unione comuni garfagnana
provincia di lucca
comuni di: camporgiano, careggine, castelnuovo di garfagnana, castiglione di garfagnana, fosciandora, gallicano, minucciano, molazzana, piazza al serchio, pieve fosciana, san romano in garfagnana, sillano giuncugnano, fabbriche di vergemoli, villa collemandina

PRESIDENTE
Nicola Poli

SEGRETARIO GENERALE
Francesco Pinagli

SERVIZIO PIANIFICAZIONE INTERCOMUNALE
Marcello Bernardini - RUP
Chiara Rossi

GARANTE DELL'INFORMAZIONE
E DELLA PARTECIPAZIONE
Enzo Coltelli

piano strutturale intercomunale

Doc.G – Relazione geologica

PROGETTO URBANISTICO E VAS
Riccardo Luca Breschi - coordinatore
Giannino Biaggini
Benedetta Biaggini
Andrea Giraldi

STUDI GEOLOGICI
Gaddo Mannori
Alessandra Mucci

STUDI IDROLOGICO-IDRAULICI
Paolo Barsotti

STUDI AGRONOMICI E FORESTALI
Edoardo Viti
Andrea Fedi

ASPETTI SOCIOECONOMICI
Claudio Salvucci
Daniele Mirani

ASPETTI GIURIDICI
Guido Giovannelli

INDICE

1 – Scopo dell'incarico e gruppo di lavoro pag. 2
2 – Riferimento alla normativa pag. 2
3 – Organizzazione generale dello studio pag. 3
4 – Carta geologica e geomorfologica pag. 4
4.1 – Inquadramento generale pag. 4
4.2 – Geologia pag. 5
4.3 – Geomorfologia pag. 9
5 – Carta litologico-tecnica e dei dati di base pag. 13
5.1 – Dati di base pag. 13
5.2 – Carta Litologico Tecnica pag. 14
6 – Carta della pericolosità geologica pag. 17
7 – Microzonazione e Pericolosità sismica locale pag. 19
7.1 – Carta delle frequenze pag. 19
7.2 – Carta delle MOPS pag. 21
7.3 – Carta della pericolosità sismica locale pag. 24
8 – Situazione idrogeologica pag. 26
8.1 – Aspetti generali pag. 26
8.2 – Carta delle problematiche idrogeologiche pag. 27
9 – Attività estrattive pag. 30
10 – Direttive per la formazione del Piano Operativo pag. 35
10.1 – Pericolosità e fattibilità pag. 35
10.2 – Prevenzione del rischio dovuto alle problematiche geologiche pag. 35
10.3 – Prevenzione del rischio dovuto alle problematiche idrauliche pag. 35
10.4 – Prevenzione del rischio dovuto alle problematiche sismiche pag. 36
10.5 – Prevenzione del rischio idrogeologico pag. 36

Appendice

Report Misure HVSR

Elaborati cartografici

Tav. G1a-r - Carta geologica e geomorfologica – scala 1:10.000 (16 tavole)
Tav. G2a-r - Carta litologico-tecnica e dei dati di base – scala 1:10.000 (16 tavole)
Tav. G3a-r - Carta della pericolosità geologica – scala 1:10.000 (16 tavole)
Tav. G4.1-4.5 - Carta delle frequenze – scala 1:10.000 (5 tavole, limitate ai Comuni privi di studi di MS)
Tav. G5.1-5.5 Carta delle MOPS – scala 1:10.000 (5 tavole, limitate ai Comuni privi di studi di MS approvati)
Tav. G6a-r - Carta della pericolosità sismica – scala 1:10.000 (14 tavole)
Tav. G7a-r - Carta delle problematiche idrogeologiche – scala 1:10.000 (16 tavole)

Doc. H - Nota tecnica relativa alla Carta della Franosità
Tav. Ha-r - Carta della Franosità del Bacino del F. Serchio – scala 1:10.000 (16 tavole)

1 - SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO

Con convenzione datata 3/5/2017, l'Unione dei Comuni della Garfagnana ha assegnato ad una RTI di cui fa parte lo studio Mannori & Associati Geologia Tecnica, un incarico contenente la redazione della parte geologica di corredo al Piano Strutturale. L'area oggetto di studio comprende un territorio di circa 500 km quadrati di territorio collinare e montano corrispondenti ai Comuni di Sillano Giuncugnano, Villa Collemandina, Castiglione, San Romano, Minucciano, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, Camporgiano, Fosciandora, Careggine, Castelnuovo, Molazzana, Gallicano, Fabbriche di Vergemoli.

La presente relazione riporta i dati geologici necessari per l'adozione della variante generale al Piano Strutturale con particolare riferimento agli elaborati geologici e sismici.

Gli studi idrologico idraulici sono stati eseguiti dal Dott. Paolo Barsotti dello studio Ingeo cui è stata fornita la necessaria collaborazione nella stesura della Carta di Pericolosità Idraulica per quanto attiene le analisi geomorfologiche.

In ambito toscano questa è la prima esperienza di un Piano Strutturale che ha interessato una superficie così estesa e con un grado di complessità dei caratteri geologici così elevato; l'esecuzione di questo lavoro ha comportato la sperimentazione e la messa a punto di nuovi criteri metodologici ed operativi al fine di mantenere i necessari standard qualitativi a fronte di un tempo a disposizione molto ridotto per le inderogabili esigenze contrattuali. La buona qualità dalle carte di base presenti sul territorio, ha consentito di poter dedicare meno tempo di quanto di solito si usa per i rilievi di campagna, senza perdere il dettaglio richiesto dalla normativa; l'analisi di una così vasta, e variegata, porzione di territorio ha consentito di acquisire una straordinaria visione di insieme di questo paesaggio.

Pur nella unitarietà dell'intero lavoro, il Dott. Mannori ha curato gli aggiornamenti dei rilievi geologici e geomorfologici mentre la Dott.ssa Mucci e la Dott.ssa Innocenti hanno curato la raccolta dati e l'informatizzazione degli elaborati.

Un importante contributo è stato fornito dai tecnici dell'Unione che ci hanno supportato in ogni fase del lavoro con la conoscenza puntuale e la memoria storica del territorio.

2 – RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA

Il presente studio fa riferimento al DPGR 25/10/11 n. 53/R che detta le regole per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione dal rischio geologico, idraulico e sismico. Per quanto riguarda la normativa sovracomunale si è tenuto in debita considerazione il Piano per l'Assetto Idrogeologico ed il Piano per la Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) attualmente vigenti.

3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO

Il lavoro è consistito nell'aggiornamento degli elaborati geologici già presenti nel Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino e negli strumenti urbanistici vigenti. Sono stati acquisiti ed elaborati i dati della cartografia regionale CARG e di quelli messi a disposizione dagli Uffici Tecnici dei Comuni che compongono l'Unione; dopo le opportune valutazioni il quadro conoscitivo è stato aggiornato in modo da tener conto degli eventi avvenuti dopo la redazione dell'ultimo aggiornamento del PAI.

I risultati dello studio sono articolati nei seguenti documenti:

Tav. G1a-r - Carta geologica e geomorfologica – scala 1:10.000 (16 tavole)

Tav. G2a-r - Carta litologico-tecnica e dei dati di base – scala 1:10.000 (16 tavole)

Tav. G3a-r - Carta della pericolosità geologica – scala 1:10.000 (16 tavole)

Tav. G4.1-4.5 - Carta delle frequenze – scala 1:10.000 (5 tavole, limitate ai Comuni privi di studi di MS)

Tav. G5.1-5.5 Carta delle MOPS – scala 1:10.000 (5 tavole, limitate ai Comuni privi di studi di MS approvati)

Tav. G6a-r - Carta della pericolosità sismica – scala 1:10.000 (14 tavole)

Tav. G7a-r - Carta delle problematiche idrogeologiche – scala 1:10.000 (16 tavole)

Doc. H - Nota tecnica relativa alla Carta della Franosità

Tav. Ha-r - Carta della Franosità del Bacino del F. Serchio – scala 1:10.000 (16 tavole)

La consegna degli elaborati è stata predisposta in formato .pdf per la Relazione ed in formato .pdf/.shp per le cartografie, prodotte naturalmente in ambiente GIS.

Le metodologie utilizzate per il rilievo, l'elaborazione e la restituzione cartografica sono illustrate nei capitoli in cui vengono descritte le singole tavole.

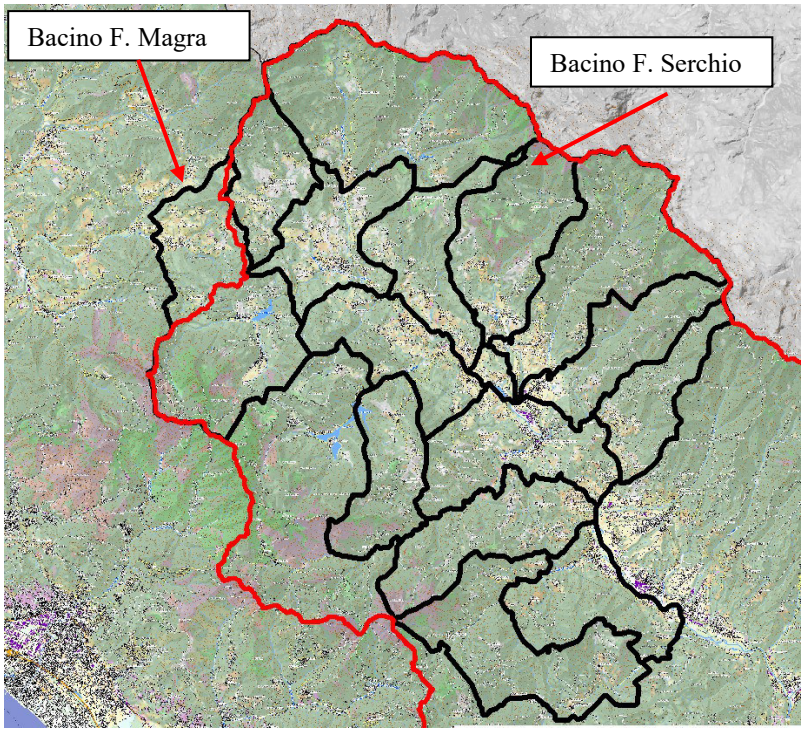
I rilievi sul terreno sono stati eseguiti in scala 1:10.000 e restituiti utilizzando la cartografia più aggiornata della Regione Toscana.

4 – CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. G1a-r)

4.1 – Inquadramento generale

L'area oggetto di studio comprende un territorio di circa 500 km quadrati di territorio collinare e montano corrispondenti ai Comuni di: Sillano Giuncugnano, Villa Collemandina, Castiglione, San Romano, Minucciano, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, Camporgiano, Fosciandora, Careggine, Castelnuovo, Molazzana, Gallicano, Fabbriche di Vergemoli.

La quasi totalità della zona è compresa all'interno del bacino idrografico del F. Serchio, mentre una porzione sul confine occidentale (parte del Comune di Minucciano) ricade nel Bacino del F. Magra.



Territorio oggetto di studio
Aree di pertinenza delle Autorità di Bacino del F. Magra e del F. Serchio

In termini morfologici si tratta di un'area molto complessa con valli profondamente incise e versanti con acclività medie elevate. La presenza di estesi affioramenti carbonatici (i calcari mesozoici della Serie Toscana ed i marmi apuani) caratterizza il paesaggio quasi "alpino" con morfologie aspre e crinali talora privi di copertura vegetale e di suolo.

Nel suo complesso il paesaggio di questa porzione della Garfagnana presenta notevoli criticità geomorfologiche dettate principalmente dalle elevate pendenze dei versanti e quindi dall'intensa attività erosiva; questo aspetto sta assumendo negli ultimi anni un peso sempre più rilevante nella prospettiva delle variazioni climatiche che in qualche misura

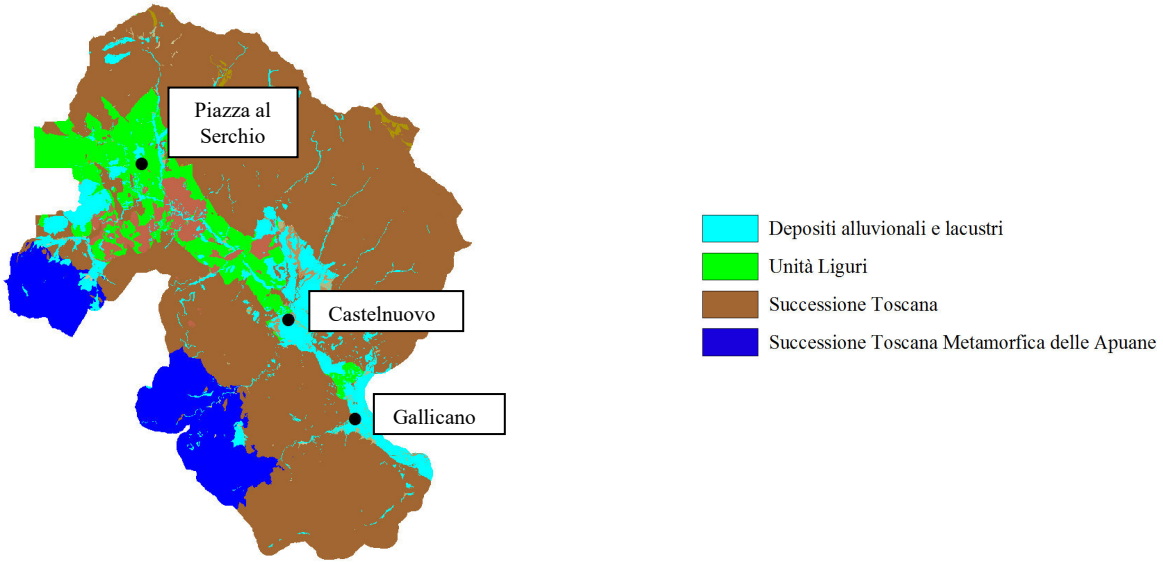
sembrano estremizzare gli eventi meteorici.

A questo proposito è bene osservare che tanto più i fenomeni piovosi sono intensi e tanto più interessano aree geograficamente limitate; è intuibile che se un fenomeno interessa un bacino idrografico di piccole dimensioni e con pendenze molto elevate, gli effetti possono venire massimizzati fino a raggiungere livelli di criticità elevata. Le condizioni per il verificarsi di questi fenomeni sono presenti in alcuni affluenti del Serchio, e gli eventi critici verificatisi negli ultimi anni ne sono la prova.

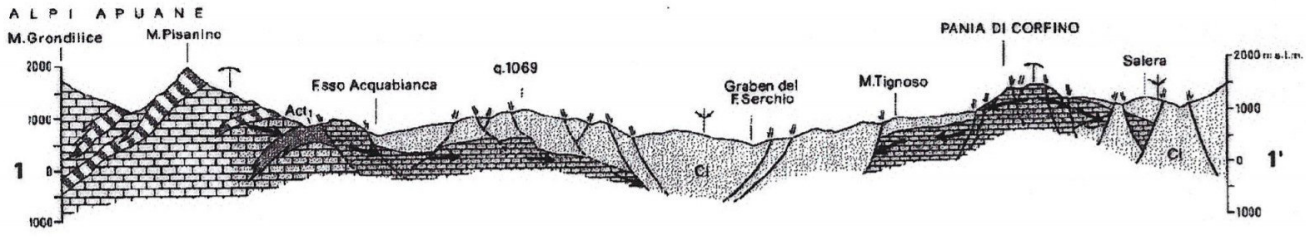
4.2 – Geologia (Tavv. G1a-r)

Per il substrato è stato utilizzato il rilievo della Carta Geologica fornito dai tecnici dell'Autorità di Bacino; costituisce la carta di riferimento per il Piano per l'Assetto Idrogeologico ed è sostanzialmente coincidente con la Carta Geologica Regionale (CARG). Per quanto riguarda la porzione del Comune di Minucciano che ricade nel Bacino del F. Magra, è stata utilizzata direttamente la cartografia CARG.

In merito all'aspetto strutturale, si tratta della classica sovrapposizione tra le unità Liguri e quelle Toscane, suddivise in metamorfica e non metamorfica; i contatti tra le unità sono naturalmente di natura tettonica. In generale la Successione Toscana metamorfica affiora nella porzione sud occidentale del territorio mentre la restante porzione è sede di affioramento della Successione Toscana non metamorfica. Le Unità Liguri sono presenti lungo l'asse della valle del Serchio, in posizione morfologicamente ribassata. La valle del F. Serchio si è infatti impostata lungo l'asse di un esteso *graben* delimitato da faglie normali con rigetti cumulativi di alcune migliaia di metri. Per questo le unità tettonicamente soprastanti (le unità liguri) affiorano ora solo nella porzione ribassata del complesso strutturale.



Distribuzione delle principali Unità Geologiche nel territorio dell'Unione



Sezione schematica del graben del Serchio (Baldacci et al. 1993)

In merito agli aspetti litologici si fornisce una breve descrizione delle singole unità litologiche distinte nella carta.

Successione Ligure

Unità dei Flysch a Elmintoidi
Flysch a Elmintoidi (fh)
Calcari marnosi, marne e argilliti

Complesso di Base
Argilliti scure tettonicamente deformate con clasti di ofioliti, radiolariti, calcari silicei, marne (cb);localmente scaglie e livelli di brecce a prevalenti elementi ofiolitici (br) o Calcarei (bc) arenarie ofiolitiche (arf) e olistoliti di serpentiniti (Σ), basalti (Δ), graniti (γ).

Successione Subligure

Unità di Canetolo
Arenarie di Ponte Bratica (ARB)
Torbiditi arenacee grigio - verdi, costituite da una regolare alternanza di strati sottili e medi di arenarie micacee fini e siltiti (localmente predominanti) con rare e sottilissime intercalazioni di siltiti marnose e argilliti siltose spesso laminate; nella porzione sommitale della formazione le torbiditi arenacee diventano più grossolane e gli strati più spessi.

Calcari di Groppo del Vescovo (CGV)
Calcari marnosi e marne, al tetto o intercalati nelle Argille e calcari (ac).

Argille e Calcari (sc)
Argilliti scure alternate a calcari e calcareniti.

Successione Toscana

Unità di Monte Cervarola

Arenarie di Monte Cervarola (aC)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche a grana fine, in strati sottili, con intervalli frequenti o potenti di marne siltose e siltiti; rare intercalazioni di torbiditi a grana grossolana in banchi più spessi.

Arenarie di Monte Modino/Le Lari (aM)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche, talvolta in grossi banchi, alternate ad argilliti e siltiti.

Argilliti di Fiumalbo-Marne di Le Piastre (fP1)

Marne siltose e argilliti varicolori con intercalazioni di arenarie; frequenti piccoli olistostromi.

Falda Toscana

Marne di Pontecchio (fP)

Marne e siltiti grigie, argilliti varicolori con olistostromi (ol, ove distinti).

Macigno (mg)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche con intercalazioni siltose-argillitiche; nella parte basale, calcareniti; al tetto, localmente, olistostromi (ol, ove distinti).

Calcareniti a Nummuliti (Nu)

Calcareniti e calcilutiti intercalate nella parte medio-alta della Scaglia rossa (sc). Radiolariti nella parte superiore (Nu-di).

Scaglia Rossa (sc)

Argilliti rosse e marne varicolori con intercalazioni di calcilutiti, calcareniti e localmente conglomerati poligenici; nella parte sommitale, localmente, marne siltose grigio-giallastre o verdastre.

Formazione di Puglianella (cP)

Calcari bianchi a grana fine e calcari marnosi rosei, con interstrati di argilliti rosse.

Brecce Calcareo Silicee (bs)

Brecce Calcareo-Silicee in strati da molto spessi a banchi.

Maiolica (mac)

Calcari selciferi a grana fine bianchi e grigi; nella parte alta calcari selciferi grigi e

calcareniti.

Diaspri (di)
Radiolariti e argilliti silicee varicolori, sottilmente stratificate.

Calcari grigio scuri a selci nere (cs2)
Calcari e calcareniti grigio scure, a liste e noduli di selce nera.

Marne a Posidonomya (mp)
Marne, calcari marnosi e argilliti grigio-giallastre o varicolori, talora con intercalazioni di radiolariti nella parte alta (mdi); alla base, localmente, brecce calcareo-silicee (bs, ove distinte).

Calcari grigi a selci chiare (cs)
Calcari a grana fine grigi o giallastri, leggermente marnosi, con liste e noduli di selce grigia; localmente, sottili strati di argilliti e marne in lastrine.

Rosso Ammonitico (ra)
Calcari a grana fine, talora marnosi, da rosei a rossi grigio-chiari o gialli, spesso nodulari, con resti di ammoniti; nella parte sommitale, calcari massicci o grossolanamente stratificati grigio-chiari, con rare liste di selce.

Calcari ad Angulati (cA)
Calcari e calcari marnosi grigi, con intercalazioni di argilliti e marne grigie, alterate in giallo; nella porzione inferiore, calcari grigio-scuri in banchi.

Calcare Massiccio (cm)
Calcari grigi massicci o grossolanamente stratificati, talora dolomitici; localmente calcari massicci bianchi (Monti d'Oltre Serchio).

Calcari e Marne a Rhaetavicula Contorta (cR)
Calcari grigio-scuri, calcari marnosi e dolomie, alternati a marne grigie e nerastre, alterate in giallo.

Calcare Cavernoso (cc)
Calcari "a cellette" e calcari dolomitici brecciati, spesso associati a brecce poligeniche di età miocenica.

Gessi di Sassalbo (gs)
Gessi di colore biancastro e rosato in livelli di spessore discontinuo.

Successione Metamorfica delle Apuane

Pseudomacigno (pmg)
Metarenarie quarzoso-feldspatico-micacee, alternate a scisti ardesiaci.

Scisti sericitici (msc)
Filladi varicolori con livelli di calcescisti verdastri e marmi "cipollini" (cp), metaradiolariti e metacalcareniti a Nummuliti (scN).

Calcari selciferi a Entrochi (csE)
Metacalcari e metacalcareniti, con liste e noduli di selce.

Diaspri (d)
Metaradiolariti varicolori con livelli di filladi e metacalcari.

Calcari selciferi (cs)
Metacalcari, con liste e noduli di selce e rari livelli di calcareniti, spesso alternati a calcescisti e filladi.

Marmi (m)
Marmi bianchi o grigi, calcescisti; dolomie e marmi dolomitici (md).

Brecce di Seravezza (bse)
Brecce poligeniche metamorfiche ad elementi marmorei e subordinatamente dolomitici, con matrice filladica a cloritoide di colore rossastro o verdastro. Livelli discontinui di filladi a cloritoide (Scisti a cloritoide, bsea).

Marmi a Megalodonti (mM)
Marmi saccaroidi, massicci o grossolanamente stratificati, con scarsa muscovite e clorite lungo i giunti di strato. Frequenti molluschi, brachiopodi e lumachelle a megalodonti.

Grezzoni (gr)
Dolomie grigie, con metabrecce nella porzione inferiore.

Formazione di Vinca (fV)
Quarziti e metaconglomerati quarzosi, con livelli di filladi e dolomie.

Dolomie ad Orthoceras (othb)
Dolomie grigie e rare liditi.

Porfiroidi e scisti porfirici (prs)

Filladi inferiori (fl)
Filladi quarzitico-muscovitiche alternate a quarziti.

4.3 - Geomorfologia

Come carta di base è stata utilizzata la Carta Geomorfologica fornita dall'Autorità di Bacino ed utilizzata per la redazione del Secondo Aggiornamento del PAI, a tutt'oggi in fase di approvazione. Si tratta di uno studio aggiornato in tempi recenti, fino a comprendere gli eventi che hanno interessato il territorio della Garfagnana tra l'ottobre 2013 ed il luglio 2014. Complessivamente si tratta di un lavoro di buon livello, se non altro per la sua omogeneità sull'intero territorio analizzato; l'unico limite, che è stato riscontrato localmente, è la sovrastima delle aree di copertura, con particolare riferimento ai terreni detritici ed ai fenomeni franosi anche in aree in cui il substrato risulta subaffiorante. Tale sovrastima, comune a molte aree della Toscana, deriva da un'impostazione generale nell'esecuzione del rilievo geologico che privilegia gli aspetti morfologici ricavati da fotointerpretazione rispetto al lavoro di campagna.

La Carta Geomorfologica è stata integrata utilizzando inoltre:

- Le informazioni ricavate dagli studi di corredo ai Piani Strutturali/Regolamenti Urbanistici con vario grado di stadiazione dei Comuni che compongono l'Unione. In particolare sono stati utilizzati gli studi di Camporgiano, Castelnuovo, Fabbriche di Vergemoli, Fosciandora, Gallicano, Molazzana, Pieve Fosciana, San Romano, Giuncugnano e Villa Collemandina.
- Gli studi geomorfologici di dettaglio eseguiti nelle aree del territorio urbanizzato in occasione degli studi di Microzonazione Sismica ad oggi disponibili ed in particolare dei Comuni di Gallicano, Giuncugnano, Molazzana, Pieve Fosciana, Sillano, Castelnuovo, Fabbriche di Vallico e Vergemoli.
- Gli elementi geomorfologici presenti nelle carte geologiche del Progetto CARG della Regione Toscana.

Le informazioni ricavate dalle carte dei Piani Strutturali, dagli studi di Microzonazione Sismica e dal CARG sono state verificate criticamente ed inserite nella Carta Geomorfologica a seguito di specifiche analisi.

In sintesi la Carta Geologica e Geomorfologica di Tav. G1 rappresenta un aggiornamento del quadro conoscitivo in possesso dell'Autorità di Bacino che è stato implementato con n. 147 nuove frane attive o loro porzioni.

Di seguito vengono elencati i caratteri geomorfologici cartografati nella Tavola G1, secondo la legenda della carta geomorfologica dell'Autorità di Bacino.

- Frane attive
- Frane quiescenti

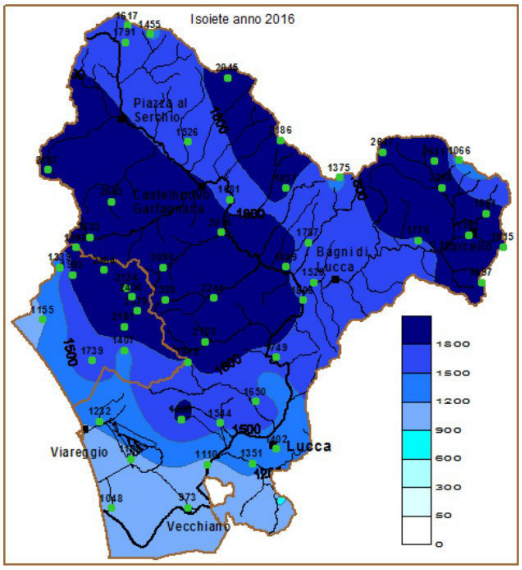
- Terreni di riporto e discariche
- Discariche di cave, ravaneti
- Detriti e terreni di copertura
- Alluvioni recenti (all1) ed attuali (all2)
- Scarpate di alluvioni terrazzate
- Depositi morenici e fluvioglaciali
- Depositi palustri
- Depositi alluvionali e colluviali di paleovalli
- Superfici pianeggianti con suoli relitti
- Spianate di origine fluviale con o senza deposti alluvionali in diversi ordini (at_1, at_2 ove distinti)
- Coni di detrito pedemontano
- Coni di deiezione alluvionale e coni di origine mista
- Terre rosse residuali
- Doline
- Aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillitici acclivi e/o con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione
- Aree soggette a franosità per erosione di sponda
- Aree in rocce coerenti e semicoerenti soggette a franosità per forte acclività; in particolare aree esposte a possibili fenomeni di crollo o di distacco di massi.
- Aree al bordo di terrazzi fluviali e/o di terrazzi morfologici in genere soggette a possibili collassi o frane
- Aree interessate da deformazioni gravitative profonde
- Area di dissesto loc. Il Bagno – Prà di Lama (Comune di Pieve Fosciana)

In termini generali l'area nel suo complesso presenta un'elevata predisposizione al dissesto, in considerazione dell'acclività dei versanti e dell'abbondanza ed intensità delle precipitazioni. A titolo di esempio sarà sufficiente osservare le precipitazioni cumulate su base annua relative alla stazione di Fornovolasco (Comune di Fabbriche di Vergemoli).

Anno	**Precipitazioni annue (mm)**
2016	3096
2015	1775
2014	3377
2013	-
2012	2656
2011	2166
2010	3043
2009	2129
2008	2355
2007	830
2006	1395
2005	1547
2004	2499

Precipitazioni annue cumulate della stazione di Fornovolasco (fonte SIR Toscana)

In termini pluviometrici si tratta di una delle zone con maggiore piovosità della Toscana con valori cumulati annui che superano con una certa frequenza i 3000 mm.



Carta delle isoiete per l'anno 2016 (Fonte Autorità di Bacino del F. Serchio)

In termini quantitativi il territorio interessato da fenomeni attivi (frane attive, crolli, erosioni di sponda e bordi di terrazzo) corrisponde complessivamente a circa il 4.2% della superficie dell'Unione dei Comuni (elementi tipologici in *grisé* nella tabella che segue), mentre i fenomeni quiescenti interessano il 10.6%.

Interessante notare come questi valori si discostino rispetto alla media sull'intero bacino del Serchio, in cui le frane attive coprono solo 1.3% rispetto all'intera superficie del bacino, mentre quelle quiescenti raggiungono il 6.3%. Questo è ragionevolmente da imputare alla conformazione morfologica dell'area dei Comuni dell'Unione in cui sono di fatto assenti aree pianeggianti al di fuori della stretta fascia lungo il F. Serchio.

	Territorio Unione dei Comuni		**Intero bacino F. Serchio**
Tipologia	**Superficie (kmq)**	**%**	**%**
Frane attive	9.9	2.0	1.3
Frane quiescenti	51.9	10.6	6.3
Aree soggette a fenomeni di crollo	8.9	1.8	-
Erosione laterale di sponda	1.0	0.2	-
Bordi terrazzo	1.0	0.2	-

Distribuzione dei fenomeni attivi (in grisé) e quiescenti

Limitando questa stessa analisi al solo territorio urbanizzato (circa 13 kmq), il rapporto sostanzialmente non cambia e le aree interessate da fenomeni attivi si attestano sul 4.3%. Da un esame puntuale di queste aree però si rileva che, nella maggior parte dei casi, si tratta di zone marginali rispetto all'urbanizzato ed alle aree potenzialmente utilizzabili ai fini edilizi ed urbanistici. La maggior parte dei fenomeni attivi che effettivamente interessano il territorio urbanizzato sono, o sono stati, oggetto di interventi di consolidamento, anche di notevole importanza. Fra i più importanti si segnalano i

consolidamenti presso San Donnino (Piazza al Serchio), Pugliano e Sermezzana (Minucciano), Acquabona e Pasquigliora (Castelnuovo), strada per Sillico (Pieve Fosciana).

Sistemazione della frana dell'Acquabona nel Comune di Castelnuovo

5 – CARTA LITOLOGICO-TECNICA E DEI DATI DI BASE (Tavv. G2a-r)

5.1 – I Dati di base

La carta contiene l'ubicazione dei dati geognostici del territorio dell'Unione. In sintesi sono state raccolte le indagini provenienti dagli studi di Microzonazione Sismica approvati (Pieve Fosciana, Castelnuovo G.na, Fabbriche di Vallico, Vergemoli, Sillano, Giuncugnano, Molazzana, Gallicano e Villa Collemandina). Per i Comuni privi di studi di MS (Castiglione G.na, Fosciandora, Minucciano, Piazza al Serchio, San Romano, Camporgiano, Careggine) sono stati raccolte le indagini eseguite in occasione degli studi VEL. Oltre a queste sono state inserite le misure di rumore (HVSR) specificamente eseguite dagli scriventi in occasione del presente studio.

Complessivamente sono state inseriti n. 1337 dati così suddivisi:

n. 323 prove penetrometriche dinamiche
n. 9 prove penetrometriche statiche
n. 7 saggi con escavatore
n. 208 sondaggi (di cui n. 92 attrezzati a DH)
n. 517 indagini sismiche lineari eseguite con tecniche varie
n. 273 Misure di rumore HVSR.

Per quanto riguarda la numerazione delle indagini in carta, è stata mantenuta quella indicata nei singoli studi di MS e del Vel nell'ambito di ciascun Comune. Questa scelta consente di ottenere i dati originali delle indagini direttamente dai database comunali e regionali.

5.2 – La Carta Litologico Tecnica

Si tratta di un elaborato derivato dalla carta geologica, ottenuto raggruppando la varie formazioni e tenendo conto della composizione litologica e delle loro caratteristiche tecniche; i criteri utilizzati per il raggruppamento delle varie formazioni e la terminologia sono quelli indicati dalla Conferenza delle Regioni nel volume "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica".

Nella tabella che segue viene riportata la corrispondenza utilizzata.

Carta Geologica	Carta litologico tecnica
Terreni di riporto e discariche.	RI – Terreni contenenti resti di attività antropica
Limi e argille; Argille e argille sabbiose con intercalazioni di lignite; Depositi palustri.	CL – Argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre.
Detriti e terreni di copertura (prevalentemente argillosi).	ML – Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
Depositi alluvionali in diversi ordini di terrazzi; Ciottoli a prevalenti elementi di arenaria Macigno; Livelli di ciottoli di arenaria Macigno in matrice argillosa; Detriti e terreni di copertura (prevalentemente sabbiosi); Depositi alluvionali e colluviali di paleovalli; superfici pianeggianti con suoli relitti; Terre rosse residuali.	GM –miscela di ghiaia, sabbia e limo
Depositi alluvionali recenti ed attuali.	GW – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita
Brecce calcareo silicee; Ghiaie e conglomerati con livelli di sabbie, Depositi morenici e fluvio-glaciali.	GR – Granulare cementato
Olistostroma.	AL - Alternanza di litotipi, non stratificati
Calcari di Groppo del Vescovo; Flysch a Elmintoidi; Argilliti di Fiumalbo-Marne di Le Piastre; Marne a Posidonomya	ALS - Alternanza di litotipi, stratificato
Sepentiniti; Gabbri, Basalti, Calcare Cavernoso, Calcari e Marne a Rhaetavicula Contorta; Calcare Massiccio; Formazione di Vinca; Grezzoni; Gessi di Sassalbo; Marmi, marmi bianchi o grigi, calcescisti; Dolomie e marmi dolomitici; Marmi a Megalodonti; Dolomie ad Orthoceras.	LP – Lapideo
Calcari ad Angulati; Formazione di Puglianella; Calcari grigi a selci chiare; Calcari grigio scuri a selci nere; Calcari selciferi; Calcari selciferi a Entrochi; Diaspri; Filladi inferiori; Maiolica; Scisti sericitici; Metaradiolariti e metacalcareniti a Nummuliti; Calcareniti a Nummuliti; Pseudomacigno; Porfiroidi e scisti porfirici; Rosso Ammonitico.	LPS - Lapideo stratificato
Arenarie di Monte Cervarola; Brecce a prevalenti elementi calcarei; Brecce a prevalenti elementi ofiolitici; Arenarie ofiolitiche; Argilliti scure tettonicamente deformate; Deformazioni	SFALS - Lapideo stratificato fratturato o alterato

profonde gravitative di versante; Argilliti di Fiumalbo Marne di Le Piastre; Scaglia Rossa.	
Arenarie di Monte Modino; Arenarie di Ponte Bratica; Macigno.	SFLPS - Alternanza di litotipi, stratificato fratturato o alterato

L'attribuzione delle varie classificazioni non ha creato particolari problemi, sia per quanto riguarda i depositi alluvionali che per le coltri detritiche. Proprio in merito alle coltri detritiche esse sono state suddivise secondo la loro composizione prevalente (argillosa o sabbiosa) in base ai caratteri delle formazioni che ne costituivano il substrato. Qualora un corpo detritico poggiasse su formazioni con caratteristiche differenti, si è tenuto conto del carattere della formazione posta morfologicamente a monte, privilegiando la componente legata alla gravità rispetto a quella eluviale.

Per quanto riguarda il substrato si è tenuto conto delle caratteristiche litologiche delle formazioni della Carta Geologica e Geomorfologica. Qualche difficoltà è stata rilevata nell'attribuzione del termine "*SF*" relativamente ai depositi alterati e fratturati:

- Le carte geologico tecniche allegate agli studi di Microzonazione Sismica dei vari Comuni sono state eseguite con criteri leggermente differenti a causa dell'evoluzione delle legende delle Istruzioni e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) ed alle differenti caratteristiche riscontrate nelle stesse formazioni in luoghi diversi. E' stato necessario quindi uniformare i criteri ed eseguire alcune semplificazioni per garantire l'omogeneità dei risultati.
- Si è stati incerti se classificare le *Deformazioni profonde gravitative di versante* come "SF" oppure tra le *Instabilità di Versante* come *Frane quiescenti*; è stata scelta la prima soluzione, privilegiando la componente composizionale dei materiali piuttosto che la genesi della loro messa in posto. Preme comunque far presente a questo proposito che in termini di pericolosità sismica, l'attribuzione all'una o all'altra categoria non comporta differenze dato che entrambe ricadono nella stessa classe di pericolosità.

La costruzione della carta si è basata sulla classificazione dei numerosi dati di sottosuolo e sull'analisi della morfologia di superficie; in particolare le coperture, a parte i depositi antropici, sono state suddivise in nelle seguenti categorie:

CL – Argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre – si tratta di terreni depostisi in ambiente di bassa energia (lacustre o palustre) prevalentemente argillosi.

ML Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose e argillose limi argillosi di bassa plasticità – in questa categoria sono stati classificati i materiali detritici di collina prevalentemente argillosi, provenienti dalla disgregazione delle formazioni argillitiche del substrato.

GM Ghiaia, miscela di ghiaia sabbia e limo – sono riferibili ad una sedimentazione alluvionale di media energia; in questa categoria sono compresi i depositi alluvionali terrazzati e i detriti con matrice grossolana provenienti dal disfacimento delle arenarie e dei

calcari del substrato.

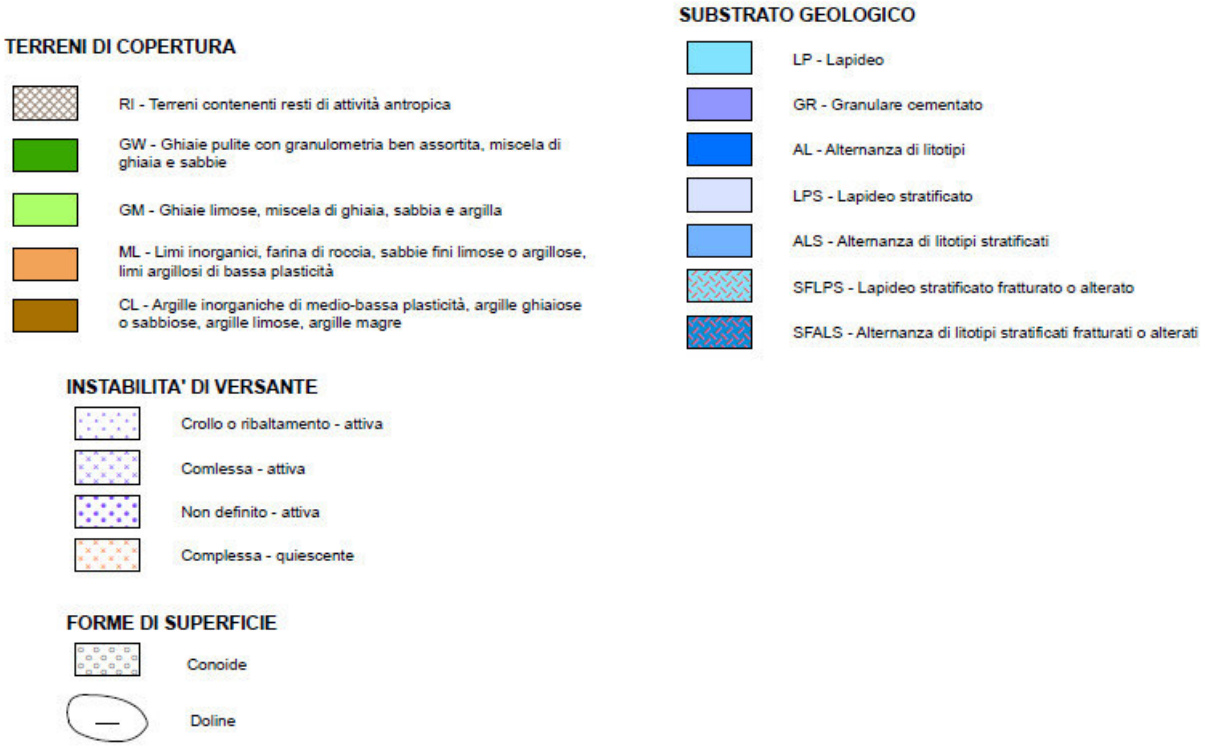
GW – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita: corrispondono a depositi fluviali di alta energia presenti nelle aree di fondovalle.

GR – Granulare cementato – ricadono in questa categoria le formazioni costituite prevalentemente da brecce e conglomerati nonché i depositi morenici.

ALS/AL - Alternanza di litotipi (stratificati/non stratificati): si tratta delle formazioni flyscioidi o in cui comunque sono presenti tipi litologici con marcate differenze composizionali.

LPS/LP – Lapideo (stratificato/non stratificato): sono riferibili alle formazioni lapidee generalmente caratterizzate da elevato grado di rigidezza.

SFALS/SFLPS - Lapideo stratificato/Alternanza di litotipi fratturato o alterato: in queste categorie sono state inserite le formazioni in cui le caratteristiche geomeccaniche risultano influenzate dal grado di fratturazione/alterazione.



Legenda della Carta Litologico Tecnica

6 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (Tavv. G3a-r)

La Carta di Pericolosità Geologica è stata redatta seguendo le prescrizioni del DPGR 25/10/11 n. 53/R.

Classe G1 (pericolosità bassa)

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciturali non costituiscono fattori predisponenti il verificarsi di processi morfoevolutivi.

Fanno parte di questa classe le aree subpianeggianti di fondovalle; corrispondono alle zone indicate nella Carta Geologica come: Alluvioni recenti e attuali; Spianate di origine fluviale con o senza depositi alluvionali; depositi alluvionali e colluviali di paleovalli.

Classe G2 (pericolosità media)

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

E' la classe in cui ricade genericamente tutto il territorio collinare e montano, quando non siano presenti elementi sfavorevoli che indichino una pericolosità maggiore. In particolare fanno parte di questa classe le aree di affioramento delle formazioni: Flysch a Elmintoidi; Arenarie di Ponte Bratica; Calcari di Groppo del Vescovo; Arenarie di Monte Cervarola; Arenarie di Monte Modino; Marne di Pontecchio; Macigno; Calcareniti a Nummuliti; Formazione di Puglianella; Brecce calcareo silicee; Maiolica; Diaspri; Calcari grigi a selci chiare; Marne a Posydonomya; Calcari grigio scuri a selci nere; Rosso Ammonitico; Calcare ad Angulati; Calcare Massiccio; Calcari e Marne a Rhaetavicula Contorta; Calcare Cavernoso; Gessi di Sassalbo; Pseudomacigno; Scisti Sericitici; Metaradiolariti e metacalcareniti a Nummuliti; Calcari selciferi a Entrochi; Diaspri; Calcari selciferi; Marmi; Brecce di Seravezza; Marmi a Megalodonti; Grezzoni; Formazione di Vinca; Dolomie ad Orthoceras; Porfiroidi e scisti porfirici; Filladi Inferiori; Serpentiniti; Gabbri; Basalti; Livelli di ciottoli di arenaria Macigno in matrice argillosa; Superfici subpianeggianti con suoli relitti; terre rosse residuali; Coltri detritiche prevalentemente sabbiose non acclivi.

Classe G3 (pericolosità elevata)

Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

Sono comprese in questa classe le aree con propensione al dissesto per motivi morfologici o litologici; con riferimento alla Carta Geologica e Geomorfologica in

particolare vi ricadono: Aree interessate da Frane Quiescenti e da Deformazioni gravitative profonde. Sono comprese in questa classe inoltre le aree di affioramento delle formazioni a prevalente composizione argillitica indipendentemente dal grado di acclività: Argille e Calcari; Complesso di base; Argilliti di Fiumalbo-Marne di Le Piastre; Scaglia Rossa. Rientrano infine in questa classe le aree di affioramento di: Depositi di conoide; Coltri detritiche prevalentemente argillose indipendentemente dall'acclività; Depositi morenici e fluvioglaciali; Terreni di riporto e discariche; Terreni argillosi acclivi; Terreni sabbiosi acclivi.

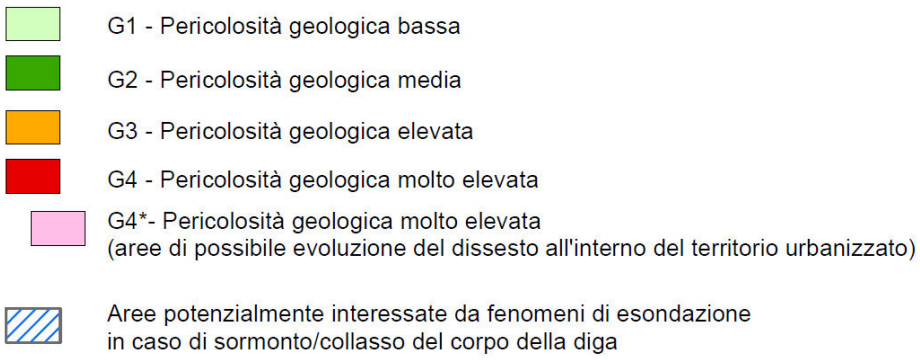
Classe G4 (pericolosità molto elevata)

Aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza, aree interessate da estesi fenomeni di soliflusso.

Sono compresi in questa classe i fenomeni morfologici attivi ed in particolare: Frane attive; Aree interessate da erosione laterale di sponda; Aree al bordo di terrazzi fluviali e di terrazzi morfologici in genere soggetti a possibili collassi o frane; Aree esposte a possibili fenomeni di crollo di distacco di massi. È stata inserita in questa classe anche l'area in dissesto in località il Bagno-Pra di Lama nel Comune di Pieve Fosciana, in cui è in atto un fenomeno di subsidenza oggetto di analisi geologico geotecniche di dettaglio.

Con apposita simbologia sono state cartografate le aree, che all'interno del territorio urbanizzato, costituiscono zone di possibile evoluzione dei fenomeni franosi attivi.

Sono state infine indicate le zone a valle dei principali paramenti dei bacini artificiali potenzialmente interessate da fenomeni di alluvione in caso di collasso dei corpi delle dighe. La perimetrazione si è basata su un'analisi morfologica largamente cautelativa ed ha la funzione di individuare delle zone di attenzione da indirizzare a specifiche norme nel Piano di Protezione Civile.



Legenda della Carta di Pericolosità Geologica

7 – MICROZONAZIONE E PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Ai sensi del Regolamento 53/R la zonazione della pericolosità sismica deriva dagli studi di Microzonazione Sismica che devono essere eseguiti secondo gli specifici criteri indicati dalle ICMS redatte in sede di Conferenza delle Regioni.

Nella tabella che segue è riportato lo stato di attuazione degli studi di MS di primo livello nei Comuni dell'Unione.

Studi di MS	Comuni
Approvati (n. 6)	Castelnuovo, Fabbriche di Vergemoli, Gallicano, Molazzana, Pieve Fosciana, Sillano Giuncugnano e Villa Collemandina
In corso (n. 2)	Castiglione e Fosciandora. Per questi Comuni è stata messa a disposizione la cartografia geologica ed i limiti delle aree di studio.
In fase di assegnazione (n. 5)	Camporgiano, Careggine, Minucciano, Piazza al Serchio e San Romano

Preme far presente che per i Comuni di Castelnuovo e Villacollemandina sono in corso gli studi di MS di Terzo Livello.

La stesura della zonazione di pericolosità sismica è stata eseguita secondo lo schema riportato di seguito:

Comuni con studi di MS approvati: la pericolosità è stata ricavata direttamente dalle Carte delle MOPS esistenti seguendo le indicazioni del 53/R;

Comuni con studi di MS in corso: è stata redatta una cartografia delle MOPS in modo speditivo, come carta derivata dalla Carta Litologico Tecnica; la carta di pericolosità è stata quindi derivata dalla carta delle MOPS.

Comuni privi di studi di MS: sono state definite le aree su cui estendere le indagini facendo riferimento al perimetro del Territorio Urbanizzato ed alle indicazioni presenti nel bando per l'assegnazione degli studi di MS. All'interno di queste aree sono state poi eseguite complessivamente n. 20 misure di rumore HVSR sulla base delle quali è stata redatta la Carta delle Frequenze; successivamente è stata redatta la Carta delle MOPS e da questa è stata derivata la carta di pericolosità.

E' evidente che, ad eccezione dei Comuni con studi approvati, per tutti gli altri la carta di pericolosità sismica redatta in questa fase è da considerarsi come un elaborato preliminare, che dovrà essere aggiornato una volta che saranno completati gli studi di MS.

Nei paragrafi che seguono vengono descritte le metodologie utilizzate per la redazione della carta delle Frequenze e delle MOPS.

7.1 – Carta delle Frequenze (Tavv. G4.1-4.4)

Come detto questa carta è stata redatta per i soli Comuni di Camporgiano, Careggine, Minucciano, Piazza al Serchio e San Romano. Complessivamente sono state eseguite n. 20

misure di rumore che forniscono una base di partenza per gli studi attualmente in fase di assegnazione nel corso dei quali verranno eseguite certamente un numero significativamente maggiore di indagini. Per questo motivo nel titolo della carta è stata riportata la dicitura *Versione Preliminare*.

Delle 20 misure H/V, n. 4 sono state eseguite direttamente sul substrato roccioso e le restanti n. 16 su affioramenti costituiti da terreni di copertura quali accumuli di frana, detriti ed alluvioni.

Di seguito viene riportata una scheda sintetica sui risultati ottenuti.

	N. Misure	**Note sulla frequenza (F_0)**	**Note sull'ampiezza (A)**
Su substrato	4	n. 2 prive di picco	
		n.2 entro **F_0 1~10 Hz**	n. 1 A>3
Su copertura (Accumuli di frana/alluvioni/detrito)	16	9 senza picco	
		n.5 entro **F_0 1~10 Hz**	n. 4 A>3
		n.2 **F_0 >10 Hz**	n. 1 A>3

In sintesi:

- Delle 4 misure eseguite su roccia n. 2 sono risultate prive di picco e le altre due presentano picchi di frequenza F0 compresi nell'intervallo critico per le normali strutture edilizie (F0 1~10 Hz). La presenza di valori di F0 entro 1-10 Hz può essere riferita alla presenza di un *cappellaccio* di alterazione con spessore significativo.
- Delle 16 misure eseguite su terreni di copertura n. 9 sono risultate prive di picco; per le rimanenti, mentre n. 5 presentano picchi di frequenza F0 compresi nell'intervallo critico per le normali strutture edilizie (F0 1~10 Hz). Le restanti 2 mostrano invece picchi F0 > 10 Hz. Il fatto che la maggioranza delle misure eseguite risulti priva di picco è ragionevolmente da mettere in relazione con la sovrastima dell'estensione delle aree di copertura, con particolare riferimento ai depositi franosi, dato peraltro già discusso a proposito della Carta Geologica e Geomorfologica.

Generalmente la qualità dei dati è piuttosto scadente, come d'altra parte capita frequentemente in territorio collinare e montano per la presenza di effetti 2D dovuti a morfologie sepolte. Spesso infatti sono stati rilevati problemi di direzionalità e le componenti orizzontali hanno presentano talora valori non omogenei.

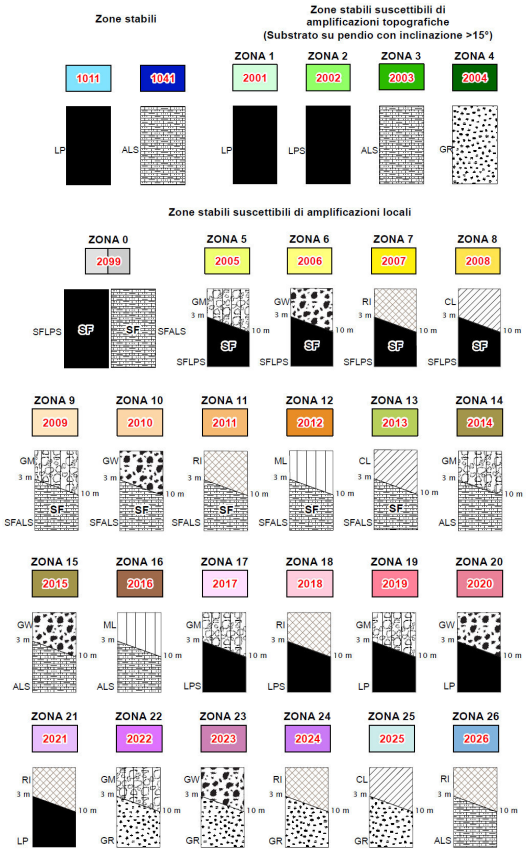
Sigla Misura	Comune	Ampiezza	F_0 (Hz)	Note
1	San Romano in G.na			NP
2	San Romano in G.na			NP
3	San Romano in G.na	5.23	10.94	2° picco a 1.55 Hz con A = 3
4	San Romano in G.na	3.00	9.38	
1	Camporgiano			NP
2	Camporgiano	2.56	3.44	
3	Camporgiano			NP
4	Camporgiano			NP
5	Camporgiano	2.86	9.91	
1	Piazza al Serchio	2.81	3.31	Componenti orizzontali non perfettamente coerenti
2	Piazza al Serchio			NP
3	Piazza al Serchio	4.08	4.28	Componenti orizzontali non perfettamente coerenti
4	Piazza al Serchio			NP
1	Minucciano			NP
2	Minucciano			NP
3	Minucciano	2.47	17.81	
4	Minucciano			NP
5	Minucciano			NP
1	Careggine	3.66	4.97	
2	Careggine	3.13	9.53	Misura affetta da rumore orientato

Tabella riassuntiva delle indagini HVSR riportate nella Carta delle Frequenze di Tav. G4.

7.2 – Carta delle MOPS (Tavv. G5.1-5.4)

Questa carta è stata redatta per i Comuni privi di studi di MS approvati e quindi i cinque per i quali gli studi sono in corso di assegnazione (Camporgiano, Careggine, Minucciano, Piazza al Serchio e San Romano) ed i restanti due per i quali gli studi sono attualmente in corso di esecuzione (Castiglione e Fosciandora). La necessità di eseguire una carta delle MOPS, evidentemente in versione preliminare, anche per Castiglione e Fosciandora dipende dalla impossibilità di redigere una Carta della Pericolosità Sismica senza questo elaborato. Né i termini contrattuali con l'Unione dei Comuni relativamente all'incarico per il Piano Strutturale consentivano dilazioni nella consegna di alcune cartografie in attesa del completamento degli studi di MS.

Il territorio è stato suddiviso nelle seguenti zone omogenee:



Legenda della carta delle MOPS

Zone stabili

Si tratta di un numero limitato di aree in cui il substrato litoide risulta affiorante su superfici morfologiche subpianeggianti (inclinazione media <15°).

Zone stabili suscettibili di amplificazioni topografiche

Comprende le **Zone 1-4** in cui il substrato litoide risulta affiorante su superfici morfologiche inclinate (>15°).

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

Zona 0 – Comprende le aree di affioramento di SFLPS e di SFALS prive di terreni di copertura.

Zone 5-8 – aree con depositi di copertura su substrato LPS. La copertura è costituita per le varie zone rispettivamente da GM, GW, RI e CL; gli spessori delle coperture sono stimati tra m 3 e m 10.

Zone 9-13 – aree con depositi di copertura su substrato SFALS. La copertura è costituita per le varie zone rispettivamente da GM, GW, RI e CL; gli spessori delle coperture sono stimati tra m 3 e m 10.

Zone 14-16 – aree con depositi di copertura su substrato ALS. La copertura è costituita per le varie zone rispettivamente da GM, GW e ML; gli spessori delle coperture

sono stimati tra m 3 e m 10.

Zone 17-18 – aree con depositi di copertura su substrato LPS. La copertura è costituita per le varie zone rispettivamente da GM e RI; gli spessori delle coperture sono stimati tra m 3 e m 10.

Zone 19-21 – aree con depositi di copertura su substrato LP. La copertura è costituita per le varie zone rispettivamente da GM, GW e RI; gli spessori delle coperture sono stimati tra m 3 e m 10.

Zone 22-25 – aree con depositi di copertura su substrato GR. La copertura è costituita per le varie zone rispettivamente da GM, GW, RI e CL; gli spessori delle coperture sono stimati tra m 3 e m 10.

Zona 26 – aree con depositi di copertura su substrato ALS. La copertura è costituita da RI; gli spessori sono stimati tra m 3 e m 10.

Zone di attenzione per instabilità

Zone di attenzione per instabilità di versante attiva – comprende le aree interessate da frane attive

Zone di attenzione per instabilità di versante quiescente – comprende le aree interessate da frane quiescenti

Zone di attenzione per faglie attive e capaci – comprende un buffer di 400 metri intorno alle faglie attive e capaci. L'individuazione delle faglie capaci è stata ricavata dal Catalogo Ithaca accessibile dal portale dell'Ispra.

Zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti – corrisponde alle aree in cui sovrappongono le zone di instabilità di versante (attive e quiescenti) con il buffer delle faglie capaci.

Forme di superficie

Conoide alluvionale – corrisponde alle aree di conoide riportate nella Carta Geologica ed in quella Geologico Tecnica.

Per quanto riguarda la liquefazione, gli studi di MS approvati non segnalano questo tipo di fenomeno tra le aree di attenzione per instabilità; per quanto riguarda i Comuni privi di MS, i litotipi individuati non rientrano fra quelli qualitativamente soggetti a fenomeni di addensamento in occasione di eventi sismici. Anche i depositi alluvionali presenti nei fondovalle sono infatti caratterizzati da una eterogeneità granulometrica piuttosto spinta. Tra i dati di sottosuolo raccolti sono stati analizzati i pochi grafici granulometrici dei campioni indisturbati nei sondaggi VEL. In sintesi nella quasi totalità dei casi le curve granulometriche sono molto al di fuori dei fusi granulometrica tipici dei fenomeni di liquefazione.

Per i motivi sopra esposti questa voce non risulta rappresentata nella Carta delle MOPS.

7.3 – Carta della Pericolosità sismica (Tavv. G6a-r)

In termini metodologici i criteri di redazione della carta di pericolosità sismica sono definiti nel 53/R; in sintesi nella quasi totalità dei casi questa carta è una trasposizione della carta delle MOPS, in quanto questa già riassume gli elementi litostratigrafici e geosismici necessari per la definizione della pericolosità.

Il territorio del sistema insediativo è stato suddiviso nelle quattro classi indicate dalla normativa.

Classe S1 – **Pericolosità bassa**

Comprende le zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica. In altre parole in questa classe ricadono le aree comprese nelle Zone Stabili delle MOPS corrispondenti al substrato stabile con pendenza < 15°.

Classe S2 – Pericolosità media

Comprende le zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3). Nello specifico ricadono in questa classe le sole aree di affioramento del substrato stabile con pendenza >15°.

Classe S3 - Pericolosità elevata

Vi sono comprese le zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Ricadono in questa classe:

- Le aree interessate da frane quiescenti riportate nella carta Litologico Tecnica.
- Le zone comprese nel buffer di 400 metri intorno alle faglie capaci.
- Le zone suscettibili di amplificazioni locali in cui sia stato registrato un alto contrasto di impedenza. Nel nostro caso queste aree corrispondono alle zone di affioramento delle coperture su qualsiasi tipo di substrato; nella quasi totalità dei casi infatti i depositi di copertura presentano spessori piuttosto modesti e danno origine ad elevati contrasti di impedenza con frequenze di picco f0 comprese nella finestra compresa fra 1 e 10 Hz, considerata comunemente critica per l'edilizia nel

nostro territorio. Limitatamente alla frazione di Villa, nel Comune di Villacollemandina, in sede di studi di MS1 sono state individuate alcune aree (zone 14-18 ed alla zona 41) in cui il substrato roccioso risultava molto profondo ed in cui le misure di frequenza indicavano valori di picco f0 <1 hz; i successivi studi di Microzonazione di terzo livello (in fase di completamento) hanno però segnalato in queste aree valori di Fa sempre maggiori di 1.5, considerato nella prassi il valore soglia per l'ingresso nella Classe di pericolosità sismica S3.

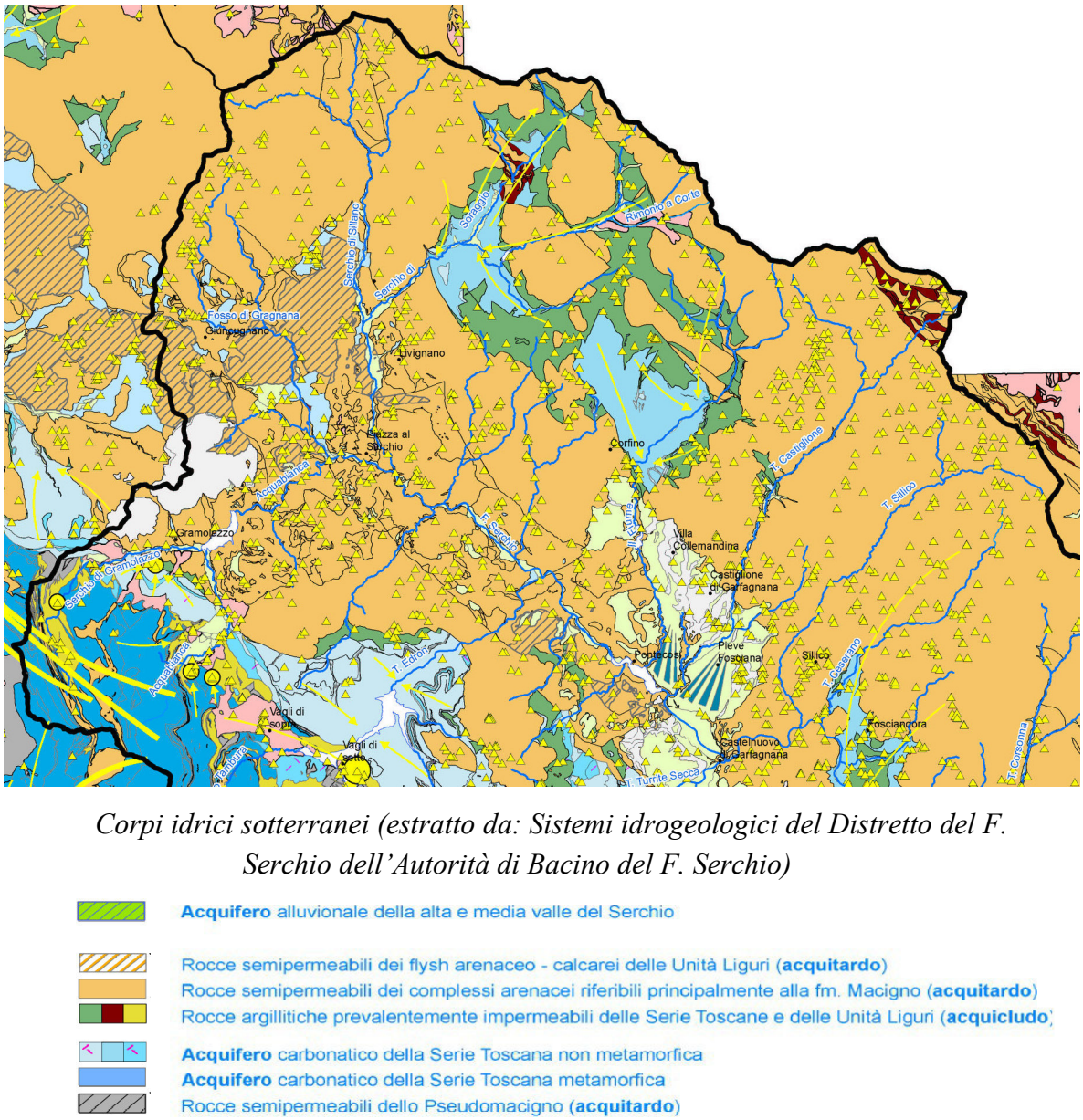
Classe S4 - Pericolosità molto elevata

Comprende le zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; ricadono in questa classe le aree interessate da frane attive.

8 – SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

8.1 – Aspetti generali

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, il territorio dell'Unione presenta caratteri molto diversi: dalle formazioni sostanzialmente impermeabili del Dominio Ligure, fino ai grandi acquiferi carbonatici del Dominio Toscano. La figura che segue riporta in modo sintetico la distribuzione dei vari corpi idrici sotterranei in base alla loro natura; come si vede la classificazione comprende gli acquiferi carbonatici della Serie Toscana Metamorfica e non metamorfica, le rocce semipermeabili delle formazioni arenacee e calcareo arenacee e le rocce impermeabili caratterizzate da valori di porosità secondaria molto bassi.



Corpi idrici sotterranei (estratto da: Sistemi idrogeologici del Distretto del F. Serchio dell'Autorità di Bacino del F. Serchio)

Acquifero alluvionale della alta e media valle del Serchio

Rocce semipermeabili dei flysh arenaceo - calcarei delle Unità Liguri (**acquitardo**)
Rocce semipermeabili dei complessi arenacei riferibili principalmente alla fm. Macigno (**acquitardo**)
Rocce argillitiche prevalentemente impermeabili delle Serie Toscane e delle Unità Liguri (**acquicludo**)

Acquifero carbonatico della Serie Toscana non metamorfica
Acquifero carbonatico della Serie Toscana metamorfica
Rocce semipermeabili dello Pseudomacigno (**acquitardo**)

Gli acquiferi di maggiore importanza sono naturalmente quelli carbonatici ubicati in due aree geograficamente distinte (a nordest nei Comune di Villacollemandina e Sillano Giuncugnano ed a sud ovest nei Comuni di Gallicano, Molazzana, Fabbriche di Vergemoli e Minacciano); la ricchezza di questa risorsa è il frutto della combinazione di una piovosità molto intensa, come discusso al paragrafo 3, e delle litologie carbonatiche, con fenomeni di carsismo talora spettacolari, caratterizzate da permeabilità molto elevate che consentono alte percentuali di infiltrazioni delle acque di pioggia. La particolare qualità di questi acquiferi è testimoniata dall'elevato numero di punti di captazione ad uso acquedottistico (complessivamente n. 250) molti dei quali con portate elevate e molto elevate.

8.2 – Carta delle problematiche idrogeologiche (Tavv. G7a-r)

La valutazione della vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee è uno dei metodi essenziali per la programmazione territoriale. Questa valutazione, infatti, consente:

- una corretta pianificazione territoriale, favorendo l'ubicazione di infrastrutture e di attività potenzialmente inquinanti nelle aree di minore vulnerabilità;
- una valutazione del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee, confrontando la vulnerabilità delle falde con le attività potenzialmente inquinanti attualmente presenti o previste sul territorio;
- una corretta applicazione delle aree di salvaguardia dall'inquinamento delle opere di captazione delle acque destinate al consumo umano, secondo il Decreto Legislativo 152/06.

Vi sono varie definizioni di **vulnerabilità**; qui ricordiamo la seguente: *attitudine di una falda ospitata in un acquifero ad ingerire e diffondere un inquinante, idroveicolato o fluente in fase a sé, sversato alla superficie del terreno od in corsi d'acqua superficiali.*

In parole più semplici, il grado di vulnerabilità ci dice se e quanto le acque sotterranee sono naturalmente protette dall'inquinamento eventualmente prodotto in superficie, e quanto può diffondersi nella falda un inquinante che l'abbia raggiunta.

Si tratta pertanto di una *vulnerabilità intrinseca*, funzione solo delle caratteristiche naturali del sistema idrogeologico. La vulnerabilità così definita potrà essere completata e dettagliata per aree e/o situazioni particolari (per esempio in fase di redazione del Piano Operativo) associando alla zonazione di vulnerabilità intrinseca l'ubicazione e la tipologia dei centri di pericolo e la mappatura della qualità dell'acqua di falda (con la definizione di aree dove la concentrazione di specie inquinanti supera quella massima ammissibile), in questo caso verrà elaborata la carta della *vulnerabilità integrata*.

La Carta della Vulnerabilità delle Tavv. G7 è stata elaborata utilizzando i dati disponibili; fornisce una zonizzazione *qualitativa* del grado di vulnerabilità. E' stato utilizzato il metodo *"per complessi e situazioni idrogeologiche" o "naturale"* che parte dal presupposto di individuare domini idrogeologici caratterizzati da condizioni più o meno uniformi in relazione al movimento degli inquinanti nel sottosuolo. Ne deriva che i dati di partenza sono stati: la situazione litologica del territorio, i dati litostratigrafici di sottosuolo

e i dati di produzione dei vari acquiferi.

Trattandosi principalmente di rocce litoidi, il principio di base è stato che la vulnerabilità dipende direttamente dal grado di permeabilità; in questo contesto infatti non sono prevedibili quei meccanismi di interazione dovuti alla sovrapposizione tra acquiferi ed acquicludi tipici dei sistemi idrogeologici di pianura.

Per la classificazione si è tenuto conto del fatto che, oltre alle rocce litoidi, sono presenti anche dei terreni sciolti, derivati da fenomeni gravitativi (coperture detritiche, corpi di frana) e alluvionali (depositi di fondovalle), che sono sede di falde acquifere talora non trascurabili.

Il territorio è stato quindi suddiviso in base al **Grado di Vulnerabilità degli Acquiferi**:

Molto alto: le falde contenute nei depositi alluvionali di fondovalle e negli acquiferi carbonatici sono estremamente vulnerabili all'inquinamento da parte di eventuali sversamenti in superficie. Il rischio di inquinamento riguarda essenzialmente le sorgenti alimentate da queste falde ed i pochi pozzi scavati in questi terreni.

Alto: i calcari delle formazioni geologiche affioranti in queste aree hanno alta permeabilità per fratture e carsismo. Sono inseriti in questa classe i depositi di copertura a permeabilità primaria molto elevata. Un eventuale inquinante può arrivare facilmente alla sorgente o ai pozzi in zone anche non vicine.

Medio: le formazioni litoidi che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da arenarie o calcari marnosi, hanno una permeabilità media per fratture. Rientrano in questa classe le aree in frana ed altri depositi di copertura con permeabilità primaria media. Un inquinamento consistente può raggiungere la rete idrica sotterranea ed inquinare le sorgenti alimentate.

Basso: la permeabilità medio-bassa delle unità litologiche affioranti rende basso il rischio che un inquinante disperso in superficie raggiunga le sorgenti di bassa portata alimentate dalla modesta rete idrica.

Molto basso: in queste zone le formazioni geologiche, composte prevalentemente da argilliti, hanno permeabilità nulla e quindi non contengono falde idriche di qualche interesse e non consentono l'infiltrazione di sostanze contaminanti agli acquiferi eventualmente sottostanti. Tuttavia un inquinante sparso in superficie può essere trasportato facilmente, dalle acque di ruscellamento superficiale, agli eventuali acquiferi delle aree confinanti topograficamente più basse.

La corrispondenza tra le formazioni geologiche ed il grado di vulnerabilità è sintetizzata nella tabella che segue.

Per i punti di captazione ad uso acquedottistico indicati in carta, è stata indicata la zona di rispetto di raggio pari a 200 metri secondo quanto indicato dal Decreto Legislativo 152/06.

Grado di vulnerabilità	**Unità stratigrafiche**
V Molto Basso	Depositi palustri; Marne a Posidonomya; Scaglia Rossa; Argilliti di Fiumalbo-Marne di Le Piastre; Marne di Pontecchio; Olistostroma; Argilliti scure tettonicamente deformate con clasti ed olistoliti ofiolitici (Serpentiniti; Basalti); Scisti sericitici; Metacalcareniti a Nummuliti; Argille e Calcari.
IV Basso	Argille e argille sabbiose con intercalazioni di lignite. Sabbie e ghiaie; Coltri detritiche a prevalenza di argille; Brecce Calcareo Silicee; Calcareniti a Nummuliti; Filladi inferiori; Formazione di Vinca; Pseudomacigno; Porfiroidi e scisti porfirici.
III Medio	Corpi di frana attivi e quiescenti; Depositi alluvionali terrazzati; Livelli di ciottoli di arenaria Macigno in matrice argillosa; Ciottoli a prevalenti elementi di Macigno; Ghiaia e conglomerati con livelli di sabbie, limi e argille; Depositi morenici e fluvioglaciali; Depositi alluvionali e colluviali di paleovalli; Superfici subpianeggianti con suoli relitti; Terre rosse residuali; Macigno; Formazione di Puglianella; Arenarie di Monte Modino/Le Lari; Arenarie di Ponte Bratica; Brecce di Seravezza; Scisti a cloritoide; Flysch a Elmintoidi; Calcari di Groppo del Vescovo.
II Alto	Detrito prevalentemente sabbioso; Depositi antropici; Coni di deiezione alluvionale e coni di origine mista; Calcari ad Angulati; Calcari e Marne a Rhaetavicula Contorta; Calcari grigi a selci chiare; Calcari grigio scuri a selci nere; Calcari selciferi; Calcari selciferi a Entrochi; Diaspri; Gessi di Sassalbo; Maiolica; Marne diasprine; Dolomie ad Orthoceras; Rosso Ammonitico.
I Molto Alto	Alluvioni recenti e attuali; Calcare Cavernoso; Calcare Massiccio; Marmi; Ravaneti; Marmi a Megalodonti; Grezzoni.

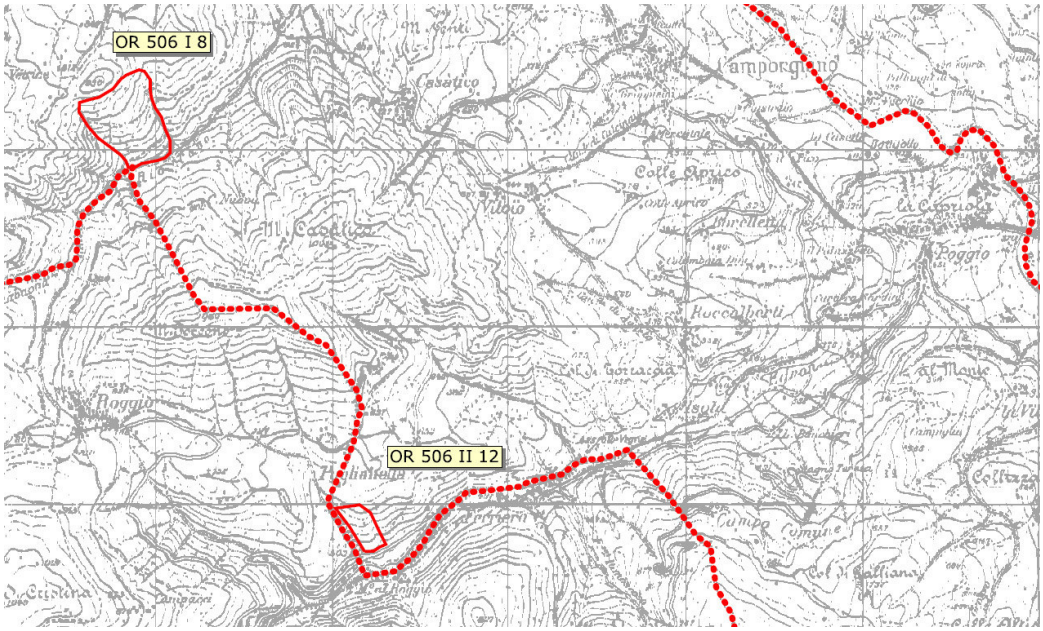
9 – ATTIVITA' ESTRATTIVE

L'attività estrattiva ha un ruolo importante nel territorio dell'Unione sia in termini ambientali che economici; il Piano Regionale per le Attività Estrattive (Praer) indica alcune aree riconosciute come risorse lapidee suscettibili di attività estrattiva; nelle figure che seguono sono riportate le zone così individuate dalla cartografia regionale per il territorio dell'Unione ed in particolare nei Comuni di Castelnuovo, Fosciandora, Camporgiano, Molazzana, Piazza al Serchio e Villacollemandina. Per quanto riguarda invece il Comune di Minucciano, la perimetrazione delle aree con potenzialità estrattive è riportata nel Piano del Parco delle Apuane, relativo alle specifiche risorse del bacino marmifero. L'individuazione e la perimetrazione delle risorse non tiene conto della presenza di vincoli ostativi all'attività estrattiva o di condizionamenti determinati dall'applicazione delle normative vigenti.

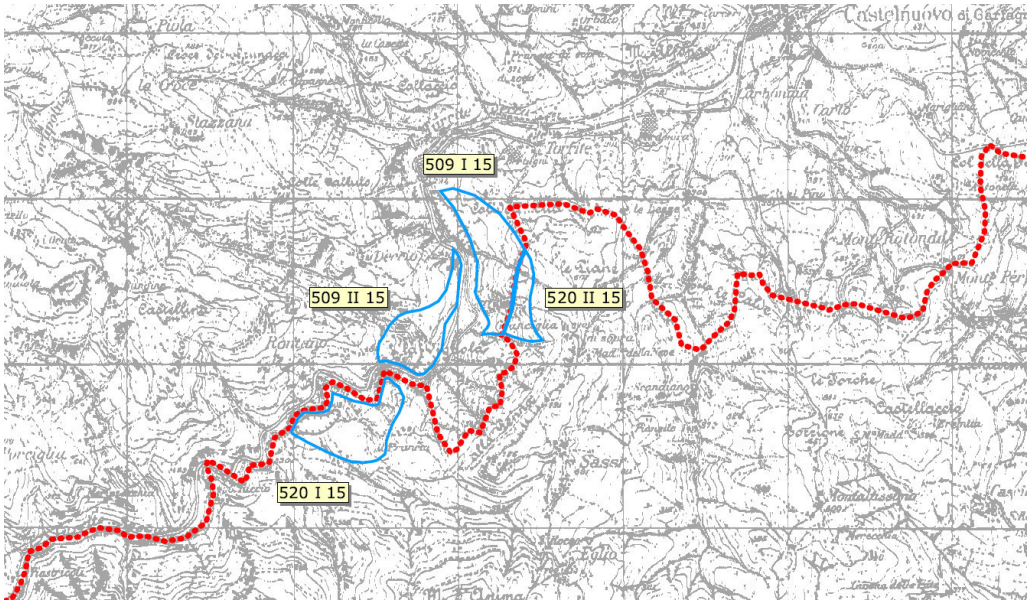
Allo stato attuale risultano attive n. 6 cave come indicate nella tabella che segue.

Risulta che le prime quattro trattano materiali calcarei per usi industriali, mentre in quelle nel Comune di Minucciano, è in atto l'escavazione del marmo apuano.

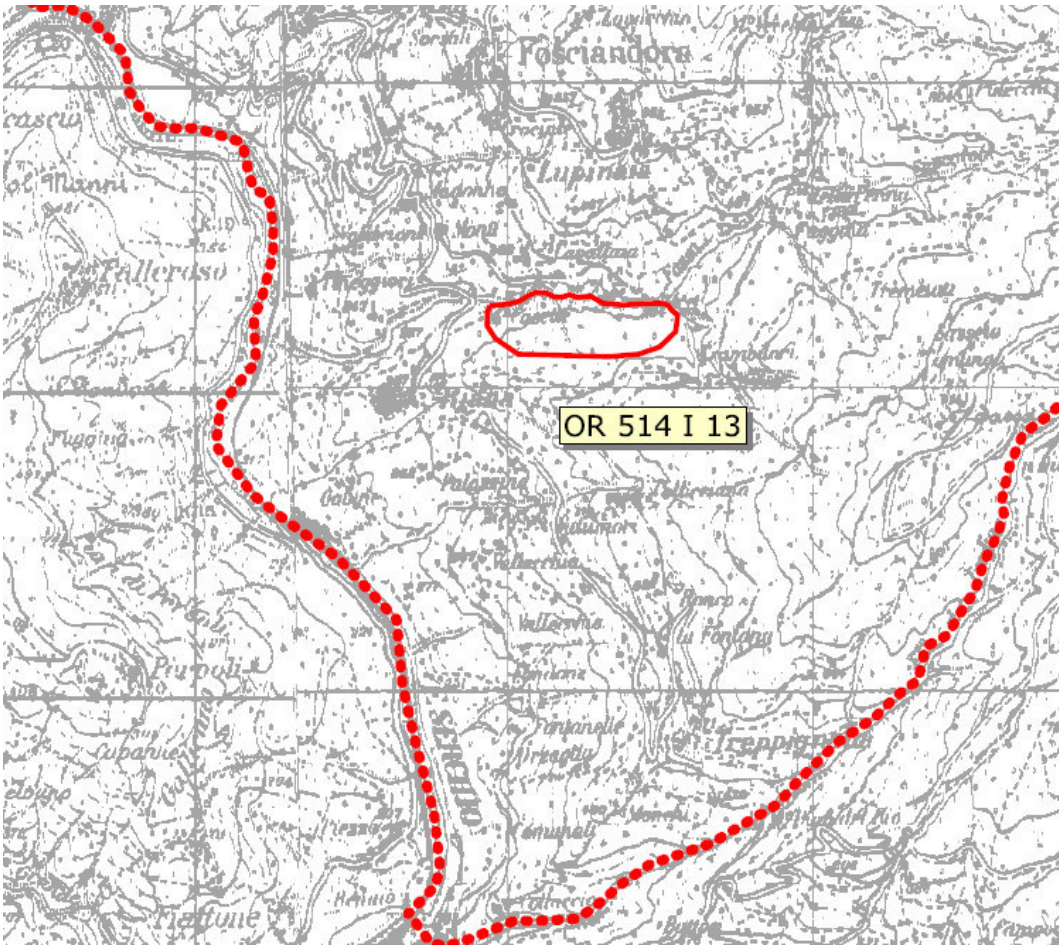
Comune	Nome	Uso
Villacollemandina	Tre Valli di Sassorosso	Usi industriali e per costruzioni ed opere civili
Molazzana	Molino dei Sassi	
Castelnuovo G.na	Pratorotondo	
Castelnuovo G.na	Boscaccio	
Minucciano	Società Apuana (n. 2 aree)	Pietre ornamentali



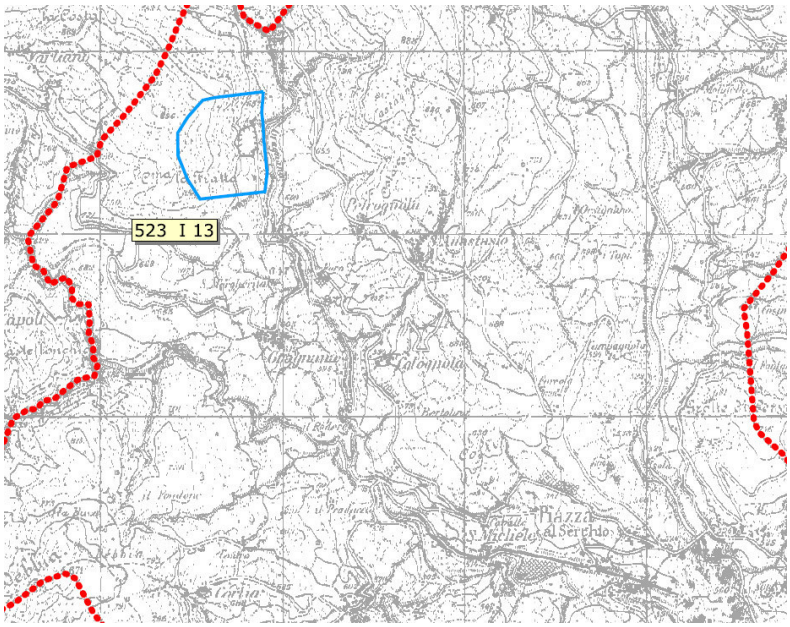
Carta delle Risorse – Comune di Camporgiano



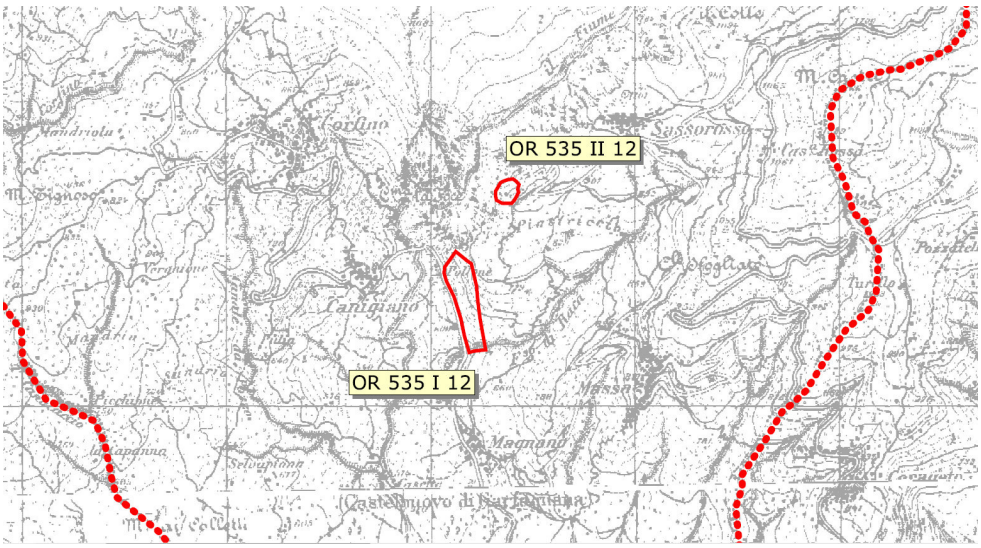
Carta delle Risorse – Comuni di Castelnuovo e Molazzana



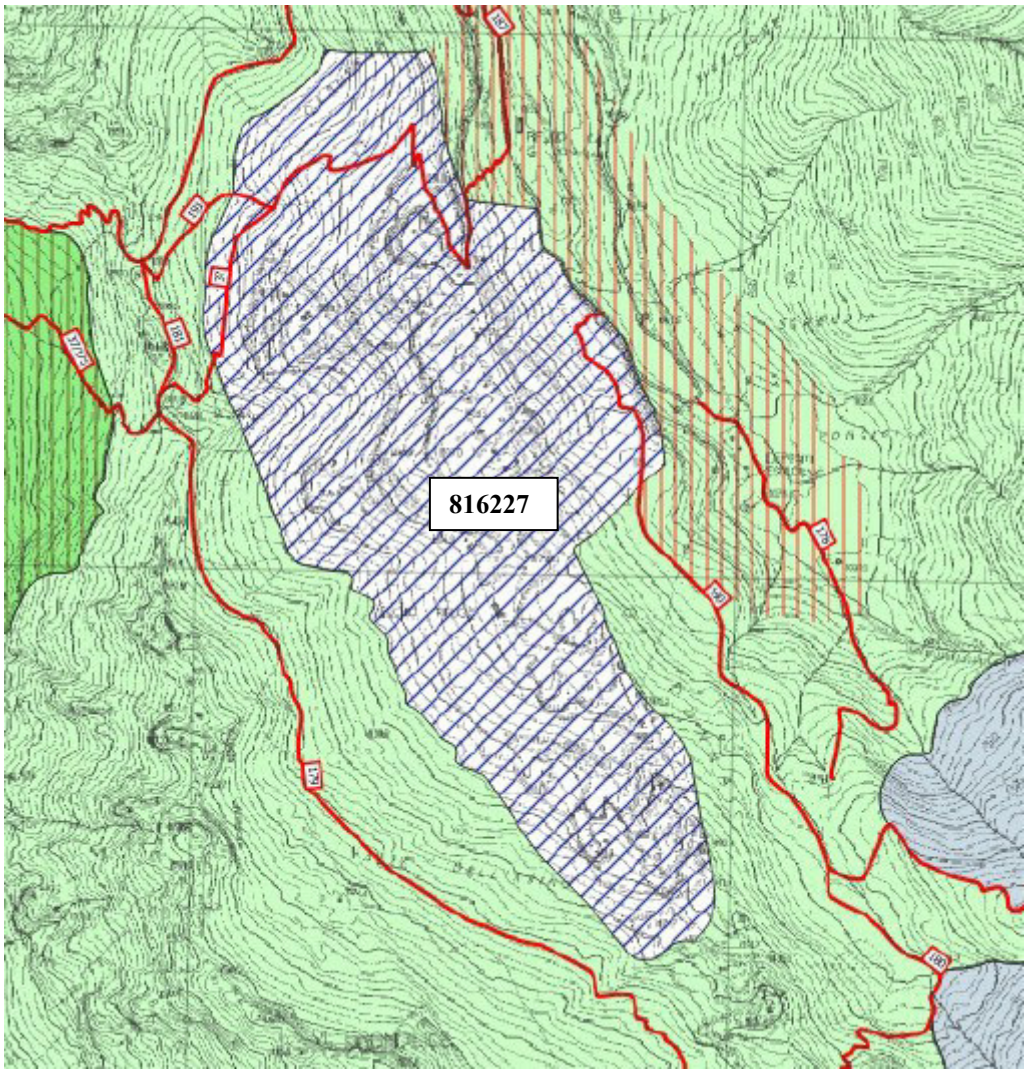
Carta delle Risorse – Comune di Fosciandora



Carta delle Risorse – Comune di Piazza al Serchio

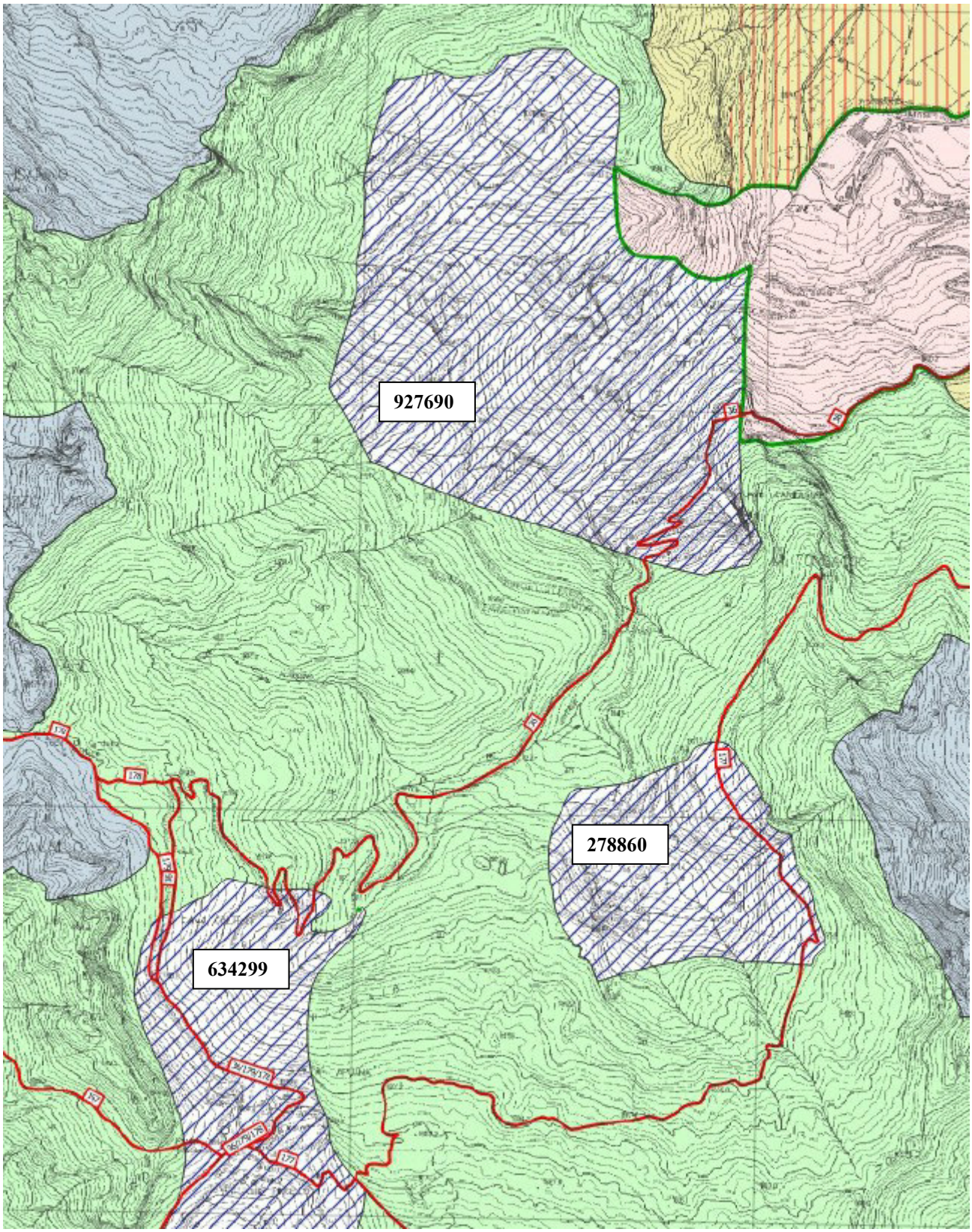


Carta delle Risorse – Villacollemandina



Parco Apuane – Piano per il parco
"Stralci d'approfondimento relativi alla perimetrazione e alla zonizzazione"
Allegato "2.1.b8" alla deliberazione del consiglio direttivo n. 21 del 30 novembre 2016

(estratto della sezione n.0249070 – Gorfigliano)
Comune di Minucciano



(estratto della sezione n.0249070 – Gorfigliano)
Comune di Minucciano

10 – DIRETTIVE PER LA FORMAZIONE DEL PIANO OPERATIVO

10.1 – Pericolosità e fattibilità

Ai sensi del DPGR.n.53/R/11 in attuazione dell'Art. 104 della L.R. n. 65/14 lo studio geologico di supporto al Piano Strutturale definisce le caratteristiche di pericolosità del territorio dei Comuni. In particolare definisce la pericolosità geologica, idraulica e sismica sulla base degli aggiornamenti delle cartografie geologiche del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale, degli studi di Microzonazione Sismica e delle analisi idrologico-idrauliche di dettaglio condotte specificatamente sul reticolo idrografico principale.

10.2 - Prevenzione del rischio dovuto alle problematiche geologiche

La Carta della Franosità (TAV.H) individua zone soggette alla vincolistica del PAI dell'Autorità di Bacino del F. Serchio. Gli interventi edilizi ed urbanistici sono soggetti alle relative NTA.

La Carta della Pericolosità Geologica (TAV.G3) individua zone omogenee del territorio all'interno delle quali si evidenziano i fattori geologici e geomorfologici, strutturali e dinamici, che si configurano come condizioni predisponenti il dissesto idrogeologico. Qualsiasi azione di trasformazione dei caratteri geomorfologici del suolo dovrà tenere in debita considerazione le problematiche geologiche individuate all'interno di ciascuna area secondo la classificazione della Carta di pericolosità Geologica delle Tavv. G3.

Il Piano Operativo dovrà definire:

- una classificazione di fattibilità per tutti gli interventi ammessi dal PO sulla base del rapporto tra il grado di pericolosità dell'area di intervento e la vulnerabilità delle realizzazioni previste;
- le necessarie prescrizioni da associare ad ogni classe di fattibilità tenendo conto degli indirizzi previsti nel DPGR.n.53/R/11 al punto 3.2;
- la conformità delle previsioni edilizie ed urbanistiche alle NTA del PAI vigente con particolare riferimento all'art.11 di dette norme.

10.3 - Prevenzione del rischio dovuto alle problematiche idrauliche

La Carta della Pericolosità Idraulica (TAV. I4) individua zone omogenee del territorio soggette ad allagamenti per eventi di piena con diversi tempi di ritorno sulla base degli esiti degli studi idraulici di dettaglio e sulla base di analisi geomorfologiche. Qualsiasi intervento ammesso dal Piano Operativo che possa prevedere un nuovo impegno di suolo e/o la significativa trasformazione dello stesso dovrà tenere in debita considerazione le problematiche idrauliche individuate all'interno di ciascuna area secondo la classificazione riportata nella Carta di Pericolosità Idraulica di cui alla Tav. I4.

Il Piano Operativo dovrà definire:

- una classificazione di fattibilità per tutti gli interventi ammessi dal PO sulla base del rapporto tra grado di pericolosità dell'area di intervento e la vulnerabilità delle realizzazioni previste;
- le necessarie prescrizioni da associare ad ogni classe di fattibilità tenendo conto degli indirizzi previsti nel DPGR.n.53/R al punto 3.2.
- i criteri progettuali per limitare gli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli;
- i criteri applicativi per le procedure di compensazione dei maggiori volumi di acque meteoriche prodotti dalla impermeabilizzazione dei suoli e dalle trasformazioni morfologiche attuate per la messa in sicurezza delle nuove realizzazioni;
- le condizioni per utilizzare, ai fini degli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, le aree inserite in Classe I4t* mediante approfondimenti basati su analisi geomorfologiche e/o idrauliche di dettaglio.
- la conformità delle previsioni edilizie ed urbanistiche alle NTA del PAI vigente con particolare riferimento all'art.19 di dette norme.

10.4 - Prevenzione del rischio dovuto alle problematiche sismiche

La Carta Della Pericolosità Sismica (Tav. G6) elaborata sulla base degli studi di MS, riporta l'articolazione delle classi di pericolosità sismica per i principali centri abitati del territorio dell'Unione.

Il Piano Operativo dovrà definire:

- una classificazione di fattibilità per tutti gli interventi ammessi dal PO sulla base del rapporto tra grado di pericolosità dell'area di intervento e la vulnerabilità delle realizzazioni previste;
- le necessarie prescrizioni da associare ad ogni classe di fattibilità tenendo conto degli indirizzi previsti nel DPGR.n.53/R al punto 3.2.

10.5 - Prevenzione del rischio idrogeologico

La Carta delle Problematiche Idrogeologiche (Tav.G7) individua differenti areali di vulnerabilità delle acque sotterranee rispetto ai quali è necessario attuare azioni di tutela e di salvaguardia in relazione alla possibilità di inquinamento.

Il Piano Operativo dovrà prevedere specifiche normative per la salvaguardia della risorsa idrica mediante valutazione dell'impatto di attività particolarmente inquinanti nonché la verifica delle previsioni edilizie ed urbanistiche nei confronti del Piano di Gestione delle acque del Distretto Idrografico Pilota del Fiume Serchio.

Appendice

Report misure HVSR

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAMPORGIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

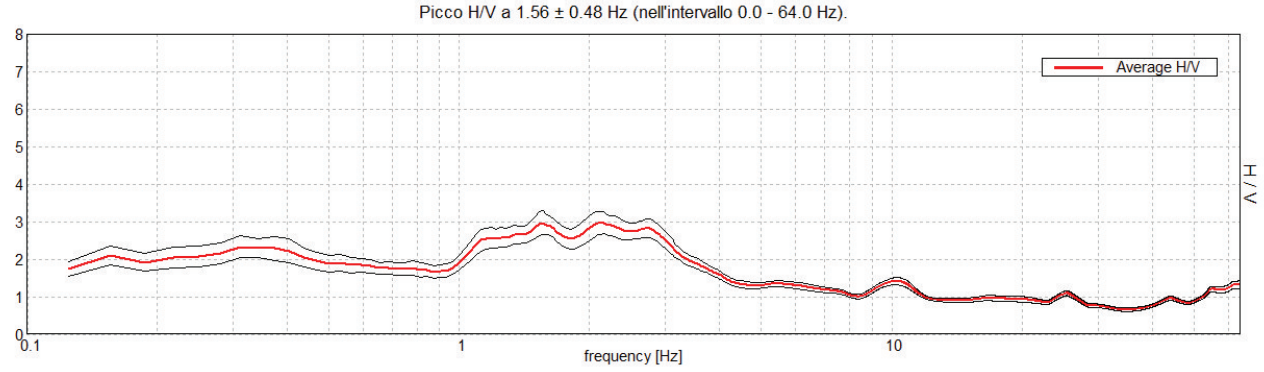
Indagini HVSR

MISURA N. 1

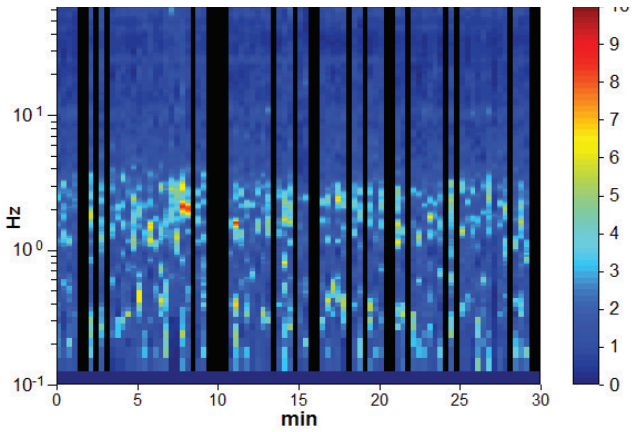
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 14:04:52 Fine registrazione: 20/07/17 14:34:52
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00''. Analizzato 74% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

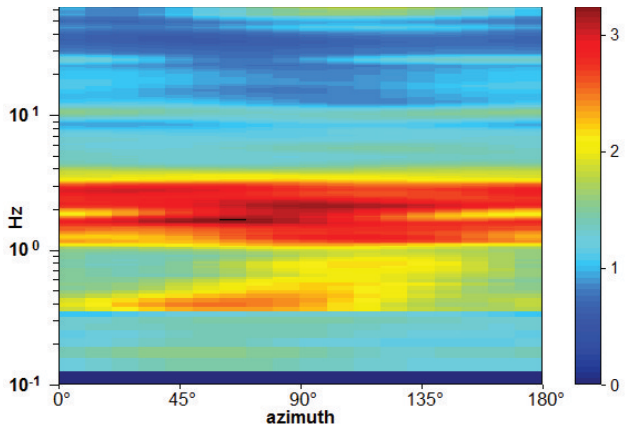
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



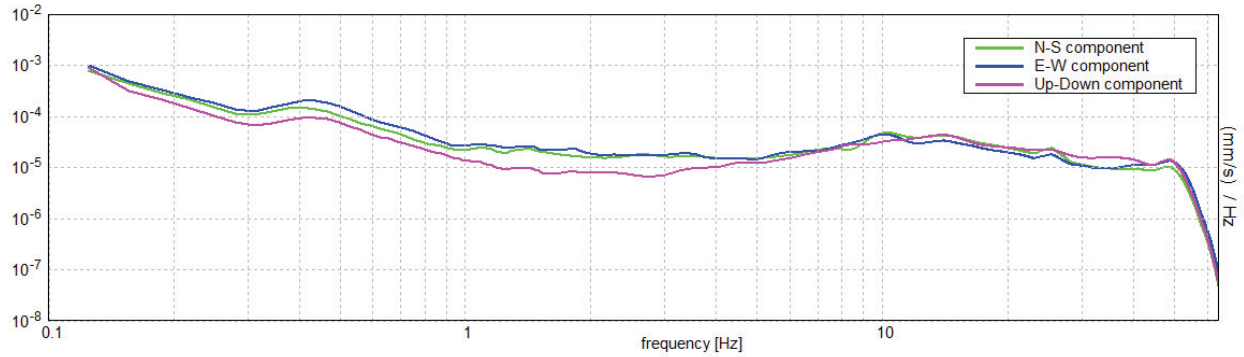
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.56 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	2093.8 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 76		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.125 Hz		
$A_0 > 2$	2.97 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.30953| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.48364 < 0.15625		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3091 < 1.78		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAMPORGIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

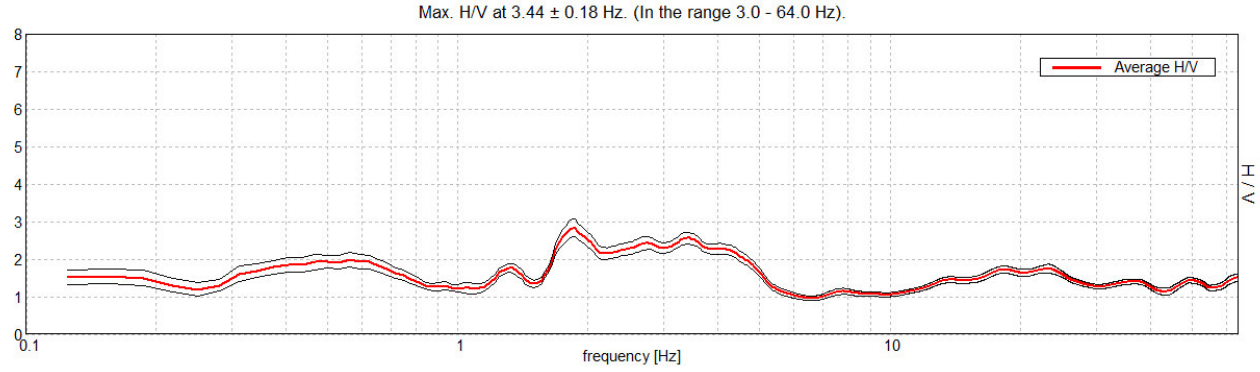
Indagini HVSR

MISURA N. 2

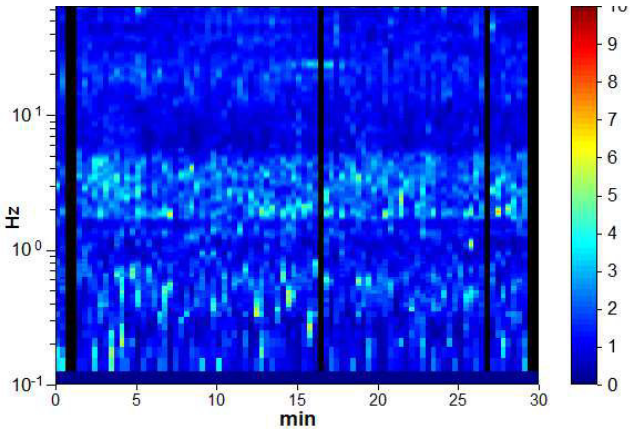
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 14:54:55 Fine registrazione: 20/07/17 15:24:55
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

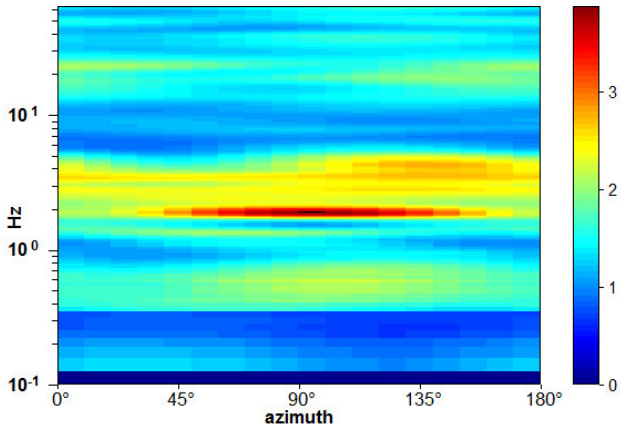
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



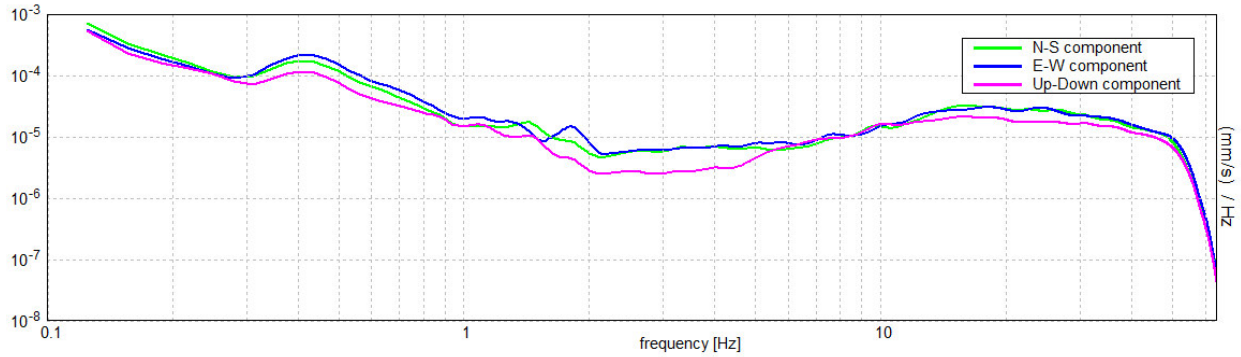
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 3.44 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 3.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5775.0 > 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 166	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.156 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.56 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.05341| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.18358 < 0.17188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1631 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAMPORGIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

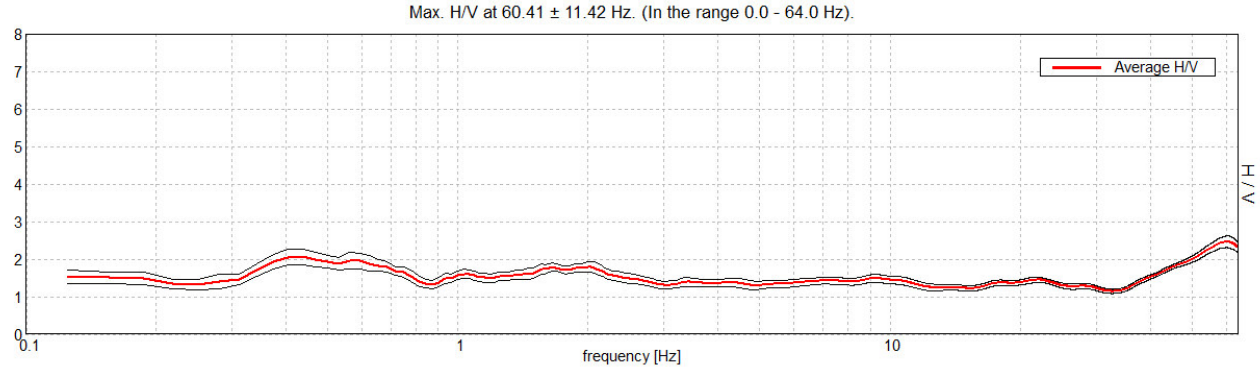
Indagini HVSR

MISURA N. 3

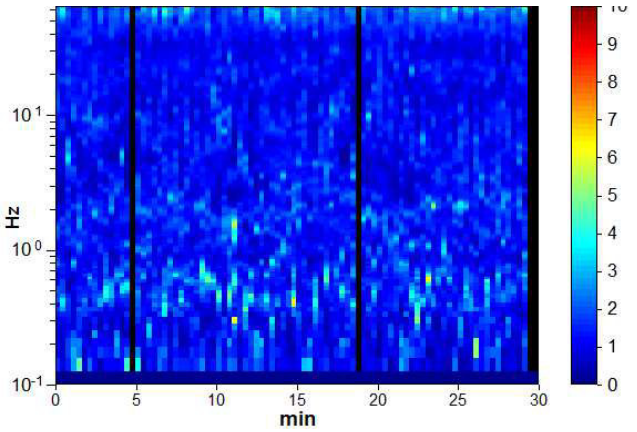
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 15:48:33 Fine registrazione: 20/07/17 16:18:33
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

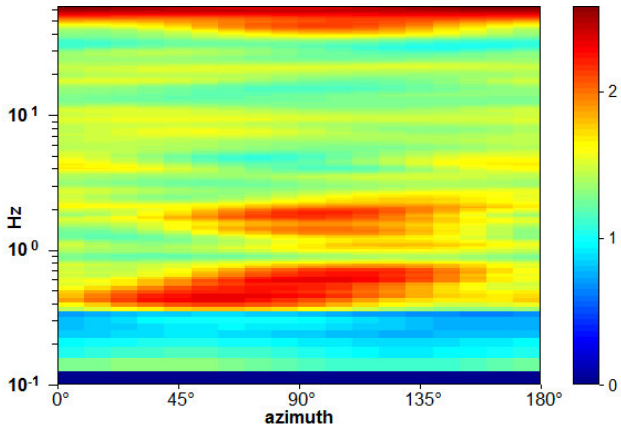
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



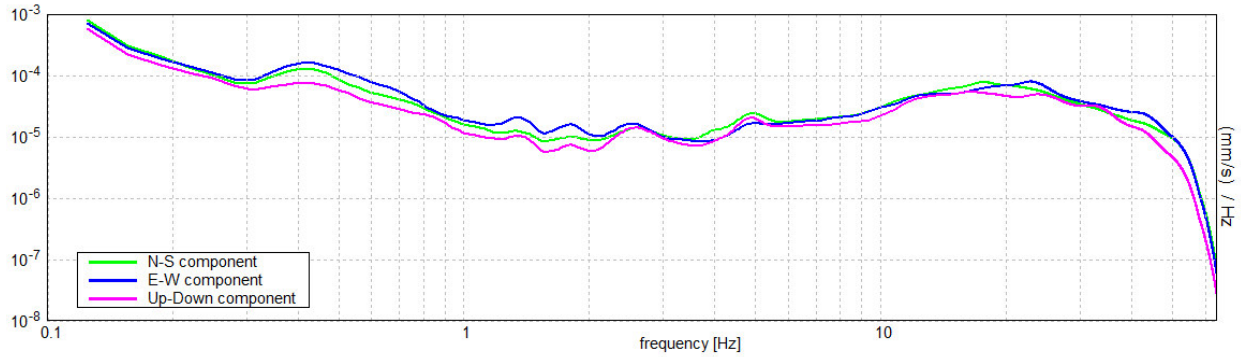
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	60.41 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	103898.8 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 1082		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	35.531 Hz		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.46 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.18897| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	11.41502 < 3.02031		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1563 < 1.58		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAMPORGIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

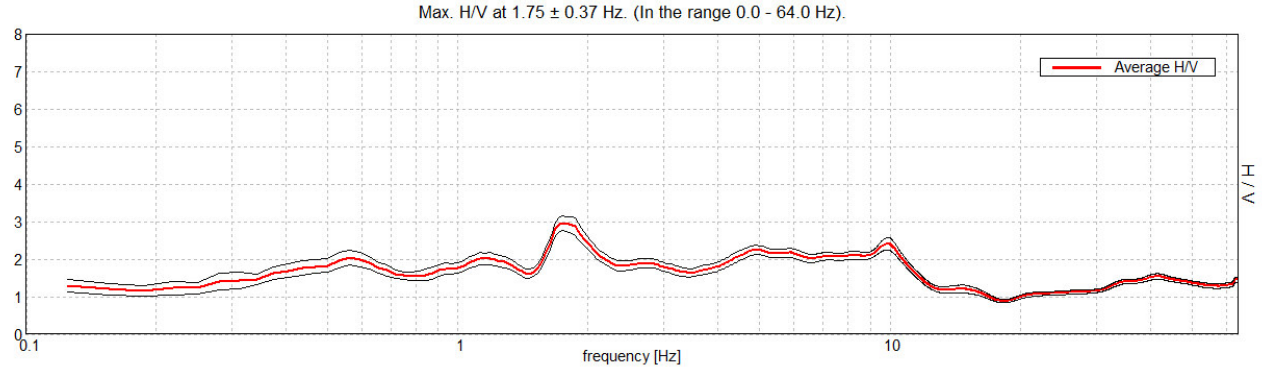
Indagini HVSR

MISURA N. 4

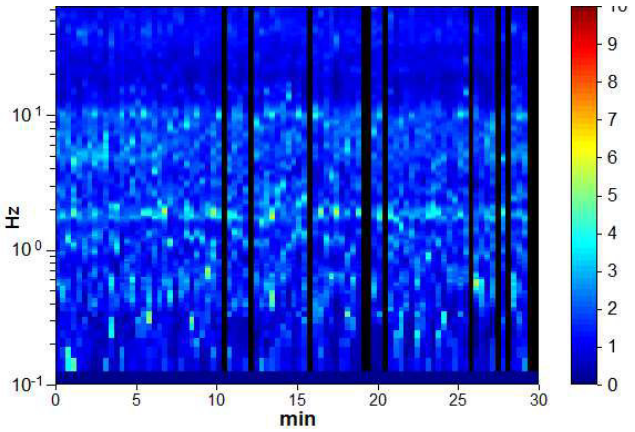
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 16:41:13 Fine registrazione: 20/07/17 17:11:13
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

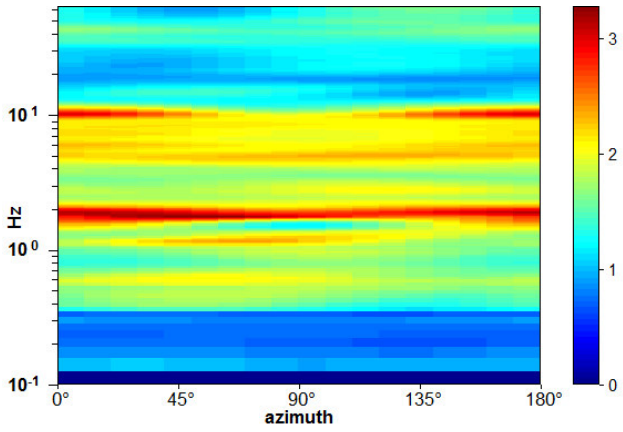
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



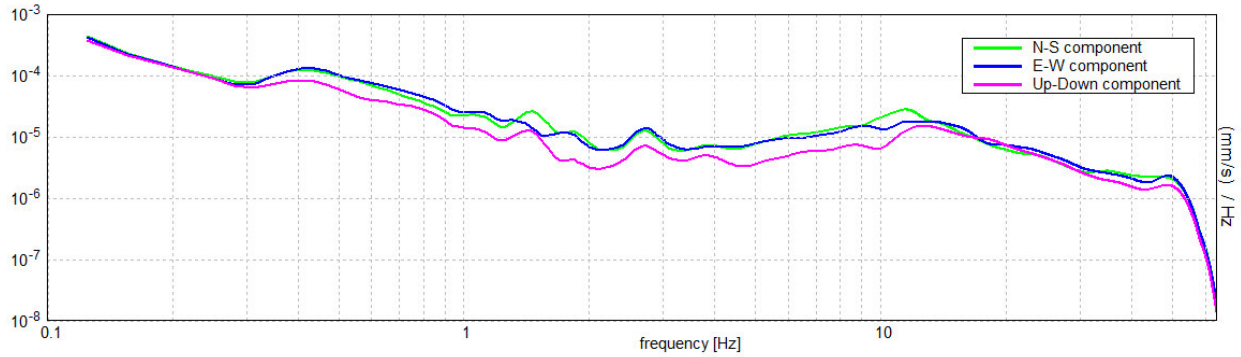
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.75 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	2765.0 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 85		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.96 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.21381| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.37418 < 0.175		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.194 < 1.78		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAMPORGIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

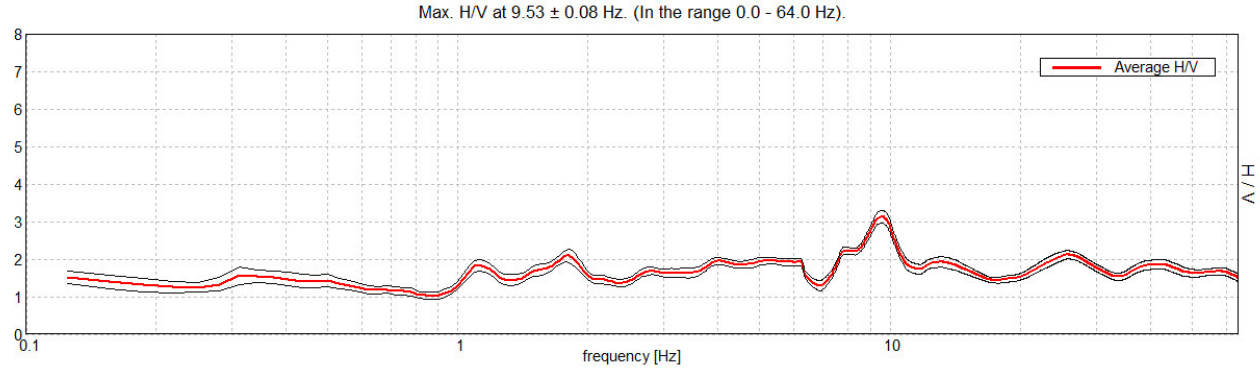
Indagini HVSR

MISURA N. 5

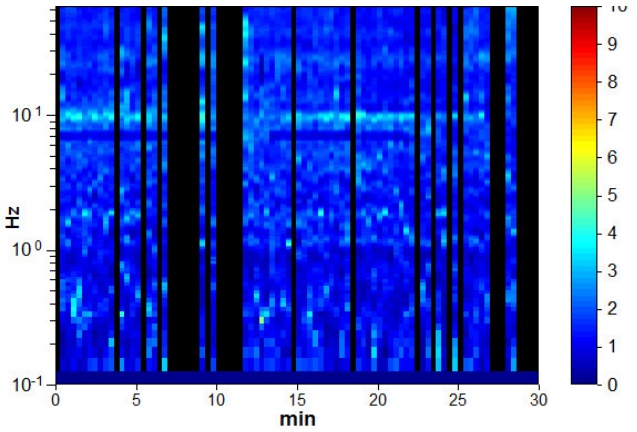
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 25/07/17 17:28:43 Fine registrazione: 25/07/17 17:58:43
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 68% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

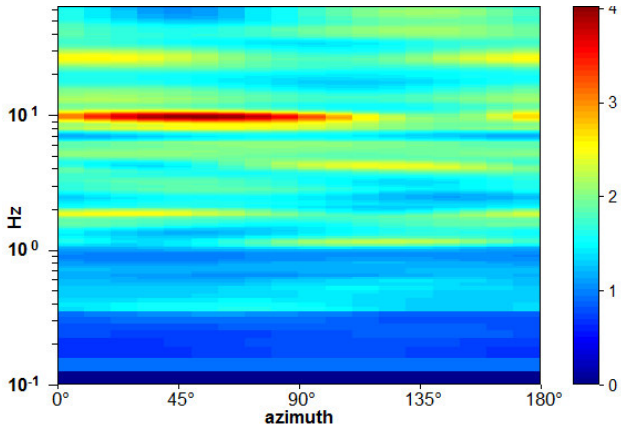
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



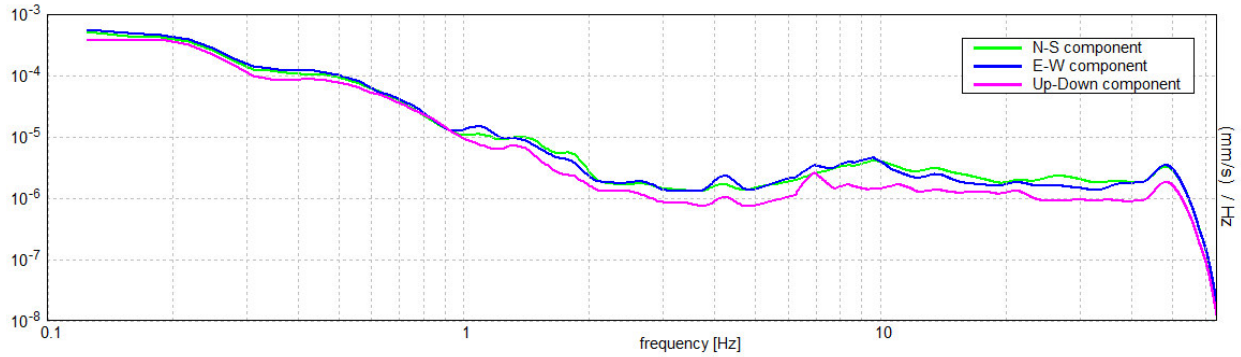
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 9.53 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	9.53 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11628.1 > 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 458	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	16.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.13 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.0084| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08002 < 0.47656	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1684 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAREGGINE

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

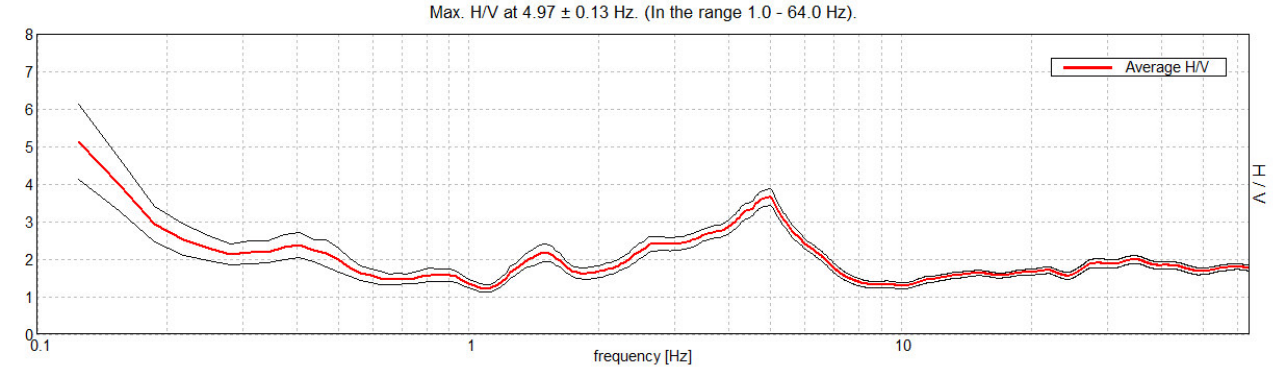
Indagini HVSR

MISURA N. 1

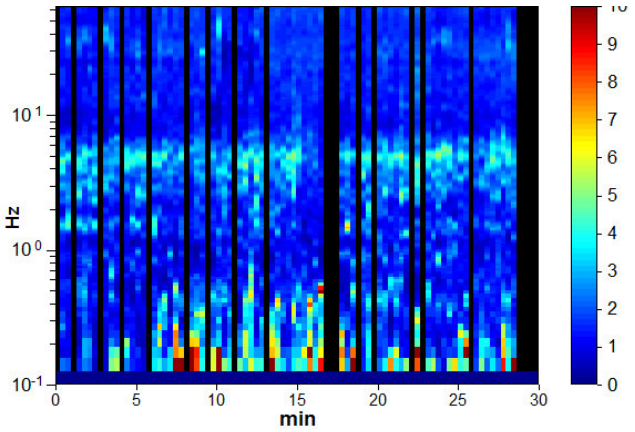
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 25/07/17 15:05:19 Fine registrazione: 25/07/17 15:35:19
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

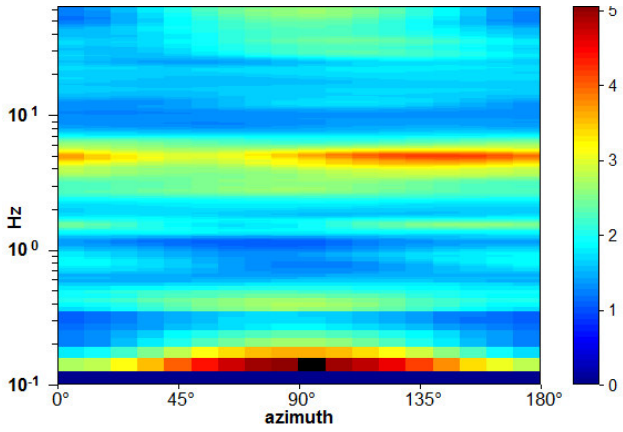
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



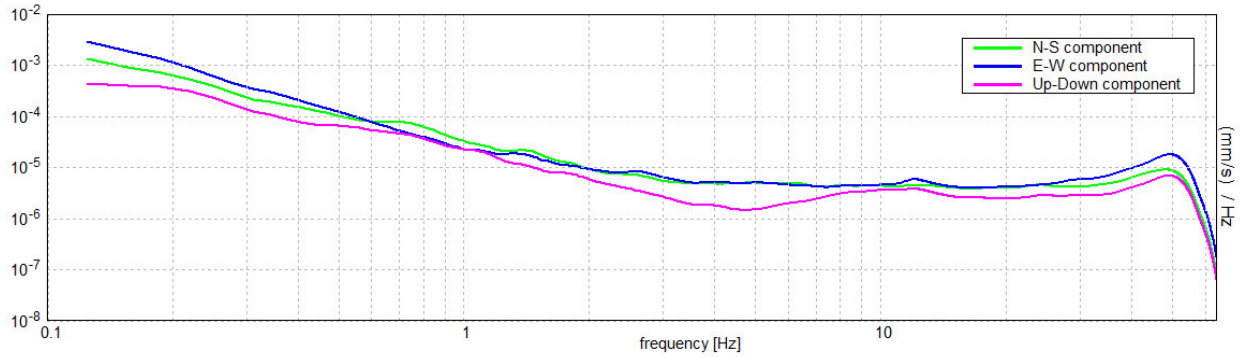
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 4.97 ± 0.13 Hz (nell'intervallo 1.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6856.9 > 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 240	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.188 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.66 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.02603| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12934 < 0.24844	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2254 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI CAREGGINE

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

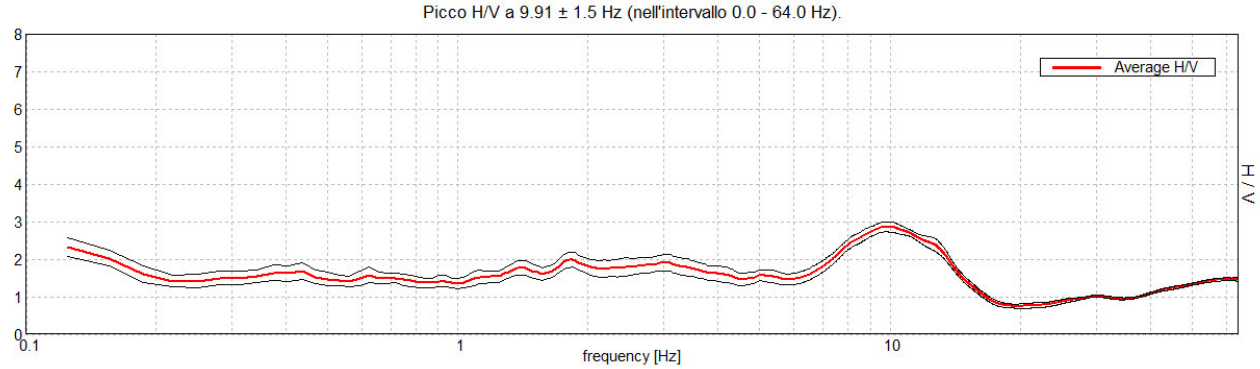
Indagini HVSR

MISURA N. 2

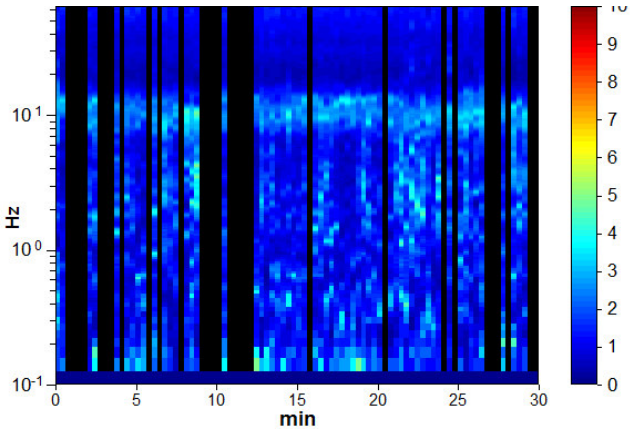
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 25/07/17 15:53:24 Fine registrazione: 25/07/17 16:23:24
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

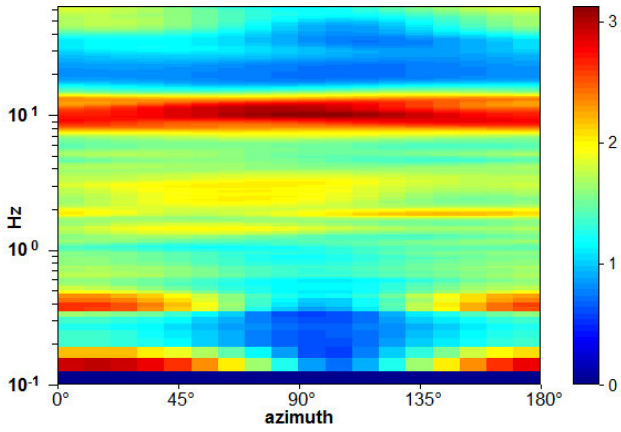
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



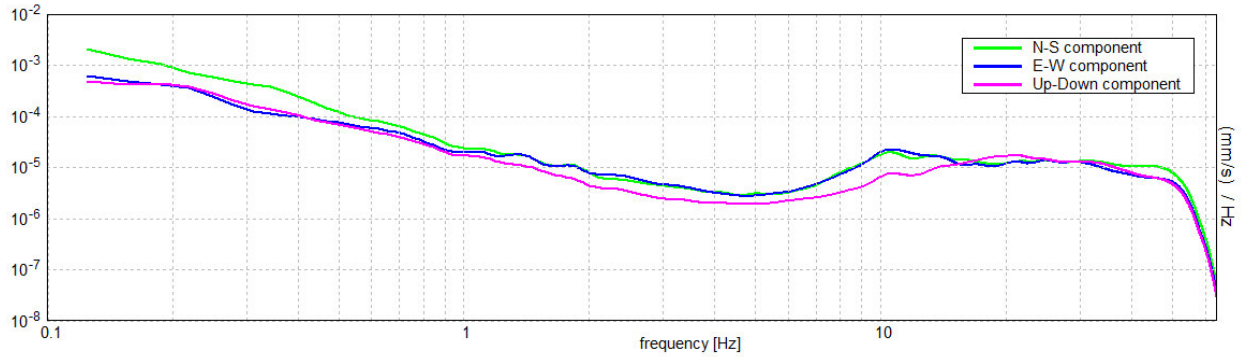
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 9.91 ± 1.5 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	9.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11887.5 > 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 476	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.86 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.15189| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.50468 < 0.49531		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1349 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI MINUCCIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

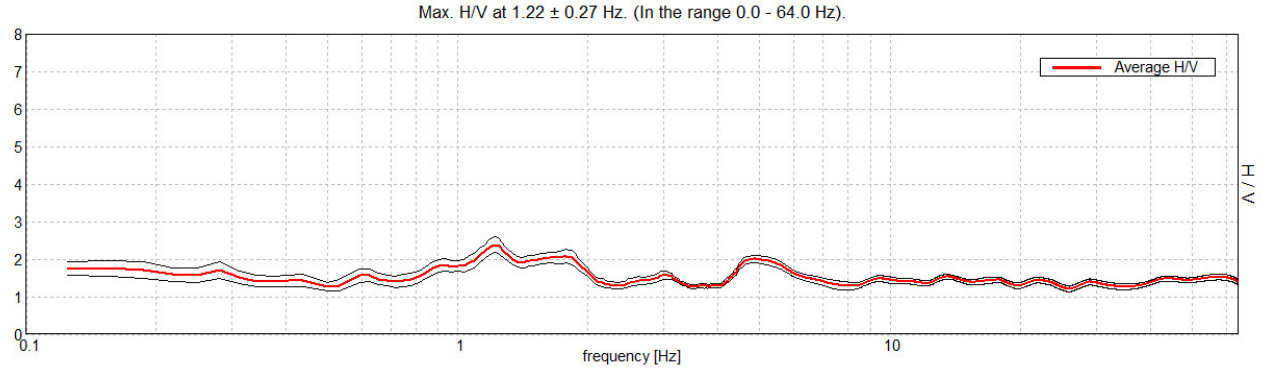
Indagini HVSR

MISURA N. 1

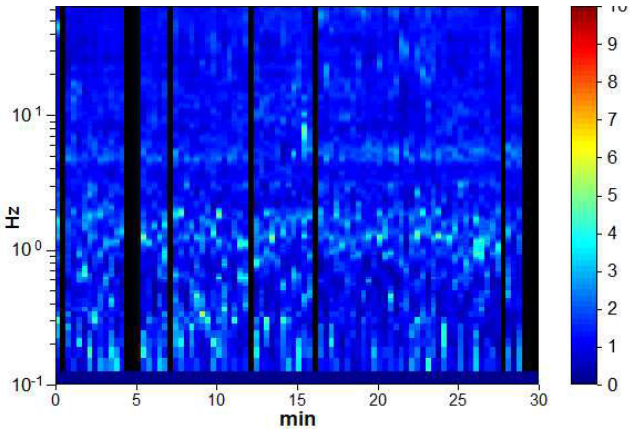
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 15:49:41 Fine registrazione: 21/07/17 16:19:41
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

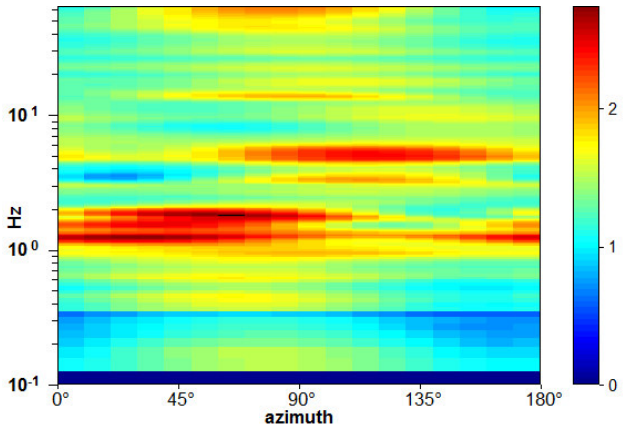
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



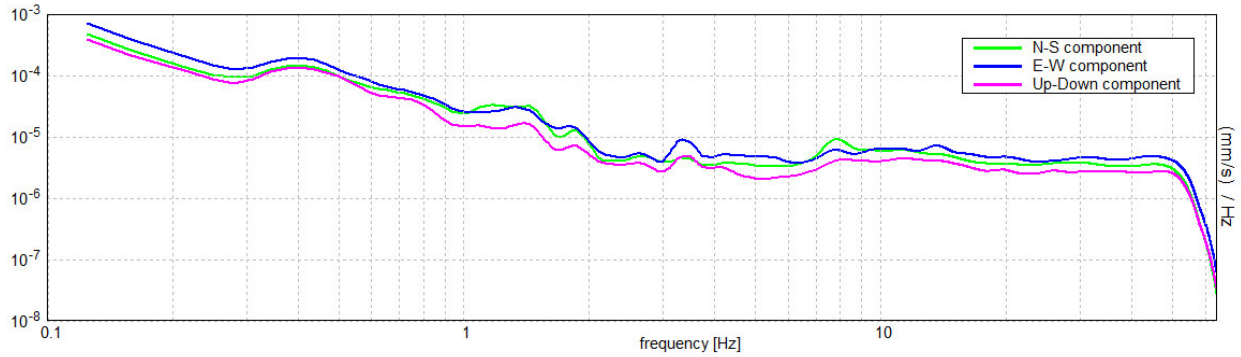
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.22 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	1925.6 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 60		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.38 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.21993| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.26804 < 0.12188		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2113 < 1.78		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI MINUCCIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

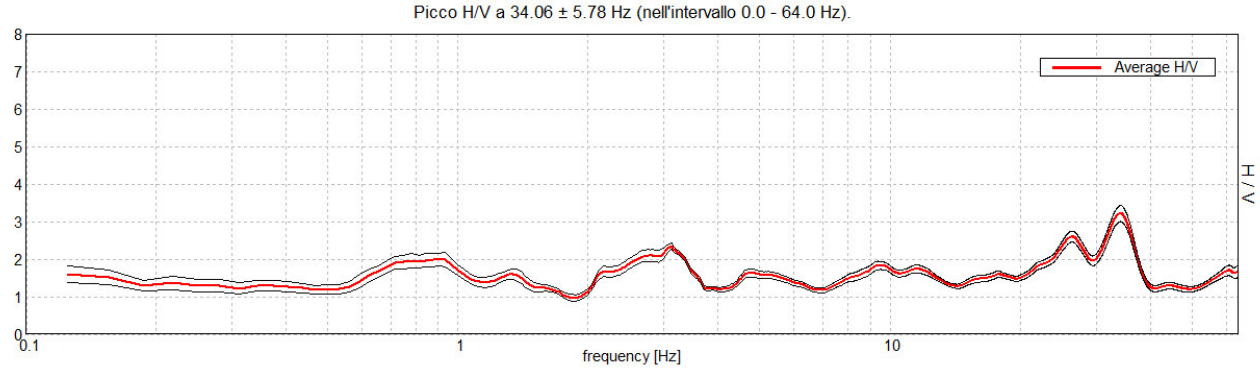
Indagini HVSR

MISURA N. 2

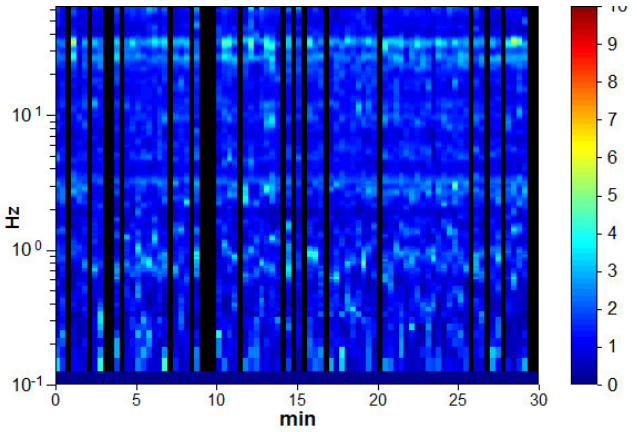
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 16:46:23 Fine registrazione: 21/07/17 17:16:23
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

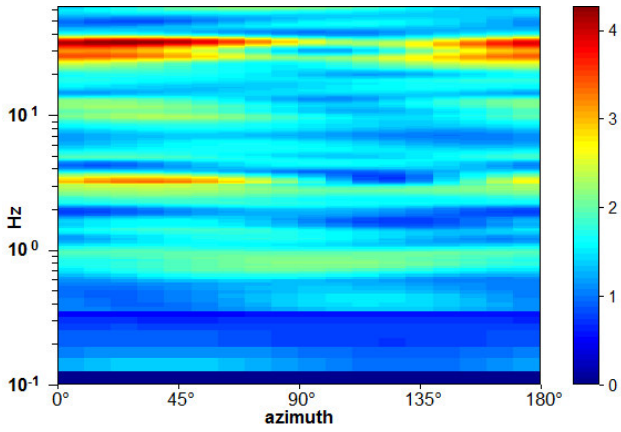
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



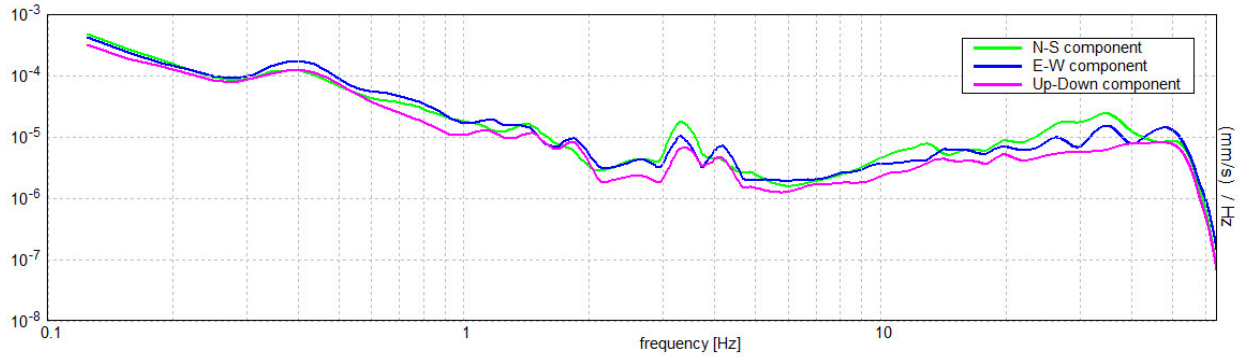
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	34.06 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	47006.3 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 1504		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	20.875 Hz		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	38.375 Hz		
$A_0 > 2$	3.21 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.16965| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	5.77883 < 1.70313		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2131 < 1.58		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI MINUCCIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

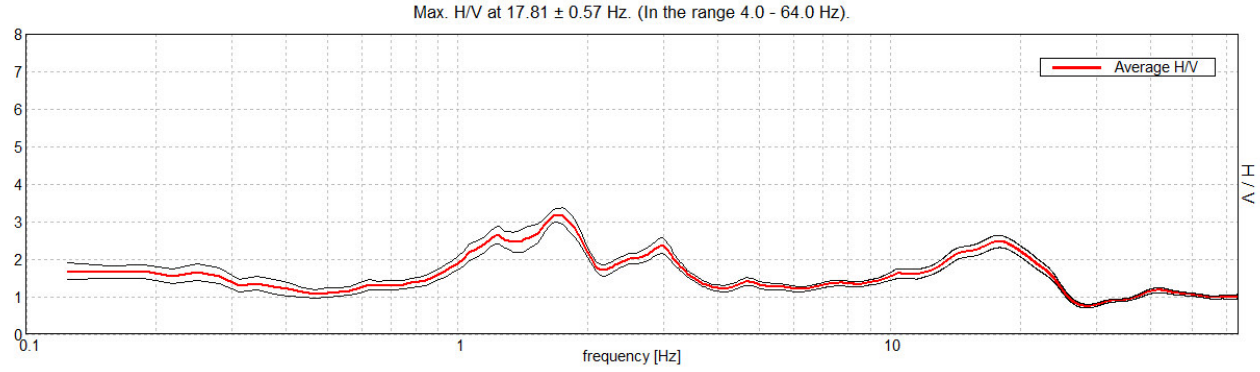
Indagini HVSR

MISURA N. 3

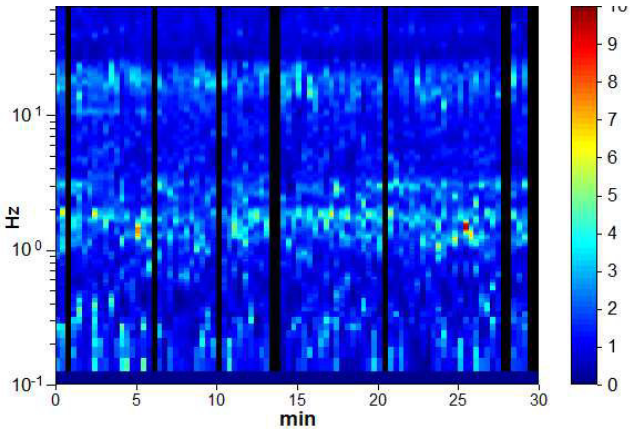
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 17:54:02 Fine registrazione: 21/07/17 18:24:02
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

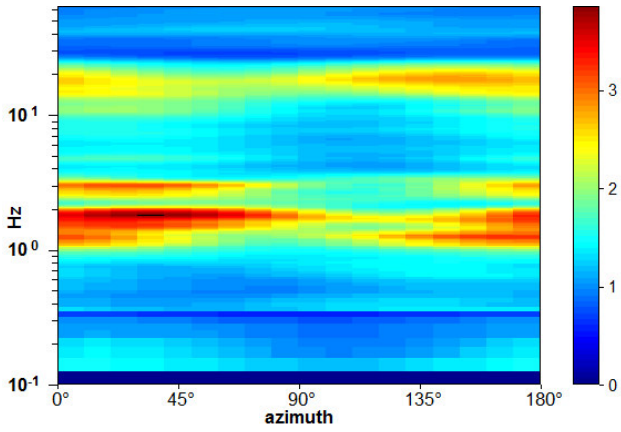
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



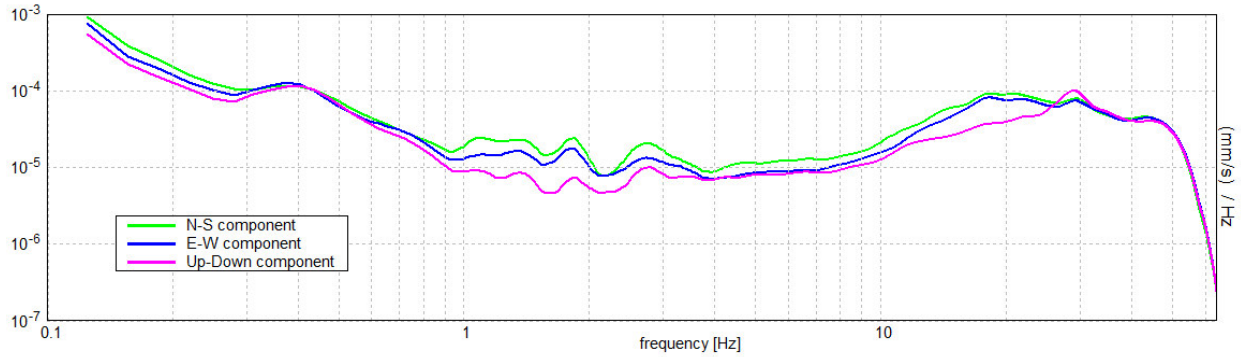
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 17.81 ± 0.57 Hz (nell'intervallo 4.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	17.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	28500.0 > 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 856	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.563 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	24.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03207| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.57127 < 0.89063	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1647 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI MINUCCIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

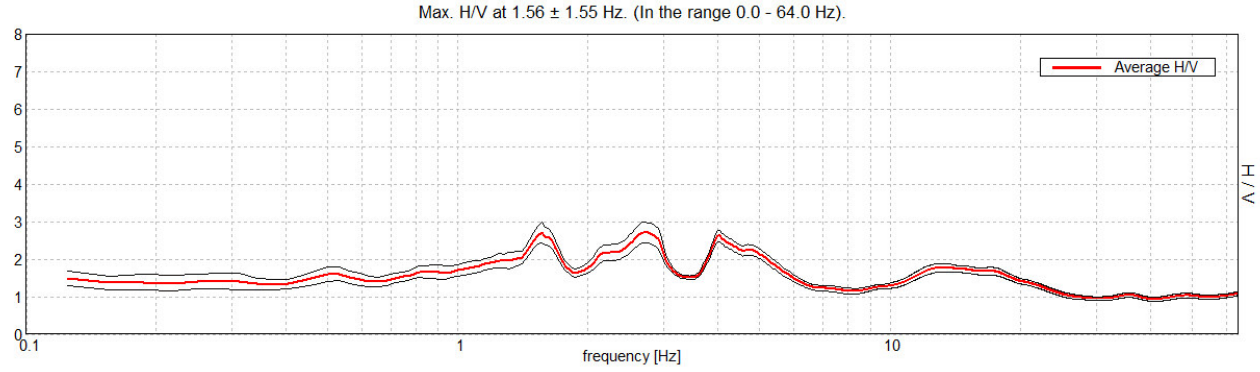
Indagini HVSR

MISURA N. 4

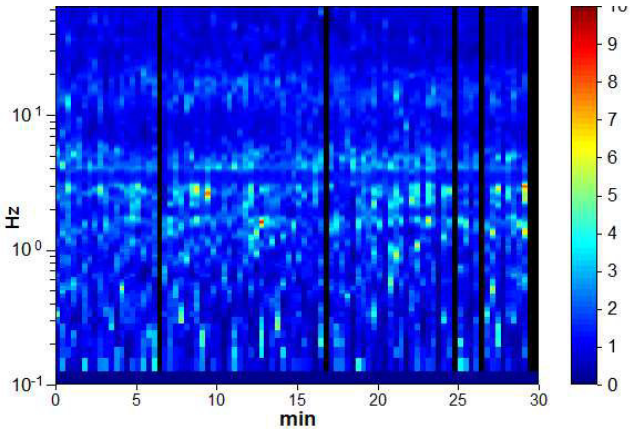
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 25/07/17 12:01:26 Fine registrazione: 25/07/17 12:31:26
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

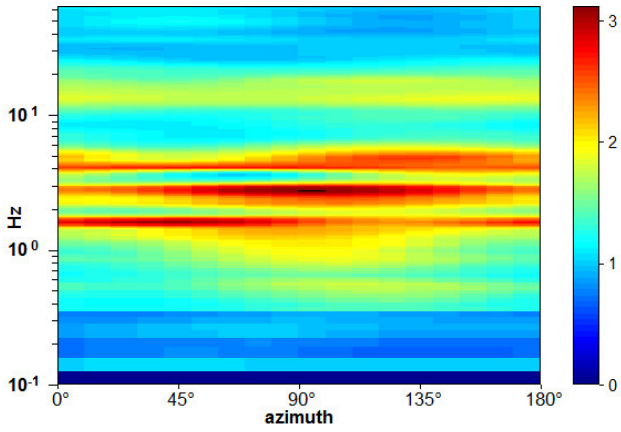
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



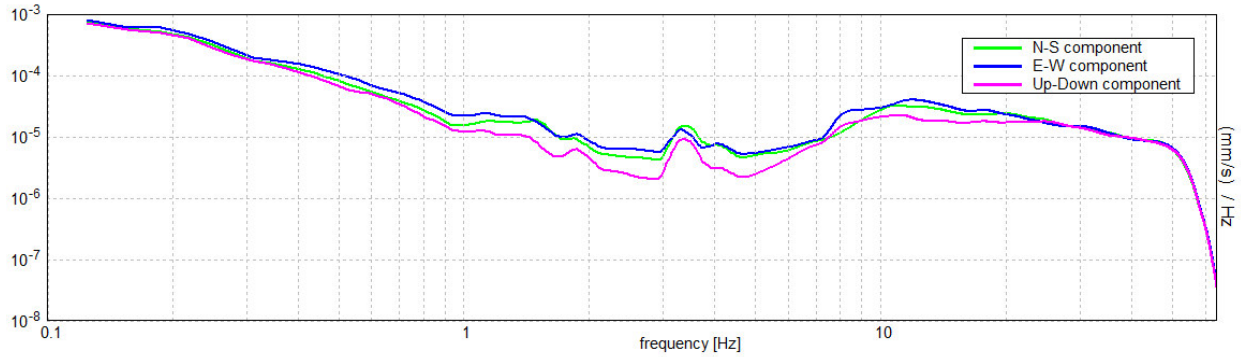
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.56 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	2625.0 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 76		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.406 Hz		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.71 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.99366| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.55259 < 0.15625		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2671 < 1.78		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI MINUCCIANO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

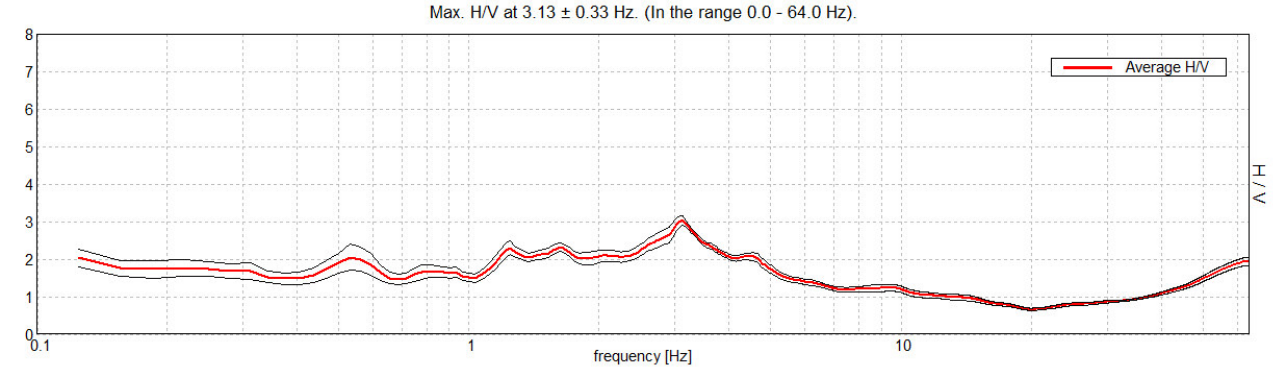
Indagini HVSR

MISURA N. 5

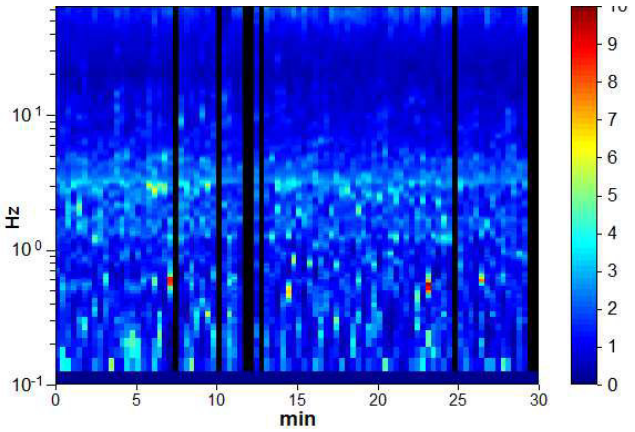
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 25/07/17 12:48:12 Fine registrazione: 25/07/17 13:18:12
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 91% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

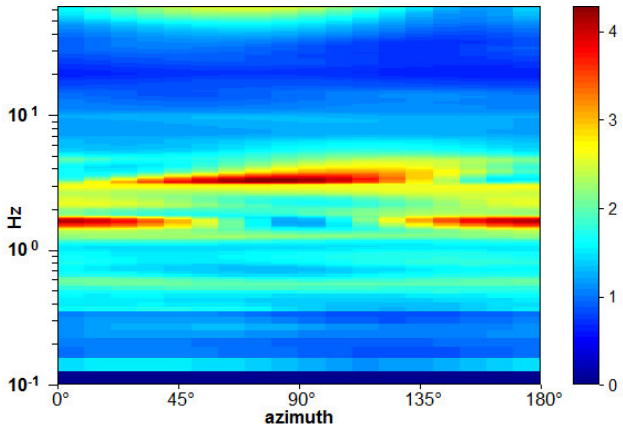
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



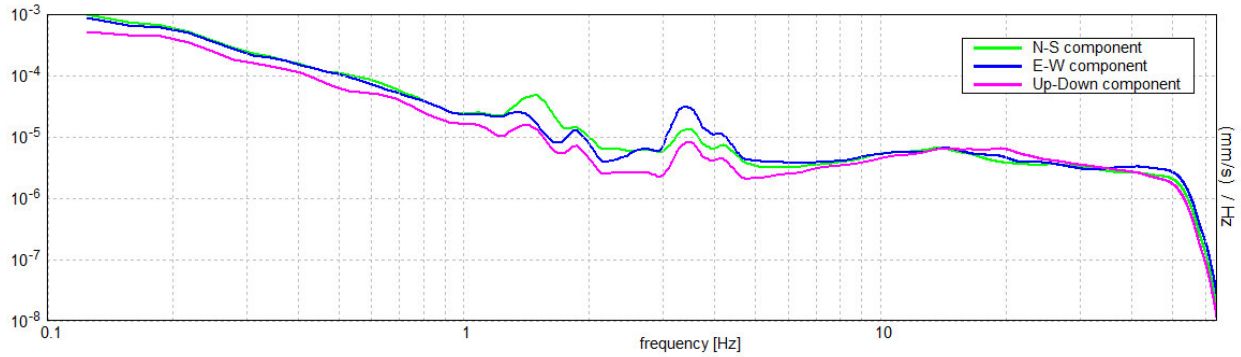
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.13 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	5125.0 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 151		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.406 Hz		
$A_0 > 2$	3.03 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.10667| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.33334 < 0.15625		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.119 < 1.58		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI PIAZZA AL SERCHIO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

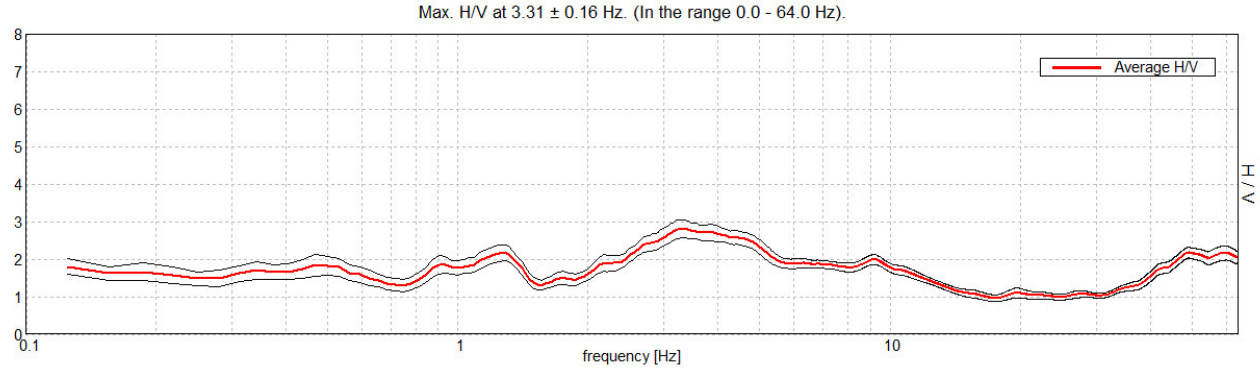
Indagini HVSR

MISURA N. 1

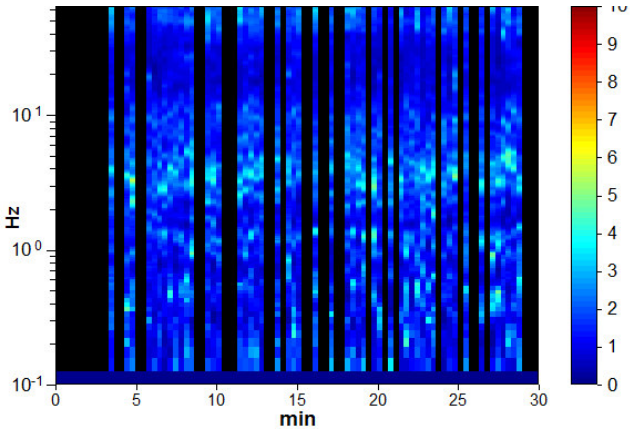
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 11:12:28 Fine registrazione: 21/07/17 11:42:28
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 57% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

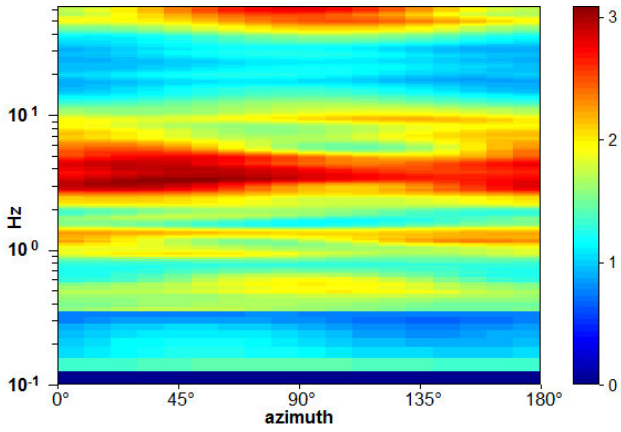
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



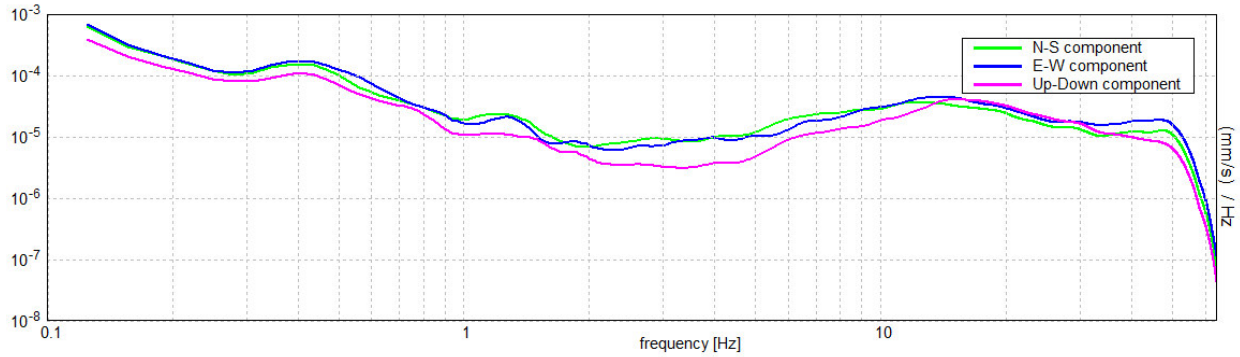
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 3.31 ± 0.16 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.31 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3378.8 > 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 160	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.81 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.04936| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.1635 < 0.16563	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2388 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI PIAZZA AL SERCHIO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

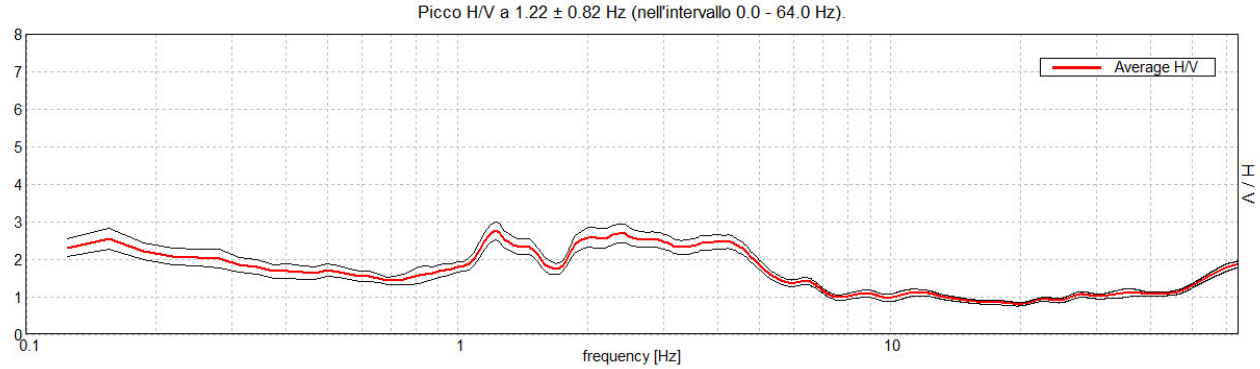
Indagini HVSR

MISURA N. 2

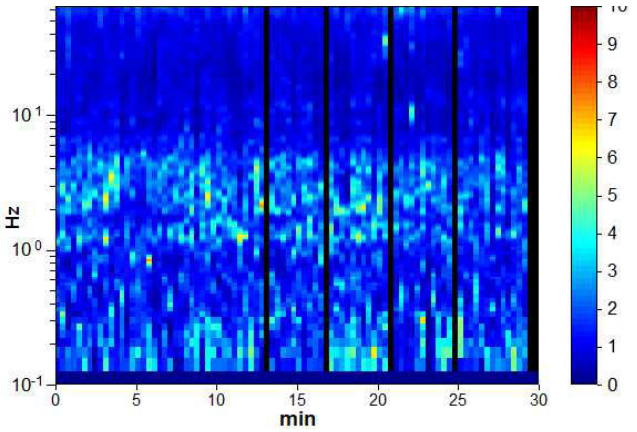
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 12:01:59 Fine registrazione: 21/07/17 12:31:59
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

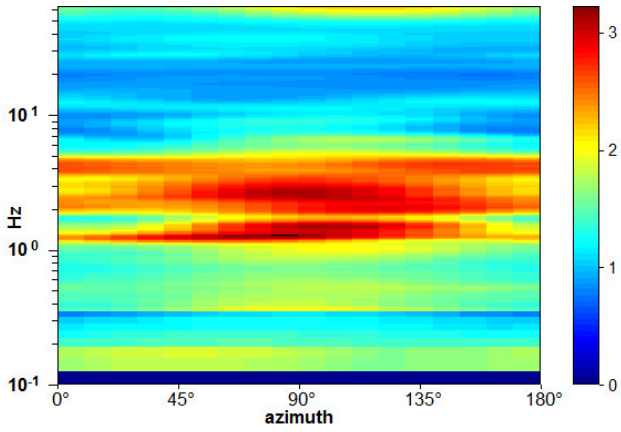
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



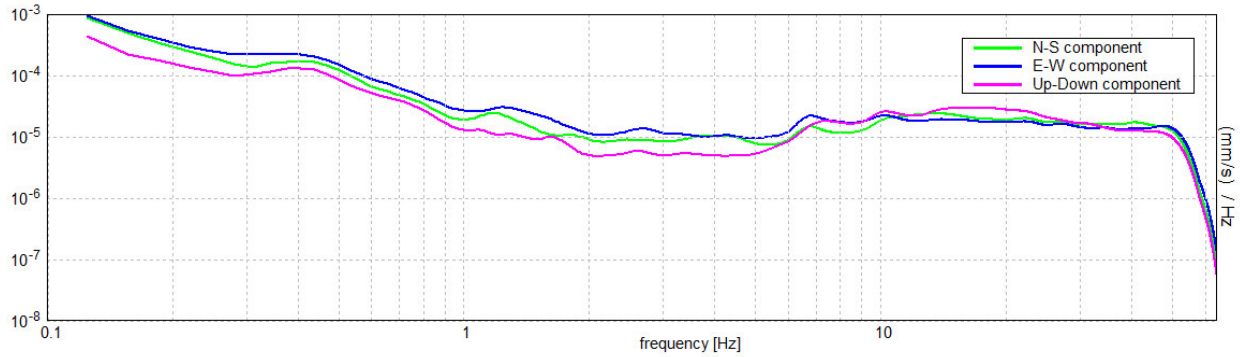
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.22 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	2047.5 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 60		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.75 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.66971| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.81621 < 0.12188		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2434 < 1.78		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI PIAZZA AL SERCHIO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

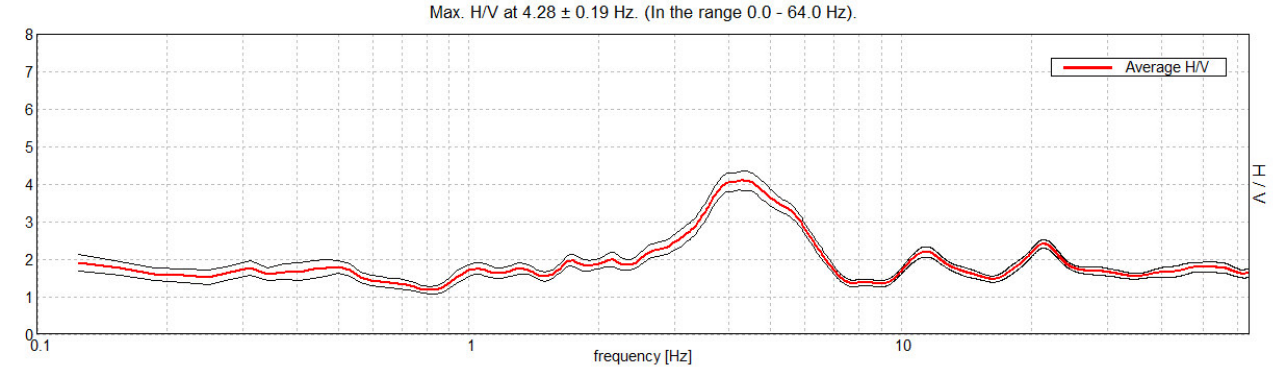
Indagini HVSR

MISURA N. 3

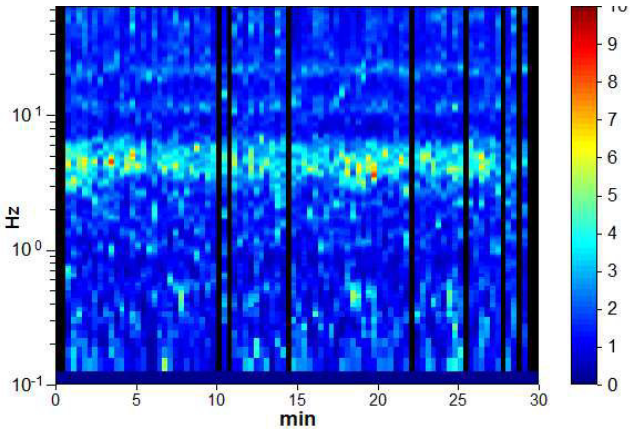
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 12:48:18 Fine registrazione: 21/07/17 13:18:18
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

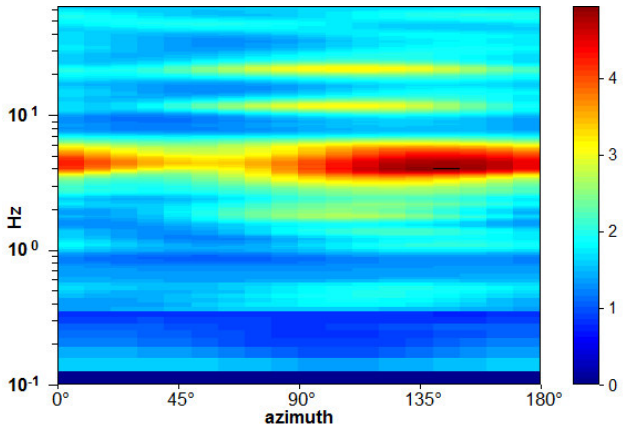
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



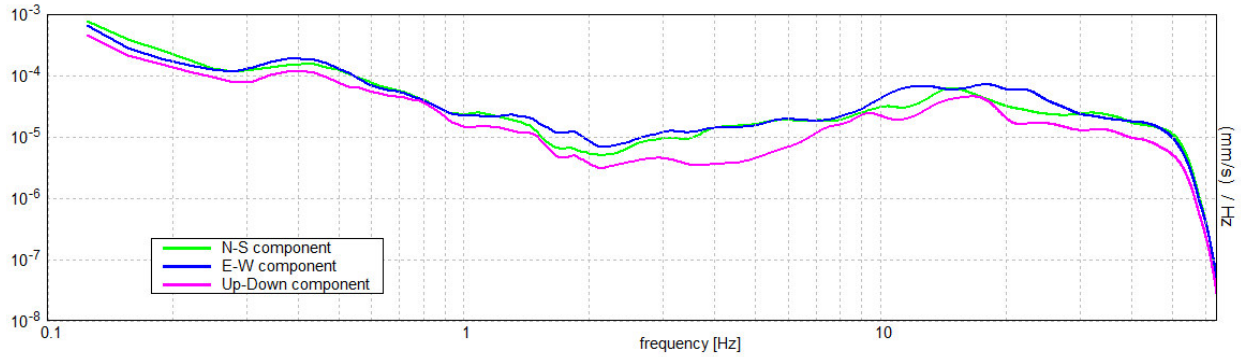
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 4.28 ± 0.19 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.28 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6764.4 > 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 206	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.5 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.08 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.04495| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19245 < 0.21406	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2533 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI PIAZZA AL SERCHIO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

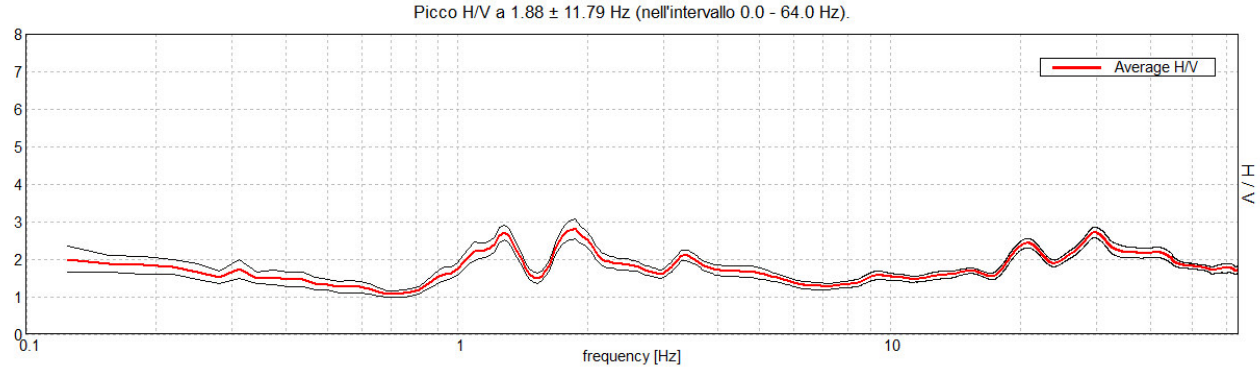
Indagini HVSR

MISURA N. 4

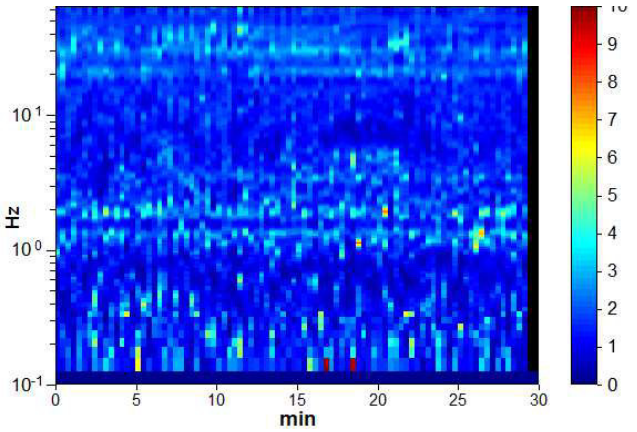
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 21/07/17 14:21:07 Fine registrazione: 21/07/17 14:51:07
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

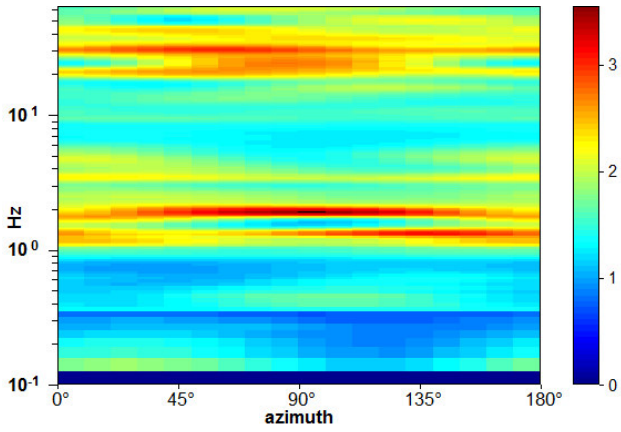
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



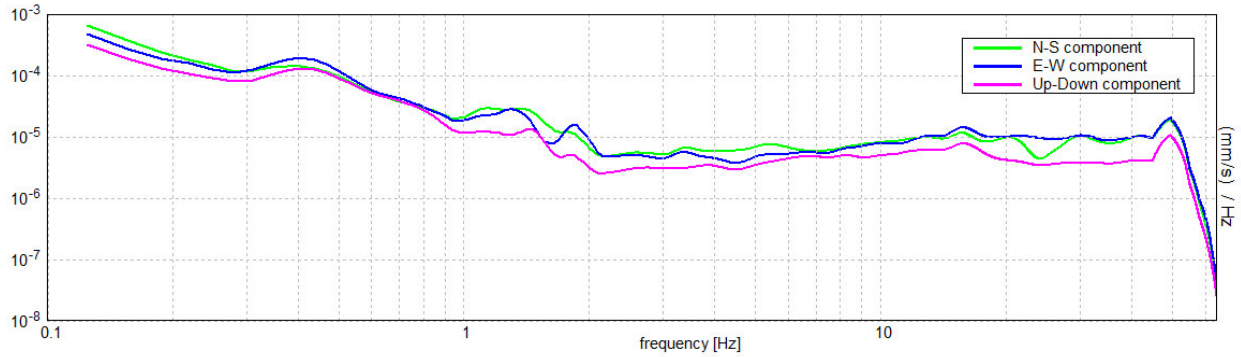
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.88 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	3375.0 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 91		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.844 Hz		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.844 Hz		
$A_0 > 2$	2.81 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|6.28686| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	11.78786 < 0.1875		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2661 < 1.78		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI SAN ROMANO IN GARFAGNANA

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

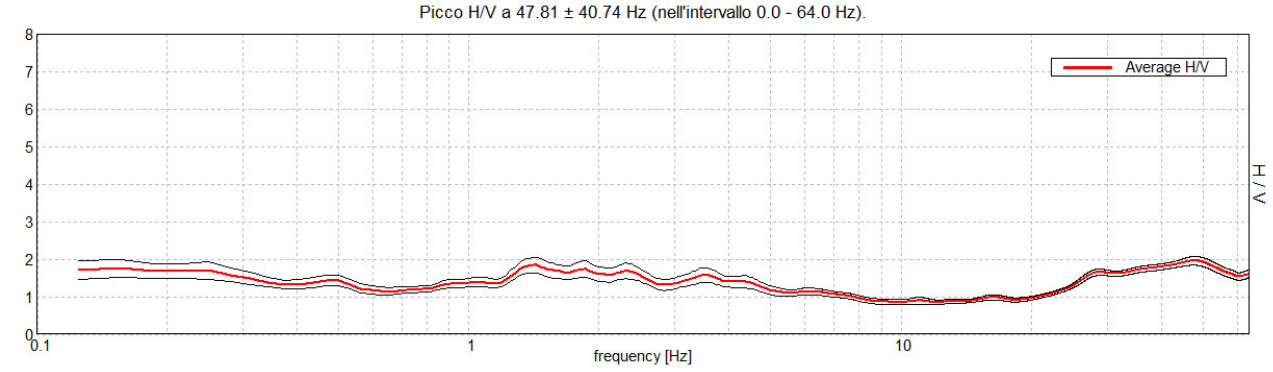
Indagini HVSR

MISURA N. 1

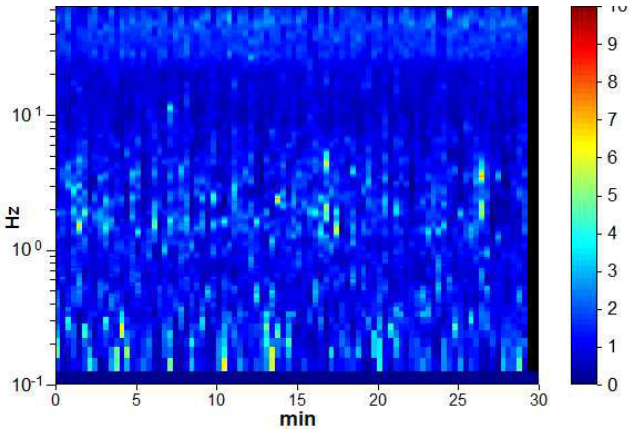
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 10:04:22 Fine registrazione: 20/07/17 10:34:22
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

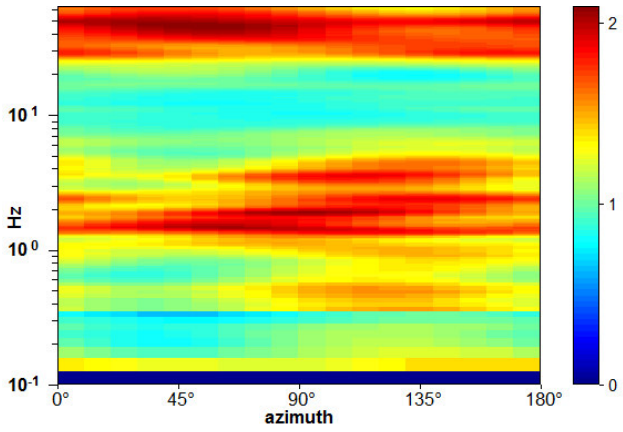
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



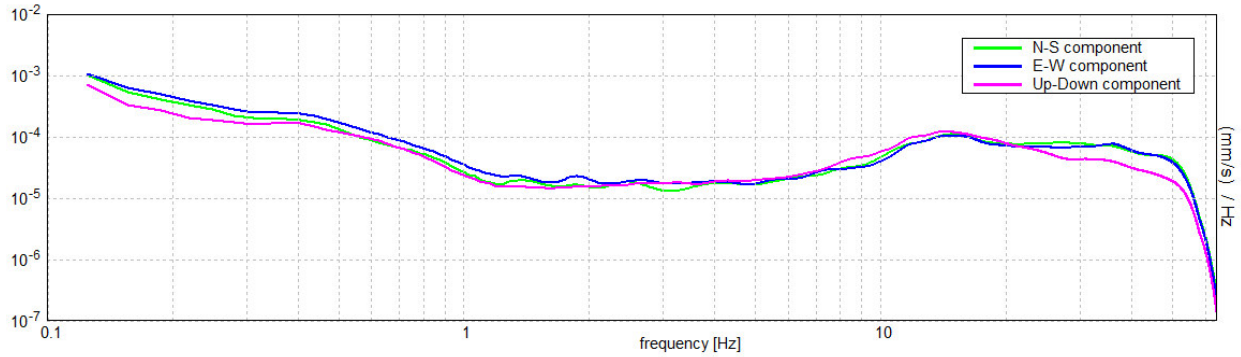
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	47.81 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	86062.5 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 1284		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	20.438 Hz		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	1.96 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.85218| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	40.74462 < 2.39063		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1158 < 1.58		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI SAN ROMANO IN GARFAGNANA

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

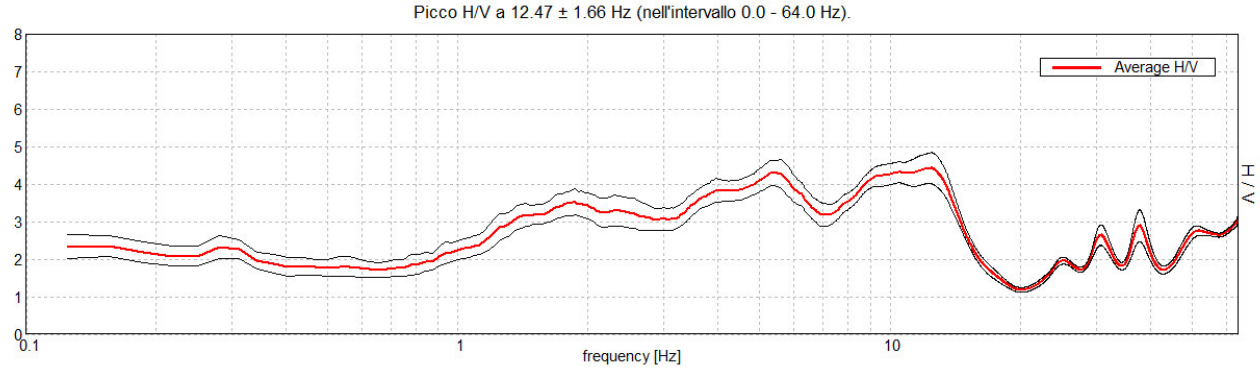
Indagini HVSR

MISURA N. 2

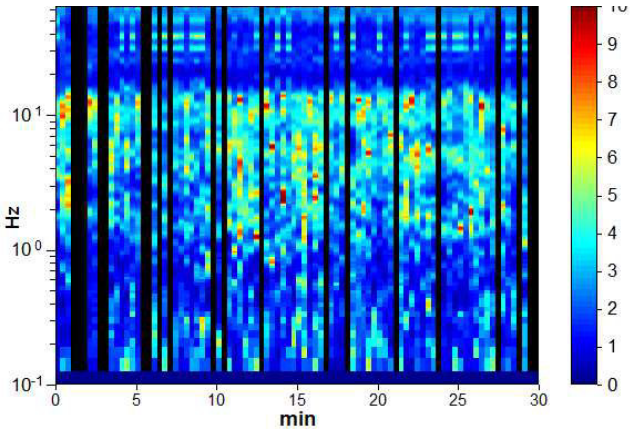
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 10:50:34 Fine registrazione: 20/07/17 11:20:34
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

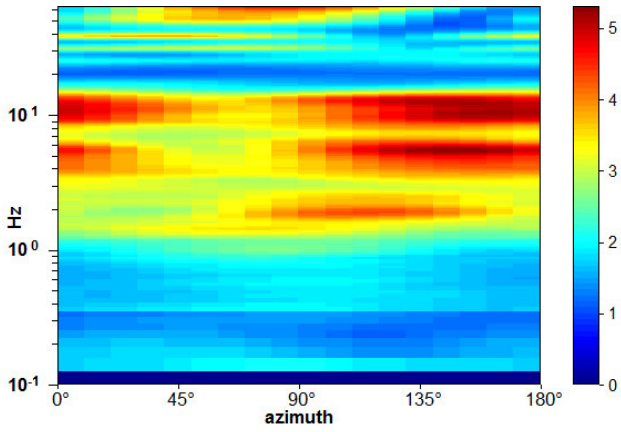
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



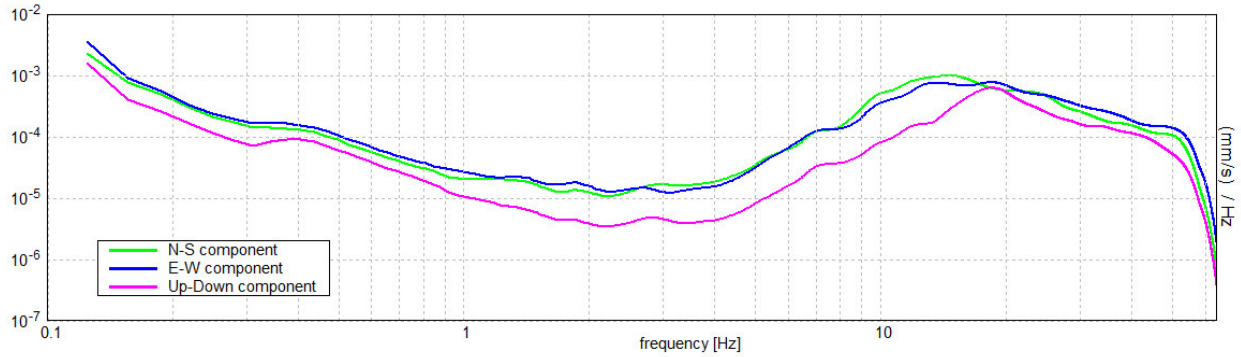
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

NESSUN PICCO

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	12.47 > 0.50		
$n_c(f_0) > 200$	17456.3 > 200		
$\sigma_A(f) < 2$ 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 600		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.688 Hz		
$A_0 > 2$	4.42 > 2		
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.13327| < 0.05		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.66169 < 0.62344		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4165 < 1.58		

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI SAN ROMANO IN GARFAGNANA

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

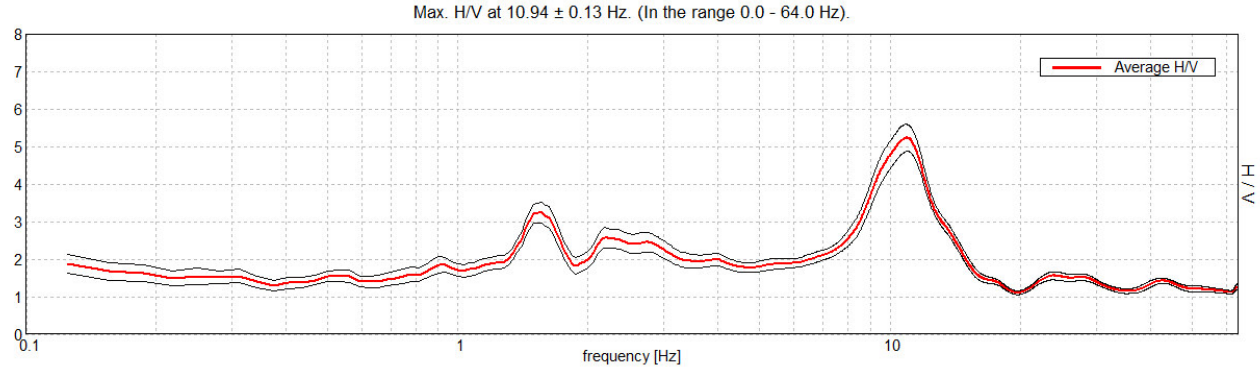
Indagini HVSR

MISURA N. 3

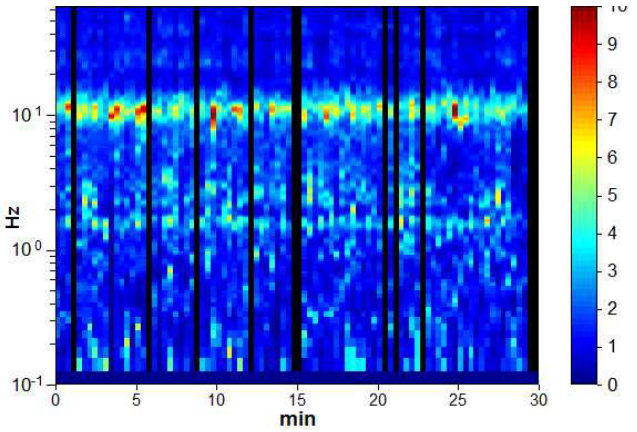
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 11:36:30 Fine registrazione: 20/07/17 12:06:30
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

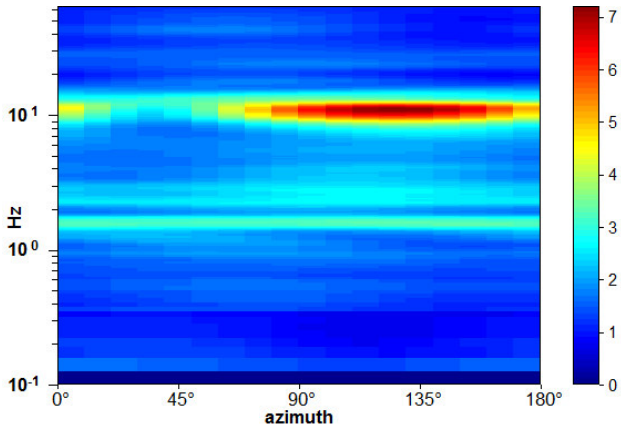
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



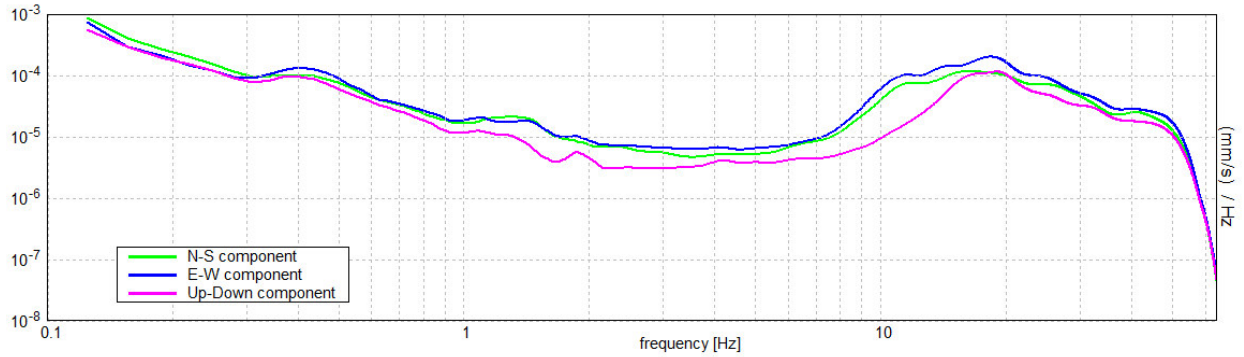
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 10.94 ± 0.13 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	10.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	17281.3 > 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 526	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.063 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.23 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.01173| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12827 < 0.54688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3602 < 1.58	OK	

Mannori e Associati Geologia Tecnica

COMUNE DI SAN ROMANO IN GARFAGNANA

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

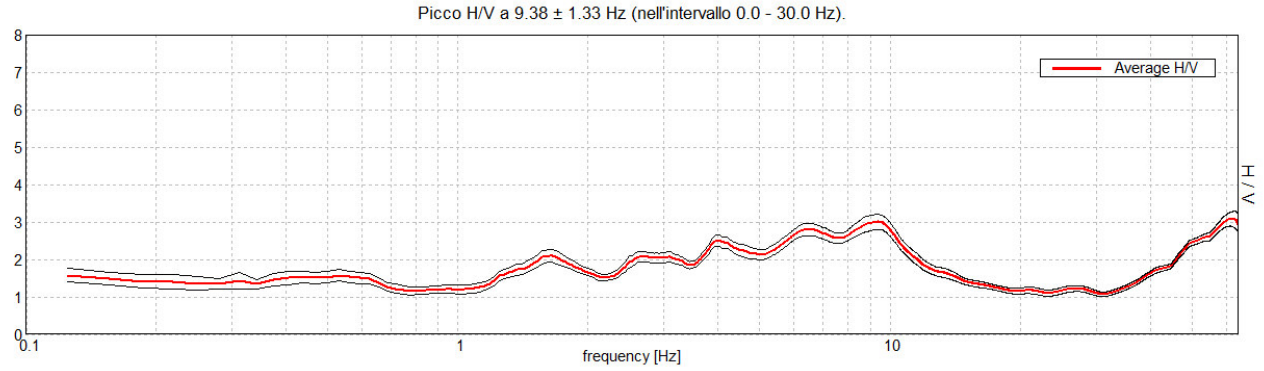
Indagini HVSR

MISURA N. 4

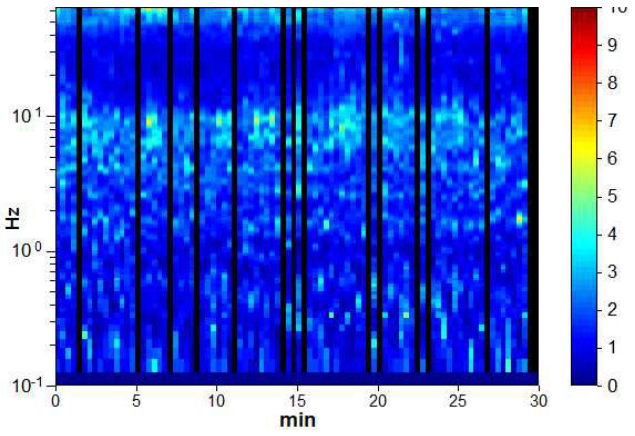
Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 20/07/17 12:39:20 Fine registrazione: 20/07/17 13:09:20
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

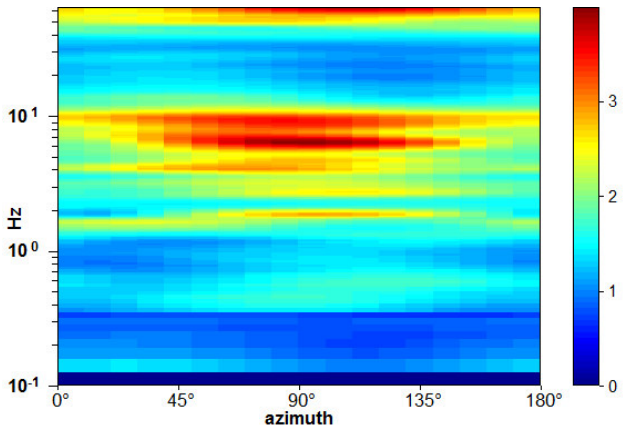
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



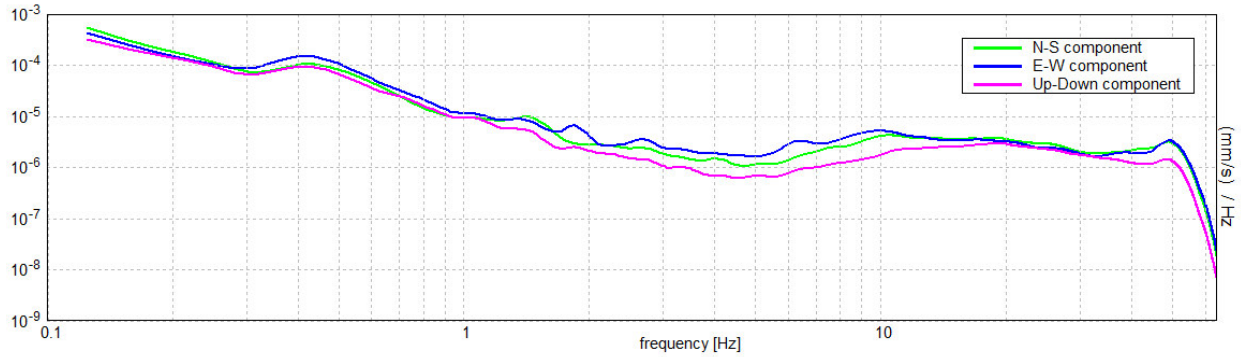
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[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 9.38 ± 1.33 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	9.38 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	14062.5 > 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 451	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.00 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.14234| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.33442 < 0.46875		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1994 < 1.58	OK	