot T_p^n$$

dove:

a = altezza di precipitazione oraria in mm;

n = coefficiente di regressione lineare;

Tp = tempo di pioggia in ore.

Stazione pluviometrica di Camerino

ELABORAZIONE STATISTICA DATI DI PIOGGIA

Bacino: Potenza
Stazione: Camerino
MT slm: 664

Apparecchio stazione N.: 2511

Dati annuali delle piogge della stazione pluviometrica di Camerino

ANNO	prec. 1 ora (mm)	prec. 3 ore (mm)	prec. 6 ore (mm)	prec. 12 ore (mm)	prec. 24 ore (mm)
1949	15,4	22,2	26,6	32,2	46
1950	36,8	45,2	50	64	81,2
1951	21,2	28,2	33,4	43,2	53,4
1952	35,8	35,8	37	52,4	59,6
1953	12	18,6	23,2	28,8	49,8
1954	26,8	26,8	26,8	43,6	44,6
1955	49,2	53,4	53,8	53,8	70
1957	16,4	36,4	54,6	74,6	100
1958	16,8	20,4	27,6	38,8	45,6
1959	32	49	57,4	57,4	57,4
1960	15	24,4	33,6	38,4	54
1961	17,8	18,2	27,4	32,4	42,2
1962	14	23	31,6	42,2	50,4
1963	30,2	38,2	38,2	41,2	57,2
1964	46	83,2	90	102,8	105,6
1965	19	26,2	50	64,2	83,6
1966	15,2	32	43,8	49	50
1967	15	19,2	20,2	28,4	37
1968	20	49,2	54,6	62,6	82,6
1970	13	17	17,6	23	31,4
1971	11,6	23	41,4	60,8	64,2
1972	13	20,6	24,4	30,4	37,4
1991	17,4	27,4	30,2	46,6	47,8
1992	18,4	21,8	35,6	50,8	83,6
1993	6,8	17,4	26,8	33	43,4
1994	17,6	19,6	26,6	48,2	65
1995	23,6	36,2	43,6	43,6	49,6
1996	16,8	23,4	29,2	34	53
2008	17,6	27	39,2	54,6	80,4
2009	34,8	56,8	57	57	69,4
2010	63,8	66	66	66	69,4
2012	20,6	31,6	48,6	75,2	125,6
2013	15,6	31,6	58,2	108,6	154,6

Determinazione grandezze statistiche in funzione del numero di campioni

indice i	$T_{Ri} = \frac{N+1}{i}$	$P(T_{Ri}) = 1 - \frac{1}{T_{Ri}}$	$u_i = -\ln(-\ln(P(T_{Ri})))$
1	34,000	0,971	3,511
2	17,000	0,941	2,803
3	11,333	0,912	2,382
4	8,500	0,882	2,078
5	6,800	0,853	1,838
6	5,667	0,824	1,639
7	4,857	0,794	1,467
8	4,250	0,765	1,316
9	3,778	0,735	1,179
10	3,400	0,706	1,055
11	3,091	0,676	0,939
12	2,833	0,647	0,832
13	2,615	0,618	0,730
14	2,429	0,588	0,634
15	2,267	0,559	0,541
16	2,125	0,529	0,453
17	2,000	0,500	0,367
18	1,889	0,471	0,283
19	1,789	0,441	0,201
20	1,700	0,412	0,120
21	1,619	0,382	0,039
22	1,545	0,353	-0,041
23	1,478	0,324	-0,121
24	1,417	0,294	-0,202
25	1,360	0,265	-0,285
26	1,308	0,235	-0,369
27	1,259	0,206	-0,458
28	1,214	0,176	-0,551
29	1,172	0,147	-0,651
30	1,133	0,118	-0,761
31	1,097	0,088	-0,887
32	1,063	0,059	-1,041
33	1,030	0,029	-1,260

T_{Ri} = tempi di ritorno nei quali si verificano gli eventi

$P(T_{Ri})$ = probabilità di non superamento

$\mu(u_i) = 0,5388$

$u(P(T_{Ri}))$ = variabili ridotte

$\mu(u_i)$ = media variabili ridotte

$\sigma(u_i)$ = varianza o sqm variabili ridotte

$\sigma(u_i) = 1,1399$

N = numero dei campioni

Media e sqm dei valori osservati (ordinamento decrescente dei valori)

n°ordine	prec. 1ora (mm)	prec. 3 ore (mm)	prec. 6 ore (mm)	prec. 12 ore (mm)	prec. 24 ore (mm)
1	63,8	83,2	90	108,6	154,6
2	49,2	66	66	102,8	125,6
3	46	56,8	58,2	75,2	105,6
4	36,8	53,4	57,4	74,6	100
5	35,8	49,2	57	66	83,6
6	34,8	49	54,6	64,2	83,6
7	32	45,2	54,6	64	82,6
8	30,2	38,2	53,8	62,6	81,2
9	26,8	36,4	50	60,8	80,4
10	23,6	36,2	50	57,4	70
11	21,2	35,8	48,6	57	69,4
12	20,6	32	43,8	54,6	69,4
13	20	31,6	43,6	53,8	65
14	19	31,6	41,4	52,4	64,2
15	18,4	28,2	39,2	50,8	59,6
16	17,8	27,4	38,2	49	57,4
17	17,6	27	37	48,2	57,2
18	17,6	26,8	35,6	46,6	54
19	17,4	26,2	33,6	43,6	53,4
20	16,8	24,4	33,4	43,6	53
21	16,8	23,4	31,6	43,2	50,4
22	16,4	23	30,2	42,2	50
23	15,6	23	29,2	41,2	49,8
24	15,4	22,2	27,6	38,8	49,6
25	15,2	21,8	27,4	38,4	47,8
26	15	20,6	26,8	34	46
27	15	20,4	26,8	33	45,6
28	14	19,6	26,6	32,4	44,6
29	13	19,2	26,6	32,2	43,4
30	13	18,6	24,4	30,4	42,2
31	12	18,2	23,2	28,8	37,4
32	11,6	17,4	20,2	28,4	37
33	6,8	17	17,6	23	31,4

$\mu(h_i, t_j)$				
22,58	32,39	40,13	50,96	65,00
$\sigma(h_i, t_j)$				
12,38	15,51	15,67	19,56	26,64

$\mu(h_i, t_j)$ = media dei campioni osservati in un determinato tempo

$\sigma(h_i, t_j)$ = varianza o sqm dei campioni

Determinazione di "moda" e "alfa"

	prec. 1ora	prec. 3 ore	prec. 6 ore	prec. 12 ore	prec. 24 ore
moda	16,73	25,06	32,72	41,72	52,41
α	10,86	13,61	13,75	17,16	23,37

$\text{mod } a = \mu(h_i, t_j) - \frac{\sigma(h_i, t_j)}{\sigma(u_i)} \cdot \mu(u_i)$ = massima frequenza probabile per l'evento considerato

$$\alpha = \frac{\sigma(h_i, t_j)}{\sigma(u_i)}$$

Determinazione valori estremi altezze di pioggia per i Tr considerati

Tr (anni)	prec. 1ora (mm)	prec. 3 ore (mm)	prec. 6 ore (mm)	prec. 12 ore (mm)	prec. 24 ore (mm)
20	48,99	65,48	73,55	92,70	121,81
30	53,48	71,12	79,24	99,80	131,49
50	59,10	78,16	86,36	108,69	143,59
100	66,69	87,66	95,96	120,67	159,90
200	74,24	97,13	105,52	132,61	176,16
500	84,21	109,62	118,14	148,36	197,60

$$h(T_{rj}) = \text{mod } a + \alpha \cdot \left(-\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T_{rj}}\right)\right)\right)$$

Determinazione legge delle piogge per i rispettivi Tr

Tr 20 anni					
t	1	3	6	12	24
pr	48,9857	65,4809	73,5522	92,6953	121,8148
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	3,8915	4,1818	4,2980	4,5293	4,8025
n	a	r			
0,278	47,69	0,985	47,69 x t ^{0,278}		

Tr 30 anni					
t	1	3	6	12	24
pr	53,4827	71,1161	79,2450	99,8028	131,4911
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	3,9794	4,2643	4,3725	4,6032	4,8789
n	a	r			
0,274	51,98	0,986	51,98 x t ^{0,274}		

Tr 50 anni					
t	1	3	6	12	24
pr	59,1041	78,1604	86,3612	108,6876	143,5870
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,0793	4,3588	4,4585	4,6885	4,9669
n	a	r			
0,270	57,35	0,987	57,35 x t ^{0,270}		

Tr 100 anni					
t	1	3	6	12	24
pr	66,6864	87,6618	95,9597	120,6715	159,9023
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,2000	4,4735	4,5639	4,7931	5,0746
	n	a	r		
	0,265	64,59	0,988	64,59 x t ^{0,265}	

Tr 200 anni					
t	1	3	6	12	24
pr	74,2410	97,1286	105,5232	132,6117	176,1580
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,3073	4,5760	4,6589	4,8874	5,1714
	n	a	r		
	0,261	71,80	0,989	71,80 x t ^{0,261}	

Tr 500 anni					
t	1	3	6	12	24
pr	84,2079	109,6182	118,1404	148,3645	197,6043
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,4333	4,6970	4,7719	4,9997	5,2863
	n	a	r		
	0,257	81,32	0,990	81,32 x t ^{0,257}	

Stazione pluviometrica di Piè del Sasso

pr = precipitazioni espresse in mm
n = coef. regressione lineare
r = coef. di correlazione

$$\ln(h) = \ln(a) + n \cdot \ln(t) \Rightarrow h = a \cdot t^n$$

ELABORAZIONE STATISTICA DATI DI PIOGGIA

Bacino: Chienti

Stazione: Piè del Sasso

MT slm: 653

Apparecchio stazione n. 2527

Tab.1 - Dati annuali delle piogge della stazione pluviometrica di Piè del Sasso

ANNO	prec. 1ora (mm)	prec. 3 ore (mm)	prec. 6 ore (mm)	prec. 12 ore (mm)	prec. 24 ore (mm)
1949	28,8	47	68,4	75,8	78
1950	38,4	56	64,2	72,4	97,2
1951	46,8	53	55,8	56	58,8
1953	12,4	20,8	32,6	54,8	75,6
1954	37,4	60,6	96,6	97	97
1955	22,8	30	42,4	65,4	96
1956	16,2	23	37,6	48	65
1957	16	30,6	46	63,2	80,6
1958	13	31,4	49	63,8	73,2
1959	27,6	37,4	43	72,4	91,6
1960	30,2	30,6	49,4	66,4	89,6
1961	39,4	40	41	61,2	67
1962	29	44,4	47,4	71,6	84,6
1963	24,4	32,6	33,6	48	62,2
1964	44,6	60,8	85	98	102,6
1965	31,6	52,4	75,4	78,4	124,2
1966	30	47,2	56,4	57,6	60,2
1967	19,6	22,2	40	47,8	52,2
1968	22,2	34,8	38,2	40,8	67,4
1969	32,4	52,8	55,2	55,2	67,8
1970	43,2	49,2	50,8	50,8	59
1971	14,4	30	40,6	57,6	77,8
1972	36,8	44	45,8	48	53,6
1973	31,6	31,8	35,6	44,8	62,8
1974	24,4	38,8	42,8	48	70
1975	24,6	27	31	52	87,4
1976	65	73,6	73,6	73,6	73,6
1977	18	27	48	53,8	59,6
1978	15,2	24,6	37,8	49,6	54,2
1979	12	26,4	39,8	50,8	68,4
1991	10,6	16,8	31	45,6	59,4
1992	27,4	41,6	41,6	46,4	68
1993	26	38,8	55,8	55,8	61,8
1994	24,2	39,2	39,6	49,2	66,4
1995	15	31,4	34,4	39,2	41,8
1996	18,4	29,4	39,4	52,4	64,2
1997	17,2	32,2	44,6	59,6	93
1998	18,8	39,6	48,6	68,2	104
1999	15,6	31,4	43,8	62	79,2
2000	30	38,2	38,2	38,2	43,2
2001	30,6	40,4	40,6	40,6	40,8
2002	35	36,2	49,8	69,4	78,6
2003	46,8	53	53	54	55,2
2004	15,2	24,2	31,2	32,2	32,2

2005	25,8	33,8	33,8	45	53,8
2006	27,2	49,6	52,4	52,4	52,4
2007	20	23,6	29,2	36,8	39,2
2008	19,8	34,4	54	60,8	89
2009	55,2	61,2	61,2	61,2	61,4
2010	51,2	51,2	51,2	51,2	62,8
2011	21,2	25,6	32	33,4	48,6

N° ANNI RILEVATI	51
------------------	----

Tab 2 - Determinazione grandezze statistiche in funzione del numero di campioni

indice i	$T_{Ri} = \frac{N+1}{i}$	$P(T_{Ri}) = 1 - \frac{1}{T_{Ri}}$	$u_i = -\ln(-\ln(P(T_{Ri})))$
1	52,000	0,981	3,942
2	26,000	0,962	3,239
3	17,333	0,942	2,823
4	13,000	0,923	2,525
5	10,400	0,904	2,292
6	8,667	0,885	2,099
7	7,429	0,865	1,934
8	6,500	0,846	1,789
9	5,778	0,827	1,661
10	5,200	0,808	1,544
11	4,727	0,788	1,437
12	4,333	0,769	1,338
13	4,000	0,750	1,246
14	3,714	0,731	1,159
15	3,467	0,712	1,078
16	3,250	0,692	1,000
17	3,059	0,673	0,927
18	2,889	0,654	0,856
19	2,737	0,635	0,788
20	2,600	0,615	0,723
21	2,476	0,596	0,659
22	2,364	0,577	0,598
23	2,261	0,558	0,538
24	2,167	0,538	0,480
25	2,080	0,519	0,422
26	2,000	0,500	0,367
27	1,926	0,481	0,311
28	1,857	0,462	0,257
29	1,793	0,442	0,204
30	1,733	0,423	0,151
31	1,677	0,404	0,098
32	1,625	0,385	0,046
33	1,576	0,365	-0,007
34	1,529	0,346	-0,059
35	1,486	0,327	-0,112
36	1,444	0,308	-0,164
37	1,405	0,288	-0,218
38	1,368	0,269	-0,272
39	1,333	0,250	-0,327
40	1,300	0,231	-0,383
41	1,268	0,212	-0,440
42	1,238	0,192	-0,500
43	1,209	0,173	-0,562
44	1,182	0,154	-0,627
45	1,156	0,135	-0,696
46	1,130	0,115	-0,770
47	1,106	0,096	-0,851
48	1,083	0,077	-0,942
49	1,061	0,058	-1,048
50	1,040	0,038	-1,181

51	1,020	0,019	-1,374
----	-------	-------	--------

T_{Ri} = tempi di ritorno nei quali si verificano gli eventi

$P(T_{Ri})$ = probabilità di non superamento

$$\mu(u_i) = 0,5489$$

$u(P(T_{Ri}))$ = variabili ridotte

$\mu(u_i)$ = media variabili ridotte

$\sigma(u_i)$ = varianza o sqm variabili ridotte

$$\sigma(u_i) = 1,1738$$

N = numero dei campioni

In caso di un numero di campioni infinito si possono adottare in alternativa ai valori statistici ricavati i seguenti: media: 0,577 sqm: 1,283
--

Tab. 3 - Media e sqm dei valori osservati (ordinamento decrescente dei valori)

n°ordine	prec. 1ora (mm)	prec. 3 ore (mm)	prec. 6 ore (mm)	prec. 12 ore (mm)	prec. 24 ore (mm)
1	65	73,6	96,6	98	124,2
2	55,2	61,2	85	97	104
3	51,2	60,8	75,4	78,4	102,6
4	46,8	60,6	73,6	75,8	97,2
5	46,8	56	68,4	73,6	97
6	44,6	53	64,2	72,4	96
7	43,2	53	61,2	72,4	93
8	39,4	52,8	56,4	71,6	91,6
9	38,4	52,4	55,8	69,4	89,6
10	37,4	51,2	55,8	68,2	89
11	36,8	49,6	55,2	66,4	87,4
12	35	49,2	54	65,4	84,6
13	32,4	47,2	53	63,8	80,6
14	31,6	47	52,4	63,2	79,2
15	31,6	44,4	51,2	62	78,6
16	30,6	44	50,8	61,2	78
17	30,2	41,6	49,8	61,2	77,8
18	30	40,4	49,4	60,8	75,6
19	30	40	49	59,6	73,6
20	29	39,6	48,6	57,6	73,2
21	28,8	39,2	48	57,6	70
22	27,6	38,8	47,4	56	68,4
23	27,4	38,8	46	55,8	68
24	27,2	38,2	45,8	55,2	67,8
25	26	37,4	44,6	54,8	67,4
26	25,8	36,2	43,8	54	67
27	24,6	34,8	43	53,8	66,4
28	24,4	34,4	42,8	52,4	65
29	24,4	33,8	42,4	52,4	64,2
30	24,2	32,6	41,6	52	62,8
31	22,8	32,2	41	51,2	62,8
32	22,2	31,8	40,6	50,8	62,2
33	21,2	31,4	40,6	50,8	61,8
34	20	31,4	40	49,6	61,4
35	19,8	31,4	39,8	49,2	60,2
36	19,6	30,6	39,6	48	59,6
37	18,8	30,6	39,4	48	59,4
38	18,4	30	38,2	48	59
39	18	30	38,2	48	58,8
40	17,2	29,4	37,8	47,8	55,2
41	16,2	27	37,6	46,4	54,2
42	16	27	35,6	45,6	53,8
43	15,6	26,4	34,4	45	53,6
44	15,2	25,6	33,8	44,8	52,4
45	15,2	24,6	33,6	40,8	52,2
46	15	24,2	32,6	40,6	48,6
47	14,4	23,6	32	39,2	43,2
48	13	23	31,2	38,2	41,8
49	12,4	22,2	31	36,8	40,8
50	12	20,8	31	33,4	39,2

51	10,6	16,8	29,2	32,2	32,2
$\mu(h_i, t_j)$					
27,4353	38,2706	47,2235	56,4000	69,6510	
$\sigma(h_i, t_j)$					
12,0612	12,3719	13,9744	13,9218	18,8668	

$\mu(h_i, t_j)$ = media dei campioni osservati in un determinato tempo

$\sigma(h_i, t_j)$ = varianza o sqm dei campioni

Tab. 4 - Determinazione di "moda" e "alfa"

	prec. 1 ora	prec. 3 ore	prec. 6 ore	prec. 12 ore	prec. 24 ore
moda	21,7948	32,4848	40,6883	49,8894	60,8278
α	10,2751	10,5398	11,9050	11,8602	16,0729

$mod a = \mu(h_i, t_j) - \frac{\sigma(h_i, t_j)}{\sigma(u_i)} \cdot \mu(u_i)$ = massima frequenza probabile per l'evento considerato

$$\alpha = \frac{\sigma(h_i, t_j)}{\sigma(u_i)}$$

Tab. 5 - Determinazione valori estremi altezze di pioggia per i Tr considerati

Tr (anni)	prec. 1 ora (mm)	prec. 3 ore (mm)	prec. 6 ore (mm)	prec. 12 ore (mm)	prec. 24 ore (mm)
20	52,314	63,790	76,049	85,117	108,568
30	56,569	68,155	80,978	90,028	115,223
50	61,888	73,611	87,141	96,167	123,543
100	69,062	80,970	95,453	104,448	134,766
200	76,210	88,302	103,735	112,699	145,947
500	85,640	97,975	114,661	123,584	160,699

$$h(T_{Rj}) = mod a + \alpha \cdot (-\ln(-\ln(1 - \frac{1}{T_{Rj}})))$$

Tab. 6 - Determinazione legge delle piogge per i rispettivi Tr

Tr 20 anni					
t	1,000	3,000	6,000	12,000	24,000
pr	52,3139	63,7901	76,0485	85,1165	108,5676
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	3,9573	4,1556	4,3314	4,4440	4,6874
	n	a	r		
	0,224	51,01	0,977	51,01 x t ^{0,224}	

Tr 30 anni					
t	1,000	3,000	6,000	12,000	24,000
pr	56,5688	68,1547	80,9784	90,0278	115,2233
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,0355	4,2218	4,3942	4,5001	4,7469
	n	a	r		
	0,218	55,01	0,979	55,01 x t ^{0,218}	

Tr 50 anni					
t	1,000	3,000	6,000	12,000	24,000
pr	61,8877	73,6106	87,1409	96,1672	123,5434
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,1253	4,2988	4,4675	4,5661	4,8166
	n	a	r		
	0,211	60,00	0,980	60,00 x t ^{0,211}	

Tr 100 anni					
t	1,000	3,000	6,000	12,000	24,000
pr	69,0619	80,9696	95,4531	104,4481	134,7657
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,2350	4,3941	4,5586	4,6487	4,9035
	n	a	r		
	0,203	66,74	0,982	66,74 x t ^{0,203}	

Tr 200 anni					
t	1,000	3,000	6,000	12,000	24,000
pr	76,2099	88,3018	103,7350	112,6988	145,9470
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,3335	4,4808	4,6418	4,7247	4,9832
	n	a	r		
	0,197	73,45	0,984	73,45 x t ^{0,197}	

Tr 500 anni					
t	1,000	3,000	6,000	12,000	24,000
pr	85,6403	97,9752	114,6613	123,5841	160,6987
ln (t)	0,0000	1,0986	1,7918	2,4849	3,1781
ln (pr)	4,4502	4,5847	4,7420	4,8169	5,0795
	n	a	r		
	0,190	82,30	0,985	82,30 x t ^{0,190}	

t = tempo espresso in ore
 pr = precipitazioni espresse in mm
 n = coef. regressione lineare
 r = coef. di correlazione

$$\ln(h) = \ln(a) + n \cdot \ln(t) \Rightarrow h = a \cdot t^n$$

ALLEGATO D2

Calcolo delle portate di massima piena del fiume Chienti

2

Comune di MUCCIA (MC)**F.me CHIEN TI**

Determinazione portata max (metodo di Giandotti)

$$\tau_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H - Z}}$$

$$Q_{\max} = \frac{C \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

τ_c = tempo di corrivazione in ore
 S = superficie del bacino in Km²
 L = lunghezza dell'asta principale del corso in Km
 H = altitudine media del bacino imbrifero sotteso in m s.m.m.
 Z = quota della sezione considerata in m s.m.m.
 Q_{\max} = portata max in mc/sec
 C = coefficiente di deflusso
 h = altezza di pioggia considerata in mm

Calcolo tempo di corrivazione	
S (Km ²)=	104
L (Km)=	12
H (m) =	910
Z (m)=	433
τ_c (ore)=	3,36488 = 202 min

CAMERINO	
Calcolo portata max Tr=20	
C=	0,1
h (mm)=	66,82
Qmax=	57,37 mc/sec
Calcolo portata max Tr=30	
C=	0,1
h (mm)=	72,48
Qmax=	62,23 mc/sec
Calcolo portata max Tr=50	
C=	0,1
h (mm)=	79,58
Qmax=	68,32 mc/sec
Calcolo portata max Tr=100	
C=	0,1
h (mm)=	89,09
Qmax=	76,48 mc/sec
Calcolo portata max Tr=200	
C=	0,1
h (mm)=	98,55
Qmax=	84,61 mc/sec
Calcolo portata max Tr=500	
C=	0,1
h (mm)=	103,64
Qmax=	88,98 mc/sec

PIE' DEL SASSO	
Calcolo portata max Tr=20	
C=	0,1
h (mm)=	66,94
Qmax=	57,47 mc/sec
Calcolo portata max Tr=30	
C=	0,1
h (mm)=	71,67
Qmax=	61,53 mc/sec
Calcolo portata max Tr=50	
C=	0,1
h (mm)=	77,51
Qmax=	66,54 mc/sec
Calcolo portata max Tr=100	
C=	0,1
h (mm)=	85,38
Qmax=	73,30 mc/sec
Calcolo portata max Tr=200	
C=	0,1
h (mm)=	93,28
Qmax=	80,09 mc/sec
Calcolo portata max Tr=500	
C=	0,1
h (mm)=	111,08
Qmax=	95,37 mc/sec

ALLEGATO D3

Verifica idraulica sezioni sul fiume Chienti

2

COMUNE DI MUCCIA (MC)

Zona residenziale Via Ralle - F.me Chienti

$Q_{200} = 85 \text{ mc/sec}$

Verifica sez.1

$h = 3,7$
 $A = 51$
 $Pb = 30$
 $Rh = 1,70$
 $n = 0,045$
 $i = 0,003$

Altezza idrica (m)
Area (mq)
Perimetro bagnato (m)
Raggio idraulico (m)
Coefficienti di Manning per alvei naturali
Pendenza in prossimità di sez.

$$\chi_{MANNING} = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{Rh}$$

Calcolo dei coefficienti

$$\chi_{MANNING} = 24,28$$

Calcolo della portata con Chezy

$$Q_{MANNING} = 88,42 \text{ mc/sec}$$

$$v = \chi \cdot \sqrt{Rh \cdot i}$$
$$Q = v \cdot A$$

Franco di sicurezza rispetto via Ralle 80cm

COMUNE DI MUCCIA (MC)

Zona residenziale Via Ralle - F.me Chienti

$Q_{200} = 85 \text{ mc/sec}$

Verifica sez.2

$h = 3,85$
 $A = 51$
 $P_b = 28$
 $R_h = 1,82$
 $n = 0,045$
 $i = 0,003$

Altezza idrica (m)
Area (mq)
Perimetro bagnato (m)
Raggio idraulico (m)
Coefficienti di Manning per canale in cls
Pendenza in prossimità di sez.

$$\chi_{MANNING} = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{Rh}$$

Calcolo dei coefficienti

$$\chi_{MANNING} = 24,56$$

Calcolo della portata con Chezy

$$Q_{MANNING} = 92,58 \text{ mc/sec}$$

$$v = \chi \cdot \sqrt{Rh \cdot i}$$
$$Q = v \cdot A$$

Franco di sicurezza rispetto via Ralle 100cm

COMUNE DI MUCCIA (MC)

Zona residenziale Via Ralle - F.me Chienti

$Q_{200} = 85 \text{ mc/sec}$

Verifica sez.3 - Attraversamento

$h = 4,5$
 $A = 19,5$
 $P_b = 17$
 $R_h = 1,15$
 $n = 0,025$
 $i = 0,01$

Altezza idrica (m)
Area (mq)
Perimetro bagnato (m)
Raggio idraulico (m)
Coefficienti di Manning per alvei rivestiti in muratura
Pendenza in prossimità di sez.

$$\chi_{MANNING} = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{Rh}$$

Calcolo dei coefficienti

$$\chi_{MANNING} = 40,93$$

Calcolo della portata con Chezy

$$Q_{MANNING} = 85,47 \text{ mc/sec}$$

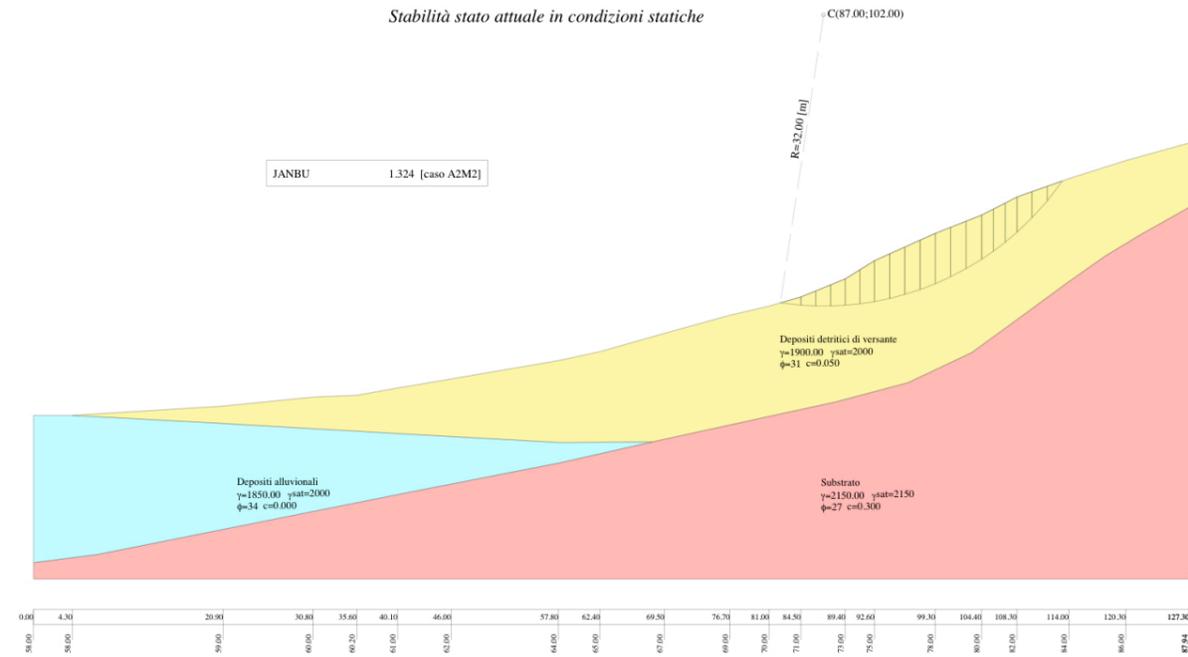
$$v = \chi \cdot \sqrt{Rh \cdot i}$$
$$Q = v \cdot A$$

Franco di sicurezza rispetto intradosso ponte 90cm

ALLEGATO (E)

VERIFICHE DI STABILITA'

VERIFICA DI STABILITA' condizioni statiche



Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ²

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'
1	Depositi detritici di versante	1900	2000	31.00	0.050
2	Depositi alluvionali	1850	2000	34.00	0.000
3	Substrato	2150	2150	27.00	0.300

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	58.00
2	4.30	58.00
3	20.90	59.00
4	30.80	60.00
5	35.60	60.20
6	40.10	61.00

7	46.00	62.00
8	57.80	64.00
9	62.40	65.00
10	69.50	67.00
11	76.70	69.00
12	81.00	70.00
13	84.50	71.00
14	89.40	73.00
15	92.60	75.00
16	99.30	78.00
17	104.40	80.00
18	108.30	82.00
19	114.00	84.00
20	120.30	86.00
21	127.30	87.94

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (Substrato)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	0.00	41.80
2	0.00	40.00
3	127.30	40.00
4	127.30	80.89
5	121.80	77.80
6	118.00	75.50
7	113.60	72.40
8	108.70	68.80
9	103.30	64.90
10	96.30	61.60
11	88.40	59.50
12	68.20	55.10
13	58.10	52.80
14	41.70	49.60
15	7.10	42.70

Strato impermeabile
Strato rigido

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Depositi alluvionali)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	4.30	58.00
2	0.00	58.00
3	0.00	41.80
4	7.10	42.70
5	41.70	49.60
6	58.10	52.80
7	68.20	55.10
8	58.00	55.00
9	40.00	56.00
10	20.90	57.10

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (Depositi detritici di versante)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	68.20	55.10
2	88.40	59.50
3	96.30	61.60
4	103.30	64.90
5	108.70	68.80
6	113.60	72.40
7	118.00	75.50
8	121.80	77.80
9	127.30	80.89
10	127.30	87.94
11	120.30	86.00
12	114.00	84.00

13	108.30	82.00
14	104.40	80.00
15	99.30	78.00
16	92.60	75.00
17	89.40	73.00
18	84.50	71.00
19	81.00	70.00
20	76.70	69.00
21	69.50	67.00
22	62.40	65.00
23	57.80	64.00
24	46.00	62.00
25	40.10	61.00
26	35.60	60.20
27	30.80	60.00
28	20.90	59.00
29	4.30	58.00
30	20.90	57.10
31	40.00	56.00
32	58.00	55.00

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00

Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$ 0.000 [m/s²]

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 75.00$	$Y_0 = 90.00$
Passo maglia [m]:	$dX = 2.00$	$dY = 2.00$
Numero passi :	$N_x = 20$	$N_y = 18$
Raggio [m]:	$R = 30.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1.00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 15

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- volume inferiore a 10.00 mc

Numero di superfici analizzate	6588
Coefficiente di sicurezza minimo	1.324
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	6588	1.324	2	3.275	6588

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	87.00	102.00	32.00	82.24	70.36	113.29	83.75	111.98	1.324 (J)	[A2M2]
2	87.00	102.00	32.00	82.24	70.36	113.29	83.75	111.98	1.324 (J)	[A2M2]
3	85.00	106.00	36.00	81.57	70.16	113.31	83.76	102.69	1.324 (J)	[A2M2]
4	85.00	106.00	36.00	81.57	70.16	113.31	83.76	102.69	1.324 (J)	[A2M2]
5	87.00	100.00	30.00	82.30	70.37	111.90	83.26	102.91	1.324 (J)	[A2M2]
6	87.00	100.00	30.00	82.30	70.37	111.90	83.26	102.91	1.324 (J)	[A2M2]
7	85.00	108.00	38.00	81.55	70.16	114.62	84.20	111.31	1.324 (J)	[A2M2]
8	85.00	108.00	38.00	81.55	70.16	114.62	84.20	111.31	1.324 (J)	[A2M2]
9	85.00	104.00	34.00	81.60	70.17	111.96	83.28	94.25	1.325 (J)	[A2M2]
10	85.00	104.00	34.00	81.60	70.17	111.96	83.28	94.25	1.325 (J)	[A2M2]
11	87.00	104.00	34.00	82.19	70.34	114.64	84.20	121.24	1.325 (J)	[A2M2]
12	87.00	104.00	34.00	82.19	70.34	114.64	84.20	121.24	1.325 (J)	[A2M2]
13	85.00	110.00	40.00	81.53	70.15	115.90	84.60	120.07	1.327 (J)	[A2M2]
14	85.00	110.00	40.00	81.53	70.15	115.90	84.60	120.07	1.327 (J)	[A2M2]
15	87.00	104.00	33.00	84.70	71.08	112.97	83.64	86.67	1.328 (J)	[A2M2]
16	87.00	104.00	33.00	84.70	71.08	112.97	83.64	86.67	1.328 (J)	[A2M2]
17	87.00	106.00	36.00	82.15	70.33	115.97	84.62	130.51	1.328 (J)	[A2M2]
18	87.00	106.00	36.00	82.15	70.33	115.97	84.62	130.51	1.328 (J)	[A2M2]
19	85.00	102.00	32.00	81.62	70.18	110.61	82.81	86.09	1.329 (J)	[A2M2]
20	85.00	102.00	32.00	81.62	70.18	110.61	82.81	86.09	1.329 (J)	[A2M2]
21	87.00	102.00	31.00	84.71	71.08	111.62	83.17	78.90	1.329 (J)	[A2M2]
22	87.00	102.00	31.00	84.71	71.08	111.62	83.17	78.90	1.329 (J)	[A2M2]
23	87.00	106.00	35.00	84.69	71.08	114.30	84.09	94.62	1.329 (J)	[A2M2]
24	87.00	106.00	35.00	84.69	71.08	114.30	84.09	94.62	1.329 (J)	[A2M2]
25	83.00	112.00	42.00	81.14	70.04	114.43	84.13	100.04	1.329 (J)	[A2M2]
26	83.00	112.00	42.00	81.14	70.04	114.43	84.13	100.04	1.329 (J)	[A2M2]
27	83.00	110.00	40.00	81.15	70.04	113.14	83.70	91.98	1.330 (J)	[A2M2]
28	83.00	110.00	40.00	81.15	70.04	113.14	83.70	91.98	1.330 (J)	[A2M2]
29	83.00	114.00	44.00	81.14	70.04	115.67	84.53	108.28	1.331 (J)	[A2M2]
30	83.00	114.00	44.00	81.14	70.04	115.67	84.53	108.28	1.331 (J)	[A2M2]
31	85.00	112.00	42.00	81.51	70.15	117.18	85.01	129.00	1.331 (J)	[A2M2]
32	85.00	112.00	42.00	81.51	70.15	117.18	85.01	129.00	1.331 (J)	[A2M2]
33	87.00	108.00	37.00	84.68	71.07	115.58	84.50	102.69	1.332 (J)	[A2M2]
34	87.00	108.00	37.00	84.68	71.07	115.58	84.50	102.69	1.332 (J)	[A2M2]
35	89.00	100.00	30.00	83.07	70.59	114.47	84.15	129.38	1.333 (J)	[A2M2]
36	89.00	100.00	30.00	83.07	70.59	114.47	84.15	129.38	1.333 (J)	[A2M2]
37	87.00	108.00	38.00	82.11	70.32	117.28	85.04	140.03	1.333 (J)	[A2M2]
38	87.00	108.00	38.00	82.11	70.32	117.28	85.04	140.03	1.333 (J)	[A2M2]
39	83.00	108.00	38.00	81.16	70.04	111.82	83.24	84.11	1.333 (J)	[A2M2]
40	83.00	108.00	38.00	81.16	70.04	111.82	83.24	84.11	1.333 (J)	[A2M2]
41	85.00	110.00	39.00	84.51	71.00	114.10	84.03	84.08	1.333 (J)	[A2M2]
42	85.00	110.00	39.00	84.51	71.00	114.10	84.03	84.08	1.333 (J)	[A2M2]
43	85.00	108.00	37.00	84.51	71.00	112.79	83.58	76.69	1.333 (J)	[A2M2]
44	85.00	108.00	37.00	84.51	71.00	112.79	83.58	76.69	1.333 (J)	[A2M2]
45	89.00	102.00	31.00	85.10	71.25	114.31	84.10	103.84	1.333 (J)	[A2M2]
46	89.00	102.00	31.00	85.10	71.25	114.31	84.10	103.84	1.333 (J)	[A2M2]
47	85.00	104.00	35.00	78.96	69.53	113.63	83.87	131.24	1.333 (J)	[A2M2]
48	85.00	104.00	35.00	78.96	69.53	113.63	83.87	131.24	1.333 (J)	[A2M2]
49	85.00	106.00	37.00	78.89	69.51	114.98	84.31	141.19	1.333 (J)	[A2M2]
50	85.00	106.00	37.00	78.89	69.51	114.98	84.31	141.19	1.333 (J)	[A2M2]
51	85.00	112.00	41.00	84.51	71.00	115.34	84.43	91.64	1.335 (J)	[A2M2]
52	85.00	112.00	41.00	84.51	71.00	115.34	84.43	91.64	1.335 (J)	[A2M2]
53	85.00	102.00	33.00	79.04	69.54	112.25	83.39	121.43	1.335 (J)	[A2M2]
54	85.00	102.00	33.00	79.04	69.54	112.25	83.39	121.43	1.335 (J)	[A2M2]
55	87.00	100.00	31.00	80.07	69.78	113.43	83.80	139.18	1.335 (J)	[A2M2]
56	87.00	100.00	31.00	80.07	69.78	113.43	83.80	139.18	1.335 (J)	[A2M2]
57	89.00	102.00	32.00	82.99	70.57	115.85	84.59	139.32	1.335 (J)	[A2M2]

58	89.00	102.00	32.00	82.99	70.57	115.85	84.59	139.32	1.335 (J)	[A2M2]
59	85.00	108.00	39.00	78.82	69.49	116.30	84.73	151.19	1.335 (J)	[A2M2]
60	85.00	108.00	39.00	78.82	69.49	116.30	84.73	151.19	1.335 (J)	[A2M2]
61	87.00	102.00	33.00	79.96	69.76	114.83	84.26	149.81	1.336 (J)	[A2M2]
62	87.00	102.00	33.00	79.96	69.76	114.83	84.26	149.81	1.336 (J)	[A2M2]
63	85.00	106.00	35.00	84.51	71.00	111.48	83.12	69.49	1.336 (J)	[A2M2]
64	85.00	106.00	35.00	84.51	71.00	111.48	83.12	69.49	1.336 (J)	[A2M2]
65	85.00	114.00	44.00	81.49	70.14	118.45	85.41	137.99	1.336 (J)	[A2M2]
66	85.00	114.00	44.00	81.49	70.14	118.45	85.41	137.99	1.336 (J)	[A2M2]
67	89.00	104.00	33.00	85.07	71.23	115.64	84.52	112.50	1.336 (J)	[A2M2]
68	89.00	104.00	33.00	85.07	71.23	115.64	84.52	112.50	1.336 (J)	[A2M2]
69	83.00	110.00	41.00	78.01	69.30	114.95	84.30	130.80	1.336 (J)	[A2M2]
70	83.00	110.00	41.00	78.01	69.30	114.95	84.30	130.80	1.336 (J)	[A2M2]
71	87.00	110.00	39.00	84.67	71.07	116.85	84.91	110.90	1.337 (J)	[A2M2]
72	87.00	110.00	39.00	84.67	71.07	116.85	84.91	110.90	1.337 (J)	[A2M2]
73	85.00	100.00	30.00	81.65	70.19	109.25	82.33	78.02	1.337 (J)	[A2M2]
74	85.00	100.00	30.00	81.65	70.19	109.25	82.33	78.02	1.337 (J)	[A2M2]
75	83.00	108.00	39.00	78.05	69.31	113.64	83.87	121.47	1.337 (J)	[A2M2]
76	83.00	108.00	39.00	78.05	69.31	113.64	83.87	121.47	1.337 (J)	[A2M2]
77	83.00	112.00	43.00	77.97	69.30	116.23	84.71	140.22	1.338 (J)	[A2M2]
78	83.00	112.00	43.00	77.97	69.30	116.23	84.71	140.22	1.338 (J)	[A2M2]
79	87.00	104.00	35.00	79.86	69.74	116.20	84.70	160.49	1.338 (J)	[A2M2]
80	87.00	104.00	35.00	79.86	69.74	116.20	84.70	160.49	1.338 (J)	[A2M2]
81	85.00	114.00	43.00	84.51	71.00	116.58	84.82	99.33	1.338 (J)	[A2M2]
82	85.00	114.00	43.00	84.51	71.00	116.58	84.82	99.33	1.338 (J)	[A2M2]
83	87.00	110.00	40.00	82.07	70.31	118.58	85.46	149.67	1.338 (J)	[A2M2]
84	87.00	110.00	40.00	82.07	70.31	118.58	85.46	149.67	1.338 (J)	[A2M2]
85	83.00	106.00	36.00	81.16	70.05	110.51	82.77	76.46	1.339 (J)	[A2M2]
86	83.00	106.00	36.00	81.16	70.05	110.51	82.77	76.46	1.339 (J)	[A2M2]
87	85.00	110.00	41.00	78.76	69.48	117.61	85.15	161.38	1.339 (J)	[A2M2]
88	85.00	110.00	41.00	78.76	69.48	117.61	85.15	161.38	1.339 (J)	[A2M2]
89	85.00	100.00	31.00	79.12	69.56	110.85	82.90	111.89	1.339 (J)	[A2M2]
90	85.00	100.00	31.00	79.12	69.56	110.85	82.90	111.89	1.339 (J)	[A2M2]
91	89.00	104.00	34.00	82.92	70.55	117.21	85.02	149.50	1.340 (J)	[A2M2]
92	89.00	104.00	34.00	82.92	70.55	117.21	85.02	149.50	1.340 (J)	[A2M2]
93	83.00	106.00	37.00	78.10	69.33	112.30	83.40	112.29	1.340 (J)	[A2M2]
94	83.00	106.00	37.00	78.10	69.33	112.30	83.40	112.29	1.340 (J)	[A2M2]
95	89.00	106.00	35.00	85.05	71.22	116.95	84.94	121.29	1.341 (J)	[A2M2]
96	89.00	106.00	35.00	85.05	71.22	116.95	84.94	121.29	1.341 (J)	[A2M2]
97	87.00	106.00	37.00	79.77	69.71	117.55	85.13	171.37	1.341 (J)	[A2M2]
98	87.00	106.00	37.00	79.77	69.71	117.55	85.13	171.37	1.341 (J)	[A2M2]
99	85.00	104.00	33.00	84.51	71.00	110.17	82.66	62.47	1.342 (J)	[A2M2]
100	85.00	104.00	33.00	84.51	71.00	110.17	82.66	62.47	1.342 (J)	[A2M2]
101	87.00	112.00	41.00	84.66	71.07	118.12	85.31	119.19	1.342 (J)	[A2M2]
102	87.00	112.00	41.00	84.66	71.07	118.12	85.31	119.19	1.342 (J)	[A2M2]
103	81.00	114.00	44.00	81.00	70.00	112.78	83.57	80.22	1.343 (J)	[A2M2]
104	81.00	114.00	44.00	81.00	70.00	112.78	83.57	80.22	1.343 (J)	[A2M2]
105	85.00	112.00	43.00	78.70	69.46	118.91	85.56	171.57	1.343 (J)	[A2M2]
106	85.00	112.00	43.00	78.70	69.46	118.91	85.56	171.57	1.343 (J)	[A2M2]
107	87.00	112.00	42.00	82.03	70.29	119.88	85.87	159.36	1.344 (J)	[A2M2]
108	87.00	112.00	42.00	82.03	70.29	119.88	85.87	159.36	1.344 (J)	[A2M2]
109	83.00	114.00	43.00	84.57	71.03	113.70	83.90	72.68	1.345 (J)	[A2M2]
110	83.00	114.00	43.00	84.57	71.03	113.70	83.90	72.68	1.345 (J)	[A2M2]
111	83.00	104.00	35.00	78.15	69.34	110.95	82.93	103.37	1.345 (J)	[A2M2]
112	83.00	104.00	35.00	78.15	69.34	110.95	82.93	103.37	1.345 (J)	[A2M2]
113	89.00	106.00	36.00	82.85	70.53	118.56	85.45	159.77	1.345 (J)	[A2M2]
114	89.00	106.00	36.00	82.85	70.53	118.56	85.45	159.77	1.345 (J)	[A2M2]
115	81.00	112.00	43.00	77.36	69.15	113.48	83.82	110.18	1.346 (J)	[A2M2]
116	81.00	112.00	43.00	77.36	69.15	113.48	83.82	110.18	1.346 (J)	[A2M2]
117	87.00	108.00	39.00	79.68	69.69	118.89	85.55	182.14	1.346 (J)	[A2M2]
118	87.00	108.00	39.00	79.68	69.69	118.89	85.55	182.14	1.346 (J)	[A2M2]
119	89.00	100.00	31.00	81.09	70.03	115.91	84.61	167.71	1.347 (J)	[A2M2]
120	89.00	100.00	31.00	81.09	70.03	115.91	84.61	167.71	1.347 (J)	[A2M2]
121	89.00	108.00	37.00	85.02	71.21	118.26	85.35	130.19	1.347 (J)	[A2M2]
122	89.00	108.00	37.00	85.02	71.21	118.26	85.35	130.19	1.347 (J)	[A2M2]
123	83.00	112.00	41.00	84.57	71.03	112.42	83.45	65.79	1.348 (J)	[A2M2]
124	83.00	112.00	41.00	84.57	71.03	112.42	83.45	65.79	1.348 (J)	[A2M2]
125	81.00	112.00	42.00	81.00	70.00	111.50	83.12	72.87	1.348 (J)	[A2M2]
126	81.00	112.00	42.00	81.00	70.00	111.50	83.12	72.87	1.348 (J)	[A2M2]
127	87.00	114.00	43.00	84.66	71.06	119.38	85.71	127.72	1.349 (J)	[A2M2]
128	87.00	114.00	43.00	84.66	71.06	119.38	85.71	127.72	1.349 (J)	[A2M2]
129	83.00	104.00	34.00	81.17	70.05	109.18	82.31	68.98	1.349 (J)	[A2M2]
130	83.00	104.00	34.00	81.17	70.05	109.18	82.31	68.98	1.349 (J)	[A2M2]
131	89.00	102.00	33.00	80.97	69.99	117.32	85.05	179.34	1.350 (J)	[A2M2]
132	89.00	102.00	33.00	80.97	69.99	117.32	85.05	179.34	1.350 (J)	[A2M2]
133	89.00	102.00	30.00	87.10	72.06	112.63	83.52	72.56	1.350 (J)	[A2M2]
134	89.00	102.00	30.00	87.10	72.06	112.63	83.52	72.56	1.350 (J)	[A2M2]
135	81.00	110.00	41.00	77.39	69.16	112.16	83.35	101.57	1.350 (J)	[A2M2]
136	81.00	110.00	41.00	77.39	69.16	112.16	83.35	101.57	1.350 (J)	[A2M2]
137	87.00	114.00	44.00	82.00	70.29	121.13	86.23	169.19	1.350 (J)	[A2M2]
138	87.00	114.00	44.00	82.00	70.29	121.13	86.23	169.19	1.350 (J)	[A2M2]
139	89.00	104.00	32.00	87.09	72.06	113.97	83.99	79.81	1.351 (J)	[A2M2]
140	89.00	104.00	32.00	87.09	72.06	113.97	83.99	79.81	1.351 (J)	[A2M2]
141	89.00	108.00	38.00	82.79	70.51	119.89	85.87	170.07	1.351 (J)	[A2M2]
142	89.00	108.00	38.00	82.79	70.51	119.89	85.87	170.07	1.351 (J)	[A2M2]
143	87.00	110.00	41.00	79.60	69.67	120.22	85.98	193.26	1.351 (J)	[A2M2]
144	87.00	110.00	41.00	79.60	69.67	120.22	85.98	193.26	1.351 (J)	[A2M2]
145	89.00	106.00	34.00	87.08	72.05	115.26	84.40	87.24	1.353 (J)	[A2M2]

146	89.00	106.00	34.00	87.08	72.05	115.26	84.40	87.24	1.353 (J)	[A2M2]
147	85.00	104.00	36.00	76.64	68.98	115.18	84.37	173.11	1.353 (J)	[A2M2]
148	85.00	104.00	36.00	76.64	68.98	115.18	84.37	173.11	1.353 (J)	[A2M2]
149	91.00	102.00	31.00	85.64	71.47	116.86	84.91	130.05	1.353 (J)	[A2M2]
150	91.00	102.00	31.00	85.64	71.47	116.86	84.91	130.05	1.353 (J)	[A2M2]
151	83.00	110.00	39.00	84.58	71.03	111.14	83.00	59.12	1.353 (J)	[A2M2]
152	83.00	110.00	39.00	84.58	71.03	111.14	83.00	59.12	1.353 (J)	[A2M2]
153	89.00	110.00	39.00	85.00	71.21	119.55	85.76	139.21	1.354 (J)	[A2M2]
154	89.00	110.00	39.00	85.00	71.21	119.55	85.76	139.21	1.354 (J)	[A2M2]
155	83.00	102.00	33.00	78.21	69.35	109.59	82.45	94.57	1.354 (J)	[A2M2]
156	83.00	102.00	33.00	78.21	69.35	109.59	82.45	94.57	1.354 (J)	[A2M2]
157	85.00	102.00	31.00	84.51	71.00	108.85	82.19	55.71	1.354 (J)	[A2M2]
158	85.00	102.00	31.00	84.51	71.00	108.85	82.19	55.71	1.354 (J)	[A2M2]
159	83.00	108.00	40.00	75.59	68.69	115.31	84.41	164.05	1.354 (J)	[A2M2]
160	83.00	108.00	40.00	75.59	68.69	115.31	84.41	164.05	1.354 (J)	[A2M2]
161	85.00	106.00	38.00	76.54	68.95	116.54	84.81	184.41	1.354 (J)	[

234	85.00	112.00	44.00	76.26	68.88	120.55	86.07	219.33	1.363 (J)	[A2M2]
235	83.00	108.00	37.00	84.58	71.03	109.85	82.54	52.63	1.364 (J)	[A2M2]
236	83.00	108.00	37.00	84.58	71.03	109.85	82.54	52.63	1.364 (J)	[A2M2]
237	87.00	114.00	42.00	86.95	72.00	117.48	85.11	91.20	1.364 (J)	[A2M2]
238	87.00	114.00	42.00	86.95	72.00	117.48	85.11	91.20	1.364 (J)	[A2M2]
239	91.00	104.00	34.00	83.74	70.78	119.73	85.82	178.94	1.364 (J)	[A2M2]
240	91.00	104.00	34.00	83.74	70.78	119.73	85.82	178.94	1.364 (J)	[A2M2]
241	89.00	108.00	39.00	80.62	69.91	121.41	86.31	214.49	1.364 (J)	[A2M2]
242	89.00	108.00	39.00	80.62	69.91	121.41	86.31	214.49	1.364 (J)	[A2M2]
243	89.00	112.00	42.00	82.68	70.48	122.45	86.60	190.96	1.365 (J)	[A2M2]
244	89.00	112.00	42.00	82.68	70.48	122.45	86.60	190.96	1.365 (J)	[A2M2]
245	83.00	102.00	34.00	75.84	68.76	111.21	83.02	132.68	1.365 (J)	[A2M2]
246	83.00	102.00	34.00	75.84	68.76	111.21	83.02	132.68	1.365 (J)	[A2M2]
247	91.00	106.00	35.00	85.55	71.43	119.56	85.76	149.22	1.365 (J)	[A2M2]
248	91.00	106.00	35.00	85.55	71.43	119.56	85.76	149.22	1.365 (J)	[A2M2]
249	83.00	102.00	32.00	81.18	70.05	107.75	81.72	61.71	1.365 (J)	[A2M2]
250	83.00	102.00	32.00	81.18	70.05	107.75	81.72	61.71	1.365 (J)	[A2M2]
251	81.00	108.00	40.00	74.83	68.48	112.64	83.52	133.30	1.365 (J)	[A2M2]
252	81.00	108.00	40.00	74.83	68.48	112.64	83.52	133.30	1.365 (J)	[A2M2]
253	87.00	108.00	40.00	77.41	69.17	120.43	86.04	229.06	1.367 (J)	[A2M2]
254	87.00	108.00	40.00	77.41	69.17	120.43	86.04	229.06	1.367 (J)	[A2M2]
255	89.00	98.00	30.00	79.31	69.61	115.83	84.58	197.17	1.368 (J)	[A2M2]
256	89.00	98.00	30.00	79.31	69.61	115.83	84.58	197.17	1.368 (J)	[A2M2]
257	89.00	114.00	43.00	84.96	71.19	122.04	86.48	157.62	1.368 (J)	[A2M2]
258	89.00	114.00	43.00	84.96	71.19	122.04	86.48	157.62	1.368 (J)	[A2M2]
259	83.00	100.00	31.00	78.26	69.36	108.20	81.95	86.02	1.369 (J)	[A2M2]
260	83.00	100.00	31.00	78.26	69.36	108.20	81.95	86.02	1.369 (J)	[A2M2]
261	91.00	106.00	34.00	87.41	72.19	117.93	85.25	112.59	1.369 (J)	[A2M2]
262	91.00	106.00	34.00	87.41	72.19	117.93	85.25	112.59	1.369 (J)	[A2M2]
263	89.00	100.00	32.00	79.12	69.56	117.29	85.04	210.37	1.369 (J)	[A2M2]
264	89.00	100.00	32.00	79.12	69.56	117.29	85.04	210.37	1.369 (J)	[A2M2]
265	81.00	106.00	37.00	77.44	69.17	109.52	82.43	85.01	1.369 (J)	[A2M2]
266	81.00	106.00	37.00	77.44	69.17	109.52	82.43	85.01	1.369 (J)	[A2M2]
267	89.00	112.00	40.00	87.06	72.05	119.05	85.60	110.24	1.369 (J)	[A2M2]
268	89.00	112.00	40.00	87.06	72.05	119.05	85.60	110.24	1.369 (J)	[A2M2]
269	87.00	116.00	44.00	86.95	72.00	118.71	85.49	98.52	1.370 (J)	[A2M2]
270	87.00	116.00	44.00	86.95	72.00	118.71	85.49	98.52	1.370 (J)	[A2M2]
271	85.00	114.00	42.00	87.08	72.05	114.58	84.18	66.01	1.370 (J)	[A2M2]
272	85.00	114.00	42.00	87.08	72.05	114.58	84.18	66.01	1.370 (J)	[A2M2]
273	91.00	100.00	31.00	82.08	70.31	118.33	85.38	197.22	1.370 (J)	[A2M2]
274	91.00	100.00	31.00	82.08	70.31	118.33	85.38	197.22	1.370 (J)	[A2M2]
275	91.00	106.00	36.00	83.65	70.76	121.08	86.22	190.08	1.370 (J)	[A2M2]
276	91.00	106.00	36.00	83.65	70.76	121.08	86.22	190.08	1.370 (J)	[A2M2]
277	85.00	116.00	44.00	87.07	72.05	115.79	84.57	72.55	1.370 (J)	[A2M2]
278	85.00	116.00	44.00	87.07	72.05	115.79	84.57	72.55	1.370 (J)	[A2M2]
279	87.00	102.00	30.00	86.95	72.00	109.83	82.54	50.58	1.370 (J)	[A2M2]
280	87.00	102.00	30.00	86.95	72.00	109.83	82.54	50.58	1.370 (J)	[A2M2]
281	89.00	110.00	41.00	80.52	69.89	122.72	86.67	226.24	1.371 (J)	[A2M2]
282	89.00	110.00	41.00	80.52	69.89	122.72	86.67	226.24	1.371 (J)	[A2M2]
283	91.00	108.00	37.00	85.51	71.41	120.86	86.16	159.07	1.371 (J)	[A2M2]
284	91.00	108.00	37.00	85.51	71.41	120.86	86.16	159.07	1.371 (J)	[A2M2]
285	87.00	110.00	42.00	77.29	69.14	121.74	86.40	241.61	1.372 (J)	[A2M2]
286	87.00	110.00	42.00	77.29	69.14	121.74	86.40	241.61	1.372 (J)	[A2M2]
287	89.00	102.00	34.00	78.94	69.52	118.73	85.50	223.33	1.372 (J)	[A2M2]
288	89.00	102.00	34.00	78.94	69.52	118.73	85.50	223.33	1.372 (J)	[A2M2]
289	85.00	112.00	40.00	87.08	72.05	113.34	83.77	59.62	1.372 (J)	[A2M2]
290	85.00	112.00	40.00	87.08	72.05	113.34	83.77	59.62	1.372 (J)	[A2M2]
.....										
6470	93.00	110.00	33.00	97.88	77.36	112.75	83.56	11.73	2.358 (J)	[PC]
6471	103.00	110.00	30.00	104.47	80.04	121.40	86.31	22.35	2.358 (J)	[PC]
6472	103.00	110.00	30.00	104.47	80.04	121.40	86.31	22.35	2.358 (J)	[PC]
6473	77.00	90.00	44.00	43.42	61.56	120.83	86.15	884.71	2.363 (J)	[PC]
6474	77.00	90.00	44.00	43.42	61.56	120.83	86.15	884.71	2.363 (J)	[PC]
6475	75.00	90.00	41.00	45.18	61.86	115.63	84.52	796.00	2.363 (J)	[PC]
6476	75.00	90.00	41.00	45.18	61.86	115.63	84.52	796.00	2.363 (J)	[PC]
6477	87.00	114.00	39.00	94.02	75.64	110.24	82.68	12.15	2.373 (J)	[PC]
6478	87.00	114.00	39.00	94.02	75.64	110.24	82.68	12.15	2.373 (J)	[PC]
6479	95.00	114.00	36.00	100.30	78.39	115.68	84.53	13.04	2.378 (J)	[PC]
6480	95.00	114.00	36.00	100.30	78.39	115.68	84.53	13.04	2.378 (J)	[PC]
6481	85.00	112.00	38.00	92.06	74.66	108.34	82.02	12.39	2.380 (J)	[PC]
6482	85.00	112.00	38.00	92.06	74.66	108.34	82.02	12.39	2.380 (J)	[PC]
6483	75.00	90.00	42.00	44.00	61.66	116.68	84.85	824.49	2.385 (J)	[PC]
6484	75.00	90.00	42.00	44.00	61.66	116.68	84.85	824.49	2.385 (J)	[PC]
6485	107.00	112.00	30.00	108.39	82.03	123.35	86.85	12.58	2.389 (J)	[A2M2]
6486	107.00	112.00	30.00	108.39	82.03	123.35	86.85	12.58	2.389 (J)	[A2M2]
6487	75.00	98.00	30.00	73.28	68.05	95.90	76.48	25.93	2.390 (J)	[PC]
6488	75.00	98.00	30.00	73.28	68.05	95.90	76.48	25.93	2.390 (J)	[PC]
6489	97.00	122.00	43.00	102.88	79.40	120.67	86.10	18.79	2.404 (J)	[PC]
6490	97.00	122.00	43.00	102.88	79.40	120.67	86.10	18.79	2.404 (J)	[PC]
6491	91.00	120.00	43.00	98.56	77.67	114.99	84.31	13.02	2.404 (J)	[PC]
6492	91.00	120.00	43.00	98.56	77.67	114.99	84.31	13.02	2.404 (J)	[PC]
6493	75.00	90.00	43.00	42.83	61.46	117.73	85.18	851.53	2.404 (J)	[PC]
6494	75.00	90.00	43.00	42.83	61.46	117.73	85.18	851.53	2.404 (J)	[PC]
6495	75.00	90.00	44.00	41.68	61.27	118.77	85.51	879.56	2.415 (J)	[PC]
6496	75.00	90.00	44.00	41.68	61.27	118.77	85.51	879.56	2.415 (J)	[PC]
6497	89.00	116.00	40.00	96.36	76.68	112.07	83.32	11.42	2.417 (J)	[PC]
6498	89.00	116.00	40.00	96.36	76.68	112.07	83.32	11.42	2.417 (J)	[PC]

6499	101.00	124.00	44.00	104.70	80.16	125.48	87.44	28.93	2.426 (J)	[PC]
6500	101.00	124.00	44.00	104.70	80.16	125.48	87.44	28.93	2.426 (J)	[PC]
6501	75.00	104.00	35.00	76.93	69.05	97.51	77.20	14.60	2.429 (J)	[PC]
6502	75.00	104.00	35.00	76.93	69.05	97.51	77.20	14.60	2.429 (J)	[PC]
6503	101.00	122.00	42.00	104.72	80.17	124.44	87.15	26.04	2.434 (J)	[PC]
6504	101.00	122.00	42.00	104.72	80.17	124.44	87.15	26.04	2.434 (J)	[PC]
6505	97.00	120.00	41.00	102.96	79.44	119.56	85.77	16.11	2.439 (J)	[PC]
6506	97.00	120.00	41.00	102.96	79.44	119.56	85.77	16.11	2.439 (J)	[PC]
6507	101.00	120.00	40.00	104.74	80.18	123.40	86.86	23.25	2.445 (J)	[PC]
6508	101.00	120.00	40.00	104.74	80.18	123.40	86.86	23.25	2.445 (J)	[PC]
6509	95.00	112.00	34.00	100.40	78.43	114.53	84.17	10.46	2.461 (J)	[PC]
6510	95.00	112.00	34.00	100.40	78.43	114.53	84.17	10.46	2.461 (J)	[PC]
6511	101.00	118.00	38.00	104.76	80.19	122.36	86.57	20.57	2.462 (J)	[PC]
6512	101.00	118.00	38.00	104.76	80.19	122.36	86.57	20.57	2.462 (J)	[PC]
6513	105.00	124.00	42.00	108.79	82.17	125.85	87.54	13.79	2.469 (J)	[A2M2]
6514	105.00	124.00	42.00	108.79	82.17	125.85	87.54	13.79	2.469 (J)	[A2M2]
6515	97.00	118.00	39.00	103.06	79.47	118.40	85.40	13.58	2.483 (J)	[PC]
6516	97.00	118.00	39.00	103.06	79.47	118.40	85.40	13.		

6587	109.00	118.00	35.00	111.38	83.08	126.61	87.75	11.42	3.275 (J)	[PC]
6588	109.00	118.00	35.00	111.38	83.08	126.61	87.75	11.42	3.275 (J)	[PC]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _{di}	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _{di}	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sfuerzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sfuerzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	19	
Coordinate del centro	X[m]= 87.00	Y[m]= 102.00
Raggio del cerchio	R[m]= 32.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 82.24	Y _v [m]= 70.36
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 113.29	Y _m [m]= 83.75
Coefficiente di sicurezza	C _s = 1.324	

Geometria e caratteristiche strisce

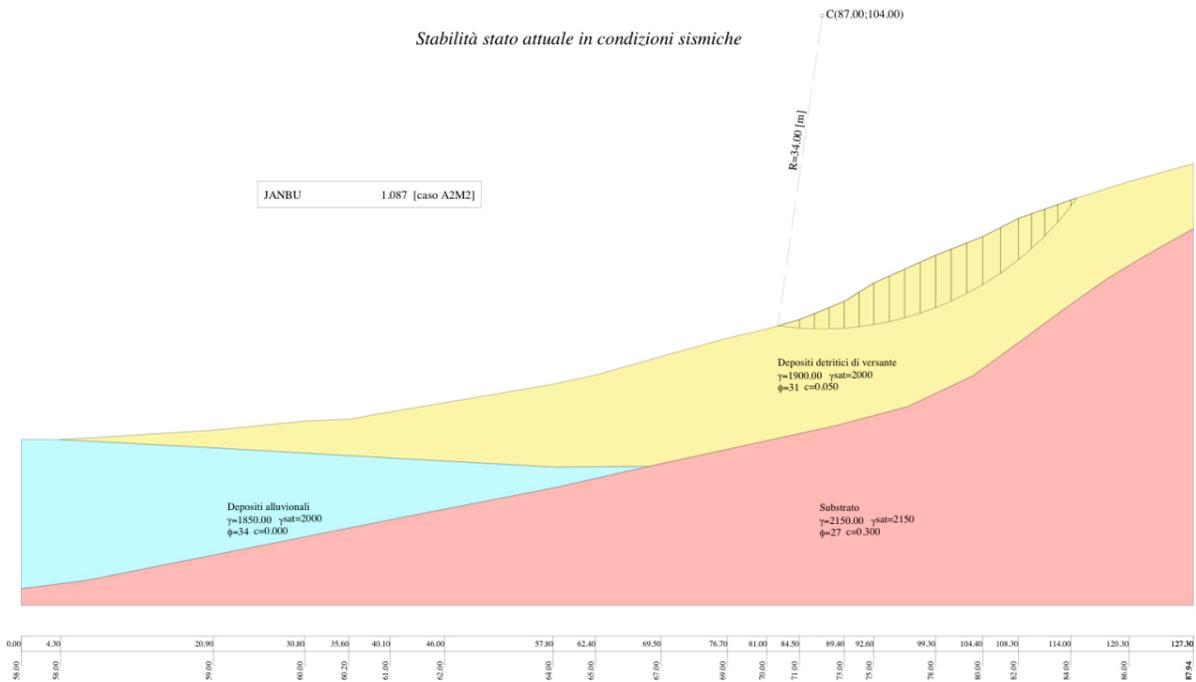
N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _{di}	Y _{di}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	82.24	70.36	70.36	84.50	71.00	70.10	83.75	70.48	2.27	-6.51	25.67	0.04
2	84.50	71.00	70.10	86.13	71.67	70.01	85.40	70.71	1.64	-3.02	25.67	0.04
3	86.13	71.67	70.01	87.77	72.33	70.01	87.00	71.01	1.63	-0.09	25.67	0.04
4	87.77	72.33	70.01	89.40	73.00	70.09	88.61	71.37	1.64	2.84	25.67	0.04
5	89.40	73.00	70.09	91.00	74.00	70.25	90.23	71.85	1.61	5.74	25.67	0.04
6	91.00	74.00	70.25	92.60	75.00	70.49	91.82	72.45	1.62	8.63	25.67	0.04
7	92.60	75.00	70.49	94.27	75.75	70.84	93.45	73.02	1.71	11.61	25.67	0.04
8	94.27	75.75	70.84	95.95	76.50	71.28	95.12	73.59	1.73	14.69	25.67	0.04
9	95.95	76.50	71.28	97.63	77.25	71.82	96.79	74.21	1.76	17.82	25.67	0.04
10	97.63	77.25	71.82	99.30	78.00	72.46	98.47	74.88	1.79	21.00	25.67	0.04
11	99.30	78.00	72.46	101.00	78.67	73.23	100.15	75.59	1.86	24.27	25.67	0.04
12	101.00	78.67	73.23	102.70	79.33	74.12	101.84	76.33	1.92	27.66	25.67	0.04
13	102.70	79.33	74.12	104.40	80.00	75.14	103.54	77.14	1.99	31.16	25.67	0.04
14	104.40	80.00	75.14	105.70	80.67	76.03	105.04	77.96	1.57	34.35	25.67	0.04
15	105.70	80.67	76.03	107.00	81.33	77.02	106.34	78.76	1.63	37.22	25.67	0.04
16	107.00	81.33	77.02	108.30	82.00	78.12	107.64	79.61	1.70	40.21	25.67	0.04
17	108.30	82.00	78.12	109.96	82.58	79.71	109.09	80.58	2.30	43.79	25.67	0.04
18	109.96	82.58	79.71	111.62	83.17	81.56	110.71	81.70	2.49	48.08	25.67	0.04
19	111.62	83.17	81.56	113.29	83.75	83.75	112.18	82.83	2.75	52.77	25.67	0.04

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	1934	0	2112	1453	0	0	1683	0	0
2	3968	0	4077	1975	0	1683	3870	0	0
3	6174	0	6178	2737	0	3870	6617	0	0
4	8121	0	7964	3386	0	6617	9604	0	0
5	10122	0	9767	4033	0	9604	12640	0	0
6	12548	0	11958	4831	0	12640	15622	0	0
7	14987	0	14139	5651	0	15622	18312	0	0
8	16127	0	15098	6006	0	18312	20292	0	0
9	16959	0	15798	6268	0	20292	21426	0	0

10	17466	0	16237	6438	0	21426	21619	0	0
11	17738	0	16502	6556	0	21619	20811	0	0
12	17214	0	16072	6416	0	20811	19031	0	0
13	16268	0	15291	6153	0	19031	16385	0	0
14	11720	0	11113	4511	0	16385	13839	0	0
15	11050	0	10583	4336	0	13839	10890	0	0
16	10120	0	9806	4075	0	10890	7672	0	0
17	10659	0	10459	4493	0	7672	3678	0	0
18	7064	0	6932	3269	0	3678	704	0	0
19	2531	0	2092	1590	0	704	0	0	0

VERIFICA DI STABILITA' condizioni sismiche



Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.00**.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adatterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sfuerzo normale alla base della striscia
T	sfuerzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i]}{\sum [W_i \tan \alpha_i]}$$

dove il termine N_i è espresso da

$$N_i = [W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F] / m$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Janbu semplificato** contiene al secondo membro il termine m che è funzione di F . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.

Normative di riferimento

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'
1	Depositi detritici di versante	1900	2000	31.00	0.050
2	Depositi alluvionali	1850	2000	34.00	0.000
3	Substrato	2150	2150	27.00	0.300

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	58.00
2	4.30	58.00
3	20.90	59.00
4	30.80	60.00
5	35.60	60.20
6	40.10	61.00
7	46.00	62.00
8	57.80	64.00
9	62.40	65.00
10	69.50	67.00
11	76.70	69.00
12	81.00	70.00
13	84.50	71.00
14	89.40	73.00
15	92.60	75.00
16	99.30	78.00

17	104.40	80.00
18	108.30	82.00
19	114.00	84.00
20	120.30	86.00
21	127.30	87.94

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (Substrato)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	0.00	41.80
2	0.00	40.00
3	127.30	40.00
4	127.30	80.89
5	121.80	77.80
6	118.00	75.50
7	113.60	72.40
8	108.70	68.80
9	103.30	64.90
10	96.30	61.60
11	88.40	59.50
12	68.20	55.10
13	58.10	52.80
14	41.70	49.60
15	7.10	42.70

Strato impermeabile

Strato rigido

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Depositi alluvionali)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	4.30	58.00
2	0.00	58.00
3	0.00	41.80
4	7.10	42.70
5	41.70	49.60
6	58.10	52.80
7	68.20	55.10
8	58.00	55.00
9	40.00	56.00
10	20.90	57.10

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (Depositi detritici di versante)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	68.20	55.10
2	88.40	59.50
3	96.30	61.60
4	103.30	64.90
5	108.70	68.80
6	113.60	72.40
7	118.00	75.50
8	121.80	77.80
9	127.30	80.89
10	127.30	87.94
11	120.30	86.00
12	114.00	84.00
13	108.30	82.00
14	104.40	80.00
15	99.30	78.00
16	92.60	75.00
17	89.40	73.00
18	84.50	71.00
19	81.00	70.00
20	76.70	69.00
21	69.50	67.00
22	62.40	65.00

23	57.80	64.00
24	46.00	62.00
25	40.10	61.00
26	35.60	60.20
27	30.80	60.00
28	20.90	59.00
29	4.30	58.00
30	20.90	57.10
31	40.00	56.00
32	58.00	55.00

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	γ_{tan}	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	γ_{tan}	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	2.160 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.19
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.10
Coefficiente riduzione (β_s)	0.28
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S) = 8.05$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.02$

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]
Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]: $X_0 = 75.00$ $Y_0 = 90.00$
 Passo maglia [m]: $dX = 2.00$ $dY = 2.00$
 Numero passi : $N_x = 20$ $N_y = 18$
 Raggio [m]: $R = 30.00$

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1.00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 15

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- volume inferiore a 10.00 mc

Numero di superfici analizzate 6588
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.087
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	6588	1.087	1	2.576	6588

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	87.00	104.00	34.00	82.19	70.34	114.64	84.20	121.24	1.087 (J)	[A2M2]
2	85.00	108.00	38.00	81.55	70.16	114.62	84.20	111.31	1.087 (J)	[A2M2]
3	85.00	110.00	40.00	81.53	70.15	115.90	84.60	120.07	1.087 (J)	[A2M2]
4	87.00	102.00	32.00	82.24	70.36	113.29	83.75	111.98	1.087 (J)	[A2M2]
5	87.00	106.00	36.00	82.15	70.33	115.97	84.62	130.51	1.088 (J)	[A2M2]
6	85.00	106.00	36.00	81.57	70.16	113.31	83.76	102.69	1.088 (J)	[A2M2]
7	85.00	112.00	42.00	81.51	70.15	117.18	85.01	129.00	1.089 (J)	[A2M2]
8	87.00	108.00	38.00	82.11	70.32	117.28	85.04	140.03	1.089 (J)	[A2M2]
9	87.00	100.00	30.00	82.30	70.37	111.90	83.26	102.91	1.089 (J)	[A2M2]
10	85.00	104.00	34.00	81.60	70.17	111.96	83.28	94.25	1.090 (J)	[A2M2]
11	85.00	108.00	38.00	81.55	70.16	114.62	84.20	111.31	1.091 (J)	[A2M2]
12	85.00	114.00	44.00	81.49	70.14	118.45	85.41	137.99	1.091 (J)	[A2M2]
13	85.00	106.00	36.00	81.57	70.16	113.31	83.76	102.69	1.091 (J)	[A2M2]
14	83.00	114.00	44.00	81.14	70.04	115.67	84.53	108.28	1.091 (J)	[A2M2]
15	87.00	104.00	34.00	82.19	70.34	114.64	84.20	121.24	1.091 (J)	[A2M2]
16	85.00	110.00	40.00	81.53	70.15	115.90	84.60	120.07	1.091 (J)	[A2M2]
17	87.00	106.00	35.00	84.69	71.08	114.30	84.09	94.62	1.091 (J)	[A2M2]
18	87.00	102.00	32.00	82.24	70.36	113.29	83.75	111.98	1.092 (J)	[A2M2]
19	85.00	106.00	37.00	78.89	69.51	114.98	84.31	141.19	1.092 (J)	[A2M2]
20	85.00	108.00	39.00	78.82	69.49	116.30	84.73	151.19	1.092 (J)	[A2M2]
21	83.00	112.00	42.00	81.14	70.04	114.43	84.13	100.04	1.092 (J)	[A2M2]
22	87.00	110.00	40.00	82.07	70.31	118.58	85.46	149.67	1.092 (J)	[A2M2]
23	87.00	108.00	37.00	84.68	71.07	115.58	84.50	102.69	1.092 (J)	[A2M2]
24	87.00	104.00	33.00	84.70	71.08	112.97	83.64	86.67	1.092 (J)	[A2M2]
25	89.00	100.00	30.00	83.07	70.59	114.47	84.15	129.38	1.093 (J)	[A2M2]
26	87.00	106.00	36.00	82.15	70.33	115.97	84.62	130.51	1.093 (J)	[A2M2]
27	85.00	104.00	34.00	81.60	70.17	111.96	83.28	94.25	1.093 (J)	[A2M2]
28	85.00	110.00	41.00	78.76	69.48	117.61	85.15	161.38	1.093 (J)	[A2M2]
29	85.00	104.00	35.00	78.96	69.53	113.63	83.87	131.24	1.093 (J)	[A2M2]
30	87.00	100.00	30.00	82.30	70.37	111.90	83.26	102.91	1.093 (J)	[A2M2]
31	89.00	102.00	32.00	82.99	70.57	115.85	84.59	139.32	1.093 (J)	[A2M2]
32	85.00	112.00	42.00	81.51	70.15	117.18	85.01	129.00	1.093 (J)	[A2M2]
33	87.00	102.00	33.00	79.96	69.76	114.83	84.26	149.81	1.094 (J)	[A2M2]
34	87.00	110.00	39.00	84.67	71.07	116.85	84.91	110.90	1.094 (J)	[A2M2]
35	89.00	102.00	31.00	85.10	71.25	114.31	84.10	103.84	1.094 (J)	[A2M2]
36	87.00	104.00	35.00	79.86	69.74	116.20	84.70	160.49	1.094 (J)	[A2M2]

37	83.00	112.00	43.00	77.97	69.30	116.23	84.71	140.22	1.094 (J)	[A2M2]
38	83.00	110.00	40.00	81.15	70.04	113.14	83.70	91.98	1.094 (J)	[A2M2]
39	83.00	114.00	44.00	81.14	70.04	115.67	84.53	108.28	1.094 (J)	[A2M2]
40	83.00	110.00	41.00	78.01	69.30	114.95	84.30	130.80	1.094 (J)	[A2M2]
41	83.00	112.00	42.00	81.14	70.04	114.43	84.13	100.04	1.094 (J)	[A2M2]
42	87.00	106.00	35.00	84.69	71.08	114.30	84.09	94.62	1.095 (J)	[A2M2]
43	89.00	104.00	33.00	85.07	71.23	115.64	84.52	112.50	1.095 (J)	[A2M2]
44	89.00	104.00	34.00	82.92	70.55	117.21	85.02	149.50	1.095 (J)	[A2M2]
45	87.00	104.00	33.00	84.70	71.08	112.97	83.64	86.67	1.095 (J)	[A2M2]
46	85.00	102.00	32.00	81.62	70.18	110.61	82.81	86.09	1.095 (J)	[A2M2]
47	87.00	102.00	31.00	84.71	71.08	111.62	83.17	78.90	1.095 (J)	[A2M2]
48	85.00	112.00	43.00	78.70	69.46	118.91	85.56	171.57	1.095 (J)	[A2M2]
49	87.00	108.00	38.00	82.11	70.32	117.28	85.04	140.03	1.095 (J)	[A2M2]
50	87.00	106.00	37.00	79.77	69.71	117.55	85.13	171.37	1.095 (J)	[A2M2]
51	87.00	100.00	31.00	80.07	69.78	113.43	83.80	139.18	1.095 (J)	[A2M2]
52	87.00	112.00	42.00	82.03	70.29	119.88	85.87	159.36	1.095 (J)	[A2M2]
53	85.00	112.00	41.00	84.51	71.00	115.34	84.43	91.64	1.095 (J)	[A2M2]
54	87.00	108.00	37.00	84.68	71.07	115.58	84.50	102.69	1.096 (J)	[A2M2]
55	85.00	102.00	33.00	79.04	69.54	112.25	83.39	121.43	1.096 (J)	[A2M2]
56	85.00	110.00	39.00	84.51	71.00	114.10	84.03	84.08	1.096 (J)	[A2M2]
57	83.00	110.00	40.00	81.15	70.04	113.14	83.70	91.98	1.096 (J)	[A2M2]
58	85.00	114.00	44.00	81.49	70.14	118.45	85.41	137.99	1.096 (J)	[A2M2]
59	85.00	114.00	43.00	84.51	71.00	116.58	84.82	99.33	1.096 (J)	[A2M2]
60	83.00	108.00	39.00	78.05	69.31	113.64	83.87	121.47	1.096 (J)	[A2M2]
61	87.00	112.00	41.00	84.66	71.07	118.12	85.31	119.19	1.097 (J)	[A2M2]
62	87.00	102.00	31.00	84.71	71.08	111.62	83.17	78.90	1.097 (J)	[A2M2]
63	89.00	106.00	35.00	85.05	71.22	116.95	84.94	121.29	1.097 (J)	[A2M2]
64	85.00	102.00	32.00	81.62	70.18	110.61	82.81	86.09	1.097 (J)	[A2M2]
65	85.00	106.00	37.00	78.89	69.51	114.98	84.31	141.19	1.097 (J)	[A2M2]
66	87.00	108.00	39.00	79.68	69.69	118.89	85.55	182.14	1.097 (J)	[A2M2]
67	89.00	106.00	36.00	82.85	70.53	118.56	85.45	159.77	1.097 (J)	[A2M2]
68	85.00	108.00	39.00	78.82	69.49	116.30	84.73	151.19	1.098 (J)	[A2M2]
69	85.00	110.00	39.00	84.51	71.00	114.10	84.03	84.08	1.098 (J)	[A2M2]
70	85.00	112.00	41.00	84.51	71.00	115.34	84.43	91.64	1.098 (J)	[A2M2]
71	85.00	108.00	37.00	84.51	71.00	112.79	83.58	76.69	1.098 (J)	[A2M2]
72	85.00	104.00	35.00	78.96	69.53	113.63	83.87	131.24	1.098 (J)	[A2M2]
73	83.00	108.00	38.00	81.16	70.04	111.82	83.24	84.11	1.098 (J)	[A2M2]
74	87.00	110.00	40.00	82.07	70.31	118.58	85.46	149.67	1.098 (J)	[A2M2]
75	87.00	110.00	39.00	84.67	71.07	116.85	84.91	110.90	1.098 (J)	[A2M2]
76	89.00	102.00	31.00	85.10	71.25	114.31	84.10	103.84	1.098 (J)	[A2M2]
77	89.00	100.00	30.00	83.07	70.59	114.47	84.15	129.38	1.098 (J)	[A2M2]
78	87.00	114.00	44.00	82.00	70.29	121.13	86.23	169.19	1.099 (J)	[A2M2]
79	83.00	112.00	43.00	77.97	69.30	116.23	84.71	140.22	1.099 (J)	[A2M2]
80	83.00	110.00	41.00	78.01	69.30	114.95	84.30	130.80	1.099 (J)	[A2M2]
81	85.00	108.00	37.00	84.51	71.00	112.79	83.58	76.69	1.099 (J)	[A2M2]
82	83.00	108.00	38.00	81.16	70.04	111.82	83.24	84.11	1.099 (J)	[A2M2]
83	85.00	110.00	41.00	78.76	69.48	117.61	85.15	161.38	1.099 (J)	[A2M2]
84	89.00	102.00	32.00	82.99	70.57	115.85	84.59	139.32	1.099 (J)	[A2M2]
85	85.00	114.00	43.00	84.51	71.00	116.58	84.82	99.33	1.099 (J)	[A2M2]
86	89.00	104.00	33.00	85.07	71.23	115.64	84.52	112.50	1.099 (J)	[A2M2]
87	89.00	108.00	37.00	85.02	71.21	118.26	85.35	130.19	1.100 (J)	[A2M2]
88	87.00	102.00	33.00	79.96	69.76	114.83	84.26	149.81	1.100 (J)	[A2M2]
89	87.00	114.00	43.00	84.66	71.06	119.38	85.71	127.72	1.100 (J)	[A2M2]
90	87.00	110.00	41.00	79.60	69.67	120.22	85.98	193.26	1.100 (J)	[A2M2]
91	83.00	106.00	37.00	78.10	69.33	112.30	83.40	112.29	1.100 (J)	[A2M2]

140	83.00	114.00	43.00	84.57	71.03	113.70	83.90	72.68	1.107 (J)	[A2M2]
141	83.00	114.00	43.00	84.57	71.03	113.70	83.90	72.68	1.107 (J)	[A2M2]
142	85.00	112.00	44.00	76.26	68.88	120.55	86.07	219.33	1.108 (J)	[A2M2]
143	89.00	108.00	38.00	82.79	70.51	119.89	85.87	170.07	1.108 (J)	[A2M2]
144	85.00	102.00	34.00	76.76	69.01	113.80	83.93	161.78	1.108 (J)	[A2M2]
145	89.00	112.00	42.00	82.68	70.48	122.45	86.60	190.96	1.108 (J)	[A2M2]
146	83.00	106.00	38.00	75.67	68.71	113.98	83.99	153.42	1.108 (J)	[A2M2]
147	83.00	104.00	35.00	78.15	69.34	110.95	82.93	103.37	1.108 (J)	[A2M2]
148	85.00	104.00	33.00	84.51	71.00	110.17	82.66	62.47	1.108 (J)	[A2M2]
149	91.00	104.00	33.00	85.59	71.45	118.22	85.34	139.59	1.108 (J)	[A2M2]
150	91.00	102.00	32.00	83.84	70.81	118.35	85.38	167.94	1.108 (J)	[A2M2]
151	87.00	102.00	34.00	77.82	69.26	116.28	84.73	192.04	1.108 (J)	[A2M2]
152	87.00	104.00	36.00	77.68	69.23	117.68	85.17	204.36	1.108 (J)	[A2M2]
153	89.00	108.00	39.00	80.62	69.91	121.41	86.31	214.49	1.109 (J)	[A2M2]
154	81.00	112.00	44.00	74.72	68.45	115.27	84.40	153.15	1.109 (J)	[A2M2]
155	89.00	100.00	31.00	81.09	70.03	115.91	84.61	167.71	1.109 (J)	[A2M2]
156	85.00	104.00	33.00	84.51	71.00	110.17	82.66	62.47	1.109 (J)	[A2M2]
157	89.00	106.00	34.00	87.08	72.05	115.26	84.40	87.24	1.109 (J)	[A2M2]
158	81.00	110.00	41.00	77.39	69.16	112.16	83.35	101.57	1.109 (J)	[A2M2]
159	89.00	104.00	32.00	87.09	72.06	113.97	83.99	79.81	1.109 (J)	[A2M2]
160	89.00	110.00	39.00	85.00	71.21	119.55	85.76	139.21	1.109 (J)	[A2M2]
161	87.00	100.00	32.00	77.98	69.30	114.87	84.28	179.96	1.109 (J)	[A2M2]
162	87.00	106.00	38.00	77.54	69.20	119.06	85.61	216.55	1.109 (J)	[A2M2]
163	89.00	102.00	33.00	80.97	69.99	117.32	85.05	179.34	1.110 (J)	[A2M2]
164	89.00	108.00	36.00	87.08	72.05	116.53	84.80	94.79	1.110 (J)	[A2M2]
165	87.00	112.00	43.00	79.52	69.66	121.50	86.33	204.39	1.110 (J)	[A2M2]
166	89.00	102.00	30.00	87.10	72.06	112.63	83.52	72.56	1.110 (J)	[A2M2]
167	91.00	104.00	34.00	83.74	70.78	119.73	85.82	178.94	1.111 (J)	[A2M2]
168	83.00	112.00	41.00	84.57	71.03	112.42	83.45	65.79	1.111 (J)	[A2M2]
169	89.00	114.00	43.00	84.96	71.19	122.04	86.48	157.62	1.111 (J)	[A2M2]
170	83.00	110.00	42.00	75.52	68.67	116.62	84.83	174.67	1.111 (J)	[A2M2]
171	87.00	108.00	40.00	77.41	69.17	120.43	86.04	229.06	1.111 (J)	[A2M2]
172	81.00	110.00	41.00	77.39	69.16	112.16	83.35	101.57	1.111 (J)	[A2M2]
173	89.00	110.00	40.00	82.73	70.49	121.18	86.25	180.51	1.111 (J)	[A2M2]
174	91.00	106.00	35.00	85.55	71.43	119.56	85.76	149.22	1.111 (J)	[A2M2]
175	83.00	112.00	44.00	75.45	68.65	117.93	85.25	185.61	1.111 (J)	[A2M2]
176	89.00	104.00	32.00	87.09	72.06	113.97	83.99	79.81	1.111 (J)	[A2M2]
177	85.00	100.00	32.00	76.89	69.04	112.38	83.43	150.53	1.111 (J)	[A2M2]
178	83.00	108.00	40.00	75.59	68.69	115.31	84.41	164.05	1.112 (J)	[A2M2]
179	83.00	112.00	41.00	84.57	71.03	112.42	83.45	65.79	1.112 (J)	[A2M2]
180	81.00	112.00	42.00	81.00	70.00	111.50	83.12	72.87	1.112 (J)	[A2M2]
181	89.00	104.00	35.00	80.84	69.96	118.71	85.49	190.88	1.112 (J)	[A2M2]
182	85.00	106.00	38.00	76.54	68.95	116.54	84.81	184.41	1.112 (J)	[A2M2]
183	91.00	102.00	31.00	85.64	71.47	116.86	84.91	130.05	1.112 (J)	[A2M2]
184	89.00	106.00	34.00	87.08	72.05	115.26	84.40	87.24	1.112 (J)	[A2M2]
185	83.00	104.00	36.00	75.75	68.74	112.60	83.51	142.92	1.112 (J)	[A2M2]
186	81.00	110.00	42.00	74.77	68.46	113.98	83.99	143.12	1.112 (J)	[A2M2]
187	85.00	104.00	36.00	76.64	68.98	115.18	84.37	173.11	1.112 (J)	[A2M2]
188	89.00	102.00	30.00	87.10	72.06	112.63	83.52	72.56	1.112 (J)	[A2M2]
189	87.00	98.00	30.00	78.15	69.34	113.43	83.80	167.81	1.112 (J)	[A2M2]
190	89.00	110.00	41.00	80.52	69.89	122.72	86.67	226.24	1.112 (J)	[A2M2]
191	89.00	114.00	44.00	82.62	70.46	123.70	86.94	201.54	1.112 (J)	[A2M2]
192	91.00	102.00	30.00	87.46	72.21	115.31	84.41	96.22	1.112 (J)	[A2M2]
193	81.00	112.00	42.00	81.00	70.00	111.50	83.12	72.87	1.112 (J)	[A2M2]
194	85.00	108.00	40.00	76.44	68.93	117.89	85.23	195.97	1.112 (J)	[A2M2]
195	89.00	110.00	38.00	87.07	72.05	117.80	85.21	102.43	1.113 (J)	[A2M2]
196	87.00	110.00	42.00	77.29	69.14	121.74	86.40	241.61	1.113 (J)	[A2M2]
197	89.00	112.00	41.00	84.98	71.20	120.82	86.14	148.42	1.113 (J)	[A2M2]
198	91.00	106.00	36.00	83.65	70.76	121.08	86.22	190.08	1.113 (J)	[A2M2]
199	83.00	102.00	33.00	78.21	69.35	109.59	82.45	94.57	1.113 (J)	[A2M2]
200	87.00	110.00	38.00	86.95	72.00	115.01	84.32	77.03	1.113 (J)	[A2M2]
201	83.00	106.00	38.00	75.67	68.71	113.98	83.99	153.42	1.114 (J)	[A2M2]
202	83.00	104.00	34.00	81.17	70.05	109.18	82.31	68.98	1.114 (J)	[A2M2]
203	91.00	100.00	30.00	83.94	70.84	116.94	84.93	156.93	1.114 (J)	[A2M2]
204	87.00	112.00	40.00	86.95	72.00	116.25	84.71	84.06	1.114 (J)	[A2M2]
205	91.00	104.00	32.00	87.44	72.20	116.62	84.83	104.34	1.114 (J)	[A2M2]
206	89.00	108.00	36.00	87.08	72.05	116.53	84.80	94.79	1.114 (J)	[A2M2]
207	85.00	110.00	42.00	76.35	68.90	119.23	85.66	207.46	1.114 (J)	[A2M2]
208	85.00	102.00	34.00	76.76	69.01	113.80	83.93	161.78	1.114 (J)	[A2M2]
209	81.00	112.00	44.00	74.72	68.45	115.27	84.40	153.15	1.114 (J)	[A2M2]
210	89.00	106.00	37.00	80.73	69.94	120.08	85.93	202.63	1.114 (J)	[A2M2]
211	83.00	104.00	34.00	81.17	70.05	109.18	82.31	68.98	1.114 (J)	[A2M2]
212	91.00	108.00	37.00	85.51	71.41	120.86	86.16	159.07	1.115 (J)	[A2M2]
213	91.00	104.00	33.00	85.59	71.45	118.22	85.34	139.59	1.115 (J)	[A2M2]
214	87.00	108.00	36.00	86.95	72.00	113.76	83.91	70.13	1.115 (J)	[A2M2]
215	87.00	110.00	38.00	86.95	72.00	115.01	84.32	77.03	1.115 (J)	[A2M2]
216	87.00	114.00	42.00	86.95	72.00	117.48	85.11	91.20	1.115 (J)	[A2M2]
217	85.00	112.00	44.00	76.26	68.88	120.55	86.07	219.33	1.116 (J)	[A2M2]
218	91.00	102.00	32.00	83.84	70.81	118.35	85.38	167.94	1.116 (J)	[A2M2]
219	87.00	108.00	36.00	86.95	72.00	113.76	83.91	70.13	1.116 (J)	[A2M2]
220	89.00	112.00	42.00	82.68	70.48	122.45	86.60	190.96	1.116 (J)	[A2M2]
221	83.00	102.00	33.00	78.21	69.35	109.59	82.45	94.57	1.116 (J)	[A2M2]
222	81.00	108.00	39.00	77.41	69.17	110.84	82.89	93.22	1.116 (J)	[A2M2]
223	87.00	102.00	34.00	77.82	69.26	116.28	84.73	192.04	1.116 (J)	[A2M2]
224	87.00	112.00	40.00	86.95	72.00	116.25	84.71	84.06	1.116 (J)	[A2M2]
225	87.00	112.00	44.00	77.18	69.11	123.04	86.76	253.98	1.116 (J)	[A2M2]
226	89.00	112.00	43.00	80.42	69.86	124.01	87.03	238.15	1.116 (J)	[A2M2]
227	89.00	112.00	40.00	87.06	72.05	119.05	85.60	110.24	1.116 (J)	[A2M2]
228	87.00	104.00	36.00	77.68	69.23	117.68	85.17	204.36	1.116 (J)	[A2M2]
229	91.00	102.00	30.00	87.46	72.21	115.31	84.41	96.22	1.116 (J)	[A2M2]
230	81.00	108.00	40.00	74.83	68.48	112.64	83.52	133.30	1.116 (J)	[A2M2]
231	87.00	100.00	32.00	77.98	69.30	114.87	84.28	179.96	1.116 (J)	[A2M2]
232	91.00	106.00	34.00	87.41	72.19	117.93	85.25	112.59	1.116 (J)	[A2M2]
233	83.00	110.00	39.00	84.58	71.03	111.14	83.00	59.12	1.117 (J)	[A2M2]
234	89.00	100.00	32.00	79.12	69.56	117.29	85.04	210.37	1.117 (J)	[A2M2]
235	81.00	110.00	42.00	74.77	68.46	113.98	83.99	143.12	1.117 (J)	[A2M2]
236	91.00	108.00	38.00	83.57	70.73	122.39	86.58	201.20	1.117 (J)	[A2M2]
237	85.00	98.00	30.00	77.03	69.08	110.94	82.93	139.56	1.117 (J)	[A2M2]
238	89.00	110.00	38.00	87.07	72.05	117.80	85.21	102.43	1.117 (J)	[A2M2]
239	91.00	100.00	31.00	82.08	70.31	118.33	85.38	197.22	1.117 (J)	[A2M2]
240	89.00	108.00	39.00	80.62	69.91	121.41	86.31	214.49	1.117 (J)	[A2M2]
241	83.00	104.00	36.00	75.75	68.74	112.60	83.51	142.92	1.117 (J)	[A2M2]
242	89.00	102.00	34.00	78.94	69.52	118.73	85.50	223.33	1.117 (J)	[A2M2]

243	83.00	102.00	34.00	75.84	68.76	1
-----	-------	--------	-------	-------	-------	---

6527	105.00	116.00	35.00	106.41	81.03	125.07	87.32	23.89	2.025 (J)	[PC]
6528	105.00	120.00	38.00	108.86	82.20	123.79	86.97	10.16	2.026 (J)	[A2M2]
6529	97.00	118.00	39.00	103.06	79.47	118.40	85.40	13.58	2.028 (J)	[PC]
6530	109.00	118.00	35.00	111.38	83.08	126.61	87.75	11.42	2.028 (J)	[A2M2]
6531	101.00	114.00	34.00	104.82	80.22	120.28	85.99	15.52	2.034 (J)	[PC]
6532	75.00	104.00	35.00	76.93	69.05	97.51	77.20	14.60	2.034 (J)	[PC]
6533	105.00	116.00	35.00	106.41	81.03	125.07	87.32	23.89	2.036 (J)	[PC]
6534	105.00	114.00	33.00	106.41	81.03	124.02	87.03	21.33	2.040 (J)	[PC]
6535	95.00	112.00	34.00	100.40	78.43	114.53	84.17	10.46	2.044 (J)	[PC]
6536	101.00	112.00	32.00	104.85	80.23	119.12	85.63	13.18	2.047 (J)	[PC]
6537	97.00	116.00	37.00	103.17	79.52	117.25	85.03	11.21	2.050 (J)	[PC]
6538	105.00	114.00	33.00	106.41	81.03	124.02	87.03	21.33	2.053 (J)	[PC]
6539	109.00	118.00	35.00	111.38	83.08	126.61	87.75	11.42	2.057 (J)	[A2M2]
6540	91.00	118.00	41.00	98.69	77.73	113.82	83.94	10.26	2.058 (J)	[PC]
6541	105.00	112.00	31.00	106.41	81.03	122.97	86.74	18.89	2.058 (J)	[PC]
6542	105.00	120.00	38.00	108.86	82.20	123.79	86.97	10.16	2.060 (J)	[A2M2]
6543	93.00	122.00	44.00	101.33	78.80	116.48	84.79	11.15	2.061 (J)	[PC]
6544	101.00	112.00	32.00	104.85	80.23	119.12	85.63	13.18	2.073 (J)	[PC]
6545	105.00	112.00	31.00	106.41	81.03	122.97	86.74	18.89	2.074 (J)	[PC]
6546	97.00	116.00	37.00	103.17	79.52	117.25	85.03	11.21	2.085 (J)	[PC]
6547	101.00	110.00	30.00	104.90	80.25	117.97	85.26	11.00	2.091 (J)	[PC]
6548	99.00	124.00	44.00	105.28	80.45	121.95	86.46	15.63	2.097 (J)	[PC]
6549	93.00	122.00	44.00	101.33	78.80	116.48	84.79	11.15	2.100 (J)	[PC]
6550	91.00	118.00	41.00	98.69	77.73	113.82	83.94	10.26	2.102 (J)	[PC]
6551	103.00	124.00	43.00	106.65	81.16	125.76	87.52	21.30	2.110 (J)	[PC]
6552	99.00	124.00	44.00	105.28	80.45	121.95	86.46	15.63	2.122 (J)	[PC]
6553	101.00	110.00	30.00	104.90	80.25	117.97	85.26	11.00	2.123 (J)	[PC]
6554	109.00	112.00	30.00	108.32	82.01	126.70	87.78	23.18	2.124 (J)	[PC]
6555	103.00	124.00	43.00	106.65	81.16	125.76	87.52	21.30	2.126 (J)	[PC]
6556	109.00	112.00	30.00	108.32	82.01	126.70	87.78	23.18	2.134 (J)	[PC]
6557	103.00	122.00	41.00	106.67	81.16	124.73	87.23	18.92	2.134 (J)	[PC]
6558	99.00	122.00	42.00	105.34	80.48	120.92	86.17	13.34	2.145 (J)	[PC]
6559	103.00	122.00	41.00	106.67	81.16	124.73	87.23	18.92	2.153 (J)	[PC]
6560	103.00	120.00	39.00	106.69	81.18	123.69	86.94	16.64	2.164 (J)	[PC]
6561	99.00	122.00	42.00	105.34	80.48	120.92	86.17	13.34	2.175 (J)	[PC]
6562	103.00	120.00	39.00	106.69	81.18	123.69	86.94	16.64	2.186 (J)	[PC]
6563	103.00	118.00	37.00	106.71	81.19	122.66	86.66	14.47	2.202 (J)	[PC]
6564	99.00	120.00	40.00	105.41	80.52	119.83	85.85	11.17	2.208 (J)	[PC]
6565	75.00	102.00	33.00	76.95	69.06	95.94	76.50	10.93	2.227 (J)	[PC]
6566	107.00	118.00	36.00	108.37	82.03	126.46	87.71	18.68	2.228 (J)	[PC]
6567	103.00	118.00	37.00	106.71	81.19	122.66	86.66	14.47	2.228 (J)	[PC]
6568	99.00	120.00	40.00	105.41	80.52	119.83	85.85	11.17	2.243 (J)	[PC]
6569	107.00	118.00	36.00	108.37	82.03	126.46	87.71	18.68	2.246 (J)	[PC]
6570	103.00	116.00	35.00	106.74	81.20	121.63	86.37	12.40	2.251 (J)	[PC]
6571	107.00	116.00	34.00	108.38	82.03	125.42	87.42	16.54	2.257 (J)	[PC]
6572	107.00	116.00	34.00	108.38	82.03	125.42	87.42	16.54	2.279 (J)	[PC]
6573	103.00	116.00	35.00	106.74	81.20	121.63	86.37	12.40	2.282 (J)	[PC]
6574	75.00	102.00	33.00	76.95	69.06	95.94	76.50	10.93	2.283 (J)	[PC]
6575	107.00	114.00	32.00	108.39	82.03	124.39	87.13	14.51	2.293 (J)	[PC]
6576	107.00	114.00	32.00	108.39	82.03	124.39	87.13	14.51	2.319 (J)	[PC]
6577	103.00	114.00	33.00	106.77	81.22	120.59	86.08	10.44	2.319 (J)	[PC]
6578	107.00	112.00	30.00	108.39	82.03	123.35	86.85	12.58	2.337 (J)	[PC]
6579	103.00	114.00	33.00	106.77	81.22	120.59	86.08	10.44	2.355 (J)	[PC]
6580	107.00	112.00	30.00	108.39	82.03	123.35	86.85	12.58	2.367 (J)	[PC]
6581	105.00	124.00	42.00	108.79	82.17	125.85	87.54	13.79	2.404 (J)	[PC]
6582	105.00	124.00	42.00	108.79	82.17	125.85	87.54	13.79	2.435 (J)	[PC]
6583	105.00	122.00	40.00	108.82	82.18	124.82	87.26	11.92	2.461 (J)	[PC]
6584	105.00	122.00	40.00	108.82	82.18	124.82	87.26	11.92	2.498 (J)	[PC]
6585	105.00	120.00	38.00	108.86	82.20	123.79	86.97	10.16	2.533 (J)	[PC]
6586	109.00	118.00	35.00	111.38	83.08	126.61	87.75	11.42	2.535 (J)	[PC]
6587	109.00	118.00	35.00	111.38	83.08	126.61	87.75	11.42	2.571 (J)	[PC]
6588	105.00	120.00	38.00	108.86	82.20	123.79	86.97	10.16	2.576 (J)	[PC]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _d	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _d	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sfuerzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sfuerzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 87.00	Y[m]= 104.00
Raggio del cerchio	R[m]= 34.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 82.19	Y _v [m]= 70.34
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 114.64	Y _m [m]= 84.20
Coefficiente di sicurezza	C _s = 1.087	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _d	Y _d	L	α	φ	c
1	82.19	70.34	70.34	84.50	71.00	70.09	83.73	70.48	2.32	-6.17	25.67	0.04
2	84.50	71.00	70.09	86.13	71.67	70.01	85.40	70.71	1.64	-2.84	25.67	0.04
3	86.13	71.67	70.01	87.77	72.33	70.01	87.00	71.01	1.63	-0.08	25.67	0.04
4	87.77	72.33	70.01	89.40	73.00	70.08	88.61	71.36	1.64	2.67	25.67	0.04
5	89.40	73.00	70.08	91.00	74.00	70.24	90.23	71.84	1.61	5.40	25.67	0.04
6	91.00	74.00	70.24	92.60	75.00	70.46	91.82	72.43	1.62	8.12	25.67	0.04
7	92.60	75.00	70.46	94.27	75.75	70.79	93.45	73.00	1.71	10.92	25.67	0.04
8	94.27	75.75	70.79	95.95	76.50	71.20	95.12	73.56	1.72	13.81	25.67	0.04
9	95.95	76.50	71.20	97.63	77.25	71.70	96.79	74.17	1.75	16.74	25.67	0.04
10	97.63	77.25	71.70	99.30	78.00	72.30	98.47	74.82	1.78	19.71	25.67	0.04
11	99.30	78.00	72.30	101.00	78.67	73.02	100.15	75.50	1.84	22.76	25.67	0.04
12	101.00	78.67	73.02	102.70	79.33	73.84	101.85	76.21	1.89	25.91	25.67	0.04
13	102.70	79.33	73.84	104.40	80.00	74.79	103.54	76.99	1.95	29.14	25.67	0.04
14	104.40	80.00	74.79	106.35	81.00	76.04	105.37	77.95	2.32	32.74	25.67	0.04
15	106.35	81.00	76.04	108.30	82.00	77.50	107.31	79.13	2.43	36.74	25.67	0.04
16	108.30	82.00	77.50	109.72	82.50	78.71	108.99	80.17	1.87	40.37	25.67	0.04
17	109.72	82.50	78.71	111.15	83.00	80.07	110.41	81.05	1.97	43.60	25.67	0.04
18	111.15	83.00	80.07	112.58	83.50	81.60	111.81	82.00	2.09	47.02	25.67	0.04
19	112.58	83.50	81.60	114.00	84.00	83.34	113.17	83.02	2.25	50.68	25.67	0.04
20	114.00	84.00	83.34	114.64	84.20	84.20	114.21	83.85	1.08	53.48	25.67	0.04

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	1989	0	2113	1788	0	0	1845	0	0
2	3978	0	3939	2344	0	1845	4061	0	0
3	6176	0	5932	3225	0	4061	6799	0	0
4	8131	0	7627	3975	0	6799	9760	0	0
5	10152	0	9341	4723	0	9760	12766	0	0
6	12615	0	11425	5648	0	12766	15730	0	0
7	15114	0	13500	6600	0	15730	18437	0	0
8	16332	0	14418	7012	0	18437	20492	0	0
9	17262	0	15099	7323	0	20492	21767	0	0
10	17893	0	15544	7531	0	21767	22175	0	0