



REGIONE ABRUZZO



PROVINCIA DI PESCARA



CITTA' DI SPOLTORE

*Proponente: Sig. Di Leonardo Vincenzo*



## STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1 PER PIANI ATTUATIVI CONFORMI AL P.R.G.

### **Piano di Recupero ad Iniziativa Privata – Frazione di Villa Raspa**

Dott. Geol. Fabrizio Petri  
Via Otranto 1 - 65010 Spoltore (PE)  
Iscrizione Ordine Geologi Abruzzo n. 269  
tel. 3381470830  
e-mail [fabrizio.petrini@geologiabruzzo.org](mailto:fabrizio.petrini@geologiabruzzo.org)

marzo 2013

## SOMMARIO

PREMESSA.....	2
PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
UBICAZIONE DELL'AREA E CARTOGRAFIA TEMATICA DI RIFERIMENTO .....	4
VERIFICA AI SENSI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO .....	6
VERIFICA AI SENSI DEL PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI.....	7
INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	9
CARATTERI GEOLOGICI , GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DEL COMUNE DI SPOLOTORE.....	10
INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	12
CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO DELL'AREA E PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA .....	17
DATI GEOFISICI: METOLOGIA DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	24
ELABORATI CARTOGRAFICI.....	29
BIBLIOGRAFIA .....	32

### Allegati:

Carta delle Indagini

Carta Geologico-Tecnica

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS

Carta delle Frequenze di Risonanza

## PREMESSA

Nella seguente relazione sono illustrati i risultati di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1 riferito ad un Piano di Recupero ad Iniziativa Privata proposto dalla ditta "Di Leonardo Vincenzo", e ubicato sul territorio comunale di Spoltore, nella frazione di Villa Raspa.

Lo Studio di MS è richiesto in applicazione della L.R. 11 agosto 2011 n.28 (BURA 26 agosto 2011 n.51), che ha come obiettivo la prevenzione, la mitigazione e la riduzione del rischio sismico, ed ha lo scopo di individuare all'interno dell'area oggetto del Piano di Recupero le Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), ai sensi dell'art. 5 comma 2. Lo scrivente è abilitato a redigere Studi di MS, come da Elenco Regionale approvato con determinazione direttoriale n.86/DR del 19 luglio 2011, secondo gli standards di rappresentazione cartografica e le specifiche tecniche indicati nelle Linee guida regionali (vers.1.2 – lug. 2012) e secondo gli Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica (2008) a cura del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale.

I documenti tecnici utilizzati come riferimento per la realizzazione del seguente studio (cfr. art. 5 comma 7 ed art. 6 dell'O.P.C.M. n. 3907/2010) sono:

- Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (di seguito I.C.M.S.), redatti dal Dipartimento della Protezione Civile (in seguito D.P.C.) ed approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome;

- Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana, redatto dal D.P.C. e dalla Regione Abruzzo a seguito dell'evento sismico del 2009;

- Specifiche tecniche per la redazione degli elaborati cartografici ed informatici relativi al Primo livello delle attività di Microzonazione sismica – Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica, redatte dalla Regione Abruzzo al fine di uniformare gli I.C.M.S. alle caratteristiche regionali e Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica a cura della Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica del DPC Nazionale.

In questo studio l'obiettivo è quello di definire la pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone o porzioni di territorio caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo. Nello specifico individua e caratterizza:

- le Zone Stabili, cioè quelle nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (i litotipi sono assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

- le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, cioè quelle in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;

- le Zone suscettibili di instabilità, cioè quelle suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali, fagliazione superficiale).

Lo studio di MZS di livello 1, che prende come riferimento i criteri e le metodologie operative definite ed illustrate nelle Istruzioni Tecniche Regionali, è articolato nelle seguenti fasi:

FASE 0 - Individuazione delle aree oggetto di indagine.

FASE 1 - Acquisizione dei dati pregressi esistenti nell'area (rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi, ecc.) e realizzazione della Carta delle Indagini

FASE 2 - Rilevamento geologico di controllo sul terreno e realizzazione della Carta Geologico - Tecnica, della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (di seguito MOPS) e della Sezione geolitologica significativa, tutte su supporto cartaceo e in scala 1:2.500.

FASE 3 - realizzazione della Carta delle Frequenze Fondamentali di vibrazione (scala 1:2.500).

Lo studio comprende la redazione dei seguenti elaborati cartografici.

Carta delle Indagini (scala 1:2.500)

Carta Geologico – Tecnica (scala 1:2.500)

Carta delle M.O.P.S. (scala 1:2.500)

Carta delle Frequenze fondamentali di vibrazione (scala 1:2.500).

## **PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI**

D.G.R.A. n. 438 del 29 marzo 2005 – Approvazione della Classificazione sismica regionale

-O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006 – Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

-EC8-1 – Design of Structures for earthquake resistance, part.1: General rules, seismic action and rules for building

-D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14 gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Circolare Esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02 febbraio 2009 alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

-D.L. n. 39 del 28 aprile 2009, convertito in Legge n. 77 del 24 giugno 2009 – Interventi urgenti di Protezione Civile in materia di prevenzione del rischio sismico.

-O.P.C.M. n. 3907 del 13 Novembre 2010 – Attuazione dell'articolo 11 del Decreto legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77

-L. R. 11 agosto 2011, n. 28 - Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche.

-Norme Tecniche del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) della regione Abruzzo.

## UBICAZIONE DELL'AREA E CARTOGRAFIA TEMATICA DI RIFERIMENTO

Le aree oggetto della presente pianificazione sono collocate all'interno del tessuto urbano della frazione di Villa Raspa. Quest'ultima si è sviluppata, all'interno del perimetro viario principale costituito da Via Parigi per due lati, Via Italia a nord-est e dalla SS 602 che ne rappresenta il limite a sud-est verso il Fiume Pescara.

La frammentazione della proprietà ha fatto in modo che si sviluppassero negli anni diversi Piani di Recupero, alcuni già approvati e alcuni in iteri, come il presente piano.

Le aree interessate dal presente piano sono 3. Le due aree principali sono dislocate lungo Via Parigi, una all'inizio, all'incrocio con la S.S. 602, (in figura area 3) una alla fine, all'incrocio con via Budapest (area 1) a ridosso del parco pubblico. Solo la terza area (area 2), occupa una posizione centrale, si colloca tra due piani di recupero già in vigore denominati Sima 2 e D'Onofrio Dina, e ne porta a completamento la viabilità.



Ubicazione schematica delle 3 aree interessate dal piano di recupero in oggetto



L'area ricade nella topografica di riferimento Foglio 1:25.000 n. 351 E a cura dell'I.G.M. e alla sezione n. 351113 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000.

Per quanto riguarda la cartografia geologica sono state consultate il Foglio 141 Pescara, della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, la Carta Geologica dell'Abruzzo scala 1:100.000 di Ghisetti e Vezzani; 1998, il nuovo Foglio Geologico n. 351 –Pescara in scala 1:50.000 e la Carta Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), consultabile on-line sul sito dell'ISPRA.

È stata, inoltre, consultata la seguente cartografia tematica relativa ai principali vincoli territoriali di carattere regionale:

-Carta della Pericolosità Geomorfologica relativa al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo, Foglio 1:25.000 n. 351 E.

-Carta della Pericolosità Idraulica e Carta del Rischio Idraulico relative al Piano Stralcio Difesa Alluvioni della Regione Abruzzo.

corografica



● Ubicazione delle 3 aree

## VERIFICA AI SENSI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Nel presente paragrafo, viene verificata l'ubicazione del sito oggetto di intervento, rispetto alla Carta della Pericolosità (Foglio 351 E del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi") per accertare la sussistenza di elementi di vincolo.

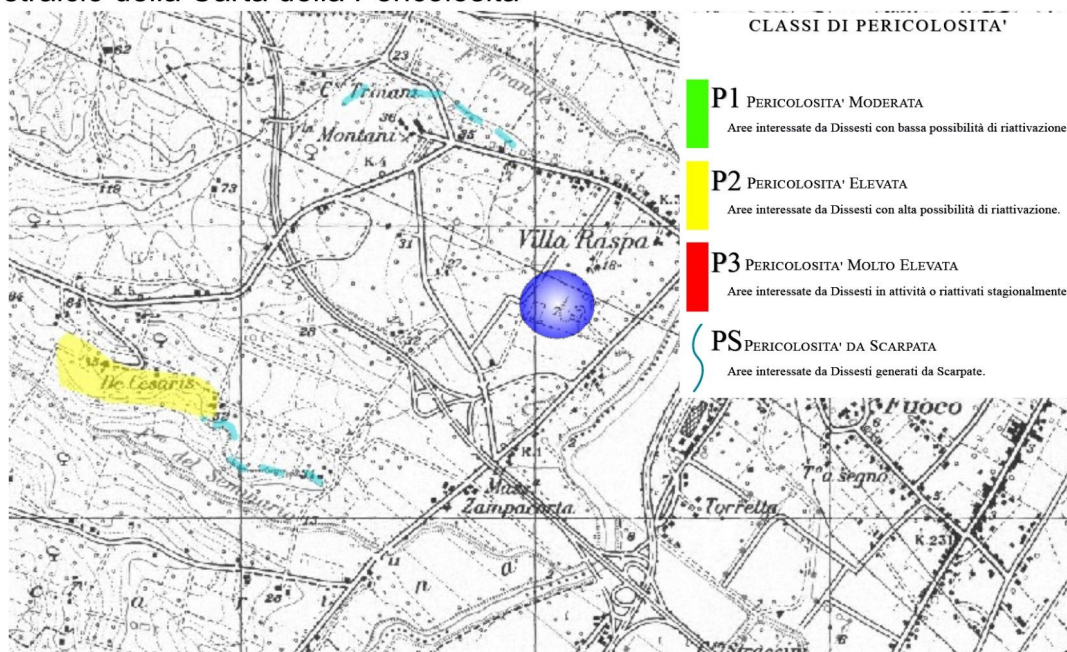
La carta della Pericolosità fornisce una distribuzione territoriale delle aree esposte a processi di dinamica geomorfologica ordinate secondo classi a gravosità crescente. In particolare, sono state distinte le seguenti categorie:

- pericolosità moderata - P1;
- pericolosità elevata - P2;
- pericolosità molto elevata - P3.

Una quarta classe, P scarpate, individua le situazioni di instabilità geomorfologica connesse agli Orli di scarpata di origine erosiva e strutturale. Nella Carta della Pericolosità le "Aree in cui non sono stati rilevati dissesti" indicano quelle porzioni di territorio regionale per le quali, alla data di redazione del Piano, non sono stati evidenziati indizi geomorfologici di dissesto.

Di seguito è proposto uno stralcio della carta della pericolosità dove si evince che l'area non è sottoposta ad alcuna classe di Pericolosità.

Piano Stralcio Assetto Idrogeologico  
stralcio della Carta della Pericolosità



● Ubicazione area

Come si evince dalla Carta Geomorfologica della Regione Abruzzo, la zona non è interessata da forme e processi gravitativi.

## VERIFICA AI SENSI DEL PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI

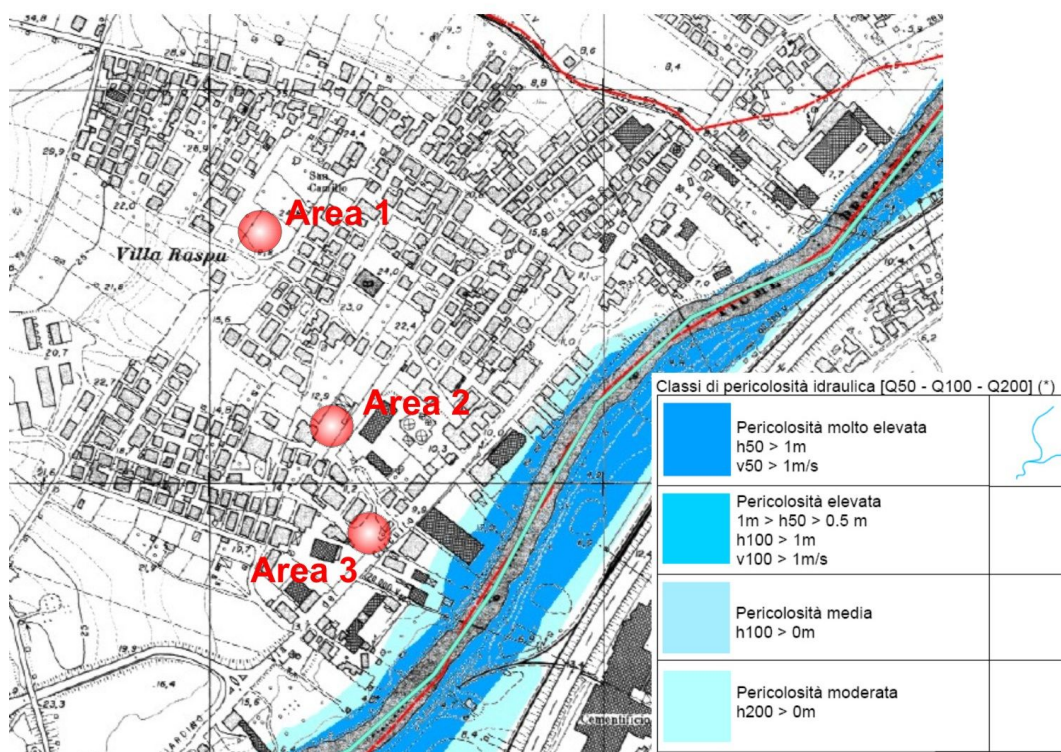
Nell'ambito dei propri compiti istituzionali connessi alla difesa del territorio l'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro ha disposto, ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 18.05.1989 n. 183, la redazione del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni, quale stralcio del Piano di Bacino, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale

Il Piano di bacino assume una posizione sovraordinata nei confronti degli altri strumenti di pianificazione di settore, ponendosi come vincolo anche rispetto alla pianificazione urbanistica: uno strumento di pianificazione redatto, in sostanza, con un forte riferimento alla vocazione del territorio, alla ricerca di un modello di sviluppo che sia realmente compatibile con essa.

In particolare il PSDA individua e perimetrale aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica.

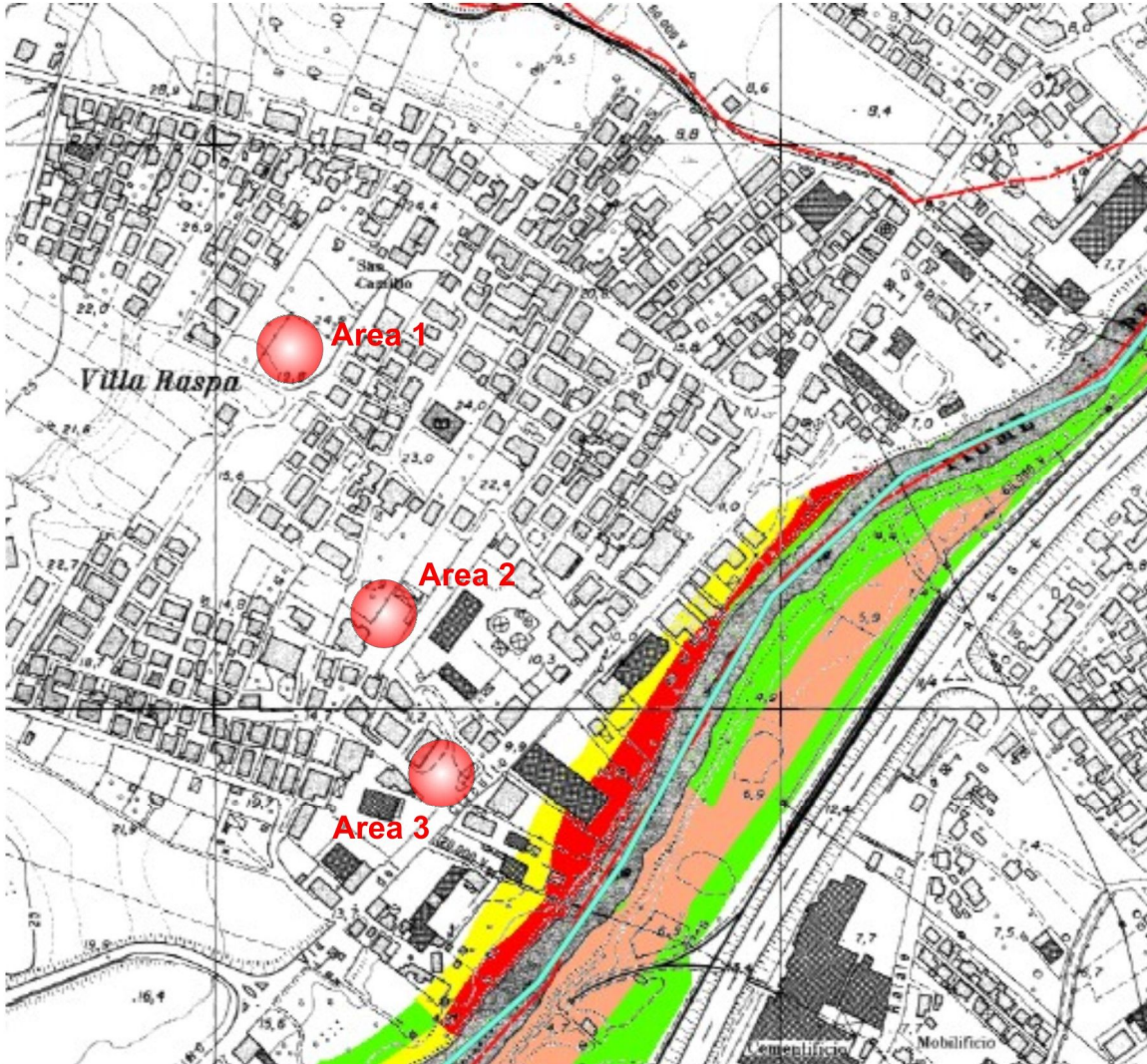
Di seguito sono proposti gli stralci per il sito di interesse della Carta del Rischio Idraulico e di quella della Pericolosità Idraulica del Fiume Pescara relative al Piano Stralcio Difesa Alluvioni della Regione Abruzzo. Per l'area di interesse non sussistono elementi di pericolosità e di rischio idraulico.

### STUDI IDRAULICI PER LA MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA Bacino del Aterno Pescara Fiume Pescara





**INDIVIDUAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO  
CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO  
Bacino del Aterno Pescara  
Fiume Pescara**

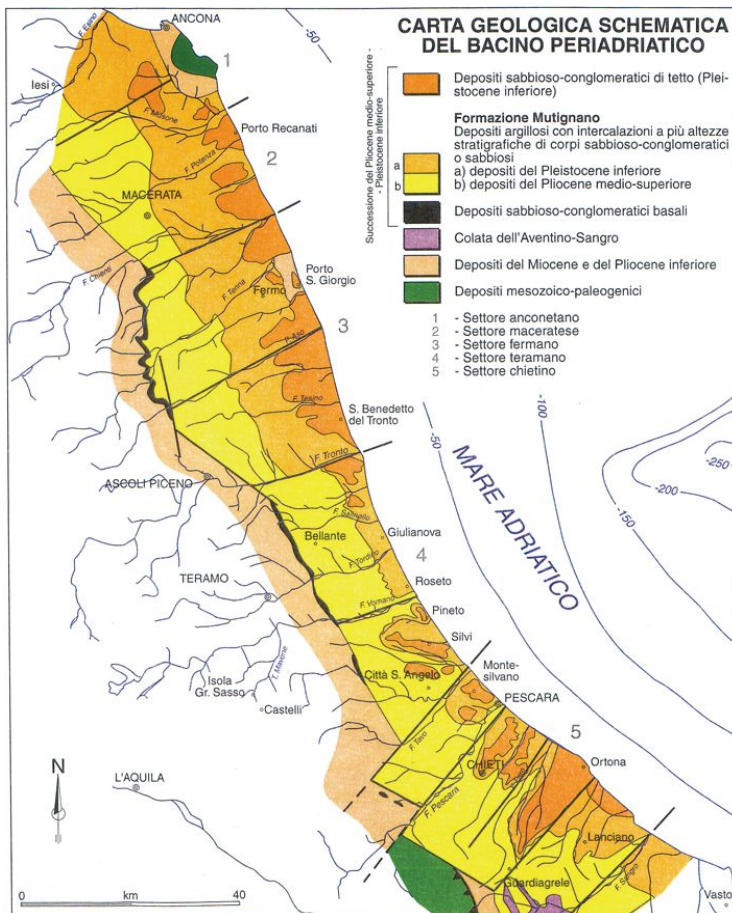


Valutazione dei livelli di rischio idraulico		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA (Q50 - Q100 - Q200)*			
		MOLTO ELEVATA	ELEVATA	MEDIA	MODERATA
		h50 > 1 m v50 > 1 m/s	1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	h100 > 0m	h200 > 0m
DANNO POTENZIALE	MOLTO ALTO	R4	R4	R2	R2
	ALTO	R3	R3	R2	R1
	MODERATO	R2	R2	R1	R1
	BASSO	R1	R1	R1	R1

(\*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'evoluzione neogenico-pleistocenica della fascia periadriatica marchigiano- abruzzese è stata strettamente controllata dagli effetti delle fasi tardive della migrazione verso est del sistema catena-avanfossa-avanpaese e successivamente da quelli di una identica migrazione verso est del sollevamento regionale collegato ad un inarcamento litosferico a grande raggio (CENTAMORE & NISIO, 2003a, b cum biblio). La successione plio-pleistocenica del Bacino periadriatico marchigiano-abruzzese si è depositata in un bacino satellite sviluppatosi sulla parte più esterna e



recente della Catena appenninica. La base della successione è caratterizzata da depositi sabbioso-conglomeratici di ambiente neritico-litorale, cui segue una potente successione pelitica (Argille Azzurre superiori, equivalente alla Formazione Mutignano Auct.), all'interno della quale si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti sabbioso-conglomeratici o sabbioso-argillosi a geometria tabulare o lenticolare. Per quanto riguarda i depositi trasgressivi, essi presentano età diverse da zona a zona in relazione agli effetti della tettonica sinsedimentaria che si manifesta con progressive fasi di basculamento che favoriscono processi erosionali sul bordo occidentale del bacino e la

formazione di faglie distensive est immergenti sul fronte delle dorsali in evoluzione (CENTAMORE & NISIO, 2003a, b). Superiormente la successione è chiusa in discordanza da depositi neritico-litorali, sabbioso-conglomeratici, del Siciliano; ancora in discordanza sui vari termini della successione marina affiorano depositi continentali del Pleistocene medio basale, di ambiente da conoide alluvionale a piana alluvionale, a lago costiero. Le successioni neogenico-pleistoceniche si sono deposte in bacini caratterizzati da una fisiografia piuttosto complessa in gran parte ereditata dalle fasi tettoniche precedenti e in continua evoluzione per gli effetti di una intensa tettonica sinsedimentaria. Essi sono articolati da una serie di dorsali e depressioni sia ad andamento longitudinale che trasversale; dislocazioni trasversali od oblique, suddividono a loro volta i bacini in diversi settori a differente evoluzione tettonico- sedimentaria; da nord a sud essi sono: settore anconetano, settore fermano, settore teramano, settore chietino (CANTALAMESSA et alii, 1986; CENTAMORE et alii, 2002; CENTAMORE & NISIO, 2003a, b). Le dorsali sono costituite da

anticlinali in crescita al disopra di incipienti thrusts, probabilmente sviluppatasi per processi di inversione tettonica su antiche faglie normali listriche ovest immergenti (CENTAMORE et alii, 2002); alcuni di questi sovrascorrimenti sono ancora radicati nel substrato mesozoico-paleogenico, mentre altri si sono enucleati al livello delle evaporiti messiniane o delle argille del Pliocene inferiore (CASNEDI & SERAFINI, 1994; BIGI et alii, 1996; CENTAMORE & NISIO, 2003a, b). Le successioni neogenico-pleistoceniche della fascia periadriatica marchigiano-abruzzese sono caratterizzate da variazioni di spessore, da complessi rapporti latero-verticali delle facies, da lacune sedimentarie, da discordanze angolari, dalla presenza di superfici di discontinuità, particolarmente evidenti nei settori marginali dei bacini, mentre nei settori più distali e depressi di questi ultimi si osservano superfici conformi e continuità di sedimentazione. Tutti questi elementi mettono in evidenza gli effetti talora concomitanti, della tettonica sinsedimentaria, delle variazioni eustatico-climatiche, e per ultimo del sollevamento regionale e del progressivo basculamento verso est del settore esaminato (CENTAMORE & NISIO, 2003a, b, cum biblio). L'attività di questi fattori ha controllato, oltre all'evoluzione della paleogeografia dei bacini (peraltro condizionata ed ereditata dalle fasi tettoniche precedenti), la dinamica deposizionale, la geometria degli apparati deposizionali, il flusso e la dispersione dei depositi torbiditici. Le superfici di discontinuità delimitano a tetto e a letto sequenze deposizionali di vario rango, legate, in prevalenza, ai principali eventi tettonici che hanno guidato e controllato l'evoluzione tettonico sedimentaria dell'area in esame. Nella successione sono state riconosciute alcune sequenze dei rango maggiore (P2, Qm, Qm1, Qc). La scansione temporale di tali eventi permette di ricostruire: a) le varie tappe della migrazione verso est del sistema catena-avanfossa-avampaese; b) la cronologia della deformazione; l'interazione, nella fase più recente, tra gli effetti del sollevamento regionale della dorsale appenninica interna, e il progressivo basculamento verso est della fascia periadriatica.

## **CARATTERI GEOLOGICI , GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DEL COMUNE DI SPOLOTORE**

Il comune di Spoltore occupa la fascia collinare costiera Adriatica, le cui forme sono rilevabili con omogeneità per un lungo tratto della costa Abruzzese e Marchigiana.

La morfologia è debolmente acclive con forme dolci e rare recrudescenze del terreno in particolare sul settore Occidentale cui contribuisce la litologia del substrato.

Affiorano estesamente le formazioni argillose del Plio-Pleistocene, rappresentanti la serie sedimentaria delle ultime fasi di deposizione marina dell'Avanfossa Adriatica, una fossa subsidente allungata in direzione NW-SE sede di un'intensa sedimentazione terrigena sinorogenetica.

In questo modo la struttura della fascia collinare costiera ha risentito poco dei movimenti tettonici appenninici, perciò si presenta con una struttura tipicamente monoclinica a leggera immersione verso Est.

Tale struttura si evidenzia nettamente nelle forme dei rilievi che formano versanti più acclivi nel lato Occidentale, dove gli strati mostrano un andamento leggermente in reggipoggio.

Litologicamente le formazioni del Plio-Pleistocene sono formate da limi argillosi o sabbiosi di colore grigio, con abbondante contenuto calcitico e con stratificazione varia ma mediamente dell'ordine del decimetro; il contatto stratigrafico è sempre segnato da sottilissimi veli di silt o sabbie fini.

L'apice della formazione presenta un arricchimento della frazione sabbiosa, con strati dell'ordine della decina di centimetri fino al passaggio stratigrafico alla sovrastante formazione sabbiosa-conglomeratica, che segna il limite di regressione marina e che occupa la parte apicale delle colline tipicamente occupate da insediamenti abitativi, come ad esempio il centro storico di Spoltore.

Per completare il quadro sulla geologia generale del territorio si devono considerare, seppure brevemente, i depositi continentali, che nel Comune sono ben rappresentati.

Ai margini del territorio comunale, principalmente verso la valle del Fiume Pescara sono presenti estesi sistemi terrazzati alluvionali imputabili all'attività fluviale deposizionale del fiume stesso.

Litologicamente i terrazzi sono rappresentati da sedimenti eterogenei, con prevalenza di quelli fini (tipo limi e argille) o medio fini (tipo limi sabbiosi o sabbie limose). In subordine sono presenti lenti ghiaiose, sovente alla base del terrazzo, a contatto con la formazione del substrato.

Si riconoscono lungo l'asse vallivo per lo meno tre ordini di terrazzo, i più antichi dei quali a quote relativamente più elevate rispetto al corso fluviale e conservati lungo i versanti collinari della sinistra idrografica.

Questa anomala distribuzione spaziale dei depositi terrazzati alluvionali ha una spiegazione geologica nella progressiva migrazione dell'asse fluviale verso Sud, con approfondimento per erosione dell'alveo sul lato meridionale. La progressiva migrazione ha portato alla completa demolizione dei terrazzi di ordine superiore sulla riva destra con esposizione dei terreni del substrato geologico.

Le variazioni climatiche che si sono succedute hanno prodotto una oscillazione del livello del mare e una variazione del potere erosivo e di trasporto del fiume; in tutti i periodi di livello relativo marino alto, il mare ha avuto il tempo di intagliare una falesia sul fronte appenninico emerso producendo i "terrazzi marini" morfologicamente caratterizzati da ripiani sensibilmente orizzontali, disposti a scalinata sui versanti delle colline pedemontane.

Sul finire della trasgressione Versiliana si è instaurato l'attuale sistema di sedimentazione controllato dagli apporti fluviali e dalla ridistribuzione selettiva dei sedimenti da parte delle correnti marine e del moto ondoso, per cui la maggior parte dei fiumi, e il fiume Pescara tra essi, a causa del diminuito apporto di materiale, ha sviluppato apparati emissari di tipo "estuario" (o delta arcuato) a discapito di quelli tipo "delta lobato".

Possiamo trovare quindi, nella zona, motivi sedimentologici che variamente si sviluppano e si sovrappongono a seconda che nel tempo abbia prevalso l'uno o l'altro ambiente.

## INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio della Regione Abruzzo è stato storicamente interessato da numerosi e, spesso, intensi fenomeni sismici legati all'assetto geologico e all'evoluzione geodinamica del Sistema Appenninico; esempi classici recenti sono quelli del Terremoto di Avezzano del 1915 e di quello di Lama dei Peligni del 1935 ed ultimo quello di L'Aquila del 6 aprile 2009.

L'attività sismica è concentrata prevalentemente lungo la catena appenninica (in particolare a W delle dorsali del Gran Sasso e della Majella) mentre nella fascia pedemontana si rileva un'attività più modesta. L'intero territorio risente comunque di quest'attività e anche di quella che si registra nelle regioni limitrofe (in special modo Marche e Umbria).

L'Appennino abruzzese viene inserito dall'INGV (redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dal' OPCM 3274/2003, rapporto conclusivo, 2004 – bozza) nella zona sismotettonica ZS923, con Mw attesa variabile da 6.7 a 7.06.

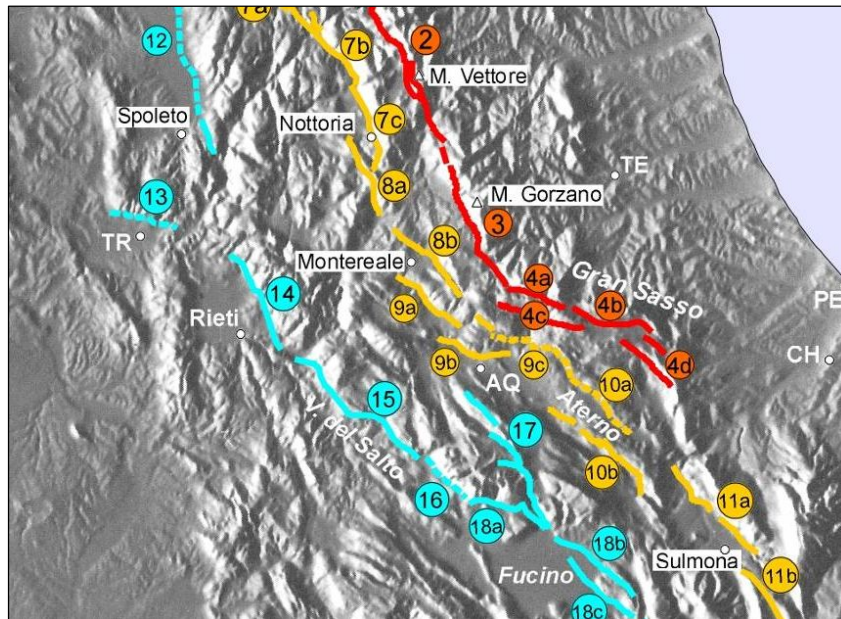
La mappa di pericolosità sismica MPS04 e le mappe regionali delle zone sismiche definiscono con chiarezza le aree dove ci si possono aspettare scuotimenti forti; in quanto tali possono e devono essere considerate come strumenti di previsione; anche se non forniscono indicazioni temporali, queste mappe possono e debbono essere utilizzate per definire priorità di adeguamento sismico e guidare interventi di preparazione al terremoto”

L'elevato grado di sismicità attesa Nell'Appennino Abruzzese è dato dalla presenza di numerose strutture sismogenetiche attive, la cui più recente manifestazione è data dall'evento sismico del 6 aprile 2009, con magnitudo momento Mw pari a 6.3.

Sono disponibili nel pubblico dominio alcuni elenchi delle faglie attive presenti nella dorsale appenninica abruzzese. Un elenco sintetico e chiaro è presentato nel seguente lavoro: “Carta degli allineamenti di faglie quaternarie ovest-immersenti rilevanti dal punto di vista sismogenetico (area intra-appenninica umbro-marchigiano-abruzzese) UR Università di Chieti (Resp. G. Lavecchia) a curadiP.Boncio,F.BrozzettieG.Lavecchia”.

### ELENCO delle MASTER FAULTS :

- 1-M.San Vicino (\*)
- 2-M.Bove-M.Vettore
- 3-M.Gorzano-Campotosto
- 4-Gran Sasso (a-Corno Grande, b-Campo Imperatore, c-Assergi, d-M.Cappucciata-S.Vito)
- 5-Gubbio
- 6a-Gualdo Tadino, 6b-Colfiorito
- 7a-S.Martino-M.Civitella, 7b-Preci-F. d'Ancarano, 7c-Nottoria-M.Pizzuto
- 8a-Castel S. Maria-Cittareale, 8b-Montereale
- 9a-Pizzoli, 9b-M.Pettino; 9c-Camarda (\*)
- 10a-Aterno SW (\*) (+); 10b-Media Valle dell'Aterno (+)
- 11a-Sulmona (+), 11b-Pizzalto (+), 11c-Piano delle Cinque Miglia (+)
- 8a-Castel S. Maria-Cittareale, 8b-Montereale
- 9a-Pizzoli, 9b-M.Pettino; 9c-Camarda (\*)
- 10a-Aterno SW (\*) (+); 10b-Media Valle dell'Aterno (+)
- 11a-Sulmona (+), 11b-Pizzalto (+), 11c-Piano delle Cinque Miglia (+)
- 12-M.Subasio-Spoleto (\*)
- 13-Martani sud (\*)
- 14-Conca di Rieti
- 15-Valle del Salto
- 16-M.Velino
- 17-Campo Felice-P.di Pezza-Ovindoli
- 18a-Magnola, 18b-M.Parasano, 18c-Gioia dei Marsi
- 19a-M.Marsicano, 19b-Val di Sangro
- 20-Barrea-Castelnuovo a Volturno (\*)



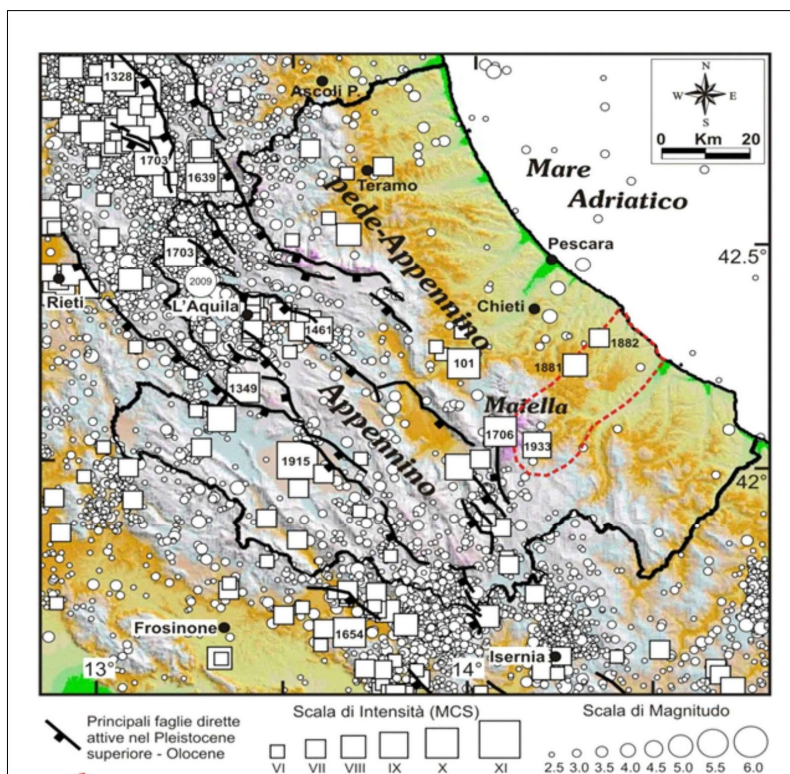
*Gli asterischi (\*) indicano che la struttura è di rilevanza sismogenetica prevalentemente sulla base di considerazioni sismotettoniche (associazione con terremoti strumentali e/o storici). Le crocette (+) indicano che l'ipotesi di appartenenza ad un'unica struttura sismogenetica continua in profondità è dubbia per i segmenti delle strutture 10 (10a, 10b) ed 11 (11a, 11b, 11c).*

L'area compresa tra la Maiella e il Mare Adriatico è situata a cavallo di due zone sismo tettoniche: la fascia montana esterna appenninica e la zona pedemontana adriatica. La prima include la struttura della Maiella, che è stata interessata da due terremoti distruttivi negli ultimi 300 anni; la seconda è caratterizzata da modesta attività sismica. La sismologia storica dell'area è stata ricostruita principalmente dal gruppo di lavoro CPTI ( catalogo parametrico dei terremoti italiani, 1999); le informazioni disponibili coprono un intervallo di tempo di quasi 2000 anni.

I dati di sismologia strumentale disponibili coprono l'ultimo ventennio e non ci indicano una particolare attività sismica di rilievo o concentrazioni di terremoti ben localizzate. Si sono registrati nel tempo alcuni eventi sismici di piccola magnitudo (ML4.0), localizzati fra la Maiella, Lanciano e la costa, alcuni in un periodo di particolare attività sismica fra febbraio e luglio 1992, altri sparsi fino all'ultimo rilevato fra la notte del 15 e 16 settembre dello scorso anno con magnitudo pari 3.4 e con epicentro ubicato tra i paesi di Colledimacine, Palena e Lettopalena.

Fra i terremoti storici dell'area, quelli di maggiore rilievo sono sicuramente gli eventi sismici della Maiella del 3 novembre 1706, con intensità epicentrale (I<sub>0</sub>) pari al IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) e magnitudo macrosismica (Ma nel catalogo CPTI) pari a 6.6, quelli del del 10 settembre 1881 e 12 Febbraio 1882 (I<sub>0</sub> VIII grado MCS= 5.4 e VII grado MCS, Ma = 4.9) e quello del 26 settembre 1933 (I<sub>0</sub> = VIII-IX grado MCS, Ma = 5.6). La zona epicentrale dell'evento del 1706 è localizzabile nella porzione centrale della montagna della Maiella. L'evento del 1881 è noto come terremoto di Orsogna mentre a pochi mesi di distanza da questo, esattamente 5, si verificò un secondo terremoto di intensità leggermente minore nei pressi di Lanciano; l'area epicentrale dell'evento del 1933 è stato localizzato nei pressi di Lama dei Peligni. Tutti questi terremoti hanno provocato gravi danni in tutta l'area circostante la Maiella, inclusi molti centri

abitati a ridosso del versante montano come Lama dei Peligni, Palena e Lettopalena mentre il terremoto di Orsogna localizzato più ad Est provocò il massimo danneggiamento ad Orsogna (VIII grado) e Lanciano (VII-VIII grado) ed interessò una vasta area, compresa fra le pendici orientali della Maiella (Guardiagrele) e la costa adriatica (Ortona), con risentimenti pari al VII grado. Il terremoto successivo del 1882 determinò anch'esso una vasta area di VII grado, compresa fra Castel Frentano-Orsogna-Lanciano e Chieti e la costa adriatica. Sebbene si tratti di terremoti relativamente piccoli ( $M < 5.5$ ), le informazioni macrosismiche a disposizione sono numerose, soprattutto per l'evento del 1881 e di conseguenza l'area epicentrale è piuttosto ben vincolata.



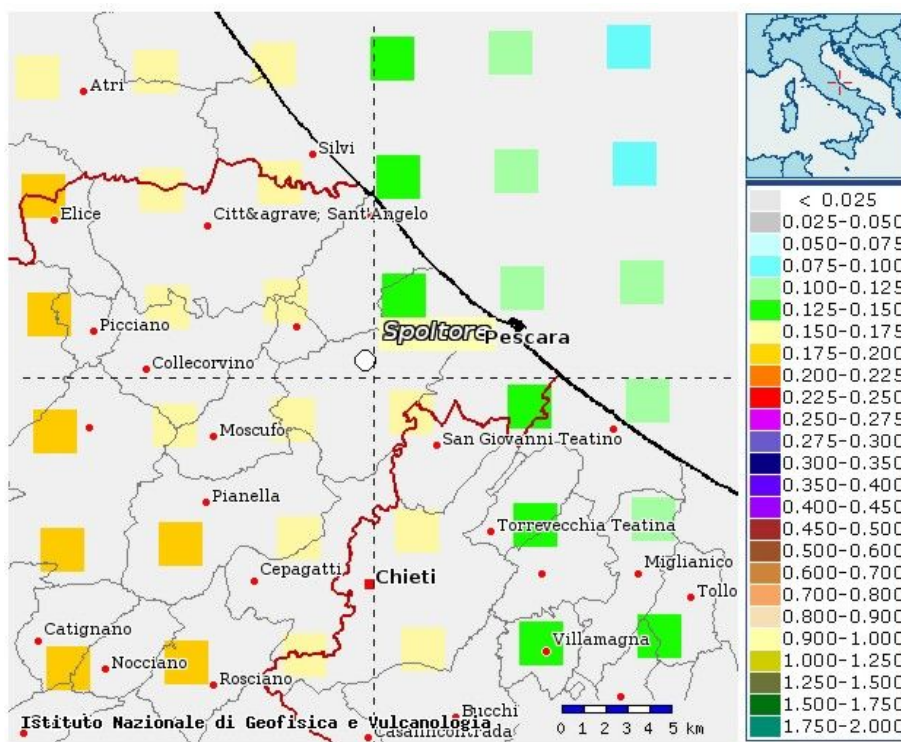
Con l'OPCM 3274/2003, che definisce i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative Tecniche per le costruzioni in zona sismica", la classificazione sismica dei comuni italiani venne aggiornata con la suddivisione in 4 zone sismiche, caratterizzate da diversi valori di  $a_g$  (accelerazione orizzontale di picco al suolo). La tabella riporta i valori di  $a_g$  espressi come frazione dell'accelerazione di gravità adottate su ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale.

I valori convenzionali di  $a_g$  assegnati alle 4 zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido, per il quale il moto sismico del bedrock non subisce variazioni sostanziali. In presenza di altre tipologie di suolo il moto sismico in superficie risulta modificato rispetto al moto sismico del bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico, delle caratteristiche

geomeccaniche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

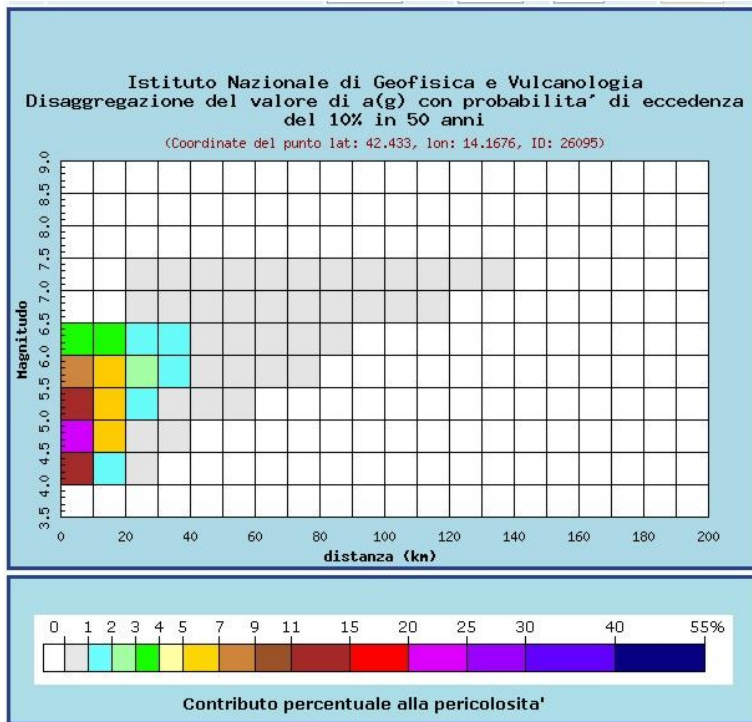
ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g)
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Gli studi di pericolosità sismica condotti successivamente dall'INGV hanno portato all'elaborazione di una nuova mappa di pericolosità del territorio italiano, pubblicata nell'OPCM 3519 del 2006, espressa in termini di accelerazione orizzontale di picco del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi. Sulla base dei risultati di questo studio, il Comune di Spoltore ricade nella cella contraddistinta da valori di ag/g compresi tra 0.15 e 0.175



Nella seguente figura sono riportati i contributi percentuali alla pericolosità delle diverse coppie magnitudo-distanza (M-d) per un tempo di ritorno di 50 anni.





Le NTC 2008 hanno modificato la modalità di valutazione della pericolosità sismica di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. La pericolosità sismica è

intesa come accelerazione massima orizzontale  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo A; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, come definite nelle NTC nel periodo di riferimento VR. In alternativa è consentito l'uso di accelerogrammi, purchè congruenti con la pericolosità sismica del sito. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008). Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

La pericolosità sismica di base, ovvero il moto sismico associato al sito rigido, è anche l'elemento di partenza per la valutazione di effetti locali.

Gli effetti di sito sono intesi come l'insieme delle modificazioni che il moto sismico di riferimento subisce in termini di ampiezza, durata e contenuto in frequenza, in conseguenza della propagazione all'interno degli strati più superficiali del sottosuolo e per effetto delle morfologie (sepolte o superficiali) e delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

## **CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO DELL'AREA E PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

### **GEOLOGIA DI SUPERFICIE E GEOMORFOLOGIA:**

Le 3 aree in oggetto sono ubicate in frazione Villa Raspa di Spoltore, in un'area posta alla sinistra idrografica del Fiume Pescara, ad una quota topografica media compresa tra 13 m s.l.m. e 20 m s.l.m. e ad una distanza dall'asse fluviale di circa 300 metri.

Sotto il profilo geologico in questo settore si riconoscono per lo meno tre ordini di terrazzo alluvionale del Pescara, i più antichi dei quali posti a quote relativamente più elevate rispetto al corso fluviale e conservati lungo i versanti collinari della sinistra idrografica.

I terrazzi del terzo ordine sono presenti indifferentemente sulle due sponde, ma sono nettamente prevalenti sulla sponda destra.

Questa anomala distribuzione spaziale dei depositi terrazzati alluvionali ha una spiegazione geologica nella progressiva migrazione dell'asse fluviale verso Sud, con approfondimento per erosione dell'alveo sul lato meridionale. La progressiva migrazione ha portato alla completa demolizione dei terrazzi di ordine superiore sulla riva destra con esposizione dei terreni del substrato geologico.

In genere il ciclo sedimentario alluvionale è marcato alla base da un orizzonte costituito da una associazione di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa. Queste poggiano direttamente sul substrato "argilloso-siltoso", di colore grigio-azzurro di età Calabriana. Verso il bordo esterno della valle il letto ghiaioso dell'ultima regressione flandriana è praticamente assente o poco marcato.

La dinamica dei depositi fluviali è così complessa che risulta impossibile determinare un trend stratigrafico in aree anche molto ristrette poiché la stratificazione, di tipo lenticolare, produce variazioni sia verticali che orizzontali in spazi brevi. E' però possibile, in chiave strettamente applicativa ragionare per grandi famiglie di terreni ed in questo ambito trovare una giusta mediazione.

Nell'area d'interesse affiorano diffusamente depositi alluvionali terrazzati di III ordine del Pescara, posti a quote comprese tra i 30 m s.l.m. e i 15 m s.l.m. Si tratta di depositi a granulometria prevalentemente sabbiosa e limosa, con frequenti orizzonti a geometria lenticolare di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa spesso grossolana. I corpi ghiaiosi si presentano generalmente con bassa maturità tessiturale. I ciottoli prevalentemente carbonatici sono quasi sempre ben arrotondati ed eterometrici, talora embriciati. La nuova cartografia geologica (progetto CARG, Foglio n. 351-Pescara, scala 1:50.000) identifica tali depositi come appartenenti al Sintema di Valle Majelama – sub sintema di Vallemare, AVM3b.

Procedendo verso l'asta fluviale i depositi dei terrazzi superiori si raccordano con quelli del terrazzo di IV ordine (sub sintema di Chieti Scalo, AVM4b). Tra il terrazzo superiore e quello inferiore si sviluppa una scarpata fluviale con altezza media di circa 5-7 metri. Il ciglio della scarpata risulta solo in parte conservato a causa della forte antropizzazione dell'area.

I depositi alluvionali del terrazzo basso presentano spesso una granulometria sabbiosa e limosa con frequenti orizzonti costituiti da argille organiche plastiche e poco consistenti.

Le 3 aree sono poste in corrispondenza del limite geologico tra depositi alluvionali del III ordine, ubicati alla sinistra idrografica del Fiume Pescara, del Pleistocene superiore, e depositi alluvionali sempre di ambiente continentale, depositati da un impluvio posto alla sinistra idrografica del Fiume Pescara, olocenici.

Il vecchio drenaggio ha realizzato sul territorio una depressione morfologica debolmente degradante verso SE fino raccordo morfologico con la scarpata di erosione fluviale del Fiume Pescara, posta sul ciglio del tracciato stradale di via del circuito.

Attualmente del vecchio corso d'acqua superficiale non si ha più traccia, inoltre la morfologia della sua piccola pianura alluvionale risulta in parte modificata dalla parziale antropizzazione dell'area.

La zona, comunque depressa rispetto ai settori circostanti, funge da zona di drenaggio preferenziale per le acque di circolazione meteorica, inoltre, la scarsa pendenza verso sud-est favorisce fenomeni di ristagno superficiale delle acque di precipitazione.

Nei settori centrali della depressione morfologica l'assetto stratigrafico è rappresentato da depositi di natura antropica posti al tetto di orizzonti limoso-argillosi plastici depositati dalle acque del vecchio impluvio, a loro volta in discordanza angolare sui sottostanti depositi terrazzati del Fiume Pescara di natura prevalentemente sabbioso-limosa e ghiaiosa del terrazzo di III ordine. Con ogni probabilità le acque dell'impluvio hanno prima eroso in parte, le alluvioni del Pescara di III preparando in tal modo la depressione morfologica, mentre in una seconda fase di deposito, la depressione è stata parzialmente colmata, fino all'attuale configurazione morfologica.

Verso i bordi esterni dell'area depressa i depositi continentali del vecchio impluvio poggiano in discordanza angolare sulle unità terrazzate del Fiume Pescara, di III ordine, aventi caratteristiche geologico-stratigrafiche differenti.

Il substrato geologico locale è rappresentato dalla Formazione delle Argille grigio-azzurre, (membro argilloso della Formazione di Mutignano (FMTa).

Si tratta prevalentemente di argille e argille limose con sottili livelli sabbiosi, di alta consistenza.

Il rilevamento di campagna a scala di sito non ha evidenziato indizi legati ad instabilità gravitativa di versante, sia superficiale che profonda che, come detto, non hanno modo di verificarsi per effetto della totale assenza di energia di rilievo.

In sintesi, sia in merito agli aspetti concernenti le forme ed i processi morfologici sia in merito a quelli concernenti lo stato di attività dei fenomeni individuati dal PAI "Fenomeni gravitativi e Processi erosivi" della Regione Abruzzo, si confermano in toto le determinazioni assunte dal Progetto di Piano Stralcio di Bacino che annovera l'area come rientrante in zona a Pericolosità non classificata ovvero tra quelle in cui non si sono rilevati processi gravitativi.

Di seguito è proposta un'immagine fuori della carta geologica realizzata nell'area in esame con l'indicazione della direzione preferenziale dello scorrimento delle acque di precipitazione meteorica e coincidente con l'asse di drenaggio dell'impluvio citato.

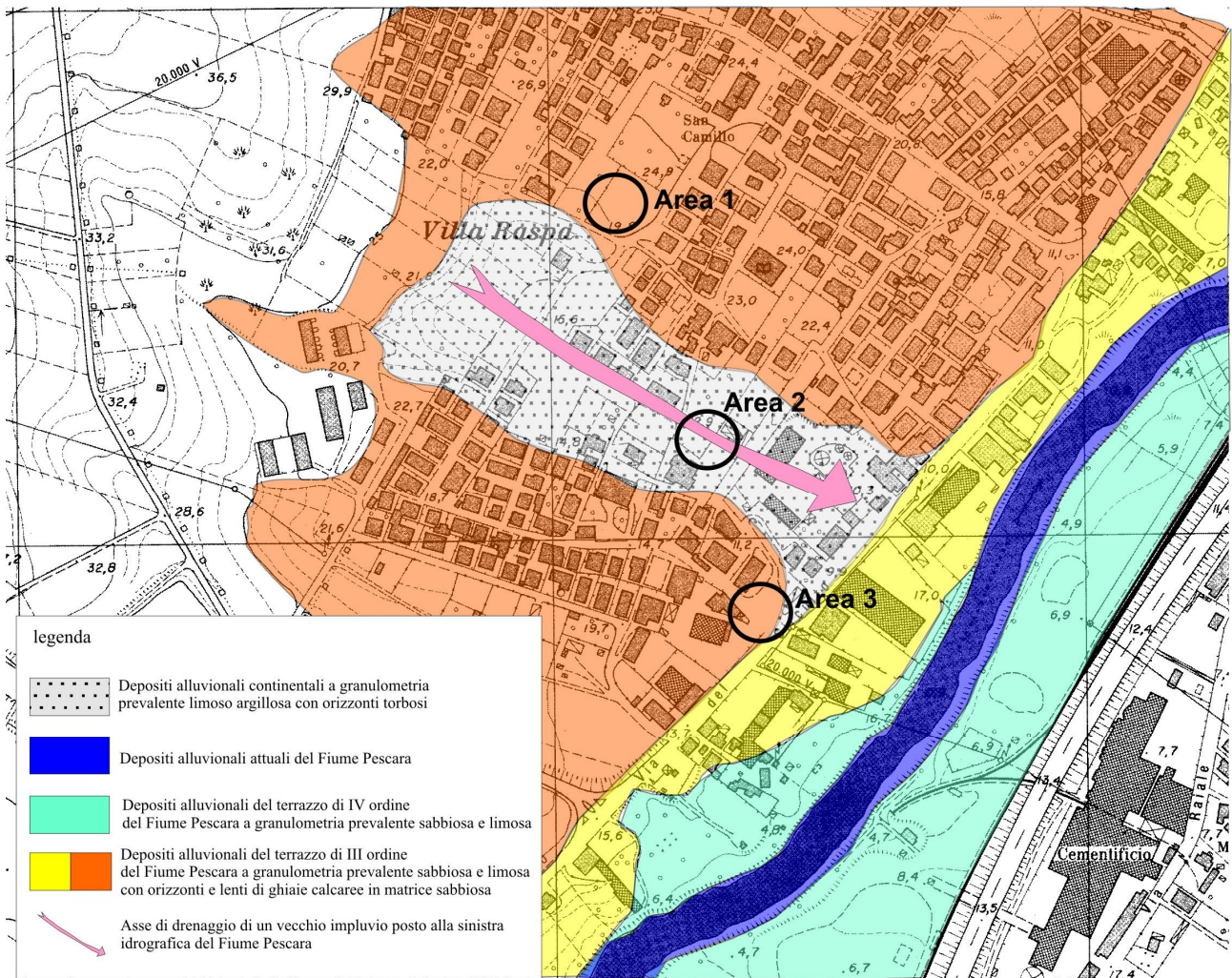


Foto area 1



Foto area 2



Foto area 3

## DROGEOLOGIA:

Il livello base delle acque superficiali è rappresentato dalla quota del fiume Pescara.

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi fini recenti del fosso citato presentano valori del grado di saturazione elevati e sono tipicamente sottoconsolidati. Essi cioè non hanno raggiunto ancora oggi un equilibrio tensionale adeguato alla tensione litostatica propria dei sedimenti.

Inoltre la presenza di una forte componente di materia organica carboniosa favorisce il fenomeno di sottoconsolidazione dato che le particelle e i livelli organici hanno la tendenza ad assorbire acqua aumentando di volume.

Gli orizzonti grossolani del terrazzo di III ordine, viceversa rappresentano delle sacche di infiltrazione che drenano i depositi fini circostanti e possono rappresentare delle vie di circolazione acquisendo i caratteri tipici delle falde freatiche sospese.

Le lenti di ghiaia e sabbie hanno caratteristiche di permeabilità elevate e pertanto contengono una falda acquifera sostenuta dalle argille di base praticamente impermeabili; occasionalmente dove l'unità limosa sovrastante risulta più omogenea e presenta uno spessore più elevato, la falda può risultare in pressione.

Nel sito in oggetto i depositi alluvionali sabbiosi e limosi con orizzonti ghiaiosi del terrazzo di III ordine posti al tetto della successione stratigrafica contengono un acquifero monostrato di tipo freatico il cui limite superiore è di tipo idrodinamico, con una fluttuazione della falda limitata.

## CARATTERI STRATIGRAFICI:

Nella carta delle indagini proposta in allegato è possibile visionare l'ubicazione e il tipo di indagini utilizzate dal sottoscritto per questo studio, (sono state utilizzate indagini relative a campagne di indagini geognostiche e geotecniche realizzate dallo scrivente nell'ambito di studi geologici eseguite in aree limitrofe a quella in oggetto e descritte successivamente).

In particolare la prova penetrometrica DPSH2 ha permesso di individuare nella zona morfologicamente più depressa dell'area in oggetto la seguente successione stratigrafica:

Orizzonte 1: si tratta di terre di riporto eterogenee con spessore di circa 50-70 cm posti al tetto di depositi alluvionali, depositati dalle acque di scorrimento superficiale di un vecchio Fosso con asse di drenaggio orientato in direzione prevalente NW-SE. Presentano uno spessore medio di circa 3.40 metri. Tali depositi hanno granulometria limosa e argillosa e sono caratterizzati da una bassa consistenza ed alta plasticità.

Orizzonte 2: è rappresentato da un materasso di terreni prevalentemente coesivi a granulometria limo-argillosa e subordinatamente sabbiosa, depositati dal Fiume Pescara (terrazzo di III ordine) dotati di una consistenza medio-bassa e posti fino ad una profondità di 7.20 metri dal p.c.

Orizzonte 3: si tratta di un livello di terreni granulari posto a quote comprese tra 7.20 e 8.20 metri di profondità ed rappresentato da sabbie e sabbie limose mediamente addensate.

Orizzonte 4: rappresenta il substrato geologico locale costituito da argille e argille limose di medio-alta consistenza.

Nel corso della prova non è stata riscontrata la presenza di una superficie piezometrica, tuttavia da circa 2.50 m di profondità i litotipi si presentavano molto umidi.

La prova penetrometrica DPSH 2 ha messo in luce la seguente stratigrafia:



Orizzonte 1: si tratta di terreni di riporto eterogenei con spessore di circa 1.40m derivanti da operazioni di scavo e riporto realizzate in aree limitrofe. I termini di riporto sono costituiti da terreni eterogenei da sabbiosi a limo argillosi con inclusioni di materiale di varia natura quali resti di laterizi ecc..

Orizzonte 2: è rappresentato da un materasso di limi sabbiosi e argillosi di medio-bassa consistenza, appartenenti al terrazzo alluvionale di III ordine del Fiume Pescara. Sono posti fino ad una profondità dal p.c. di circa 3-40 m.

Orizzonte 3: si tratta di limi argillosi debolmente sabbiosi di media consistenza posti al tetto del substrato geologico argilloso. Sono stati riconosciuti fino ad una profondità di 7.00 metri dal p.c.

Orizzonte 4: rappresenta la coltre di alterazione del sottostante substrato geologico argilloso ed è costituito da terreni di natura coesiva limo argillosi di media consistenza.

Il sondaggio geognostico S1 ha permesso di identificare la seguente condizione stratigrafica:

Committente: Edilgiada s.a.s.		Geologo: Petrini Fabrizio		Perforazione: Rotazione		<b>SI</b>				
Opera: edifici civile abitazione		Operatore: Di Biase Lorenzo		Rivestimento: 127 mm		Scala: 1:100				
Località: Villa Raspa di Spoltore (PE)		Unità: Nenzi 1000-Gelma 2		Coordinate:		Data inizio: 20/03/05				
Campionatore: Sh		Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S		Quota s.l.m.:		Data fine: 20/03/05				
Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq) 1 2 3 4 ↓	Tubo per DH	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO <b>SI</b> (da 0 a 13m)
0.00	0.30		Terreno vegetale							
0.30	2.80		Terreno di riporto costituito da limo argilloso debolmente sabbioso di colore marrone con abbondanti concrezioni calcaree biancastre e patine di ossidazione ocracee					3.00	3 12 19	
3.10	3.40		Sabbia a granulometria medio-fine di colore giallastro alternata a livelli centimetrici e decimetrici sabbioso-limosi di colore nocciola, mediamente addensati. Da mt. 5.00 a mt. 6.00 il litotipo assume una colorazione grigiastro con sporadici livelli ossidati di colore ocraceo							
6.50	1.50		Sabbia medio-grossolana di colore grigiastro addensata							
8.00	5.00		Ghiata in abbondante matrice sabbiosa grossolana di colore giallastro. Ciottoli calcarei eterometrici (da millimetrici a centimetrici) ben arrotondati					10.3	8 18 22	
13.0										
										
Foto postazione										

I rapporti stratigrafici verticali ed orizzontali tra depositi continentali del fosso, alluvioni terrazzate del Fiume Pescara e substrato geologico sono visibili nella sezione geologica posta all'interno dell'elaborato Carta Geologico-Tecnica posto in allegato.



## DISLOCAZIONI TETTONICHE

Nella'area rilevata non sono state riscontrate faglie attive e capaci.

## DATI GEOFISICI: METODOLOGIA DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Nell'area in esame si fa riferimento a una indagine sismica di registrazione di microtremore al fine di individuare la frequenza fondamentale di risonanza del terreno ai siti d'indagine; in allegato Carta delle Indagini è riportata l'ubicazione del punto di registrazione.

Descrizione della metodologia:

Il tipo di stratigrafia che le indagini tomografiche possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto, ossia il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

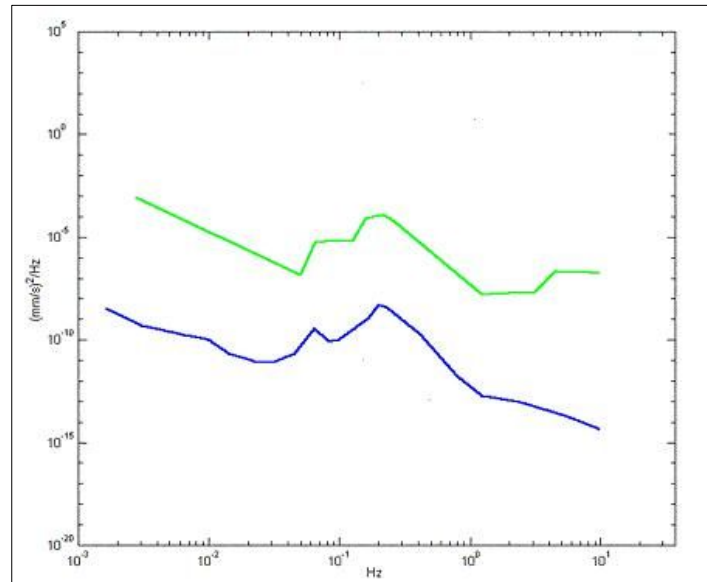
E' noto che il rischio sismico in un dato sito dipende, fra gli altri fattori, dalla vulnerabilità, intesa come mancanza di resistenza delle strutture alle sollecitazioni sismiche. La vulnerabilità può dipendere, in linea generale, dalla struttura stessa, inadeguata nei confronti del segnale sismico atteso, o da fenomeni legati alle condizioni geologiche e geomorfologiche locali (instabilità dei suoli).

Le misure dei microtremori consentono di ottenere un dato fondamentale del punto di misura e cioè la frequenza propria di risonanza della coltre sedimentaria. Il suolo è assimilabile ad un corpo visco-elastico ed è pertanto possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione. Per misurare le frequenze proprie di un corpo, i fisici, applicano al corpo stesso una sollecitazione nota, e ne misurano la risposta in termini di spostamento o accelerazione. Anche la risposta di un terreno può essere valutata in questa maniera utilizzando le onde sismiche generate da un terremoto o da una sorgente artificiale.

Nella metodologia la funzione di eccitazione è il rumore sismico di fondo, sorgente ovunque disponibile, gratuita e non invasiva. Il rumore sismico, noto anche come microtremore vista la lieve entità delle oscillazioni che lo compongono, è generato da fenomeni naturali (onde oceaniche, vento) ed antropici ed è presente ovunque sulla superficie terrestre. Nelle zone in cui non sia presente alcuna sorgente locale, in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso pianeggiante, assume la forma riportata nella seguente figura 1 in cui il rumore di fondo massimo (in verde) e minimo (in blu) presentano 2 picchi a 0,14 e 0,07 Hz prodotti dalle onde oceaniche sulle coste. Queste componenti spettrali vengono attenuate poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri e costituiscono la base del rumore di fondo. A queste onde, sempre presenti, si sovrappongono le onde derivanti da sorgenti locali di natura antropica (traffico, attività produttive, ecc.) e naturale. Diversi metodi sono stati proposti, nel tempo, per estrarre informazioni relative al sottosuolo, dal rumore sismico registrato in un dato sito. La tecnica che è

risultata più attendibile prevede l'utilizzo dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e verticale

(HVSR o H/V, Horizontal to Vertical Spectral Ratio di Nogoshi e Iragashi, 1970) in grado di fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.



Spettro del rumore sismico (in termini di velocità, componente verticale del moto) minimo e massimo secondo i modelli standard del servizio geologico USA (USGS) (J. Peterson, Observations and modelling of background seismic noise, Open-file report 93-322, USGS, 1993).

Le basi teoriche del metodo H/V sono abbastanza semplici nel caso di un mezzo costituito da uno strato poggiante direttamente sul bedrock. Consideriamo ad esempio due strati, rispettivamente suolo (1) e bedrock (2), caratterizzati da diverse densità ( $\delta_1$  e  $\delta_2$ ) e velocità delle onde ( $V_1$  e  $V_2$ ). Un'onda che viaggia nel suolo (mezzo 1) all'interfaccia con il bedrock, viene in parte riflessa e va ad interferire con quelle incidenti, sommandosi, fino a raggiungere le ampiezze massime (condizione di risonanza). La condizione di risonanza si raggiunge quando l'onda incidente è quattro volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $H$  dello strato 1. La frequenza fondamentale dello strato 1, relativamente alle onde  $S$ , è quindi pari a:

$$f_r = V_{s1}/(4H)$$

In presenza di più strati questo fenomeno è sommabile, ciò significa che la curva H/V relativa ad un terreno stratificato contiene informazioni sulle frequenze di risonanza di tutti gli strati presenti ma l'analisi è molto più complessa. I microtremori sono in larga parte legati alle onde superficiali che tuttavia hanno velocità prossima a quella delle onde di taglio ( $S$ ) considerata dalla normativa. L'inversione dei dati registrati col Tromino richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in

momenti con differente rumore di fondo. La situazione di un suolo reale è spesso complicata per vari motivi: la velocità delle onde tende ad aumentare con la profondità, il terreno può presentare eterogeneità laterali, la morfologia può non essere piana così come non possono essere piani gli strati. L'inversione delle misure di tremore, nei casi reali, viene eseguita per confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con spettri sintetici, calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione dei dati sarà tanto migliore, ed il modello sarà tanto più aderente alla realtà, quanto maggiore sarà la corrispondenza fra i dati misurati e quelli sintetici teorici.

#### Strumentazione impiegata:

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino, MICROMED spa, 10x7x14 cm per 1 Kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1,5 V e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.



Caratterizzazione sismica del sottosuolo sperimentale:

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero è stata ricavata la curva H/V secondo la procedura descritta in SESAME (2005) con i seguenti parametri:

larghezza finestre d'analisi 20 s;

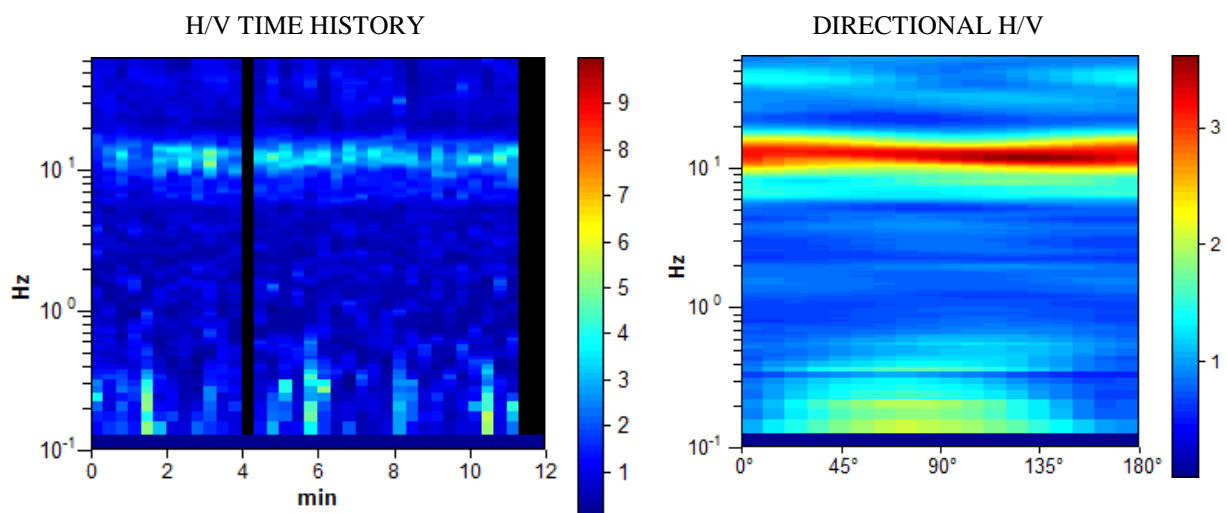
lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;

rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali. L'inversione delle curve è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo. Nel caso in esame tale vincolo è fornito dalla profondità di un riflettore sismico nota tramite prove dirette (penetrometriche e sondaggi) il cui marker sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia,2008).

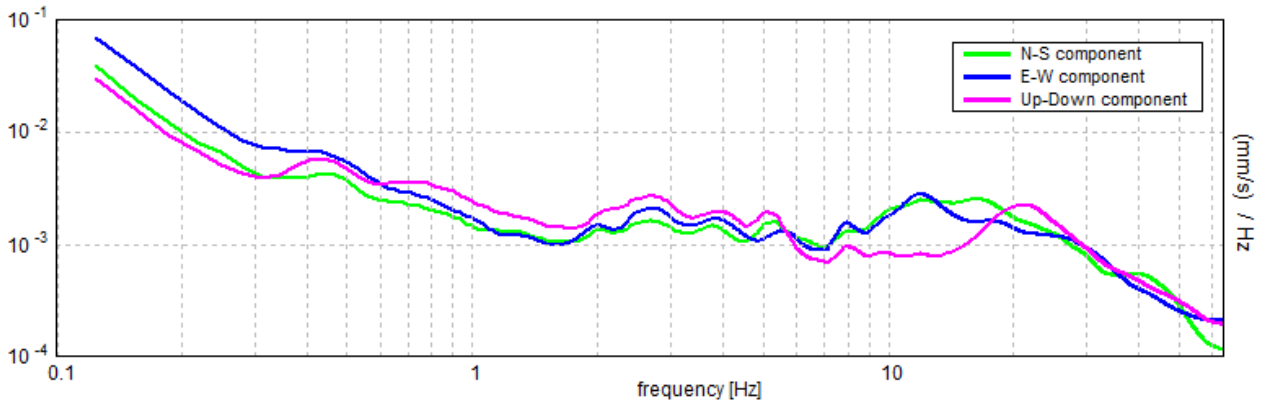
## INTERPRETAZIONE DELLA MISURA ESEGUITA SU SUOLO

L'interpretazione consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità (m) dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

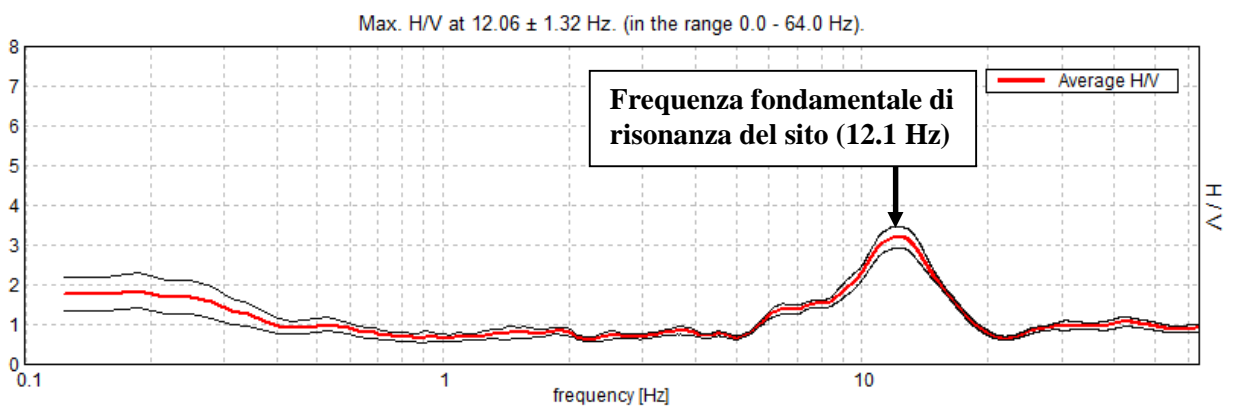


Stabilità temporale della curva H/V durante la misura

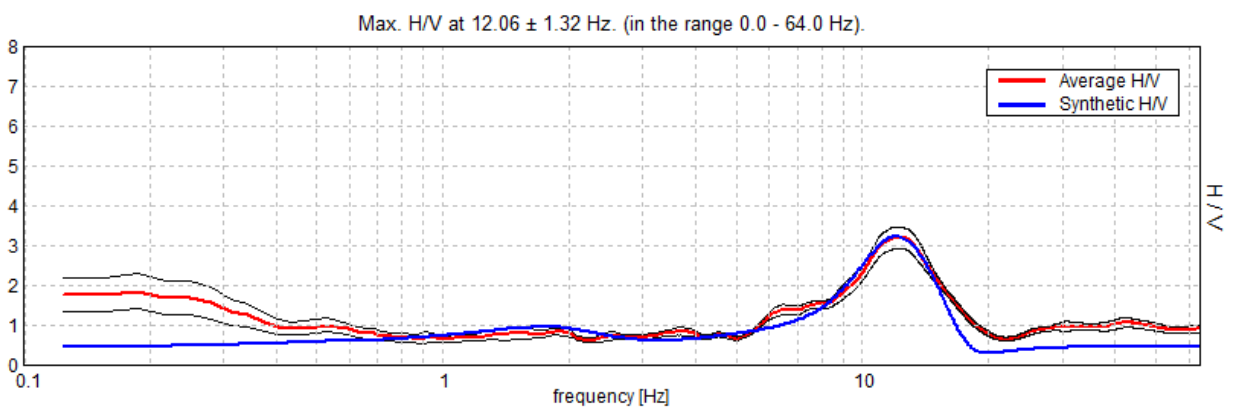
Trama direzionale H/V



**Singole componenti spettrali**



**Rapporto spettrale H/V. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%**



**La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo**

Nella seguente tabella 1, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto SESAME (Linee guida 2005).

Max. H/V at 12.06 ± 1.32 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
<b>Criteria for a reliable HVSR curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	12.06 > 0.50	OK	
$n_b(f_0) > 200$	7961.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz	Exceeded 0 out of 580 times	OK	
<b>Criteria for a clear HVSR peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	8.438 Hz	OK	
Exists $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	16.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.20 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05271  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \delta(f_0)$	$0.63585 < 0.60313$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1304 < 1.58$	OK	

## ELABORATI CARTOGRAFICI

Lo studio condotto, ha permesso la redazione di cartografia tematica di sintesi le cui procedure di realizzazione saranno esplicate.

## CARTA DELLE INDAGINI

Sono state rappresentate le indagini eseguite dal sottoscritto in aree adiacenti quella in oggetto. Le indagini sono state classificate sulla base della tipologia; e stato indicato il grado di incertezza dell'ubicazione. Per livelli di studi successivi sarà necessario eseguire ulteriori indagini.

Complessivamente sono state utilizzate 2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, denominate DPSH1 e DPSH2, spinte rispettivamente ad una profondità di 9.60 m e 9.40 m dall'attuale p.c. Lo strumento utilizzato è il penetrometro TG 63-200 della Pagani.

Le prove sono state eseguite in accordo con le direttive contenute nelle norme ASTM (D.1486), dal sottocomitato ISSMFE (Associazione Geotecnica Internazionale) per prove penetrometriche in Europa, nonché nelle raccomandazioni A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977) (in allegato si riportano i certificati delle DPSH).

La prova DPSH 1 è stata eseguita nell'ambito di un'indagine geologica e geofisica realizzata dallo scrivente per conto dell'Amministrazione Comunale di Spoltore (PE), a supporto di un progetto per la realizzazione di un muro in c.a. presso la zona P.E.E.P. di Villa Raspa, alla via Parigi.

La prova DPSH2 è stata eseguita, sempre dallo scrivente, relativamente al progetto per la realizzazione di un vano ascensore esterno a completamento in variante di un progetto per il rifacimento della copertura di un edificio ubicato sul territorio comunale di Spoltore, alla via Oslo, per conto della ditta "Sig. Di Leonardo Vincenzo".

Il sondaggio geognostico è stato, invece, realizzato nell'ambito di una campagna di indagini geognostiche e geotecniche eseguite a supporto di un progetto per la realizzazione di due edifici

ad uso civile abitazione (Edificio residenziale A e B del Lotto 1 ,Comprensorio C1, del piano di recupero di iniziativa privata), per conto della ditta “EDILGIADA s.a.s.

### CARTA GEOLOGICO – TECNICA

Nell'elaborato sono state riportate le unita litotecniche, suddivise in base alla origine dei litotipi ed alle principali proprieta litotecniche.

Le litologie di substrato sono state raggruppate in base alle caratteristiche sedimentarie e al grado di fratturazione.

I terreni di copertura sono stati suddivisi in base alla natura sedimentaria e alla granulometria, allo stato di addensamento e di plasticità.

Sono stati inoltre, riportati gli elementi geomorfologici e tettonici rilevati.

Le assunzioni sopra indicate, sono cosi riportate nella cartografia allegata.

-Età: Olocene

Unità geologica: All - depositi alluvionali continentali

granulometria: limo argillosa; classificazione litotecnica all-F3V

-Età: Pleistocene sup.

Unità geologica: AT4 – depositi alluvionali terrazzati del terrazzo di IV ordine

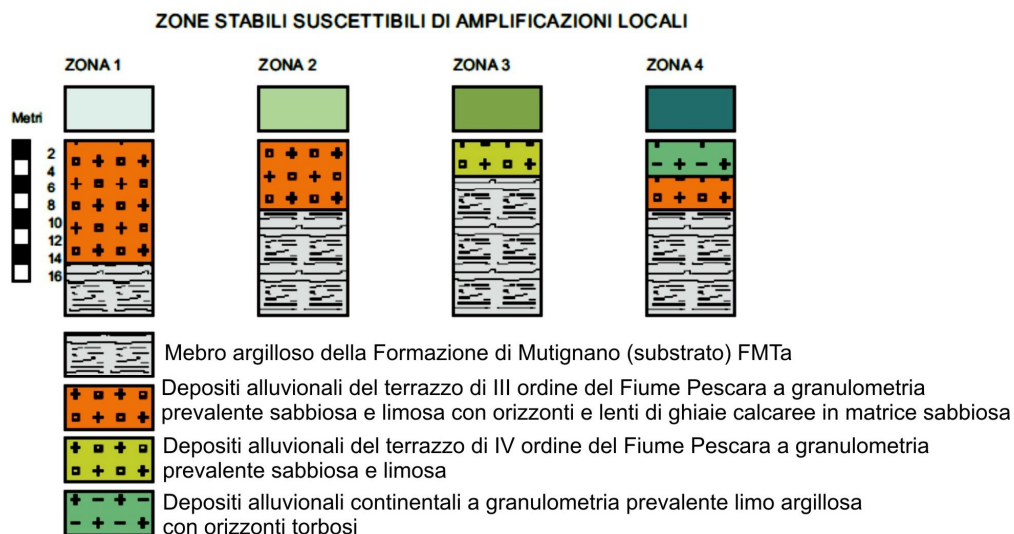
granulometria: sabbioso-limosa; classificazione litotecnica AT4 E6 III

Unità geologica: AT3 – depositi alluvionali terrazzati del terrazzo di III ordine

granulometria: sabbioso-limosa; classificazione litotecnica AT3 E6 III

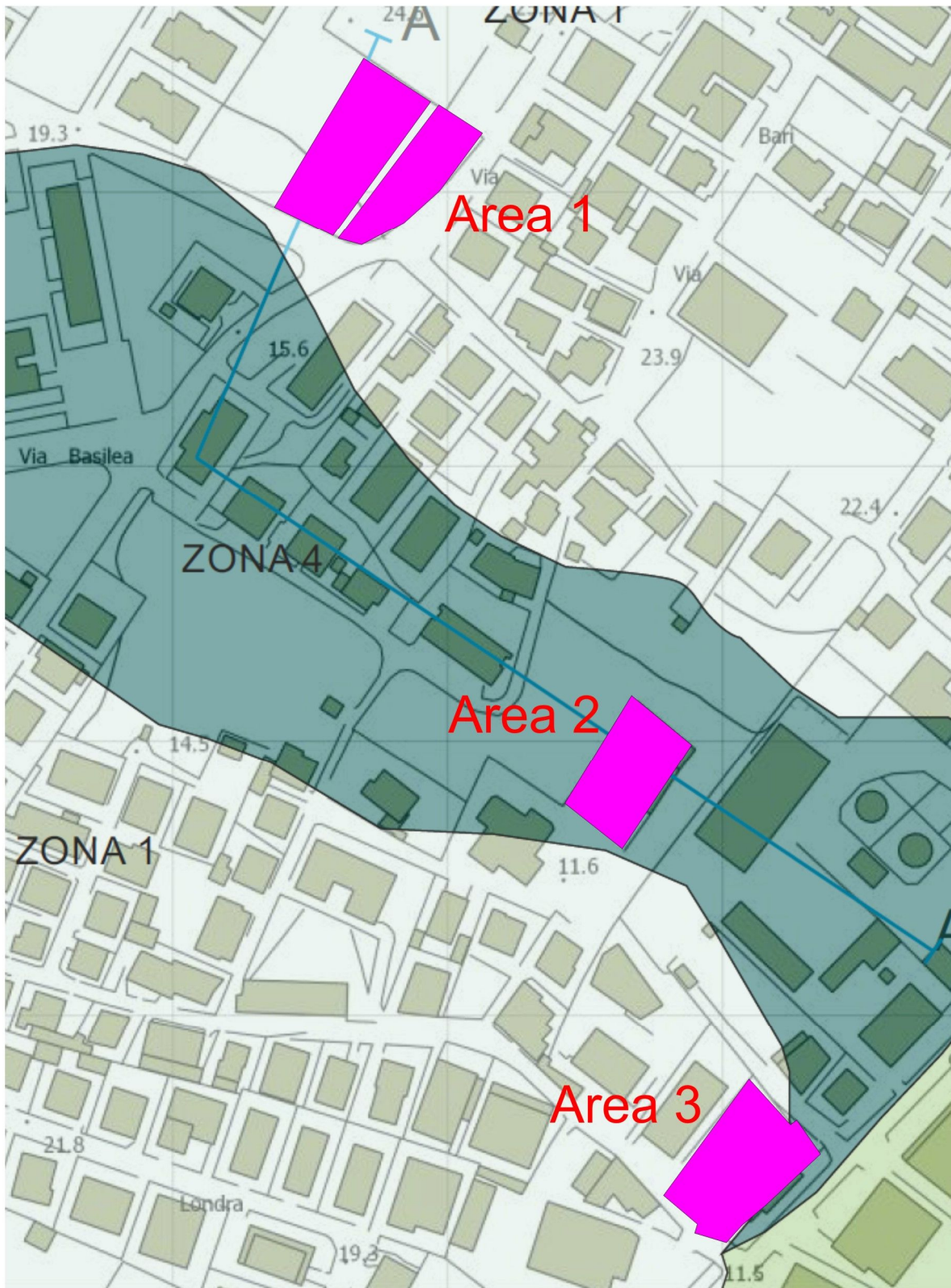
### CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (M.O.P.S.)

Nella allegata Carta delle M.O.P.S., sono state indicate 4 zone stabili suscettibili di amplificazioni locali secondo le seguenti condizioni litostratigrafiche:



le aree 1 e 3 rientrano in zona , mentre, l'area 2 rientra in zona 4  
Non sono state individuate aree instabili e stabili.

Ubicazione schematica delle area su la carta delle MOPS





## CARTA DELLE FRQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE

Nella Carta delle Frequenze fondamentali di vibrazione è stata riportata la frequenza di vibrazione ottenuta mediante l'indagine sismica passiva condotta sito.

La frequenza di risonanza del sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere in termini di risposta sismica locale, in quanto dovranno essere adottate adeguate precauzioni in sede di progettazione onde evitare che le opere da realizzare abbiano la medesima frequenza di vibrazione del terreno e quindi evitare l'effetto di doppia risonanza.

Dall'analisi della curva spettrale acquisita su suolo libero mediante il rilievo dei microtremori si pone in evidenza che il sottosuolo nel sito esibisce una amplificazione, nel range di frequenze di interesse ingegneristico pari a 12.1 Hz

## BIBLIOGRAFIA

BONCIO P., TINARI D. P., LAVECCHIA G., VISINI F. E MILANA G., 2009: The instrumental seismicity of the Abruzzo Region in Central Italy (1981-2003): Seismotectonic Implications, *Bollettino della Societa Geologica Italiana*, 128(2), 147-156.

-EMERGEIO WORKING GROUP, 2009: Rilievi geologici nell'area epicentrale della sequenza sismica dell'Aquilano del 6 aprile 2009, *Quaderni di geofisica n. 70*, 136 pp.

-GALADINI F., 2006: Quaternary tectonics and large-scale gravitational deformations with evidence of rock-slide displacements in the Central Apennines (central Italy), *Geomorphology*, 82 (3-4), 201-228.

-LAVECCHIA G., BONCIO P., BROZZETTI F., DE NARDIS R., PACE B. E VISINI F., 2006: Studio della Pericolosità sismica della Regione Abruzzo. Lavoro realizzato nell'ambito della Convenzione fra Regione Abruzzo e Università "G. D'Annunzio" di Chieti dal titolo "Studio della Pericolosità sismica della Regione Abruzzo e ulteriori attività di supporto tecnico-scientifico da realizzare nell'ambito del Coordinamento delle Università abruzzesi per la ricerca applicata alla mitigazione del Rischio sismico". Rapporto interno, GeoSisLab – Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Chieti 2006, 31 pp, 5 tav. f.t.

-SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2010: Foglio 351– Pescara della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, A.T.I.

-Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (di seguito I.C.M.S.), redatti dal Dipartimento della Protezione Civile (in seguito D.P.C.) ed approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome;

-Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana, redatto dal D.P.C. e dalla Regione Abruzzo a seguito dell'evento sismico del 2009;

-Specifiche tecniche per la redazione degli elaborati cartografici ed informatici relativi al Primo livello delle attività di Microzonazione sismica – Standard di rappresentazione cartografica e archiviazione informatica, redatte dalla Regione Abruzzo al fine di uniformare gli I.C.M.S. alle caratteristiche regionali



# COMUNE DI SPOLTORE

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA PER PIANI ATTUATIVI CONFORMI AL P.R.G  
(Piano Di Recupero Urbano)

## CARTA GEOLOGICO TECNICA

Scala 1:2500

### LEGENDA

#### UNITA' GEOLOGICHE

Unità geologiche continentali

**(All)** : Depositi alluvionali posti al tetto di depositi continentali alluvionali terrazzati a granulometria prevalente limoso argillosa con orizzonti torbosi

**(At4)** : Depositi alluvionali del terrazzo di IV ordine del Fiume Pescara a granulometria prevalente sabbiosa e limosa

**(At3)** : Depositi alluvionali del terrazzo di III ordine del Fiume Pescara a granulometria prevalente sabbiosa e limosa con orizzonti e lenti di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa

#### UNITA' LITOTECNICHE

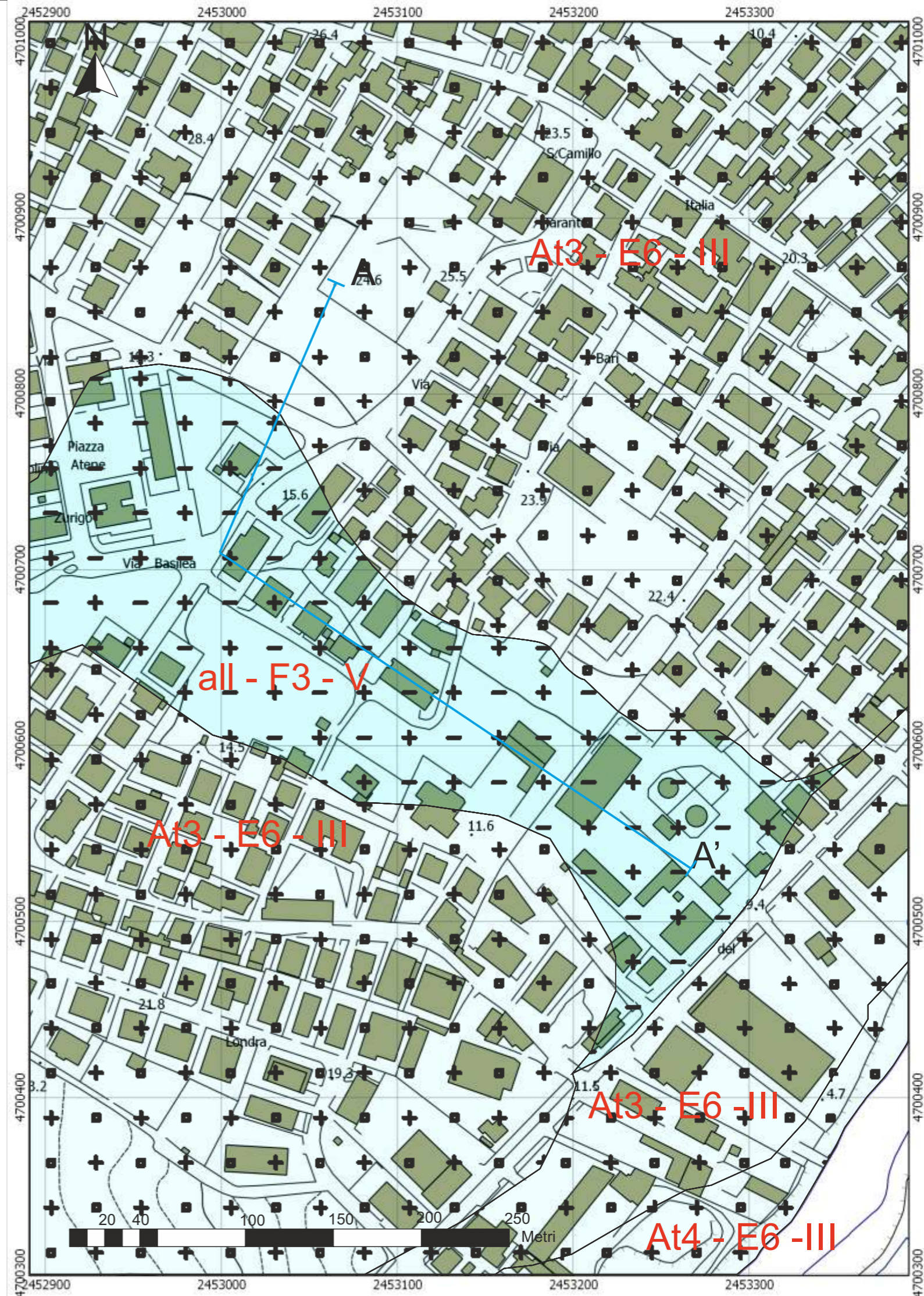
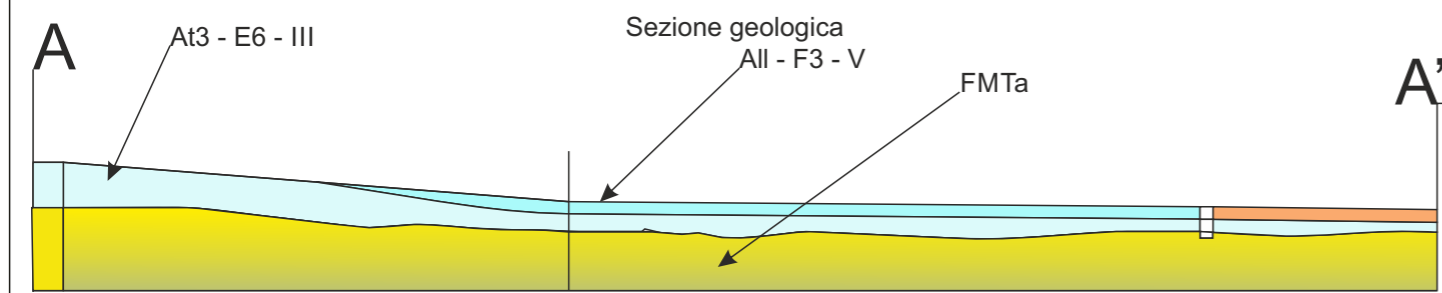
+ o + o E6 - Sabbie limose  
o + o +

+ - + - F3 - Limo argilloso  
- + - +

Stato addensamento  
III = Poco addensato (può essere scavato con la pala)

Stato consistenza  
V = Coesivo poco consistente ( può essere facilmente modellato co le dita)

A A' Traccia sezione





# COMUNE DI SPOLTORE



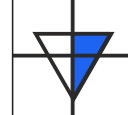
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA PER PIANI ATTUATIVI CONFORMI AL P.R.G  
(Piano Di Recupero Urbano)

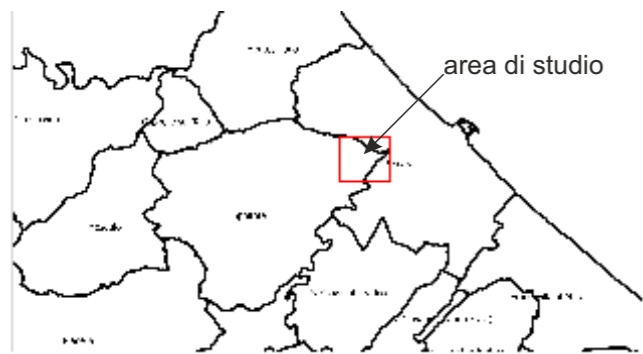
## CARTA DELLE INDAGINI

Scala 1:2500

### LEGENDA

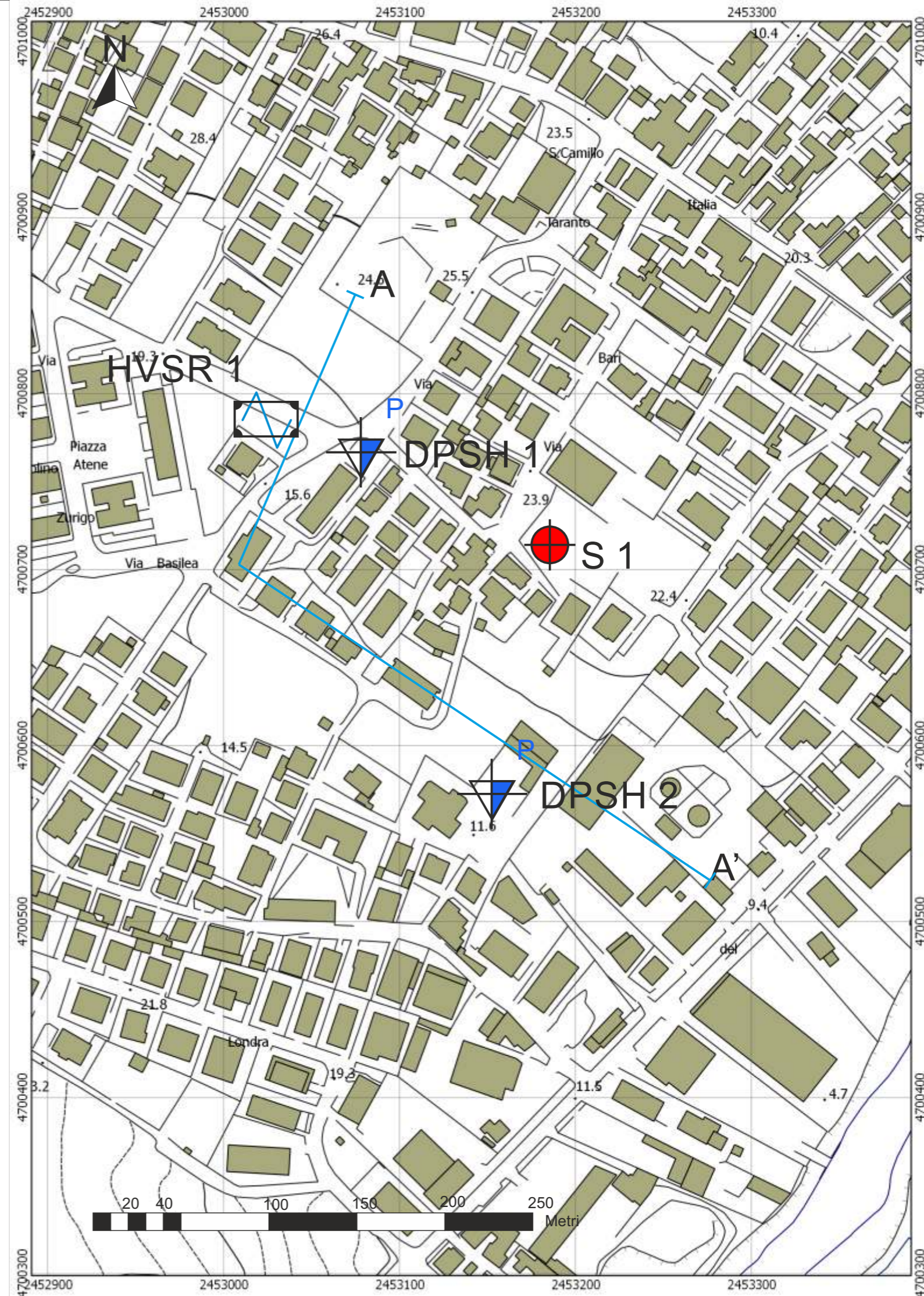
#### INDAGINI PUNTUALI

-  Sondaggio a rotazione continuo
-  Misura di microtremori a stazione singola
-  Prova penetrometrica dinamica superpesante



area di studio

Traccia sezione  
A  
A'





# COMUNE DI SPOLTORE

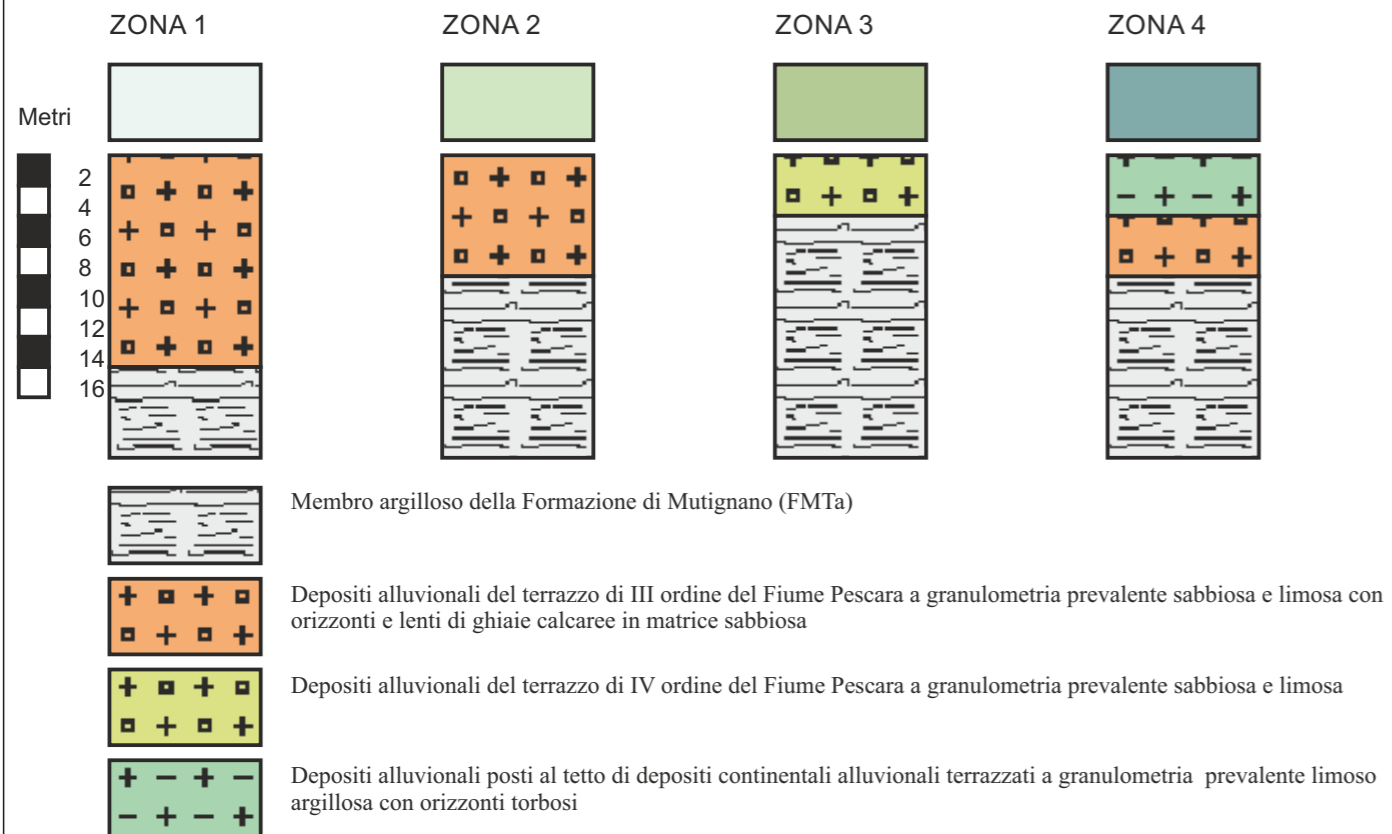
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA PER PIANI ATTUATIVI CONFORMI AL P.R.G  
(Piano Di Recupero Urbano)

## CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Scala 1:2500

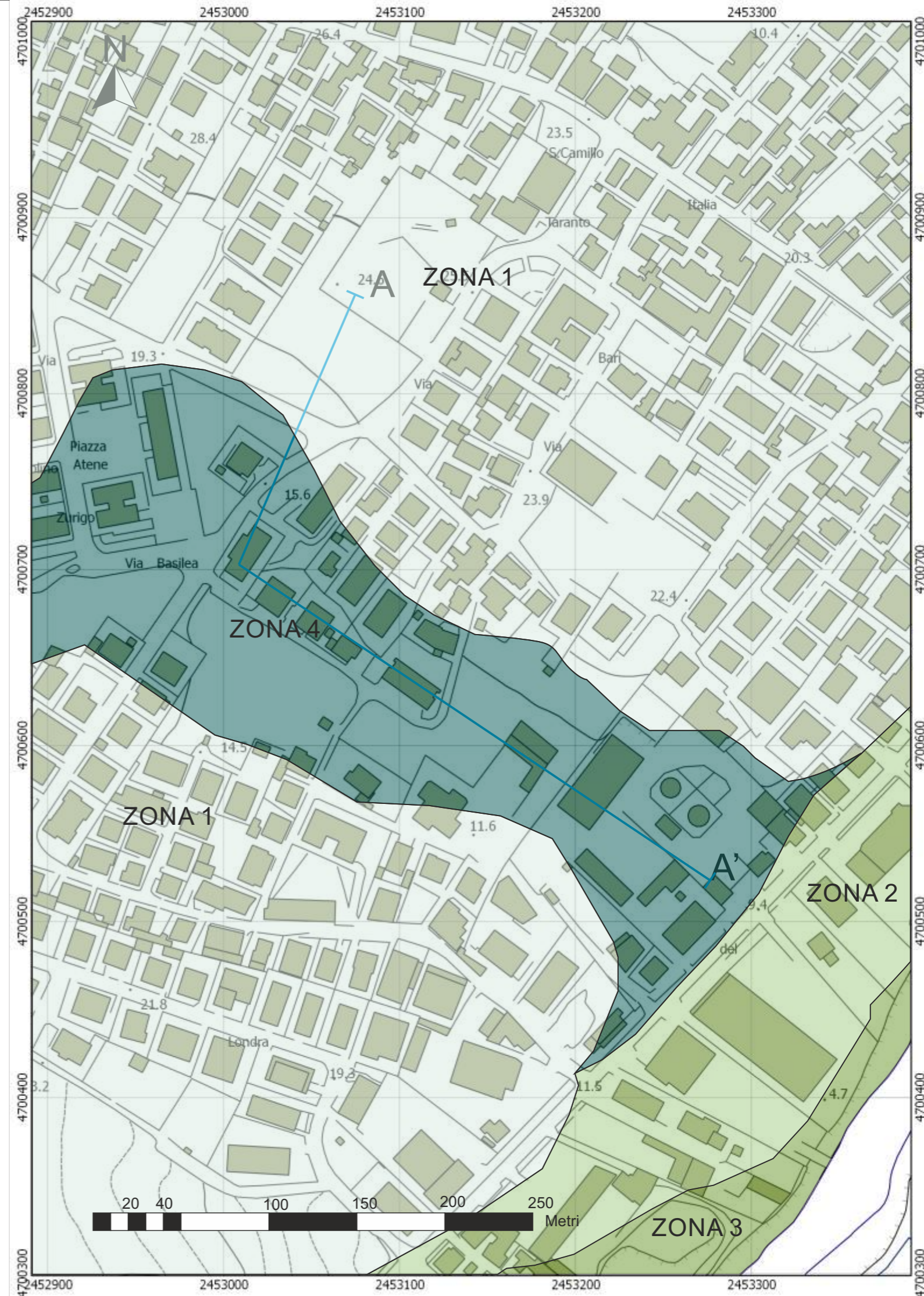
### LEGENDA

#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



area di studio

Traccia sezione A-A'





# COMUNE DI SPOLTORE

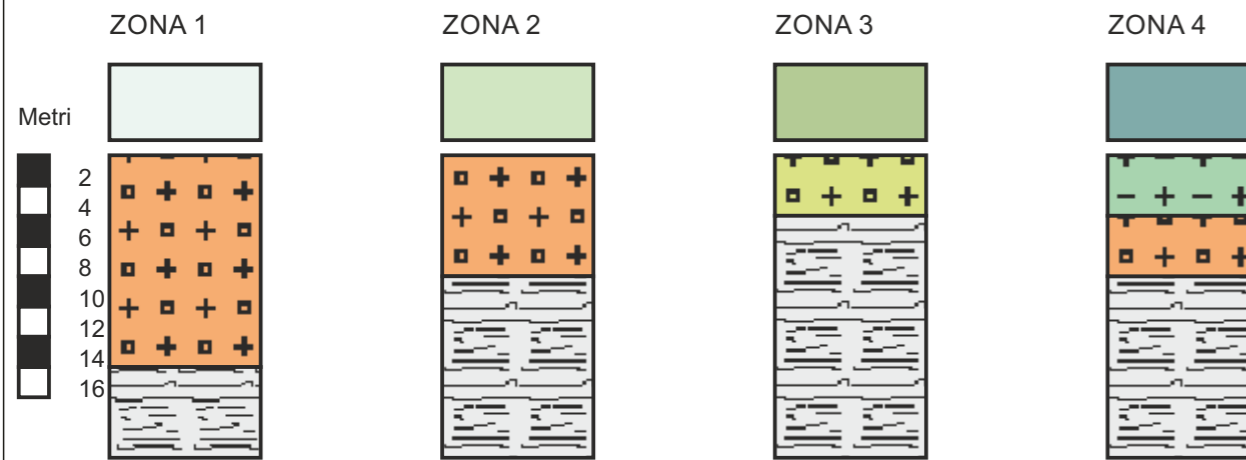
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA PER PIANI ATTUATIVI CONFORMI AL P.R.G  
(Piano Di Recupero Urbano)

CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE

Scala 1:2500

## LEGENDA

### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



- Membro argilloso della Formazione di Mutignano (FMTa)
- Depositi alluvionali del terrazzo di III ordine del Fiume Pescara a granulometria prevalente sabbiosa e limosa con orizzonti e lenti di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa
- Depositi alluvionali del terrazzo di IV ordine del Fiume Pescara a granulometria prevalente sabbiosa e limosa
- Depositi alluvionali posti al tetto di depositi continentali alluvionali terrazzati a granulometria prevalente limoso argillosa con orizzonti torbosi

A  
A'

Traccia sezione



FREQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE	
F0 (Hz) (scala di colori)	A0 (dimensioni crescenti)
nessuna risonanza	nessuna risonanza
0,1 <= F0 < 0,5	1,1 <= A0 < 2
0,5 <= F0 < 1,0	2,0 <= A0 < 3
1,0 <= F0 < 2,5	3,0 <= A0 < 5
2,5 <= F0 < 5,0	A0 >= 5,0
5,0 <= F0 < 7,5	
7,5 <= F0 < 10,0	
10,0 <= F0 < 15,0	
15,0 <= F0 < 20,0	

