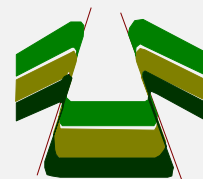




STUDIO GEOLOGICO

Rev. 0

STUDIO DI GEOLOGIA
Dott. **Stefano GUERRINI**
GEOLOGO
Via Sensini, 5/B
06060- PACIANO (PG)
tel. 075/830417 - tel/fax 075/830417
P.I. 02131090546



COMUNE DI
**CASTIGLIONE
DEL LAGO**

Progetto: Variante parziale e localizzata alla
pianificazione urbanistica del Comune di
Castiglione del Lago

Committente: Amm.ne C.le di CASTIGLIONE DEL
LAGO

Area di intervento progettuale
Comune: CASTIGLIONE DEL LAGO (PG)

Geologia: Geol. **Stefano GUERRINI**

Geo



**STUDIO
GEOLOGICO**

*Integrazione ai soli per i contenuti di variante lo studio Geologico
ampiamente definito con il quadro conoscitivo di supporto al Piano
Strutturale approvato con D.C.C. N. 39 del 09/06/2016 e del Piano
operativo approvato con D.C.C. N. 27 del 09-08-2018 ai sensi dell'art. 31
L.R. 01/2015*

Giugno 2025

Arch.2025

Rif. CLAGO_PS_PO_RRG

Ed.01 25 - Rev.0

Email: info@aqe.it

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Stefano GUERRINI
c/o AQE s.r.l. - 06060 Paciano (PG)



Indice

1. PREMESSA	2
1.1 <i>Generalità normative e oggetto della variante</i>	2
1.2 <i>Acquisizione dei dati di base</i>	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO	5
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	6
3.1 <i>Elementi Geomorfologici</i>	6
3.2 <i>Elementi Geologici Stratigrafici</i>	9
3.3 <i>Elementi Idrogeologici</i>	13
3.4 <i>Elementi Idraulici</i>	16
4. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	19
4.1 <i>Sismicità storica</i>	19
4.2 <i>Classificazione sismica e Pericolosità di Base</i>	22
4.3 <i>Acquisizione dati geofisici tramite indagini</i>	26
4.4 <i>Modello del Sottosuolo (MOPS)</i>	30
4.5 <i>Carte di Microzonazione Sismica</i>	36
5. CONCLUSIONI	39

APPENDICE INDAGINI

SCHEDE CARTOGRAFICHE DELLE AREE OGGETTO DI VARIANTE



1. PREMESSA

1.1 Generalità normative e oggetto della variante

Lo studio geologico a corredo del progetto di variante parziale e localizzata alla pianificazione urbanistica del Comune di Castiglione del Lago (PG) integra solo per i contenuti di variante lo studio Geologico ampiamente definito con il quadro conoscitivo di supporto al Piano Strutturale approvato con D.C.C. N. 39 del 09/06/2016 e del Piano operativo approvato con D.C.C. N. 27 del 09-08-2018 ai sensi dell' art. 31 L.R. 01/2015, in ottemperanza a quanto alle Norme Tecniche di Attuazione ed alle Direttive e raccomandazioni del PUT della Regione Umbria, del P.T.C.P. della provincia di Perugia, compresi i dispositivi normativi di leggi regionali e nazionali vigenti:

Riferimenti normativi

PROFESSIONE GEOLOGO

- Legge, 3 febbraio 1963, n. 112 "Tutela del titolo e della professione di geologo"
- Decreto del Presidente della Repubblica, 18 novembre 1965, n. 1403 "Regolamento di esecuzione della legge 3 febbraio 1963, n. 112, contenente disposizioni per la tutela del titolo e della professione di geologo"
- Decreto del Presidente della Repubblica - 3 novembre 1982, n. 981 "Approvazione del regolamento per gli esami di Stato di abilitazione all'esercizio della professione di geologo"
- Legge 25 luglio 1966, n. 616 "Norme integrative per l'applicazione della legge 3 febbraio 1963, n. 112, contenente norme per la tutela del titolo e della professione di geologo."
- Decreto del Presidente della Repubblica 17 aprile 1985, n. 399 "Integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 3 novembre 1982, n. 981, relativo all'approvazione del regolamento per gli esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di geologo"
- Legge, 12 novembre 1990, n. 339 "Leggi della Professione del Geologo"
- Decreto 12 aprile 1991 Ministero di Grazia e Giustizia "Istituzione dei Consigli degli Ordini Regionali dei geologi" (Decentramento dell'Ordine Nazionale dei Geologi)
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 giugno 2001, n. 328 "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti"

AMBIENTE

- L. 9 dicembre 1998, n.426 Nuovi interventi in campo ambientale
- Legge 23 mar 2001 n. 93 "Disposizioni in campo ambientale" (GURI Mer, 4 apr 2001 n. 79)
- DLeg 03.03.2006 n.152 & Allegati "Norme in materia di Ambiente" Pubblicato su supplemento 96/L alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 Decreti attuativi
- DLeg 8 novembre 2006, n.284 Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. (GU n. 274 del 24-11-2006)
- DLeg 16 gennaio 2008, n.4 Ulteriori disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

EDILIZIA

- DPR 6 giugno 2001, n.380 " Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia."(Testo A). (Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 245 del 20 ottobre 2001 - S.O. n. 239)
- DECRETO 14 gennaio 2008 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni. (GU n. 29 del 4-2-2008- Suppl. Ordinario n.30)

GEOTECNICA

- DM 11.03.1988 Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 24 Settembre 1988 -*Testo coordinato*
- Circolare 14.12.1999 n. 346 /STC Legge 5 novembre 1971 n.1086, art.20 - Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione, pubblicata G.U. 23/03/2000 n. 69 - Serie Generale
- Circolare 16.12.1999 n. 349/STC D.P.R. n. 246 del 21.4.93, art. 8 comma 6 Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni e sulle rocce ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali. pubblicata G.U. 23/03/2000 n. 69 - Serie Generale
- DECRETO 14 gennaio 2008 (5244 KB) "Norme tecniche per le costruzioni" (GU n. 29 del 4-2-2008- Suppl. Ordinario n.30)
- D.M. 17/01/2018 pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20.02.2018 ed in vigore dal 22.03.2018
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni»

METODOLOGIE E TECNICHE

- DM 21 marzo 2005 Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992 n.115 "Attuazione della direttiva n. 89/48/CEE relativa ad un sistema generale di riconoscimento dei diplomi di istruzione superiore che sanzionano formazioni professionali di una durata minima di 3 anni"
- DM 4 aprile 2001 Corrispettivi per le attività di progettazione e delle altre attività ai sensi dell'articolo 17, comma 14bis, della legge 11 febbraio 1994 n. 109 e successive modifiche ed integrazioni
- DECRETO 30 maggio 2002 Adeguamento dei compensi spettanti ai periti, consulenti tecnici, interpreti e traduttori per le operazioni eseguite su disposizione dell'autorità giudiziaria in materia civile e penale
- Decreto 8 luglio 2003 n.277 "Attuazione della direttiva 2001/19/CE che modifica le direttive del Consiglio relative al sistema generale di riconoscimento delle qualifiche professionali e le direttive del Consiglio concernenti le professioni di infermiere professionale, dentista, veterinario, ostetrica, architetto, farmacista e medico.
- Decreto 14 novembre 2005 n.268 "Regolamento di cui all'articolo 9 del decreto legislativo 17 gennaio 1992, n. 115 in materia di misure compensative per l'esercizio della professione di geologo"
- Decreto Legge 4 luglio 2006 n. 223 (G.U. 4 luglio 2006 n. 153) Disposizioni urgenti per il rilancio economico e sociale, per il contenimento e la razionalizzazione della spesa pubblica, nonché interventi in materia di entrate e di contrasto all'evasione fiscale. (Decreto Bersani)



- Legge 4 agosto 2006 n. 248 (G.U. 11 agosto 2006 n. 186 - S.O. n. 183) Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 luglio 2006, n. 223, recante disposizioni urgenti per il rilancio economico e sociale, per il contenimento e la razionalizzazione della spesa pubblica, nonché interventi in materia di entrate e di contrasto all'evasione fiscale. (Decreto Bersani) Testo Coordinato Decreto Legge 4 luglio 2006 n. 223

SICUREZZA

- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" - pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 101 del 30 aprile 2008 - Supplemento Ordinario n. 108

SISMICA

- Ord.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274 Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (Gazzetta n. 105 del 8-5-2003)
- Ord.P.C.M. del 2 ottobre 2003 n. 3316 Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003
- Ord.P.C.M. del 3 maggio 2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 Allegati
- Ordinanze Ministeriali in materia di classificazione sismica
- Ord.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G. U. 11 maggio 2006 n. 108) ALLEGATO
- D.P.C.M. del 12 ottobre 2007 "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni" (G. U. 29 gennaio 2007 n. 24)

TUTELA AMBIENTALE

- L. 10 maggio 1976, n. 319 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
- L. 8 luglio 1986, n. 349 Istituzione del Ministero dell' ambiente e norme in materia di danno ambientale.
- L. 5 gennaio 1994, n. 37 Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche
- L. 17 agosto 1999, n. 290 Proroga di termini nel settore agricolo
- **URBANISTICA**
- L. 28/02/85, n. 47: Norme in materia di controllo dell'attività urbanistico-edilizia, sanzioni, recupero e sanatoria delle opere edilizie.
- DL 22 gennaio 2005, n.42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002 n.37

NORME REGIONALI

- Delib. G.R. 19 marzo 2007, n. 420: Disciplina interventi recupero patrimonio edilizio esistente, art. 45, comma 1, lettera b), L.R. n. 1/2004 con il Repertorio dei tipi e elementi ricorrenti nell'edilizia tradizionale
- Delib. G.R. 30 marzo 2005, n. 572: L. 24 novembre 2003, n. 326 e art. 25 della L.R. 3 novembre 2004, n. 21. Modalità per le richieste di rimborso delle quote versate in relazione al condono edilizio Legge Regionale n. 11 del 22-02-2005: «Norme in materia di

governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale». (B.U.R. Umbria n. 11 del 9.3.2005 - S.O. n. 1)

- Legge Regionale n. 21 del 3-11-2004: «Norme sulla vigilanza, responsabilità, sanzioni e sanatoria in materia edilizia». (B.U.R. n. 47 S. dell'8.11.2004)
- L.R. 18 febbraio 2004, n. 1: Norme per l'attività edilizia Reg. 15 luglio 2003, n. 9: Norme regolamentari di attuazione dell'art. 5 della legge regionale 23 ottobre 2002, n. 18 - Norme in materia di prevenzione sismica del patrimonio edilizio.
- Legge Regionale n. 13 del 23-07-2003: "Disciplina della rete distributiva dei carburanti per autotrazione". (B.U.R. Umbria n. 32 del 6 agosto 2003)
- Legge Regionale n. 11 del 22.02.2005 "Norme in materia di Governo del Territorio: pianificazione urbanistica Comunale"
- Legge Regionale n. 1 del 21.01.2015 "Testo unico Governo del Territorio e materie correlate"
- Delib. G.R. 18 giugno 2003, n. 852: Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria
- Legge del 23.10.2002 n. 19: "Contributi regionali per l'eliminazione e il superamento delle barriere architettoniche negli edifici privati". (Bollettino Ufficiale della Regione Umbria n. 48 del 6 novembre 2002)
- Legge del 23.10.2002 n. 18: "Norme in materia di prevenzione sismica del patrimonio edilizio". (Bollettino Ufficiale della Regione Umbria n. 48 del 6 novembre 2002)
- Legge n. 38 del 20/12/2000: Agevolazioni nel calcolo dei parametri urbanistici per il miglioramento del comfort ambientale e del risparmio energetico negli edifici.
- Legge del 30/08/2000 n. 34: Ulteriori modificazioni ed integrazioni della Lr. 21 ottobre 1997, n. 31 - Disciplina della pianificazione urbanistica comunale e norme di modificazione delle leggi regionali 2.9.1974, n. 53, 18.4.1989, n. 26, 17.4.1991, n. 6 e 10.4.1995, n. 28.
- Legge n. 27 del 24/03/2000: Piano urbanistico territoriale. B.U.R.U. n.31 del 31 maggio 2000 supplemento straordinario
- L.R. 6 marzo 1998, n. 8: Interventi per il ripristino degli edifici distrutti o gravemente danneggiati dal sisma del 12 maggio 1997
- Legge n. 13 del 11/04/1997: Norme in materia di riqualificazione urbana. B.U.R.U. n.19 del 16 aprile 1997
- Legge n. 1 del 07/01/1997: Prime norme di urbanistica commerciale. B.U.R.U. n.3 del 8 gennaio 1997
- Legge n. 16 del 12/07/1996: Abrogazione dell' art. 26 della Lr 10 aprile 1995, n. 28 - Norme in materia di strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. B.U.R.U. n.33 del 17 luglio 1996
- Legge n. 28 del 10/04/1995: Norme in materia di strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. B.U.R.U. n.21 del 19 aprile 1995 supplemento ordinario n. 1 del 19 aprile 1995
- L.R. 18 dicembre 1987, n. 55: Attuazione degli articoli 8 e 25 della legge 28 febbraio 1985, n. 47. Determinazioni delle variazioni essenziali e disciplina delle destinazioni d'uso degli immobili
- L.R. 20 maggio 1986, n. 19: Disciplina per la programmazione e l'esecuzione delle opere pubbliche
- L.R. 26 aprile 1985, n. 23: Applicazione dell'art. 37 della legge 28 febbraio

In questo quadro si sono approfonditi nell'ambito della variante, limitatamente alle aree previste alcuni aspetti di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica già valutate in fase di quadro conoscitivo redatto per la variante generale, gli approfondimenti permettono infine di eseguire una microzonazione sismica di I-II° Livello per le aree oggetto di variante seguendo le indicazioni del volume "Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome".



1.2 *Acquisizione dei dati di base*

Lo studio redatto a supporto della variante parziale, al fine di valutarne la fattibilità ed eventuali condizioni prevede di tener conto del quadro conoscitivo generale per poi approfondire le tematiche geologico-tecniche soprattutto in riferimento agli studi di microzonazione sismica, attraverso la raccolta delle indagini preesistenti con la loro relativa ubicazione (la catalogazione e rappresentazione in un allegato fascicolo delle indagini con cartografia specifica), di un contorno significativo, tramite queste e le informazioni geologiche esistenti sono state redatte le cartografie in scala 1:5.000 relative alle MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica) per ogni singola area.

La ricerca di dati pregressi è stata eseguita essenzialmente sui seguenti archivi:

- Archivio lavori pubblici e privati - Comune di Castiglione del Lago, Servizio Urbanistica e Servizio Lavori Pubblici;
- Informazioni allegate e consultate per la redazione dello Strumento Urbanistico Comunale (Piano strutturale) di Città della Pieve.
- Banca dati cartografia del rischio geomorfologico e idraulico del PAI -Autorità di Bacino del F. Tevere;
- Banca dati Cartografia geologica, geomorfologica, idrogeologica e di pericolosità sismica - Regione Umbria, Servizio Geologico e Sismico;
- Banca dati Progetto IFFI – ISPRA;
- Database Macrosismico Italiano DBMI11 – INGV;
- Faglie capaci (progetto ITHACA) – Servizio Geologico d'Italia/ISPRA.

Si sono comunque eseguite indagini minime al fine di poter redigere una carta di Microzonazione sismica di livello 2.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO

La variante comprende due zone per le quali si intende operare una densificazione edilizia con la trasformazione di aree agricole ad aree edificabili, entrambe sono ricomprese in un ambito contiguo ad aree edificabile, pertanto la loro trasformazione non andrà ad incidere significativamente sul tessuto territoriale, le due aree sono così distinte:

Area A – area nel Capoluogo di circa 7464,30m² , ricompresa tra Via F.lli Rosselli e Via Firenze (tratto urbano della SR 71 -Umbro Casentino), distinta geograficamente:

- Foglio 122 Perugia alla tavoletta III NW Castiglione del Lago (edito IGM scala 1:25.000);
- Carta Tecnica Regionale dell' Umbria al Foglio 310-051 (edita in scala 1:5.000)
- Mappa Catastale del Comune di Castiglione del Lago al Foglio n. 45 (attuale particella 1515)
- Coordinate WGS84 (punto centrale dell'area Lat. 43,1300621- Long. 12,0422277)

Area B – area nella frazione Vitellino di circa 2904,38 m² , ricompresa lungo la SP 300 (Via Vitellino), distinta geograficamente:

- Foglio 122 Perugia alla tavoletta III NW Castiglione del Lago (edito IGM scala 1:25.000);
- Carta Tecnica Regionale dell' Umbria al Foglio 310-053 (edita in scala 1:5.000)
- Mappa Catastale del Comune di Castiglione del Lago al Foglio n. 57 (attuale particella 737)
- Coordinate WGS84 (punto centrale dell'area Lat. 43,1093903 - Long. 12,0140095)

Aree oggetto di variante	Riferimenti catastali		Coordinate ED 50		Superficie m ²
	Foglio	Particelle	Latitudine	Longitudine	
A - CAPOLUOGO	45	1515	43,1310310	12,0431824	7464,30
B - VITELLINO	57	737	43,1103592	12,0149641	2904,38



3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 Elementi Geomorfológicos

Le caratteristiche generali delle aree oggetto di variante sono valutate sulla base delle nuove previsioni in riferimento allo studio geomorfologico del territorio di Castiglione del Lago redatto in scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale in sede di variante generale e rappresenta la sintesi di un studio operato prevalentemente su scala geografica dallo scrivente, volto ad individuare i principali processi di morfogenesi operanti, tenendo essenzialmente conto di quelli che interagiscono con la stabilità e la sicurezza delle aree.

Le principali informazioni si sono ottenute da interpretazioni aerofotogrammetriche delle foto aeree consultate presso gli Uffici del PUT della Regione dell'Umbria, utilizzando le riprese aeree del 1992 (AR24) in B.N. a scala 1:13.000, in parte integrate ove necessario da rilievi di campagna.

La classificazione dei dissesti oltre che dagli elementi raccolti nel rilevamento di campagna è stata integrata dalle fonti bibliografiche, facendo riferimento alla "Carta Inventario dei Movimenti Franosì" della Regione Umbria ed Aree Limitrofe – C.N.R.- G.N.D.C.I." e della carta del Rischio del Suolo del P.T.C.P. oltre alle specifiche cartografie del P.A.I. (Autorità di Bacino dell'Appennino Centrale), nonché dalla cartografia prodotta dal Progetto I.F.F.I.

Per le Aree oggetto di variante possiamo evidenziare le seguenti caratteristiche :

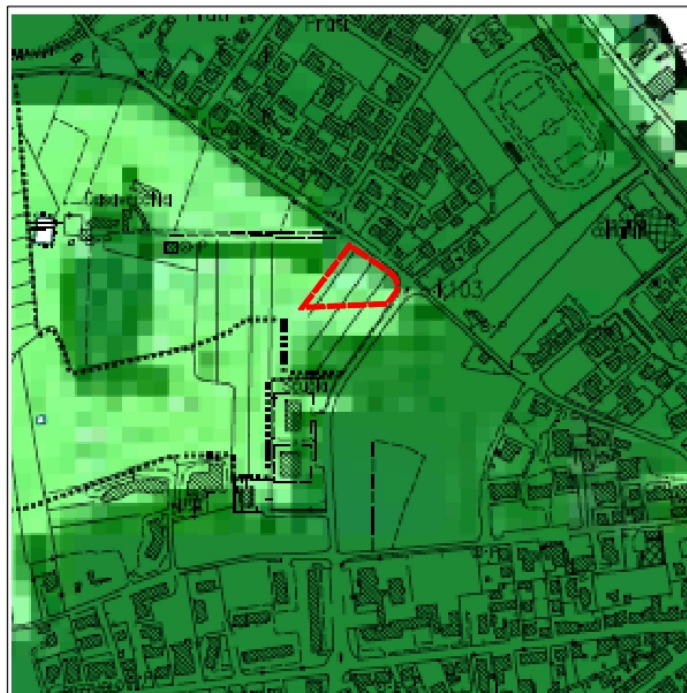
A-CAPOLUOGO

L'area del capoluogo consiste in un appezzamento di terreno con forma regolare, posto ad una quota assoluta di circa 260-262 m. slm., che degrada leggermente con pendenze nell'ordine del 1-2 % verso N-NE, allineati con la massima pendenza sono realizzati alcuni acquai campestri che consentono il deflusso delle acque verso il Lago Trasimeno, quest'ultimo raccoglie il deflusso della rete delle acque chiare urbana a cui afferiscono i vari acquai menzionati.

Nell'area non sono evidenti dall'osservazione in posto forme di dissesto attive o quiescenti, non se ne rinvencono inoltre nelle specifiche cartografie consultate, l'area nel quadro conoscitivo redatto a supporto della variante generale è classificata nella Carta dei Vincoli Geologici-Morfologici e instabilità limitata – zona stabile (Zona A4-A5), di seguito si riporta lo stralcio cartografico menzionato e vigente.



Piano Regolatore Generale - Parte Strutturale
Carta dei Vincoli Geologici e Morfologici Tavola G.4. 02 Zona Centro



- Zona A1 Instabilità Massima
- Zona A2 Instabilità Forte
- Zona A3 Instabilità Media
- Zona A4 Instabilità Limitata
- Zona A5 situazione stabile
- FRANE ED AREE INSTABILI**
- Frane perimetrate sovraordinate
- Perimetrazioni aree instabili da PRG
- Area in Esame

Sotto il profilo morfologico non sono pertanto rilevati elementi ostativi alla trasformazione delle previsioni urbanistiche dell'area, dato che si inserisce in un tessuto urbano già sviluppato si raccomanda solo di garantire in fase di attuazione una attenta regimazione delle acque integrata con il sistema di raccolta esistente.

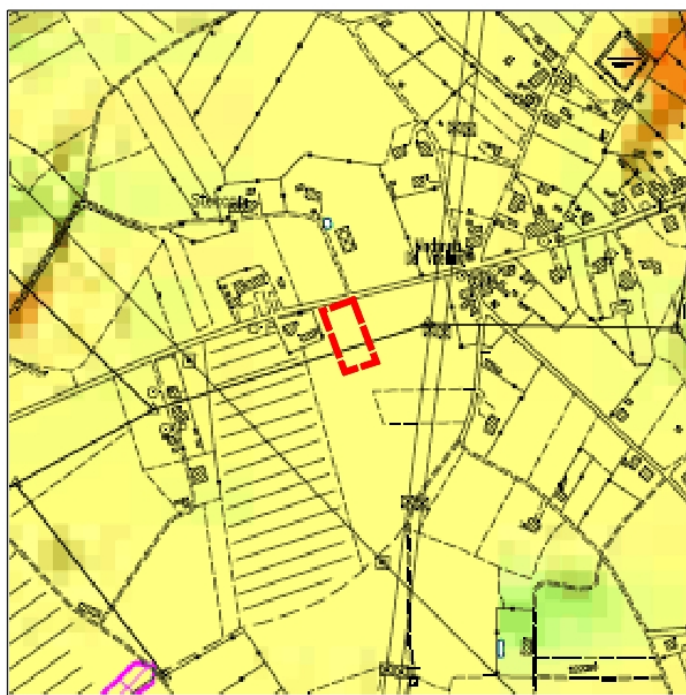


B – frazione VITELLINO

L'area nella frazione di Vitellino consiste in un appezzamento di terreno con forma rettangolare allungata in senso meridiano, posto ad una quota assoluta di circa 301-302 m. s.l.m., che degrada leggermente con pendenze nell'ordine del 1-2 % verso N-NW, non sono presenti segni di regimazione idrica se non le scoline stradali che indirizzano il deflusso verso est recapitando le acque al F.sso Vitellino tributario del Lago Trasimeno.

Nell'area non sono evidenti dall'osservazione in posto forme di dissesto attive o quiescenti, non se ne rinvencono inoltre nelle specifiche cartografie consultate, l'area nel quadro conoscitivo redatto a supporto della variante generale è classificata nella Carta dei Vincoli Geologici-Morfologici e instabilità Media (Zona A3), di seguito si riporta lo stralcio cartografico menzionato e vigente.

Piano Regolatore Generale - Parte Strutturale
Carta dei Vincoli Geologici e Morfologici Tavola G.4. 02 Zona Centro



- Zona A1 Instabilità Massima
- Zona A2 Instabilità Forte
- Zona A3 Instabilità Media
- Zona A4 Instabilità Limitata
- Zona A5 situazione stabile
- FRANE ED AREE INSTABILI**
- Frane perimetrare sovraordinate
- Perimetrazioni aree instabili da PRG
- Area in Esame

Sotto il profilo morfologico non sono pertanto rilevati elementi ostativi alla trasformazione delle previsioni urbanistiche dell'area, la presenza di terreni clastici fini fa sì che l'area presenti instabilità media, che dovrà essere valutata alla scala del singolo progetto oltre ad una attenta regimazione delle acque integrata con il sistema di raccolta esistente.



3.2 Elementi Geologici Stratigrafici

L'area castiglioneese è interessata prevalentemente da terreni e rocce di genesi sedimentaria post-orogenetica, seguendo un criterio cronologico si fa riferimento alle distinzioni della nuova cartografia geologica regionale (alla quale si rimanda per completezza – Note Illustrative Foglio 310-050).

Per le Aree oggetto di variante possiamo evidenziare le seguenti caratteristiche :

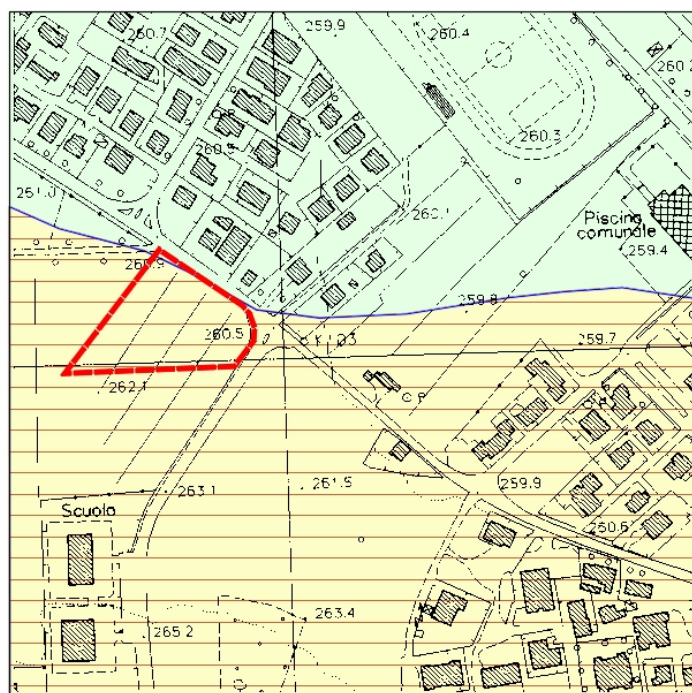
A-CAPOLUOGO

Come si evidenzia nello stralcio cartografico di dettaglio rieditato dallo scrivente e riportato di seguito si osserva la presenza di:

> Sedimenti alluvionali recenti riferibili alle divagazioni geologico storiche del F.sso Paganico, tra l'area in esame ed il lago Trasimeno;

>Sedimenti riferibili ai bacini sedimentari post-orogenetici, del Sintema Trasimeno.

Carta Geologico - Litostratigrafica
(area A- Capoluogo base CTR Sez 310-051 scala 1:5.000)



Area oggetto di Variante

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI



(b) Alluvioni recenti di fondo valle, del Fosso Paganico costituite essenzialmente da sabbie limo-argillose fini a luoghi sciolte e con locali saturazioni superficiali "Pleistocene-Olocene"



UNITA' SINTEMICHE
SUPERSINTEMA VALDICHIANA
Sintema Trasimeno (TMO)
(TMO1) Sub-sintema Macchie
Sabbie Limose e sabbie medio fini in prevalenza con variazioni più argillose a luoghi, di genesi fluvio-lacustre "Pleistocene medio sup."

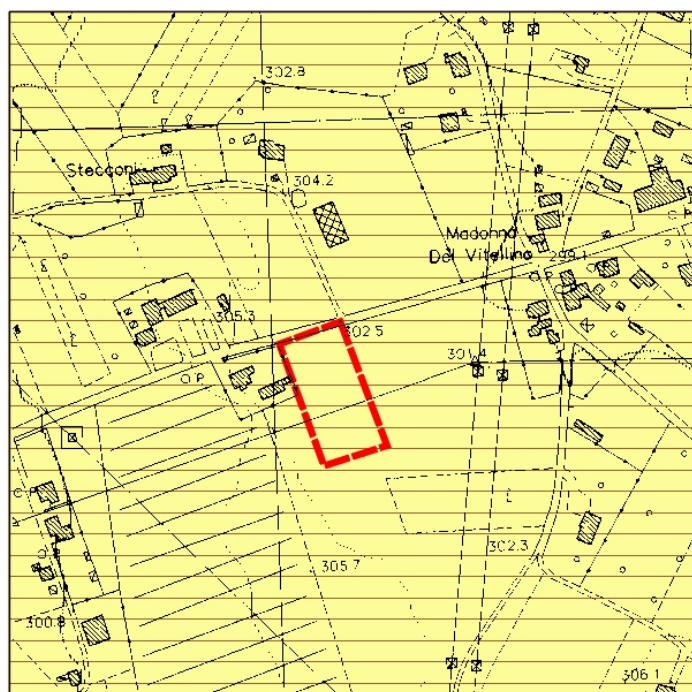


B – frazione VITELLINO

Come si evidenzia nello stralcio cartografico di dettaglio rieditato dallo scrivente e riportato di seguito si osserva la presenza di:

>Sedimenti riferibili ai bacini sedimentari post-orogenetici, riferibili al Sintema Sanfatucchio.

Carta Geologico - Litostratigrafica
(area B - fraz. Vitellino base CTR Sez 310-053 scala 1:5.000)



Area oggetto di Variante

UNITA' SINTEMICHE

SUPERSINTEMA VALDICHIANA

Sintema di San Fatucchio (SFA)

(SFAe) Litofacies Gioiella

Sabbie Limose e sabbie argillose con
locali livelli ghiaiosi di genesi fluvio-lacustre
"Pleistocene inf."

Si riportano le descrizioni e le indicazioni bibliografici delle formazioni interessate dalle aree di studio evidenziate

> UNITÀ STRATIGRAFICHE QUATERNARIE

✓ DEPOSITO ALLUVIONALE (a)

I sedimenti più recenti, databili dalla fine dell'ultima glaciazione ad oggi, sono frutto in massima parte della dinamica fluviale e fluvio-lacustre legata all'evoluzione recente del reticolo idrografico del bacino. Sono costituiti da depositi clastici sabbiosi-limosi ed a luoghi limo-argillosi, questi come accennato colmano le



valli del T. Chiani e del T. Tresa; le loro caratteristiche granulometriche evidenziano la deposizione in condizioni di bassa energia (ristagni prolungati) connessi anche alle modeste pendenze, solo localmente ed a ridosso dei promontori collinari possono rilevarsi lenti ghiaiose, comunque sporadiche e poco estese.

> SUCCESSIONI DEI BACINI SEDIMENTARI PLIO-PLEISTOCENICI

Ciclo sedimentario del Pio-pleistocene (Nel progetto CARG denominato Supersintema della Val di Chiana)

✓ SINTEMA DEL TRASIMENO (TMO)

I depositi del sintema del Trasimeno hanno un assetto sub-orizzontale e poggiano, in discordanza angolare, sul sintema di Sanfaticchio ad ovest e a sud del lago, e direttamente sul substrato litoide sulla sponda orientale. La stessa superficie di discontinuità ha un'immersione media di circa 2° verso NNE, come appare chiaramente dalle sezioni sismiche sotto il bacino lacustre attuale, inclinazione che sembra attenuarsi procedendo verso la sponda orientale del Lago stesso. L'appoggio sul sintema di Sanfaticchio avviene in corrispondenza dell'unità di Gioiella nell'area occidentale e dell'unità di Panicale in quella meridionale; il passaggio è spesso mascherato, in affioramento, dall'interposizione di una più o meno estesa fascia di depositi eluvio-colluviali, sviluppata al contatto tra due litotipi a differente erodibilità.

Sono stati distinti due sub sintemi (di SAN FELICIANO *TMO2* e di MACCHIE *TMO1*), caratterizzano una fascia di ampiezza variabile lungo tutto il perimetro del Lago Trasimeno, che si estende da una quota di 260-270 m s.l.m. fino all'attuale area di influenza dei processi lacustri. In aggiunta a quanto visibile in superficie, la descrizione litostratigrafica è possibile grazie alle informazioni su sondaggi dell'area di S. Feliciano e di Macchie oltre che il sondaggio eseguito nella fase 2 (che verrà descritto in seguito).

Si tratta di limi argilloso – sabbiosi e sabbie limose prevalenti, con intercalate localmente argille grigio-azzurre e sabbie, di origine lacustre, o argille scure, con resti vegetali, di ambiente lacustre-palustre. Lo spessore, desunto dai dati di pozzo e di terreno, non è superiore ai 10-15 m. Sulle sponde meridionali ed occidentali del Lago i depositi appoggiano sul subsintema di Macchie (TMO1), mentre su quelle orientali e sud – orientali il contatto basale avviene con il substrato pre-pliocenico alterato. Nella stessa area, i depositi del subsintema di S. Feliciano scompaiono verso est al di sotto dei depositi di versante e dei corpi di conoide di età recente, che fanno da raccordo con i rilievi.

Localmente, soprattutto da foto aerea, sono riconoscibili, per brevi e discontinui tratti, relitti di antiche linee di riva, a testimonianza delle numerose oscillazioni del livello del lago, verificatesi in epoca storica e protostorica.



✓ *SINTEMA DI SANFATUCCHIO (SFA)*

Caratterizza le fasi finali dell'evoluzione della Val di Chiana, antecedenti all'impostazione del Trasimeno. E' rappresentato in prevalenza da depositi di ambiente continentale, ad eccezione dell'angolo sud-occidentale del foglio, dove sono documentati alcuni affioramenti, di modesta estensione, di depositi di ambiente salmastro. E' delimitato alla base dal contatto discordante con il substrato litoide pre-pliocenico. Le aree di Pozzuolo e Gioiella sono interessate dalla presenza della *UNITA' DI GIOIELLA (SFA₀)*, questa si rinviene nei rilievi collinari ad ovest del Trasimeno, che si estendono in direzione NW-SE circa dall'abitato di Sanfatucchio fino ad uscire dall'area del foglio in prossimità della periferia di Pozzuolo. I depositi sono rappresentati da sabbie medie-grossolane prevalenti, organizzate in corpi di spessore metrico a geometria canalizzata, con stratificazioni e laminazioni incrociate a *set* concavi, intercalate ad argille e limi argillosi. Localmente sono presenti ciottoli carbonatici con fori di litodomi e rari fossili di ambiente salmastro (*Cerastoderma edule*).

Lo spessore è compreso tra 80 e 150 m. Come per l'unità di Moiano, l'unità di Gioiella ha un'inclinazione di pochi gradi (mediamente inferiore a 10°) verso E o NE e scompare al di sotto del sintema del Trasimeno (subsintema di Macchie); il contatto, per cause sia morfologiche che litologiche, è quasi ovunque mascherato da uno spessore variabile di coltre eluvio-colluviale, prodotta al contatto tra tipi litologici diversi. Tale contatto continua tuttavia al di sotto del Lago Trasimeno, secondo una superficie di discordanza debolmente inclinata (tra 4° e 2°), immergente verso NNE. In base all'età dei depositi e all'assetto complessivo, l'unità di Gioiella è in rapporti di eteropia laterale sia con l'unità di Panicale che con la parte finale dell'unità di Moiano.



3.3 Elementi Idrogeologici

Le informazioni sulle conoscenze idrogeologiche del territorio di Castiglione del Lago sono riportate nello studio della strumentazione urbanistica comunale (Carta della Vulnerabilità Geologica degli acquiferi Tavola G.5), e vengono qui riproposte per le due aree oggetto di variante.

Per acquisire le necessarie conoscenze delle caratteristiche idrogeologiche del territorio il lavoro menzionato tiene conto di:

- Censimento delle autorizzazioni dei pozzi privati, risalendo con i dati ottenuti dall'ufficio tecnico comunale, delle gli anni compresi nell'intervallo di tempo 1999-2004, alla posizione geografica, tipo di falda e livello piezometrico presunti.
- Ricerche bibliografiche e cartografiche su pozzi e sorgenti esistenti, dall'analisi dei documenti ufficiali, di queste il più importante è rappresentato dallo studio a più fasi per la realizzazioni di pozzi per rifornire la rete acquedottistica, tale studio è stato iniziato nel 1970 e proseguito a più fasi fino al 1986.
- Ubicazione dei pozzi che alimentano il pubblico acquedotto.

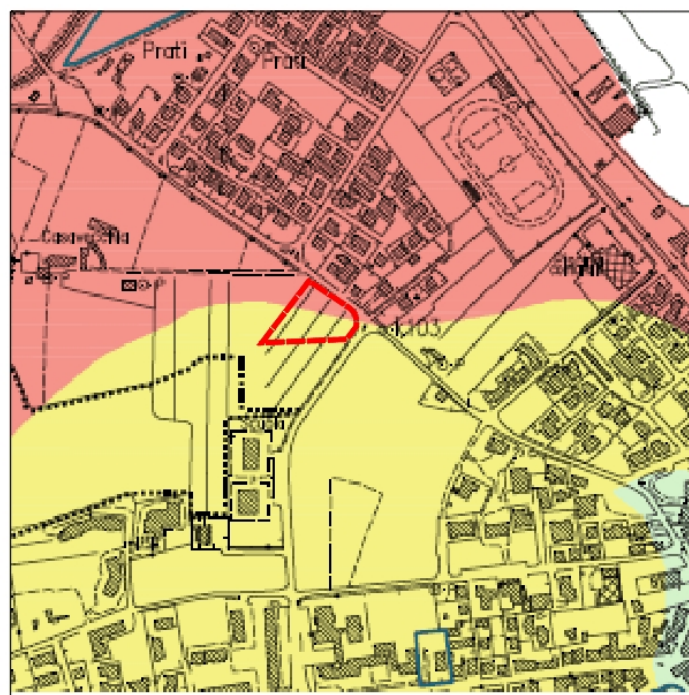
Dal punto di vista idrogeologico si osserva la presenza nel sottosuolo di una falda idrica permeante per porosità primaria per i sedimenti sabbioso-ghiaiosi e limo-sabbiosi e per fratturazione la parte più superficiale del basamento roccioso. Questa presenta una superficie piezometrica che si approfondisce di pochi metri rispetto a quella topografica con una quota di reperimento variabile da “prossima al p.c.” nelle fasce più depresse, ad alcune decine di metri nei punti più alti. Le condizioni litologico-stratigrafiche caratterizzate da una elevata variabilità dei materiali e quindi degli aspetti geotecnici ed idrogeologici, si prestano alla costituzione di più falde sovrapposte con caratteristiche idrauliche ed importanza diverse, ma che in alcune zone potrebbero essere fra loro collegate (sistemi idrogeologici multifalda).



A – CAPOLUOGO

La vulnerabilità degli acquiferi su scala Comunale per l'area in oggetto è individuata medio alta, da informazioni recenti ottenute con la realizzazione di pozzi si evidenzia che il livello della falda se non immediatamente a ridosso del F.sso Paganico e del Lago è mediamente profondo, a parte locali saturazioni stagionali una prima falda utile si rinviene a profondità superiore ai 20 m.

Piano Regolatore Generale - Parte Strutturale
Carta della Vulnerabilità Geologica degli Acquiferi Tavola G.5. 02 Zona Centro



- Zona V1 Vulnerabilità Alta
- Zona V2 Vulnerabilità media
- Zona V3 Vulnerabilità bassa
- Area in Esame

Valgono le indicazioni riportate nella variante generale.

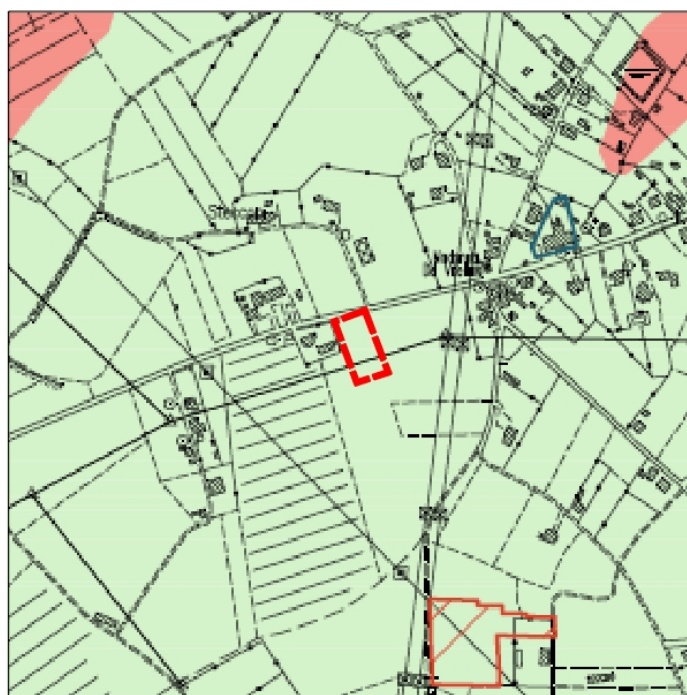


B – frazione VITELLINO

La vulnerabilità degli acquiferi su scala Comunale per l'area in oggetto è individuata come bassa, non sono presenti saturazioni superficiali, una prima falda utile si rinviene oltre i 30 m. dal p.c.

Piano Regolatore Generale - Parte Strutturale

Carta della Vulnerabilità Geologica degli Acquiferi Tavola G.5. 02 Zona Centro



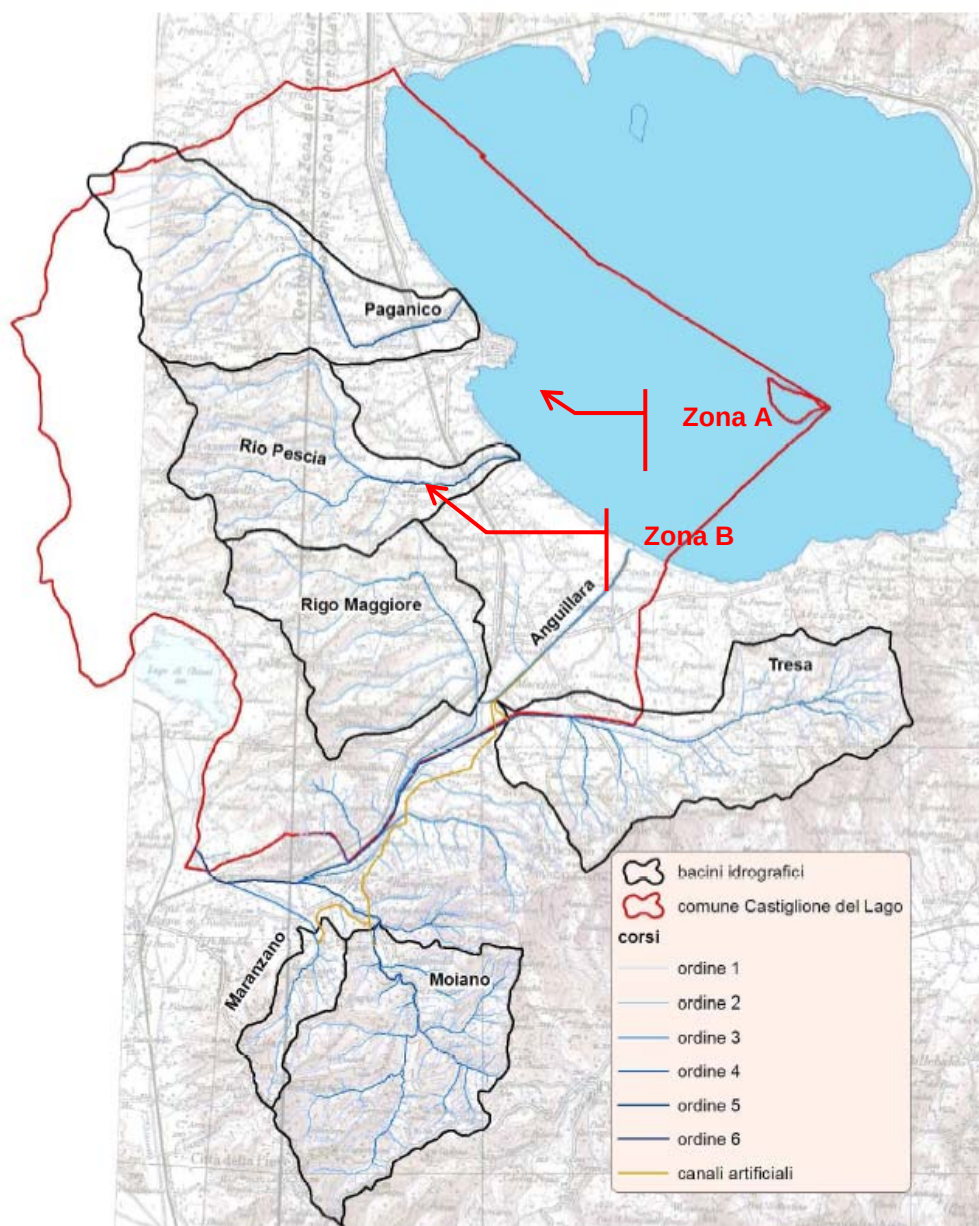
- Zona V1 Vulnerabilità Alta
- Zona V2 Vulnerabilità media
- Zona V3 Vulnerabilità bassa
- Area in Esame

Valgono le indicazioni riportate nella variante generale.



3.4 Elementi Idraulici

Nel Territorio Comunale sono presenti alcuni bacini di corsi d'acqua afferenti al lago Trasimeno oltre alcuni canali artificiali realizzati al fine di ampliare il bacino del lago, e sono oggetto di studi di approfondimento e sono i seguenti bacini: F.so Paganico, Rio Pescia, Rigo Maggiore, Tresa, Moiano e Maranzano; Di questi, gli ultimi quattro sono collegati a canali di derivazione artificiali regolati da paratoie manovrabili che li collegano al canale centrale artificiale dell'Anguillara, le aree oggetto di variante sono invece esterne ai bacini principali menzionati.

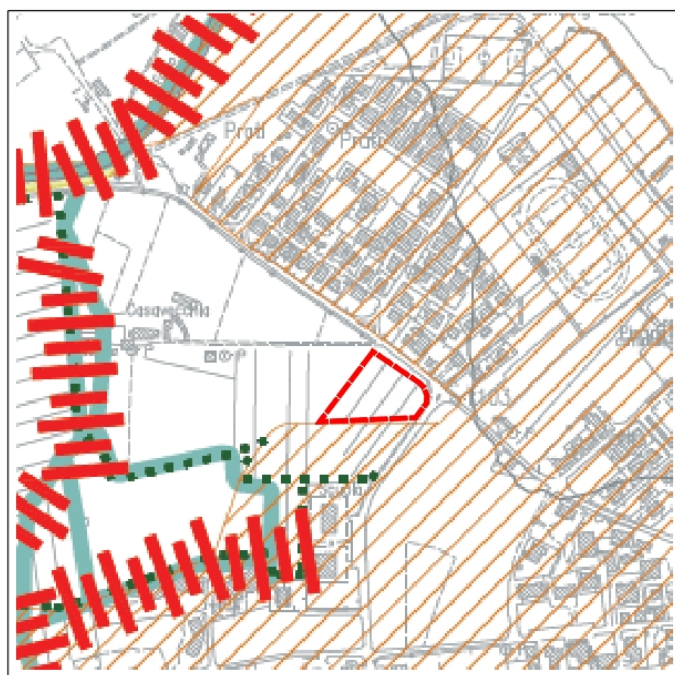




A- CAPOLUOGO

Come accennato nella descrizione delle caratteristiche morfologiche l'area viene drenata da un sistema di acquedotti antropici che afferisce alla rete di smaltimento delle acque chiare, pertanto non è interessata da pericolosità idraulica, sarà tuttalpiù necessario prevedere attenta regimazione delle acque per impedire fenomeni di ristagno o di difficoltà di smaltimento delle acque in occasione di piogge copiose, come si evince dalla tavola G.5bis.02 di cui si riporta di seguito uno stralcio l'area non rientra tra le zone allegabili o da sottoporre ad indagini idrauliche.

Piano Regolatore Generale - Parte Strutturale
Carta della Vulnerabilità idraulica superficiale Tavola G.5bis 02 Centro

**Reticolo idrografico**

-  Fossi e corsi d'acqua
-  Invasi artificiali

Aree allagabili

-  Aree allagabili Tr 50
-  Aree allagabili Tr 200
-  Aree allagabili Tr 500

Indagini idrauliche

-  Ambiti lineari da assoggettare ad indagini idrauliche
-  Bacini artificiali da assoggettare ad indagini idrauliche

Uso del suolo

-  Aree di insediamento
-  Zone agricole utilizzabili per nuovi insediamenti (ex LR 11/05 art. 3 comma g) - primo impianto
-  Area in esame



B – Frazione VITELLINO

L'area si rinviene a ridosso di uno spartiacque secondario che divide il Bacino del T. Pescia (ad ovest), da quello del F.sso Vitellino (ad est), come accennato nella descrizione delle caratteristiche morfologiche le acque afferiscono al secondo e l'area non presenta livelli di rischio e/o pericolosità sotto il profilo idraulico.

Piano Regolatore Generale - Parte Strutturale Carta della Vulnerabilità idraulica superficiale Tavola G.5bis 02 Centro



Reticolo idrografico

- Fossi e corsi d'acqua
- Invasi artificiali

Aree allagabili

- Aree allagabili Tr 50
- Aree allagabili Tr 200
- Aree allagabili Tr 500

Indagini idrauliche

- Ambiti lineari da assoggettare ad indagini idrauliche
- Bacini artificiali da assoggettare ad indagini idrauliche

Uso del suolo

- Aree di insediamento
- Zone agricole utilizzabili per nuovi insediamenti (ex LR 11/05 art. 3 comma g) - primo impianto
- Area in esame



4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Sismicità storica

La sismicità storica dell'Umbria, con particolare riferimento all'Appennino Umbro Marchigiano, presenta caratteristiche ben conosciute, anche sulla base di ricerche condotte sin dall'inizio del secolo e dai dati del Catalogo dei Terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni di a_{max} (accelerazione massima) attesa con determinati tempi di ritorno.

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale (Zonazione Sismogenetica ZS9 – INGV, 2004), assegnata al territorio comunale è la 920 (Val di Chiana-Ciociaria), nella zona 920 (Appennino Umbro), sono previste magnitudo (MW [Magnitudo momento sismico]), massime attese (cautelative), pari a 6.14.

La massima intensità sismica osservata è di intensità pari al 10° grado della Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre la massima magnitudo (Ms) Richter mai registrata, è oltre a circa 6.5, con una frequenza di terremoti al di sopra del 7° grado MCS maggiore od uguale a 20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e, complessivamente per tale periodo, con 15 sismi di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS.

Si tratta prevalentemente di un'attività sismica concentrata nei settori orientali e nord-orientali della regione, entro la crosta terrestre, con il 95% degli eventi con profondità epicentrale inferiore ai 15 Km.

La distribuzione dei sismi è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali.

In linea generale si può affermare che la zona ad Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta ed alta mentre, quella ad Ovest, nel quale è compresa l'area del comune di Castiglione del Lago, è interessata da un più modesto grado di sismicità da medio-basso a medio.

Dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) dell'INGV (M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi - Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>), è consultabile la storia sismica del comune di Castiglione del Lago, nella quale sono riassunti 27 eventi a partire dall'anno 1832.



Storia sismica di Castiglione del Lago (DBMI15 – INGV)

Storia Sismica di Castiglione del Lago

[43.126, 12.051]

Numero di eventi: 27

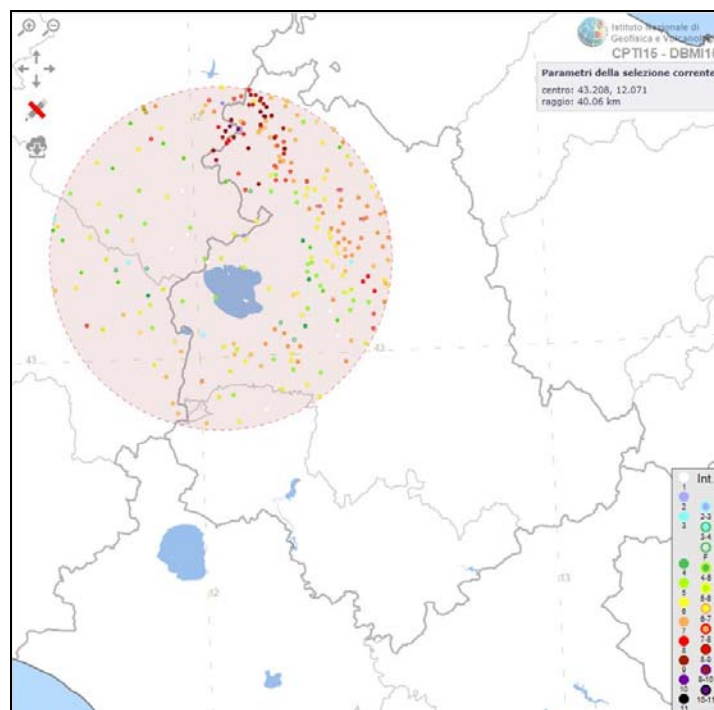
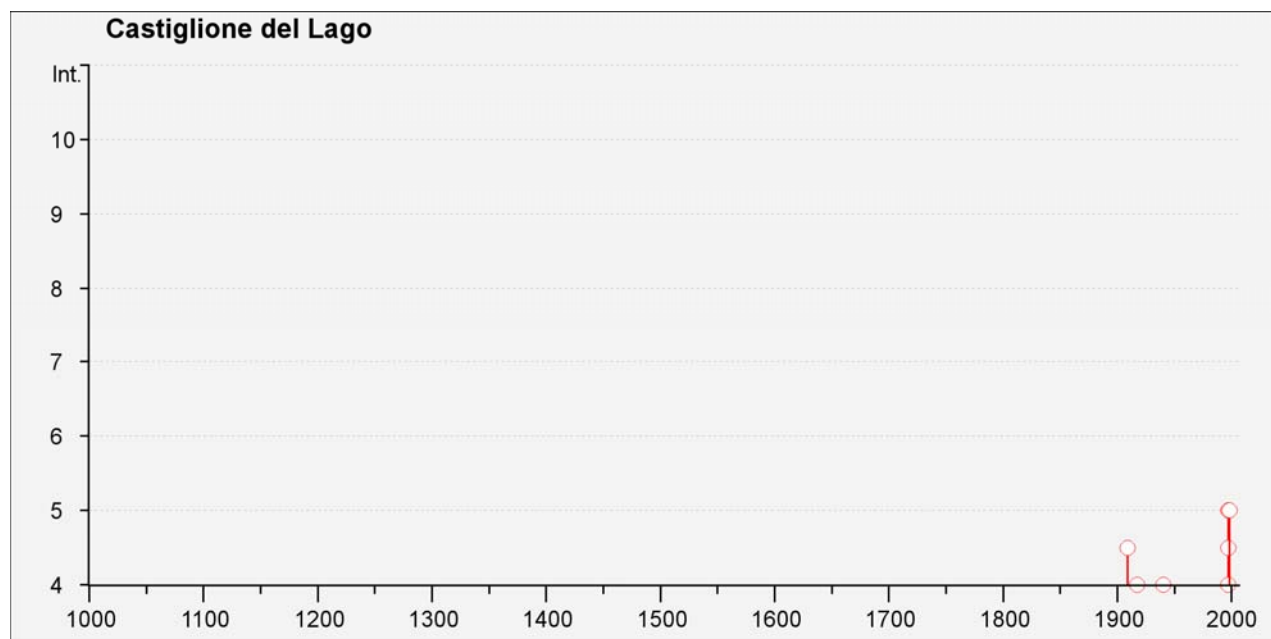
Effetti

In occasione del terremoto del:

I (MCS)	Data	Località	Np	IO	Mw
NF	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	102	10	6.33 Â±0.14
NF	1898 06 27 23:38	RIETI	186	8	5.49 Â±0.12
NF	1902 12 17 05:21	SANTA FIORA	30	7	4.86 Â±0.33
NF	1905 02 12 08:28	SANTA FIORA	61	6	4.66 Â±0.29
4-5	1909 08 25 00:22	MURLO	283	8	5.37 Â±0.10
NF	1911 09 13 22:29	Chianti	115	7	5.19 Â±0.14
2	1915 03 26 23:37	Assisi	40	6	4.60 Â±0.24
4	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-	5.89 Â±0.11
3	1918 04 14 01:56	GIANO DELL'UMBRIA	23	10	4.55 Â±0.32
2	1919 02 13 02:20	LAGO TRASIMENO	20	6	4.70 Â±0.39
3	1919 09 10 16:57:20	PIANCASTAGNAIO	67	7-	5.32 Â±0.18
3	1940 06 19 14:10:09	RADICOFANI	28	8	4.77 Â±0.28
4	1940 10 16 13:17:35	RADICOFANI	106	7-	5.26 Â±0.14
3	1948 06 13 06:33:31	Valtiberina	142	8	5.05 Â±0.14
3	1984 05 07 17:49:43	Appennino abruzzese	912	7	5.89 Â±0.09
NF	1984 05 11 10:41:50	Appennino abruzzese	342	8	5.50 Â±0.09
NF	1993 06 04 21:36:51	Nocera Umbra	90	5-	4.50 Â±0.13
NF	1993 06 05 19:16:17	GUALDO TADINO	326	6	4.74 Â±0.09
5	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano	760	6	5.70 Â±0.09
5	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-	6.01 Â±0.09
4-5	1997 10 03 08:55:22	Appennino umbro-marchigiano	490	9	5.25 Â±0.09
4-5	1997 10 06 23:24:53	Appennino umbro-marchigiano	437	7-	5.46 Â±0.09
4	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	8	5.65 Â±0.09
5	1998 03 26 16:26:17	Appennino umbro-marchigiano	408	5-	5.29 Â±0.09
NF	2000 04 01 18:08:04	MONTE AMIATA	66	6	4.57 Â±0.09
3-4	2001 11 26 00:56:55	Casentino	213	5-	4.72 Â±0.09
NF	2005 12 15 13:28:39	Valle del Topino	361	6	4.66 Â±0.09



In particolare si osserva che la massima intensità di sito, **Is**, è stata di V grado della scala Mercalli (MCS), per eventi di intensità epicentrale, **Io**, del VII-VIII grado MCS del terremoto del 1997 dell'Appennino Umbro-Marchigiano, con una magnitudo Richter media di 5.65.



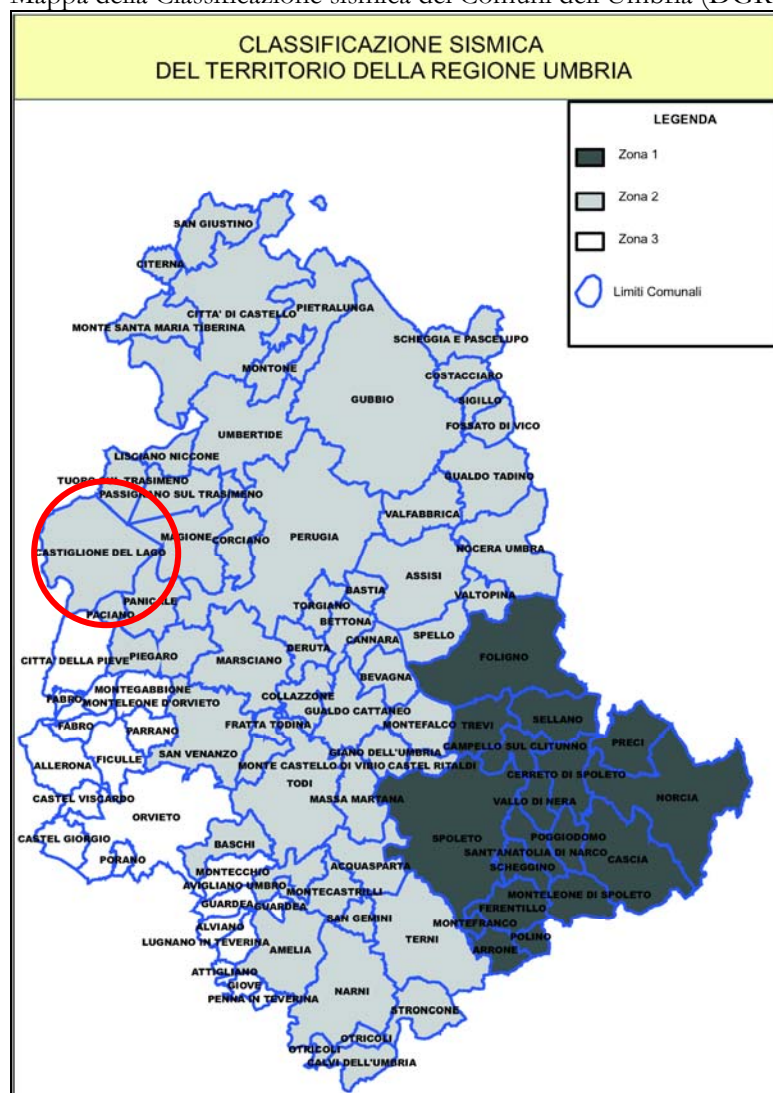
Mappa con eventi ed intensità – DBMI15 – INGV



4.2 Classificazione sismica e Pericolosità di Base

Il territorio comunale di Castiglione del Lago, è attualmente classificato come *zona sismica 2*, come evidenziato dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 “Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale”, dalla D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 “Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell’Umbria” e dalla D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111 “Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell’Umbria”, precedentemente a tale data, il territorio comunale risultava classificato sempre in zona2.

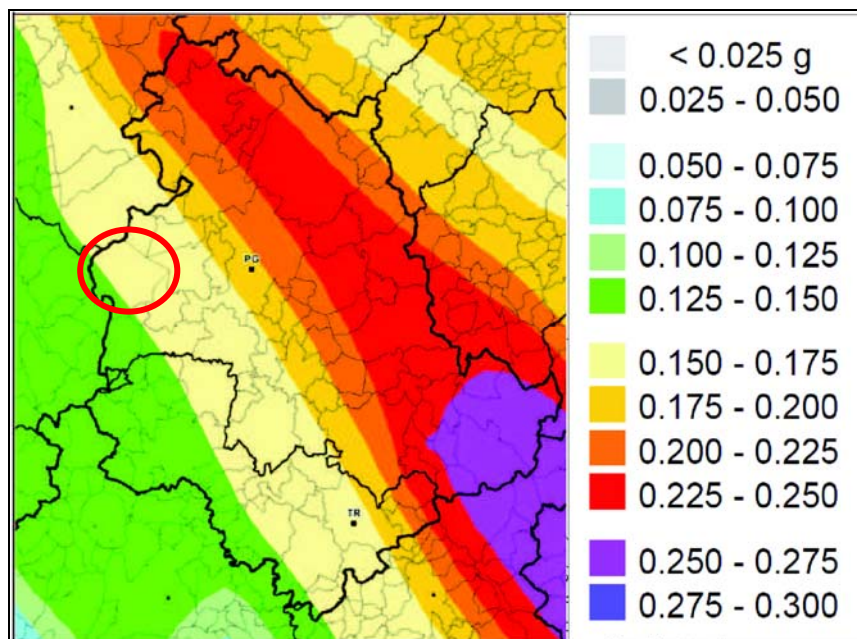
Mappa della Classificazione sismica dei Comuni dell’Umbria (DGR 1111/2012)





Per quanto concerne la Pericolosità sismica di base, si è fatto riferimento alla vigente Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale, INGV, 2004 e alla Mappa interattiva di Pericolosità Sismica del progetto DPC-INGV S1 (consultabili al sito <http://esse-1gis.mi.ingv.it>), entrambe analogamente espresse in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s, Cat. A).

Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (stralcio per la Regione Umbria)



In particolare, sulla Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale sopra riportata, l'isolina della soglia d'ingresso in zona 2 ($a_{g475} > 0,150g$) è unidirezionale, con orientamento N/NO-S/SE ed è posizionata immediatamente ad Ovest del gruppo del Monte Peglia, e lambisce il territorio comunale di Castiglione del Lago essenzialmente nella porzione occidentale.

Per l'assegnazione alla zona 2 conseguentemente alla OPCM 3519 del 28 aprile 2006, la Regione Umbria, come indicato nella D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111, ha applicato esclusivamente il criterio della prevalenza territoriale al di sopra o al di sotto del valore soglia.

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08 e s.m.i.:

ag = accelerazione orizzontale massima;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



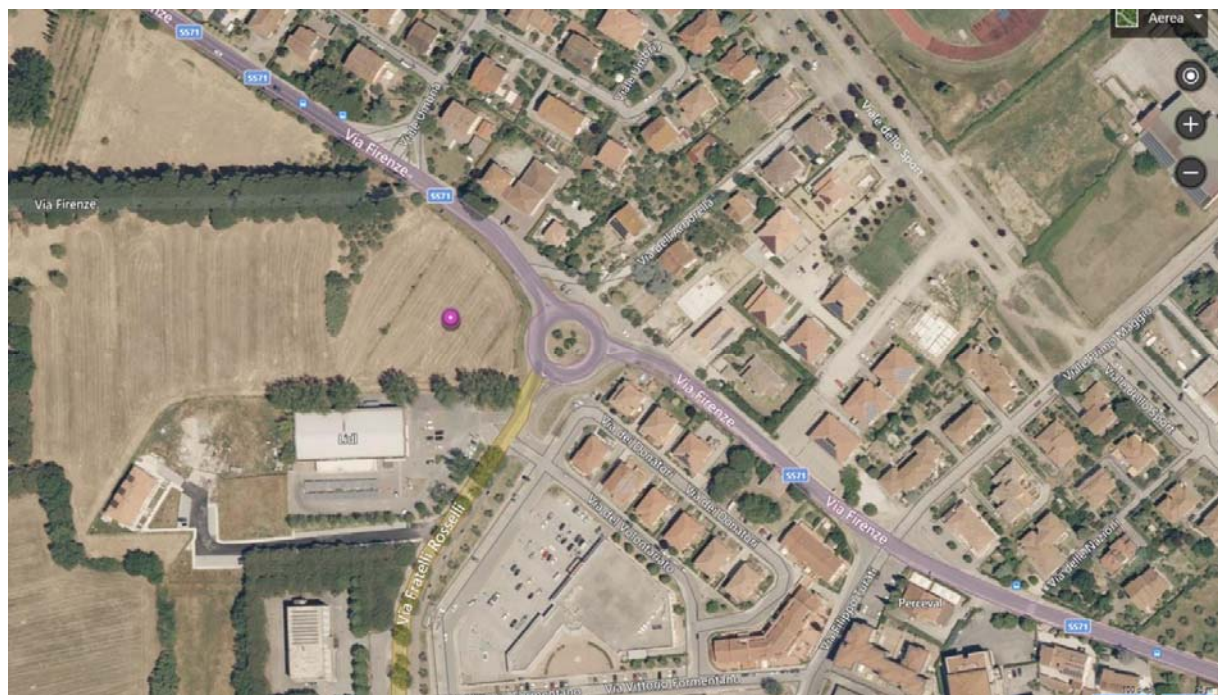
I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

ag, il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

Fo e **TC*** i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

A - CAPOLUOGO



Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame.

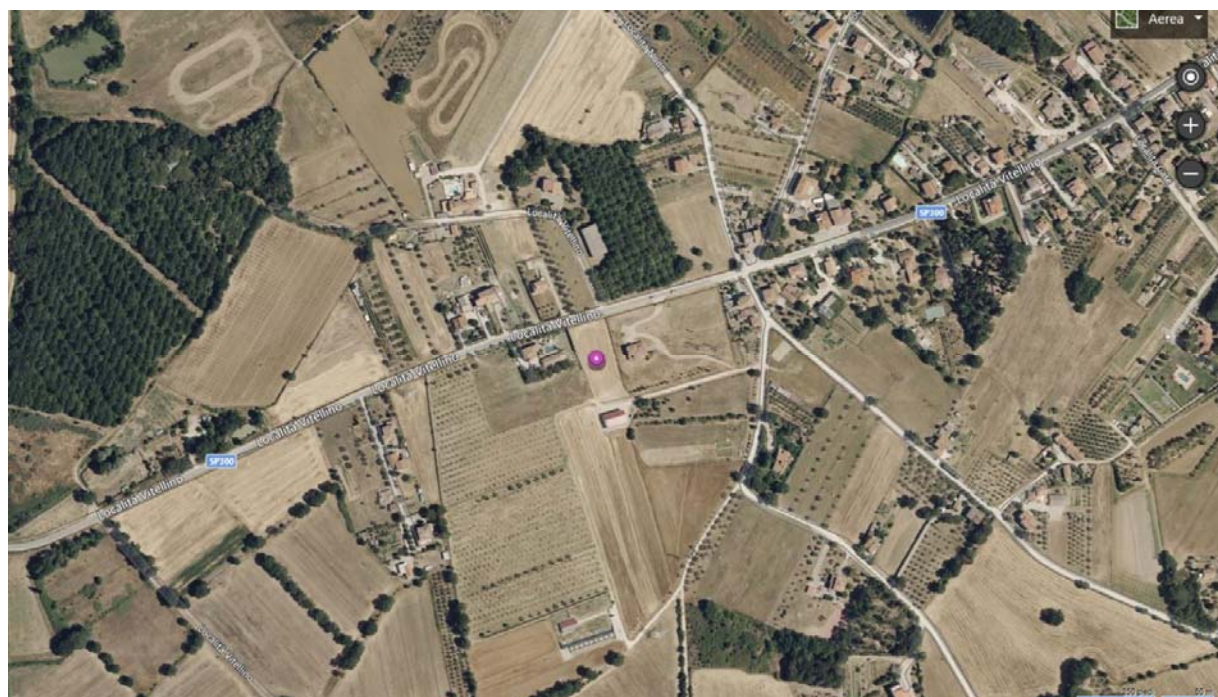
Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	22955	43,125090	11,982990	4929,25
2	22956	43,125960	12,051490	878,77
3	22734	43,175950	12,050330	5028,50
4	22733	43,175080	11,981780	6985,89



Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,536	0,258
SLD	50	0,065	2,553	0,271
SLV	475	0,153	2,466	0,288
SLC	975	0,192	2,470	0,292

B – Frazione VITELLINO



Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	22955	43,125090	11,982990	3068,99
2	22956	43,125960	12,051490	3434,94
3	23178	43,075970	12,052620	4895,97
4	23177	43,075100	11,984190	4649,20

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,539	0,257
SLD	50	0,064	2,560	0,270
SLV	475	0,152	2,465	0,286
SLC	975	0,191	2,467	0,289



4.3 Acquisizione dati geofisici tramite indagini

Nell'ambito del presente studio per la Microzonazione Sismica delle aree da innessare la variante è stata realizzata una campagna di indagini geofisiche utili a migliorare le conoscenze sismiche dei terreni presenti, la scelta della tipologia di indagini è stata realizzata conformemente ad altri studi di MZS che hanno interessato il territorio comunale.

Nel dettaglio la campagna d'indagini geofisiche è consistita nell'esecuzione di n.2 indagini geofisiche di sismica passiva mediante misura di microtremore a stazione singola (HVSr) e n. 2 indagini geofisiche di sismica attiva con metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Località	Indagine	Sigla	Tipo di array	Geofoni	Modalità' elaborazione
				n.	
A - CASTIGLIONE DEL LAGO Capoluogo	Passiva	HVSr-A	Puntuale	Stazione singola	CALCOLO RAPPORTI SPETTRALI H/V
	Attiva	MASW-A	Lineare	24	INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE
B - CASTIGLIONE DEL LAGO Fraz. Vitellino	Passiva	HVSr-B	Puntuale	Stazione singola	CALCOLO RAPPORTI SPETTRALI H/V
	Attiva	MASW-B	Lineare	24	INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

I certificati delle indagini eseguite sono riportati nell'Appendice Indagine

4.3.1 Indagini geofisiche Passive HVSr

Per l'esecuzione delle prove sono stati utilizzati due sismografi digitali triassiali (componenti N-S, E-O e Verticale), a 24 bit SR04-GEOBOX da 2 e 4.5 Hz linerizzati 0.5 Hz (SARA electronic instruments s.r.l.), con sensori interni (Velocimetri Geospace Technology - HS1), l'acquisizione è avvenuta avendo cura di effettuare un adeguato accoppiamento sensore-terreno, con posizionamento con bolla torica alloggiata nella strumentazione.

La registrazione del rumore ambientale (microtremore), è stata effettuata per durate di 20' ritenute sufficienti in considerazione dei modesti disturbi, utilizzando un campionamento di 300 Hz e 156-600 Hz, attraverso il software di acquisizione Seismolog-MT - Sara s.r.l.



Le vibrazioni sismiche ambientali (chiamate anche rumore sismico), sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm. In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh.

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- Spettri di Fourier; Rapporti spettrali; Rapporti spettrali H/V.

Tra questi, quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V, noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), o metodo di Nakamura. La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti. Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio. Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico/ingegneristico per derivare i seguenti parametri:

- la frequenza fondamentale di risonanza F_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità V_s , attraverso opportuni metodi di inversione.

I pregi fondamentali di tale tecnica di sismica passiva sono:

- possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola";
- la presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico sempre che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 20");
- non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
- permette di raggiungere grandi profondità.

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata quindi all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura sia nel substrato.

Piano regolatore generale del comune di Castiglione del Lago	Variante parziale		CLAGO_PS_PO_RRG
			Ed.01_25 - Rev.0
			Pag.28 di 39

L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellazione sintetica delle spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo. La tecnica dei rapporti spettrali (HVSr) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito).

L'elaborazione delle registrazioni è avvenuta con il software GeoExplorer HVSr della SARA srl, con eliminazione delle sottofinestre di registrazione (windowing) contenenti transienti significativi.

Tramite l'applicazione delle procedure indicate nelle linee guida nell'ambito del progetto SESAME (2004), si è proceduto al calcolo della curva H/V-F e alla determinazione della frequenza fondamentale di risonanza f_0 , sono inoltre stati analizzati e restituiti gli spettri delle tre componenti del moto del suolo e la direzionalità del segnale H/V. Il dato ottenuto è stato quindi analizzato secondo i criteri SESAME di valutazione del dato ed è stata definita la classe di qualità secondo la procedura indicata da Albarello & Castellaro, 2011 - Appendice 2.

4.3.1 Indagini geofisiche attive MASW

Per l'acquisizione di tutti i dati di campagna (MASW) è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Sismografo multicanale AMBROGEO, con le seguenti caratteristiche:

- Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica;
- Tipologia: Echo 24/2002 Seismic Unit
- Numero di canali: 24
- Intervallo di campionamento: 0,296 msec
- A/D Conversione: 24 bit

- Dinamica del sistema:

- Impedenza amplificatori in ingresso: 1 Kohm
- Tensione di saturazione: +/- 2,3 V
- Dinamica di base: 100dB (16 bit);
- Livello di saturazione: 100dB
- Distorsione: 0,01 %
- Campionamenti:
 - 25 msec (191 punti)
 - 50 msec (383 punti)
 - 100 msec (756 punti)
 - 200 msec (1530 punti)
 - 400 msec (3060 punti)
 - 800 msec (6121 punti)



- Campionamento: 130 micro/sec
- Lunghezza di registrazione: 25 - 50 -10 - 20 – 400 – 800 millisec
- Filtro passa basso: da 50 a 950 Hz, passo 1 Hz
- Risposta in frequenza: 7 – 950 Hz, Filtro a 950 Hz
- Campo della Dinamica totale: 93 dB (a qualsiasi frequenza di campionamento);
- Rumore: 0,66 uV rms, gain = 55 dB
- Potenza: 12 V

Il sismografo multicanale AMBROGEO, per le MASW è stato collegato tramite cavo a 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5Hz. Geospace GS11D. Ogni indagine è stata realizzata eseguendo 2 punti di energizzazione coniugati, con l'utilizzo di una mazza da 9 Kg che si è dimostrata in grado di fornire energia sufficiente allo scopo prefissato tramite sollecitazione di una piastra di metallo.

Per ogni punto di energizzazione sono stati acquisiti 2 shot a differenti distanze, utilizzando per l'elaborazione quello più chiaro. I dati acquisiti sono stati successivamente analizzati mediante il software di elaborazione Easy-Masw prodotto dalla Geostrù.

L'analisi si basa sull'acquisizione delle tracce dei sismogrammi effettuando un processo di interlacciamento delle tracce ottenute su due punti di shot successivi.

A tale fase segue l'analisi spettrale per la determinazione della curva di dispersione sperimentale la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

A questa segue una fase di caratterizzazione del modello sintetico geotecnico-sismostratigrafico, tendente a simulare la curva di dispersione teorica. Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione ed avviene tramite l'elaborazione di un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni e consente di determinare il profilo delle velocità (Vs) in mezzi a differente rigidità.



4.3.1 Risultati delle indagini geofisiche

Dalle indagini eseguite per le due aree si possono ottenere le seguenti informazioni:

Località	Indagine	A0 amplitude	F0 (Hz) frequenza	Vs eq. m/sec	Criteri sesame
A - CASTIGLIONE DEL LAGO Capoluogo	HVSR-A	2.380	1.117	268	7/9 (no)
B - CASTIGLIONE DEL LAGO Fraz. Vitellino	HVSR-B	2.994	0.421	310	9/9 (si)

Località	Indagine	Vs int. m/sec	Inversioni Vs	Vs eq. m/sec	Bed Rock sismico
A - CASTIGLIONE DEL LAGO Capoluogo	MASW-A	150-420	no	276	> 30
B - CASTIGLIONE DEL LAGO Fraz. Vitellino	MASW-B	100-550	no	310	> 30

4.4 Modello del sottosuolo (CGT - MOPS)

Attraverso l'integrazione tra i dati raccolti e le indagini realizzate, si è cercato di definire un modello di sottosuolo per le aree soggette a microzonazione sismica, la definizione di tale modello integra i dati superficiali a disposizione (carta geologica Regione Umbria e dati rilevamento di campagna) con le informazioni disponibili dalle indagini reperite e realizzate in aree contermini, permangono delle incertezze sugli spessori e sulle caratteristiche granulometriche delle coperture presenti al disopra del basamento geologico di riferimento, in quanto non sono disponibili indagini dirette che vanno oltre i 10-15 m., o poco oltre dall'escavazione di pozzi, mentre si spessori in molti casi sensibilmente elevati (fino a massimi superiori ai 150-200 m a Castiglione del Lago), informazioni indirette ottenute dalle indagini geofisiche.

Per quanto riguarda le velocità Vs delle varie unità "delle coperture" ($V_s < 800$ m/s), sono state effettuate valutazioni specifiche per singola località, cercando di mediare i dati delle indagini realizzate e reperite eseguite su unità geologico tecniche uguali o considerate granulometricamente/composizionalmente e/o di genesi comparabile, data l'estensione arealmente modesta delle zone studiate si possono ritenere i valori ottenuti come uniformi dell'intera area.



Per quando riguarda invece le unità costituenti il basamento sismico ($V_s > 800$ m/s), sempre località per località, è stata considerata, in ogni indagine, come velocità di riferimento del basamento sismico, quella del primo strato indagato con $V_s > 800$ m/s. Anche in questo caso i dati sono stati poi mediati tra le indagini disponibili in quanto descriventi stesse formazioni geologiche, o formazioni considerate con comportamento analogo.

Di seguito viene quindi descritto il modello geologico e geologico-tecnico di riferimento, assunto in corrispondenza delle varie aree di studio.

4.4.1 Castiglione del Lago – A (Capoluogo) CGT

L'abitato di Castiglione del Lago è in parte ubicato su una struttura collinare, per la porzione del centro storico, di più antica edificazione e in parte ubicato sulle porzioni a modesta pendenza, nella parte dell'abitato di più recente realizzazione. Il promontorio su cui svetta l'urbe storica fortificata si incunea nel lago formando una penisola allungata W-E ed evolve in un sistema basso collinare spostandosi verso ovest. La piana costiera che si allunga in direzione meridiana è interessata da quote di poco superiori a quelle del livello di zero idrometrico del lago, con quote massime pari a 270 m, mentre la porzione dove si erge il centro storico raggiunge quote di poco superiori ai 300 m. e si presenta come una modesta collinetta con versanti molto acclivi nella punta orientale e caratterizzati da morfologie più blande nelle altre porzioni. Per quanto riguarda invece la porzione più occidentale che funge da transizione al sistema collinare che delimita il bacino lacustre dalla Val di Chiana, si ha un sistema di pianura e modeste collinette che raggiungono la quota massima di 280 m. slm. (zona di Lisciano) ma con pendenze dei versanti sempre irrisionarie.

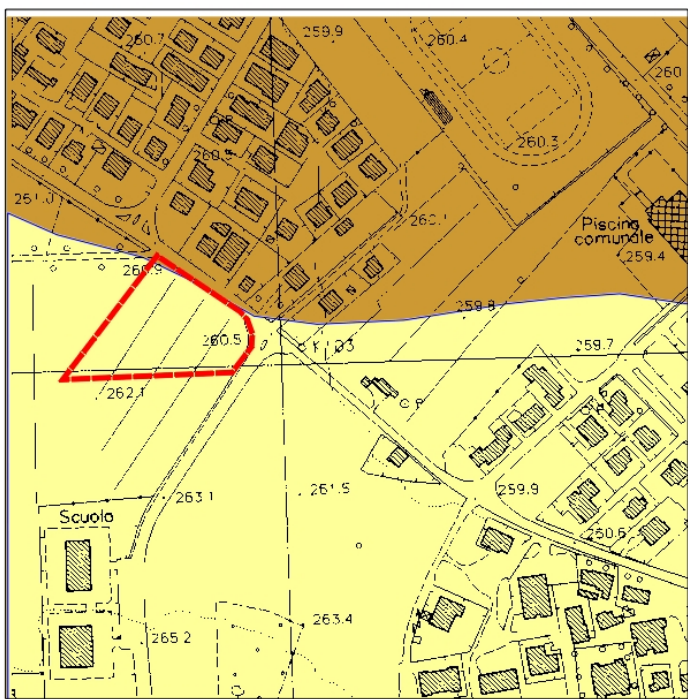
Dal punto di vista geologico affiorano in in corrispondenza del promontorio Castiglione Calcareni, calcari marnosi, arenarie calcaree, marne ed argilliti, presenti nel "Poggio" di Castiglione del Lago e di età miocenica (Depositi marini torbiditici, disposti a strati spessi anche più di 1,5 m per le calcareniti, più sottili per le arenarie e gli altri componenti). Seguono quantitativamente subordinate le marne e le argilliti, costituendo solamente gli interstrati e raramente degli intervalli più estesi. La stratificazione immerge verso N.O. con una inclinazione di 20-40 gradi, riferibili alla formazione di Monte Morello (ALS).

Nell'area in esame a ridosso del promontorio affiorano i depositi alluvionali pleisto-olocenici (SUPERSINTEMA VALDICHIANA), tra cui quelli granulometricamente costituiti da Sabbie Limose e sabbie medio fini in prevalenza con variazioni più argillose di origine lacustre (**SC-Ic**), afferibili probabilmente al subsistema di Macchie. Tali sedimenti sono relativi ad ambienti deposizionali continentali tipo lacustre e tipo piana alluvionale, episodicamente invasa dall'acqua e si tratta di sabbie medio-fini, sabbie-limose e limi-sabbiosi, prevalenti, di colore giallo/marrone, alternate ad argille limo-sabbiose e limi argilloso-sabbiosi.



I sedimenti sono impostati direttamente al di sopra del substrato roccioso, il quale si approfondisce in modo graduale spostandosi verso Ovest, questi depositi hanno spessore variabile, che può superare i 250 m, allontanandosi dalla costa lacustre e nell'ordine di 100-140 m. nell'area in esame (Zona A).

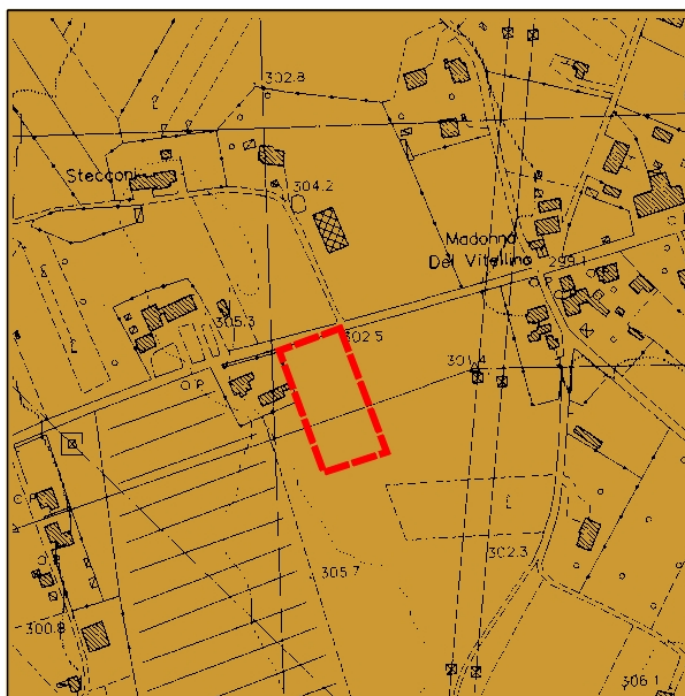
Carta Geologico - Tecnica
(area A- Capoluogo base CTR Sez 310-051 scala 1:5.000)





Dalle indagini indirette il basamento (Bed Rock Sismico) viene collocato alla profondità di circa 70-75 m., nell'area oggetto di studio sono presenti inoltre zone di instabilità di versante, mentre dal punto di vista idrogeologico le caratteristiche di permeabilità dei terreni di copertura presenti risultano a grande scala eterogenee, in funzione prevalentemente della percentuale di frazione fine presente; la permeabilità risulta di tipo primario, per porosità ed il livello della falda sufficientemente profondo per non dar luogo a rischi di liquefazione in fase sismica.

Carta Geologico - Tecnica
(area B - fraz. Vitellino base CTR Sez 310-053 scala 1:5.000)



 Area oggetto di Variante

 ML-lc
Limi inorganici, farina di roccia,
sabbie fini limose o argillose,
limi argillosi di bassa plasticità
genesi ambiente sedimentario
lacustre

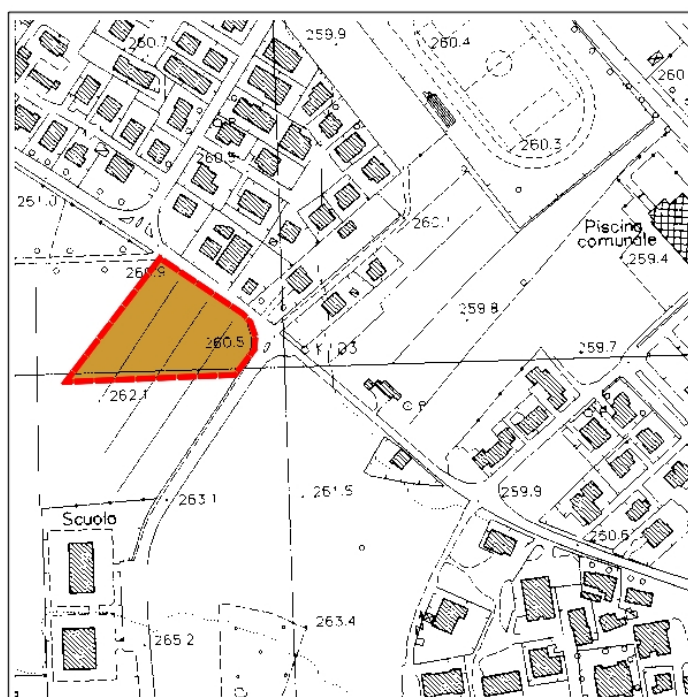
Località	Unità Geologica	Unità G-T	range V_s (m/s) min.-max	V_{seq} assegnata	Categoria sototsuolo	Indagine di riferimento
VITELLINO	SFAe	ML-lc	100-550	310	C	MASW-B HVSr- B



4.4.3 Castiglione del Lago – A - Capoluogo MOPS

Il territorio comunale di Castiglione del Lago è stato assoggettato a studi di MZSL 2-3, l'area al momento esterna non è stata direttamente interessata, ma sono state oggetto di studio di 3° livello le aree confinanti, inoltre le indagini eseguite permettono di confermare l'uniformità con le aree contigue, pertanto si ritiene opportuno assegnare lo stesso numero di MOPS (Zona 2016) ricadente in aree Stabili suscettibili di amplificazione.

Carta delle MOPS
(area A- Capoluogo base CTR Sez 310-051 scala 1:5.000)



Area oggetto di Variante

Zone Stabili suscettibili di Amplificazione



Zona 2016

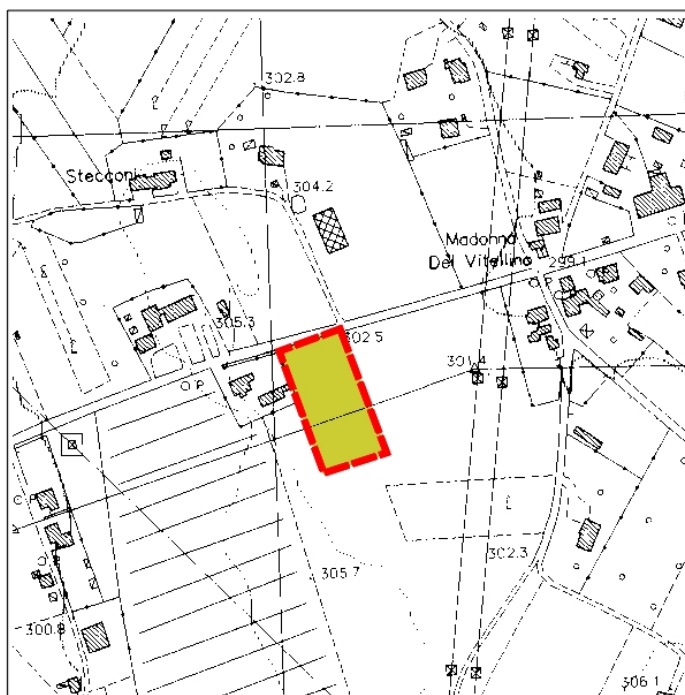


4.4.4 Vitellino – B (FRAZIONE) - MOPS

L'area in esame per le sue caratteristiche può essere classificata tra le aree Stabili suscettibili di amplificazione, per questa si assegna una nuova MOPS (Zona 2019)

Carta delle MOPS

(area B - fraz. Vitellino base CTR Sez 310-053 scala 1:5.000)



Area oggetto di Variante

Zone Stabili suscettibili di Amplificazione



Zona 2019



4.5 Carte di Microzonazione Sismica

4.5.1 Castiglione del Lago – A - Capoluogo Microzonazione Sismica

Si attribuiscono i valori della MOPS 2016 dello studio di MZSL3 del Comune di Castiglione del Lago eseguito dallo scrivente assieme al Dott. Geol. Miriano Scorpioni (al quale si rimanda per ogni approfondimento).

Sono state realizzate tre carte, ognuna descrivente la distribuzione areale del valore del fattore di amplificazione FA per tre differenti intervalli di periodo: 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s, 0.7-1.1 s.,

Ogni carta riporta la distribuzione di:

- microzone omogenee di livello 3 con quantificazione dei fattori di amplificazione (FA) per il periodo corrispondente, a cui sono associati accelerogrammi di output e spettri di output specifici

I risultati sono così sintetizzati:

MOPS	FA			Prof. Bed Rock Sismico	Vs eq.	NTC 2018 categoria
	0,1-0,5	0,4-0,8	0,7-1,1			
2016	1.19	1.34	1.20	~150-200	260-310	C

4.5.2 Vitellino – B (FRAZIONE) – Microzonazione Sismica Livello II

La procedura utilizzata, che segue un approccio di tipo quantitativo, ha fornito una stima della risposta sismica locale in termini di fattori di amplificazione, le amplificazioni sono state espresse attraverso il **fattore di amplificazione FA e FV**.

Per la quantificazione dei fattori di amplificazione sono stati utilizzati gli abachi di riferimento per effetti litostratigrafici e per effetti topografici, riportati negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS - 2008)”, non essendo disponibili abachi specifici della Regione Umbria, al momento della redazione del presente studio.

Gli abachi per effetti litostratigrafici utilizzati sono coerenti con un modello di sottosuolo costituito da un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido con velocità delle onde di taglio $V_s > 800$ m/s.



I dati di ingresso per l'utilizzo delle tabelle degli abachi per effetti litostratigrafici sono stati:

- la macrozona di pericolosità sismica del sito da cui il valore medio approssimato di a_g , considerato per le località studiate è pari a 0.15g. Le tabelle degli abachi sono indicate per i livelli energetici di 0.06g, 0.18g e 0.26 g da cui è stato cautelativamente assunto il valore di riferimento di $a_g = 0.18 g$;
- la litologia prevalente nelle zone di approfondimento d'indagine, ricavata dai dati stratigrafici e dai modelli geolitologici e nella legenda della **Carta Geologico-Tecnica** per singola microzona

Tipo di Terreno: Sabbia – (Vitellino – B frazione) Zona 2019 MOPS.

- la V_{SH} media dei terreni di copertura, ovvero il valore della velocità media delle onde S fino all'interfaccia con il substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).
- il profilo di velocità assunto è risultato per tutte le Località:
 - profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.**

quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia. Sono quindi state effettuate le determinazioni dei valori del fattore di amplificazione FA-FV per l'area oggetto di variante.

Determinazione FA tramite abaco per effetti litostratigrafici utilizzata per la MZS livello 2 (da ICMS 2008) - Sabbie (0.18g LPI)

Fattore di amplificazione FA		Tipo di terreno Sabbia		a_g [g] 0.18g		Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia				
						V_{SH} (m/s)				
						150	200	250	300	350
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02
	10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.24
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14
	60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98
	120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96
	130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94
	140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91
	150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89



Determinazione Fv tramite abaco per effetti litostratigrafici utilizzata per la MZS livello 2 (da ICMS 2008) - Sabbie (018g Costante)

Fattore di amplificazione

FV

Tipo di terreno

Sabbia

$a_g(g)$

0.18g

Profilo di velocità

Lineare pendenza intermedia

	V_{σ} (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
	10	-	1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00
	15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01
	20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02
	25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03
	30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05
	35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06
	40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08
	50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10
	60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11
	70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13
	80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13
	90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13
	100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12
	110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11
	120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06	
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05	
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04	

Sintesi dei risultati

MICROZONA	FA		FV	
	Max.	Min.	Max.	Min.
MOPS 2019	1.13	1.04	1.90	1.82
Fraz. Vitellino				



5. CONCLUSIONI

La sintesi delle informazioni ottenute sono riportate di seguito.

Area	Vincoli Geologici Morfologici	Vulnerabilità degli acquiferi	Vulnerabilità Idraulica	Sismica		
				Zona	Cat. 2018	MOPS
Capoluogo	Instabilità bassa- nulla	Medio-alta	Irrilevante	2	C	2016 Zona stabile suscettibile di amplificazione
Vitellino	Instabilità media	Bassa	Irrilevante	2	C	2016 Zona stabile suscettibile di amplificazione

Sulla base del presente studio si ritiene che le trasformazioni previste dalla variante si inseriscono in un contesto geologico-morfologico, idrogeologico, idraulico e sismico che non presenta motivi ostativi alla trasformazione.

APPENDICE INDAGINI

n. 2 Indagini geofisiche tramite tecnica MASW

n. 2 Indagini geofisiche tramite tecnica HVSR

Committente Dott. Geol. Guerrini Stefano

Località: Castiglione Capoluogo – Frazione Vitellino

Data: Giugno 2025

Geologo Miriano Scorpioni
06061 - Castiglione del Lago PG
Via: Marcantoni, 28
e-mail: miriano.geo@libero.it
C.FISC: SCRMRN61L05Z110L
P.IVA: 01887370540



Campagna	Castiglione del Lago V. Rosselli – V. Firenze	Data	Giugno 2025
Profilo m.	46	Operatore	Scorpion Miriano
Strumento	Ambrogeo 24 bit	Condizioni Meteo	Buone
Sorgente	Mazza da 9 Kg	Formato Dati	SGY-SEG2
Frequenza Geofoni	4,5 Hz	Spaziatura Geofoni	2 m.
Freq. Campionamento	0,478 ms	Lungh. registrazione	1 s
Coordinate			
Inizio Profilo		Fine Profilo	
Latitudine - Longitudine	43.129819, 12.042117	Latitudine - Longitudine	43.130226, 12.042367
Quota	~ 260 m. s.l.m.	Quota	~ 260 m. s.l.m.



Schema geometria

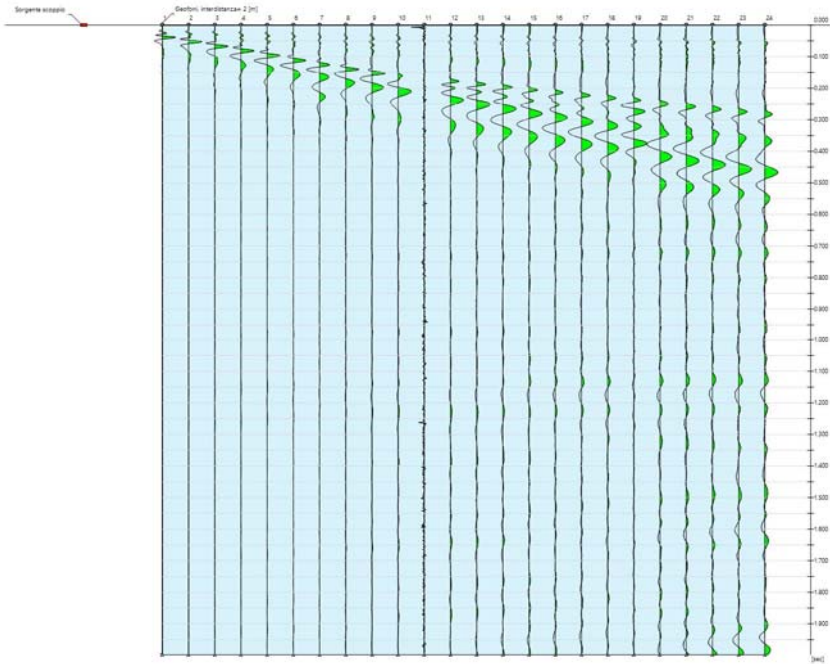
Energizzazioni: 01-----02-----
Ricevitori: 01.....06.....12.....18.....24

Energiz. N°	Posizione Energiz.	Tracce inattive	Note (Rumore, Energ. singola, stack Energ.)
1	10 m. primo geofono	11	Segnale anomalo traccia 11
2	5 m. primo geofono	11	Segnale anomalo traccia 11

ELABORAZIONE – SOFTWARE Easy MASW

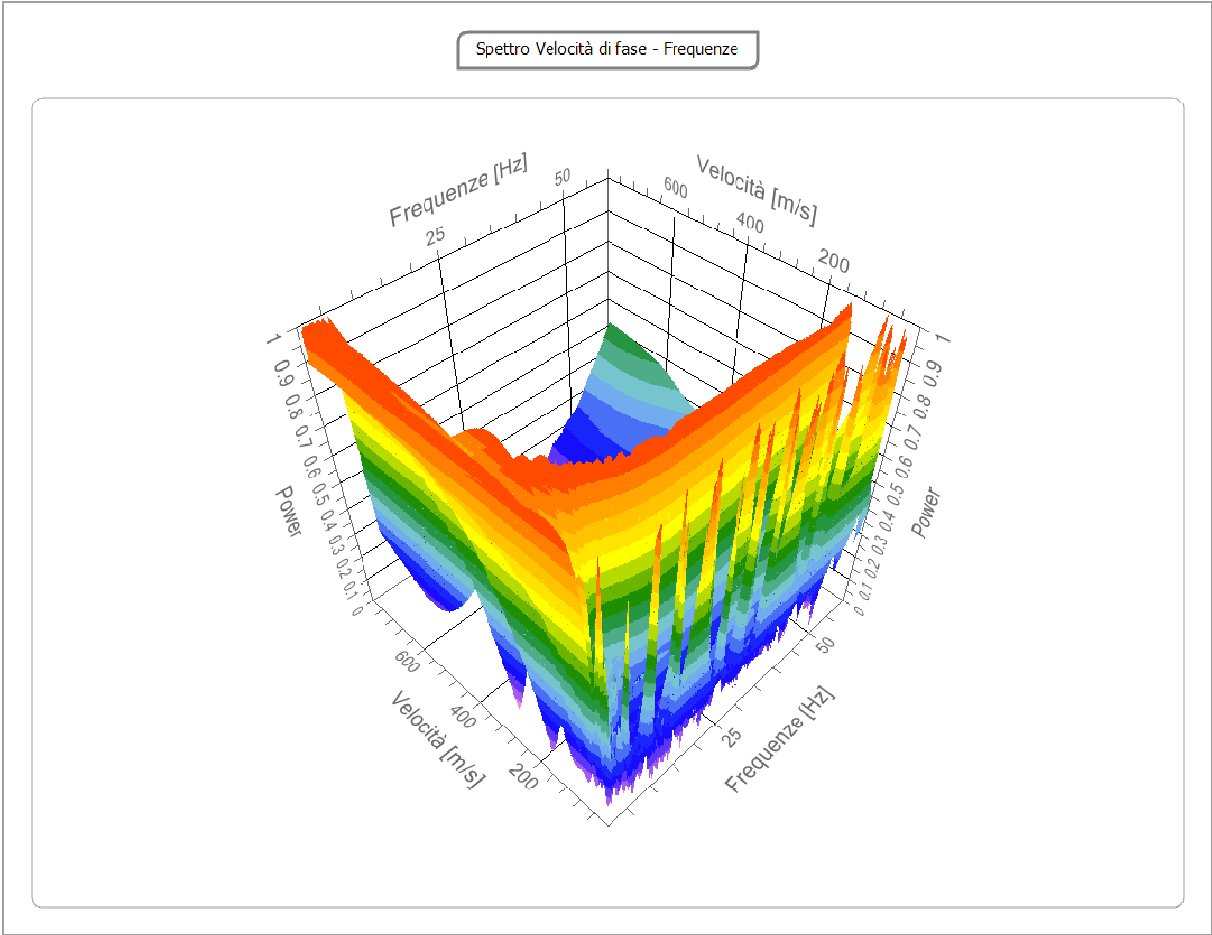
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1998.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.478



Analisi spettrale

Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

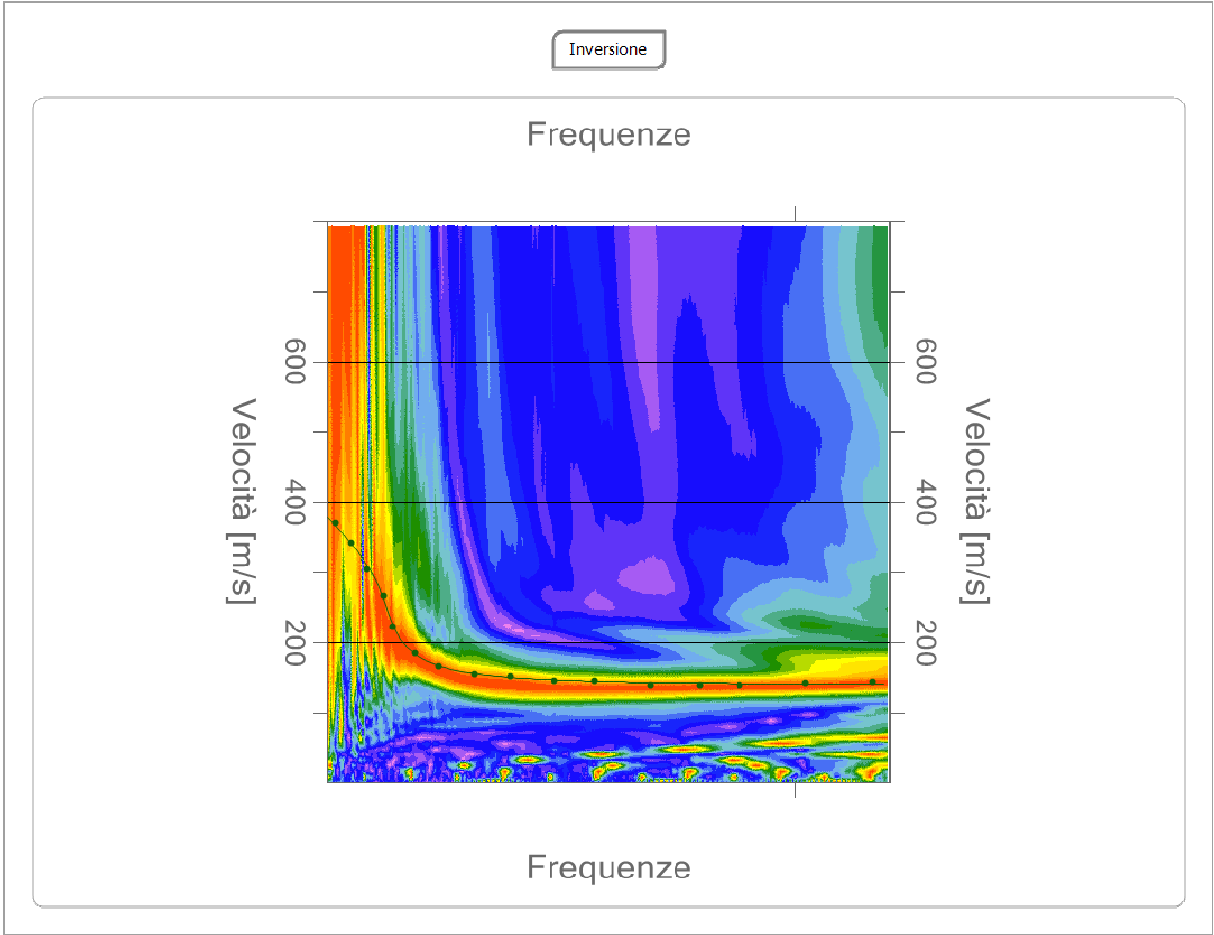
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1.8	370.3	0
2	3.4	342.5	0
3	5.1	304.9	0
4	6.9	267.3	0
5	7.8	223.2	0
6	10.2	185.6	0
7	12.7	166.0	0
8	16.4	154.6	0
9	20.2	153.0	0
10	24.8	146.4	0
11	29.0	146.4	0
12	34.8	139.9	0
13	40.0	139.9	0
14	44.3	139.9	0
15	51.2	143.2	0
16	58.3	144.8	0

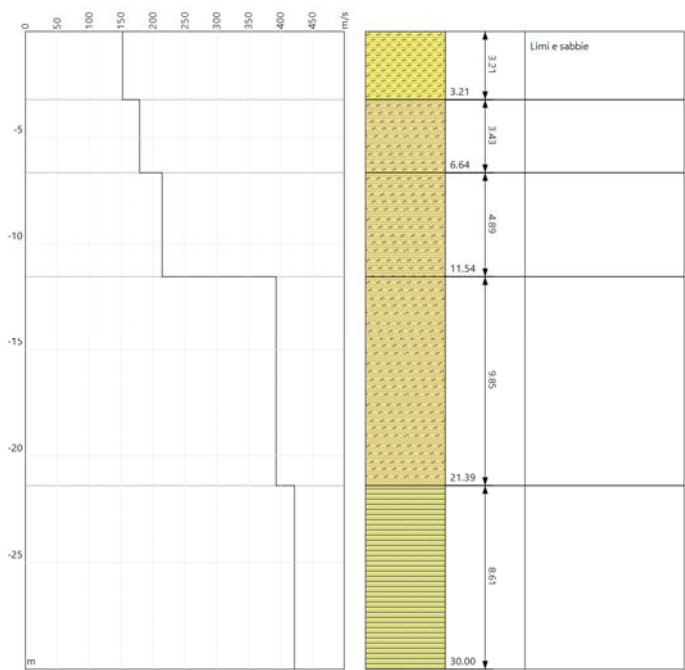
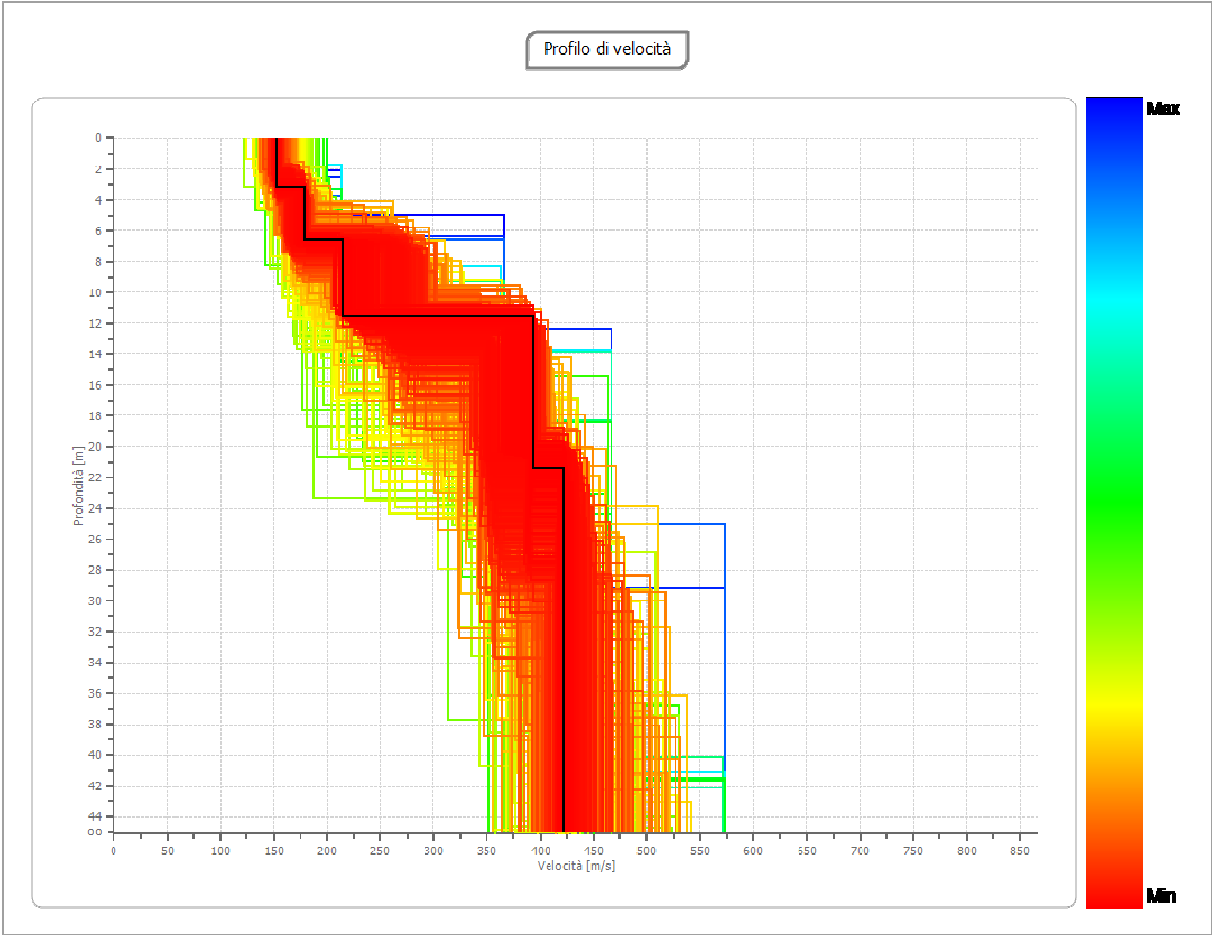
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	Limi e sabbie	3.21	3.21	1800.0	0.30	No	285.1	152.4
2	Limi e sabbie	6.64	3.43	1800.0	0.30	No	335.2	179.2
3	Limi e sabbie	11.54	4.89	1900.0	0.30	No	400.9	214.3
4	Limi e sabbie	21.39	9.85	2000.0	0.30	No	735.3	393.1
5	Limi e sabbie	oo	oo	2000.0	0.30	No	789.3	421.9

Percentuale di errore0.025 %

Fattore di disadattamento della soluzione0.016





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	276.40
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Campagna	Fraz. Vitellino Castiglione del Lago	Data	Giugno 2025
Profilo m.	46	Operatore	Scorpioni Miriano
Strumento	Ambrogeo 24 bit	Condizioni Meteo	Buone
Sorgente	Mazza da 9 Kg	Formato Dati	SGY-SEG2
Frequenza Geofoni	4,5 Hz	Spaziatura Geofoni	2 m.
Freq. Campionamento	0,478 ms	Lungh. registrazione	1 s
Coordinate			
Inizio Profilo		Fine Profilo	
Latitudine - Longitudine	43.109074, 12.014039	Latitudine - Longitudine	43.109517, 12.013872
Quota	~ 302 m. s.l.m.	Quota	~ 302 m. s.l.m.



Schema geometria

Energizzazioni: 01-----02-----

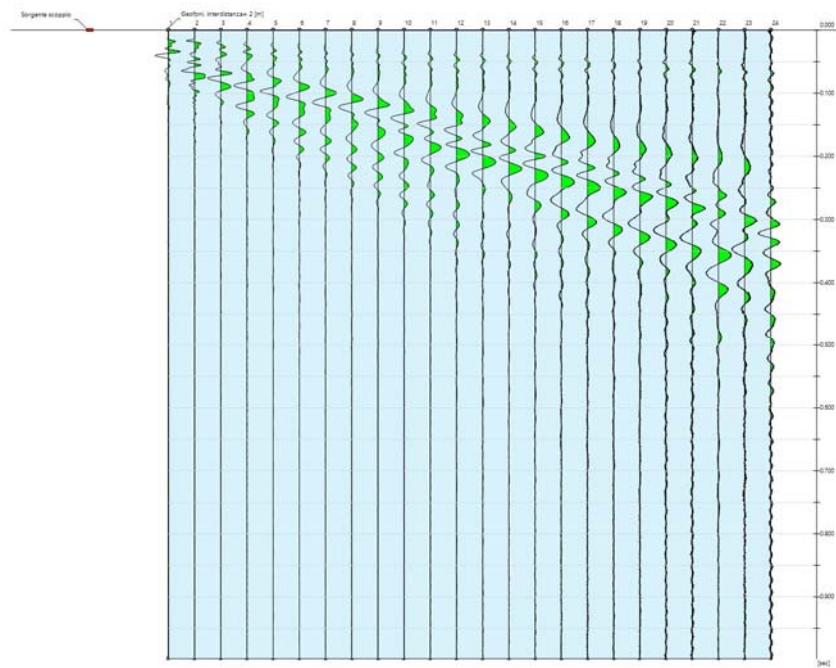
Ricevitori: 01.....06.....12.....18.....24

Energiz. N°	Posizione Energiz.	Tracce inattive	Note (Rumore, Energ. singola, stack Energ.)
1	10 m. primo geofono	nn	--
2	5 m. primo geofono	nn	--

ELABORAZIONE – SOFTWARE Easy MASW

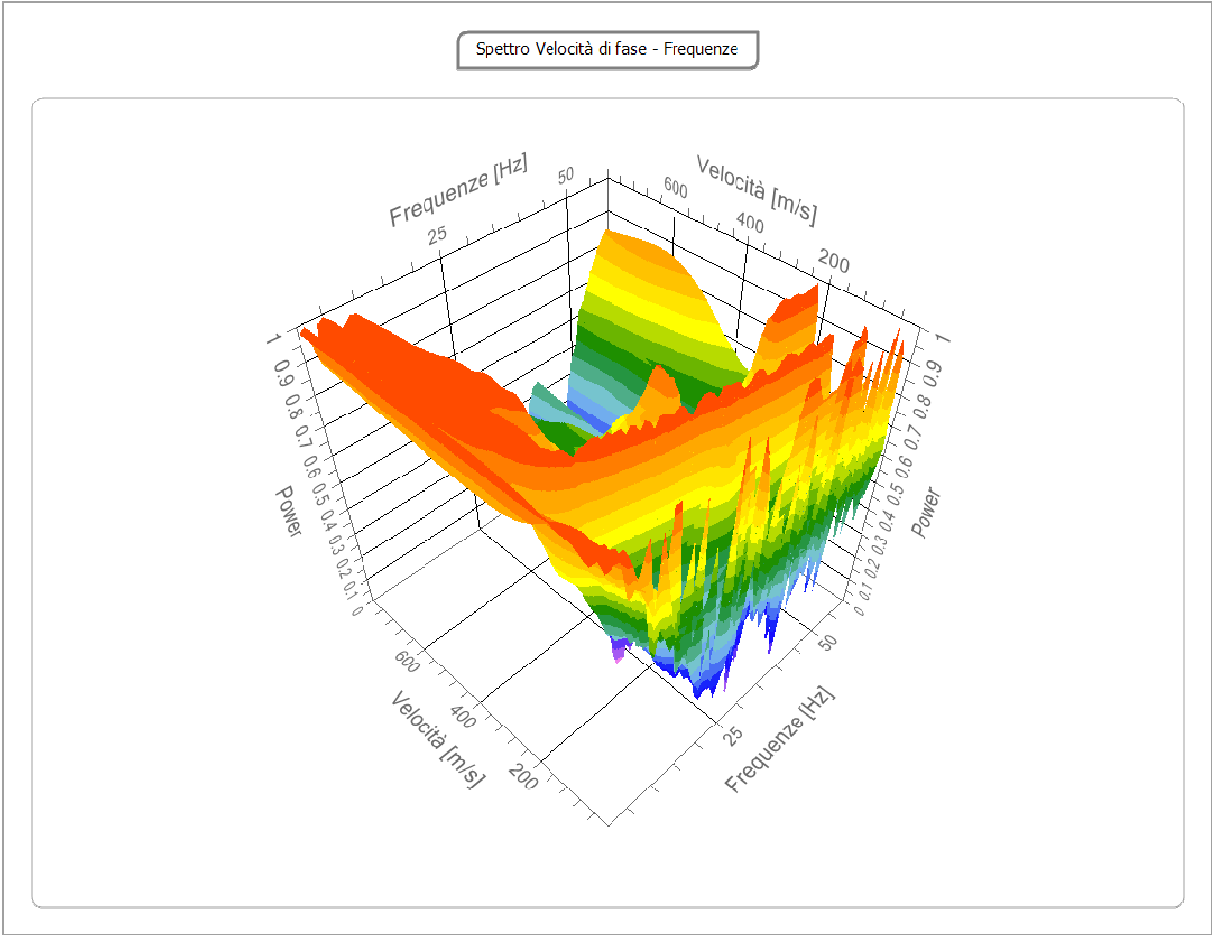
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	998.4
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.064



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

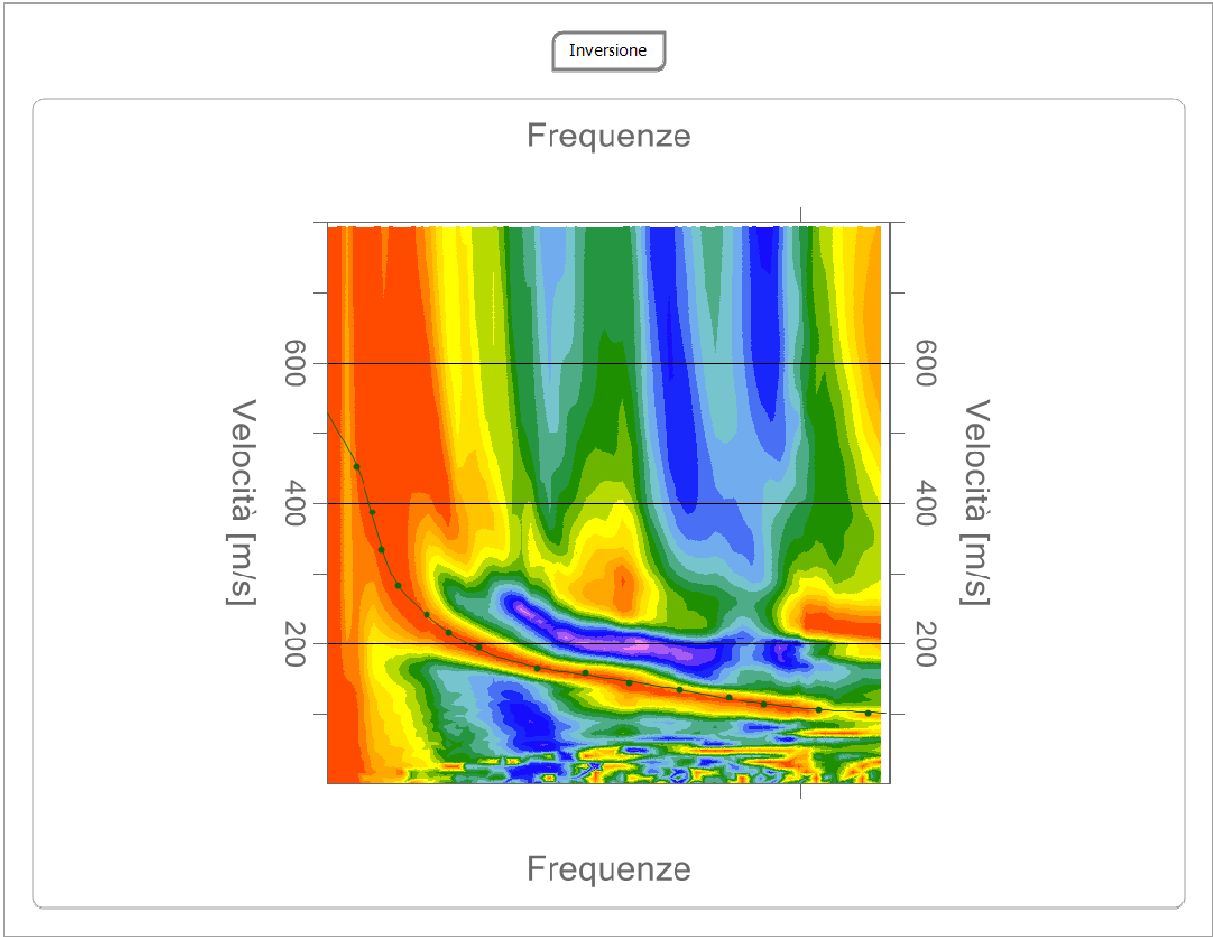
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.0	452.0	0
2	5.6	386.6	0
3	6.6	334.3	0
4	8.3	282.0	0
5	11.3	241.2	0
6	13.5	216.7	0
7	16.6	193.8	0
8	22.7	164.4	0
9	27.7	157.9	0
10	32.2	144.8	0
11	37.5	135.0	0
12	42.5	123.5	0
13	46.2	113.7	0
14	51.9	105.6	0
15	57.0	100.7	0

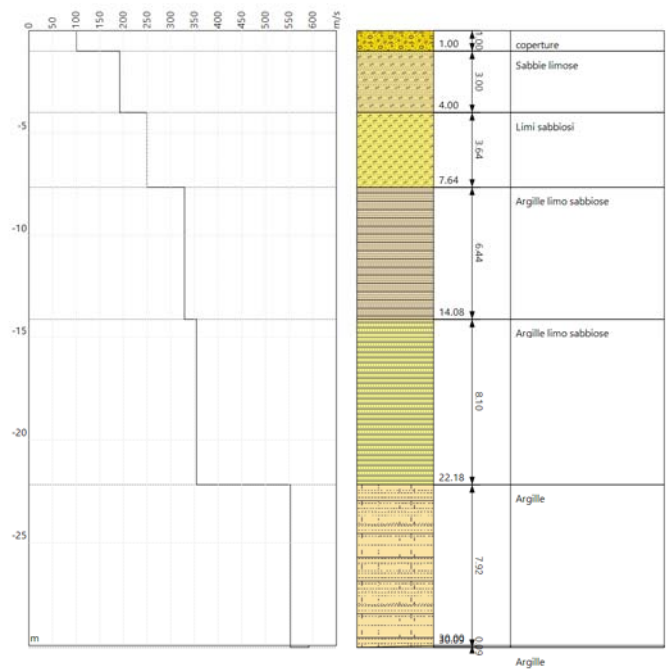
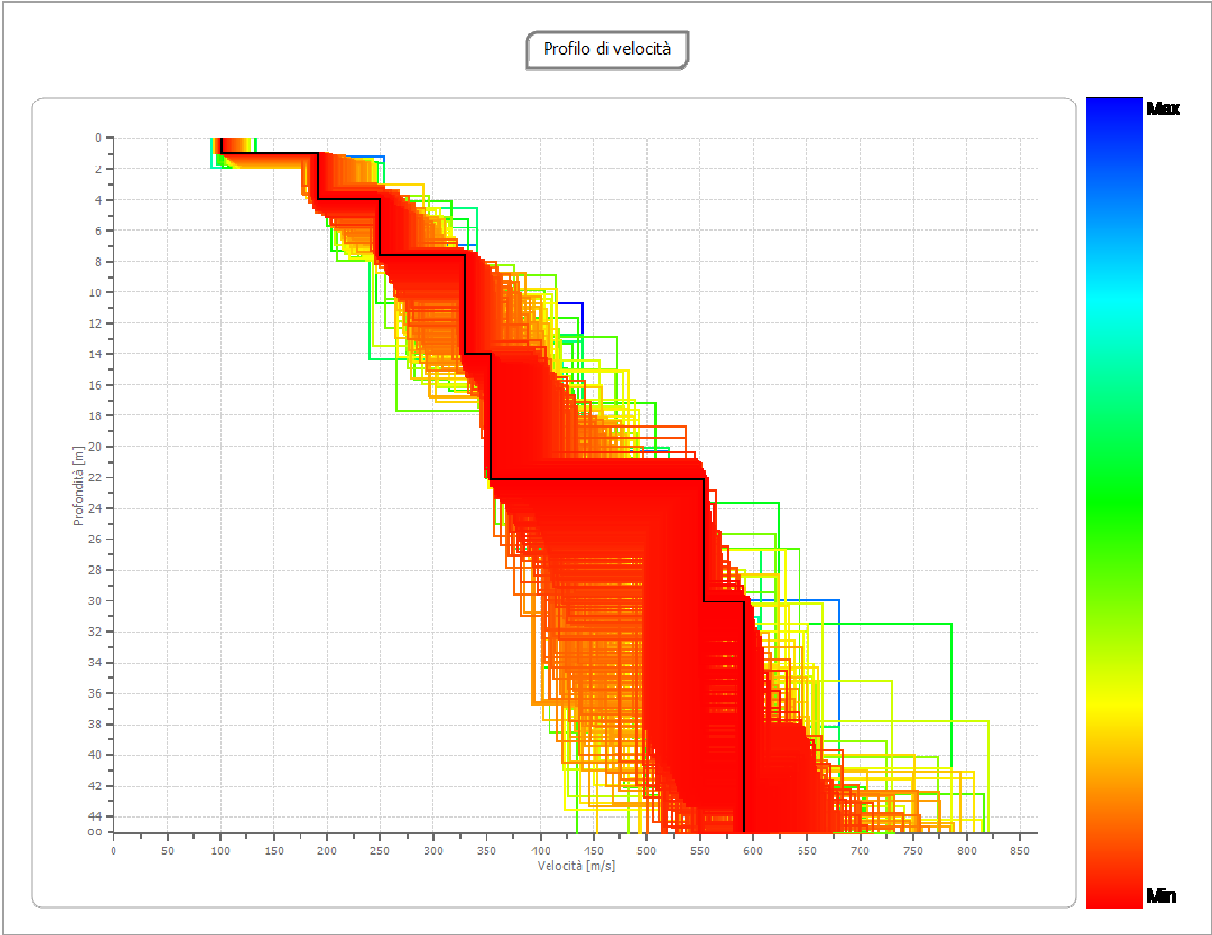
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	Copertura	1.00	1.00	1700.0	0.30	No	188.1	100.6
2	Sabbie limose	4.00	3.00	1750.0	0.30	No	359.3	192.1
3	Limi sabbiosi	7.64	3.64	1800.0	0.30	No	467.1	249.7
4	Argille limo sabbiose	14.08	6.44	1850.0	0.30	No	615.7	329.1
5	Argille limo sabbiose	22.18	8.10	1900.0	0.30	No	663.0	354.4
6	Argille	30.09	7.92	2000.0	0.30	No	1034.5	553.0
7	Argille	∞	∞	2000.0	0.30	No	1107.3	591.9

Percentuale di errore0.004 %

Fattore di disadattamento della soluzione0.009





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	310.24
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Foglio Campagna acquisizione HVSR

Campagna	Castiglione del Lago Variante parziale PS-PO	Data	Giugno 2025
Sito	HV - A	Operatore	Miriano Scorpioni.
Strumento Acquisitore	SR04-GEOBOX Sara El.	Sismometro Tipo	Digitale Triassiale 24bit
Frequenza Sismometro	4.5 Hz (Lin. 0.5Hz)	Fondo scala	1.25V picco-picco
Freq. Campionamento	300 Hz	GPS LOC	-----
Inizio Registrazione	05h 20'	Durata (sec)	1200
NOME FILE		FORMATO FILE	.SAF
Coordinate			
	GPS	UTM (WGS84)	ALTRO
Latitudine		43.129783,	
Longitudine		12.042314	
Quota (m)	~260		

Indicazioni sul Sito: Centro abitato Castiglione del Lago incrocio V. F.lli Rosselli – V. Firenze



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|---|
| ☐ Roccia | ☐ Asfalto | ☐ Sabbia | ☐ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☐ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☒ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato) Appoggiato, piedi lunghi ben infissi previo scotico

Foglio Campagna acquisizione HVSR

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA

☐ Roccia ☒ Terreno ☐ Detrito ☐ Riporto

altro/commento:

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in

☒ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☒ Strada_principale ☐ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento: prossimità di strada principale di scorrimento

INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA

☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☐ fognature
☐ Edifici_nessuno ☐ Edifici_scarsi ☒ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino: > 200 m numero_piani_edificio_vicino:

strutture_sotterranee: non note

CONDIZIONI ATMOSFERICHE :

☐ vento_forte ☐ vento_debole ☒ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☒ no_pioggia

altro/commento

RUMORE RILEVABILE:

☐ Auto_nessuna ☒ Auto_poche ☐ Auto_tante
☐ Mezzi_pesanti_nessuno ☒ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☐ Pedoni_nessuno ☒ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti

scelto orario con poco traffico

ALTRE SORGENTI DI RUMORE

non note

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2020/01/05 15:22:55

Recording length: 30.78 min

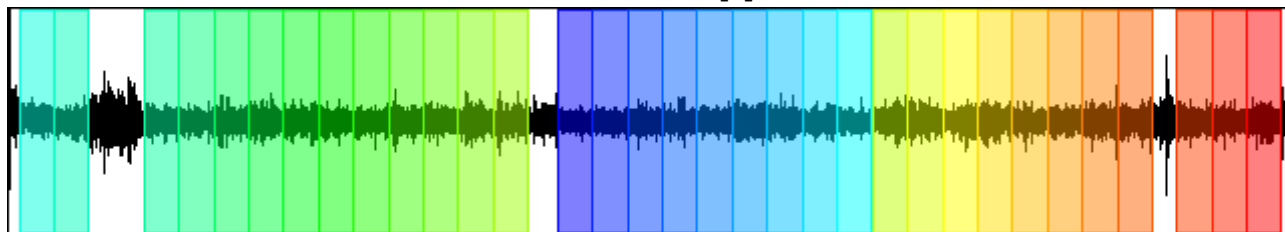
Windows count: 33

Average windows length: 50

Signal coverage: 89.33%

78244 Counts

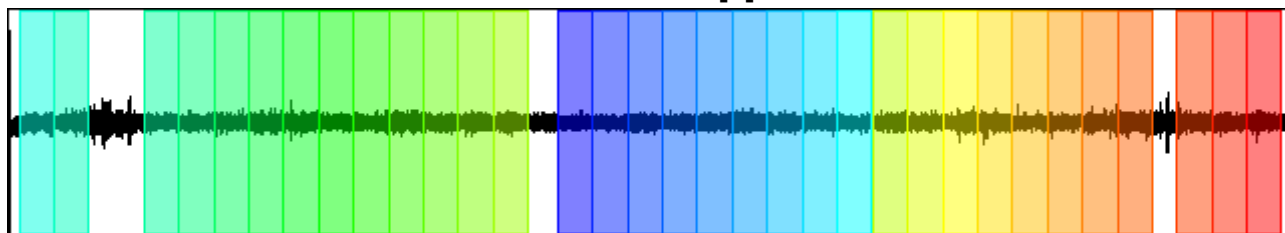
CHANNEL #1 [V]



-51892 Counts

75859 Counts

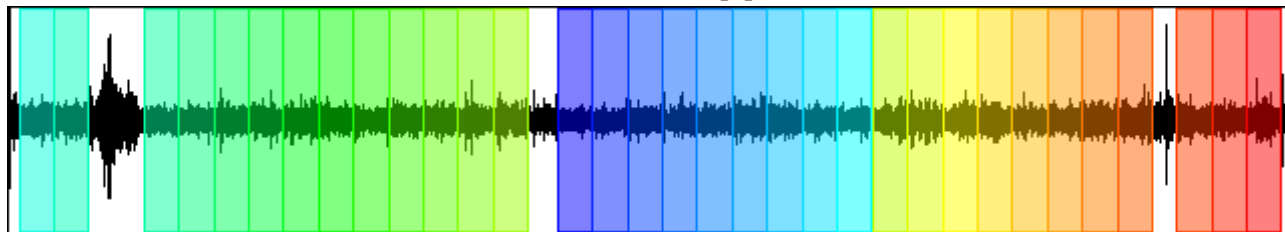
CHANNEL #2 [N]



-91712 Counts

57369 Counts

CHANNEL #3 [E]



-40449 Counts

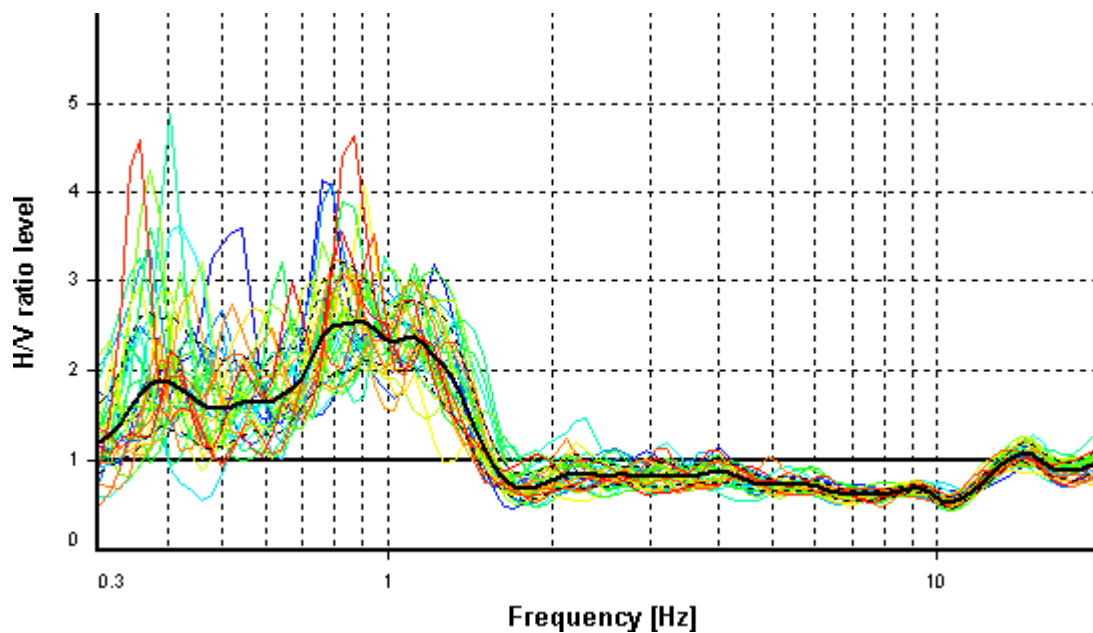
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

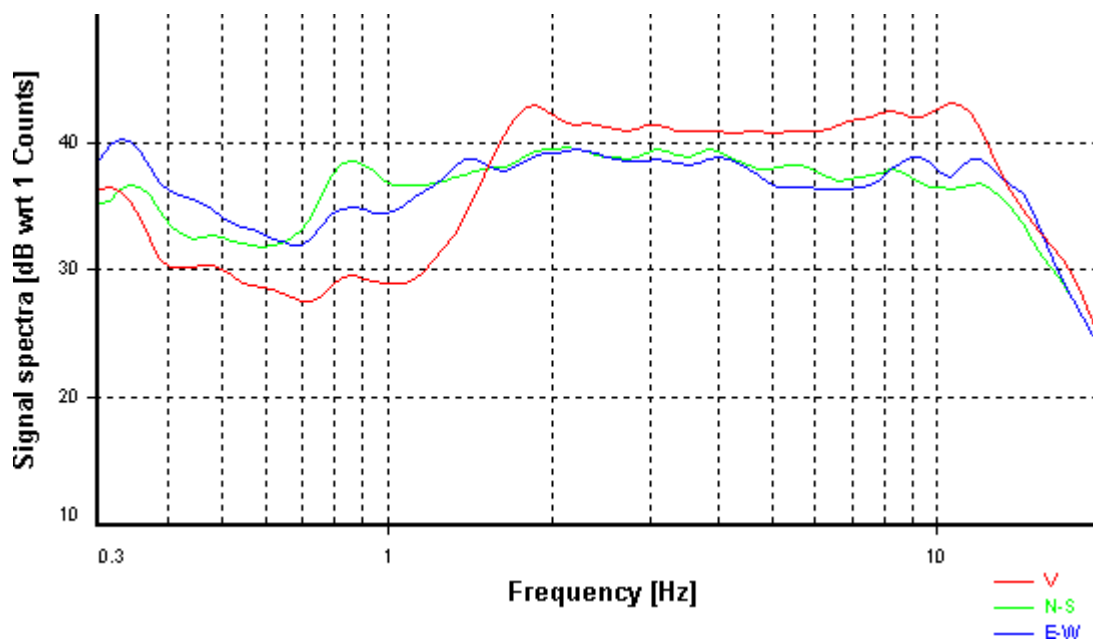
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

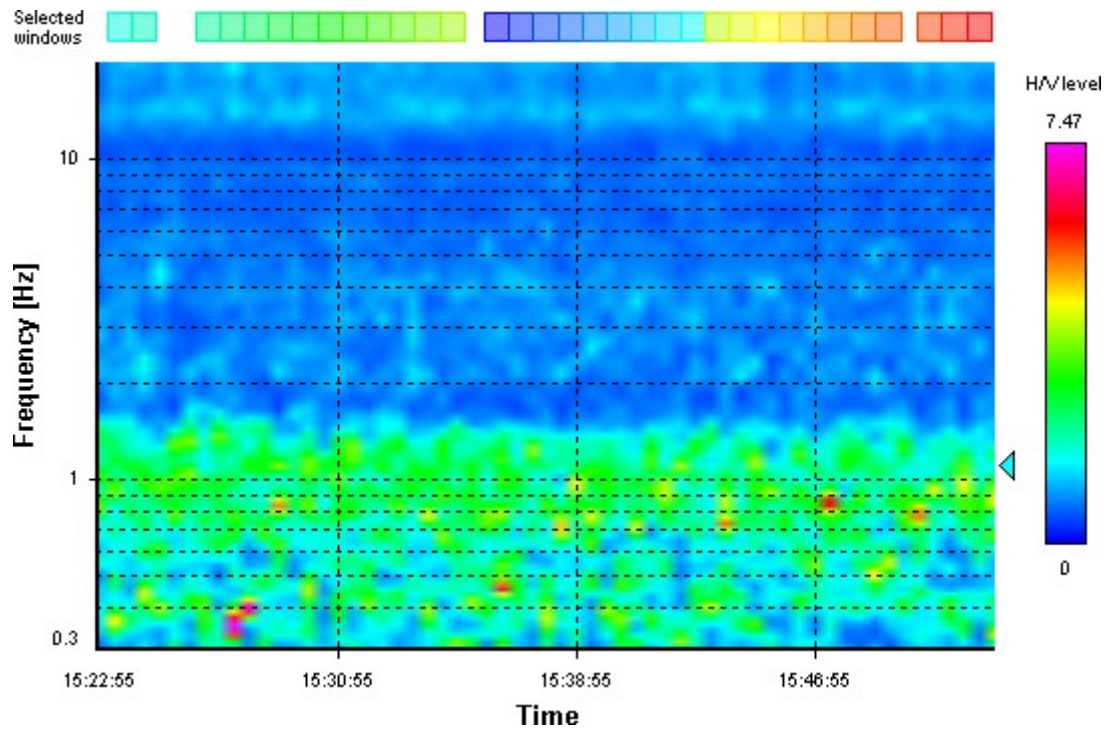
HVSR average



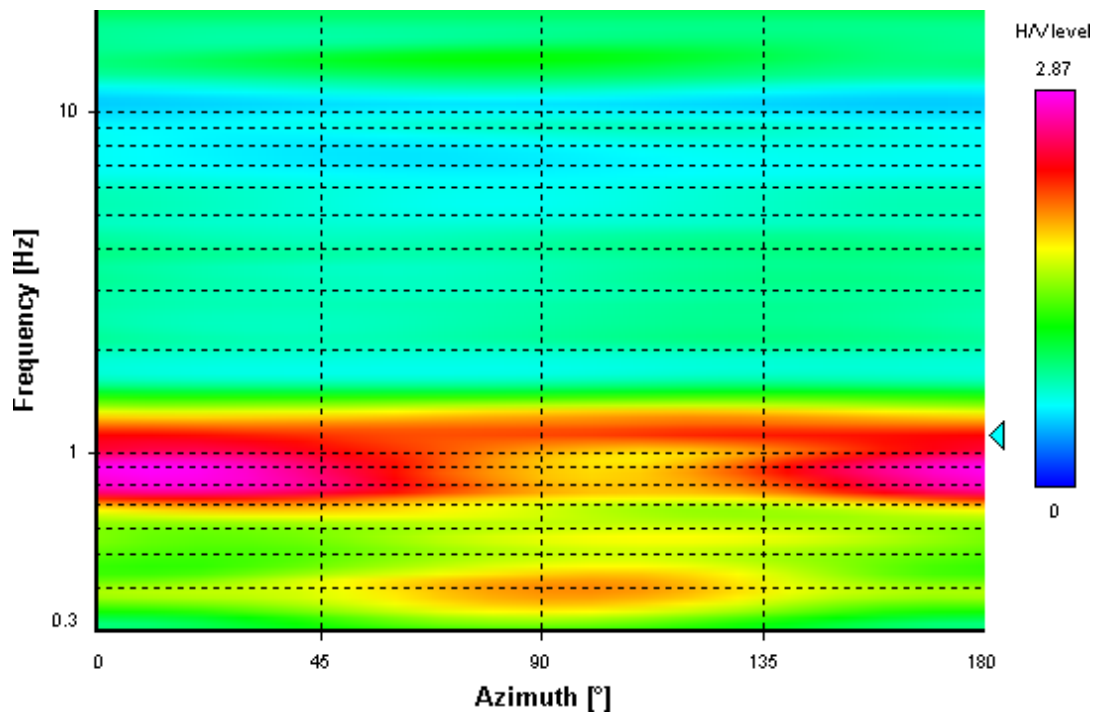
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



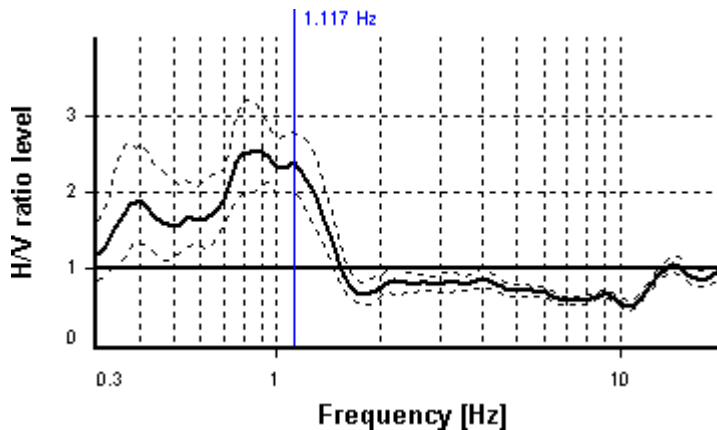
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.117 Hz

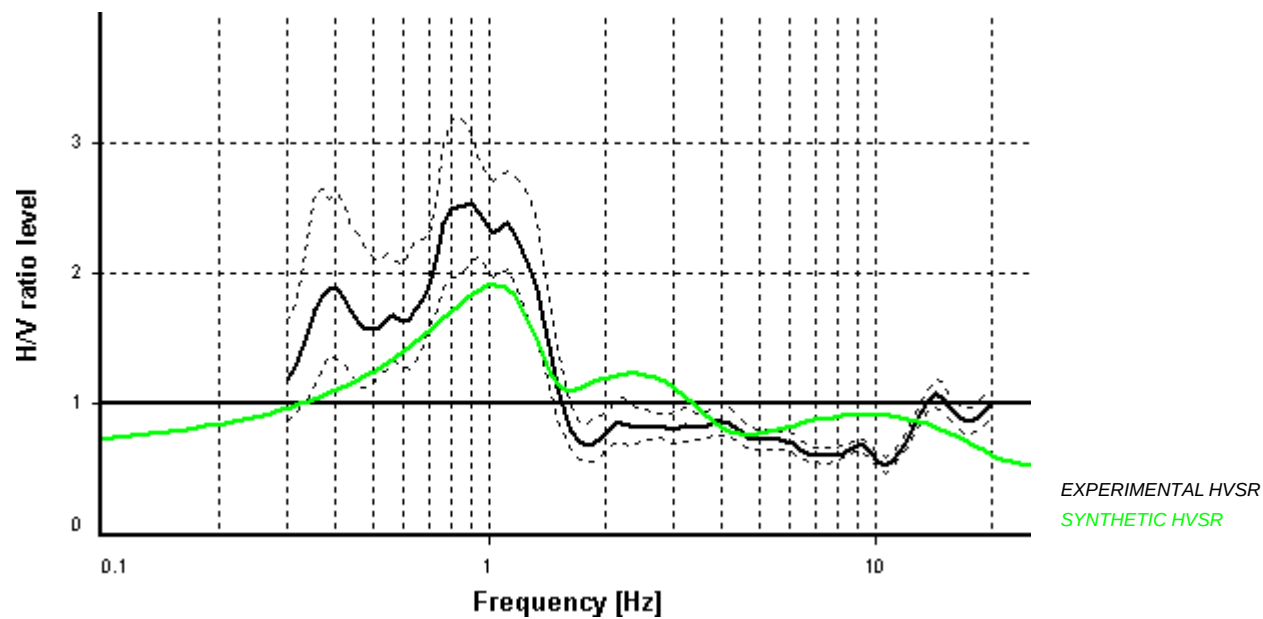
A_0 amplitude = 2.380

Average f_0 = 0.908 ± 0.132

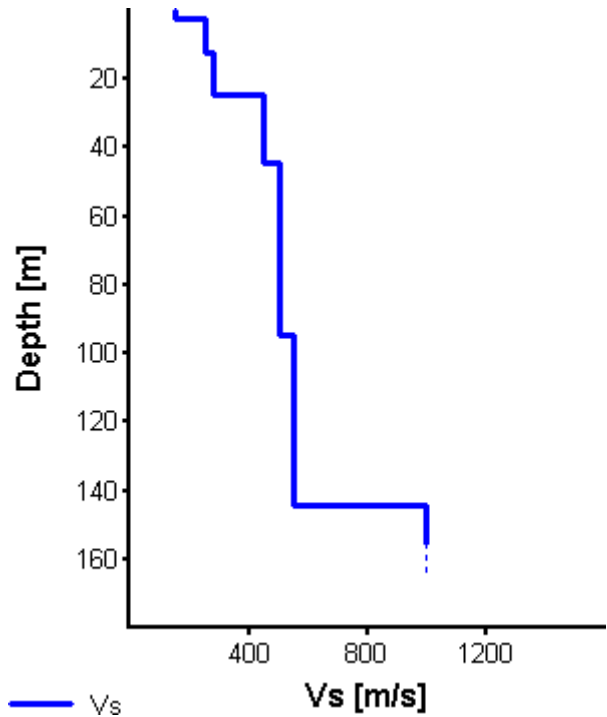


HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	33 valid windows (length > 8.95 s) out of 33	OK
$n_c(f_0) > 200$	1843.86 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 33	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0.3 Hz	OK
$\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.50386 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.38 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	25.69% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.13203 >= 0.11175	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17088 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
2.5	2.5	312	150	1750
10	12.5	520	250	1850
12	24.5	583	280	1900
20	44.5	937	450	2000
50	94.5	1041	500	2000
50	144.5	1145	550	2100
-	> 144.5	2082	1000	2300

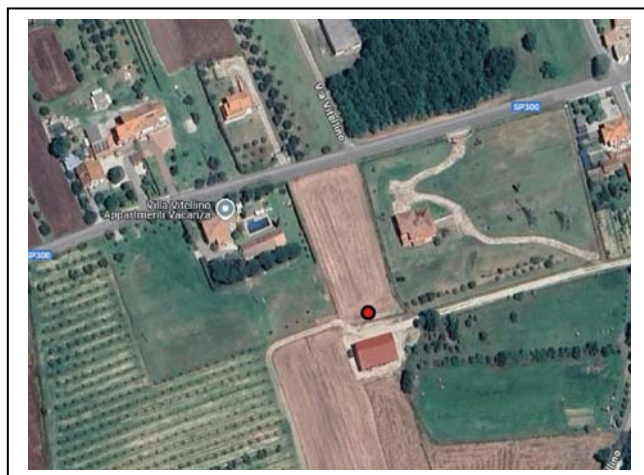


Vseq 30 = 268 m/s (Offset = 0 m)

Foglio Campagna acquisizione HVSR

Campagna	Castiglione del Lago Variante parziale PS-PO	Data	Giugno 2025
Sito	HV - B	Operatore	Miriano Scorpioni.
Strumento Acquisitore	SR04-GEOBOX Sara El.	Sismometro Tipo	Digitale Triassiale 24bit
Frequenza Sismometro	4.5 Hz (Lin. 0.5Hz)	Fondo scala	1.25V picco-picco
Freq. Campionamento	300 Hz	GPS LOC	-----
Inizio Registrazione	06h 20'	Durata (sec)	1200
NOME FILE		FORMATO FILE	.SAF
Coordinate			
	GPS	UTM (WGS84)	ALTRO
Latitudine		43.109074,	
Longitudine		12.014210	
Quota (m)	~302		

Indicazioni sul Sito: Frazione Vitellino, lungo SP 300 Comune di Castiglione del Lago



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|---|
| ☐ Roccia | ☐ Asfalto | ☐ Sabbia | ☐ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☐ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☒ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato) Appoggiato, piedi lunghi ben infissi previo scotico

Foglio Campagna acquisizione HVSR

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA

☐ Roccia ☒ Terreno ☐ Detrito ☐ Riporto

altro/commento:

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in

☐ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☒ Strada_principale ☐ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☒ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento: prossimità di strada principale di scorrimento

INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA

☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☐ fognature
☐ Edifici_nessuno ☒ Edifici_scarsi ☐ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino: > 200 m numero_piani_edificio_vicino:

strutture_sotterranee: non note

CONDIZIONI ATMOSFERICHE :

☐ vento_forte ☐ vento_debole ☒ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☒ no_pioggia

altro/commento

RUMORE RILEVABILE:

☐ Auto_nessuna ☒ Auto_poche ☐ Auto_tante
☐ Mezzi_pesanti_nessuno ☒ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno ☐ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti

scelto orario con poco traffico

ALTRE SORGENTI DI RUMORE

non note

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2025/06/13 06:01:31

Recording length: 22.77 min

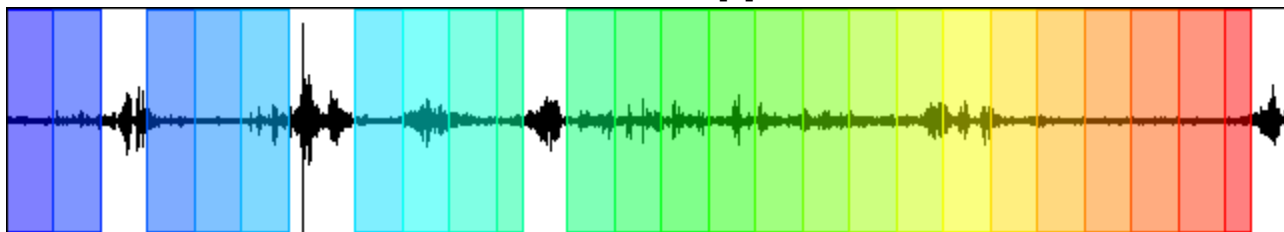
Windows count: 24

Average windows length: 48.16

Signal coverage: 84.62%

63012 Counts

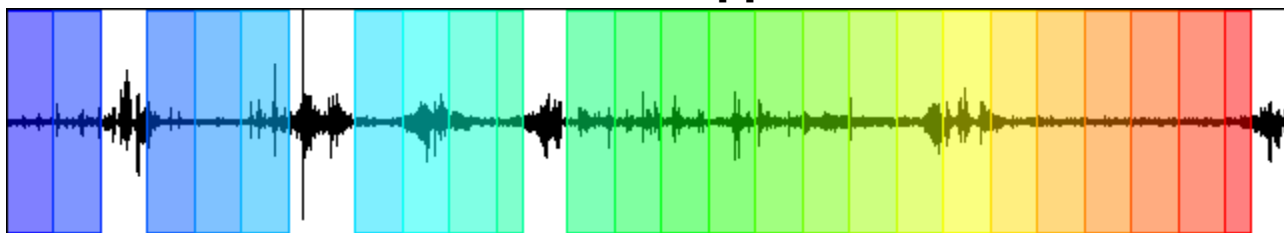
CHANNEL #1 [V]



-71596 Counts

57059 Counts

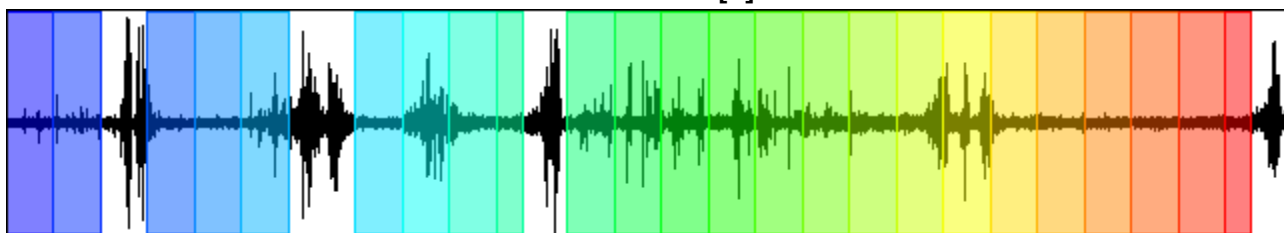
CHANNEL #2 [N]



-50088 Counts

26073 Counts

CHANNEL #3 [E]



-27777 Counts

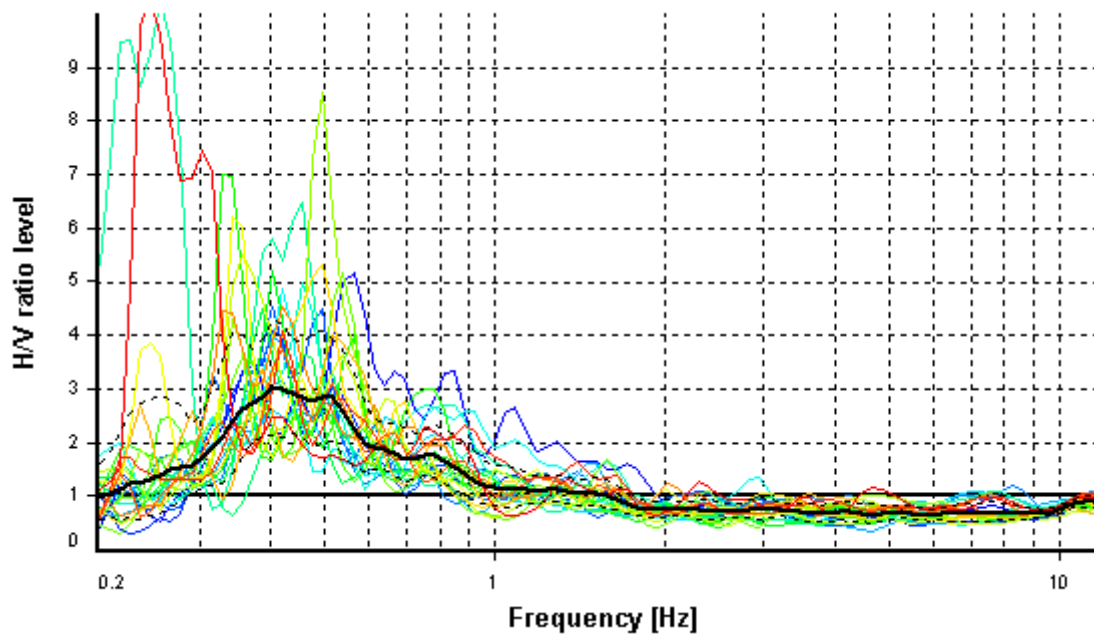
HVSR ANALYSIS

Tapering: Disabled

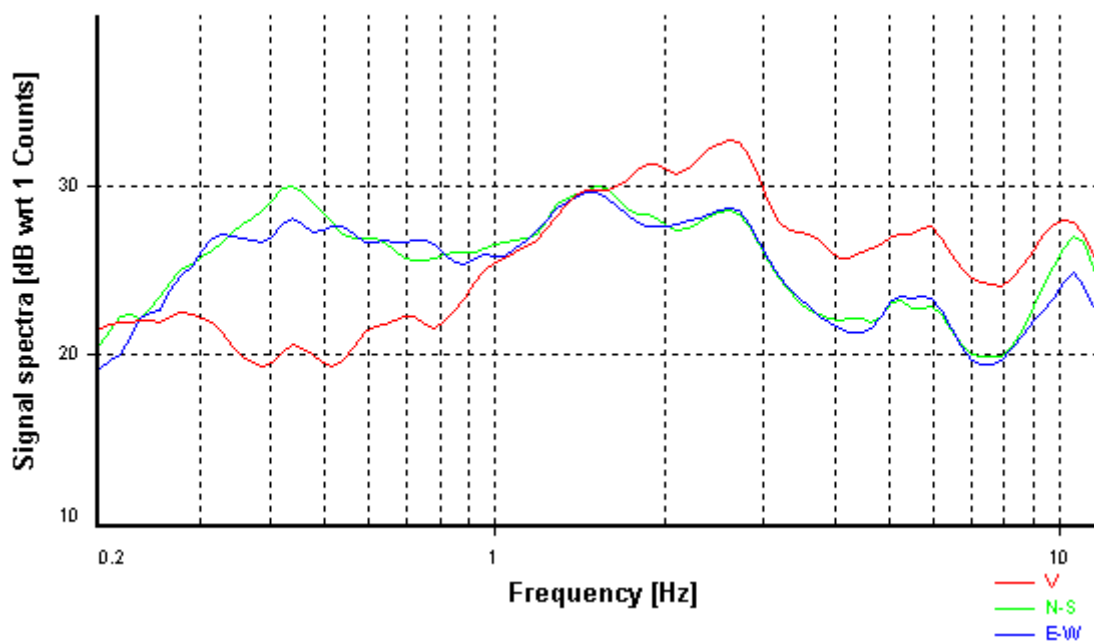
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

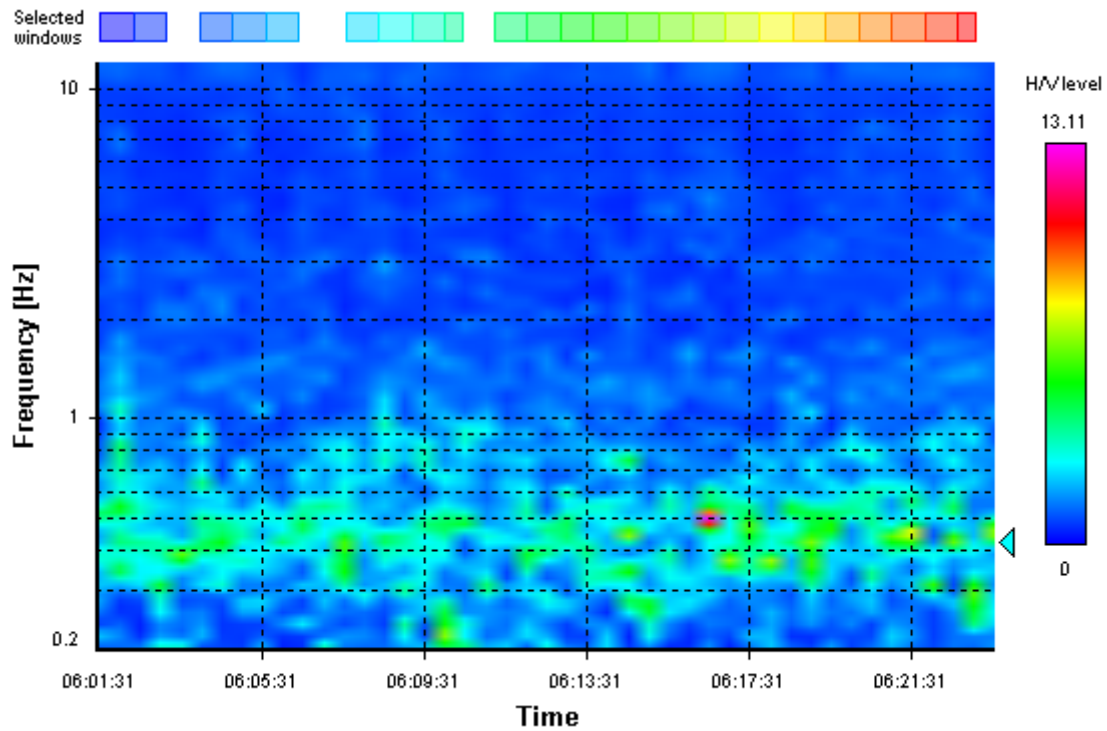
HVSR average



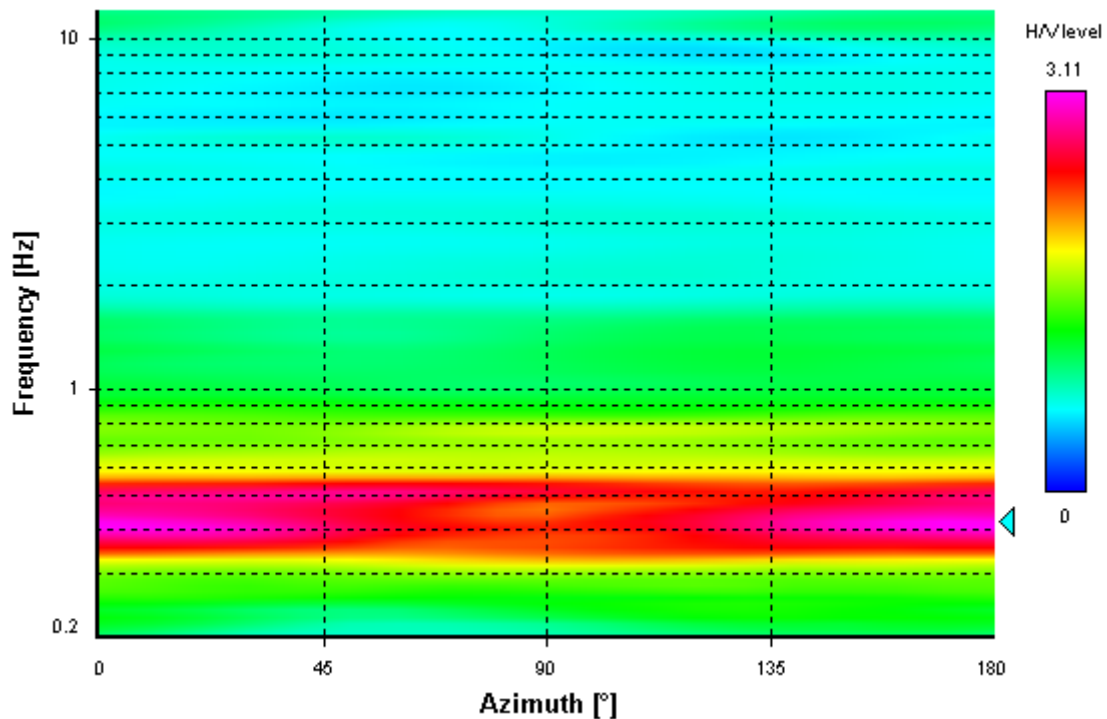
Signal spectra average



HVSr time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSr directional analysis



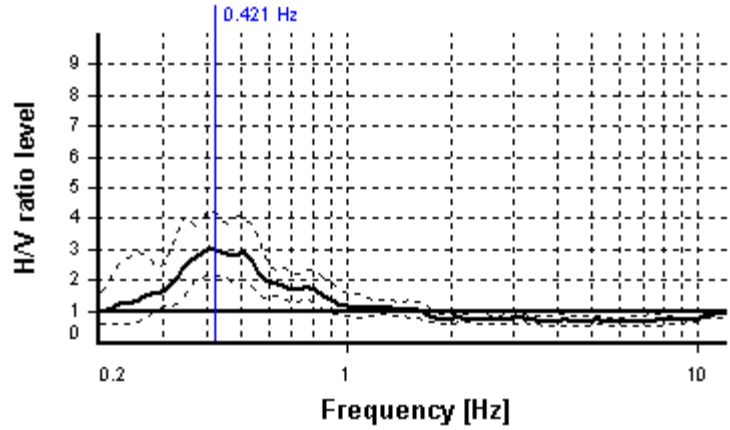
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.421 Hz

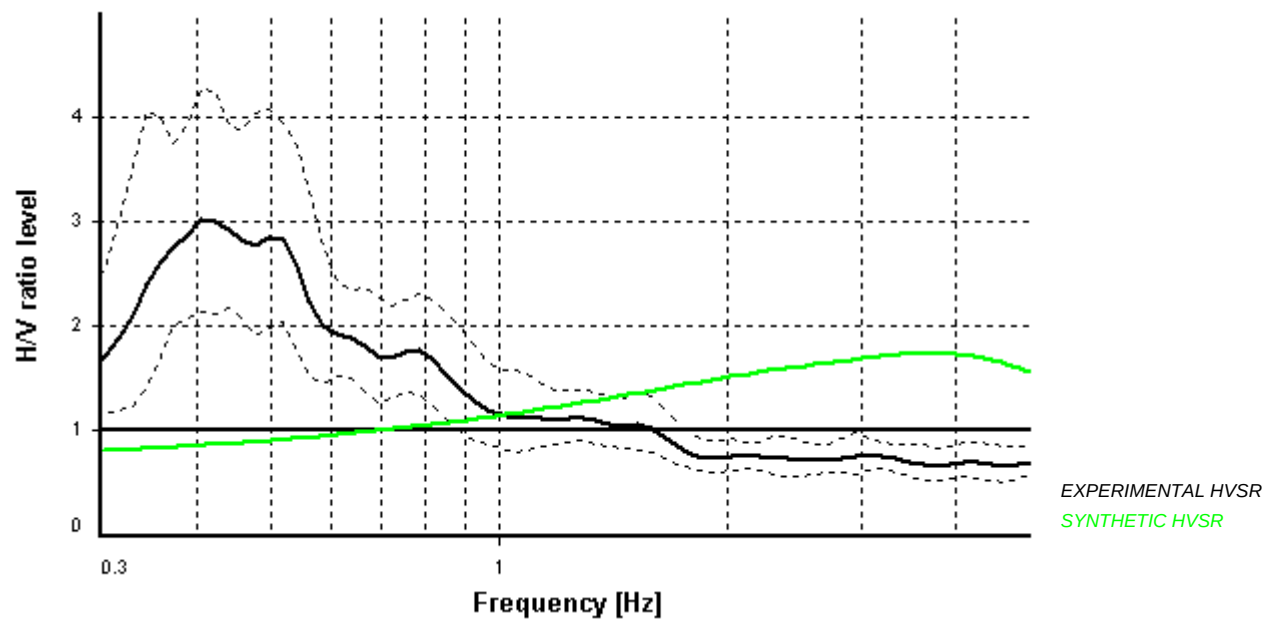
A_0 amplitude = 2.994

Average f_0 = 0.430 ± 0.067

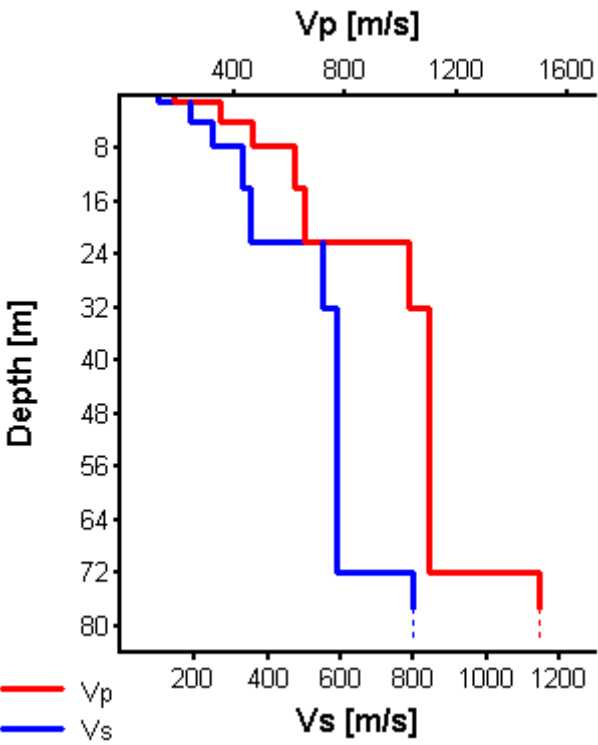


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	24 valid windows (length > 23.75 s) out of 24	OK
$n_c(f_0) > 200$	486.71 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 33	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0.26715 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.8864 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.99 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.22% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06673 < 0.08421	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.41815 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
1	1	187	100	1700
3	4	355	190	1750
3.5	7.5	468	250	1800
6.5	14	617	330	1850
8	22	655	350	1900
10	32	1029	550	2000
40	72	1104	590	2000
-	> 72	1497	800	2300



Vs_{eq} 30 = 310 m/s (Offset = 0 m)

