

COMUNE di SCANDICCI

Committenza: Sig. Landini Lando
Via del Molino Nuovo n. 8 – Scandicci (FI)

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI SUPPORTO AL PIANO UNITARIO del COMPARTO TR01b – Area di trasformazione di Via Allende

Riferimenti normativi
(D.P.G.R. n. 53/R del 25.10.2011)

Dott. Geol. Eros Aiello

Dott. Geol. Grandini Gabriele

Maggio 2014
Aggiornamento Maggio 2015
Aggiornamento Aprile 2016
Aggiornamento Ottobre 2016

Premessa

Col presente studio si vogliono indagare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche ed idrauliche di alcuni terreni costituenti il comparto TR 01b – Via Allende, oggetto di “trasformazione” mediante intervento di Piano Unitario con previsione di realizzazione di un modesto intervento di completamento ad uso residenziale, così come codificato nel Regolamento Urbanistico del Comune di Scandicci approvato con Deliberazione n. 58 in data 8 luglio 2013.

Si tratta di un’area pianeggiante posta in sinistra idrografica del Fiume Greve in fregio alla sua arginatura spondale con accesso da Via Allende.

Il sito risulta, allo stato attuale, come un appezzamento incolto in ambito urbano (v. fig. n. 1).



Figura 1. Ripresa aerea dell’area di intervento.

Tale area (visualizzata in fig. 2) è compresa tra via Allende, l'esistente complesso scolastico e l'argine sinistro del Fiume Greve.



Figura 2. Area di intervento (estratto CTR scala 1:10.000).

L'intervento persegue le seguenti finalità:

- definizione dell'assetto delle aree pubbliche in sinistra idrografica del F. Greve nel tratto interessato dall'intervento;
- realizzazione di intervento ad uso residenziale per un massimo edificabile di 750 mq di Sul.

Nel supporto geologico tecnico al vigente P.R.G. (Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico), al comparto in esame, sono state attribuite pericolosità geologica G.1 (bassa) e pericolosità idraulica I.3 (elevata). Per la pericolosità sismica gli elaborati relativi allo S.U. riportano indicazioni fra loro in discrasia con classe S.3 (elevata) in cartografia (Carta della pericolosità sismica – Geo Tecno, luglio 2013) e classe S.2 (media) nella scheda riassuntiva relativa al comparto Tr01b – Via Allende, oggetto della presente trattazione.

Per quanto concerne la fattibilità, dal relativo abaco incluso nella scheda urbanistica relativa al comparto TR 01b, si ricavano per l'area in esame le classi di fattibilità riportate nell'abaco che segue ricavato per "abstract" dalla scheda di fattibilità del comparto in oggetto facente parte degli elaborati del vigente R.U. (v. fig. 3). Lo stesso "abstract" riassume le prescrizioni del caso in materiali rischio sismico ed idraulico.

Vincoli idraulici	Salvaguardia m 10 dal piede d'argine della Greve
-------------------	--

	Pericolosità		
	Geomorfologica G1	Idraulica I3	Sismica S3
INTERVENTI	FATTIBILITA'		
A	FG1	FI4	FS3
B	FG1	FI1	FS1

Prescrizioni	
Fatt. idraulica	FI4: L'attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza derivanti dagli studi idraulici di adeguamento al PAI (Feb.2011), in riferimento ai quali si registra un battente duecentennale locale fino ad un massimo di circa m 1.0. Comunque la quota di sicurezza di edifici, parcheggi, viabilità e volumi di compensazione idraulica relativi al battente per Tr=200 anni dovranno essere precisamente definiti nella fase di P.U. e nel progetto delle urbanizzazioni secondo le modalità della norma generale di fattibilità.
Fatt. sismica	FS3: in fase di P.U. sono necessari approfondimenti per gli aspetti di liquefazione e amplificazione stratigrafica mediante indagini geofisiche e geognostiche.
Fattibilità geologica Fg1, Fatt. idraulica FI1, Fatt. sismica FS1 senza prescrizioni specifiche.	

TIPOLOGIA INTERVENTI

- A Nuova edificazione
- B Parcheggi a raso con S<500 mq e viabilità inferiore a m 200
- C Parcheggi a raso con S maggiore a 500 mq e viabilità superiore a 200 m
- D Verde pubblico attrezzato con manufatti inferiori a mc 150
- D' Verde pubblico attrezzato con manufatti o attrezzature superiori a mc 150 (prescrizioni per i soli manufatti o attrezzature)

Figura 3. – Estratto della scheda di fattibilità del comparto Tr 01b – Via Allende

In particolare, per l'espletamento del programma di lavoro relativo al presente supporto è stata utilizzata, come metodologia di base, quanto espresso dal D.P.G.R. n. 53/R del 25.11.2011 "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche" oltre a tener conto delle salvaguardie di cui all'art. 36 della Disciplina di Piano del P.I.T. della Regione Toscana (Allegato 2 – elaborato 2).

Per quanto concerne i tematismi cartografici previsti dalle disposizioni regionali in materia di supporto geologico al fine della determinazione delle classi di fattibilità degli interventi in previsione si è:

a) fatto riferimento agli elaborati disponibili presso l'Amministrazione Comunale di Scandicci a supporto del vigente S.U. (Geotecnico, luglio 2013) di cui si allegano, alla presente trattazione, stralci planimetrici in scala 1:10.000, relativi ai vari tematismi.

b) provveduto ad approfondire i contenuti di quadro conoscitivo ricavabili dai sopra citati tematismi cartografici mediante realizzazione di apposita campagna di indagini geognostiche consistente in:

- sondaggio meccanico a carotaggio continuo spinto a profondità 15 ml, strumentato con piezometro a tubo aperto,
- esecuzione di n. 3 prove penetrometriche statico – dinamiche,
- esecuzione di prova sismica tipo MASW,
- esecuzione di prova sismica (microtremori) tipo HVRS.

c) provveduto alla valutazione quantitativa del battente idraulico per tempo ritorno 200 anni, per l'area in oggetto, mediante le valutazioni contenute desumibili da:

- studi circa la “Pericolosità idraulica di aree poste in sinistra idrografica del Fiume Arno nei comuni di Scandicci e Lastra a Signa” redatto dal Prof. Stefano Pagliara (aprile 2008);
- studio idrologico ed idraulico a supporto della revisione quinquennale del Regolamento Urbanistico e della variante di aggiornamento del Piano Strutturale del Comune di Scandicci (Physis – Ing. David Settesoldi, maggio 2013);
- indicazioni quantitative fornite dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno sulla cella idraulico di riferimento (APE VM-070).

La carta della fattibilità è stata allestita su estratto di planimetria di progetto urbanistico su riduzione non in scala.

1. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Si tratta di un'area pianeggiante posta in fregio al Fiume Greve, in sinistra idraulica.

Sotto il profilo morfologico l'area si presenta pianeggiante, con quota media pari a 42,90 m.s.l.m. (dato rilevato da cartografia C.T.R. in scala 1:2.000) – 42,85 m.s.l.m.(dato medio sul lotto desumibile da cartografia Lidar), in situazione leggermente depressa rispetto alla stessa Via Allende posta a quota 43,20 m.s.l.m..

Il comparto in oggetto risulta in condizioni di “basso morfologico” rispetto al piede esterno dell'argine del F. Greve.

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

L'area studiata fa parte dell'Appennino toscano che comprende una fascia orientata circa NW-SE, a SW dello spartiacque della catena appenninica; le unità affioranti che presentano complessi rapporti tettonici di sovrascorrimento, sono rappresentate dalla Successione Umbro-Romagnola, dall'Unità Cervarola-Falterona, dall'Unità di Monte Morello, dall'Unità di Canetolo, e dalla Falda Toscana.

L'unità di Monte Morello di provenienza ligure, è sovrapposta tettonicamente a tutte le altre unità precedentemente deformate, costituendo una falda del tutto svincolata dal suo substrato; essa si presenta con i maggiori affioramenti nell'area di Firenze, in particolare lungo la Dorsale della Calvana.

L'area fiorentina si colloca sul fronte dell'allineamento M.Orsaro-M.Cimone-Montalbano-M.Chianti-M.Cetona, che nell'interpretazione comune costituisce il fronte di sovrascorrimento della Falda Toscana sull'Unità Cervarola-Falterona (BALDACCI *et al.*, 1967; ABBATE *et al.*, 1970; 1982a; 1982b; DALLAN NARDI & NARDI, 1972; ABBATE & BRUNI, 1987).

Le vergenze tettoniche presenti lungo questo complesso motivo strutturale, indicano un movimento della Falda Toscana sull'Unità Cervarola-Falterona da W-SW verso E-NE (BRUNI & COLI, 1989; BRUNI *et al.*, 1991), così come generalmente si riscontra per le unità tettoniche dell'Appennino Settentrionale.

Sul terreno l'allineamento M.Orsaro-M.Cetona corrisponde per buona parte al solo fronte del Macigno, che risulta spesso disarticolato dai terreni sottostanti e avanscorso verso E-NE rispetto al fronte dei terreni mesozoici, situato invece in una posizione più interna; lungo tutto l'allineamento è presente una tettonica complessa, con presenza di frequenti sovrascorrimenti e laminazioni.

La presenza di estesi affioramenti di terreni delle Unità Liguri e Subliguri, che si possono trovare sia in sovrapposizione tettonica sulla Falda Toscana, che intercalati in essa come olistostromi, e la loro natura essenzialmente argillitica, che li ha portati ad avere un assetto prevalentemente caotico, rende difficoltosa una corretta interpretazione tettonico-strutturale di questo allineamento tettonico.

In questo contesto tettonico, la dorsale del Montalbano rappresenta una delle zone più problematiche, in quanto i complessi rapporti fra la Falda Toscana e le Unità Liguri e Subliguri sono alterati dalla presenza di sistemi di faglie normali a prevalente direzione NW-SE, sviluppatasi a partire dal Pliocene e legati alla tettonica estensiva tirrenica che ha segmentato l'edificio a falde preesistente, sovrapponendosi ai motivi plicativi precedenti e determinando strutture a horst e graben allungate prevalentemente in direzione appenninica.

Questa attività tettonica disgiuntiva recente ha portato alla formazione dei bacini intermontani appenninici, dei quali risulta qui di nostro interesse quello di Firenze-Prato-Pistoia.

In tali bacini intermontani si sono instaurati, talora mantenendosi anche fino a tempi recenti, estesi ambienti deposizionali di pianura costiera e alluvionale, lacustri e palustri, che hanno portato all'accumulo di spesse coltri di sedimenti.

Nell'area fiorentina le Unità Liguri sono rappresentate dall'Unità di Monte Morello affiorante estesamente in una fascia disposta al bordo settentrionale del bacino di Firenze-Prato-Pistoia. L'assetto strutturale dei terreni calcareo-marnosi Liguri, di età compresa tra l'Eocene ed il Cretaceo superiore (BORTOLOTTI, 1962), è dato dalla sovrapposizione attraverso superfici tettoniche immergenti a WNW, di più corpi principali allungati in senso NNE-SSW. Tutte le placche sono interessate da strutture plicative rovesciate verso est, interrotte da lineamenti tettonici a movimento verticale e prevalente direzione appenninica (COLI & FAZZUOLI, 1983).

2.1. Carta geologica e stratigrafia

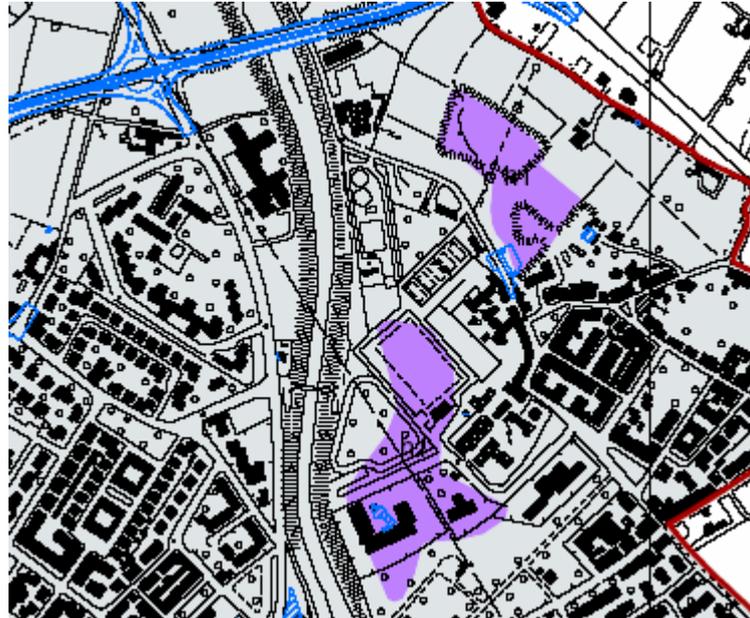
I terreni affioranti nell'area fiorentina (MERLA *et al.*, 1967; CAPECCHI *et al.*, 1975a; ABBATE & SAGRI, 1981; FERRINI & PANDELI, 1981; BARTOLINI & PRANZINI, 1984; ABBATE & BRUNI, 1987; PRANZINI, 1987; ABBATE *et al.*, 1992; COLI *et al.*, 1992) appartengono alla Falda Toscana (qui rappresentata dal Macigno di Fiesole e dalle Marne di San Polo), al Complesso Caotico, alle Unità Liguri (Unità di Monte Morello) ed ai depositi fluvio-lacustri recenti, discordanti sui terreni precedenti.

In base al rilevamento geologico eseguito in scala 1:10.000 per i rilievi del CARG (cui si è fatto riferimento ed in base ai dati desunti dalla campagna geognostica) i terreni presenti nella zona studiata, alcuni dei quali rinvenuti in sondaggio, sono:

DEPOSITI CLASTICI QUATERNARI

Sono costituiti dai depositi lacustri ed alluvionali del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia, dell'Arno e dei suoi principali affluenti:

- **Alluvioni recenti dell'Arno e dei suoi affluenti (b di carta geologica) (Olocene ed Attuale):** sono essenzialmente limi sabbiosi costituenti la "pasta di fondo" di depositi ghiaioso ciottolosi.



TERRENI SCIOLTI ALLUVIONALI E DI COPERTURA RECENTI

b	b Depositi alluvionali attuali
h1	h1 Depositi antropici: riempimenti di cava

Figura 4. Estratto della carta geologica (Variante al P.S.)

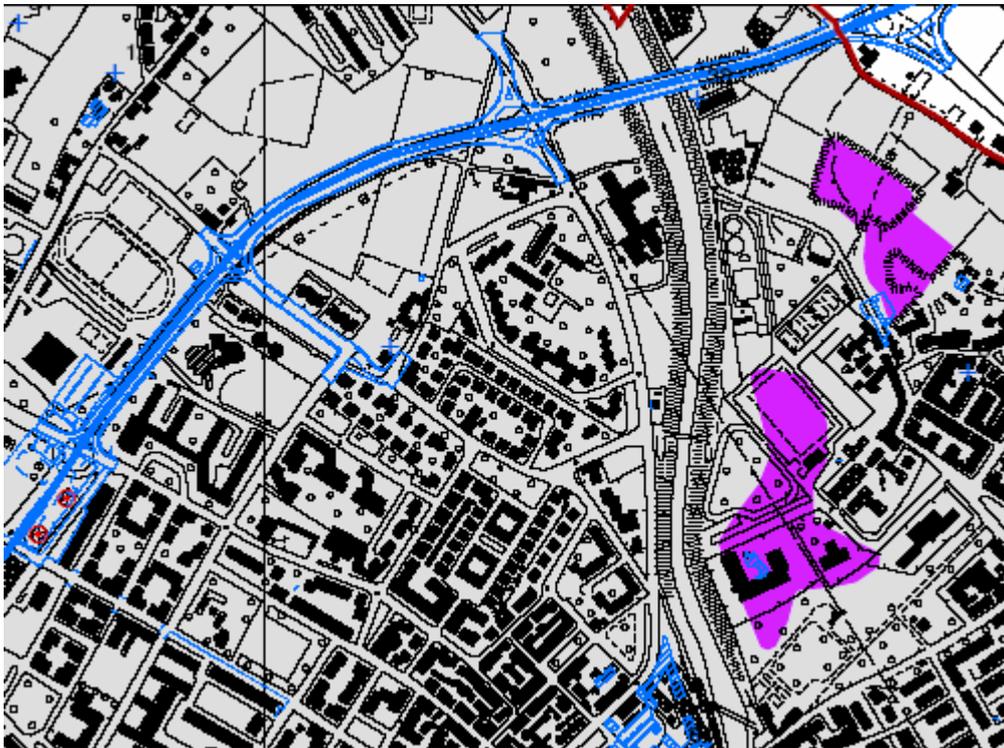
3. NOTE DI GEOMORFOLOGIA

Il settore oggetto del presente Piano Unitario, osservato stereoscopicamente in serie di fotogrammi diacronici disponibili presso gli archivi della Regione Toscana e dell'I.G.M., risulta stabile per posizione e non mostra indizi di fenomeni geomorfologici attivi che possano inficiare la realizzazione di quanto previsto in progetto.

4. CARTA LITOLOGICO TECNICA E DEI SONDAGGI E DATI DI BASE

Questa carta tematica accorpa i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo in "unità litologico tecniche" distinte. Per cui sono raggruppati nella stessa unità litotecnica quei litotipi che presentano caratteristiche geotecniche e/o geomeccaniche simili,

indipendentemente dalla formazione geologica a cui appartengono, dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici, seguendo quindi solamente il criterio del comportamento meccanico omogeneo.



Unità litotecniche

TERRENI SCIOLTI ALLUVIONALI E DI COPERTURA RECENTI

- al Depositi fluviali di pianura, eluviali di fondovalle (b); caratterizzati da composizione prevalentemente limosa nello spessore superficiale e da sottostanti livelli granulari (ghiaie e sabbie) nelle alluvioni di Arno, Greve e Pesa

Figura 5. Estratto della carta litotecnica (Variante al P.S.)

4.1 Caratterizzazione stratigrafica dei terreni e considerazioni litotecniche e geotecniche preliminari (portanza, cedimenti e liquefazione)

La caratterizzazione stratigrafica dell'area, la definizione dei parametri geotecnici e le indicazioni di carattere sismico sono state desunte da una campagna di indagini svolta direttamente sul lotto e consistente in:

- esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo di profondità 15,0 strumentato con piezometro a tubo aperto;
- due prove penetrometriche statico – dinamiche,
- prova sismica tipo Masw,
- prova di frequenza del terreno tipo HVSR.

L'ubicazione di tali indagini è rappresentata in figura n. 6.

Planimetria di ubicazione delle indagini

Scala 1:2.000

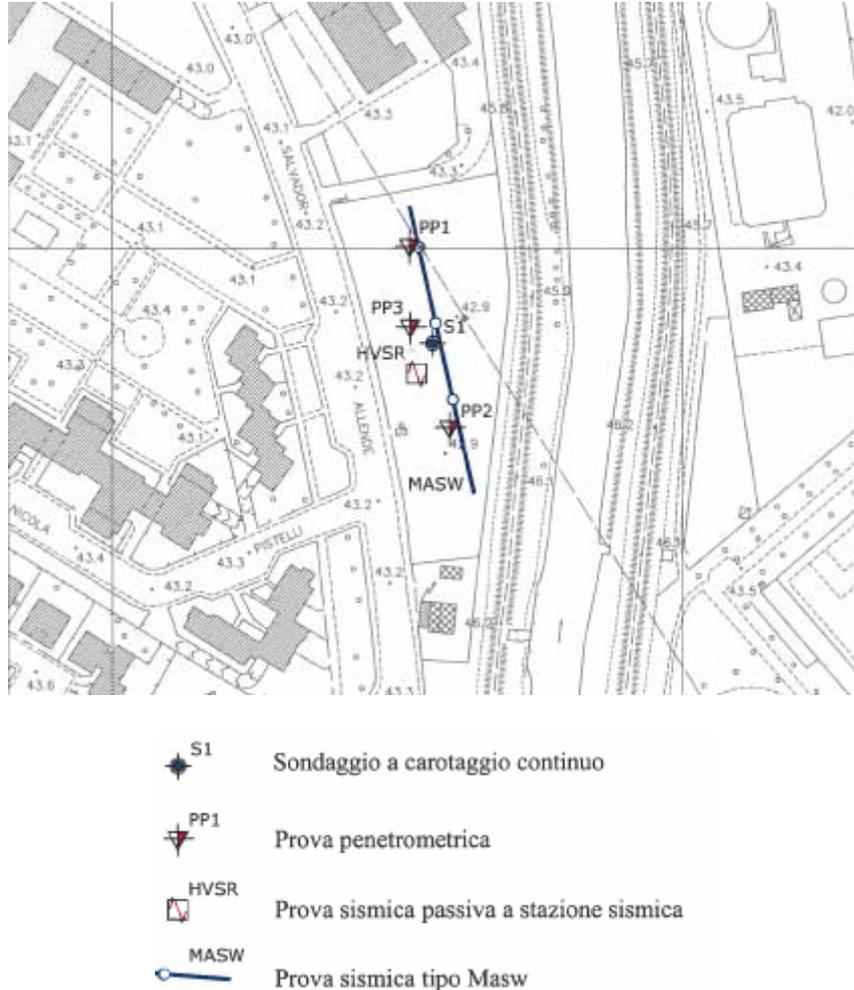


Figura 6. Ubicazione indagini geognostiche realizzate per il presente supporto

I terreni presenti nell'area di interesse sono ascrivibili ai depositi alluvionali olocenici prevalentemente ghiaiosi in matrice limoso sabbiosa, sormontati da uno spessore di circa 3,50 ml di materiali di riporto e riempimento.

Dalle prove in situ e dalle analisi di laboratorio effettuate su campioni di tipo indisturbato si sono ricavate le caratteristiche fisico-meccaniche dei depositi alluvionali. Dalla letteratura, invece, si sono mutuati i dati relativi al substrato.

- Riporti antropici - spessore fino a 3,50 ml.

Peso di volume	$\gamma = 1,70 \text{ t/mc}$
Peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 2,1 \text{ t/mc}$
Resistenza al taglio drenata	$C' = 0.00 \text{ Kg/cm}^2; \phi' = 27^\circ$
Modulo di deformazione	$E_{\text{ed}} = 39 \text{ Kg/cm}^2$

- **Depositi alluvionali olocenici** - presenti da 3,50 ml fino a termine sondaggio (15,0 ml)

Peso di volume	$\gamma = 1,89 \text{ t/mc}$
Peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 2.16 \text{ t/mc}$
Resistenza al taglio drenata	$C' = 0.00 \text{ Kg/cm}^2; \phi' = 32^\circ$
Modulo di deformazione	$E_{\text{ed}} = 200 \text{ Kg/cm}^2$

5. CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La carta della pericolosità geologica rappresenta la sintesi degli elaborati a tematica geologica, geomorfologica, cliviometria e litologico-geotecnica redatti ed illustrati nei precedenti paragrafi per descrivere le caratteristiche del territorio investigato.

Il suo scopo fondamentale è di indicare:

- l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni geomorfologici s.l. che interessano determinate porzioni di territorio;
- il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

E' chiaro che il grado di pericolosità geologica attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dalla interazione di numerosi fattori ambientali. Tali fattori, che dipendono essenzialmente dai caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici, geomeccanici e cliviometrici del territorio, possono causare sia un diretto dissesto del suolo, che una potenziale minaccia ad intere aree.

Di conseguenza nella carta della pericolosità geomorfologica si prevede non solo l'individuazione dei settori interessati da dissesti attivi, ma anche la delimitazione di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

Andando ad una descrizione sistematica delle singole classi di pericolosità geomorfologica e dei criteri di attribuzione alle stesse, elenchiamo in ordine crescente:

- ricadono in classe **G1 pericolosità bassa** alcune limitate estensioni di alluvioni terrazzate residuali;
- nella classe **G2 pericolosità media** sono poste le aree pianeggianti alluvionali (G 2a) oltre ai corpi detritici su versanti con pendenze $< 25^\circ$ e forme inattive o stabilizzate, si è compresa tutta la estesa parte di territorio collinare ove si riscontra una apparente stabilità ma nel contempo, anche per i limiti ad un maggior dettaglio derivati dalla scala, si attribuisce un'intrinseca predisposizione alla evoluzione morfologica anche rapida (fino all'instabilità) in seguito ad errata gestione dei suoli. Il significato di questa definizione è un richiamo di attenzione alla pericolosità media, che non va trascurato nella valutazione delle trasformazioni;
- nella classe **G3 pericolosità elevata** ricadono le aree in cui si riconosce la presenza di fenomeni franosi quiescenti, processi di degrado antropico, intensi fenomeni erosivi, ovvero aree con indizi e/o situazioni aventi propensione all'instabilità: l'evoluzione morfologica, se non contrastata, è indirizzata verso la fase di dissesto vero e proprio;
- nella classe **G4 pericolosità molto elevata** sono compresi i fenomeni franosi attivi e le rispettive aree di influenza: con il termine "attivo" si intende, oltre alla frana in atto, più genericamente forme e processi con naturale evoluzione irreversibile.

Livello D

**DISCIPLINA DI TUTELA DELL'INTEGRITA'
FISICA DEL TERRITORIO**

Carta della pericolosità geologica



Pericolosità geologica medio-bassa G2a:

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfo-evolutivi



Pericolosità geologica media G2:

Aree con morfologia apparentemente stabile ma con litologie intrinsecamente sfavorevoli alla stabilità in seguito ad errata gestione dei suoli

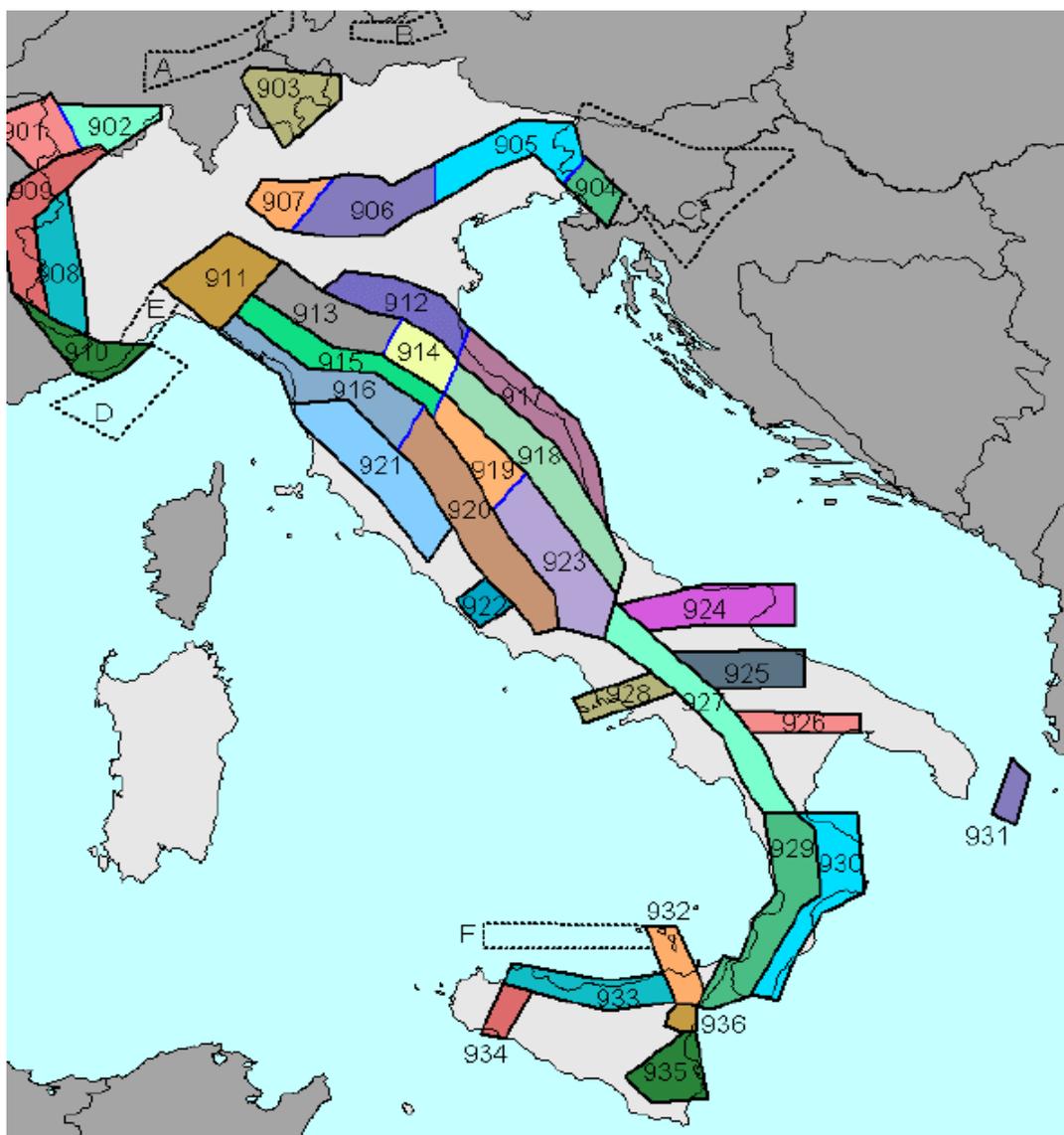
Figura 7. Carta della pericolosità geologica (Estratto cartografico dagli elaborati di supporto al Regolamento Urbanistico n. 2 – Geotecno, luglio 2013)

L'area oggetto del presente piano unitario ricade, negli elaborati di supporto al vigente strumento urbanistico, in classe di pericolosità geologica G.2a (area in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche geologiche non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfo-evolutivi).

In base agli approfondimenti del quadro conoscitivo ed alle indagini geognostiche e sismiche svolte si conferma l'attribuzione alla classe di pericolosità geologica G.2.

6. ASPETTI RELATIVI AL RISCHIO SISMICO

Pericolosità sismica di base - Zonazione sismogenetica ZS9



(Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica - Ordinanza PCM20.03.03 n. 3274 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) .

Le 42 zone-sorgente di ZS9 sono state identificate con un numero (da 901 a 936) o con una lettera (da A a F).

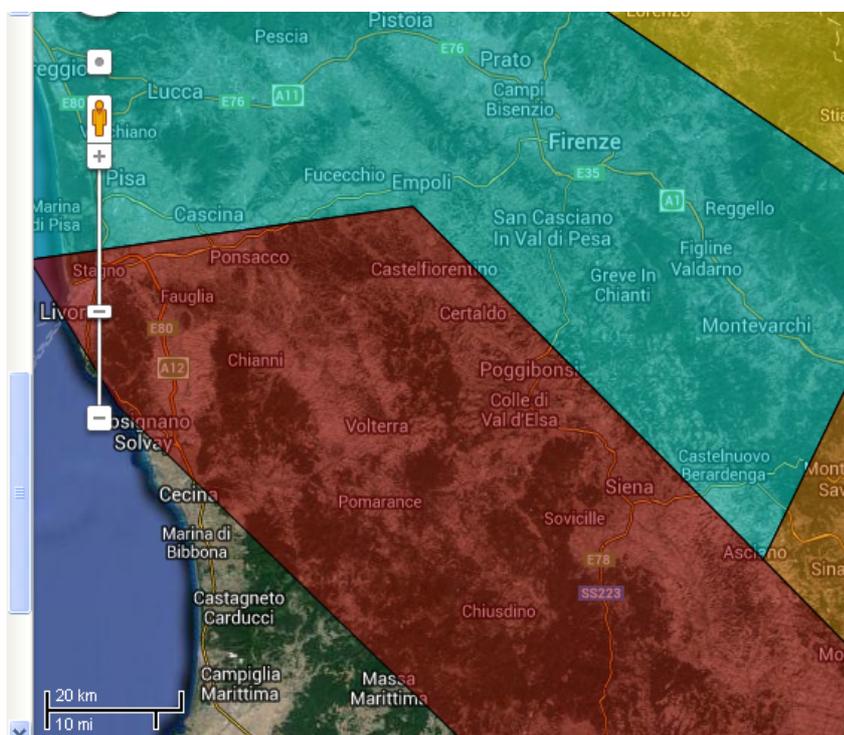
La zona 916, quella di interesse, coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000).

Questa zona è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.

Le zone 915, 919 e 923 racchiudono faglie e sistemi di faglie legati all'estensione appenninica.

Le zone 916 e 920 rappresentano una transizione alla distensione peritirrenica.

- Garfagnana - Mugello
- Forlivese
- Versilia-Chianti
- Rimini - Ancona
- Medio-Marchigiana/Abruzzese
- Appennino Umbro
- Etruria
- Val di Chiana - Ciociaria
- Appennino Abruzzese
- Colli Albani
- Molise-Gargano
- Sannio - Irpinia - Basilicata
- Ofanto
- Ischia - Vesuvio
- Basento
- Calabria tirrenica
- Calabria ionica



Versilia – Chianti 916

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

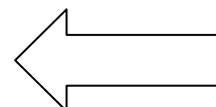


Tabella 6. Valori di Mwmax da DISS2 e CPTI2 (col.3, 4, 5); valori di Mwmax dopo l'applicazione degli intervalli di completezza CO-04.2 (col.6); azioni e valore finale di Mwmax1 (col.7, 8); azioni e valori finali di Mwmax2 (col.9, 10). Le azioni indicano l'aumento (in numero di classi) rispetto ai valori della colonna 6 determinato da:

- a = aumento di 1 classe per convenzione (i) (arrotondamento alla classe superiore);
- b = aumento per convenzione (ii) (adozione dell'evento massimo osservato anche se al di fuori del periodo di completezza);
- c = aumento per motivazioni particolari descritte nel testo;
- d = aumento fino alla classe 6.14 per ragioni di maggiore cautela (vedi testo);
- G = aumento per adeguamento al dato geologico di DISS2.

La zona 916 presenta una magnitudo massima pari a 5.68 . Secondo la tabella 6 dello INGV si dovrebbe procedere a verifica della liquefazione per le NTC08, fatta salva la disaggregazione M-R che definisce il terremoto che domina la pericolosità sismica locale (v. oltre)..

Pericolosità sismica

- **PREMESSA**

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

- **VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO**

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

- STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere

significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

- DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

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

a_g = accelerazione orizzontale massima;

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.

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

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

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

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250

13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 8) a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

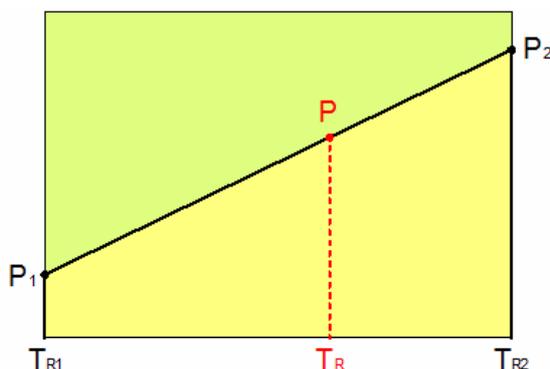


Figura 8 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 9.

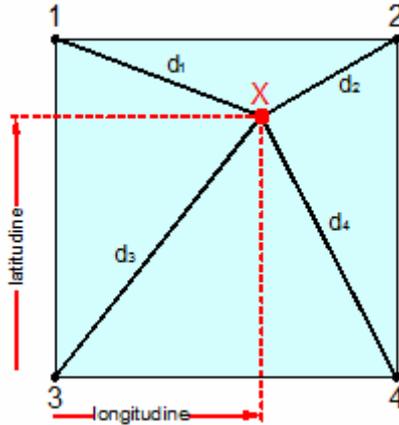


Figura 9 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

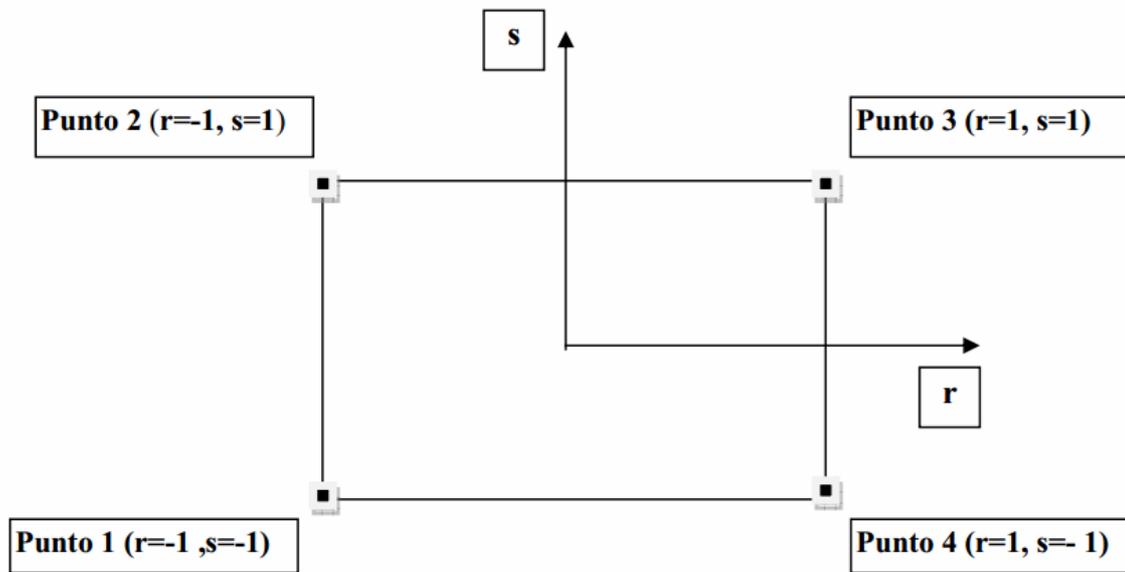


Figura 10 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_C^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

- PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

- Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

- Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.2; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

- Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella 5.2.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	B_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Tabella 5.2 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

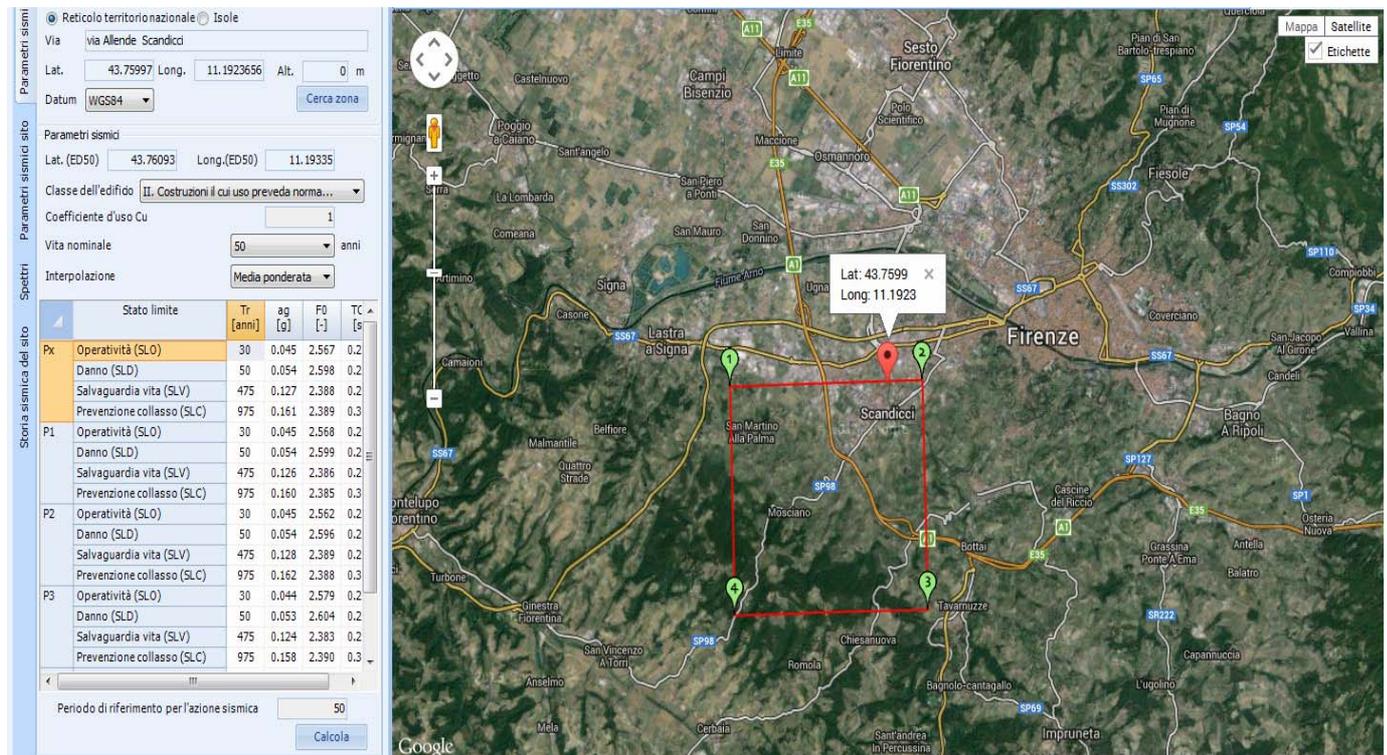
$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

K_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7599700 [°]
 Longitudine (WGS84): 11.1923700 [°]
 Latitudine (ED50): 43.7609300 [°]
 Longitudine (ED50): 11.1933500 [°]

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

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20057	43.761250	11.136570	4560.03
2	20058	43.762630	11.205720	1011.26
3	20280	43.712640	11.207600	5490.20
4	20279	43.711280	11.138440	7066.84

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.568	0.251
SLD	50	0.054	2.599	0.263
SLV	475	0.126	2.386	0.297
SLC	975	0.160	2.385	0.305

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.562	0.252
SLD	50	0.054	2.596	0.265
SLV	475	0.128	2.389	0.299
SLC	975	0.162	2.388	0.307

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.579	0.252
SLD	50	0.053	2.604	0.263
SLV	475	0.124	2.383	0.297
SLC	975	0.158	2.390	0.303

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.583	0.251
SLD	50	0.052	2.607	0.261
SLV	475	0.123	2.392	0.295
SLC	975	0.157	2.402	0.295

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.567	0.252
SLD	50	0.054	2.598	0.264
SLV	475	0.127	2.388	0.298
SLC	975	0.161	2.389	0.305

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa c_{u30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fine).

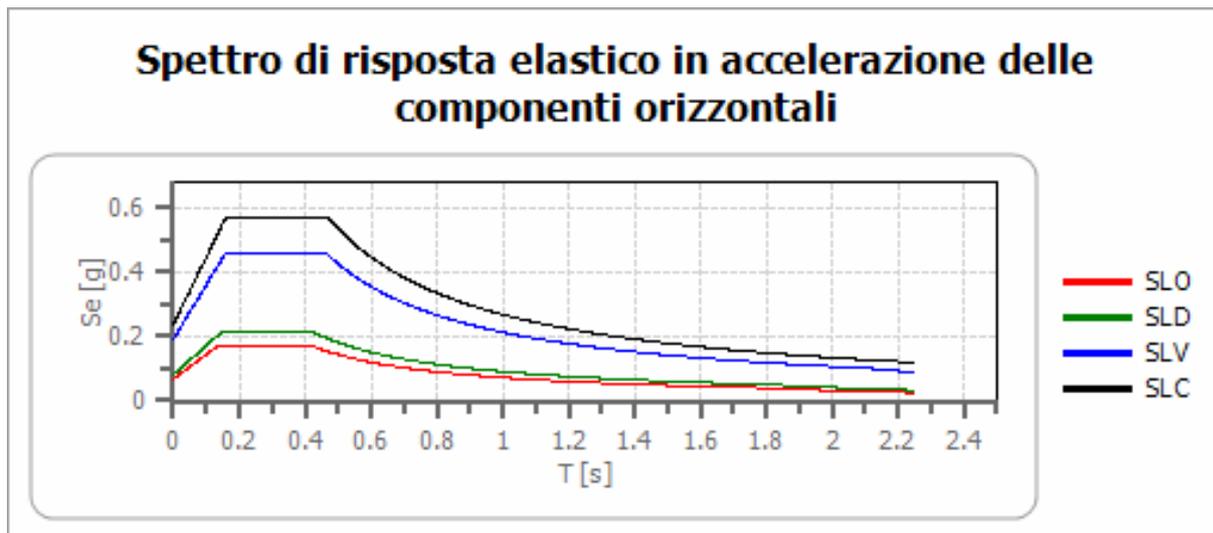
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.046	0.057
kv	0.007	0.008	0.023	0.028
amax [m/s ²]	0.659	0.793	1.866	2.320
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

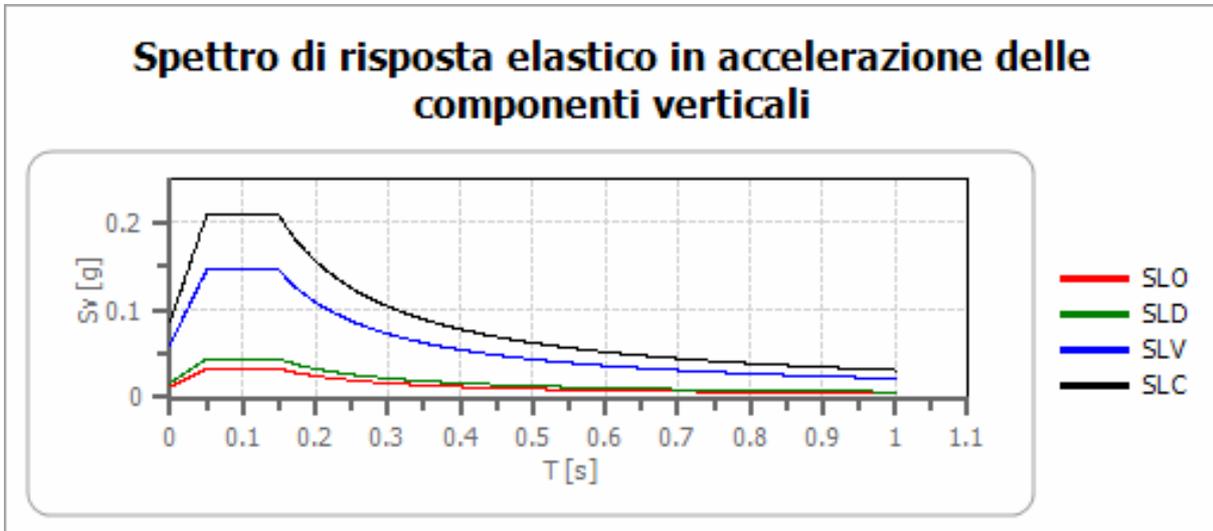
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.045	2.567	0.252	1.500	1.650	1.000	1.500	1.000	0.139	0.416	1.779	0.067	0.173
SLD	1.0	0.054	2.598	0.264	1.500	1.630	1.000	1.500	1.000	0.143	0.430	1.816	0.081	0.210
SLV	1.0	0.127	2.388	0.298	1.500	1.570	1.000	1.500	1.000	0.156	0.468	2.107	0.190	0.454
SLC	1.0	0.161	2.389	0.305	1.470	1.550	1.000	1.470	1.000	0.158	0.473	2.244	0.237	0.565

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.045	2.567	0.252	1	1.650	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.033
SLD	1.0	0.054	2.598	0.264	1	1.630	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.044
SLV	1.0	0.127	2.388	0.298	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.061	0.146
SLC	1.0	0.161	2.389	0.305	1	1.550	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.087	0.208

DISAGGREGAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

L'analisi della disaggregazione dei valori di $a(g)$ riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza. Per ogni nodo della griglia sono anche riportati, dopo la tabella, i valori medi di $M-D-\epsilon$.

Questo tipo di analisi è utile per l'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile in analisi di microzonazione.

Mappe interattive di pericolosità sismica



Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto
- griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:

Longitudine:

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 0 0.7 1.4 2.1 2.8 3.5 km

Selezione mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a:

Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento:

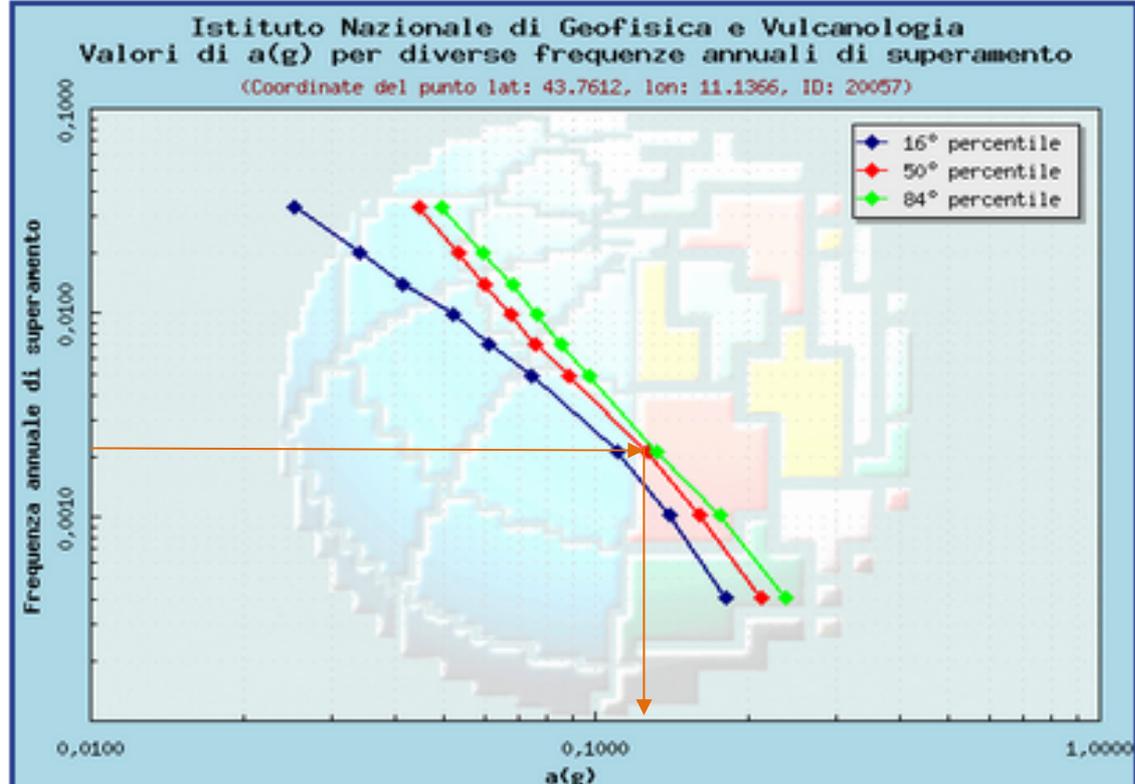
Probabilità in 50 anni:

Percentile:

Periodo spettrale (sec):

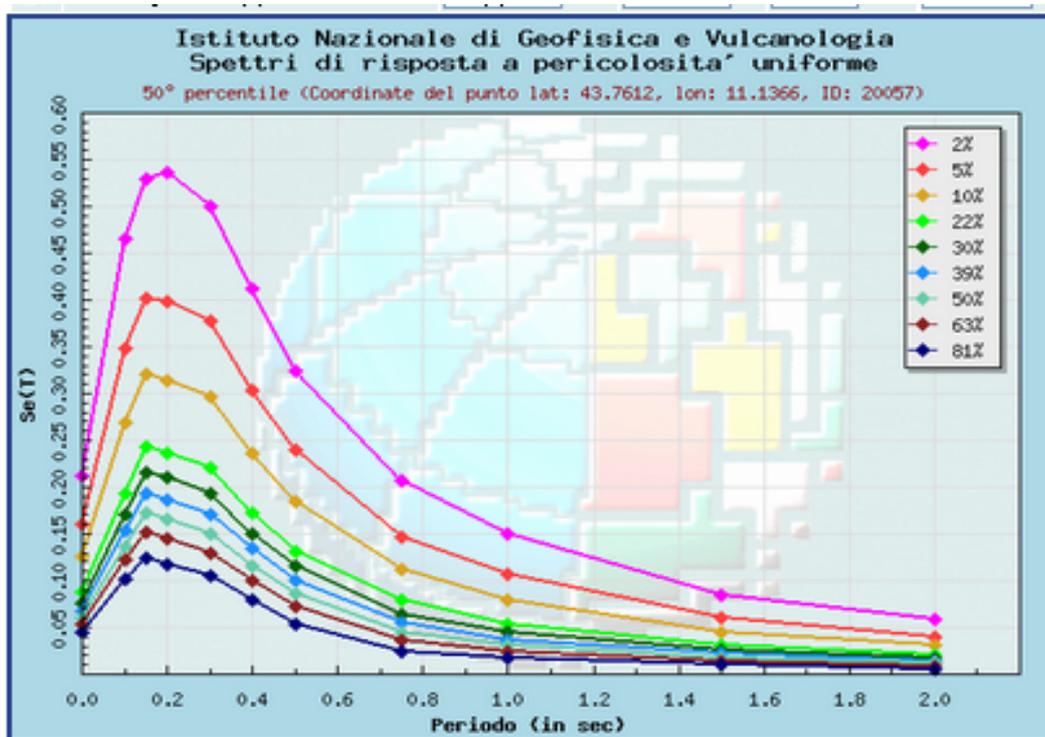
Ricerca Comune

Il nome contiene:



Scandicci : TR 475 anni – $a_g = 0.1263$

Frequenza annuale di superamento	a(g)		
	(Coordinate del punto lat: 43.7612, lon: 11.1366, ID: 20057)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.1815	0.2122	0.2367
0.0010	0.1400	0.1605	0.1761
0.0021	0.1101	0.1263	0.1319
0.0050	0.0744	0.0881	0.0968
0.0071	0.0615	0.0757	0.0857
0.0099	0.0522	0.0680	0.0766
0.0139	0.0413	0.0600	0.0682
0.0200	0.0339	0.0536	0.0595
0.0333	0.0253	0.0446	0.0496



Spettri di risposta a pericolosità uniforme

Prob. di ecc. in 50 anni	Spettri di risposta a pericolosità uniforme											
	50° percentile (Coordinate del punto lat: 43.7612, lon: 11.1366, ID: 20057)											
	Periodo (in sec)											
	0.00	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	
2%	0.2122	0.4658	0.5295	0.5357	0.4999	0.4117	0.3243	0.2071	0.1492	0.0853	0.0594	
5%	0.1605	0.3491	0.4015	0.3983	0.3778	0.3039	0.2390	0.1469	0.1064	0.0608	0.0401	
10%	0.1263	0.2692	0.3209	0.3139	0.2970	0.2367	0.1840	0.1122	0.0791	0.0445	0.0311	
22%	0.0881	0.1932	0.2432	0.2364	0.2207	0.1730	0.1318	0.0796	0.0534	0.0308	0.0208	
30%	0.0757	0.1702	0.2161	0.2100	0.1929	0.1507	0.1147	0.0643	0.0441	0.0261	0.0174	
39%	0.0680	0.1537	0.1931	0.1861	0.1706	0.1343	0.1002	0.0546	0.0368	0.0218	0.0145	
50%	0.0600	0.1366	0.1719	0.1656	0.1505	0.1163	0.0860	0.0451	0.0305	0.0181	0.0119	
63%	0.0536	0.1219	0.1511	0.1452	0.1291	0.0993	0.0716	0.0359	0.0243	0.0146	0.0092	
81%	0.0446	0.1016	0.1244	0.1174	0.1054	0.0785	0.0537	0.0234	0.0164	0.0103	0.0056	

Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)
Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:
 Longitudine:

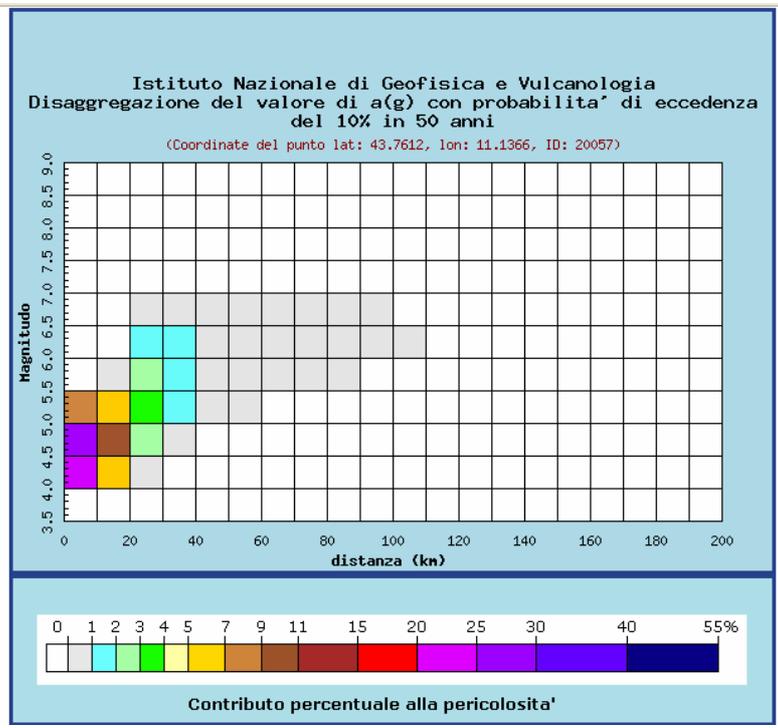
Ricerca Comune

Il nome
 contiene:

Selezione mappa

	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input checked="" type="checkbox"/>					

Comune evidenziato
Scandicci



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7612, lon: 11.1366, ID: 20057)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	23.100	28.200	8.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.450	10.200	5.290	0.121	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.323	2.570	3.630	2.390	1.550	0.241	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.123	1.410	1.990	1.790	0.314	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.203	0.847	0.828	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.018	0.272	0.239	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.092	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.033	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.860	12.000	1.050

Dai dati forniti in precedenza si desume che il valore della Magnitudo momento Mw è inferiore a 5 (4.860) e pertanto secondo le NTC08 non si deve procedere a verifica della liquefazione. A favore di sicurezza, tuttavia, questa viene effettuata.

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

La verifica alla liquefazione prima dei 4.4 m di profondità, livello della falda, ovviamente si trascura.

Si assumono i risultati delle prove SPT realizzate in avanzamento di foro, considerando anche i risultati della composizione litologica del carotaggio continuo realizzato. La verifica viene effettuata con il metodo di Seed ed Idriss (1982) e con quello di Tokimatsu e Yoshimi (1983).

Il **metodo di Seed e Idriss** (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **rd** viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki** et al. (1978):

$$rd = 1 - 0.015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M** (1982).

La resistenza alla liquefazione **CRR**, viene calcolata in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa. Si ottiene un grafico (Fig. 11) dalla selezione dei casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(N1.60) = C_N \cdot N_m$$

dove:

N_m è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT;
 C_N è un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

dove:

σ'_{v0} è la pressione verticale effettiva;

Pa la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di σ'_{v0} ;

n un esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 12).

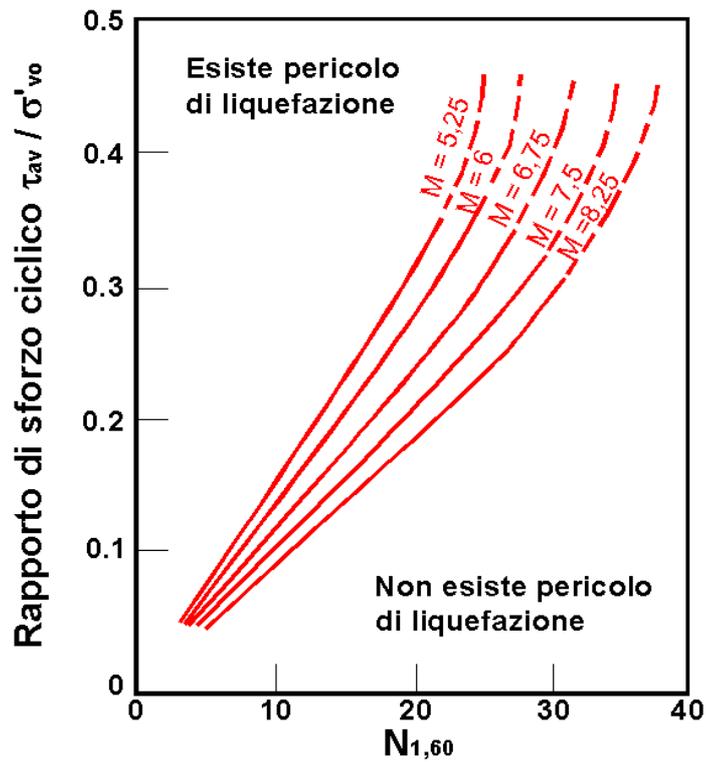


Figura 11 – Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$.

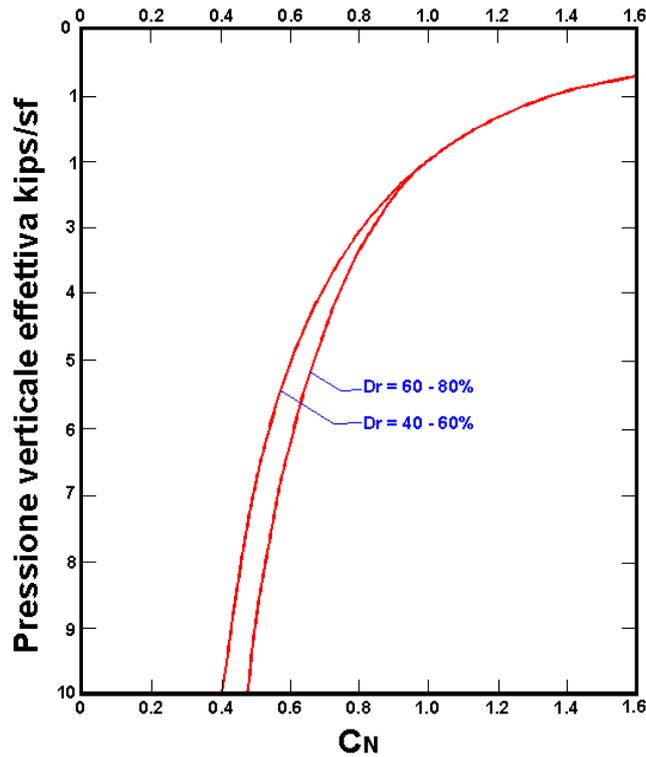


Figura 12 – Coefficiente correttivo C_N

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$CRR \approx \frac{N_{1.60}}{90}$$

Si applica quindi

$$F_S = \frac{CRR}{CSR}$$

se $F_S > 1,3$ il deposito non è liquefacibile (1,25 per NTC 8).

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con $D_{50} > 0,25$ mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di $N_{1,60}$:

$$(N_{1.60})_{CS} = N_{1.60} + 7.5$$

Il **metodo di Tokimatsu e Yoshimi** (1983) per poter tener conto della magnitudo del terremoto, a differenza dei metodi precedenti, calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente espressione:

$$CSR = 0.65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d \cdot r_n$$

dove viene introdotto un **coefficiente correttivo** r_n funzione della magnitudo M .

$$r_n = 0.1 \cdot (M - 1)$$

Invece la resistenza alla liquefazione viene calcolata, confrontando risultati di prove triassali cicliche con dati di prove SPT, con la seguente espressione:

$$CRR = a \cdot C_r \left[\frac{16\sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left(\frac{16\sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{C_s} \right) \right]$$

dove:

$$a = 0,45.$$

$$C_r = 0,57.$$

$$n = 14.$$

$\Delta N_f = 0$ per sabbie pulite e $\Delta N_f = 5$ per sabbie limose.

$$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{v0} + 0,7)] N_m.$$

C_s è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

F_s si ottiene mediante la seguente espressione:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di $F_s > 1,5$ per le sabbie medio-sciolte e $F_s > 1,3$ per le sabbie medio-dense.

Metodo di calcolo	<input checked="" type="radio"/> Seed e Idriss
	<input type="radio"/> Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	6.0
Profondità della falda dal p. c. (m)	4.4
Peso di volume del terreno (t/mc)	1.8
Numero di colpi SPT o SCPT	31
Frazione argillosa (%)	20
Accelerazione sismica massima (g)	0.19

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	1,08
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,92
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	6,00
Numero di colpi standard corretto Na	38,5309
Resistenza alla liquefazione (R)	10,8924
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1319
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	82,562
Il deposito non è liquefacibile	

Metodo di calcolo Seed e Idriss
 Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	<input type="text" value="6.0"/>
Profondità della falda dal p. c. (m)	<input type="text" value="4.4"/>
Peso di volume del terreno (γ_{mc})	<input type="text" value="1.8"/>
Numero di colpi SPT o SCPT	<input type="text" value="31"/>
Magnitudo del sisma (Richter)	<input type="text" value="4.86"/>
Accelerazione sismica massima (g)	<input type="text" value="0.19"/>
Tipo di deposito	<input type="radio"/> Sabbie pulite <input checked="" type="radio"/> Sabbie limose
Consistenza del deposito	<input type="radio"/> Sabbie sciolte <input checked="" type="radio"/> Sabbie medio-dense

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	<input type="text" value="1,08"/>
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	<input type="text" value="0,92"/>
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	<input type="text" value="5,00"/>
Numero di colpi standard corretto N_a	<input type="text" value="32,5309"/>
Resistenza alla liquefazione (R)	<input type="text" value="11,1077"/>
Sforzo di taglio normalizzato (T)	<input type="text" value="0,0509"/>
Coefficiente di sicurezza ($F_s = R / T$)	<input type="text" value="218,1177"/>
Il deposito non è liquefacibile	

Pertanto, il deposito alluvionale di interesse sito in Via Allende non è suscettibile di liquefazione

7. PERICOLOSITA' SISMICA ai sensi del Regolamento Regionale n. 53/R

Dall'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e delle indagini geofisiche, con riferimento al regolamento regionale n. 53/R del 25 ottobre 2011, si deve tener conto, sulla base del quadro conoscitivo acquisito delle aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

1. probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
3. i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. accentuazione della instabilità dei pendii;
5. terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
6. terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Andando ad una descrizione sistematica delle singole classi di pericolosità sismica e dei criteri di attribuzione alle stesse, elenchiamo in ordine decrescente:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

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).

Pericolosità sismica locale bassa (S.1): zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Livello D

**DISCIPLINA DI TUTELA DELL'INTEGRITA'
FISICA DEL TERRITORIO**

Carta della pericolosità sismica



S2

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA S2:

- zona suscettibili di instabilità di versanti inattivi per riattivazione di processi attualmente inattivi o potenziali;
- zone stabili (alluvioni) con forti spessori sul substrato rigido;
- zone stabili per presenza di litotipi lapidei assimilabili al substrato con struttura rimaneggiata e/o tettonizzata

S3

PERICOLOSITA' SISMICA ELEVATA S3:

- zone suscettibili di instabilità di versante quiescente;
- zone stabili (alluvioni) suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da alto contrasto di impedenza sismica atteso fra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
- zone di contatto fra litotipi con caratteristiche meccaniche significativamente diverse; zone con terreni di fondazione che possono dar luogo a cedimenti diffusi (colmate di cava)

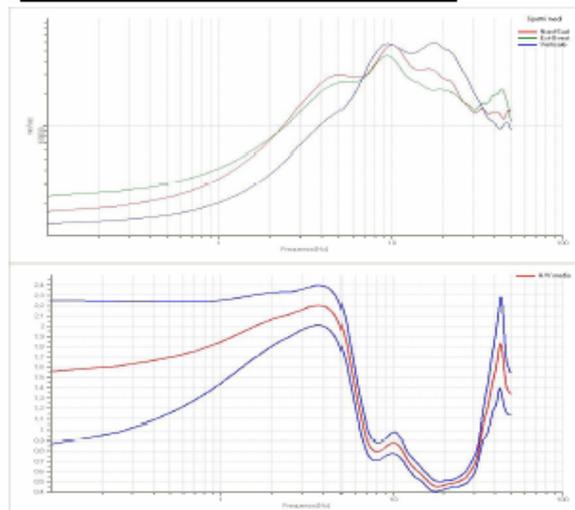
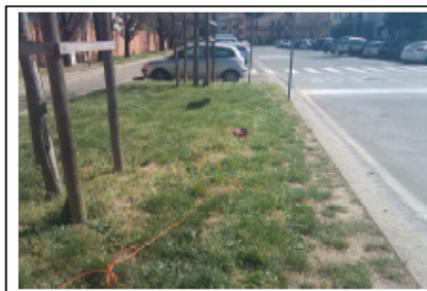
Figura 13. Carta della pericolosità sismica (Estratto cartografico dagli elaborati di supporto al Regolamento Urbanistico n. 2 – Geotecno, luglio 2013)

L'area oggetto del presente piano unitario risulta, da indicazione cartografica, collocata in classe di pericolosità sismica S.2 in base agli "studi e indagini di microzonazione sismica di livello 1" redatti a supporto del vigente S.U. (Geotecno, luglio 2013). La scheda riassuntiva del vigente R.U. indica invece classe di pericolosità sismica S.3 per il comparto in esame.

Tale classificazione risulta infatti dedotta dalle misure di rumore HVSR (GEO 12 e GEO 15) realizzate per il citato supporto ed ubicate in settori limitrofi all'area in esame.

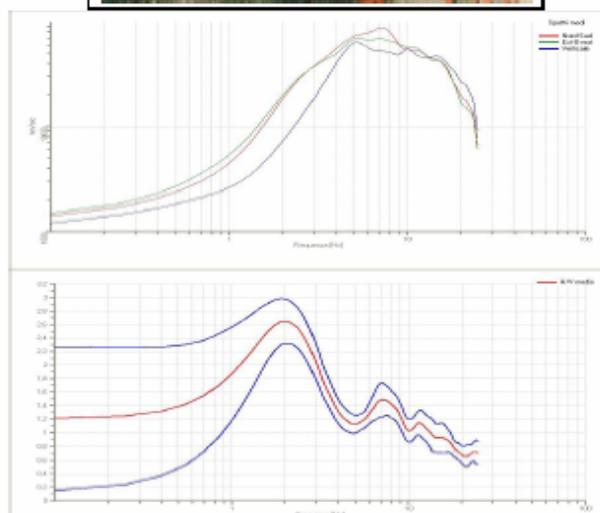
Stazione	12	
WGS84 N	43,75348	
WGS84 E	11,19270	
Strumentazione	Sara SR04S3 sensore 4,5 Hz	
Frequenza di campionamento	300 Hz	
Durata registrazione	20 min	
Lunghezza finestre	20 sec	
Tipo di lisciamento	Triangolare cost.	
Ampiezza lisciamento	5 %	
Terreno di misura	Aiuola in terra	
Orientamento strumentazione	0° N	
Condizioni meteo	Sereni non ventoso	
Risultati analisi HVSR (Nakamura)		
Picco H/V (Hz)	3,7 ± 0,11	
Intervallo di frequenza (Hz)	0,1 – 50,0	
Criteri di affidabilità SESAME		
Criteri di curva	1) $f_0 > 10/T_w$	Ok
	2) $n_p(f_0) > 200$	Ok
	3) $a_d(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ e $f_0 > 0.5$ Hz $a_d(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ e $f_0 < 0.5$ Hz	Ok
Criteri di picco	4) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_d/2$	Ok
	5) $\exists f^+ \in [f_0 \cdot 4, f_0] A_{H/V}(f^+) < A_d/2$	Ok
	6) $A_d > 2$	Ok
	7) $f_{H/V}[A_{H/V}(f) \pm a_d(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
	8) $\sigma_f < e(f)$	Ok
	9) $a_d(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

REPORT PROVA H/V



Stazione	15	
WGS84 N	43,75798	
WGS84 E	11,19412	
Strumentazione	Sara SR04S3 sensore 4,5 Hz	
Frequenza di campionamento	100 Hz	
Durata registrazione	30 min	
Lunghezza finestre	20 sec	
Tipo di lisciamento	Triangolare cost.	
Ampiezza lisciamento	5 %	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Orientamento strumentazione	0° N	
Condizioni meteo	Sereni non ventoso	
Risultati analisi HVSR (Nakamura)		
Picco H/V (Hz)	2,05 ± 0,12	
Intervallo di frequenza (Hz)	0,1 – 25,0	
Criteri di affidabilità SESAME		
Criteri di curva	1) $f_0 > 10/T_w$	Ok
	2) $n_p(f_0) > 200$	Ok
	3) $a_d(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ e $f_0 > 0.5$ Hz $a_d(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ e $f_0 < 0.5$ Hz	Ok
Criteri di picco	4) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_d/2$	No
	5) $\exists f^+ \in [f_0 \cdot 4, f_0] A_{H/V}(f^+) < A_d/2$	Ok
	6) $A_d > 2$	Ok
	7) $f_{H/V}[A_{H/V}(f) \pm a_d(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
	8) $\sigma_f < e(f)$	Ok
	9) $a_d(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

REPORT PROVA H/V



Certificazioni delle prove HVSR GEO12 e GEO 15 – Studio di microzonazione sismica di livello 1 – Geoteco, luglio 2013.

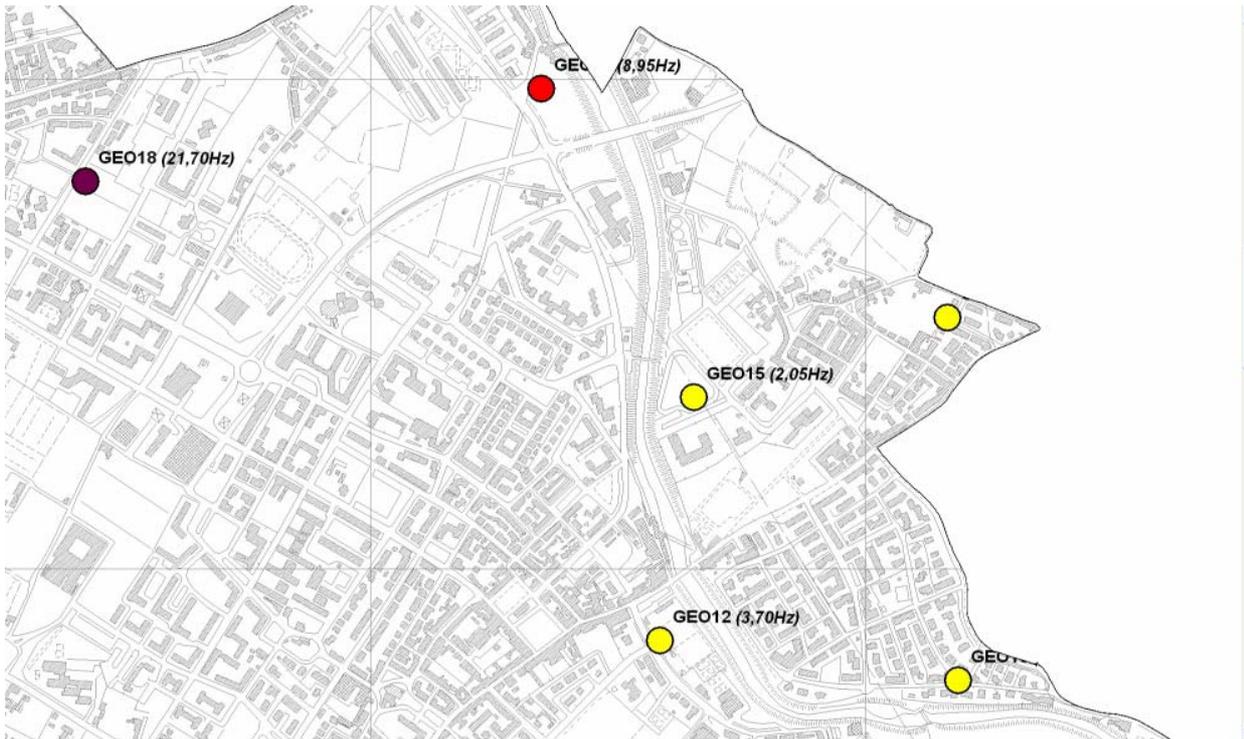


Figura 14 - Estratto da Carta delle frequenze fondamentali di cui agli studi di microzonazione sismica di livello 1 – Geoteno, luglio 2013

In base alle indagini sitospecifiche realizzate appositamente sul lotto (vedi certificazioni allegate) si ricava dalla misura di frequenza HVSR un picco significativo con frequenza 8,997 Hz ed ampiezza 3,49 indicativo di un elevato contrasto di impedenza a profondità comprese fra 8 e 10 ml dal piano campagna.

Non si tratta di un contrasto fra coltre di copertura alluvionale e substrato (la cui profondità nell'area ammonta a diverse decine di metri) ma di un contrasto all'interno della sequenza dei depositi ghiaiosi probabilmente in coincidenza di un livello maggiormente cementato.

L'area può pertanto essere classificata come sismicamente stabile ma suscettibile di amplificazione per elevato contrasto di impedenza a profondità > di 5,0 ml e pertanto gli si può attribuire la classe di pericolosità sismica elevata S.3.

8. CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO IDRAULICO

Valutazioni sul rischio idraulico sull'area in esame possono essere sviluppate mediante:

- l'analisi delle salvaguardie ed altri disposti normativi sovracomunali;
- l'analisi qualitativa, storico inventariale dei trascorsi episodi di esondazione;
- l'analisi delle opere per la riduzione del rischio idraulico in fase di pianificazione, progettazione e realizzazione da parte degli Enti sovracomunali (Autorità di Bacino del Fiume Arno e Consorzio di Bonifica);
- valutazioni numerico quantitative svolte in base a modellazioni idrauliche per prefissati tempi di ritorno.

8.1 SALVAGUARDIE ED ALTRI DISPOSTI NORMATIVI SOVRACCOMUNALI

Ambiti di tutela assoluta del corso d'acqua – art. 36 Del. C.R. n. 27/2007 - Approvazione del PIT

Tale ambito definibile “di assoluta protezione del corso d'acqua” e corrisponde alle “aree comprese nelle due fasce della larghezza di ml.10 adiacenti ai corsi d'acqua censiti nello stesso elenco del PIT “misurati a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda”. A tali area si applicano le relative salvaguardie.

Il Fiume Greve risulta compreso fra quelli censiti nell'elenco dei “Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico” di cui all'allegato n. 4 del Quadro Conoscitivo del P.I.T. della Regione Toscana.

L'area in esame risulta comprendere la fascia di 10 ml misurata dalla base dell'argine sinistro del Fiume Greve e pertanto rimane soggetta alle citate salvaguardie oltre al normato di cui al R.D. n. 523/1904.

Nel proseguo della trattazione sono svolte le considerazioni del caso sulle salvaguardie derivanti da quanto sopra dettagliato.

Norme di salvaguardia di cui al D.P.C.M. n. 226 del 5 novembre 1999 - Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del Fiume Arno

Aree soggette all'applicazione della Norma n. 2 - Norma di attuazione del piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno: vincoli di inedificabilità (per interventi strutturali di tipo A)

“Sono le aree destinate agli interventi di piano per la mitigazione del rischio idraulico sulle quali si può procedere alla progettazione degli interventi, risultano soggette a vincolo di inedificabilità assoluta”.

L'area in esame non risulta compresa fra le zone soggette a detta “norma n. 2”

Aree soggette all'applicazione della Norma n. 3 - Norma di attuazione del piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno: disciplina di salvaguardia (per interventi strutturali di tipo B)

“Sono le aree per le quali si rendono necessarie ulteriori verifiche di fattibilità prima di procedere alla realizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico, sono soggette a vincolo di inedificabilità per garantire l'attuazione del Piano”.

L'area in esame non risulta compresa fra le zone soggette a dette “norme n. 2 e n. 3” (stralcio cartografico n. 298 in scala 1:10.000).

Aree soggette all'applicazione della Norma n. 5 – Aree di pertinenza fluviale lungo l'Arno e i suoi affluenti

“Sono quelle le aree rappresentate nella «Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e dei suoi affluenti» allegata al Piano di Bacino, stralcio Rischio Idraulico, che devono essere salvaguardate, in generale, per la mitigazione del rischio idraulico. Vi sono comprese le aree di espansione del fiume, le aree destinate dal piano ad interventi di sistemazione dei corsi d'acqua, per lo più da adibire a casse di espansione o ad aree di laminazione per lo scolo delle piene, nonché le zone di ristagno e di trattenimento delle acque in conseguenza di eventi meteorici eccezionali.

Fatto salvo quanto stabilito al comma precedente, le aree di pertinenza fluviale devono essere salvaguardate in generale anche per la mitigazione di altri rischi, idrogeologici e ambientali (zone da salvaguardare per la ricarica delle falde di pianura, per il recupero ambientale di aree degradate, per la conservazione di aree umide, etc.).

Gli enti e le autorità interessate, anche in forma coordinata, promuovono, nelle aree di pertinenza fluviale, la definizione di interventi e misure idonei a garantire il recupero, la salvaguardia e il miglioramento ambientale.

In tali aree, ove se ne verifichi la fattibilità e l'efficacia, devono essere realizzati interventi che contribuiscano ad un miglioramento del regime idraulico ed idrogeologico ai fini della difesa del territorio così come definito negli strumenti programmatori e pianificatori di competenza”.

L'area in esame non risulta campita fra le zone soggette a detta “norma n. 5” (stralcio cartografico n. 52 in scala 1:25.000).

Aree soggette all'applicazione della Norma n. 6 – Carta guida delle aree allagate

“E' stata elaborata sulla base degli eventi alluvionali significativi, posteriori e comprendenti quello del novembre 1966; rappresenta, con la indeterminazione legata alla scala di riporto, una carta che fornisce indicazioni propedeutiche alla pericolosità.

In tali aree, le eventuali opere o trasformazioni edilizie ed urbanistiche potranno essere realizzate a condizione che venga comprovato il superamento delle condizioni di rischio legate a fenomeni di esondazione o ristagno, o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio da realizzarsi contestualmente alla esecuzione delle opere richieste”.

L'area in esame risulta campita fra le zone soggette a detta “norma n. 6” (stralcio cartografico n. 52 in scala 1:25.000) come limitata porzione in fregio all'argine sinistro del F. Greve.

Si ritiene, in base alle successive elaborazioni in merito al censimento degli episodi storico inventariali (Geotecnò, luglio 2013), potersi trattare di errore di riporto in funzione della scala grafica 1:25.000 adottata dallo stesso elaborato allestito dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) approvato in data 3 marzo 2016 in sostituzione (per la parte idraulica) del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Il “Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico” e le relative misure di salvaguardia fu approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005. In seguito, nel contesto delle attività demandate al Distretto dell'Appennino Settentrionale con il coordinamento della Autorità di Bacino del Fiume Arno, il Comitato Istituzionale Integrato ha adottato, nella seduta svoltasi a Roma in data 17 dicembre 2015, il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), come richiesto dalle due direttive europee [2000/60/CE](#) e [2007/60/CE](#)

Con tale adozione sono decadute, per quanto concerne l'aspetto relativo alla pericolosità idraulica, i contenuti normativi e le cartografie di riferimento circa le pericolosità idrauliche del P.A.I. .

Si riporta per chiarezza che, dalla data di adozione del P.G.R.A., sopra indicata, e fino alla sua approvazione sono in vigore le misure di salvaguardia riportate nella Delibera del Comitato Istituzionale Integrato (ex. Art. 4, comma 3 D.lgs. 219/2010) della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 232 del 17.12.2015 relativa a “Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale (Direttiva 2007/60/CE) – Adozione misure di salvaguardia per il Bacino del Fiume Arno e per i Bacini Regionali Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone”.

Il Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale è **stato definitivamente approvato** con Delibera n. 235 del Comitato Istituzionale Integrato nella seduta del 3.3.2016.

Mappe costituenti gli elaborati del P.G.R.A.

Le “mappe di piano” e “rischio di alluvioni” predisposte per il P.G.R.A. del bacino dell'Arno hanno preso origine dal lavoro svolto nell'ambito del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) realizzato già nel 1999 e di seguito continuamente aggiornato ed integrato.

Partendo dalle elaborazioni svolte nel P.A.I. dell'Arno sono state realizzate le mappe ai sensi della direttiva “alluvioni” e del decreto di recepimento 49/2010.

Con la rappresentazione cartografica di tali aree e l'applicazione della misura di prevenzione “Disciplina di Piano del P.G.R.A.” è stata fornita una prima risposta in termini di azioni di adattamento.

In particolare ai fini del supporto al presente atto di pianificazione territoriale si segnalano:

a) Mappa della pericolosità da alluvione fluviale

Le aree con pericolosità da alluvione fluviale sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con P.G.R.A. – U.O.M. Arno tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

b) Mappa delle aree di contesto fluviale

Le aree di contesto fluviale sono quelle di particolare interesse ai fini della gestione del rischio idraulico, della tutela del buon regime dei deflussi, della salvaguardia delle peculiarità ambientali culturali e paesaggistiche associate al reticolo idraulico. Definiscono quelle particolari porzioni del fondovalle che, sia per caratteristiche fisiche che per naturale o indotta disposizione, presentano aspetti fortemente legati al reticolo idraulico esistente. Anche per queste aree attraverso la misura di prevenzione Disciplina di piano sono stabiliti particolari indirizzi ai fini della loro destinazione d'uso.

c) Mappa delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione

In tale mappa sono rappresentate le aree da destinarsi e assoggettare a salvaguardia per la futura realizzazione di opere atte alla riduzione del rischio idraulico.

Ai sensi del **Piano Gestione Rischio Alluvioni** sono state effettuate le perimetrazioni delle aree con pericolosità idraulica a livello di dettaglio (scala 1:10.000).

Nella Figura 15 è riportato uno estratto della perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - stralcio n. 298 (in scala 1:10.000) (aggiornamento dicembre 2014).

Dall'analisi della carte si evince che l'area di studio risulta compresa in classe di pericolosità P.I.2 (Area a pericolosità idraulica media) soggetta a possibilità di esondazione per tempo di ritorno 200 anni.

Dalla stessa modellazione si ricava che l'area in esame non risulta soggetta a possibilità di esondazione per tempo di ritorno 30 anni e pertanto l'area non risulta soggetta alla applicazione dei dettami della Legge Regionale 21 maggio 2012, n. 21.



Cartografia in scala 1:10.000 □ P1 ■ P2 ■ P3
Stralcio n.298

Figura 15 - Estratto da Carta della carta pericolosità idraulica del PGRA - Stralcio n. 298 (estratto in scala 1:10.000).

8.2 ANALISI STORICO INVENTARIALE DEI TRASCORSI EPISODI DI ESONDAZIONE

Tale metodologia, anche se povera del supporto analitico e matematico di una verifica idraulica quantitativo-numerica, risulta comunque utile per operare scelte di indirizzo progettuale relative alla pianificazione territoriale.

L'analisi storico - inventariale degli eventi di esondazione verificatisi così come documentato nei censimenti e perimetrazioni indicati in atti ufficiali degli studi di supporto agli atti di Pianificazione Territoriale del Comune di Scandicci (Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico):

- carta storica delle aree allagate (scala 1:10.000 – Geotecnico, luglio 2013),

non riportano segnalazione in merito ad episodio alcuno verificatosi sul comparto relativi a evidenza di trascorsi episodi né in occasione dell'evento del 1966 né in coincidenza degli episodi verificatisi nel triennio 1991-1993.

8.3 PIANIFICAZIONE e PROGRAMMAZIONE delle OPERE PER LA RIDUZIONE del RISCHIO IDRAULICO

La complessità delle problematiche inerenti al rischio idraulico per le aree di fondovalle che si sviluppano nell'area compresa fra la sinistra idrografica del Fiume Greve e la destra idrografica del T. Vingone ove si sviluppa gran parte dell'urbanizzato di Scandicci è mostrata dalla distribuzione areale:

- delle classi 3.I e 4.I indicate nella carta della pericolosità idraulica del Regolamento Urbanistico del Comune di Scandicci allestita secondo le indicazioni normative riportate dal Reg. Reg. n. 53/R (Geotecnico, luglio 2013);
- degli azzonamenti di aree a pericolosità idraulica elevata (P3), pericolosità idraulica media (P2) e aree a pericolosità idraulica bassa (P1) definite a “livello di dettaglio” (stralci cartografici in scala 1:10.000 a seguito di valutazioni quantitative numeriche di modellazione idraulica) nel “Piano Gestione Rischio Alluvioni” approvato il 3.3.2016.

In sintesi gran parte del territorio comunale lungo i fondovalle del F. Arno, del Fiume Greve e del T. Vingone comprendente i sistemi insediativi esistenti dal Capoluogo alla zona di Badia a Settimo risultano a rischio idraulico per tempi di ritorno compresi fra le piene trentennale e duecentennale.

A tal proposito l'Amministrazione Comunale di Scandicci ha in itinere le seguenti procedure operative finalizzate alla riduzione del rischio idraulico:

Asta principale del Fiume Arno

Il Comune di Scandicci ha aderito al Protocollo di Intesa per l'attuazione del Piano di Bacino del Fiume Arno Rischio Idraulico presentato nella primavera 2005 dal Segretario della Autorità di Bacino del F. Arno alla assemblea dei Sindaci dei Comuni interessati oggetto di successiva ratifica in sede di “accordo di programma per la messa in sicurezza dell'Arno” fra il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, la Regione Toscana e la Segreteria della Autorità di Bacino del Fiume Arno. Tale atto di coordinamento e pianificazione prevede, per la porzione “alto corso dell'Arno” (tratto compreso fra il Casentino e la stretta in località Gonfolina a sud di Lastra a Signa), la disponibilità economica (100.000.000,00 di €) per la realizzazione di una serie di interventi già pianificati ed in avanzato stato di progettazione finalizzati alla messa in sicurezza del tratto di asta fluviale per tempo di ritorno $T_r = 200$ anni senza franco sul battente stesso.

Inoltre il Consorzio di Bonifica delle Colline del Chianti, ai sensi del protocollo d'intesa del 18.3.2004 con la Provincia di Firenze, sta allestendo la progettazione preliminare della cassa di espansione di San Colombano (area soggetta a “norma n. 3” di cui al D.P.M. n. 226/1999 “Piano stralcio Rischio Idraulico” della Autorità di Bacino del Fiume Arno).

Torrente Vingone e Fiume Greve

Il Consorzio di Bonifica delle Colline del Chianti ha in programmazione e progettazione una serie di interventi per la realizzazione di aree di invaso per la riduzione del rischio idraulico sul T. Vingone ed ha provveduto alla redazione delle verifiche di fattibilità per gli interventi sull'alto corso del Fiume Greve (interventi di cui alla norma 3 del Piano Stralcio Rischio Idraulico della Autorità di Bacino Dell'Arno).

8.4 ANALISI QUANTITATIVA CON DATI DI VERIFICA IDRAULICA PER PREFISSATI TEMPI DI RITORNO

In tutte le aree di pianura del territorio di Scandicci, comprendenti le UTOE con insediamenti esistenti e potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, sono stati definiti gli ambiti interessati da esondazione riferiti ai tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni.

Come accennato in premessa della presente trattazione i dati quantitativi in merito ai battenti di piena per prefissati tempi di ritorno possono essere desunti da:

1) indicazioni quantitative fornite dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno sulla cella idraulica di riferimento (APE VM-070).

- 2) studi circa la “Pericolosità idraulica di aree poste in sinistra idrografica del Fiume Arno nei comuni di Scandicci e Lastra a Signa” redatto dal Prof. Stefano Pagliara (aprile 2008);
- 3) studio idrologico ed idraulico a supporto della revisione quinquennale del Regolamento Urbanistico e della variante di aggiornamento del Piano Strutturale del Comune di Scandicci (Physis – Ing. David Settesoldi, maggio 2013).

Si analizzano, pertanto, nel dettaglio le indicazioni ricavabili al fine della definizione del battente altimetrico relativo all’evento atteso per tempo di ritorno $T = 200$ anni.

1) indicazioni quantitative fornite dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno

Come in precedenza già accennato, l’attribuzione delle classi di pericolosità idraulica P2 di P.G.R.A. attribuita all’area di interesse, a seguito di nuova modellazione nella Piana Fiorentina (aggiornamento stralci cartografici del marzo 2016) con Decreto del Segretario Generale della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 69 del 19 dicembre 2014, fornisce dato quantitativo in merito alla possibilità di esclusione per l’area in oggetto di possibilità di esondazione per tempo di ritorno 30 anni e potenziale assoggettabilità all’evento correlato al tempo di ritorno 200 anni.

Tale modellazione ufficiale svolta dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno fornisce per il comparto APE VM-070 un battente duecentenario pari a (vedi fig. n. 16):

Cella Idraulica
APE-VM 070

Battente per T 200 anni in m.s.l.m.
43,44 m.s.l.m.

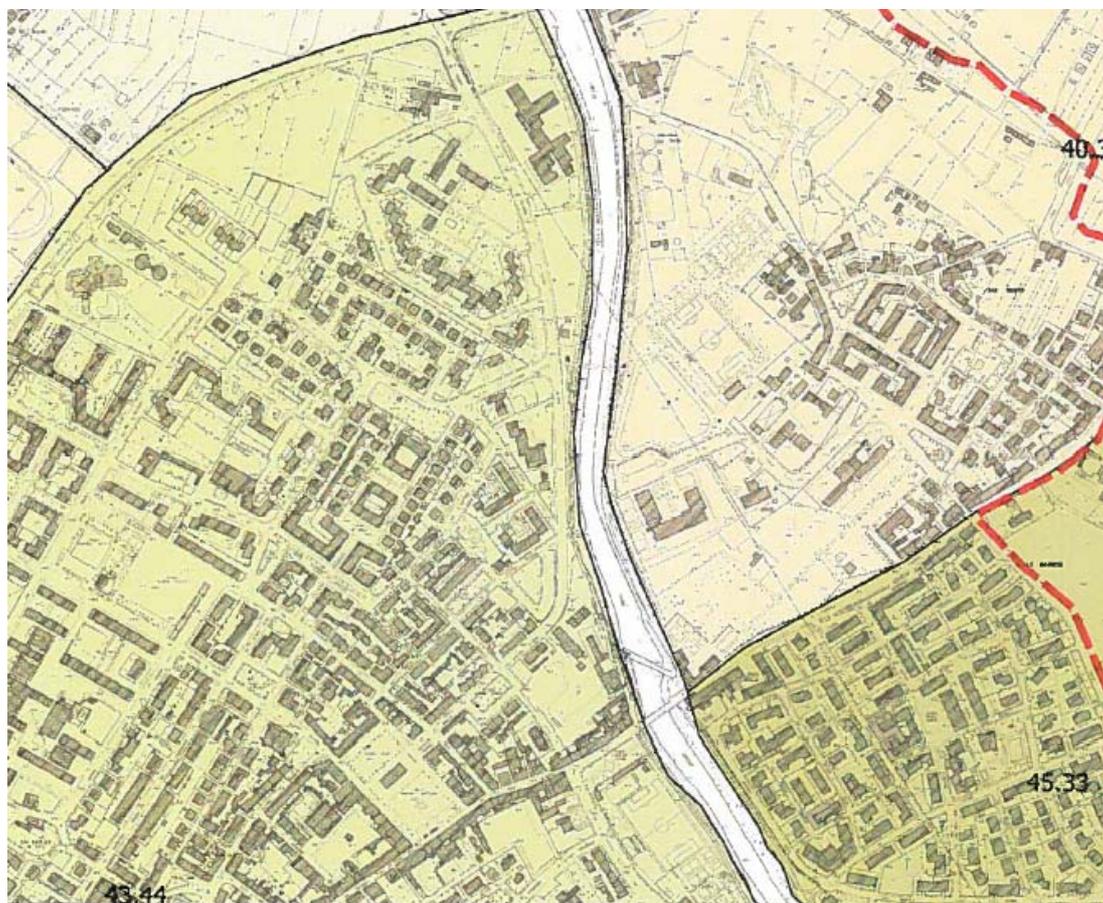


Fig. 16 - Stralcio di elaborato cartografico con suddivisione in celle idrauliche (APE della A.d.B. Fiume Arno) ed indicazione del battente di esondazione per tempo di ritorno T 200 anni

2) studio circa la “Pericolosità idraulica di aree poste in sinistra idrografica del Fiume Arno nei comuni di Scandicci e Lastra a Signa” redatto dal Prof. Stefano Pagliara (aprile 2008);

Tale studio ha indagato e sviluppato considerazioni circa la pericolosità di alcune aree poste in Sx idraulica del F.Arno nei comuni di Scandicci e Lastra a Signa. Tale studio, unitamente a quello realizzato dallo stesso autore per il comune di Firenze va a completare il quadro di pericolosità nell’area compresa fra F.Greve, F.Arno e T.Vingone.

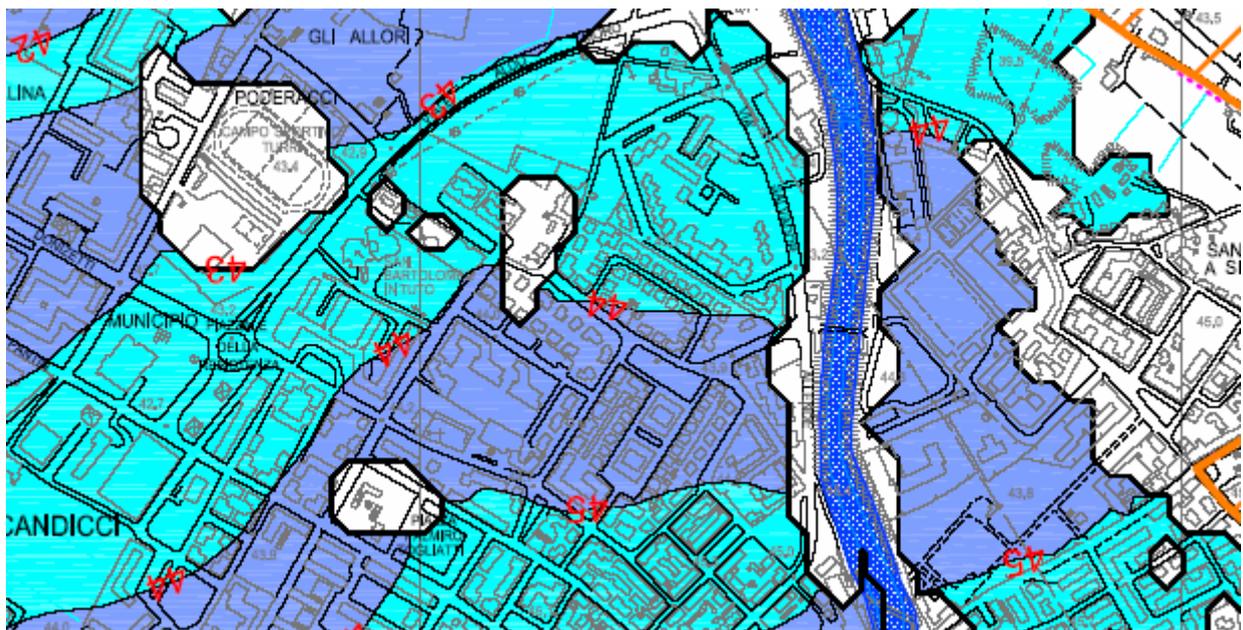


AUTORITA' DI BACINO DEL F.ARNO



COMUNE DI SCANDICCI

Pericolosità idraulica di aree poste in Sx del F.Arno nei comuni di Scandicci e Lastra a Signa



Responsabile scientifico e redattore dello studio:	Data:	Versione:	Tavola:
Prof. Stefano Pagliara	aprile 2008	01.0408	4
	Inviluppo dei livvlli di esondazione per $T_r= 200$ anni (stato attuale) scala 1: 10.000		

Fig. 17 - Stralcio di elaborato cartografico di Tav. n. 4 dello studio Pagliara con indicazione del livello altimetrico della possibilità di esondazione per tempo di ritorno T 200 anni

Come mostrato, in evidenza, per l’area in esame si ricava per interpolazione un battente duecentenario di circa 43,50 m.s.l.m.

3) studio idrologico ed idraulico a supporto della revisione quinquennale del Regolamento Urbanistico e della variante di aggiornamento del Piano Strutturale del Comune di Scandicci (Physis – Ing. David Settesoldi, maggio 2013).

Questo studio è relativo alla valutazione della pericolosità idraulica a supporto della revisione quinquennale del regolamento urbanistico e della variante di aggiornamento del piano strutturale del Comune di Scandicci.

Lo studio prende in esame le esondazioni del fiume Arno, del fiume Greve e del torrente Vingone.

Nel novero di tale approfondimento del “quadro conoscitivo” l’Amministrazione Comunale si è dotata di valutazioni di maggior dettaglio, affinate in base alla disponibilità di modello digitale del suolo (Lidar), provvedendo a definire per una maglia regolare di porzioni di territorio il battente duecentenario e la quota media del piano campagna per ciascuna “maglia quadrata” con cui è stata suddivisa l’estensione di gran parte dell’urbanizzato del capoluogo (vedi fig. 18).

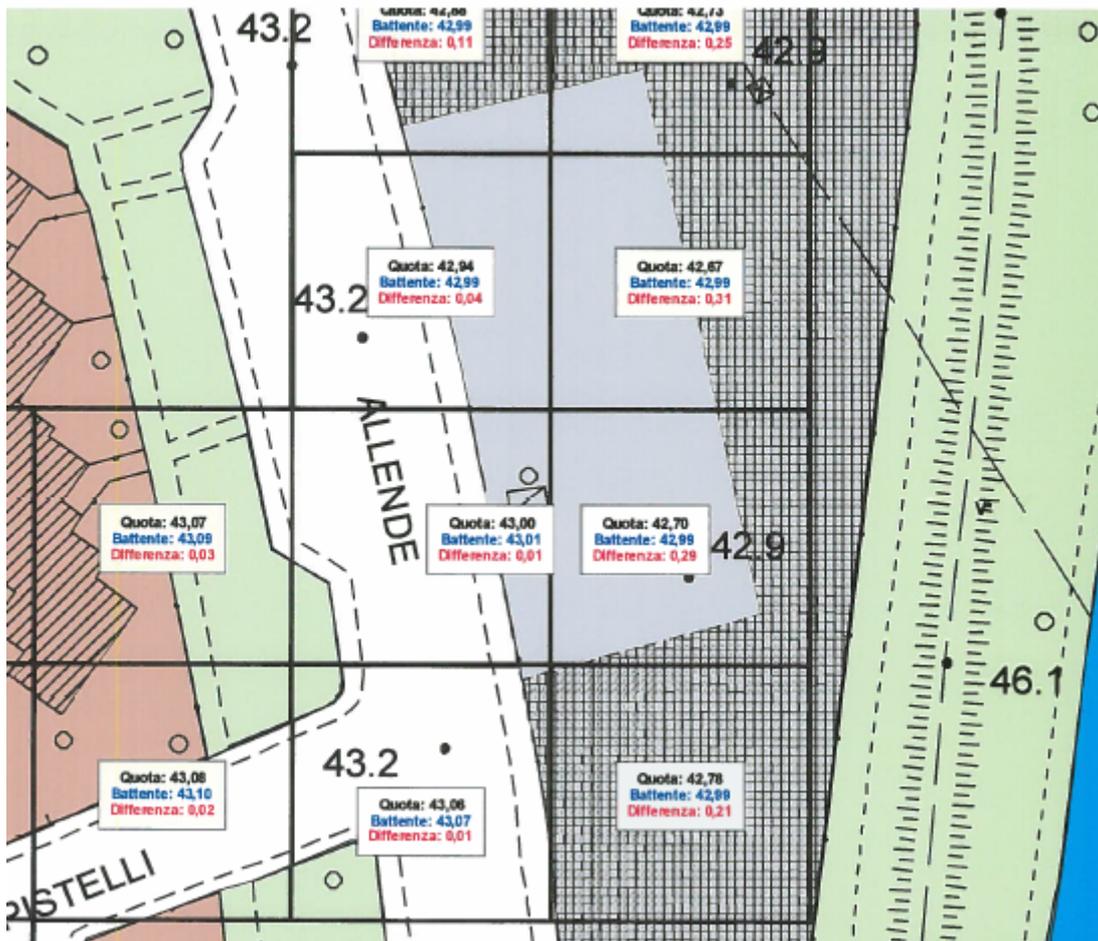


Fig. 18 - Stralcio di elaborato cartografico fornito dalla Amministrazione Comunale di Scandicci in merito alla valutazione del battente idraulico T 200 in rapporto alla definizione (Lidar) della quota del piano campagna

Gli elaborati costituenti tale studio sono stati trasmessi dall’Amministrazione Comunale di Scandicci all’Ufficio Tecnico del Genio Civile di Firenze in data 22.12.2014 con conseguente comunicazione relativa a esito positivo da parte dell’Ente preposto al controllo in data 13.2.2015.

Dall’analisi dei dati relativi ai sei quadranti in cui ricade il comparto oggetto di trattazione si ricava, per media calcolata, **un battente duecentenario di 42,99 m.s.l.m.** ed una quota media del piano campagna di 42,85 m.s.l.m. .

Confronto fra i dati quantitativi riferiti al battente T 200 anni desumibili dalle modellazioni e scelta del battente per il presente Piano Unitario

Dal raffronto fra la quota assegnata alla APE di riferimento da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (43,44 m.s.l.m.), nel novero della elaborazione delle modellazioni di P.A.I. e P.G.R.A., e la quota desumibile dagli studi di approfondimento commissionati dall'Amministrazione Comunale di Scandicci (42,99 m.s.l.m.) risulta una differenza di 0,45 ml.

Pertanto al fine della scelta del battente di riferimento (altezza della possibilità di esondazione per tempo di ritorno duecento anni)

visti

i contenuti di cui alla disciplina di piano dell'approvato P.G.R.A. del distretto Appennino Settentrionale – Unità di Management Arno relativamente a:

- Art. 5 - Definizioni

1. Ai fini del PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone si intende per:

..... omissis

Reticolo principale: è il reticolo individuato nell'Allegato 4.

..... omissis

- Art. 14. Modifiche allea mappe delle aree con pericolosità da alluvione e del rischio

1. La mappa delle aree con pericolosità da alluvione di cui all'art. 6 è riesaminata ed eventualmente aggiornata secondo le scadenze di cui alla direttiva 2007/60/CE e al d.lgs. n. 49/2010.

2. Ai fini della verifica del raggiungimento degli obiettivi di piano, **l'Autorità di bacino procede a riesami intermedi ed eventualmente a modifiche cartografiche riguardanti il reticolo idraulico principale**, così come definito all'art. 5. A tale scopo l'Autorità di bacino definisce annualmente, anche sulla base delle proposte pervenute ai sensi dei commi seguenti, il programma di riesame della mappa delle aree con pericolosità da alluvione e lo pubblica sul proprio sito web.

3. Allo scopo di assicurare la coerenza della mappa delle aree con pericolosità da alluvione, le verifiche e i riesami sono svolti, sulla base dei criteri tecnici di cui all'allegato 3, per il reticolo idraulico principale almeno alla scala di sottobacino e, per quel che riguarda l'asta principale, per tratti di asta idraulicamente significativi, anche su proposta della regione territorialmente competente.

4. Le eventuali modifiche cartografiche conseguenti all'attività di cui al comma 3 sono elaborate e approvate dall'Autorità di bacino.

..... omissis

- Allegato 4 - Individuazione del reticolo di riferimento

Fanno parte del reticolo principale del bacino dell'Arno i seguenti corsi d'acqua e tratti di corsi d'acqua:

..... omissis

· **Fiume Greve** dalla confluenza con il Borro delle Macine alla confluenza in Arno;

..... omissis

che demandano alla Autorità di Bacino del Fiume Arno la competenza in merito alla possibilità di riesame delle perimetrazioni di pericolosità idraulica del P.G.R.A. a seguito di modellazioni idrauliche quantitativo numeriche;

e che

- in base a informazioni recepite in sede di contatti preliminari con gli Enti preposti alla verifica e controllo in materia idraulica si è appresa l'intenzione da parte della stessa Autorità di Bacino del Fiume Arno relativamente a prossima futura programmazione di attività di modellazione sull'asta fluviale del Fiume Greve con definizione dei battenti per i definiti tempi di ritorno;

- in base a contatti preliminari, sulla questione in oggetto (battente T 200 anni di riferimento per il presente Piano Unitario), susseguitisi con gli istruttori del Genio Civile di Firenze ed in attesa della modellazione di cui al precedente capoverso;

si è definito e condiviso, preliminarmente, con il competente Genio Civile di Firenze (destinatario della pratica di deposito a controllo obbligatorio del presente Piano Unitario – ex Reg. Reg. n. 53/R) di far riferimento al battente duecentenario, **maggiormente cautelativo**, cui si riferisce l’Autorità di Bacino del Fiume Arno individuato nella **quota 43,44 m.s.l.m.** .

In funzione di tale dato quantitativo discendente da modellazione idraulica, per l’area in esame si è puntualizza e si dettagliano i seguenti dati salienti emersi dallo studio idraulico:

- una stima del **battente duecentenario pari a 43,44 m.s.l.m.** (dato ufficiale Autorità di Bacino dell’Arno);
- una stima della **quota di sicurezza corrispondente al battente T = 200 anni + 0,50 ml di franco corrispondente a 43,95 m.s.l.m.** .

Per semplicità di trattazione e possibilità di confronto dei dati inerenti le quote del battente idraulico per T = 200 anni e la relativa quota di sicurezza (+ 0,50 ml) si riportano appresso le quote significative relative a:

- **quota attuale del piano campagna** individuabile, da dati Lidar, a **42,85 m.s.l.m.**;
- **quota minima di progetto del primo solaio ad uso residenza** posta a **43,95 m.s.l.m.** .

9. PERICOLOSITA’ IDRAULICA

Il vigente Strumento Urbanistico del Comune di Scandicci (Regolamento Urbanistico di recente approvazione) annovera fra gli elaborati del supporto geologico – tecnico la carta della pericolosità idraulica.

In questo ultimo vigente elaborato l’area di intervento ricade in classe di pericolosità idraulica I.3 elevata in quanto area soggetta a possibilità di esondazione per tempo di ritorno 200 anni (vedi figura n. 19).

Livello D

**DISCIPLINA DI TUTELA DELL'INTEGRITA'
FISICA DEL TERRITORIO**
Carta della pericolosità idraulica



CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

Pericolosità idraulica elevata I.3

-  Aree di pianura interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni.
- Aree di fondovalle comprese in UTOE non interessate da previsioni insediative e infrastrutturali non riconducibili agli ambiti di applicazione di atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologico-idraulici ricorrono le seguenti condizioni:
 - non vi sono notizie storiche di inondazioni,
 - sono in situazione di alto morfologico (quote altimetriche superiori a mt. 2 rispetto al ciglio di sponda o il piede esterno dell'argine).

Figura 19 - Estratto della carta della pericolosità idraulica (Geotecnico, luglio 2013)

Tale attribuzione di classe di pericolosità idraulica fa riferimento ai disposti del Regolamento Regionale n. 53/R che precisa i criteri di attribuzione delle classi di pericolosità idraulica in funzione del rischio esistente da applicarsi su tutto il territorio regionale.

Andando ad una descrizione sistematica delle singole classi di pericolosità idraulica e dei criteri di attribuzione alle stesse, elenchiamo in ordine decrescente:

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con Tr_{30} anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (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 molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < T_r < 200$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (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 idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < T_r < 500$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (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 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.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Nel presente studio di supporto al Piano Unitario **si conferma**, pertanto, **la classe di pericolosità idraulica I.3**, già attribuita a livello di supporto al Regolamento Urbanistico.

Lo stesso regolamento regionale codifica inoltre i criteri generali per la valutazione di fattibilità di previsioni urbanistiche in funzione degli aspetti idraulici come sotto riportato.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica **elevata I.3 e molto elevata I.4** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

Situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata (I.4)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata è necessario rispettare i seguenti criteri:

- a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
- b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:
 - sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, salvo quanto specificato alla lettera l);
 - sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

- e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
- f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;
- h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;
- i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
- l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

Situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata (I.3)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) del paragrafo precedente. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

- a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'art. 55 della L.R. n. 1/05) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esonazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esonazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esonazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;
- d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esonazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo precedente, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;
- e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.

10. CARTA DELLA FATTIBILITA'

Tale elaborato grafico si ottiene sovrapponendo alla carta della pericolosità quella della corrispondente tipologia stimata dalla previsione urbanistica. Si potrebbe definire tale elaborato, con una certa approssimazione, anche carta del rischio, cioè della interazione tra ambiente naturale e sistemi di utilizzazione del territorio.

In pratica la fattibilità dà indicazioni sulla probabilità che in un certo intervallo di tempo le conseguenze degli eventi attesi superino determinate soglie di accettabilità.

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

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.

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.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico e/o altro atto di pianificazione urbanistica, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

E' opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per fattori geomorfologici da quella per fattori idraulici e da quella per fattori sismici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino.

In funzione di tale differenziazione nella carta della fattibilità, allestita su elaborato di progetto urbanistico, si è provveduto ad indicare in colore rosso la fattibilità geologia, in colore azzurro la fattibilità idraulica ed in colore verde la fattibilità sismica.

10.1 FATTIBILITÀ DEL PIANO UNITARIO

La pericolosità geologica dell'area in esame risulta G.2 (media).

Si esprime pertanto per l'intero comparto **classe di fattibilità geomorfologica F2**. In tale situazione, caratterizzate da pericolosità geomorfologia media, le condizioni di attuazione a livello di progettazione esecutiva di dettaglio dovranno essere verificate in funzione delle specifiche indagini geognostiche eseguite sul lotto al fine di non modificare negativamente le condizioni dell'area.

Per quanto concerne la pericolosità sismica l'area in esame ricade in classe S.3 (elevata) per la presenza di indicatori di effetti di possibile amplificazione sismica per cause stratigrafiche (elevato contrasto di impedenza a profondità comprese fra 5 e 30 dal piano campagna.

Si esprime pertanto per l'intero comparto **classe di fattibilità sismica F3**. In tale situazione, caratterizzata da pericolosità sismica elevata, si dovrà operare, per il supporto alla progettazione esecutiva, in considerazione dei dati scaturiti dalla campagna di indagini geofisica e delle prove eseguite per il presente supporto (profilo MASW) e geotecniche (sondaggio a carotaggio continuo e prove penetrometriche) per la definizione di spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

Per quanto concerne l'aspetto relativo al rischio idraulico l'area oggetto di studio ricade in classe I.3 (pericolosità elevata).

Dalla modellazione idraulica redatta dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno (aggiornamento dicembre 2014) per l'area interessata dal presente piano attuativo è stato ricavato un battente idraulico per tempo di ritorno T 200 anni pari a 43,44 m.s.l.m. .

In funzione di quanto sopra riportato si assegna **classe di fattibilità idraulica F4 (confermando quelle del R.U.) al comparto** conformandosi alle prescrizioni in merito alla salvaguardia idraulica riportate nel successivo paragrafo n. 10.2.

10.2 PRESCRIZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

In funzione delle argomentazioni riportate, svolte e commentate nei precedenti paragrafi si ritiene poter provvedere alla realizzazione dell'intervento previsto mediante la predisposizione e messa in opera dei seguenti accorgimenti e l'osservanza delle seguenti prescrizioni finalizzate alla riduzione delle condizioni di rischio idraulico per la porzione settentrionale del comparto senza trasferimento delle condizioni di rischio alle aree contermini:

- 1) l'intervento di realizzazione dei nuovi edifici dovrà prevedere l'ubicazione della quota del piano di calpestio dei piani residenziali a quota minima non inferiore a 43,95 m.s.l.m. in modo da garantire un franco di ml 0,50 ml rispetto al battente idraulico stimato per tempo di ritorno T 200 anni (43,44 m.s.l.m.). La proposta progettuale prevede l'imposta del primo calpestio del piano abitabile dei fabbricati a quota minima di 44,00 m.s.l.m. (vedi quote di progetto su elaborato progettuale planimetrico n. 10 e su elaborato n. 12 – prospetti e sezioni di cui si allega stralcio);
- 2) per i locali sottostanti ad uso cantinetta (di estensione planimetrica limitata rispetto all'ingombro planimetrico dell'intero fabbricato – vedi schema di progetto n. 19) si prevedono condizioni di sicurezza idraulica, per l'evento sopra citato, mediante la predisposizione di dispositivi di ingresso dall'interno dell'edificio, con loro posizionamento a quota non inferiore a 44,00 m.s.l.m.;
- 3) in funzione delle modificazioni insite nella realizzazione di quanto in progetto e correlata sottrazione di volumetria (relativa alla limitata impronta planimetrica degli interrati rispetto a quella dell'intero fabbricato – vedi schema di progetto n. 19) per la libera esondazione delle acque è stata valutata la volumetria sottratta (vedi allegato estratto di schema di progetto n. 19 redatto dal progettista Arch. Vincenzo Santoro che indica in complessivi mc 115,01 la volumetria da compensare) calcolandola, in funzione dell'ingombro dei fabbricati (modificazione morfologica tendente a sottrarre volumetria alla libera esondazione) fra le quote dell'attuale piano campagna (42,85 m.s.l.m.) e lo stimato battente duecentennale (43,44

m.s.l.m.). Lo schema progettuale n. 19 individua, inoltre, gli areali destinati agli scavi di compensazione per un totale di 115,43 mc.

- 4) si dovrà provvedere a mantenere una fascia di larghezza pari a 10 ml misurati dalla base esterna dell'argine del Fiume Greve di inedificabilità assoluta con divieto di alterazione della attuale morfologia.

Firenze, 5.5.2014

Aggiornamento del 25.05.2015

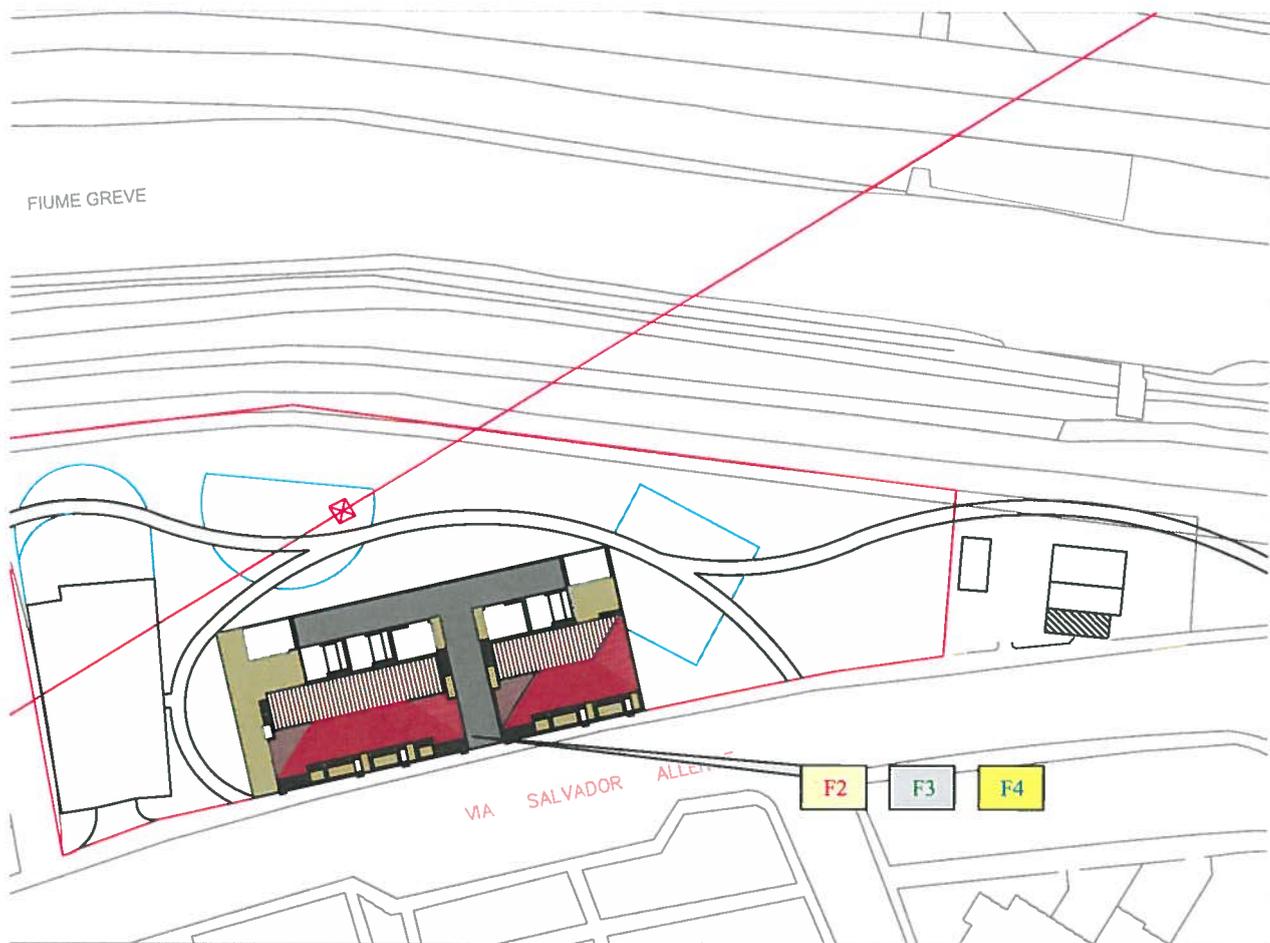
Aggiornamento del 30.04.2016

Aggiornamento del 26.10.2016

Dott. Geol. Eros Aiello

Dott. Geol. Gabriele Grandini

CARTA DELLA FATTIBILITA'

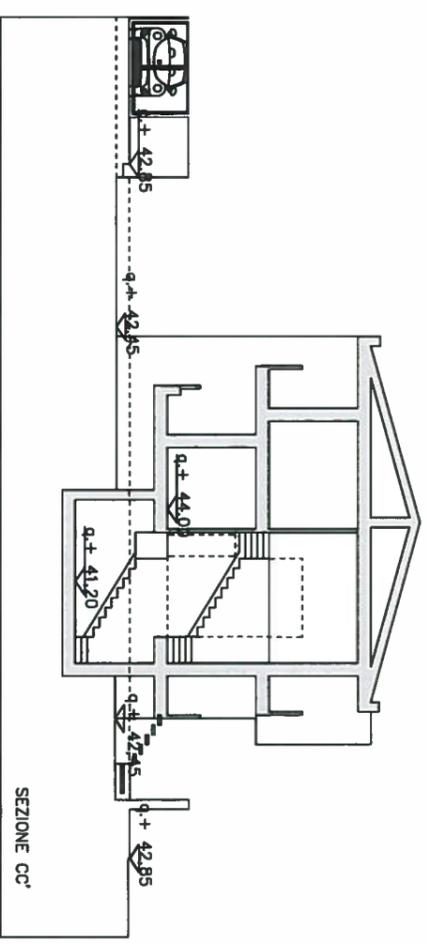
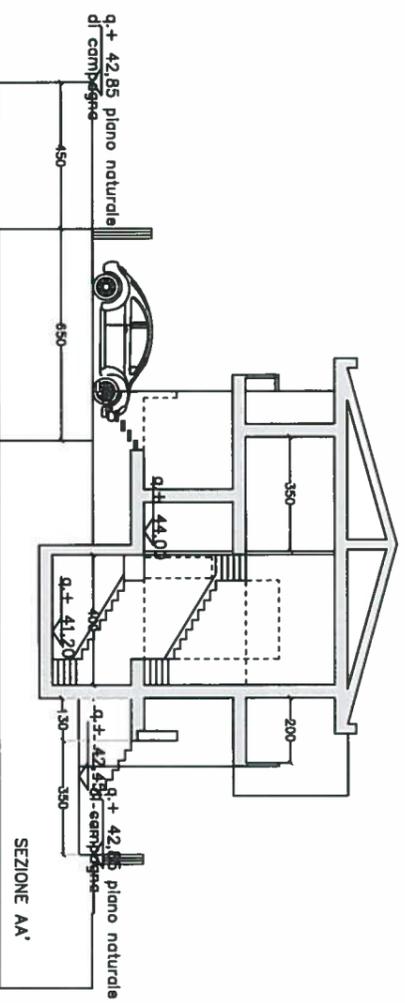
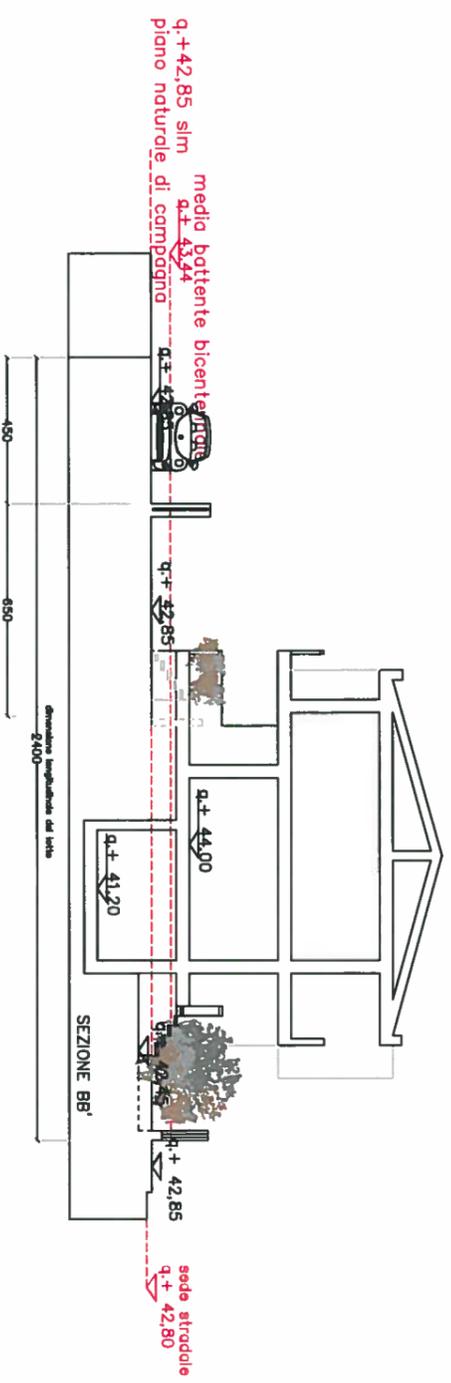
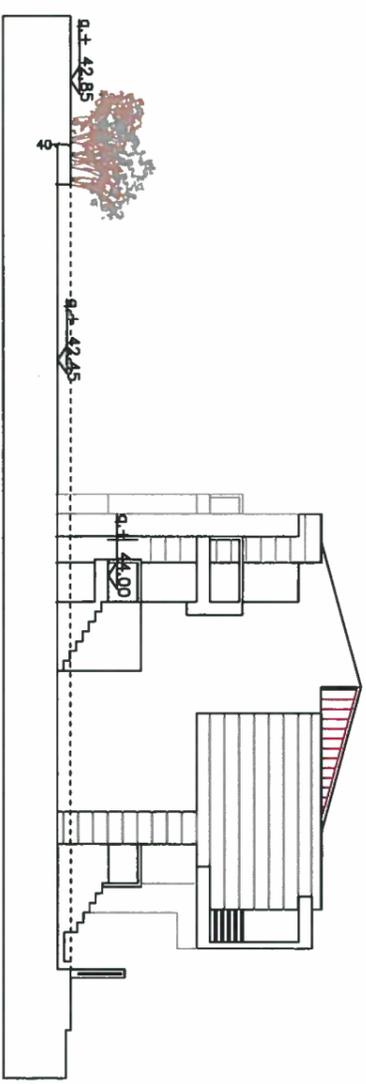
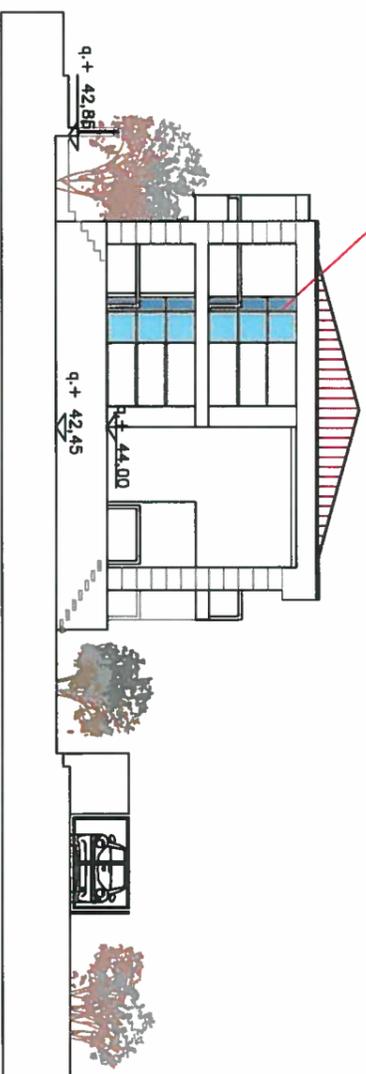


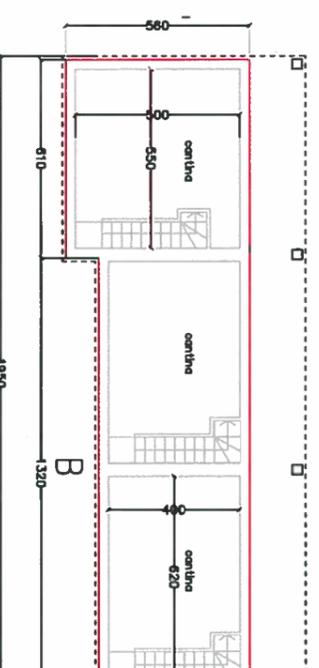
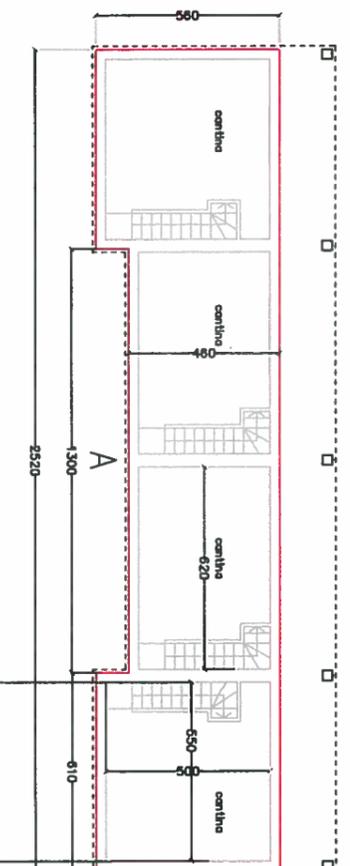
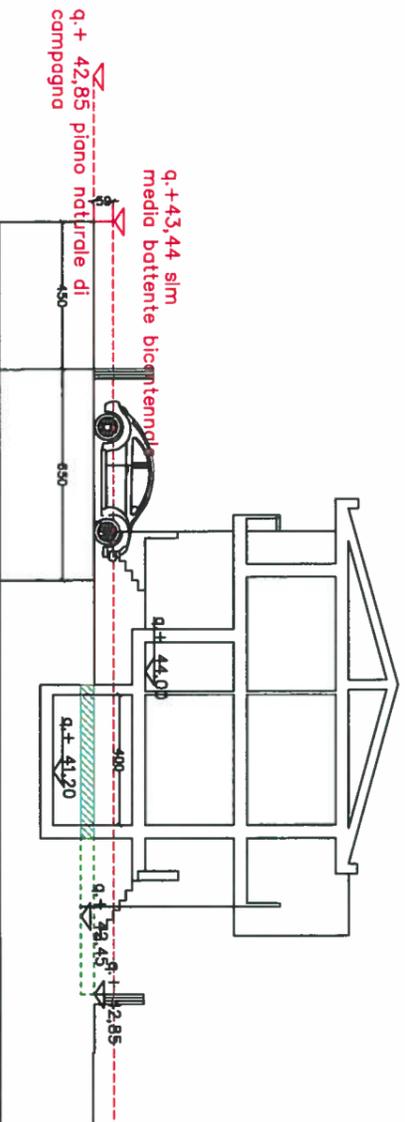
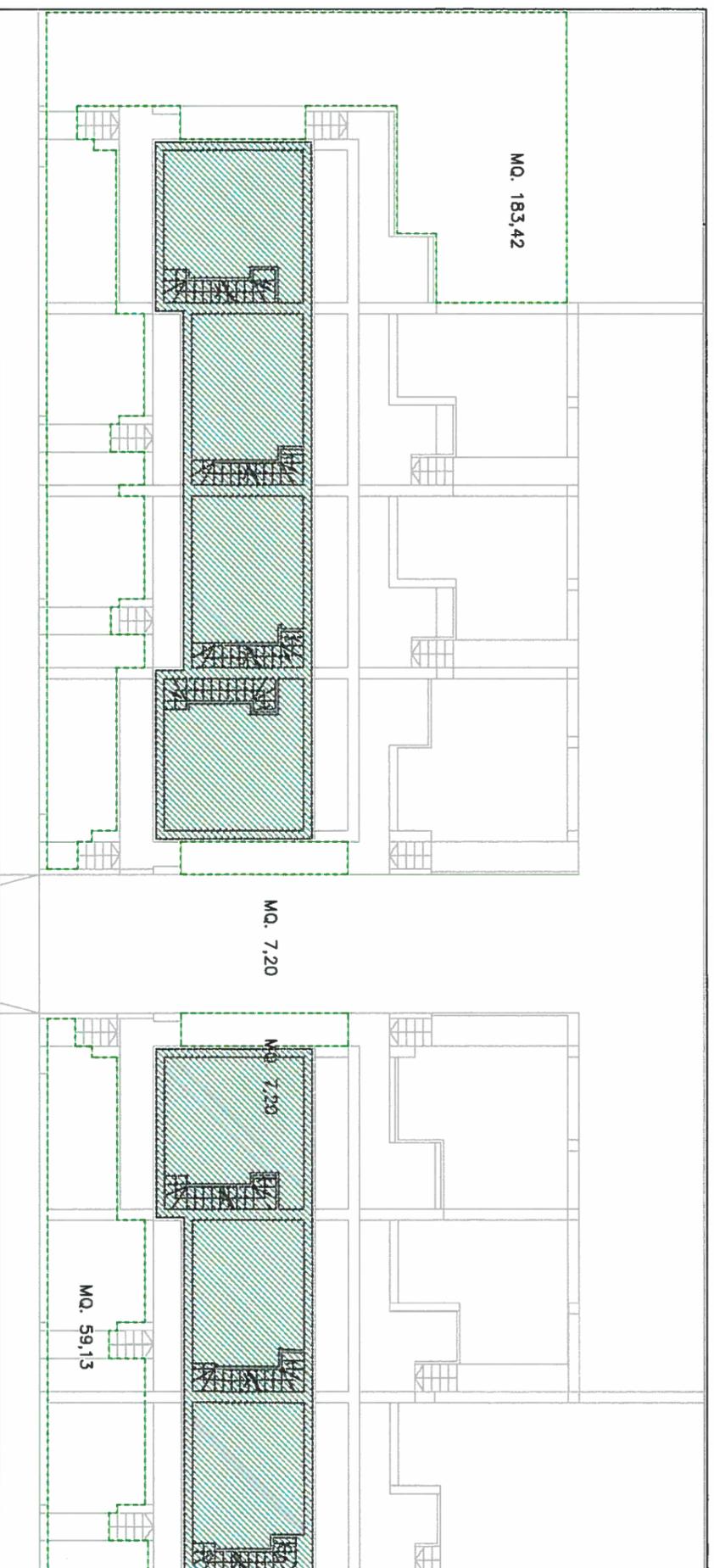
LEGENDA

Aspetti geologici	Aspetti sismici	Aspetti idraulici	
F1	F1	F1	Fattibilità senza particolari limitazioni.
F2	F2	F2	Fattibilità con normali vincoli.
F3	F3	F3	Fattibilità condizionata.
F4	F4	F4	Fattibilità limitata.

PROSPETTI E SEZIONI SCALA 1/200

vetrata lucifera a telaio fisso
non apribile





VOLUMI DA COMPENSARE

MC.115,01

A mq. 25,20x4,60+6,10x1,00x2 = MQ.128,12

B mq. 13,20x4,60+6,10x1,00 = MQ. 66,82

TOTALE mq.194,94x0,59 = mc. 115,01

differenza di quota tra il battente bicentennale e il piano naturale di campagna

(43,44-42,85)=0,59

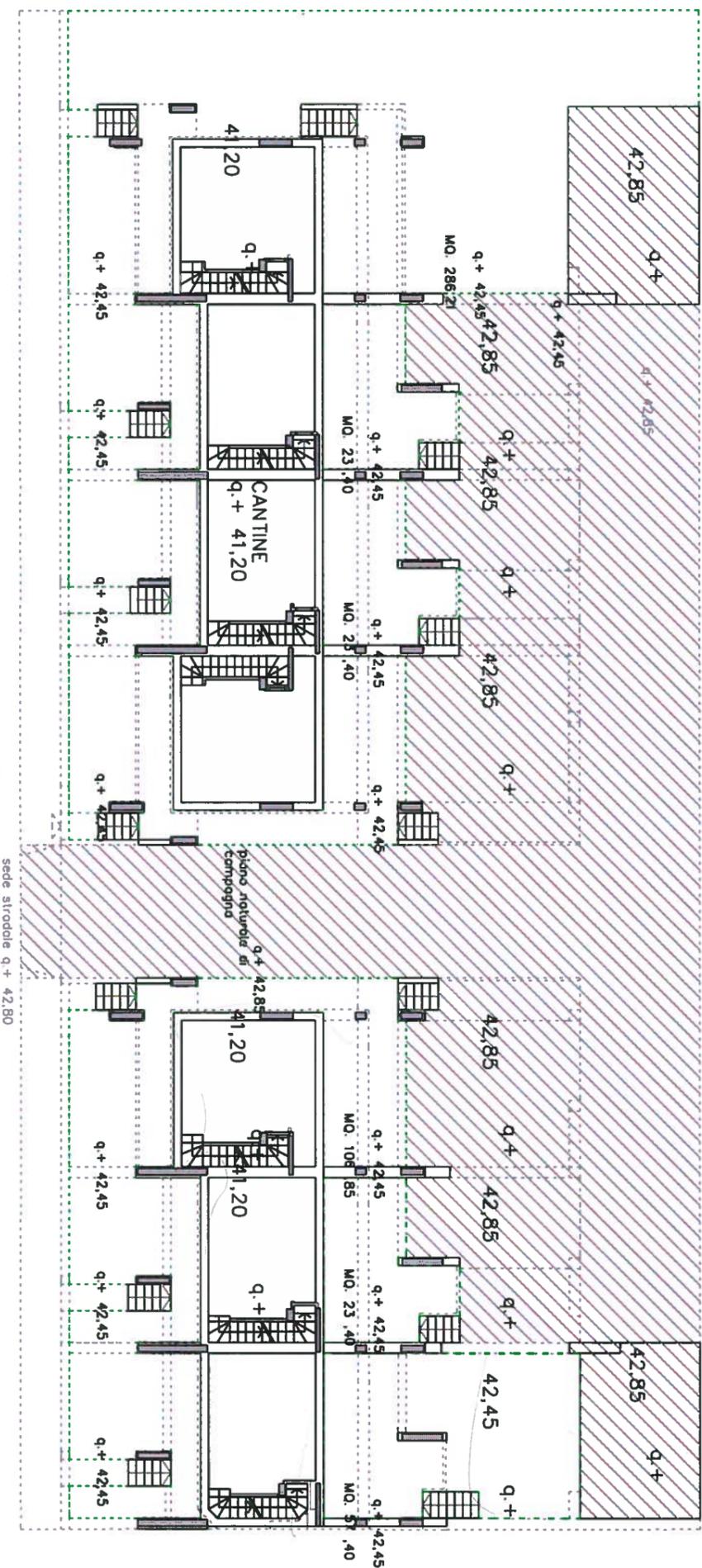
SCAVO DI COMPENSAZIONE

mc.284,49

mq. 250,95

250,95x0,46=mc.115,43 >115,01





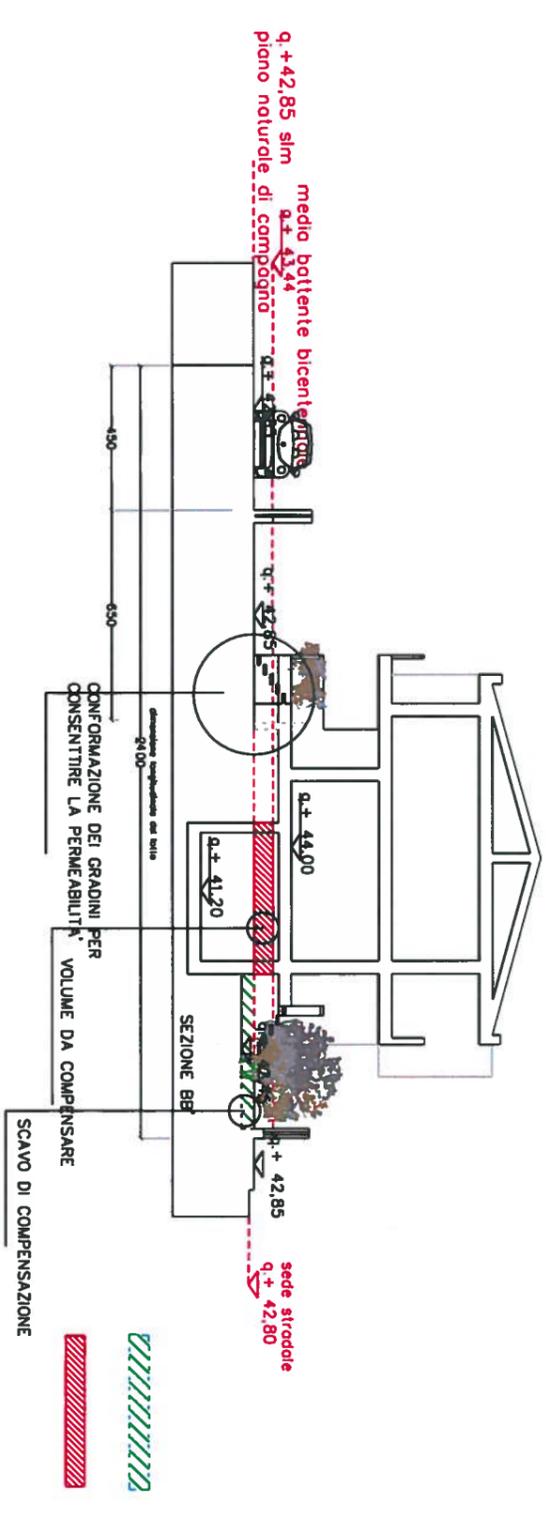
CONTORNATE IN VERDE TUTTE LE AREE ALLA QUOTA + 42,45
 POSTA A - 40 CM. SOTTO IL PIANO NATURALE DI CAMPAGNA A
 COMPENSAZIONE DEL VOLUME OCCUPATO DAL PIANO
 SEMINTERRATO (DIFFERENZA TRA IL PIANO DI CAMPAGNA E IL
 BATTENTE BICENTENNALE)

TRADEGGIATE LE AREE ALLA QUOTA +42,85 PER IL
 SODDISFACIMENTO DELLO STANDARD PARCHEGGI PRIVATI

LE AREE DA VALUTARE PER IL CALCOLO DELLA COMPENSAZIONE
 SONO DELLE RELATIVE ALLE CANTINE CHIUSE, CON ACCESSO
 ESCLUSIVO DALL'INTERNO DELLE UNITA' IMMOBILIARI CHE
 COSTITUISCONO L'UNICO ATTACCO A TERRA DELL'INTERVENTO
 OLTRE AI SETTI E PILASTRI STRUTTURALI

LE SCALE ESTERNE SONO PROGETTATE PER NON COSTITUIRE
 IMPEDIMENTO ALLE ACQUE 888(VEDI SEZIONE)

LE SUPERFICI DEL TERRENO ALLA QUOTA DI COMPENSAZIONE
 SOMMANO MQ.520



ALLEGATO n. 1

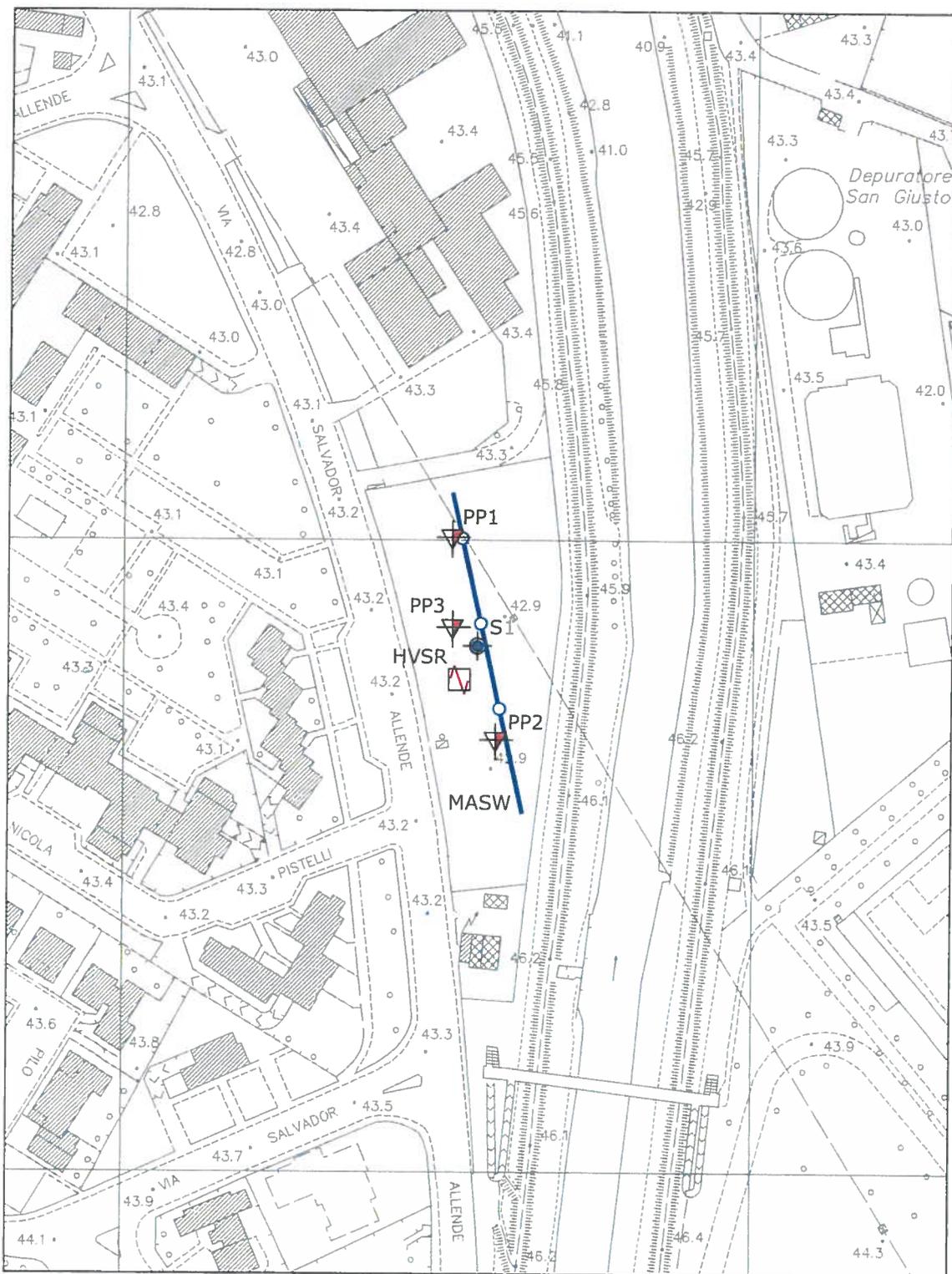
Stratigrafie relative ai sondaggi meccanici a carotaggio continuo

Certificazioni ed elaborazioni delle prove penetrometriche dinamiche certificati di analisi di

Certificazioni prove sismiche

Planimetria di ubicazione delle indagini

Scala 1:2.000



-  S1 Sondaggio a carotaggio continuo
-  PP1 Prova penetrometrica
-  HVSR Prova sismica passiva a stazione sismica
-  MASW Prova sismica tipo Masw



S.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.

Sede Legale : Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO - Cod. fiscale e Part. IVA: 01358250510

Uffici e Deposito : Via A. Grandi, 51 - 52100 AREZZO - tel: 0575 - 323501 - fax e tel: 0575 - 1979797

E-mail: info@geognostica.it - tecna@geognostica.it - Skype : tecna.ufficio - tecna.porta

STRATIGRAFIA SONDAGGIO

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

Committente Studio Geologico Geoeco Progetti		Località Via Allende - Scandicci - FI		Certificato n° / data 95 del 27.03.2014	
Cantiere		Sondaggio n. S1		Inizio / Fine Esecuzione 24.03.2014 / 25.03.2014	
Indagini geognostiche				Commessa n. / data 54 del 18.03.2014	
Responsabile di sito Geol Luigi Farini		Operatore Sig. Sereni		Tipo Carotaggio Continuo	
		Tipo Sonda Beretta T41		Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm. / 127 mm.	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro
1		Terreno di riporto costituito da limo con sabbia ghiaioso color marrone scuro con sparsi elementi di laterizi	0.50							
		Terreno di riporto costituito da limo con sabbia e sabbioso argilloso color marrone avana	1.30							
2		Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice limosa sabbiosa color marrone scuro con sparsi elementi di laterizi		10-9-9 3.00 PC						
			3.50							
3		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone scuro		4-17-14 5.50 PC					4.40	
4		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana		12-7-24 8.00 PC					5.00	
5		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana		9.00						
6		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
7		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
8		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
9		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
10		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
11		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
12		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
13		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
14		Ghiaia e ciottoli (dmax 7 cm) eterogenei da arrotondati a talora subspigolosi in matrice limoso sabbiosa color marrone avana								
			15							

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazer, R-Rmaneggiato, RS-Rmaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carobere Semplice, CD-Carobere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonico
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: Continuo
 Campioni Prelevati n. (data prelievo) nessun campione - falda misurata il 26.03.2014

Sonda Beretta T41

Responsabile di Sito
Geol. Luigi Farini

Direttore laboratorio
Dr. Moretti Giuliano

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

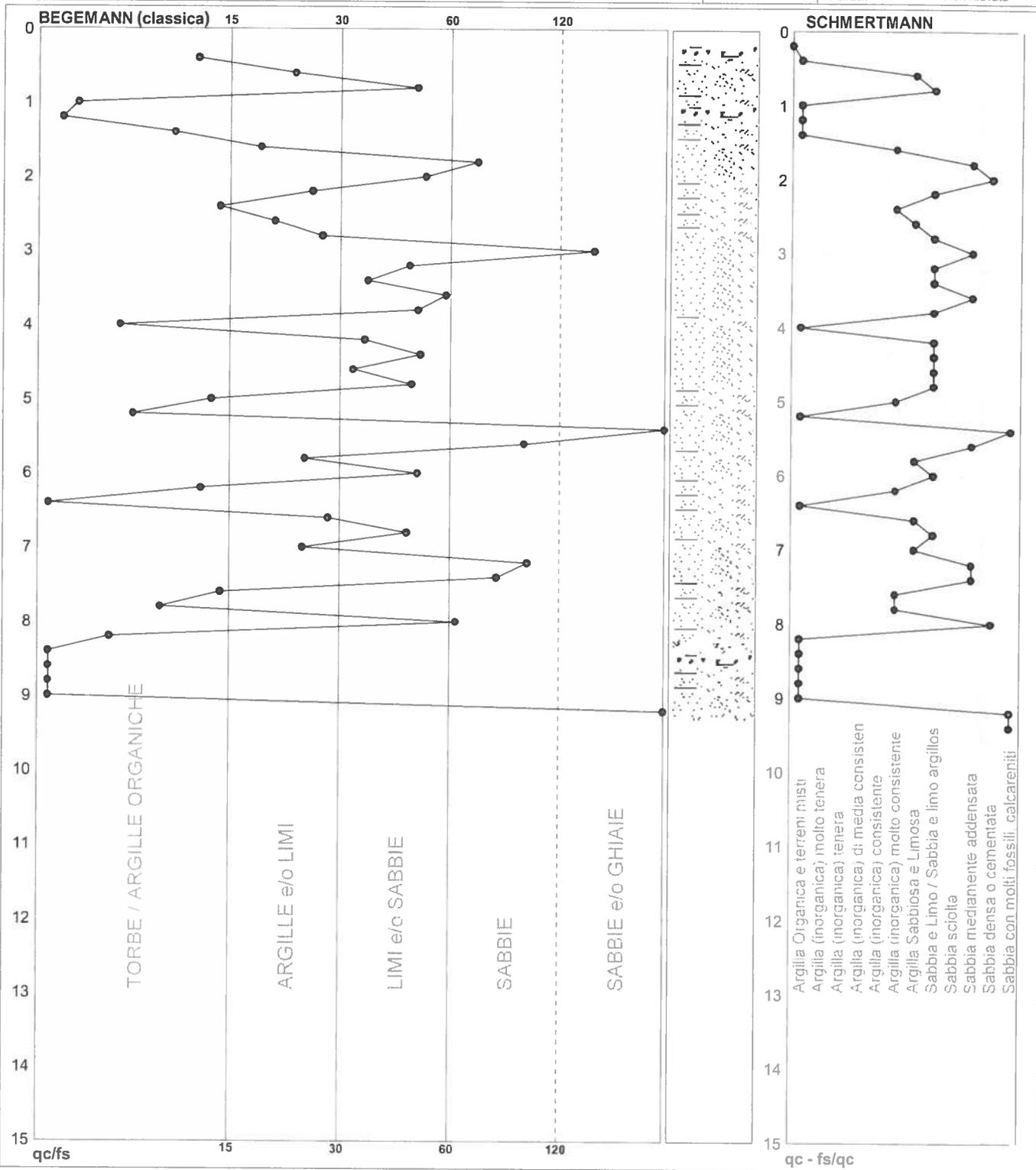
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT

1

Committente: Studio Geologico Geoeco Progetti
 Cantiere: Indagini geognostiche
 Località: Via Allende - Scandicci - FI

U.M.: kg/cm²
 Scala: 1:75
 Pagina: 1
 Elaborato:
 Data eseg.: 24/03/2014
 Falda: Non rilevata



Torbe / Argille org. :	18 punti, 24,32%
Argille e/o Limi :	8 punti, 10,81%
Limi e/o Sabbie :	13 punti, 17,57%
Sabbie:	4 punti, 5,41%
Sabbie e/o Ghiaie :	3 punti, 4,05%

TECNA snc di Moretti Dr. Giuliano

Sede Legale : Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO - Uffici e Deposito : Via A. Grandi, 51 - 52100 AREZZO

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

1

riferimento **029-2014**

certificato n° **088/2014**

n° verb.accett. **052 del 18-03-2014**

Committente: **Studio Geologico Geoecco Progetti**

Cantiere: **Indagini geognostiche**

Località: **Via Allende - Scandicci - FI**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **24/03/2014**

Data certificato: **25/03/2014**

Pagina: **1/17**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0,20	0,0	0,0		0,0	0,47	0									
0,40	17,0	24,0		17,0	1,33	13	7,8								
0,60	36,0	56,0		36,0	1,60	23	4,4								
0,80	31,0	55,0		31,0	0,67	46	2,2								
1,00	21,0	31,0		21,0	3,33	6	15,9								
1,20	20,0	70,0		20,0	3,47	6	17,4								
1,40	32,0	84,0		32,0	2,87	11	9,0								
1,60	32,0	75,0		32,0	1,73	18	5,4								
1,80	88,0	114,0		88,0	1,33	66	1,5								
2,00	130,0	150,0		130,0	2,67	49	2,1								
2,20	100,0	140,0		100,0	4,00	25	4,0								
2,40	64,0	124,0		64,0	4,40	15	6,9								
2,60	214,0	280,0		214,0	10,67	20	5,0								
2,80	120,0	280,0		120,0	4,53	26	3,8								
3,00	62,0	130,0		62,0	0,47	132	0,8								
3,20	83,0	90,0		83,0	1,87	44	2,3								
3,40	74,0	102,0		74,0	2,13	35	2,9								
3,60	66,0	98,0		66,0	1,20	55	1,8								
3,80	78,0	96,0		78,0	1,67	47	2,1								
4,00	71,0	96,0		71,0	8,80	8	12,4								
4,20	168,0	300,0		168,0	4,93	34	2,9								
4,40	180,0	254,0		180,0	3,80	47	2,1								
4,60	121,0	178,0		121,0	3,80	32	3,1								
4,80	63,0	120,0		63,0	1,40	45	2,2								
5,00	61,0	82,0		61,0	4,40	14	7,2								
5,20	64,0	130,0		64,0	7,33	9	11,5								
5,40	220,0	330,0		220,0	0,40	550	0,2								
5,60	99,0	105,0		99,0	1,13	88	1,1								
5,80	88,0	105,0		88,0	3,67	24	4,2								
6,00	90,0	145,0		90,0	1,93	47	2,1								
6,20	67,0	96,0		67,0	5,13	13	7,7								
6,40	36,0	113,0		36,0	7,73	5	21,5								
6,60	55,0	171,0		55,0	2,00	28	3,6								
6,80	114,0	144,0		114,0	2,60	44	2,3								
7,00	41,0	80,0		41,0	1,73	24	4,2								
7,20	60,0	86,0		60,0	0,67	90	1,1								
7,40	50,0	60,0		50,0	0,67	75	1,3								
7,60	40,0	50,0		40,0	2,73	15	6,8								
7,80	61,0	102,0		61,0	5,93	10	9,7								
8,00	133,0	222,0		133,0	2,27	59	1,7								
8,20	31,0	65,0		31,0	4,07	8	13,1								
8,40	7,0	68,0		7,0	19,20	0	274,3								
8,60	12,0	300,0		12,0	8,13	1	67,8								
8,80	43,0	165,0		43,0	9,33	5	21,7								
9,00	28,0	168,0		28,0	24,67	1	88,1								
9,20	180,0	550,0		180,0	0,07	2571	0,0								
9,40	480,0	481,0		480,0											

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Lo sperimentatore: **Sig. Sandro Gorini**

Il direttore laboratorio: **Dr. Giuliano Moretti**

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON049

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE	DIN	3
	riferimento	029-2014
	certificato n°	090/2014
	n° verb.accett.	052 del 18-03-2014

Committente: Studio Geologico Geoeco Progetti	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/03/2014
Cantiere: Indagini geognostiche	Pagina: 1/17	Data certificato: 25/03/2014
Località: Via Allende - Scandicci - FI	Elaborato:	Falda: Non rilevata

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	2		14,9					
0,40	1	2		8,0					
0,60	2	2		8,0					
0,80	2	2		8,0					
1,00	2	6		23,9					
1,20	2	20		79,8					
1,40	2	33		131,7					
1,60	3	9		35,9					
1,80	3	5		19,9					
2,00	3	9		35,9					
2,20	3	7		27,9					
2,40	3	8		31,9					
2,60	4	12		47,9					
2,80	4	9		35,9					
3,00	4	4		16,0					
3,20	4	6		23,9					
3,40	4	6		23,9					
3,60	5	4		16,0					
3,80	5	4		16,0					
4,00	5	11		43,9					
4,20	5	17		67,8					
4,40	5	20		79,8					
4,60	6	12		47,9					
4,80	6	9		35,9					
5,00	6	4		16,0					
5,20	6	8		31,9					
5,40	6	8		31,9					
5,60	7	8		31,9					
5,80	7	13		51,9					
6,00	7	9		35,9					
6,20	7	8		31,9					
6,40	7	7		27,9					
6,60	8	8		31,9					
6,80	8	8		31,9					
7,00	8	4		16,0					
7,20	8	4		16,0					
7,40	8	4		16,0					
7,60	9	11		43,9					
7,80	9	10		39,9					
8,00	9	12		47,9					
8,20	9	12		47,9					
8,40	9	16		63,8					
8,60	10	20		79,8					
8,80	10	18		71,8					
9,00	10	18		71,8					
9,20	10	22		87,8					
9,40	10	20		79,8					
9,60	11	19		75,8					
9,80	11	23		91,8					
10,00	11	14		55,9					
10,20	11	16		63,8					
10,40	11	16		63,8					
10,60	12	12		47,9					
10,80	12	16		63,8					
11,00	12	10		39,9					
11,20	12	7		27,9					
11,40	12	13		51,9					
11,60	13	23		91,8					
11,80	13	45		179,5					

H = profondità L1 = prima lettura (colpi punta) L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)	qcd = resistenza dinamica punta Asta = numero di asta impiegata	Lo sperimentatore: Sig. Sandro Gorini Il direttore laboratorio: Dr. Giuliano Moretti
---	--	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

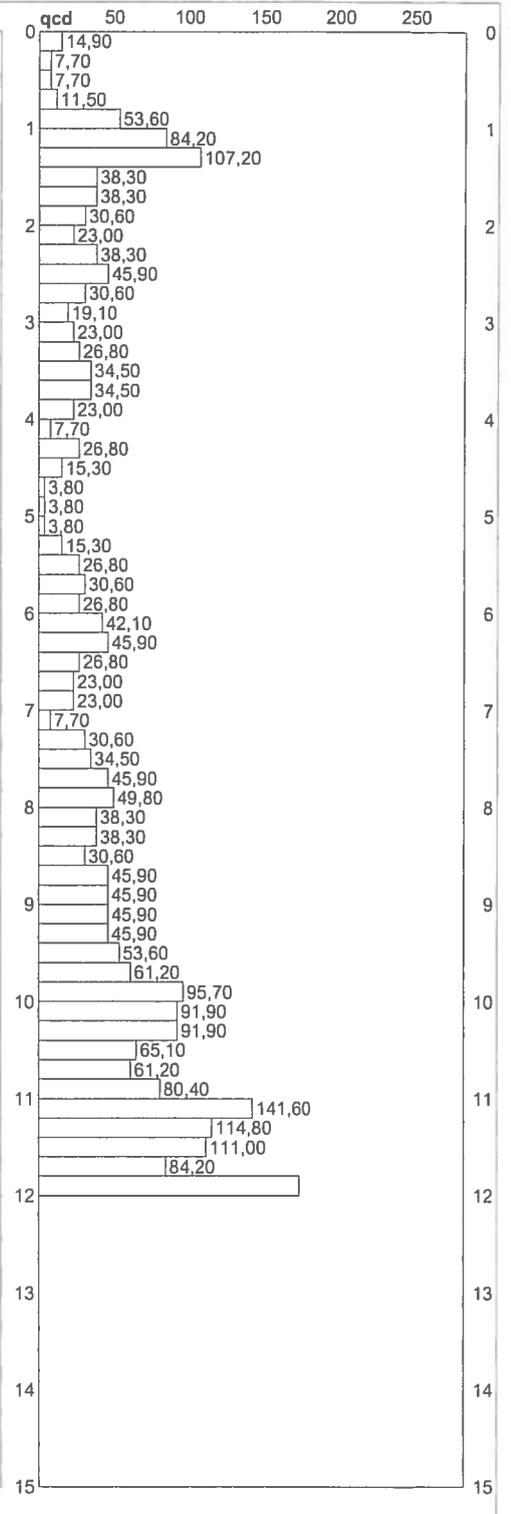
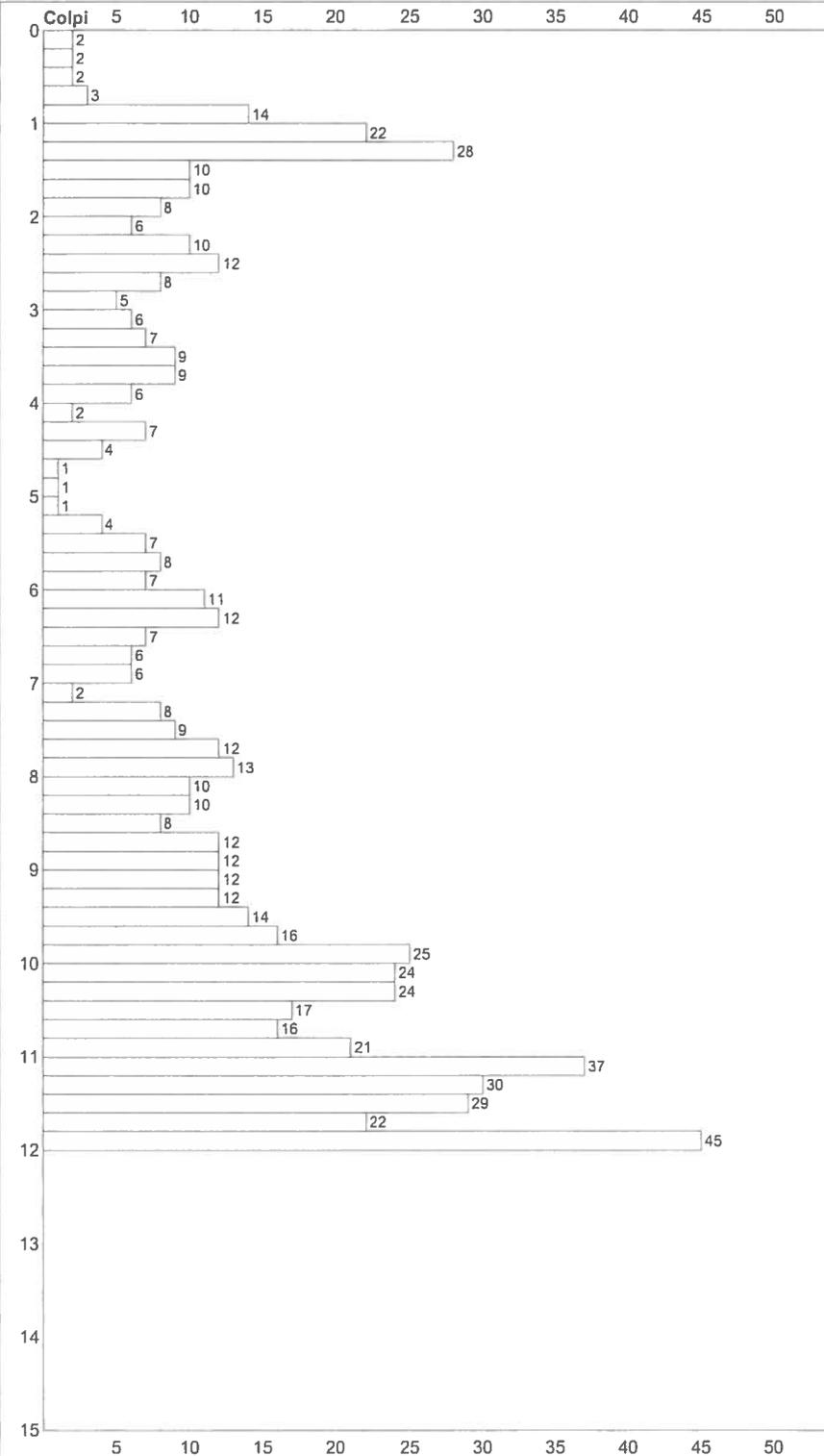
DIN	2
riferimento	029-2014
certificato n°	089/2014
n° verb.accett.	052 del 18-03-2014

Committente: **Studio Geologico Geoeco Progetti**
 Cantiere: **Indagini geognostiche**
 Località: **Via Allende - Scandicci - FI**

Quota ass.: Piano Campagna

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: 1:75
 Pagina: 2/17
 Elaborato:

Data exec.: 24/03/2014
 Data certificato: 25/03/2014
 Falda: Non rilevata



Responsabile:
 Assistente:

Corr.astine: kg/ml
 Cod.ISTAT: 048041

Preforo: m
Lo sperimentatore: Sig. Sandro Gorini
Il direttore laboratorio: Dr. Giuliano Moretti

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN

2

Committente: Studio Geologico Geoeco Progetti
Cantiere: Indagini geognostiche
Località: Via Allende - Scandicci - FI

U.M.: kg/cm² Data eseg.: 24/03/2014
Pagina: 1
Elaborato: Falda: Non rilevata

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β	Nspt colpi	rp kg/cm ²	qc kg/cm ²	Vs m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	2	1,52	3	10,5	15,1	76	29	0,52	Coes./Gran.	
2	0,80 : 1,40	Media	21	1,52	32	81,7	132,6	151	192	4,08	Coes./Gran.	
3	1,40 : 3,80	Media	8	1,52	13	31,9	48,3	140	93	1,60	Coes./Gran.	
4	3,80 : 5,40	Media	3	1,52	5	12,4	16,6	132	43	0,62	Coes./Gran.	
5	5,40 : 7,20	Media	7	1,52	11	28,1	33,4	161	82	1,40	Coes./Gran.	
6	7,20 : 9,40	Media	11	1,52	16	41,1	44,1	181	110	2,05	Coes./Gran.	
7	9,40 : 11,00	Media	20	1,52	30	75,1	73,6	230	182	3,76	Coes./Gran.	
8	11,00 : 12,00	Media	33	1,52	50	124,8	117,1	257	274	6,24	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm ²	Ysat t/m ³	W %	e	Mo kg/cm ²	Dr %	σ °	E' kg/cm ²	Ysat t/m ³	Yd t/m ³	Mo kg/cm ²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	3	0,19	1,78	44,21	1,19	28	11	27	214	1,86	1,38	105	---
2	0,80 : 1,40	32	2,00	2,10	20,20	0,55	94	67	37	438	2,06	1,71	394	---
3	1,40 : 3,80	13	0,81	1,93	30,31	0,82	55	40	31	291	1,95	1,53	218	---
4	3,80 : 5,40	5	0,31	1,83	39,28	1,06	33	18	28	230	1,88	1,41	127	---
5	5,40 : 7,20	11	0,69	1,91	32,11	0,87	50	37	30	276	1,94	1,51	196	---
6	7,20 : 9,40	16	1,00	1,97	27,79	0,75	61	44	32	315	1,97	1,55	252	---
7	9,40 : 11,00	30	1,88	2,10	20,20	0,55	90	65	36	423	2,05	1,69	377	---
8	11,00 : 12,00	50	3,13	2,10	20,20	0,55	130	85	41	577	2,15	1,85	548	---

2014



Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928

**INDAGINE GEOFISICA SISMICA
M.A.S.W.
(Multichannel Analysis of Surface Waves)**

**INDAGINE GEOFISICA SISMICA
HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)**

LOCALITÀ:	SCANDICCI	ID:	31595310314333M46	DATA:	31/03/14
-----------	-----------	-----	-------------------	-------	----------

PREMESSA

In località *Via Allende Scandicci* in data 31/03/2014 (Illustrazione 1) è stata eseguita un'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) e un'acquisizione HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche per la definizione del parametro VS30 nei primi 30 metri. Tale parametro permette la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area di intervento, secondo la recente normativa antisismica DM 14.01.2008.



Illustrazione 1: Ubicazione dello stendimento (stendimento non in scala)

TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime). Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie. Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (Thorne L & Wallace T.C, 1995, *Modern Global Seismology*). Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh (Illustrazione 2) che si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

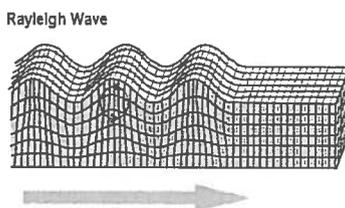


Illustrazione 2: Onde di Rayleigh

ONDE DI LOVE

La riflessione totale delle onde SH dà origine alle onde di Love (Illustrazione 3), che si muovono con moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione, ma polarizzato nel piano orizzontale.

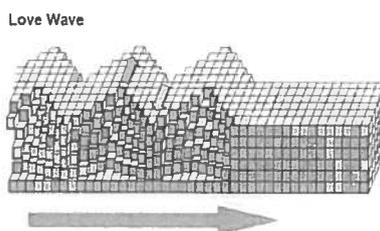


Illustrazione 3: Onde di Love

Le onde superficiali, a differenza di quelle di volume (P ed S), hanno le seguenti proprietà:

Sono dispersive in mezzi non omogenei (perché variano la propria velocità a seconda della frequenza). La velocità di propagazione è lievemente più bassa rispetto alle onde S. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Love e Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Un'ulteriore proprietà importante è la diminuzione dell'ampiezza che diminuisce con

radice quadrata della distanza dalla sorgente. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Il microtremore sismico, caratterizzato da oscillazioni molto piccole ($10-15 \text{ m/s}^2$), è causato dai fenomeni atmosferici, onde oceaniche e vento, da attività antropica e da movimenti dinamici terrestri (terremoti, magma ecc). Le tecniche che misurano questi "rumori" sono dette indagini di tipo passivo. Un'onda sismica di qualsiasi genere, a seconda del terreno che attraversa, subirà dei cambiamenti che faranno perdere, quasi completamente le caratteristiche originali. Sarà possibile comunque, ricreare una piccola parte del segnale originale che contiene le informazioni relative alla struttura locale vicina al sito di indagine. Questa informazione, mediante alcune tecniche passive e sotto dei rigidi vincoli può essere estratta attraverso tecniche tipo HVSR.

TECNICA

Dagli studi di Kanai (1957) e poi Nogoshi e Igarashi (1970) per estrarre gli spettri del rumore sismico registrati in un sito applicarono la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR). Successivamente Nakamura (1989) la utilizzò come metodo per determinare l'amplificazione sismica locale. Il concetto su cui si basa la tecnica HVSR è basata sul contrasto di impedenza (densità per velocità dello strato) fra più strati sismici.

Esaminiamo un terreno omogeneo e isotropo composto da due strati 1 e 2 che si distinguono per le diverse densità (1 e 2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

Un'onda che viaggia nello strato 1 viene riflessa (parzialmente) dall'orizzonte che separa i due strati che interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato.

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a $f_r = V_{S1}/(4h)$ (1)

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE

L'analisi M.A.S.W. viene condotta in due fasi principali:

PRIMA FASE

La prima fase avviene in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l.

L'acquisizione viene effettuata mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 2 m. per una lunghezza totale dello stendimento di 46 metri.

Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, vengono effettuate con offset (dal primo geofono) di -3 m, -6 m -9 m e dal ventiquattresimo geofono a +3, + 6 e +9 m. L'indagine geofisica viene eseguita sul livello di campagna, ma il valore della $V_s 30$ verrà calcolato dalla quota delle fondazione dell'infrastruttura che verrà posta a -1 m dal livello di campagna.



Illustrazione 4: Stendimento

SECONDA FASE

La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software WinMASW 5,0 ACADEMY della Eliosoft.

Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di

dispersione che poi mediante inversioni e modellizzazioni permetterà la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde s nel terreno. Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati, ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito. Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Illustrazione 6 e Illustrazione 5):

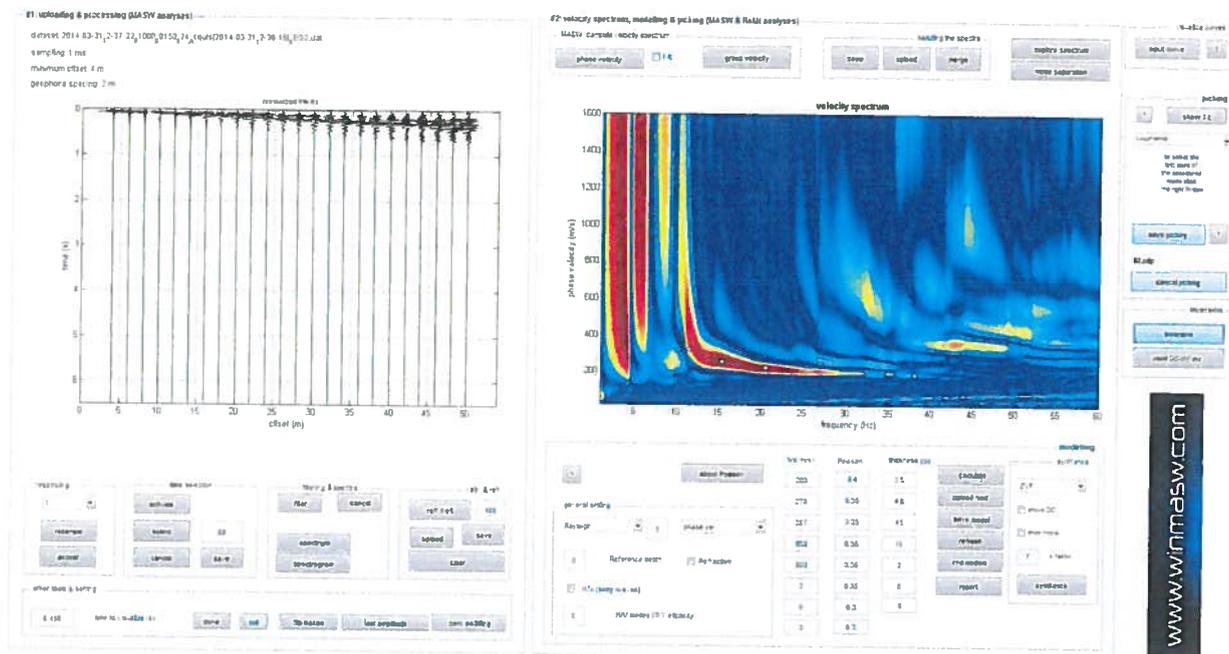


Illustrazione 5: Inversione della curva di dispersione

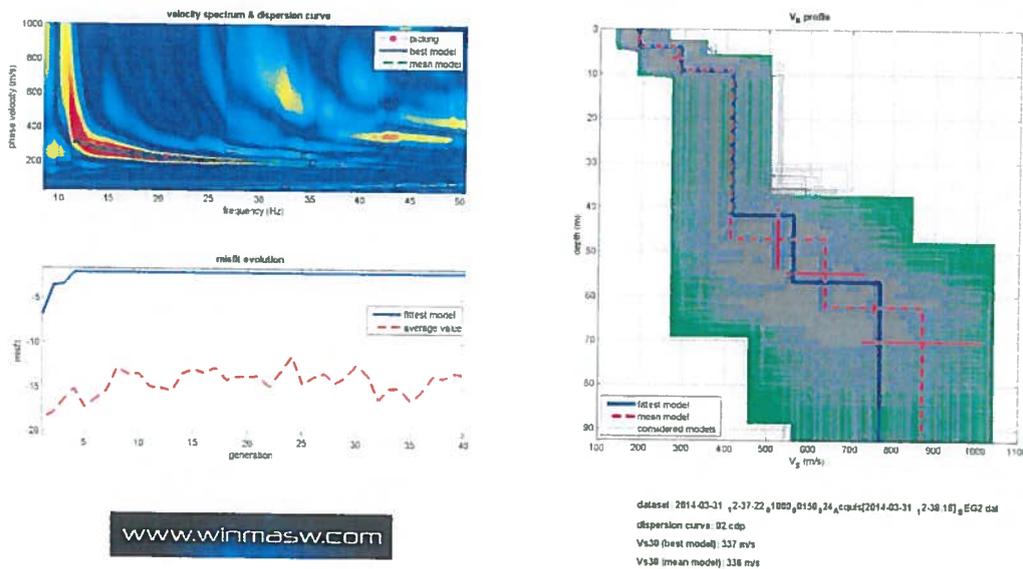


Illustrazione 6: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE INDAGINI HVSR

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale della durata variabile ma mai minore ai 5000 secondi con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento, il tromografo digitale GeoBox 24 bit della SARA electronic instruments s.r.l., è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S , E O e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing. Tutte le analisi sono state disposte in direzione NS magnetico mediante bussola Brunton
2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW5,0 ACADEMY della Eliosoft e Geopsy. Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:
 1. Ricampionamento a 128 Hz del segnale
 2. Rimozione manuale di eventuali transienti
 3. Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e lisciamento con ampiezza pari al 10%
 4. Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura
 5. Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza
 6. Analisi della direttività del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2)

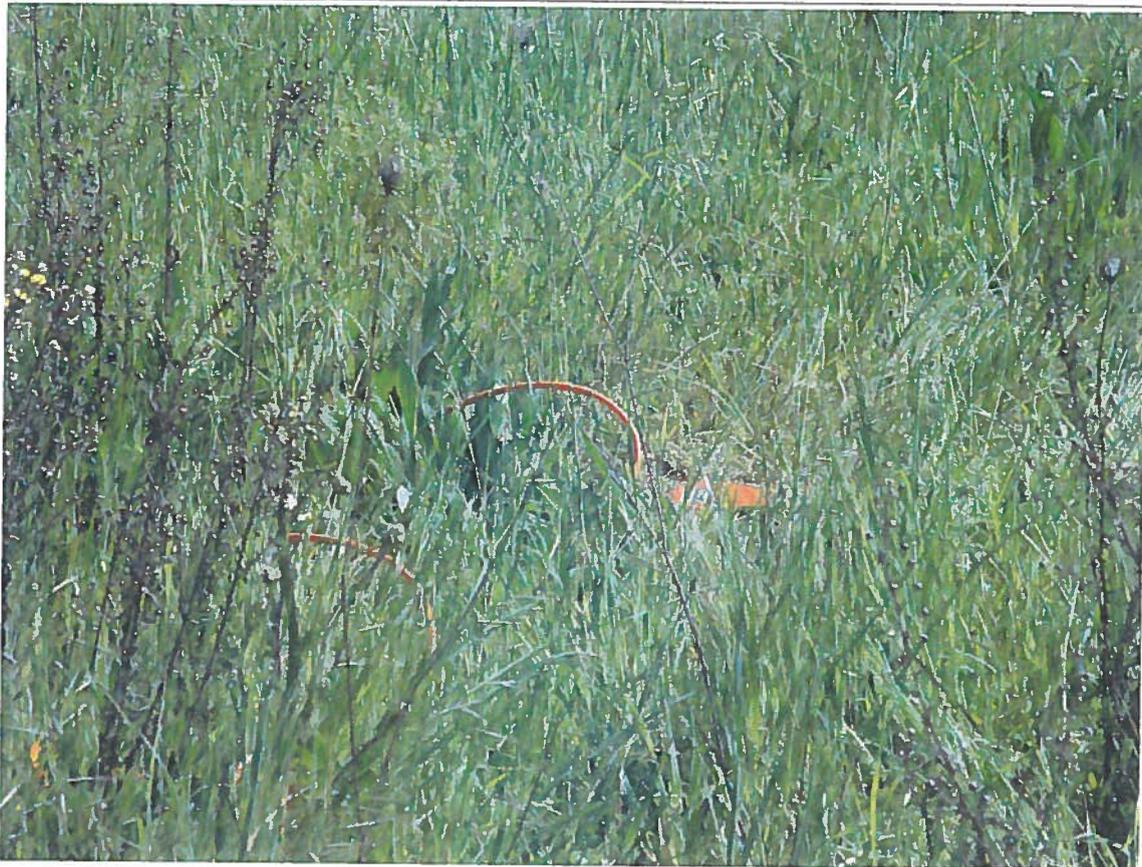
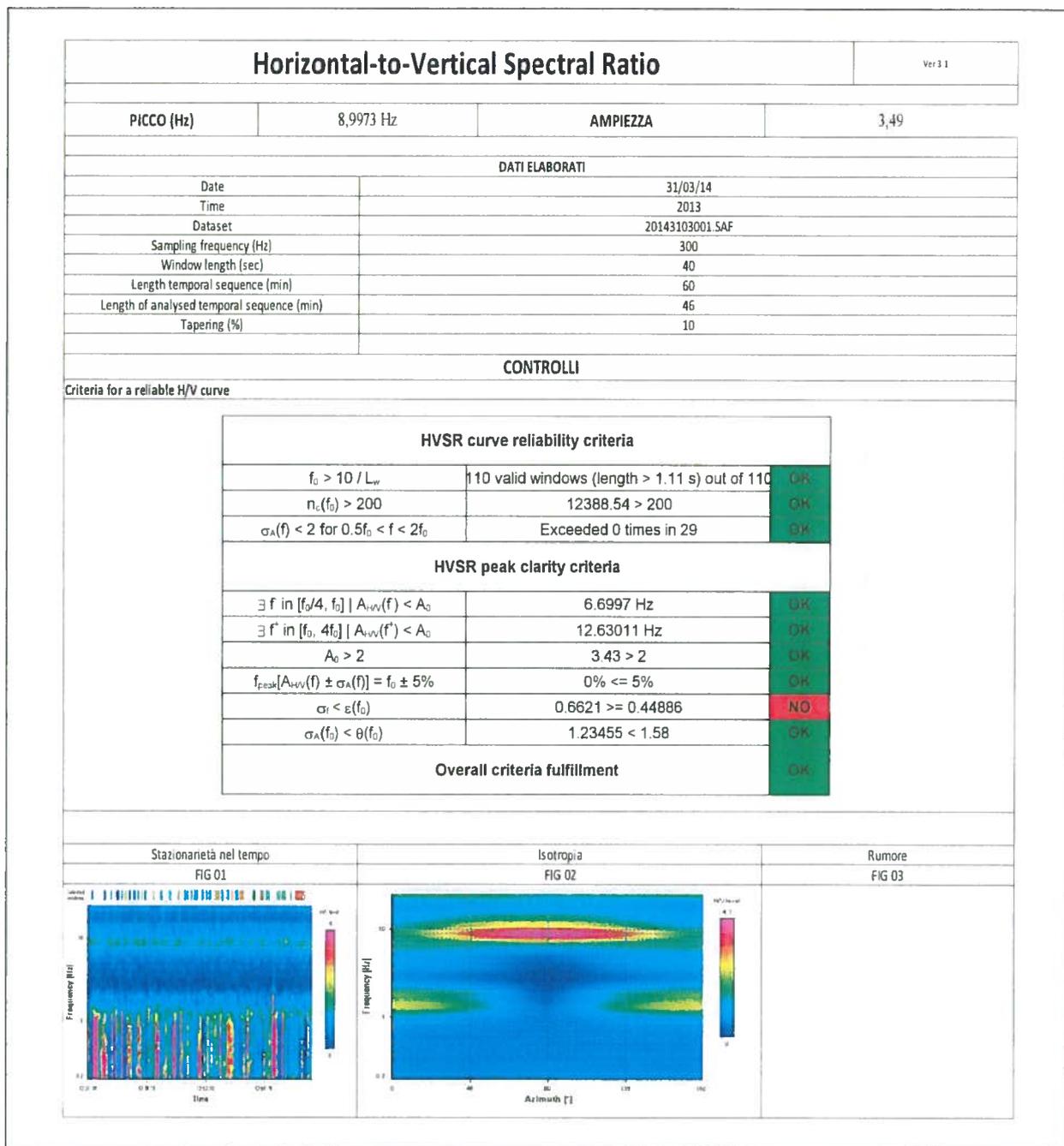


Illustrazione 7: Posizionamento

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .

Un ulteriore controllo della qualità dell'acquisizione HVSR viene basato sulla classificazione proposta nelle attività di MS dell'Abruzzo (Albarello-Mucciarelli, 2010):



Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

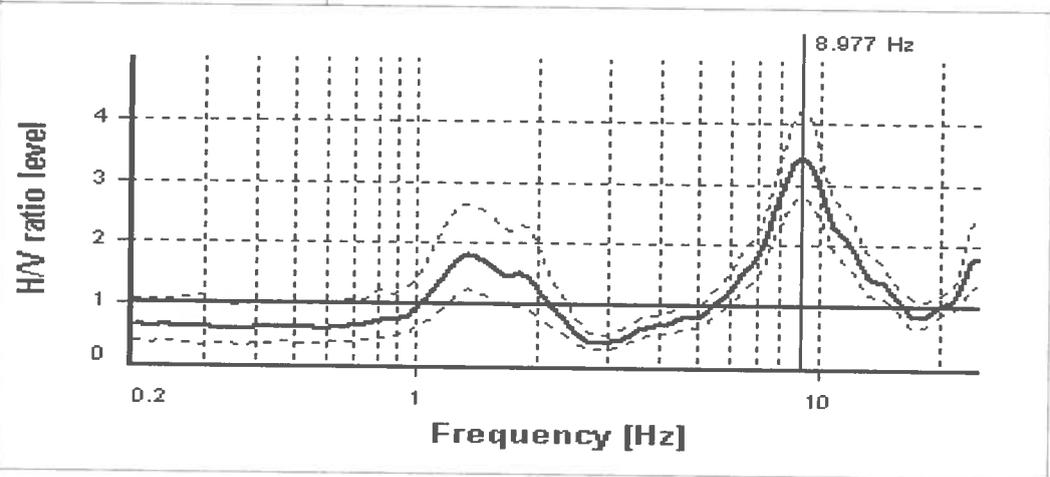
CHECK

1	Durata: la misura deve essere almeno di 20 minuti		OK
2	Isotropia: le variazioni azimutali d'ampiezza non superano il 30% del massimo (FIG 02)		OK
3	Robustezza statistica: sono soddisfatti i primi 3 criteri di SESAME		OK
4	Stazionarietà nel tempo (FIG 01)		OK
5	Rumore elettromagnetico all'interno dell'intervallo di interesse (FIG 03)		NO
6	Rumore elettromagnetico all'esterno dell'intervallo di interesse (FIG 03)		NO
7	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (<i>plausibilità fisica</i>)		SI
8	Criteri Sesame	SI	TIPO 1 se almeno 5 su 6 OK TIPO 2 se meno 5 su 6 OK

Per ulteriori informazioni: Microzonazione Sismica e Programma VEL

CATEGORIA	A	TIPO	TIPO 1
NOTE	Picco netto di origine naturale a 9 Hz e uno più profondo a 1-4 Hz		

PICCHI (Hz)	8,9773 Hz
-------------	-----------



L'incrocio dei dati derivanti dalle altre indagini ad esempio MASW, sismica a Rifrazione, CPT ecc, mediante il software Geopsy, ha permesso di modellare una possibile sismostratigrafia derivante dall'analisi HVSR:

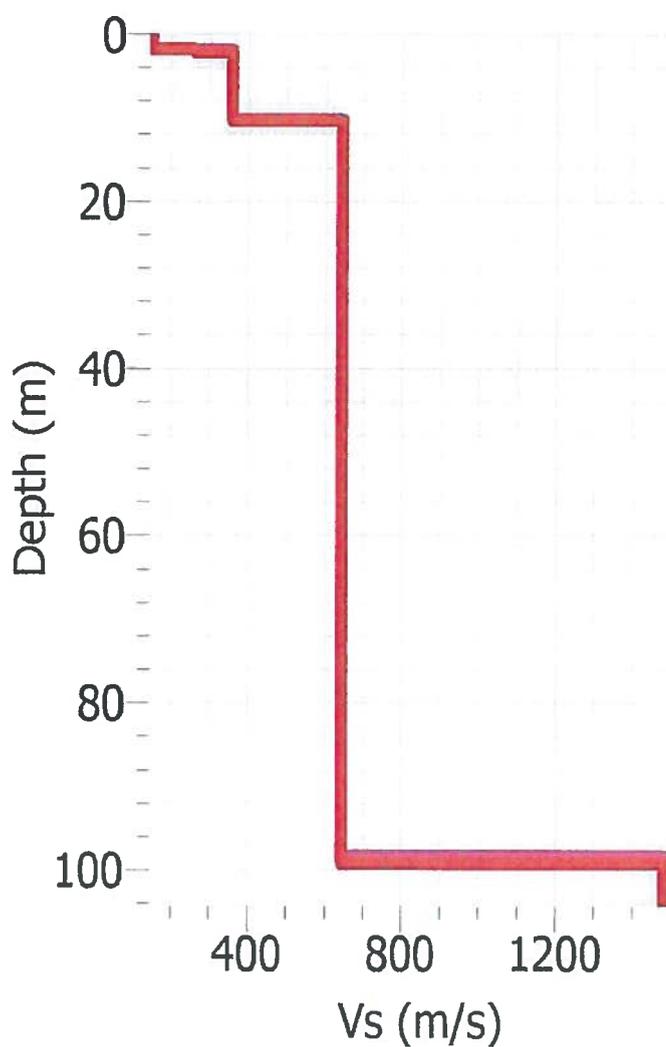


Illustrazione 8: Sismostratigrafia HVSR

CONCLUSIONI MASW

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- La sezione ottenuta mostra un primo sismo-strato con una velocità delle onde S di circa 192 m/s fino alla profondità di circa 2,9 m
- Un secondo sismo strato con velocità 285 m/s e spessore 5,2 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia, al di sotto dei 8,1 m di profondità, velocità delle onde di taglio (Vs) che aumentano fino a circa 411 m/s alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e sismo-stratigrammi

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

VS30 e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione		1	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond	
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	192	470	2,45	3,9	0	-2,9
2	285	593	5,10	5,2	-2,9	-8,1
3	411	856	2,08	20,9	-8,1	-30

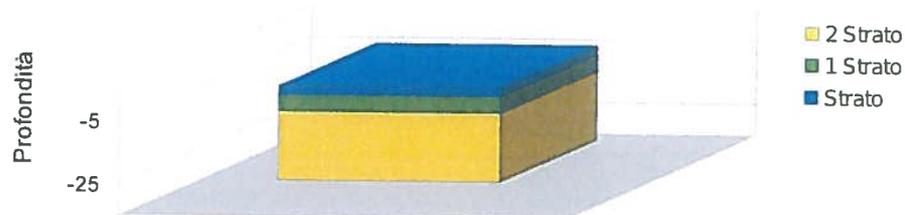
Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)
1	0,4	1,87	68935,68	321168,76	192998,63
2	0,48	1,93	156764,25	469663,57	464024,69
3	0,35	2,02	341220,42	1025166,16	921430,4

1	0,02	1	0,02
2	0,02	2	0,02
3	0,05		0,03
	0,09		

VS 30	346,28	0	0
--------------	---------------	----------	----------

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



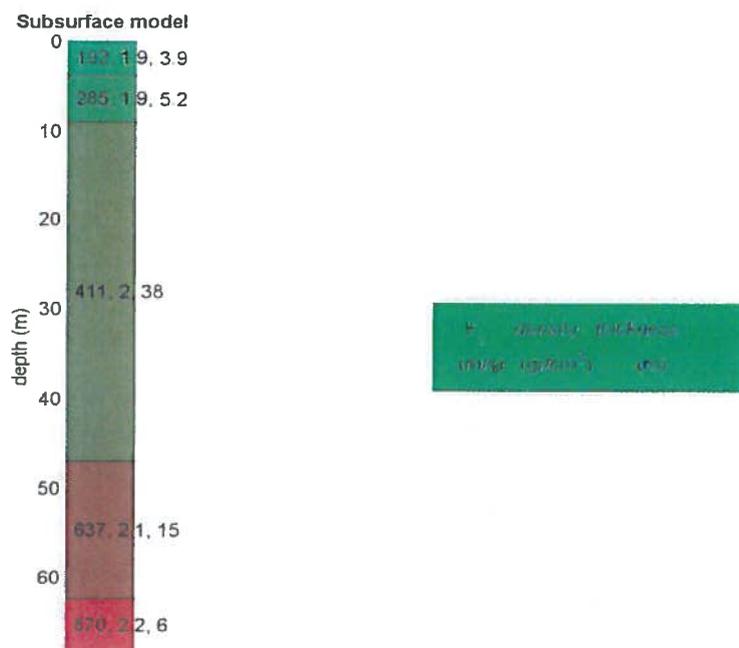
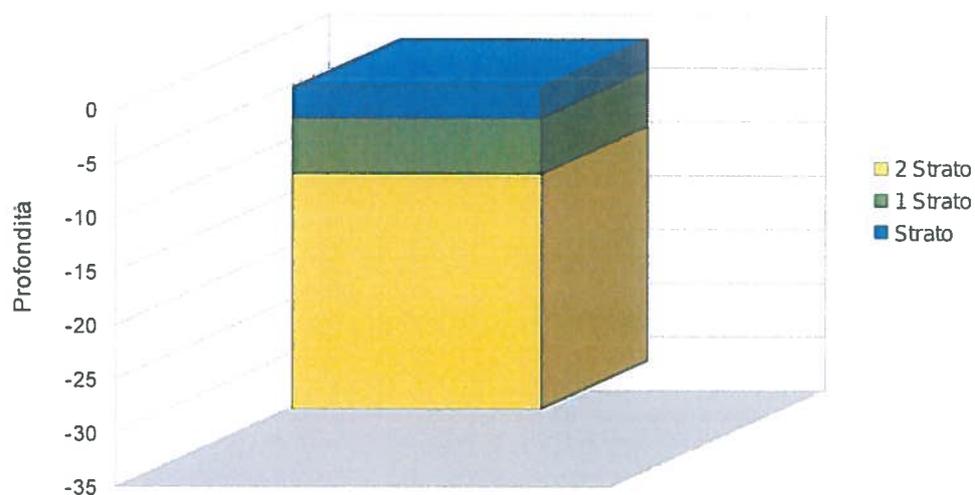


Illustrazione 9: Sismo-stratigrama dal livello campagna

Illustrazione 10: Sismo-stratigrama dal livello fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (Vs30) dal livello delle fondazioni è risultato :

$$\mathbf{VS30 = 346 \text{ m/s}}$$

che comporta una classificazione del suolo in categoria:

C

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Nota

La suddetta classificazione del suolo è determinata mediante l'elaborazione di dati acquisiti in campagna. A causa delle semplificazioni intrinseche della modellizzazione matematica adottata, si rimanda al geologo, grazie all'esperienza maturata e alle conoscenze del sito, dare la classificazione che ritiene più idonea.

Si consiglia per lo studio della sismo stratigrafia, a causa della natura delle indagini, di adottare la Masw per gli strati superficiali e HVSR per quelli profondi.

31/03/14

Dott. Marco Marzupini

31595310314333M46