

*Geologo Gino Naselli  
Via Panciatichi, 11 51100 Pistoia  
tel. 0573 977222 fax 0573 994838 E-mail:ginaselli@yahoo.it*

**COMUNE DI AGLIANA**  
Provincia di Pistoia

**VARIANTE STADIO**  
Relazione geologica di fattibilità

Luglio 2013

## INDICE

<b>1 - PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
2.1 FORME DEL TERRENO E PROCESSI GEOMORFOLOGICI .....	5
2.2 STORIA GEOLOGICA DEL TERRENO .....	5
2.3 UNITÀ GEOLOGICHE E LITOLOGICHE .....	6
2.4 IDROGEOLOGIA .....	6
<b>3 - INDAGINE GEOTECNICA E SISMICA</b> .....	<b>6</b>
<i>HVSR</i> .....	8
<b>4 - CARATTERISTICHE GEOLOGICO E SISMICHE DEI TERRENI</b> .....	<b>12</b>
<b>5 - VALUTAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ E SULLA FATTIBILITÀ</b> .....	<b>14</b>
5.1 <i>Pericolosità geologica/geomorfologica</i> .....	14
5.2 <i>Pericolosità idraulica</i> .....	15
5.3 <i>Valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico</i> .....	16
5.4 <i>Fattibilità</i> .....	18

## TAVOLE

TAV. 1 – COROGRAFIA	SCALA 1:10.000
TAV. 2 – CARTA GEOLOGICA	SCALA 1:5.000
TAV. 3 – UBICAZIONI INDAGINI	SCALA 1:5.000
TAV. 4 – CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI	SCALA 1:2000
TAV. 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA/IDRAULICA	SCALA 1:2.000
TAV. 6 – CARTA DELLA MOPS	SCALA 1:2.000
TAV. 7 – CARTA DELLA FATTIBILITA' SISMICA IDRAULICA/GEOMORFOLOGICA	SCALA 1:2.000

ALLEGATO 1 DATI MISURATI

ALLEGATO 2 FOTOGRAFIE INDAGINI

# RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA' RELATIVA ALLA VARIANTE STADIO PRESSO VIA BELLINI NEL COMUNE DI AGLIANA (PT).

\*\*\*\*\*

## 1 - PREMESSA

La presente nota, redatta ai sensi del *Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio)* in materia di indagini geologiche (*Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R pubblicato nella Sezione I del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 51 del 2 novembre 2011*), è di supporto alla Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Agliana (Provincia di Pistoia).

La Variante al Regolamento Urbanistico vigente deriva dalla *Delibera d'indirizzo n. 32 del 2013*, avente ad oggetto l'area dello Stadio e degli Impianti Sportivi, dove si propone la realizzazione di strutture sportivo-ricreative, a servizio e commerciali, oltre la riorganizzazione funzionale complessiva degli impianti sportivi, per raggiungere l'obiettivo di costruire la Casa del Calcio.

La Variante andrà ad integrare e in parte modificare il vigente Regolamento Urbanistico, nell'area considerata, che è supportata da adeguate indagini geologico-tecniche di supporto al Regolamento Urbanistico che sono state redatte secondo il Regolamento regionale previgente (*Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007 n. 26/R*).

In particolare, le indagini geologico-tecniche hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in ottemperanza a quanto previsto dal Regolamento 53/R, facendo riferimento all'Allegato A, §2. Punto B.7 e C.5.

Il livello 1 di Microzonazione Sismica costituisce un livello propedeutico caratterizzato essenzialmente da una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di ulteriori informazioni, finalizzata alla suddivisione del territorio in

microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stato condotto secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo.

- *OPCM n. 3907 del 13.11.2010 e OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012, che disciplinano i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dalla Legge Regionale 58/2009;*
- *DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011, pubblicato nella Sezione I del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 51 del 2 novembre 2011, Allegato A, §2. Punto B.7 e C.5;*
- *DGRT n. 261 del 18.04.2011, recepimento a livello regionale dell'OPCM n.3907/2010 con riferimento all'Allegato A che individua i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica, le modalità di predisposizione delle specifiche tecniche per la realizzazione dei suddetti studi e le modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase pianificatoria;*
- *DGRT n. 741 del 6 agosto 2012, approvazione delle nuove specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica;*
- *Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS), approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;*
- *Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana;*
- *Indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011;*

## **2. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI**

### **2.1 Forme del terreno e processi geomorfologici**

L'area in esame (tav. 1) si localizza nella pianura di Prato - Pistoia, in Via Bellini angolo Via Mallemort nel Comune di Agliana. La zona è caratterizzata da un'area di recente urbanizzazione residenziale, sportiva e da alcuni edifici per attività artigianali .

Sotto l'aspetto morfologico la zona si presenta pressoché pianeggiante con un debole gradiente verso S e pendenze molto blande, mediamente intorno all'1%. La morfologia risulta pianeggiante alla quota di circa 45 m s.l.m., su una pianura di origine alluvionale -lacustre, con alterazioni di tipo antropico relative agli argini di difesa dei corsi d'acqua presenti in prossimità della zona in esame e alcune antiche cave abbandonate e riempite di acqua.

Le ricognizioni condotte in situ non hanno evidenziato forme geomorfologiche naturali degne di nota; dall'esame degli edifici circostanti l'area di indagine non si notano indizi di instabilità riferibili a scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

### **2.2 Storia geologica del terreno**

La storia geologica della zona è stata condizionata in misura preponderante dai movimenti distensivi susseguenti all'orogenesi appenninica che dal tardo Miocene interessarono in tempi successivi la Toscana, a partire dall'area tirrenica.

Le dislocazioni si sono prodotte lungo sistemi di faglie dirette con direzione principale NW-SE, che hanno portato alla formazione di una serie di depressioni tettoniche longitudinali delimitate da alti strutturali. In tali depressioni si sono instaurati bacini lacustri intermontani, caratterizzati da ambienti di delta-conoide la cui evoluzione era regolata dai rapporti fra la sedimentazione terrigena e la subsidenza del fondale; gli ambienti sedimentari di conoide fluviale e di delta lacustre si succedevano non solo arealmente, ma anche in senso temporale.

L'area in oggetto ricade in zona centrale della pianura alluvionale originata dal colmamento dell'esteso bacino lacustre che nel Villafranchiano occupava la depressione tettonica di Firenze-Prato-Pistoia, formatasi in seguito ai movimenti distensivi che nel tardo Pliocene interessarono l'Appennino Settentrionale.

Il riempimento di tale bacino si è prodotto ad opera di immissari che, giungendo in prevalenza da N, riversavano in esso il loro carico solido; terminata la fase di colmamento, i corsi d'acqua hanno continuato il processo deposizionale divagando attraverso la pianura e coprendo estesamente i sedimenti lacustri con materiali alluvionali.

### **2.3 Unità geologiche e litologiche**

La zona in esame (Tav. 2), nella quale affiorano depositi alluvionali recenti ed attuali (Quaternario), si trova nella porzione di bacino caratterizzata dalla sedimentazione del Torrente Ombrone e del Torrente Bisenzio con subordinati apporti dei loro affluenti, in posizione centrale rispetto al punto di sbocco nella pianura. Per tale motivo nel sottosuolo si riscontrano livelli di limi e argille con strati sabbiosi e talvolta ghiaiosi; questa successione stratigrafica trova buona conferma anche nella carta della litologia prevalente allegata al R.U. comunale.

Basandosi su conoscenze di carattere regionali e su studi specifici fatti sulla pianura Pistoia-Firenze, è possibile valutare la profondità e la natura litologica del substrato roccioso presente al di sotto della coltre alluvionale. Esso è costituito, per l'area in esame, dalle "arenarie dei flysch terziari" e si trova ad una profondità di circa 200 metri dal piano di campagna.

### **2.4 Idrogeologia**

I sedimenti alluvionali sottostanti il sito in esame presentano generalmente una bassa permeabilità per porosità primaria e costituiscono un acquifero di media produttività, sede di una falda freatica con medio gradiente e direzione di flusso NW-SE. Dai dati bibliografici si rileva che la superficie piezometrica si trova a circa 2,0 metri di profondità dal piano di campagna nel periodo di massima risalita; è da sottolineare che in quest'area l'escursione media della falda risulta abbastanza sostenuta.

## **3 - INDAGINE GEOTECNICA E SISMICA**

Al fine di eseguire una caratterizzazione dei terreni direttamente interessati dall'intervento in oggetto, sono stati acquisiti i dati di sondaggi, pozzi e penetrometriche statiche e dinamiche realizzate in prossimità dell'area in esame per altri interventi edilizi derivanti da diverse fonti quali:

- l'Ufficio tecnico del comune (che ha fornito in tal senso una preziosa collaborazione) di tutti i dati puntuali relativi ad indagini in situ allegate alle pratiche edilizie sia di interventi diretti che di piani attuativi;
- banca dati del Demanio idrico della Provincia di Pistoia relativamente ai pozzi esistenti sul territorio comunale;
- banca dati della Regione Toscana delle indagini presenti, in particolare, gli archivi della Regione Toscana includono: i dati disponibili sul sito della Regione Toscana, su quello del Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale (LaMMA) e su quello del Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (SIRA). Più specificatamente sono:
  1. Banca dati del sottosuolo, i dati su pozzi e derivazioni per i quali è stato fatto richiesta di concessioni e/o autorizzazioni dalle Amministrazioni provinciali;
  2. Carta geologica regionale: la carta geologica di base alla scala 1:10.000;
- ricerca nei data base di ISPRA, ovvero del portale del Servizio Geologico d'Italia che include, oltre a varie cartografie geologico-tematiche di base, i seguenti archivi di particolare interesse ai fini della microzonazione:
  1. Indagini del sottosuolo (L.464/84), ovvero il database delle indagini di sottosuolo eseguite tramite perforazioni sia per scopi di ricerche idriche che per opere di ingegneria civile;
  2. Faglie capaci (ITHACA), ovvero tutte le informazioni disponibili riguardo le faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali;

Per raccogliere i dati necessari alla realizzazione della *Microzonazione Sismica* dell'area in esame sono state eseguite indagini di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR).

Lo scopo di tale indagine è stato quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

Inoltre l'elaborazione dei risultati ottenuti ha fornito indicazioni e conferme ai fini della ricostruzione del Modello geologico di

sottosuolo per la stesura della Carta delle MOPS, con particolare riferimento al confronto tra lo spessore delle coperture stimate e le frequenze fondamentali. Infatti la frequenza di risonanza del sedimento dipende dallo spessore  $H$  e dalla velocità media delle  $V_s$  dello stesso secondo la relazione:  $f = V_s/4H$ .

L'ubicazione di tali prove è riportata in TAV. 3.

## **HVSR**

La microzonazione sismica strumentale è stata realizzata con una stazione sismica triassiale SARA a 24 bits ed equipaggiata di sensore mod. SS20 (frequenza naturale 2 Hz, sensibilità 60 Vs/m).

L'ubicazione dei punti di misura è stata scelta per coprire l'area di indagine nel modo quanto più possibile uniforme .

La campagna di misure sismiche condotta ha previsto la valutazione del rapporto spettrale tra la componente orizzontale e quella verticale del rumore sismico registrato (*HVSR, Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Questa metodologia d'indagine è stata utilizzata per valutare il periodo proprio di risonanza di una coltre sedimentaria.

L'analisi HVSR è applicata sulla registrazione del segnale sismico di velocità di spostamento del suolo, a cui è stato applicato un filtro passa banda Butterworth (0.1 – 40 Hz).

L'analisi spettrale FFT (Fast Fourier Transform) è effettuata su finestre mobili della durata di 30 secondi con 50% di sovrapposizione, dopo aver rimosso la media ed eventuali derive lineari, e dopo aver applicato un taper di Hanning. Gli spettri risultanti sono stati in seguito smussati su finestre pari a 100 valori di frequenza e mediati sull'intero intervallo di registrazione pari a 30 minuti. L'andamento del rapporto spettrale in funzione della frequenza identifica presenta un massimo corrispondente alla frequenza propria di risonanza del sito. In Tabella 1 sono elencati i periodi massimi di risonanza identificati nei siti d'indagine.

Per ogni misura HVSR, viene eseguito un controllo su eventuali direttività della sorgente di rumore, che, se presenti, potrebbero influenzare la forma e la posizione del picco spettrale. L'assenza di direttività indica infatti che il rapporto spettrale calcolato sul rumore può essere ritenuto rappresentativo, mentre la presenza di picchi spettrali con una chiara direttività suggerisce la possibile presenza di sorgenti locali di segnale sismico, che potrebbero generare



prevalentemente segnale sulle componenti orizzontali del moto, andando così ad inficiare la validità del rapporto spettrale.

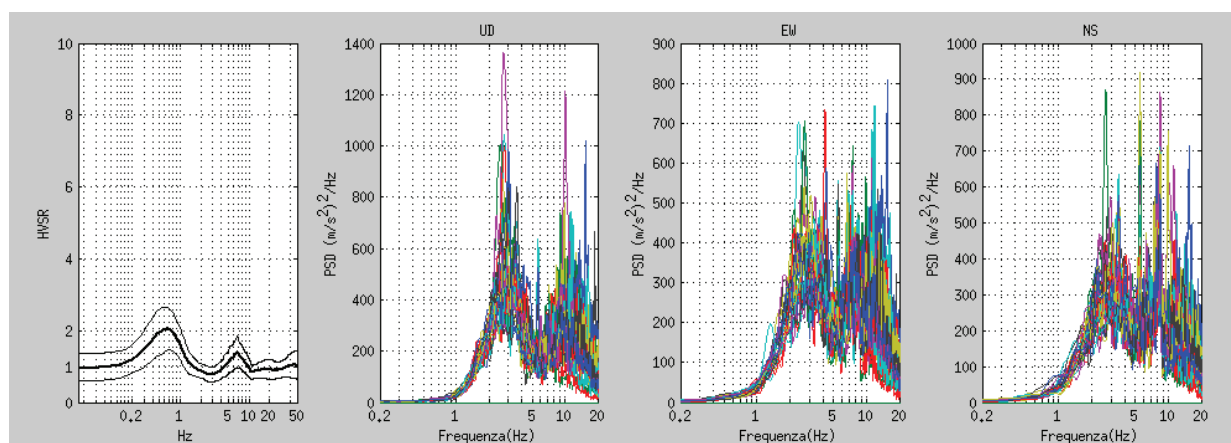
Lo scopo dell'indagine esplorativa è l'individuazione di aree caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico. La durata di ogni singola registrazione è stata di 1800 sec.

In particolare sono state eseguite n. 5 acquisizioni:

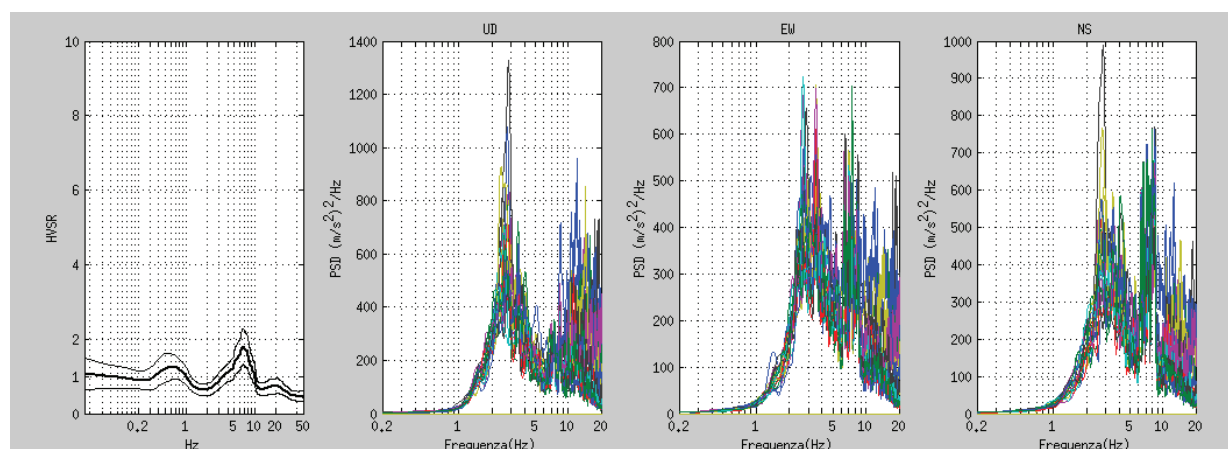
<i>N. indagine</i>	<i>Freq. 1 Hz</i>	<i>Ampiezza</i>	<i>Freq. 2 Hz</i>	<i>Ampiezza</i>	<i>Coordinate mt</i>	
Ma <sub>01</sub>	0.65	2.1	6.8	1.5	660788 E	4863616 N
Ma <sub>02</sub>	6.7	1.8	0.6	1.2	660840 E	4863759 N
Ma <sub>03</sub>	0.7	2.0	5,5	1.1	660602 E	4863599 N
Ma <sub>04</sub>	0.75	2	7	1.3	660617 E	4863714 N
Ma <sub>05</sub>	7.1	1.8	0,45	1.6	660508 E	4864040 N

Di seguito si riportano i dettagli delle indagini HVRS eseguite:

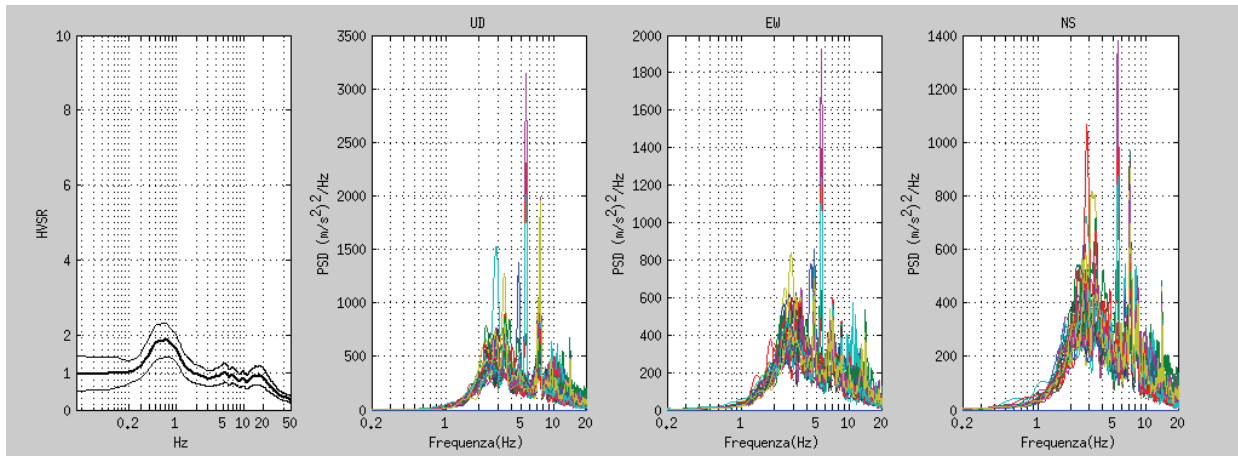
#### Ma<sub>01</sub>



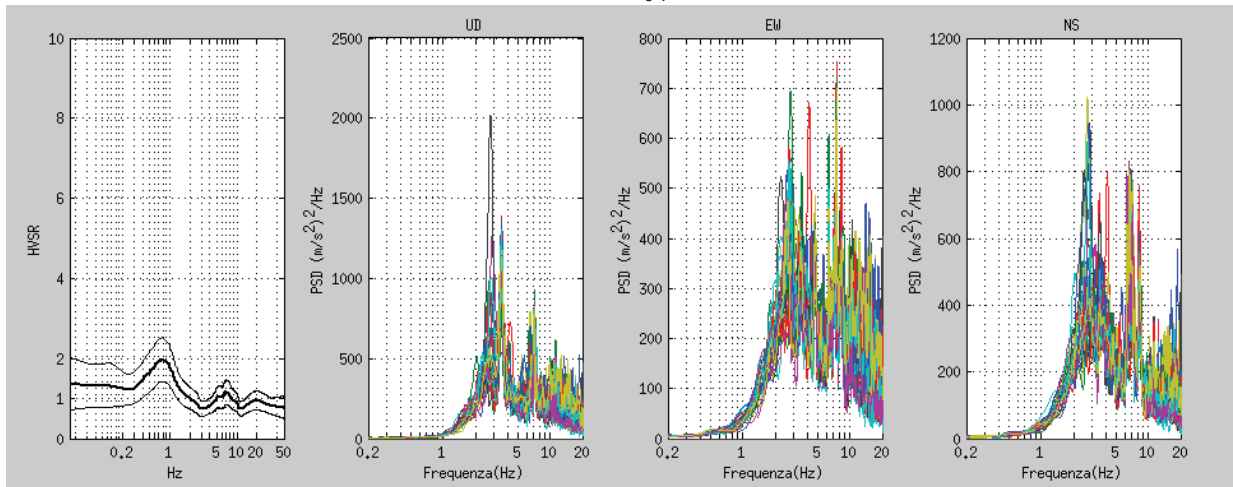
#### Ma<sub>02</sub>



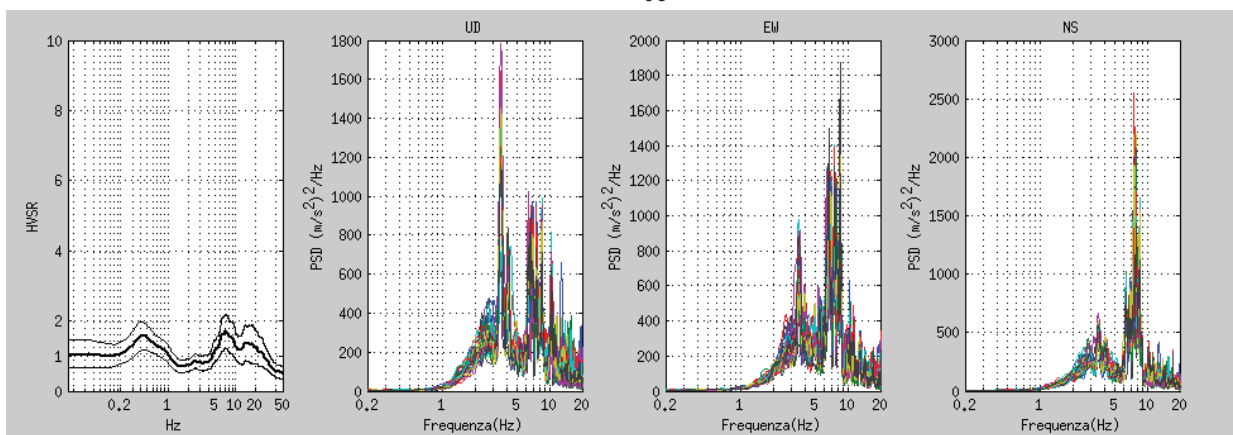
### Ma<sub>03</sub>



### Ma<sub>04</sub>



### Ma<sub>05</sub>



Sulla base delle indagini HVSR è stata realizzata la Carta delle frequenze fondamentali (Tav. 4) dei depositi, in scala 1:2.000.

Tale carta è stata realizzata a partire dalle misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR sulle vibrazioni ambientali). Per ogni prova sono allegati in relazione i file di acquisizione di campagna.

L'utilizzo degli spettri H/V in genere permette una valutazione attendibile ed economica della frequenza fondamentale del deposito. Anche per il territorio di considerato, questa grandezza è stata un utile indicatore nella definizione del modello geologico ed ha fornito un ausilio per l'estensione del modello di riferimento in zone immediatamente adiacenti a quelle investigate nel dettaglio.

La presenza di un picco di risonanza, ha permesso una ricostruzione della profondità del riflettore che da la risonanza e ha costituito un ausilio nell'interpretazione e validazione dei risultati ottenuti con altre prove.

In generale, l'influenza della condizioni geologiche, geotecniche locali e geomorfologiche sull'entità dello scuotimento sismico di un sito e sul conseguente scenario di danno è un problema noto e dimostrato. Gli effetti di sito sono stati osservati in numerosi terremoti e la recente maggiore disponibilità di registrazioni accelerometriche ha permesso una maggiore comprensione del fenomeno.

Tra le diverse cause che possono produrre amplificazioni locali significative, le caratteristiche degli strati di terreno superficiali del sito probabilmente rappresentano uno dei fattori più importanti ed influenti. Registrazioni sismiche strumentali hanno dimostrato che in corrispondenza di uno stesso input sismico incidente su un basamento rigido, il contenuto in frequenza, l'ampiezza e la durata del moto in superficie, appaiono molto diverse qualora la velocità delle onde sismiche nei terreni superficiali subisca delle variazioni significative rispetto al basamento.

Le onde sismiche, attraversando i materiali superficiali, subiscono notevoli variazioni che tendono a modificarne, anche sensibilmente, il contenuto spettrale. La variazione spettrale del sisma è di notevole importanza poiché condiziona le sollecitazioni cui potranno essere sottoposti le strutture in quel sito. Risulta quindi necessario definire come i terreni di copertura del substrato possono influenzare l'ampiezza delle onde in superficie. Il metodo più utilizzato che permette di stimare la risposta di sito sfruttando la registrazioni del rumore sismico (noise) è quello di Nakamura (1989).

Tale metodo permette di stimare la risposta di sito attraverso il rapporto tra la componente orizzontale e quella verticale del

rumore sismico registrato localmente (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSR). Le principali assunzioni su cui si basa il metodo sono che i microtremori derivano da onde di Rayleigh e che la componente verticale del noise, passando dal substrato alla superficie non subisca amplificazione. Il metodo di Nakamura (1989) è generalmente accettato dalla comunità scientifica internazionale come una procedura attendibile per determinare la frequenza fondamentale di risonanza di depositi sedimentari (SESAME, 2004).

E' stato quindi applicato il metodo di Nakamura, come previsto dagli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica (ICMS, 2008), per valutare per l'area in esame, le frequenze naturali di risonanza a carico dei terreni.

L'indagine è stata svolta attraverso registrazioni sismiche strumentali in 5 siti, distribuiti omogeneamente, ed è basata sull'analisi del rumore sismico ad una singola stazione (ICMS, 2008).

L'ubicazione dei punti di misura è stata scelta per coprire l'area di indagine nel modo quanto più possibile uniforme e in accordo con le condizioni geolitologiche locali.

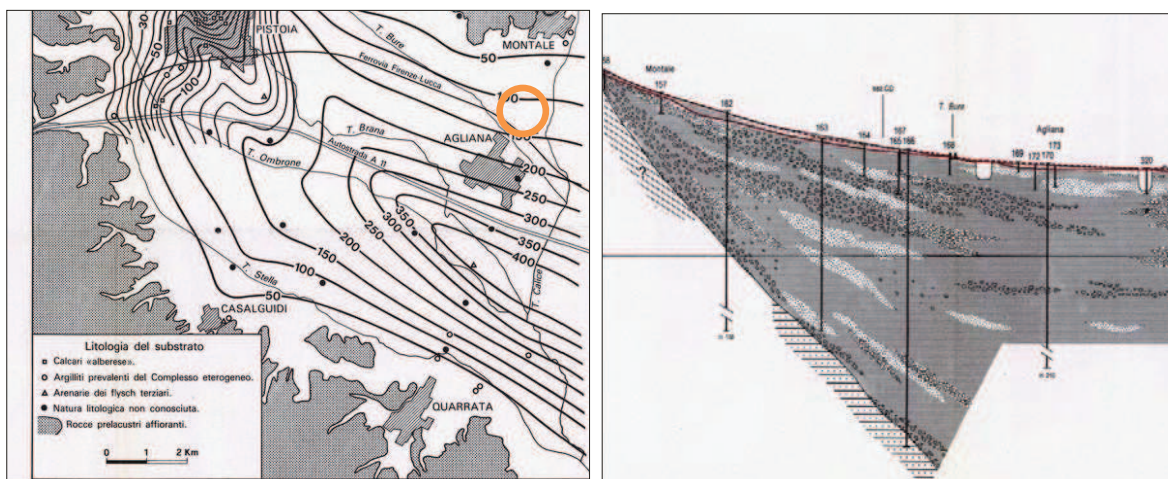
#### **4 - CARATTERISTICHE GEOLOGICO E SISMICHE DEI TERRENI**

Sulla base delle indagini eseguite risulta principalmente quanto segue.

Le misure di rumore ambientale hanno evidenziato sostanzialmente la presenza di due serie di picchi di frequenza che si possono distinguere in tutte le indagini eseguite: un picco alla frequenza che varia da 0,65 a 0,75 Hz che si evidenzia con maggiore ampiezza in corrispondenza di **Ma<sub>01</sub>**, **Ma<sub>03</sub>** e **Ma<sub>04</sub>** e un'altra serie di picchi con frequenza che varia, ma che è da sostanzialmente ritenersi simile, da 6,7 Hz in **Ma<sub>02</sub>** a 7,1 Hz in **Ma<sub>05</sub>**, con ampiezze paragonabile a quelli di frequenza più bassa.

Le frequenze di 0,65/0,75 Hz indicano la presenza di un substrato rigido al di sopra di terreni sedimentari alluvionali - lacustri, alla profondità di alcune centinaia di metri, ciò è in accordo con i dati relativi a perforazioni profonde eseguite per ricerca di lignite nel 1943, e citate in diversi articoli in particolare

“Studi geologici e idrogeologici nella pianura di Pistoia- Capecechi F. e Pranzini G.” . Se ne riportano di seguito alcuni estratti.



La frequenza di risonanza dei terreni sedimentari dipende dallo spessore  $H$  di questi terreni e dalla velocità "media" delle onde  $S$ , secondo la semplice relazione:

$$f = V_s / 4H$$

conoscendo lo spessore  $H$  del sedimento è possibile avere informazioni sulla velocità media delle  $V_s$ , viceversa, conoscendo la  $V_s$  è possibile definire lo spessore  $H$ , in questo caso basandosi sulle perforazioni profonde che evidenziano un substrato alla profondità di circa 200 mt dal p.c. la  $V_s$  media dei terreni sedimentari è pari a:

$$V_s = (H=200 \text{ mt}) \times (0,7 \text{ Hz di frequenza}) \times 4 = \underline{560 \text{ m/sec}}$$

Il substrato rigido, con i dati a disposizione, può corrispondere a rocce arenacee con una  $V_s$  stimabile in circa 1200 m/sec.

Le frequenze di 6,7 Hz e 7,1 Hz rilevate nei punti **Ma<sub>02</sub>** e in **Ma<sub>05</sub>** sono da mettersi in relazione con uno strato più superficiale, che se si utilizza la precedente relazione e si l'utilizzano i dati di  $V_s$  ricavati dalle indagini MASW e Remi ubicate in prossimità delle misure passive di rumore, ci permette di valutare la profondità del livello che genera risonanza e di confrontarlo con i dati geognostici raccolti (sondaggi, pozzi e prove penetrometriche).

I dati incrociati frequenza di picco/ $V_s$  indicano, per i picchi rilevati, discontinuità sismo stratigrafiche a profondità dell'ordine dei 10/12 mt, che collimano con il modello stratigrafico che emerge dai dati geognostici acquisiti e dalla letteratura che indicano a tali profondità un livello sabbioso - ghiaioso .



In particolare la stratigrafia dei primi metri del sotto suolo è la seguente:

- il primo orizzonte incontrato dal piano campagna è rappresentato da terreno vegetale e materiale di riporto con uno spessore medio di circa 0,8 mt, tale livello, presenta medie caratteristiche meccaniche anche se non continue e senz'altro suscettibili alle variazioni climatiche;
- al di sotto e fino alla profondità di 3,8 mt dal p.c. si trova un livello di limo sabbioso argilloso di media consistenza;
- sottostante e fino alla profondità di 10 mt si rilevano terreni a granulometria argillosa limosa con brevi alternanze di terreni più francamente sabbiosi, il litotipo prevalente lungo la sezione è comunque rappresentato da una argilla limosa di discreta consistenza;
- infine si possono incontrare delle lenti di sabbie e ghiaie con spessori vari di alcuni metri, alternati ad argille limose compatte, probabilmente in corrispondenza della conoide del Torrente Agna.

## **5 - VALUTAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ E SULLA FATTIBILITÀ**

Attraverso la sintesi degli elaborati di base, descritti nei paragrafi precedenti, è stata valutata la pericolosità dell'area direttamente interessata dalle previsioni compreso un congruo intorno, scelto in relazione alle caratteristiche geomorfologiche e delle destinazioni d'uso.

In particolare si sono acquisite le classificazioni dell'area in relazione al PS e RU del Comune di Agliana e del PAI dell'Autorità di bacino Fiume Arno, "attualizzandole" al D.P.G. 25 ottobre 2011, n. 53/R.

### **5.1 Pericolosità geologica/geomorfologica**

Sulla base degli elaborati geologici comunali allegati al PS-RU del Comune di Agliana, l'area interessata dall'intervento ricade in: Classe di pericolosità geomorfologica 2 .....a) *pericolosità bassa (classe 2) - porzioni di territorio della pianura che non presentano particolari problematiche di tipo geologico-tecnico;*

Si applica pertanto una **Pericolosità geomorfologica bassa (G.1)**: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche

litologiche, giacitureali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa. (Tav. 5)

## **5.2 Pericolosità idraulica**

Sulla base degli elaborati geologici comunali allegati al PS-RU del Comune di Agliana, l'area interessata dall'intervento ricade in: *a) pericolosità bassa (classe 2) - è attribuita alle porzioni di pianura che storicamente non hanno subito allagamenti e, al contempo, sono poste in situazioni morfologiche di alto relativo rispetto ai corsi d'acqua con i quali si relazionano;*

Per quanto riguarda le disposizioni del *Piano di Assetto Idrogeologico del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno - PAI*, approvato con la D.C.I. n° 185 del 10.11.2004, si rileva che al momento attuale l'area di intervento, rientra, al momento attuale, fra quelle classificate a *pericolosità idraulica moderata (P.I.1) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $200 < TR \leq 500$  anni.*

Pertanto si applica una: ***Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < TR < 500$  anni.***

*Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:*

*a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;*

*b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda. (Tav. 5)*

### **5.3 Valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico**

L'elemento del rischio sismico è da considerarsi in quanto il territorio del Comune di Agliana è stato dichiarato "zona sismica" ai sensi della *L. n. 64 del 02.02.74*; in base a quanto prescritto dalla *Ordinanza PCM n. 3274 del 20.03.2003*, il Comune di Agliana viene classificato nella classe di sismicità 3 (accelerazione massima convenzionale a  $max = 0,15$ ).

Successivamente la Regione Toscana ha provveduto ad una nuova classificazione delle zone sismiche tenendo conto della zonazione proposta dall'ordinanza P.C.M., in base a tale riclassificazione il Comune di Agliana viene confermato nella zona 3 caratterizzata da un valore di  $ag = 0.15 g$ .

Esaminiamo separatamente i vari fattori di rischio suscettibili di indurre amplificazioni delle sollecitazioni indotte dall'onda sismica relativamente all'area oggetto di studio, come richiesto dal *D.P.G. 25 ottobre 2011, 53/R "regolamento di attuazione dell'articolo 62 della L.R. 1 del 03/01/2005 (norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche"*:

#### *5.3.1 – Fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte*

Come descritto nei paragrafi precedenti si rileva che la zona in esame è pianeggiante, i terreni che compongono il sottosuolo sono di origine alluvionale e lacustre, costituiti da materiali fini: argille, limi e sabbie con livelli più o meno importanti di ghiaia, fino alla profondità in cui si ritrova il substrato litoide di natura arenacea ad una profondità di circa 200 mt dal p.c..

#### *5.3.2 - Cedimenti diffusi*

Questo fattore dovrà essere considerato, in fase di progettazione esecutiva, successivamente all'acquisizione di dati geotecnici relativi al sottosuolo, anche in relazione alle caratteristiche dell'intervento da realizzare.

#### *5.3.3 – Accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto o potenziali dovuti ad effetti dinamici*



Limitatamente all'area oggetto di intervento non si riscontrano le condizioni per il verificarsi di effetti di instabilità dinamica per franosità sotto sollecitazione sismica, viste le scarse pendenze riscontrate (< 5%).

#### *5.3.4 - Liquefazione*

Questo fenomeno si manifesta sotto l'azione di carichi ciclici come quelli indotti da un terremoto, quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci da cui dipende la resistenza al taglio si riducono a zero.

Per quanto riguarda la possibilità del verificarsi di fenomeni di liquefazione nel terreno di fondazione, con conseguente perdita di capacità portante, questa è legata alla presenza di terreni sabbiosi monogranulari saturi (sotto falda) di bassa densità relativa (sciolti); inoltre, l'entità di tali fenomeni è direttamente correlabile all'omogeneità granulometrica e decresce all'aumentare sia della frazione fine, annullandosi in presenza di argille, che della frazione clastica, annullandosi in presenza di sabbie grossolane, ghiaie, ciottoli.

I terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area in esame, sulla base delle conoscenze bibliografiche rilevate, sono caratterizzati da una percentuale di fini comunque non trascurabile e tale da escludere il verificarsi di tale fenomeno sotto sollecitazione sismica in quanto il parametro coesione non si riduce sotto sforzi taglienti se non in modo trascurabile.

Sulla base delle precedenti valutazioni è stata prodotta la Carta delle *Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* (MOPS) realizzata nel rispetto degli standard per l'informatizzazione degli studi per la MS redatti dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica.

Tali obiettivi sono perseguibili con la distinzione di tre tipologie di zone e con simboli indicanti forme di superficie e forme sepolte, che per l'area in esame si riduce alla seguente:

#### *b) ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI*

*In tali zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.*

*Sono le zone in cui sono presenti terreni di copertura, coltri di*

*alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s < 800$  m/s o da pendenze  $> 15^\circ$ .*

Pertanto per la zona in esame si ha: *Pericolosità sismica locale media (S.2): 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)*

Pertanto si produce la CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA "MOPS" (Tav. 6).

#### **5.4 Fattibilità**

(TAV.7)

Attraverso le classi delle pericolosità definite, confrontate con gli approfondimenti presenti e gli eventuali interventi da prevedere si ricavano le classi della fattibilità degli interventi.

In particolare le classe di fattibilità individuata nell'area in esame sono le seguenti:

FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI

***Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):*** *si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

*Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologia bassa possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.*

FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI

***Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):*** *si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

*Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica bassa non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.*

#### FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

***Fattibilità con normali vincoli (F2):*** *si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

*Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) e da pericolosità sismica bassa (S1) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

Per quanto riguarda le indagini di sottosuolo sono da prevedersi in ottemperanza al *DM del 14/01/2008* e al *D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R*.

In particolare un approfondimento dei dati già acquisiti con perlomeno n. 4 prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, una indagine sismica in foro tipo Down Hole con stratigrafia dei terreni attraversati e prelievo di campioni per analisi di laboratorio.

In tale aree rientrano le zone ove sono posizionati gli edifici, i parcheggi e la viabilità in progetto.

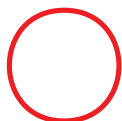
Pistoia, Luglio 2013

**Dott. Geol.  
Gino Naselli**

# Tavole

TAVOLA 1 Corografia  
SCALA 1: 10.000

Legenda



Area in esame



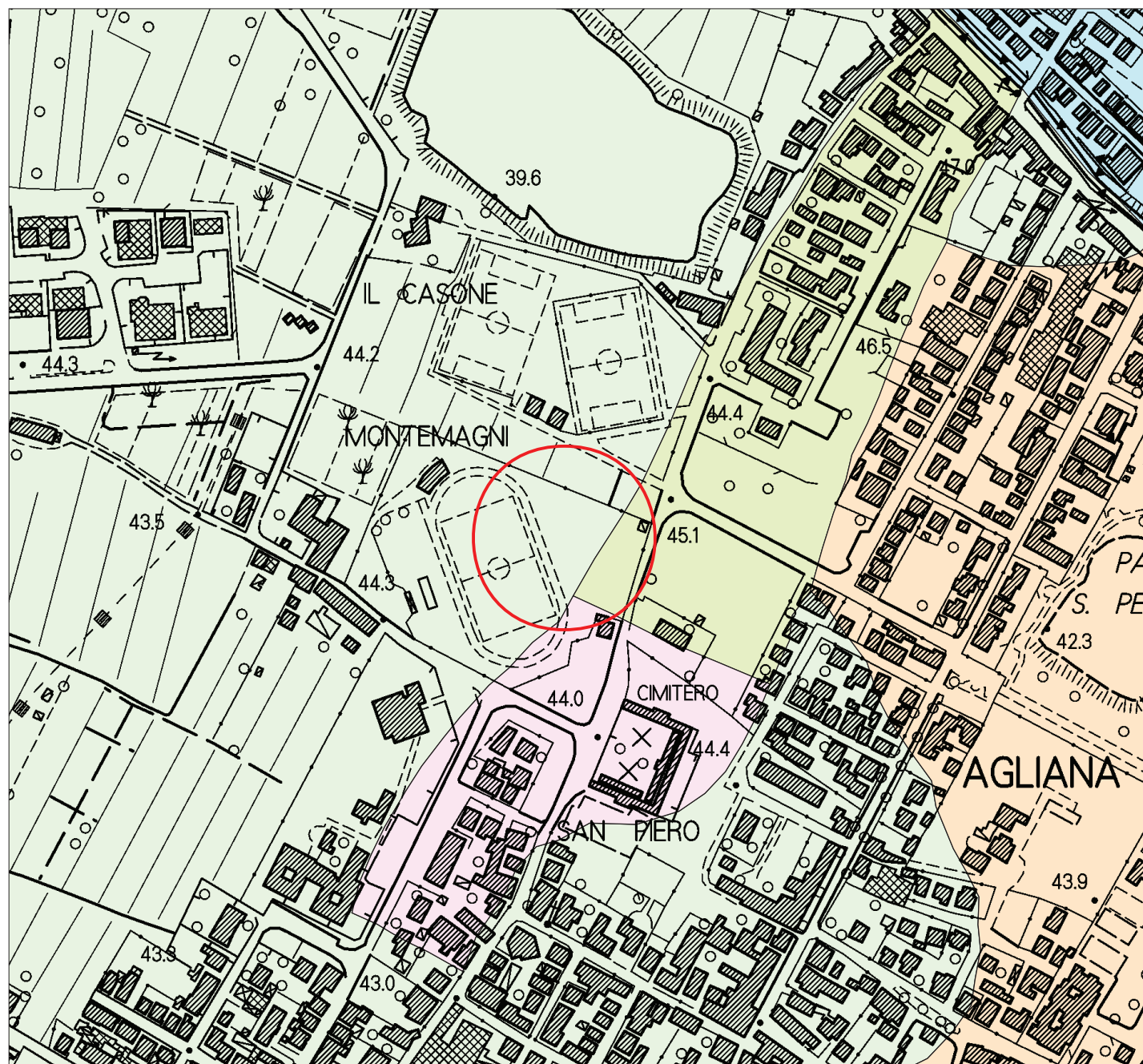


**TAVOLA 2 CARTA GEOLITOLOGICA**  
**SCALA 1: 5.000**

Legenda

-  Alluvioni recenti
-  Limi e sabbie fini
-  Sabbie e sabbie limose
-  Argille e limi
-  Ciottoli e ghiaie

 Area in esame



**Tavola 3**  
**Ubicazione delle indagini**  
**Scala 1 : 5.000**

- Legenda**
-  Zona di variante
  
  - Indagini eseguite**
  -  Indagini HVRS
  
  - Indagini da archivio**
  -  sondaggio
  -  CPT
  -  DP
  -  Masw/Remi





Legenda

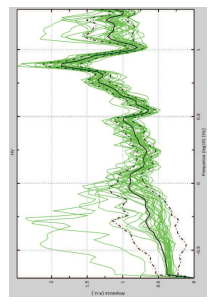


Grafico HVSR





**Tavola 5**  
**Carta della Pericolosità Geomorfologica/Idraulica**  
**Scala 1 : 2.000**

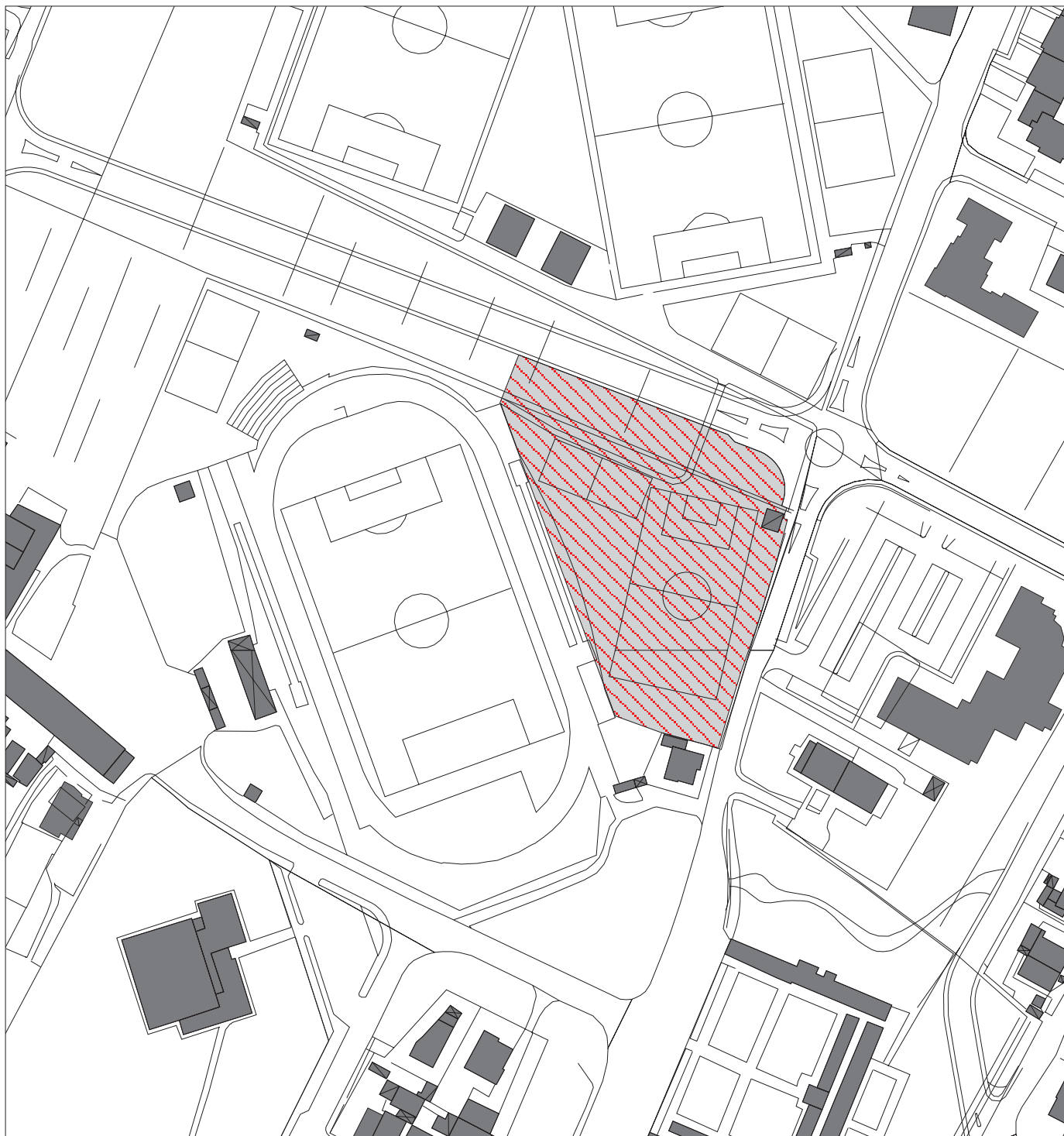
**Legenda**



Pericolosità Idraulica Media I2



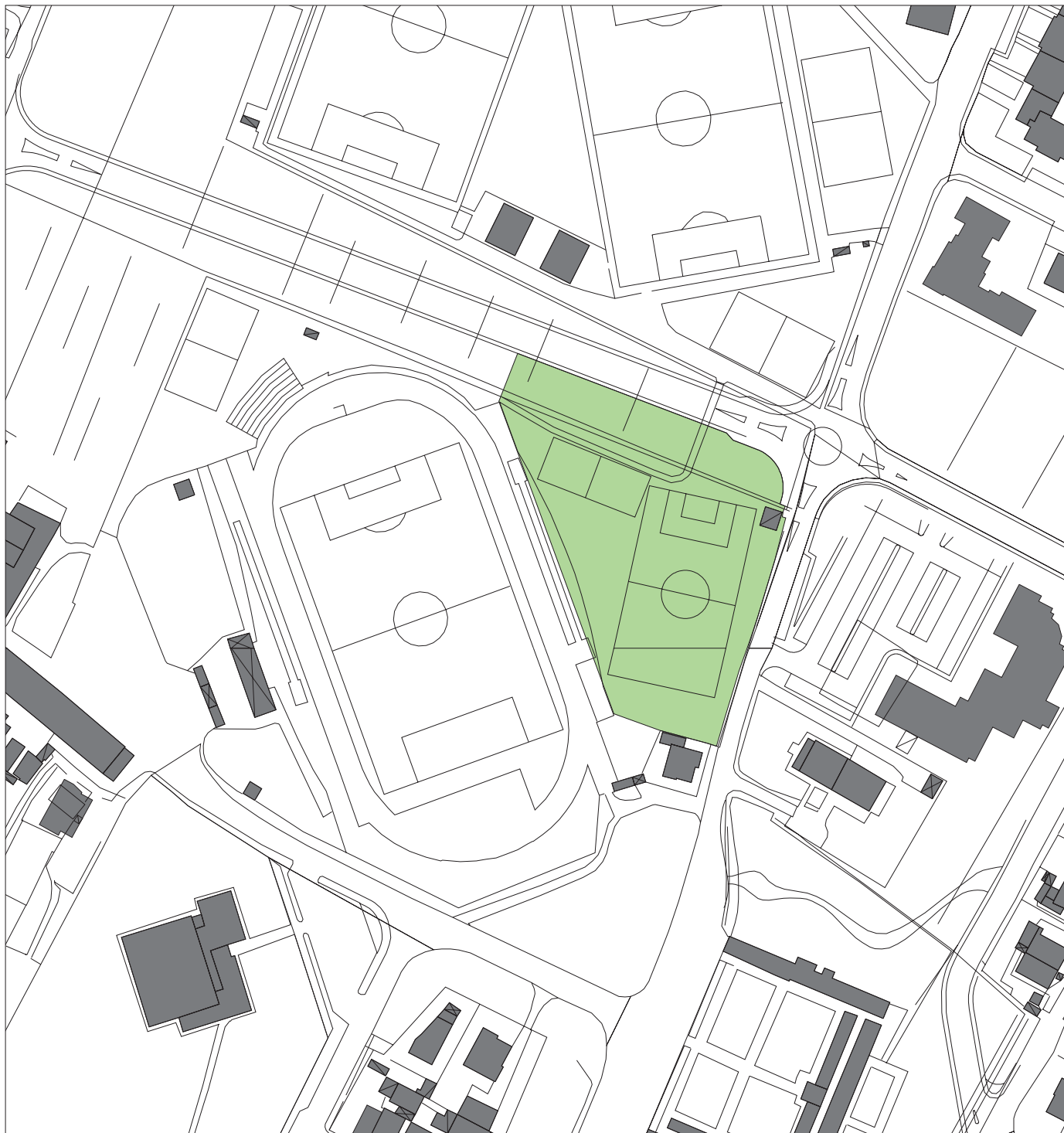
Pericolosità Geomorfologica Bassa G1



**Tavola 6**  
**Carta delle Microzone Omogenee**  
**in Prospettiva Sismica (MOPS)**  
**Scala 1 : 2.000**




**Legenda**

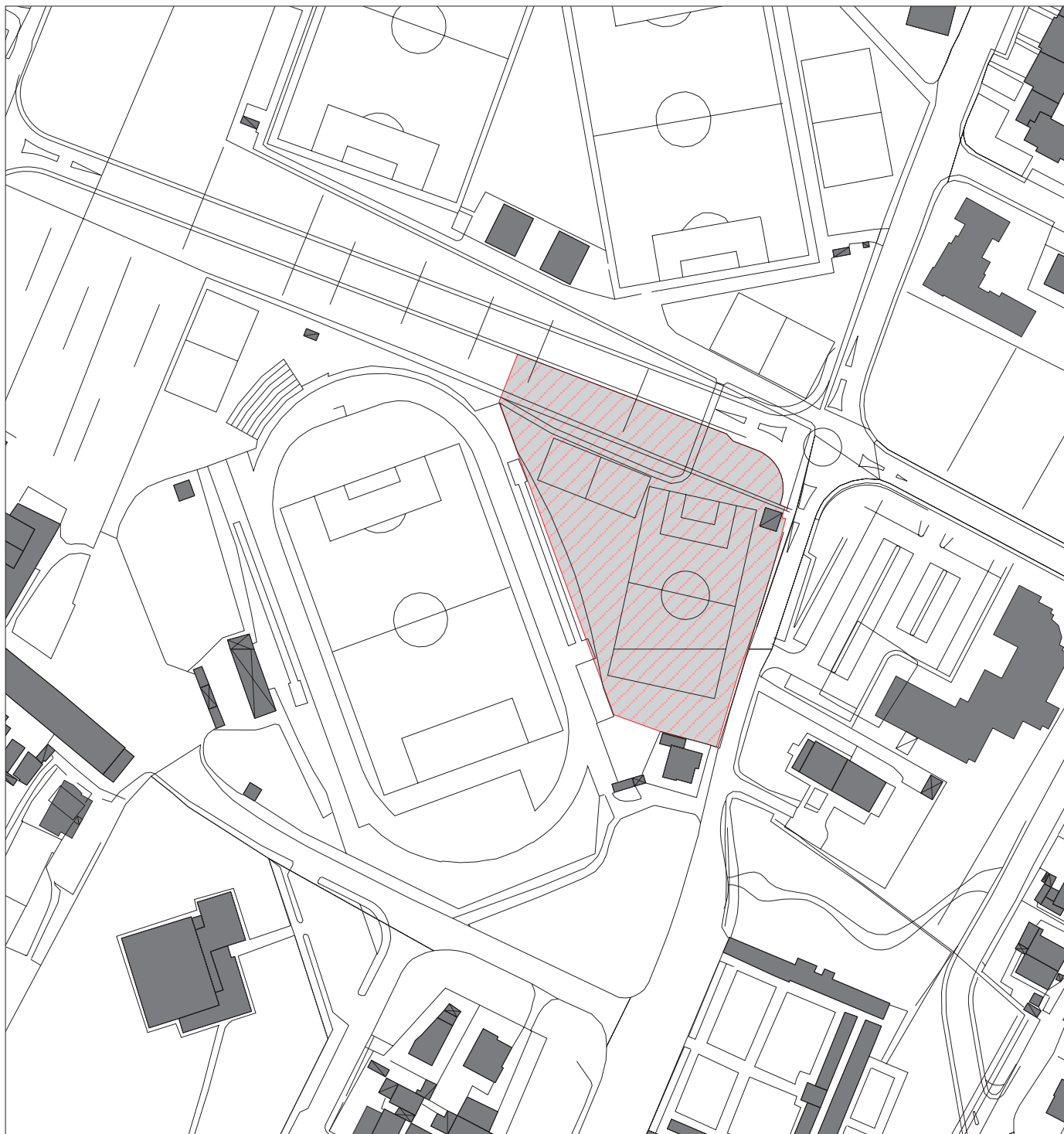
 Pericolosità Sismica locale Media S2



**Tavola 7**  
**Carta della Fattibilità**  
**Scala 1 : 2.000**

**Legenda**

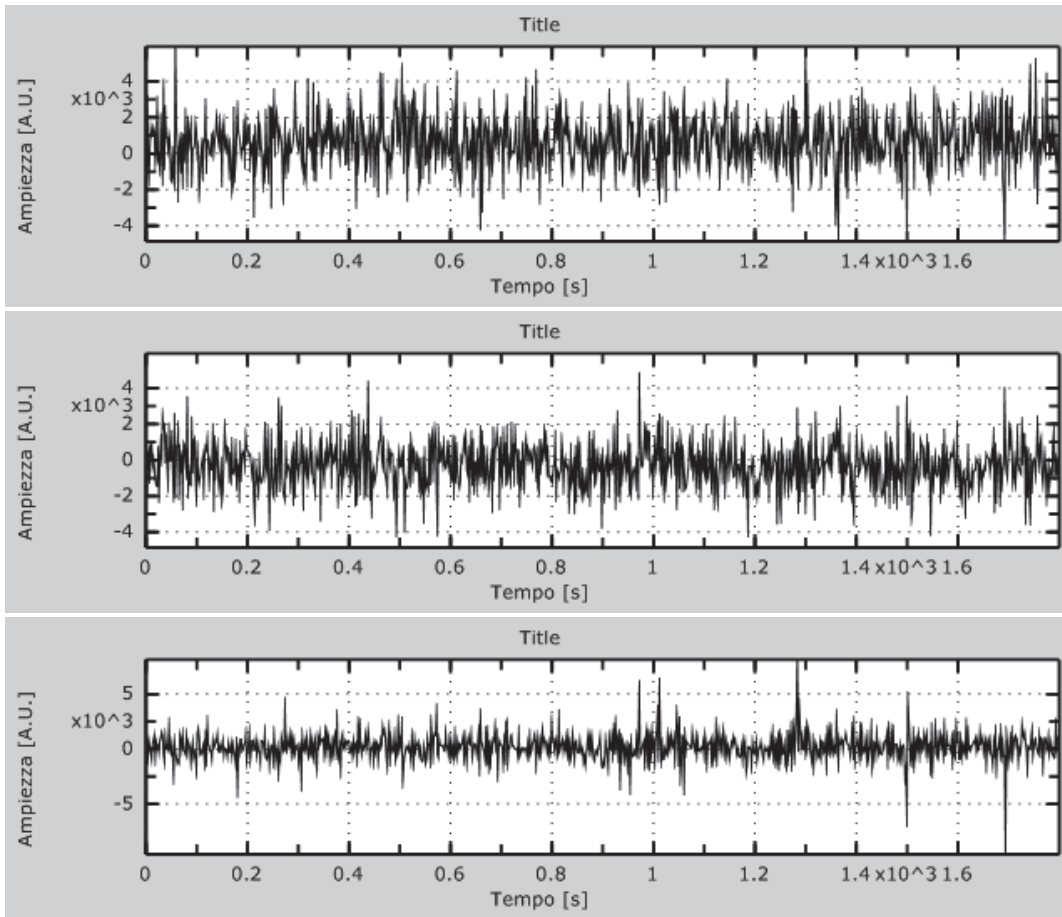
-  Fattibilità Idraulica F1
-  Fattibilità Geomorfologica F1
-  Fattibilità Sismica F2



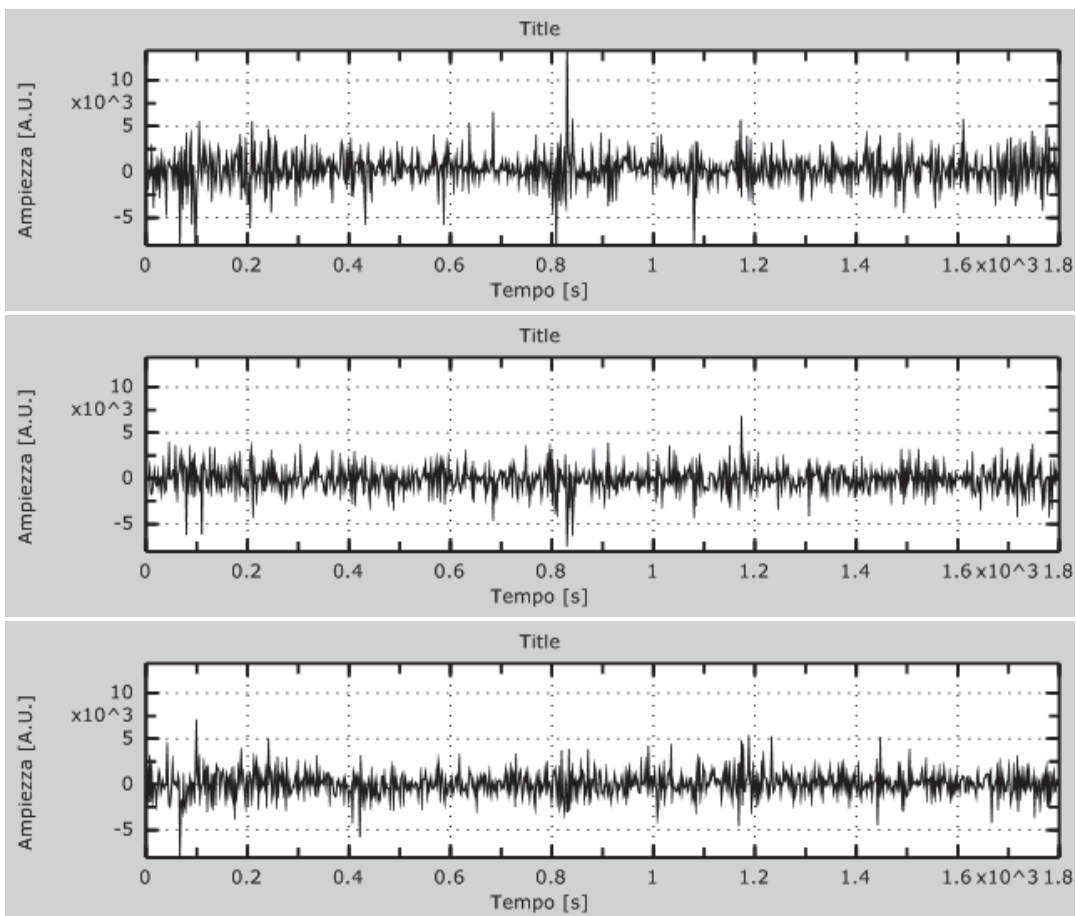
# **Allegato 1**

## **Dati misurati**

## Ma01

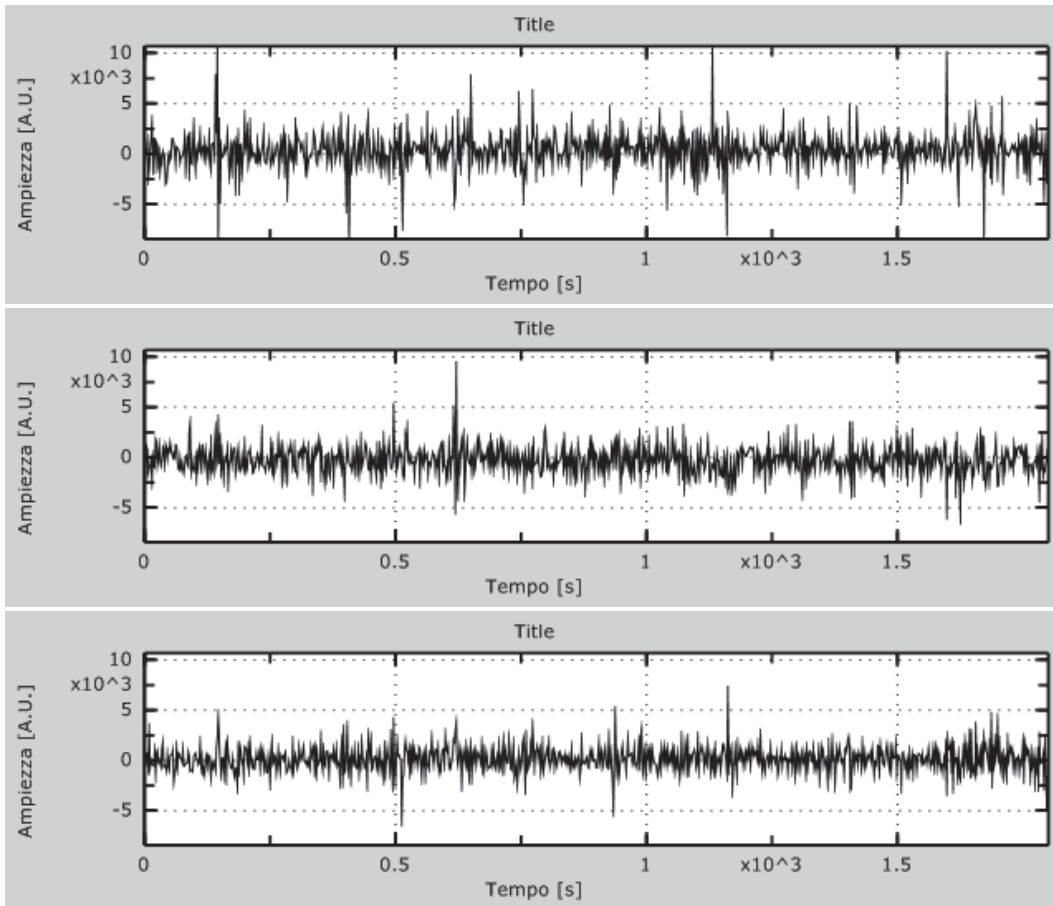


## Ma02

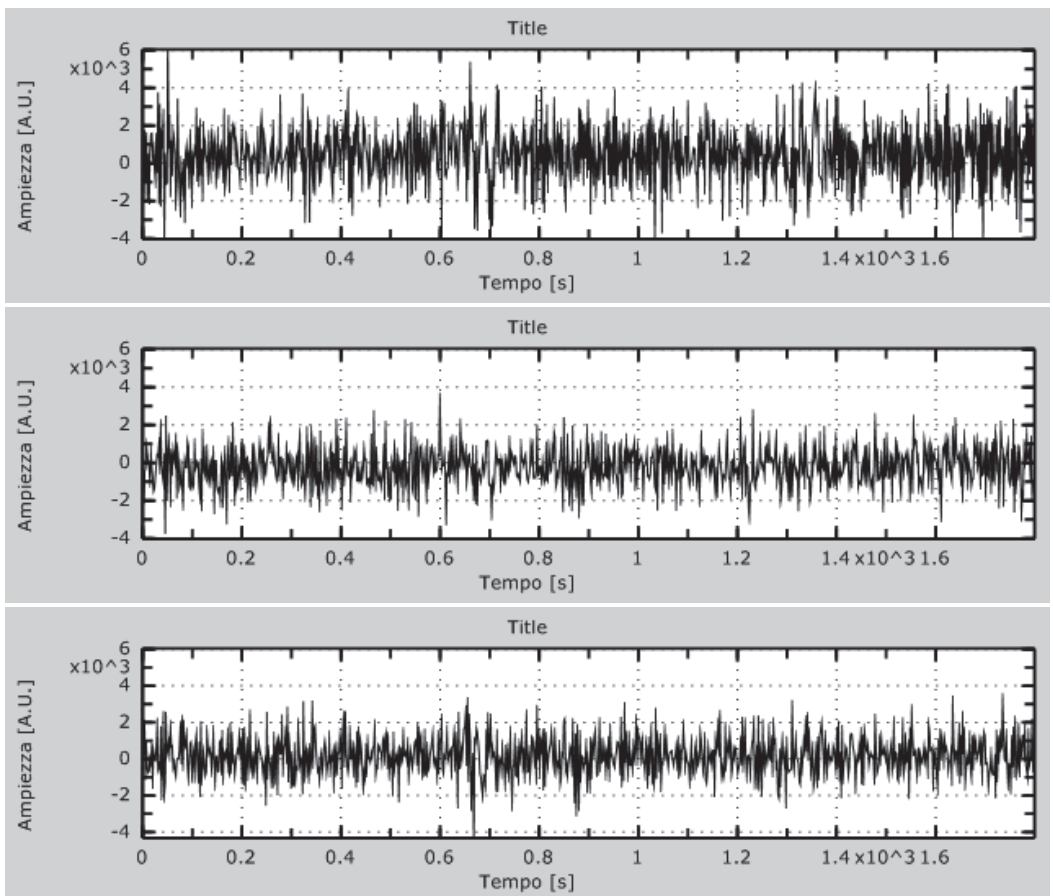




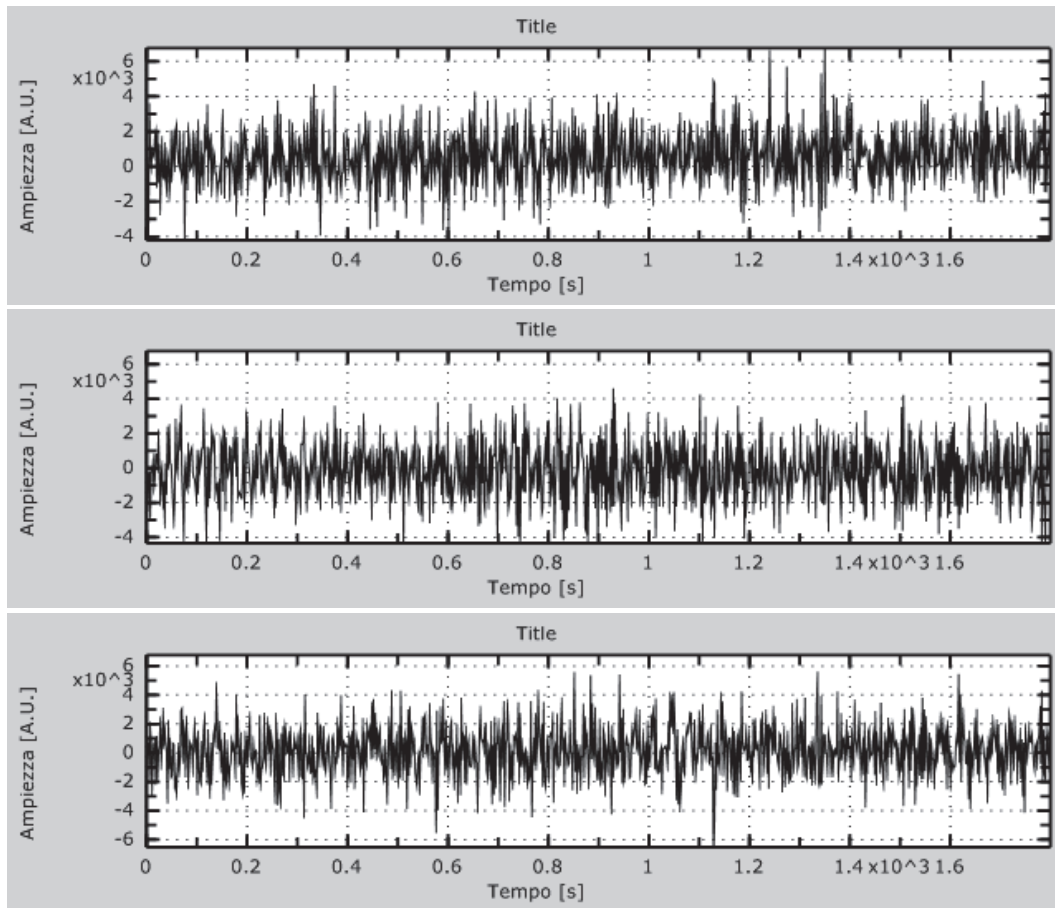
### Ma03



### Ma04



## Ma05



Dati sperimentali in direzione Z (alto), N-S (centro) e E-W (basso).

## **Allegato 2**

### **Fotografie indagini**



**Indagine Ma01**



**Indagine Ma02**



**Indagine Ma03**





### Indagine Ma04



### Indagine Ma05



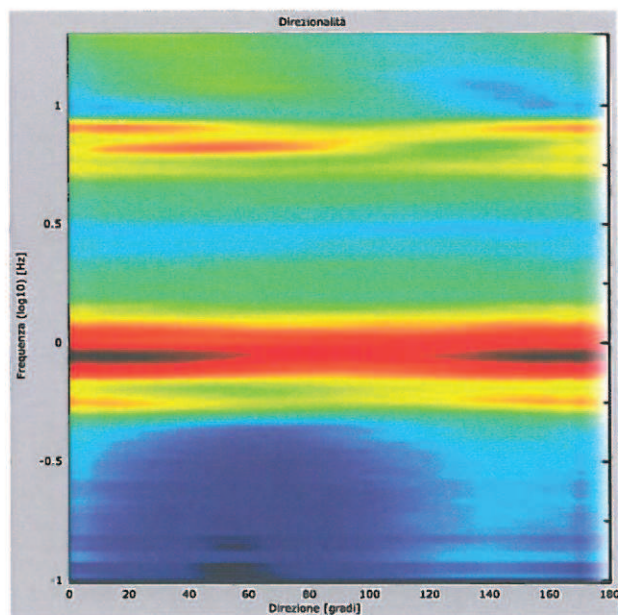
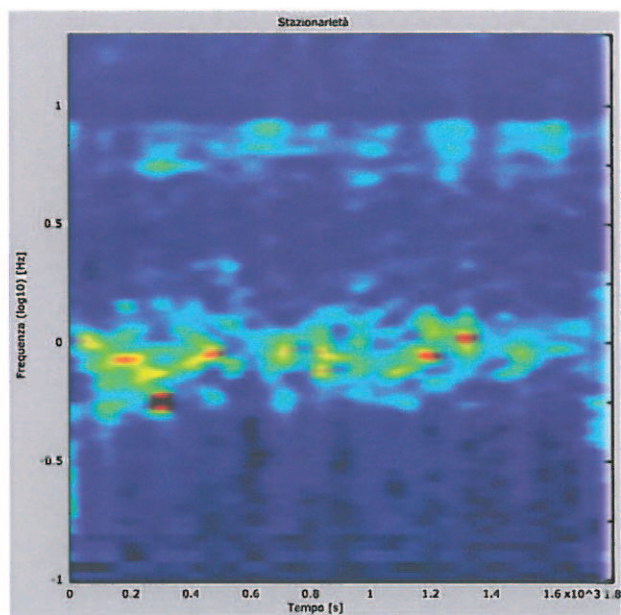
INTEGRAZIONE 1  
*Stazionarietà e direzionalità*

Dott. Gino Naselli

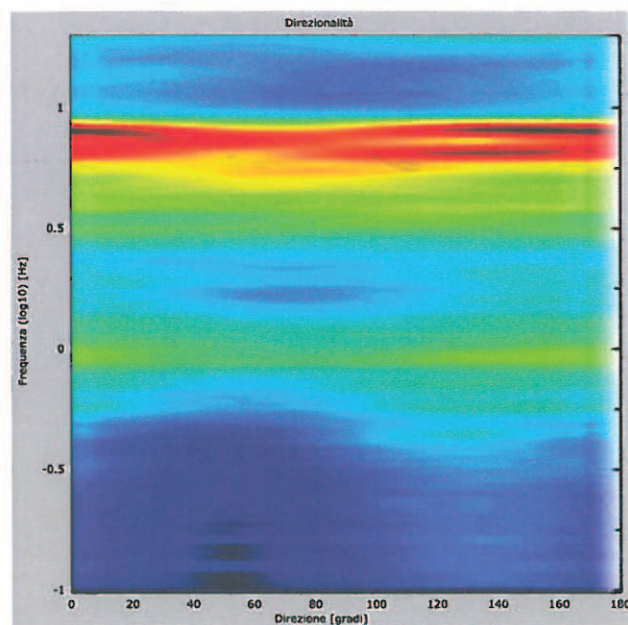
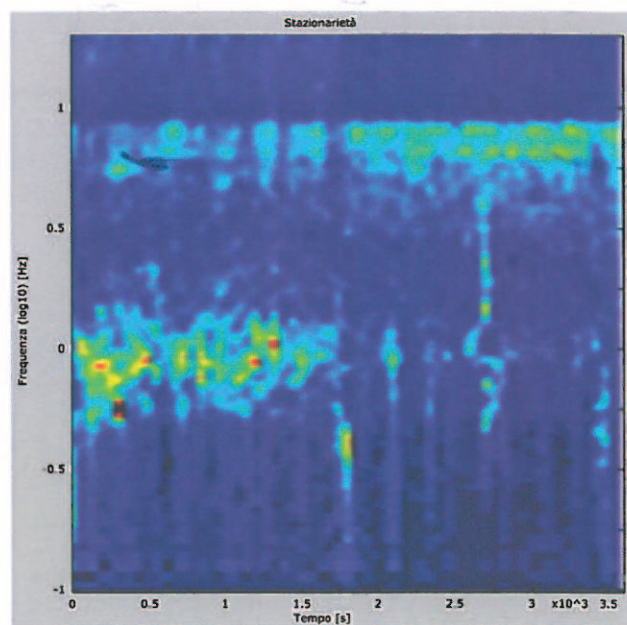


The image shows a handwritten signature in blue ink that reads "Gino Naselli". Below the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text "DOTT. GINO NASELLI" and "N° 964". The outer ring of the stamp contains the text "OFFICINA GEOL. PISTOIA" and a small star at the bottom.

### Ma01

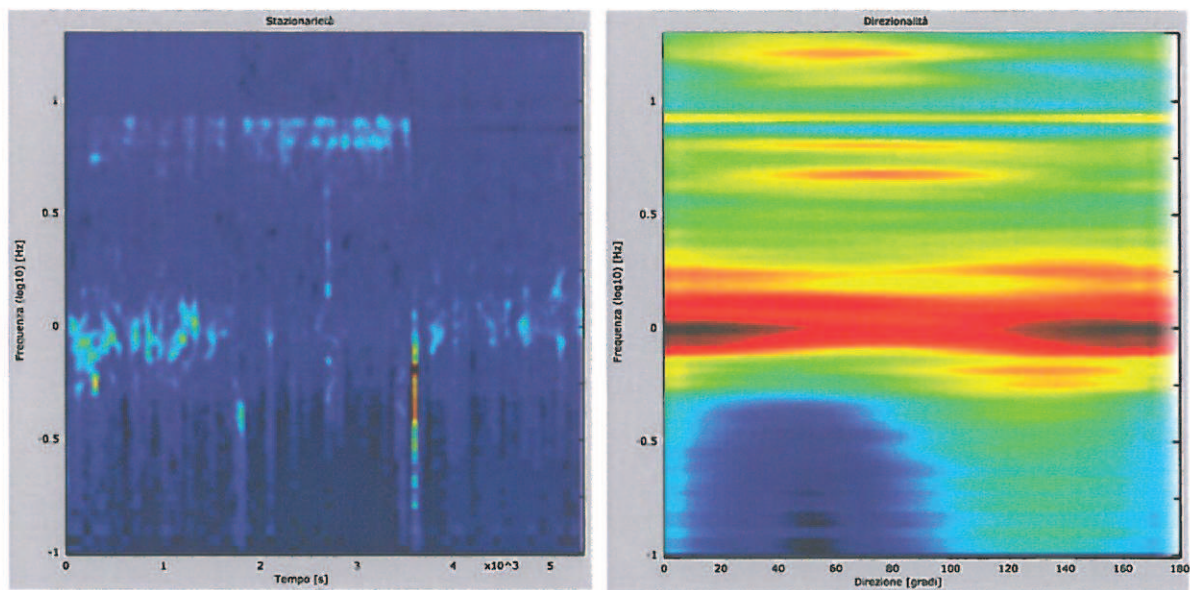


### Ma02

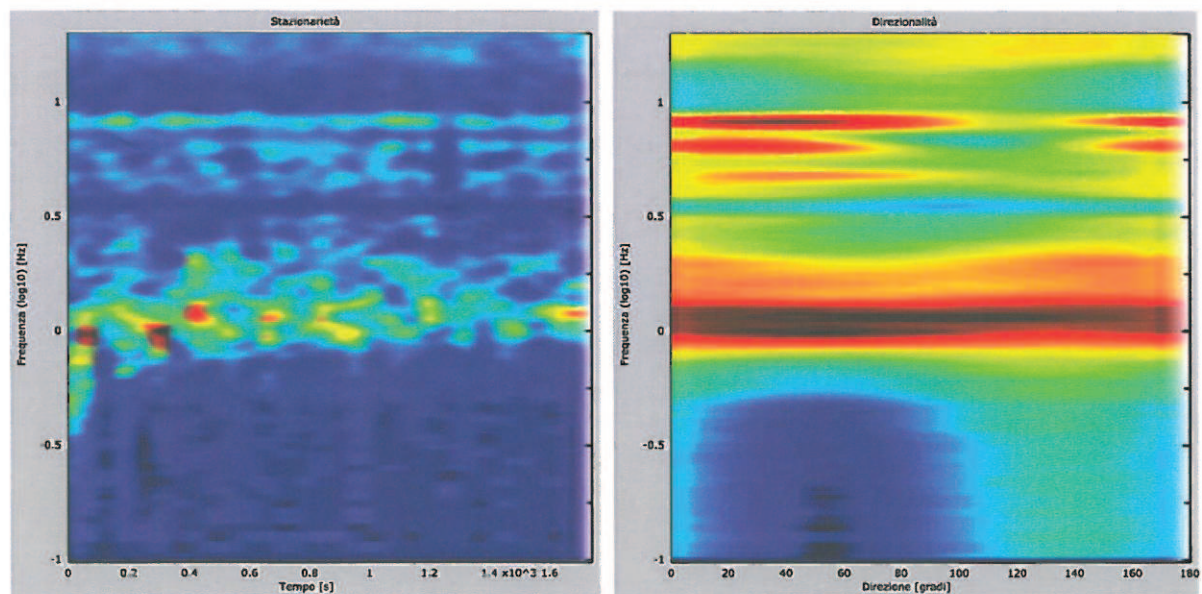




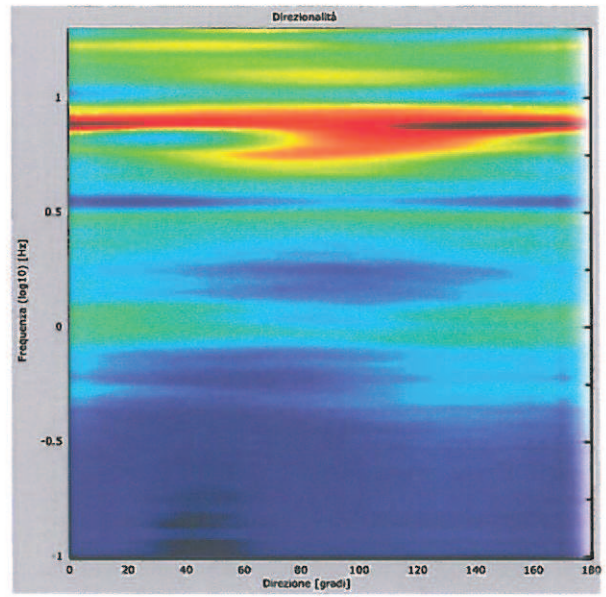
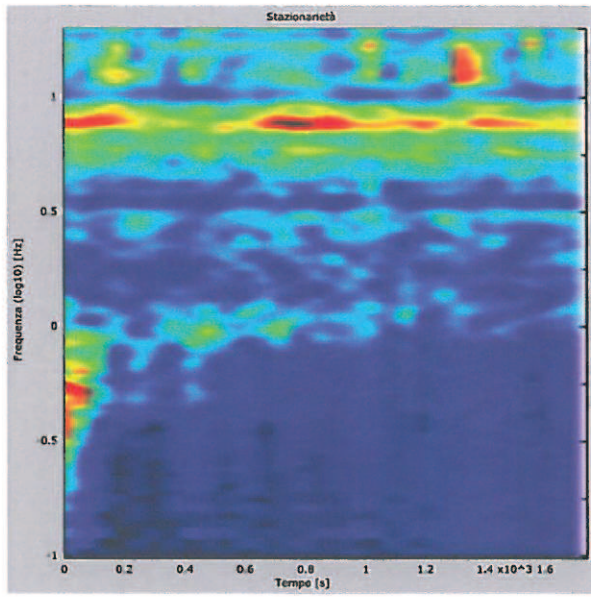
### Ma03



### Ma04



Ma05

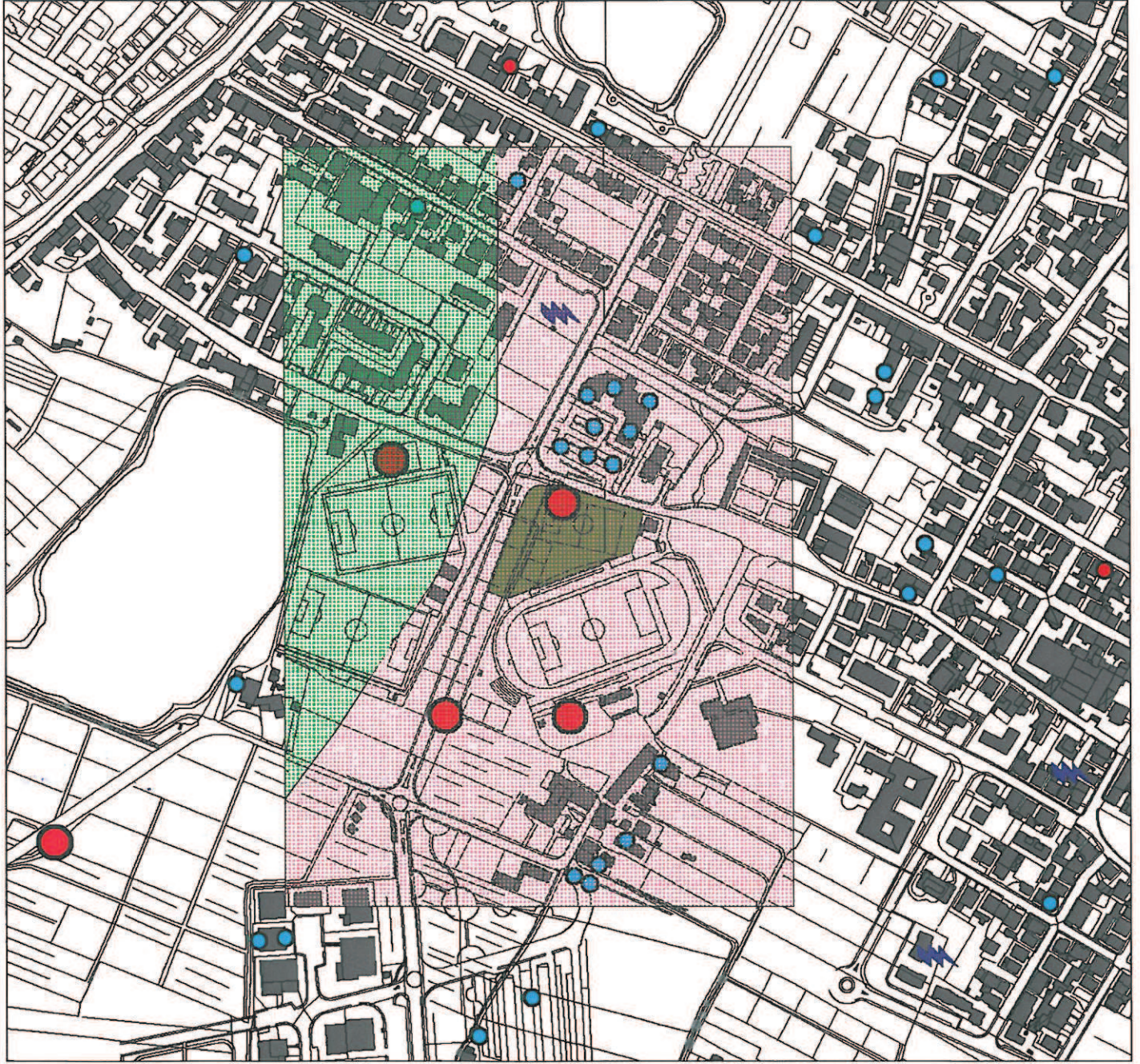


- INTEGRAZIONE 2
- Carta delle MOPS
  - Stratigrafie schematiche
  - Carta della Pericolosità





Tavola 1 Carta della pericolosità sismica locale  
MOPS  
Scala 1 : 5.000



**Legenda**

Area di variante

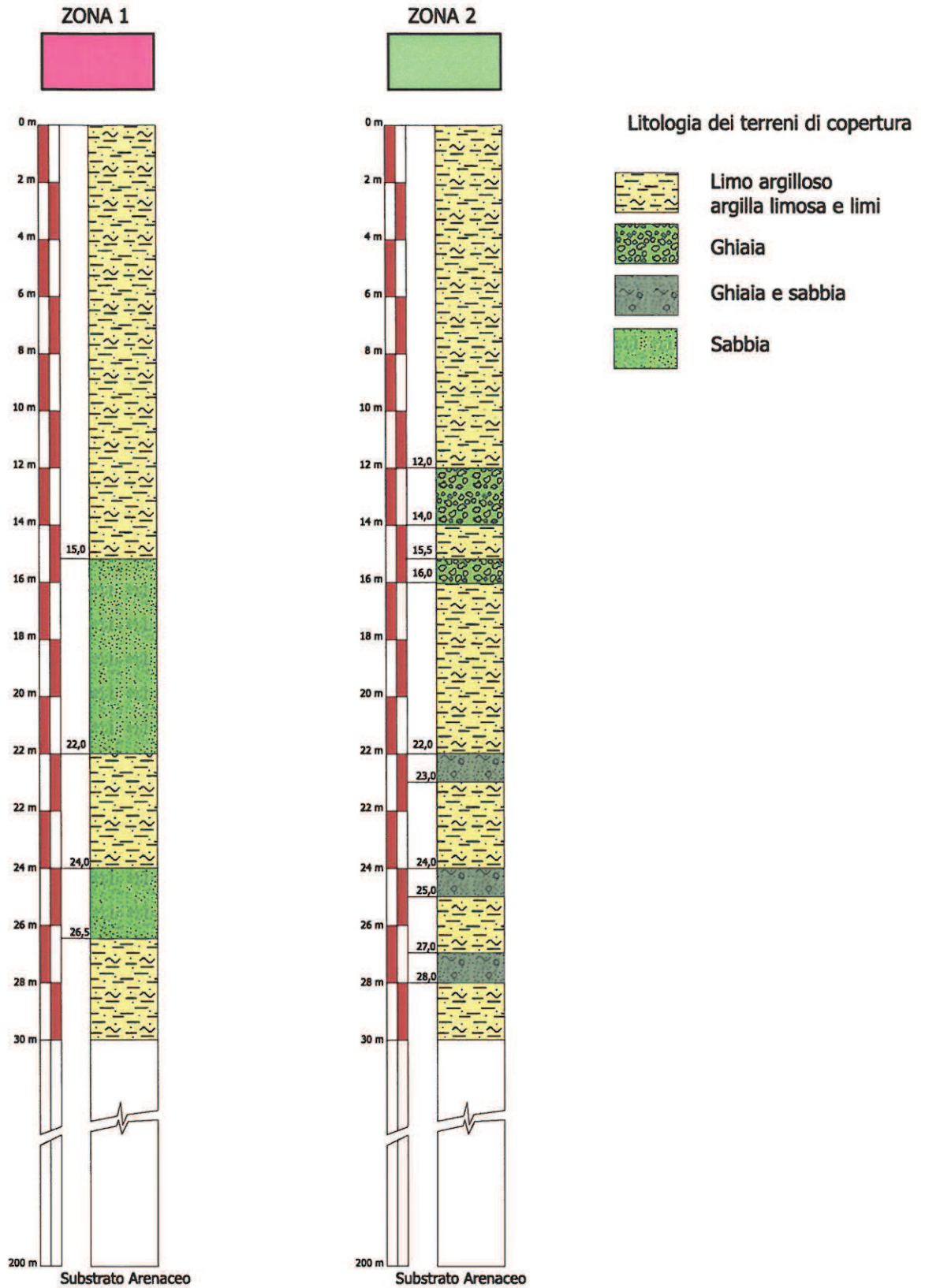
	Zona 1
	Zona 2

**S.2 Pericolosità sismica locale media**

	Indagine HVRS
	Prove penetrometriche
	Masw/Remi



TAV. 2 ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI  
 RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA SCALA 1 :200





**Tavola 3 Carta della Pericolosità  
Geomorfologica/Idraulica  
Scala 1 : 5.000**

**Legenda**

Area di variante

Pericolosità Idraulica Media I2

Pericolosità Geomorfológica Bassa G1

