

Relazione di fattibilità geologica, sismica e idraulica

ai sensi del D.P.G.R. n.5/R/2020

Oggetto

Rigenerazione urbana di piazza G. Guerra
con realizzazione del nuovo Teatro comunale

Ubicazione

Piazza G. Guerra
Comune di Empoli (FI)

Committente

Comune di Empoli

Il tecnico
Geol. Luca Peruzzi



Febbraio 2023

Premessa

La presente relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica è stata redatta a supporto di rigenerazione urbana di Piazza G. Guerra nel Comune di Empoli (FI) con la realizzazione del nuovo teatro comunale e parcheggio collegato.

L'indagine, sulle cui risultanze è stato redatto il presente rapporto, è stata svolta in ottemperanza del D.P.R.G. n.5/R/2020 e della Del.G.R.T. n.878 del 08/10/2012 sulla classificazione sismica del territorio regionale che inserisce il Comune di Empoli nella Zona 3.

Dal punto di vista del rischio idraulico questo elaborato è stato redatto ai sensi della D.C.R.T. n.72/07 (PIT), del D.P.C.M. n.226 del 05/11/99, del PGRA (Piano di Gestione Rischio di Alluvioni), della L.R. n.41/2018 oltre che ai sensi norme tecniche Comune di Empoli.

Considerata la natura superficiale del terreno ed il tipo di intervento, per definire le caratteristiche geomeccaniche e stratigrafiche dei terreni coinvolti, in questa fase di fattibilità si è ritenuto opportuno utilizzare le seguenti indagini geotecniche e geofisiche realizzate in aree attigue a quella dell'intervento caratterizzate dagli stessi contesti geologici, geomorfologici e geotecnici:

- n.1 prova penetrometrica statica con un penetrometro di tipo olandese da 10 t della Deep Drill di Ferrara, spinta sino alla profondità di -9,00 m dal p.c. attuale (Tav.2);
- n.1 indagine sismica con prova MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) e prova "Re.Mi." (*Refraction Microtremor* - Allegati 1-2).
- n. 1 sondaggio a carotaggio profondo oltre 30 m attrezzato
- n. 1 indagine sismica in foro tipo down hole (Allegato 3)

Tali indagini hanno consentito di acquisire una specifica conoscenza delle caratteristiche idro-geolitologiche e fisico-meccaniche del sottosuolo esaminato, in modo da poter esprimere un motivato giudizio di fattibilità geologica, idraulica e sismica ai sensi del D.P.R.G. n.5/R/2020. Il sottoscritto, sulla base della esperienza pluridecennale di indagini sul territorio comunale di Empoli e sulla base di quanto si può visionare nelle banche dati comunali ritiene che la zona in studio presenti caratteristiche del tutto analoghe ai territori limitrofi e adiacenti. In ogni caso, per la progettazione delle fondazioni e delle opere strutturali dell'intervento dovrà essere realizzata un'apposita campagna mediante sondaggi geognostici e indagini geofisiche, quali sismica a rifrazione o riflessione, in modo da definire la categoria di sottosuolo e la resistenza Rd del terreno, ai sensi del D.M. 17/01/2018 e del D.P.G.R. n.1/R/22.

1. Considerazioni sulla pericolosità geologica, sismica ed idraulica

1.1 Pericolosità e fattibilità geologica ai sensi del Piano Strutturale del Comune di Empoli

L'area dell'intervento è inserita nell'abitato di Empoli, in sinistra idrografica del F.Arno alla distanza di circa 30 m dall'argine dello stesso corso d'acqua; la zona, completamente pianeggiante, risulta caratterizzata da pendenze inferiori al 5% ed è posta mediamente alla quota di circa 27,2-27,9 m s.l.m. (Tav.2).

La particella in cui sarà realizzato l'intervento in progetto non è inserita tra le aree classificate a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante PF del D.P.C.M. 06/05/2005 (P.A.I.-Autorità di Bacino F.Arno), nè tra le aree classificate a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica del PAI "dissesti geomorfologici" (Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale) poiché situata in un'area stabile con condizioni litologiche, strutturali e geomorfologiche favorevoli alla stabilità con bassa propensione al dissesto.

Le indagini allegare alla variante al Piano Strutturale del Comune di Empoli inseriscono l'area dell'intervento in classe di **pericolosità geologica media G2** poiché caratterizzata dalla presenza di terreni suscettibili di liquefazione dinamica (Tav.3); la **fattibilità geologica**, quindi, in base alla classe di pericolosità geologica ed al tipo dell'intervento, è di classe 2 con normali vincoli.

1.2 Pericolosità e fattibilità sismica ai sensi del Piano Strutturale del Comune di Empoli

Le indagini allegare alla variante al Piano Strutturale del Comune di Empoli inseriscono l'area dell'intervento in classe di **pericolosità sismica locale elevata S3** (Tav.3) poiché si ipotizza sia caratterizzata dalla presenza di terreni suscettibili di liquefazione dinamica (Tav.3); la **fattibilità sismica**, quindi, è di classe 3 condizionata alla realizzazione di indagini geologiche di approfondimento del quadro stratigrafico e geotecnico, commisurate alle problematiche geotecniche che caratterizzano l'area ed in particolare alla verifica del potenziale di liquefazione dei terreni ed in funzione della tipologia di intervento.

1.3 Pericolosità e fattibilità idraulica ai sensi del Piano Strutturale del Comune di Empoli

In base allo "Studio idrologico idraulico di supporto al nuovo regolamento urbanistico del Comune di Empoli" la zona dell'intervento **ricade in classe di pericolosità idraulica media I.2** ai sensi del D.P.G.R. n.53/R/2011 (Tav.4).

L'area non ricade, inoltre, né tra le zone allagabili per esondazione dei corsi d'acqua più vicini né tra quelle indicate per la realizzazione di opere idrauliche per la riduzione del rischio e non risulta essere stata interessata da alcun evento esondativo (Tav.4).

In base alla classe di pericolosità idraulica ed al tipo dell'intervento, quindi, la **fattibilità idraulica** è di classe 2 con normali vincoli.

1.4 I vincoli sovracomunali

D.P.C.M. del 5 novembre 1999

Il lotto in studio **ricade tra le area allagate** in occasione dell'esondazione del 1966, ma non tra quelle interessate dagli eventi del triennio 1991-'93 (*"Carta delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi del periodo 1966-1999"* – Tav.4) e non ricade tra quelle indicate per la realizzazione di opere idrauliche per la riduzione del rischio.

In tali zone, ai sensi della Norma 6 del decreto in oggetto, le opere che comportano trasformazioni edilizie ed urbanistiche possono essere realizzate a condizione che non vi sia incremento del rischio idraulico da esse determinabile o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio da realizzarsi contestualmente all'esecuzione delle opere stesse. Visto che dagli studi idraulici di dettaglio del P.S. e del P.G.R.A. l'area dell'intervento risulta già posta in sicurezza idraulica l'intervento è fattibile senza ulteriori prescrizioni a carattere idraulico.

Delibera C.R.T. n.72/07 (P.I.T.)

La zona in oggetto **non ricade nelle aree indicate dall'Art.36, comma 3** della delibera in oggetto per cui l'intervento è fattibile senza prescrizioni.

Piano di Gestione Rischio di Alluvioni (PGRA)

La zona in oggetto **ricade in classe di pericolosità da alluvione bassa P1** del PGRA (Tav.4): ai sensi della Disciplina di Piano in tali aree sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

Visto che dagli studi idraulici di dettaglio del P.S. l'area risulta già posta in sicurezza idraulica l'intervento sarà realizzato in condizioni di gestione del rischio idraulico

L.R. n.41 del 24/07/2018 e ss.mm.

Ai sensi della legge regionale in oggetto l'intervento è fattibile senza prescrizioni in quanto l'area **non ricade in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti** definite dalla stessa normativa.

Ai sensi dell'Art.3 della normativa in oggetto l'intervento è fattibile senza prescrizioni in quanto sarà realizzato al di fuori di alvei, golene, argini ed aree comprendenti le due fasce di larghezza di 10 m dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui alla L.R. n.79/2012.

2. Risultati dell'indagine geotecnica e geologica

2.1 Caratteri geomorfologici ed idrogeologici del sito

L'area in esame è situata all'interno del centro abitato di Empoli che si sviluppa nell'ampia piana alluvionale del F.Arno e dei Torrente Orme (Tav.1); dal punto di vista **geomorfologico** il lotto è inserito in una zona completamente pianeggiante e caratterizzata da pendenze inferiori al 5%, ad una quota media di 27,2-27,9 m s.l.m. (Tav.2). Durante il sopralluogo effettuato ed in seguito alle indagini geognostiche realizzate, nell'area in esame ed in un congruo intorno, non sono stati evidenziati fenomeni di dissesti di nessun genere, vista anche la conformazione morfologica pianeggiante dell'area a, in accordo con la Carta Geomorfologica allagata P.S. comunale.

Dal punto di vista **geologico**, l'area è collocata su terreni geologicamente "recenti", di natura alluvionale deposti dal Fiume Arno e dei suoi affluenti. Questi depositi poggiano su un substrato di sedimenti marini pliocenici costituiti da un'alternanza di argille grigie e sabbie debolmente cementate con livelli ghiaiosi e conglomeratici. Un livello ciottoloso-ghiaioso è presente alla base del ciclo sedimentario alluvionale poggiante su sedimenti marini pliocenici. I sedimenti alluvionali recenti nella zona in studio hanno uno spessore superiore a 25 metri e sono costituiti prevalentemente da argille e limi (*bf* – Tav.1). Procedendo verso Nord, s'incontrano i rilievi formati da depositi alluvionali terrazzati recenti e dalla formazione marina del Pliocene medio-sup. ad oltre 1.000 m dalla zona dell'intervento.

Dal punto di vista **idrogeologico** durante l'esecuzione dell'indagine geognostica CPT.1 di riferimento era è stato intercettato un livello acquifero alla profondità di -4,50 m dal p.c. attuale dovuto alla presenza di sedimenti prevalentemente limo-sabbiosi nei primi metri dal p.c. Il primo acquifero confinato in ghiaia e sabbia, presente con continuità areale sul territorio comunale alla base del ciclo sedimentario alluvionale, si intercetta mediamente alla profondità di oltre -20 m dal p.c.

Dal punto di vista **idrologico**, anche se la pendenza naturale del terreno è bassa non vi saranno problemi per il deflusso delle acque superficiali di qualsiasi origine, vista la realizzazione della rete fognaria pubblica.

2.2 Caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica dell'area dell'intervento

Per la caratterizzazione stratigrafica dei primi metri della zona dell'intervento in questa fase di fattibilità si è ritenuto opportuno utilizzare n.1 prova penetrometrica statica realizzata nell'area prossima a quella dell'intervento e spinta sino alla profondità di -9,00 m dal p.c. (Tav.2); dal rapporto tra resistenza alla punta (R_p) e la resistenza di attrito locale (R_{al}) ricavata dai dati penetrometrici, si è potuto ricostruire, secondo la classificazione di Searle (Begemann modif.), la colonna stratigrafica della CPT con la descrizione litologica dei terreni attraversati dalla punta del penetrometro.

Parametri geotecnici medi CPT.1

Profondità		Litologia	Rp kg/cm ²	φ	Cu kg/cm ²	Mo kg/cm ²
da m	da m					
0,00	-0,80	Terreno superficiale vegetale e riporto	--	--	--	--
-0,80	-4,80	Sabbie limose e limi sabbiosi mediamente addensati con intercalazioni di limi argillosi	17,1	23	0,62	51,2
-4,80	-7,20	Sabbie limose e limi sabbiosi sciolti	12,6	20	--	37,8
-7,20	-9,00	Limi sabbiosi sciolti	10,5	18	--	31,5

Per una ricostruzione stratigrafica più profonda si è fatto riferimento anche ad un sondaggio a carotaggio realizzato per la costruzione di un fabbricato per civile abitazione in Via Vanghetti nel centro cittadino

COMMITTENTE: MAESTRELLI GRAZIANO				SONDAGGIO N°: SG.1				L.R. 2/1974			
CANTIERE: Costruzione di edificio residenziale				TIPO SONDA: a rotazione				Piezometri:			
LOCALITÀ: Via Vanghetti n. 7/9 - Comune di Empoli (FI)				PERFORAZIONE: 33,00 m							
QUOTA p.c.: +28,90 m s.l.m.				RESP. di CANTIERE: Geol. L. Peruzzi							
QUOTA fon. foro: -9,10 m s.l.m.				DATA: 26-gene-15							
Stratigrafia											
Profondità (m)	Intervallo (m)	Carotaggio	Descrizione litologica	Carotaggio	RECD	Profondità	Profondità	Profondità	S. P. T.	Profondità	Profondità
0,00	0,80		Terreno superficiale alterato e riporto								
0,80	2,20		Limi argillosi consistenti								
2,20	3,00		CAMPIONE S1 C1			3,00					
3,00	4,00		Limi sabbiosi			3,50					
4,00	7,50		CAMPIONE S1 C2			7,50					
7,50	8,00					8,00					
8,00	19,00		Argille limose e limi argillosi								
19,00	27,00		Ghiaie e ghiaie grossolane								
27,00	33,00		Argille grigie compatte								

Sulla base dei risultati sopra riportati possiamo affermare che:

- dal punto di vista **stratigrafico** l'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali sabbiosi e limosi e argillosi normalconsolidati fino a circa 27 m dove si trovano agglomerati ghiaiosi passanti ad argille del pliocene;
- dal punto di vista **geomeccanico** i terreni intercettati al di sotto della coltre di terreno superficiale alterato e di riporto presentano caratteristiche medie, con R_p mediamente pari a 10 kg/cm²;
- dal punto di vista **geomorfologico** l'intervento non influirà negativamente sulle aree limitrofe/adiacenti;
- dal punto di vista **geotecnico** l'intervento potrà essere realizzato con fondazioni superficiali le cui caratteristiche dovranno essere definite sulla base di indagini ai sensi delle norme vigenti in materia;
- dal punto di vista **idrogeologico** era stata intercettata una falda superficiale a -4,50 m dal p.c. attuale dovuta alla presenza di livelli sabbiosi e limosi nei primi metri di profondità dal p.c. Di tale livello si dovrà tenere in considerazione per la progettazione delle fondazioni degli edifici in progetto e delle eventuali strutture interrato;
- dal punto di vista **sismico** per la determinazione della categoria del sottosuolo si è fatto riferimento ai valori del parametro V_{s30} determinati da n.1 prospezione geofisica di superficie di tipo MASW e n.1 prospezione sismica in foro tipo Down Hole. La MASW è stata realizzata in un'area prossime a quella dell'intervento (Allegato 1-2): il valore di V_{s30} calcolato lungo il profilo è risultato pari a **312 m/s**. La sismica DH è stata realizzata in un'area prossime a quella dell'intervento (Allegato 3-4): il valore di V_{s30} calcolato lungo il profilo è risultato pari a **233 m/s**. Considerato che non è stato intercettato il *bedrock* sismico (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s) ai sensi delle N.T.C. 2018 $V_s = V_{seq}$, l'area dell'intervento può essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, nella **categoria C** dei suoli di fondazione corrispondente a "*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*" (Tab.3.2.II delle Norme). Il territorio comunale di Empoli, inoltre, ai sensi della Del.G.R.T. n.878 del 08/10/2012 sulla **classificazione sismica** del territorio regionale, è inserito nella **Zona 3**.

3. Pericolosità e fattibilità geologica, idraulica e sismica locale ai sensi del D.P.G.R. n.5/R/20

L'intervento in oggetto prevede la rigenerazione urbana di Piazza G. Guerra nel Comune di Empoli con la realizzazione del nuovo teatro comunale (Tav.5); per i dettagli progettuali si faccia riferimento agli elaborati grafici redatti dal progettista a cui questo rapporto fa esplicito riferimento.

3.1 Valutazione della pericolosità

Sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche di cui ai paragrafi precedenti ed in ottemperanza al D.P.G.R. n.5/R/20 in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche, è possibile attribuire all'intervento in oggetto le seguenti classi di pericolosità (Tav.5):

- pericolosità geologica media G.2 in quanto si tratta di un'area con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto;
- pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità P1 poiché si tratta di una zona classificata a pericolosità da alluvione bassa negli atti di pianificazione di bacino (P.G.R.A.);
- pericolosità sismica locale elevata S.3 in quanto si tratta di una zona potenzialmente suscettibile di liquefazione dinamica, caratterizzata da terreni per i quali non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione.

3.2 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

Considerato che l'area dell'intervento è classificata a pericolosità geologica media G.2, le condizioni di attuazione dell'intervento sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. In sede di presentazione del progetto edilizio sarà, quindi, necessario realizzare specifiche indagini geognostiche (quali prove CPT, CPTU e/o sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro SPT e prove di laboratorio) finalizzate alla caratterizzazione geotecnica del terreno ed alla verifica delle effettive condizioni di stabilità stratigrafica in ottemperanza del D.M. 17/01/2018 e del D.P.G.R. n.1/R/22.

3.3 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio alluvioni

Nelle aree caratterizzate da pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità P1 la fattibilità degli interventi non è condizionata dalla L.R. n.41/2018 per cui la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. Dagli studi eseguiti a supporto del nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli, ai sensi del D.P.G.R. n. 53R/2011 della Regione Toscana, e da quelli per la redazione del PGRA l'area è considerata in sicurezza idraulica. Non sono previsti eventi di natura alluvionale per tempi di ritorno inferiori a 200 anni. Sono pertanto

da perseguire le normali norme di buona tecnica costruttiva che saranno esplicitate nel progetto definitivo.

3.3 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici

L'area in studio è stata classificata in pericolosità sismica S3 sulla base del Regolamento 53R/11 e quindi su base qualitativa o comunque non con i criteri del Regolamento 5R/20, inoltre per il Comune di Empoli non sono stati pubblicati studi di micro zonazione sismica che ci consentano di attribuire la pericolosità sismica ai sensi del Regolamento 5R/20. Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata S.3, nelle zone stabili suscettibili di liquefazione dinamica, devono essere effettuate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI). Per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZS_{LQ}) e di rispetto a liquefazione (ZR_{LQ}), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4).

In sede di presentazione del progetto edilizio sarà, quindi, necessario realizzare specifiche indagini geofisiche e geognostiche in ottemperanza del D.M. 17/01/2018 e del D.P.G.R. n.1/R/22.

Trattandosi di edifici rilevanti ricadenti nella classe d'indagine 4, sulla base delle indagini geofisiche effettuate dovrà essere valutata l'effettiva necessità della Risposta Sismica Locale. La RSL eventualmente dovrà essere eseguita utilizzando la procedura degli abachi litostratigrafici messi a disposizione dalla Regione Toscana e l'Allegato A delle specifiche tecniche regionali approvate con Del GRT n.1162/2018.

Empoli, 21/02/2023

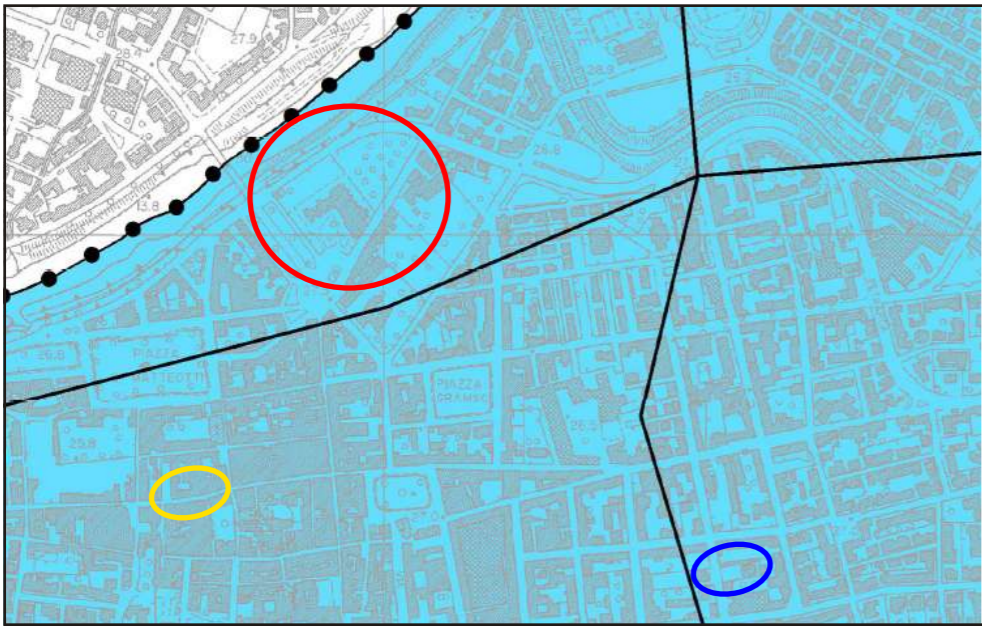
Geol. Luca Peruzzi





- ELEMENTI GEOMORFOLOGICI**
- Frana attiva per scorrimento
 - Frana attiva per colamento a dinamica lenta
 - Frana quiescente per scorrimento
 - Frana quiescente per colamento a dinamica lenta
- FORMAZIONI GEOLOGICHE**
- | | | |
|--|--------------------------|--------|
| | Detriti di versante | (dt) |
| | Alluvioni: Ghiaie Sabbie | (bc) |
| | Alluvioni: Sabbie Limi | (be) |
| | Alluvioni: Limi Argille | (bf) |
| | Alluvioni terrazzate | (bn1) |
| | Conglomerati Sabbie Limi | (QFL) |
| | Argille azzurre | (FAA) |
| | Ghiaie e Conglomerati | (ACO2) |
| | Sabbie marine | (ACO1) |

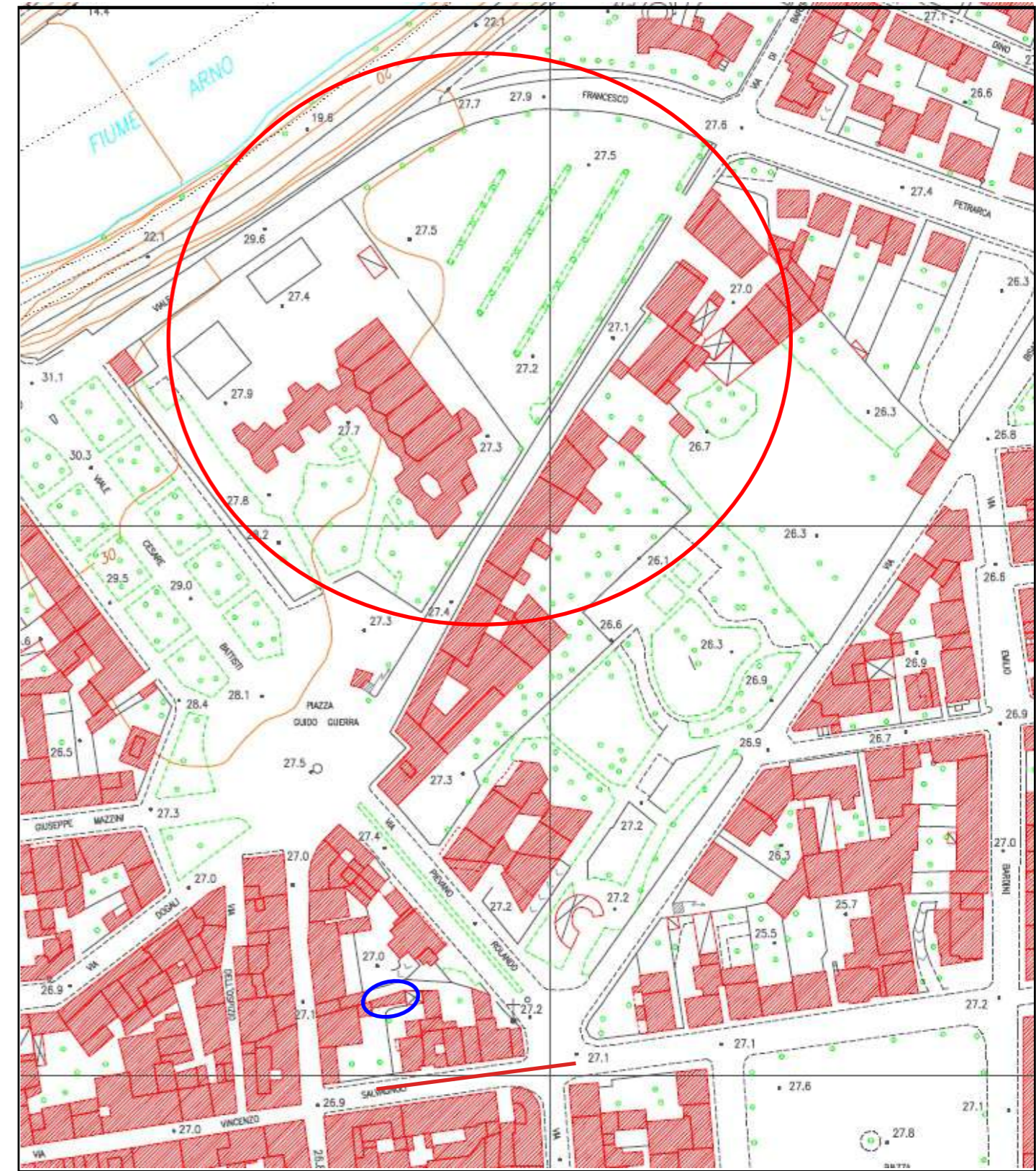
Carta Geologica



Carta Geolitotecnica

- | | | |
|--|--|--|
| | PIANURA: Aree con presenza di terreni scadenti a profondità inferiori a 10 m | |
| | PIANURA: Caratteristiche geotecniche buone | |
| | PIANURA: Caratteristiche geotecniche discrete | |
| | PIANURA: Caratteristiche geotecniche scadenti | |
- ubicazione del sondaggio e DH di riferimento
 Ubicazione prova CPT e MASW di riferimento

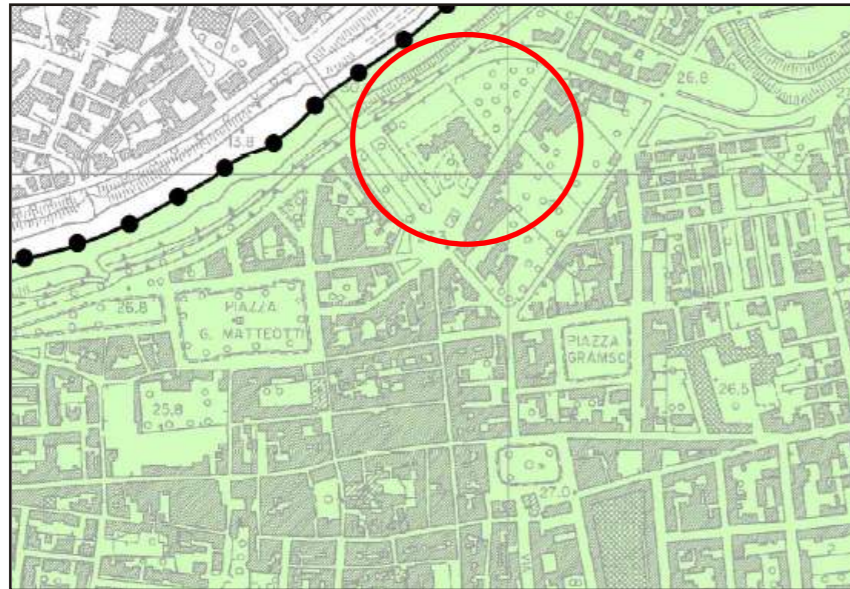
TAV.1
Estratti da "Variante al P.S. 2013" Comune di Empoli



- ubicazione della prova CPT.1 di riferimento
 Ubicazione MASW di riferimento

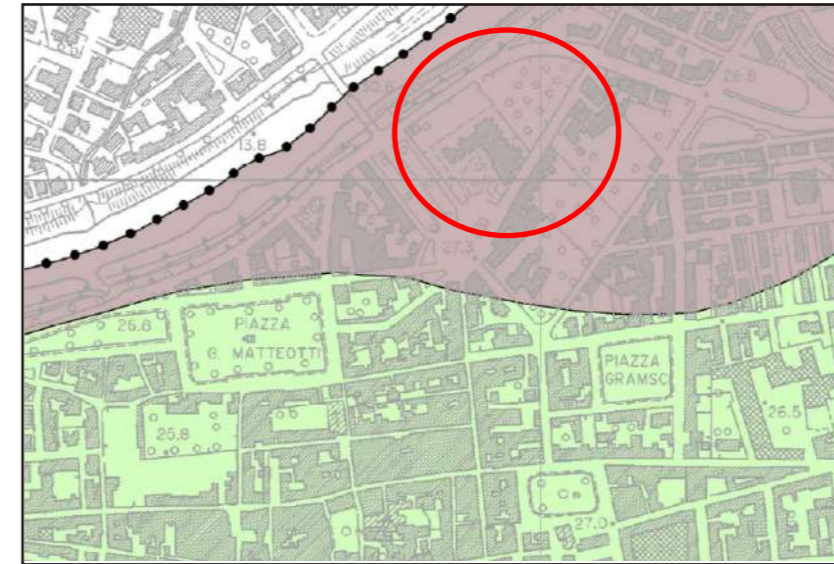
TAV.2
Carta d'inquadramento topografico
Scala 1:2000

area dell'intervento

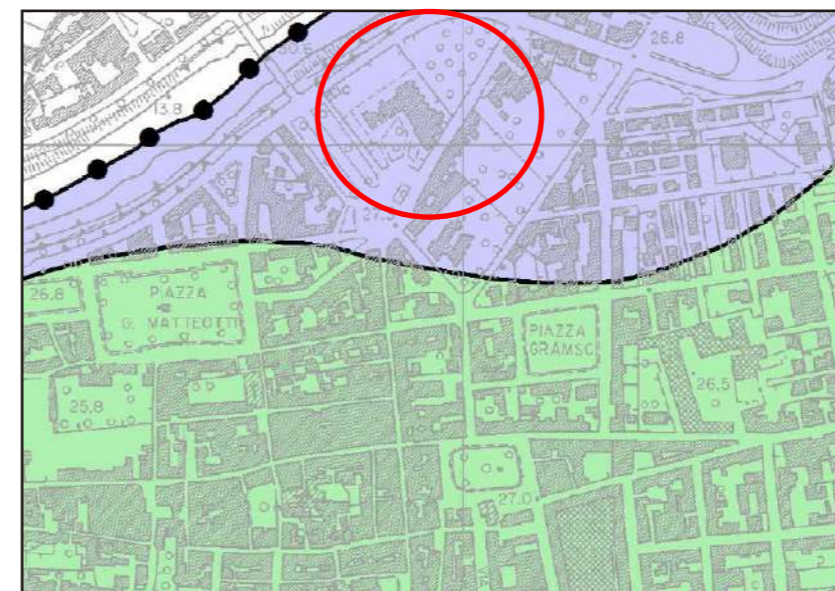
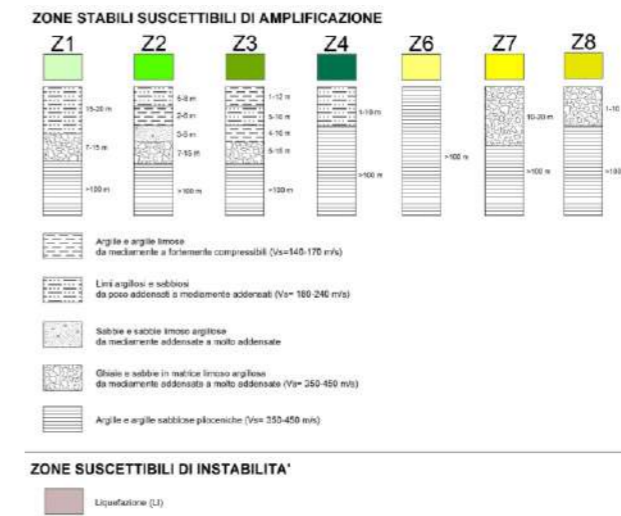


Carta della Pericolosità Geologica

	G1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.
	G2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA	Aree in cui sono presenti fenomeni transitori e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto, corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 20%.
	G3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connesse alla giacitura, all'attività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche, corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 20%.
	G4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da collassi e da intensi fenomeni erosivi.



Carta delle MOPS - Empoli

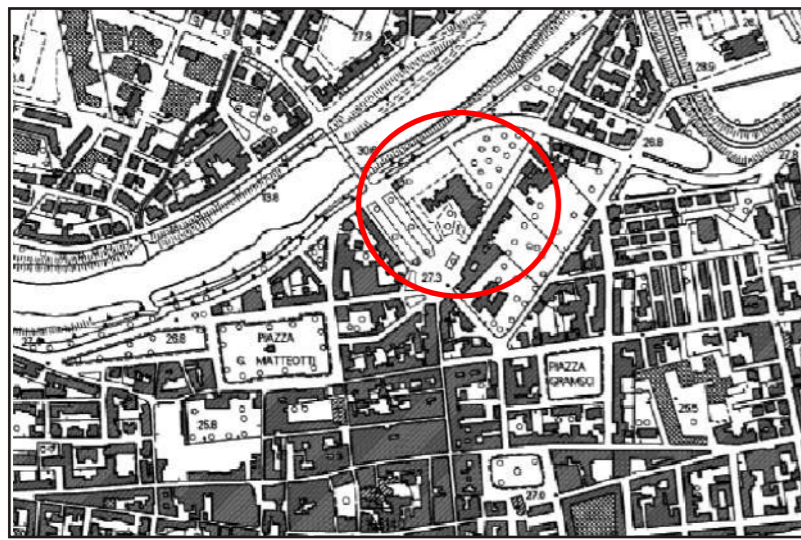


Carta della Pericolosità Sismica

	S2 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA	Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire 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 S3).
	S3 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente e che pertanto potrebbero subire 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 tranne quelli classificati in Zona sismica 2); zone di contatto tra litologie con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono dare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica almeno tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

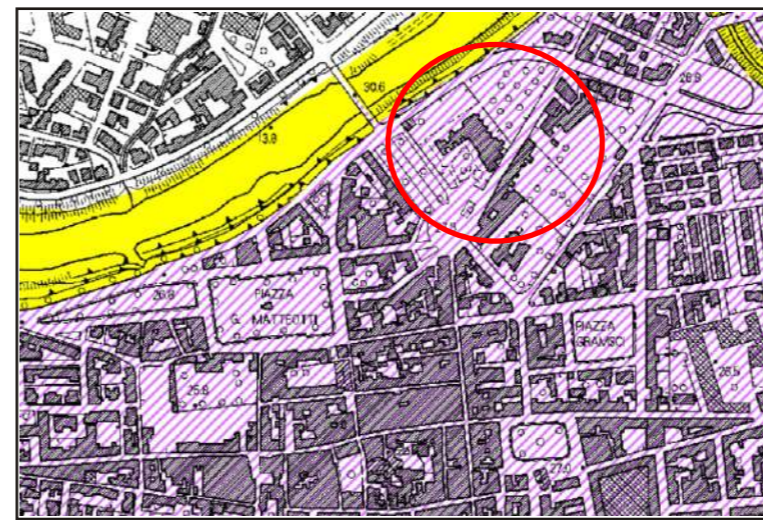
TAV.3
Estratti da "Variante al P.S. 2013" Comune di Empoli

area dell'intervento



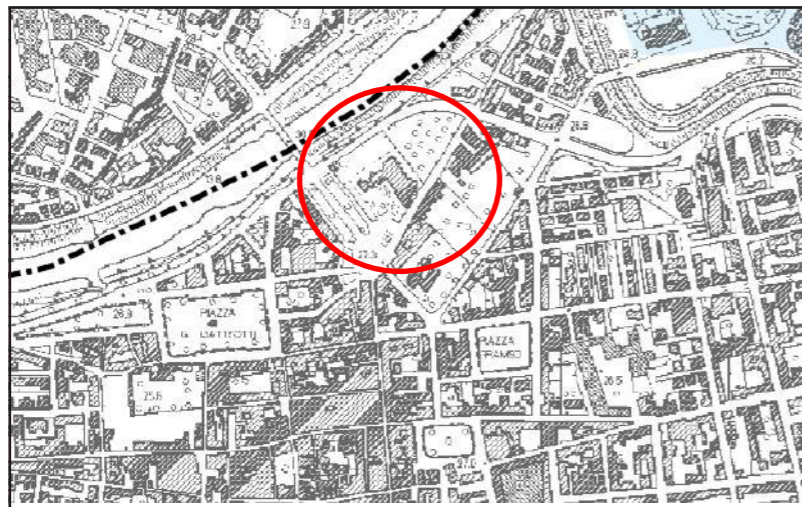
- Interventi sul reticolo idrografico**
- adeguamento manufatti di attraversamento
 - adeguamento arginale e/o sponde
 - nuovi inalveamenti
 - risagomatura sezioni d'alveo
- Interventi casse di laminazione**
- ▨ cassa di espansione prevista dal Piano Bacino
 - ▨ cassa di espansione esistente
 - ▨ cassa di espansione di progetto

Interventi per la riduzione del rischio idraulico



- Pericolosità definita da studi idraulici**
- 13 Pericolosità idraulica elevata
 - 14 Pericolosità idraulica molto elevata
- Pericolosità su base geomorfologica e storico-inventariale**
- 11 Pericolosità idraulica modesta
 - 12 Pericolosità idraulica media
 - 13 Pericolosità idraulica elevata
 - 14 Pericolosità idraulica molto elevata

Carta della Pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. n.53/R/2011

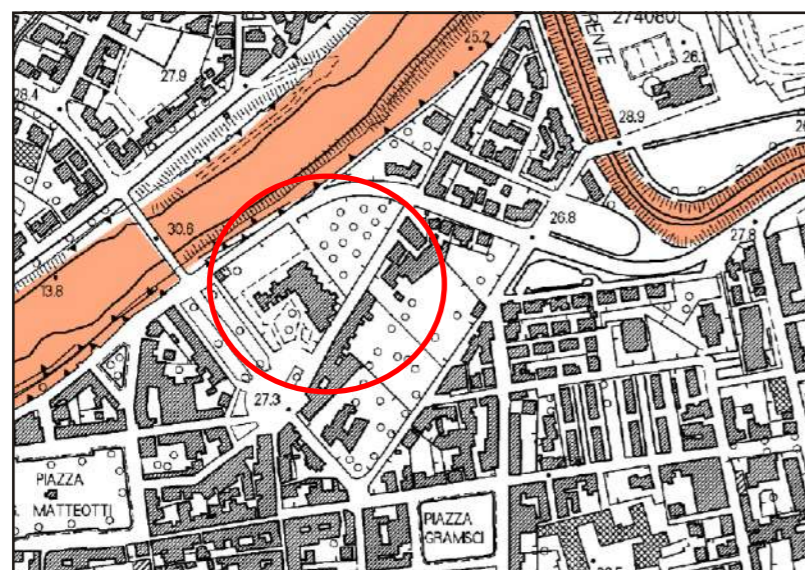


Carta delle aree allagate

- Altezza acqua esondazioni**
- Altezza dell'acqua (cm) sopra p.c. Novembre 1966
 - Altezza dell'acqua (cm) sopra p.c. Ottobre 1993
- Rotture argini**
- * Rottura argine 1966
 - * Rottura argine 1993
 - ✎ uscita nei minori 1993
- Aree allagate**
- ▨ Limite delle aree allagate nell'evento del 1844
 - ▨ Aree soggette a ristagni localizzati secondo dichiarazioni pro-veritate dei proprietari del Dicembre 2002
 - ▨ Aree allagate nel Novembre 1966
 - ▨ Aree allagate nel 1992
 - ▨ Aree allagate e/o di ristagno (1992/1993)



Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera Estratto P.G.R.A. Appennino Settentrionale



- ▨ Perimetrazione aree allagabili $Tr < 30$ anni
- ▨ Perimetrazione aree allagabili $30 < Tr < 100$ anni
- ▨ Perimetrazione aree allagabili $100 < Tr < 200$ anni

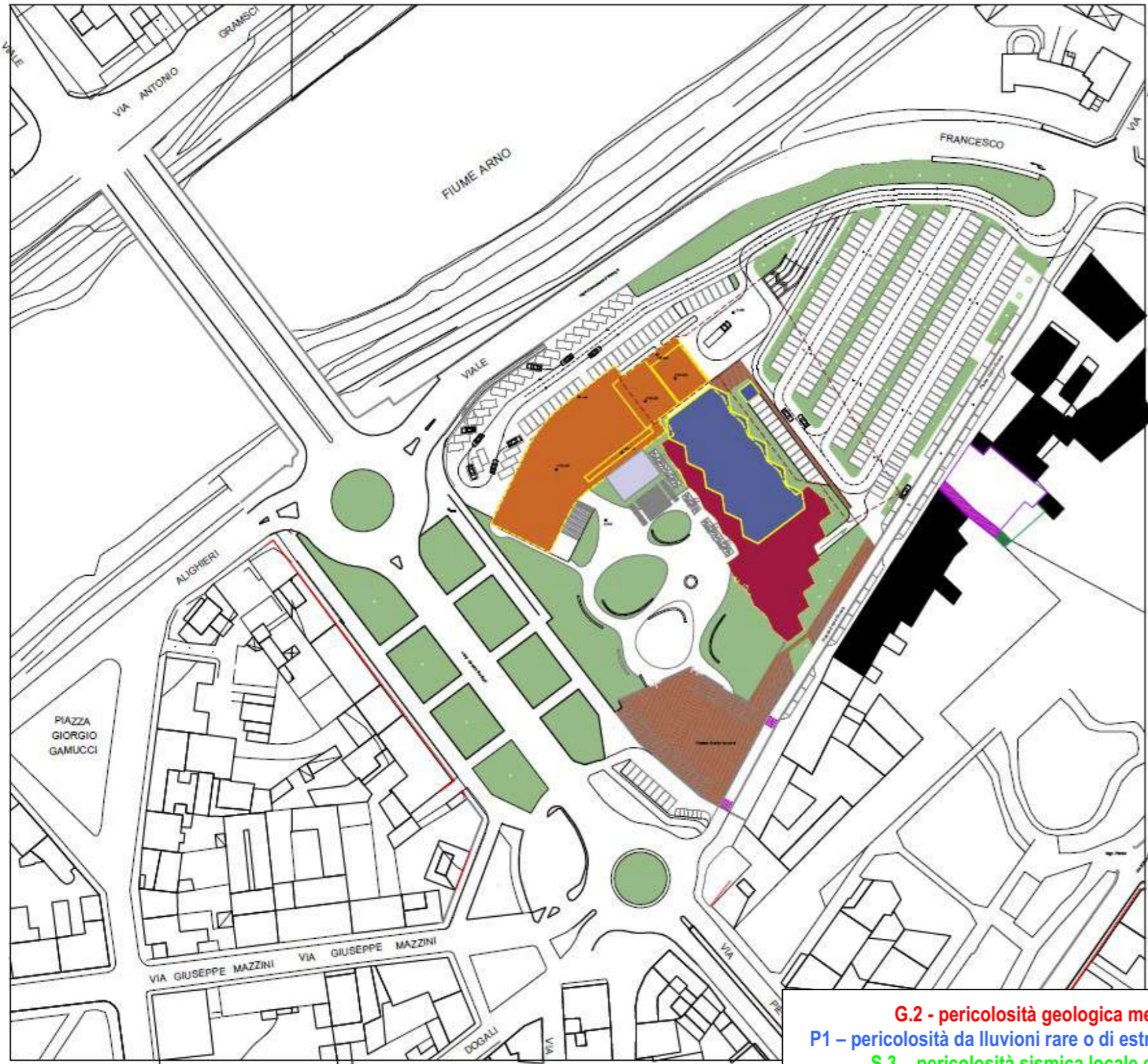
Carta delle aree allagabili



Stralcio della carta delle aree allagate D.P.C.M. n°226 del 05/11/1999

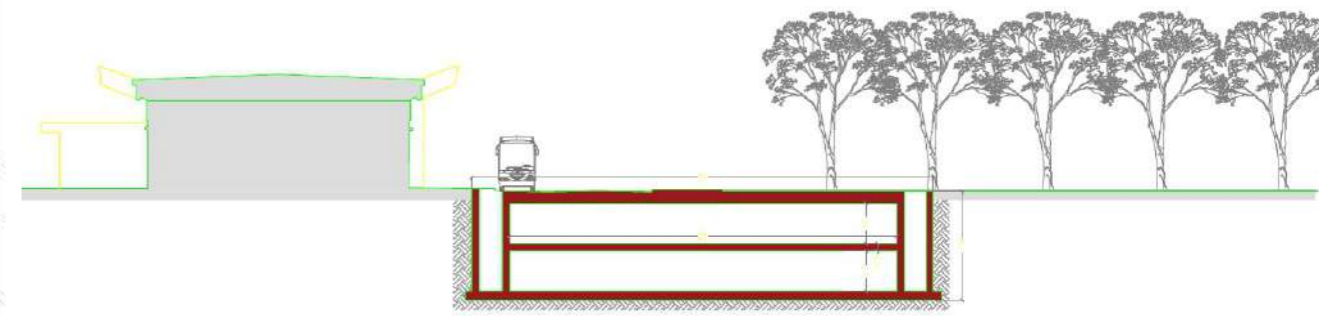
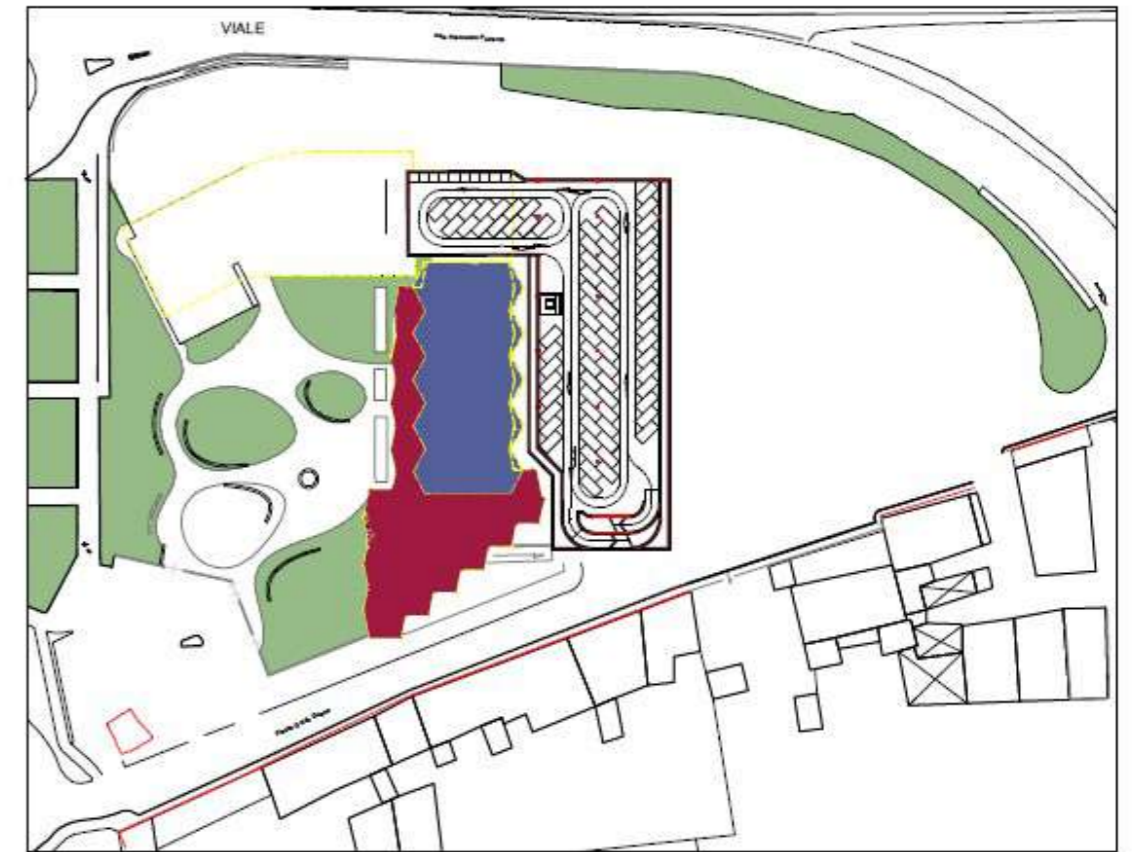
TAV.4
Estratti da "Studio idrologico idraulico di supporto al nuovo R.U del Comune di Empoli"
e carte dei vincoli sovracomunali

○ area dell'intervento



G.2 - pericolosità geologica media
P1 - pericolosità da lluvioni rare o di estreme intensità
S.3 - pericolosità sismica locale elevata

**PLANIMETRIA GENERALE
STATO DI PROGTTO**



Data: 28/05/2018

Parametrizzazione geomeccanica**CPT n°1**

Committente:

Ubicazione: Via Salvagnoli - Comune di Empoli (FI)

Progetto:

Falda: -4,50 m da inizio prova

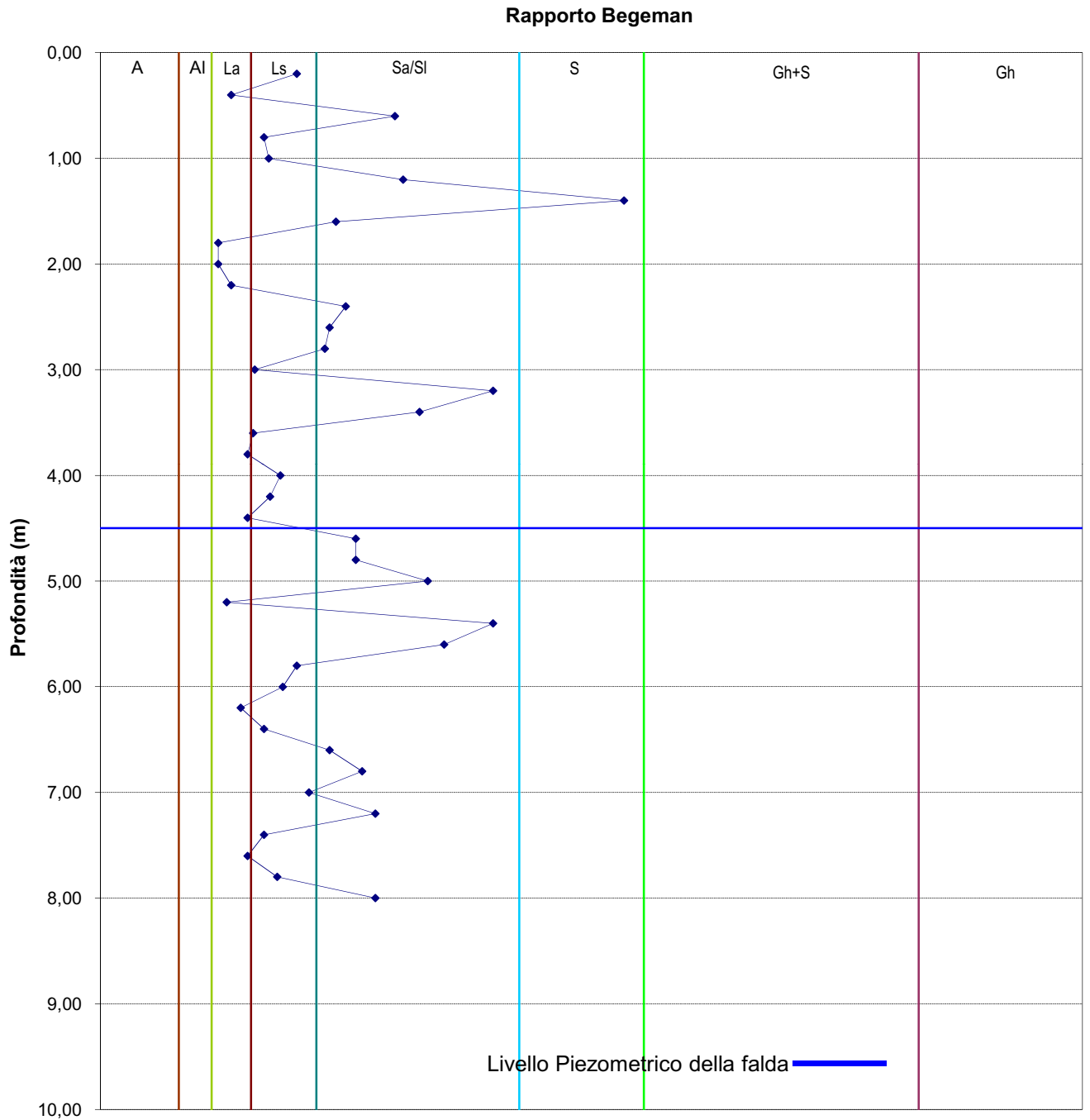
Prof.	Rp	Ral	Rp/Ral	γ	ϕ	Cu	Mo	Mv
	Kg/cm ²	Kg/cm ²		Kg/cm ²		Kg/cm ²		
0,20	4,00	0,13	30,00	0,036	15	0,20	12,00	0,083
0,40	4,00	0,13	20,00	0,072	15	0,20	12,00	0,083
0,60	6,00	0,20	45,00	0,108	18	-	18,00	0,056
0,80	5,00	0,13	25,00	0,144	17	0,25	15,00	0,067
1,00	12,00	0,20	25,71	0,180	24	0,57	36,00	0,028
1,20	37,00	0,47	46,25	0,216	31	-	111,00	0,009
1,40	32,00	0,80	80,00	0,252	30	-	96,00	0,010
1,60	24,00	0,40	36,00	0,288	28	-	72,00	0,014
1,80	12,00	0,67	18,00	0,324	24	0,57	36,00	0,028
2,00	12,00	0,67	18,00	0,360	24	0,57	36,00	0,028
2,20	8,00	0,67	20,00	0,396	17	0,40	24,00	0,042
2,40	10,00	0,40	37,50	0,432	18	-	30,00	0,033
2,60	14,00	0,27	35,00	0,468	21	-	42,00	0,024
2,80	16,00	0,40	34,29	0,504	22	-	48,00	0,021
3,00	11,00	0,47	23,57	0,540	19	0,54	33,00	0,030
3,20	16,00	0,47	60,00	0,576	22	-	48,00	0,021
3,40	26,00	0,27	48,75	0,612	25	-	78,00	0,013
3,60	14,00	0,53	23,33	0,648	21	0,64	42,00	0,024
3,80	15,00	0,60	22,50	0,684	21	0,67	45,00	0,022
4,00	22,00	0,67	27,50	0,720	24	0,85	66,00	0,015
4,20	19,00	0,80	25,91	0,756	23	0,78	57,00	0,018
4,40	15,00	0,73	22,50	0,792	21	0,67	45,00	0,022
4,60	13,00	0,67	39,00	0,828	20	-	39,00	0,026
4,80	13,00	0,33	39,00	0,864	20	-	39,00	0,026
5,00	10,00	0,33	50,00	0,900	18	-	30,00	0,033
5,20	9,00	0,20	19,29	0,936	17	0,45	27,00	0,037
5,40	12,00	0,47	60,00	0,972	20	-	36,00	0,028
5,60	14,00	0,20	52,50	1,008	21	-	42,00	0,024
5,80	12,00	0,27	30,00	1,044	20	0,57	36,00	0,028
6,00	13,00	0,40	27,86	1,080	20	0,60	39,00	0,026
6,20	10,00	0,47	21,43	1,116	18	0,50	30,00	0,033
6,40	10,00	0,47	25,00	1,152	18	0,50	30,00	0,033
6,60	14,00	0,40	35,00	1,188	21	-	42,00	0,024
6,80	16,00	0,40	40,00	1,224	22	-	48,00	0,021
7,00	17,00	0,40	31,88	1,260	22	0,72	51,00	0,020
7,20	14,00	0,53	42,00	1,296	21	-	42,00	0,024
7,40	10,00	0,33	25,00	1,332	18	0,50	30,00	0,033
7,60	9,00	0,40	22,50	1,368	17	0,45	27,00	0,037
7,80	9,00	0,40	27,00	1,404	17	0,45	27,00	0,037
8,00	14,00	0,33	42,00	1,440	21	-	42,00	0,024
8,20								
8,40								
8,60								
8,80								
9,00								
9,20								
9,40								
9,60								
9,80								
10,00								

Data: 28/05/2018

Interpretazione stratigrafica

CPT n°1

Committente:
 Ubicazione: Via Salvagnoli - Comune di Empoli (FI)
 Progetto
 Falda: -4,50 m da inizio prova



Legenda:

A: Argilla, argilla torbosa; Al: Argilla limosa; La: Limo argilloso; Ls: Limo sabbioso; Sa/SI: Sabbia argillosa e/o Sabbia Limosa;
 S: Sabbia; Gh+s: Ghiaia e sabbia; Gh: Ghiaia

Data: 28/05/2018

Profilo geomeccanico

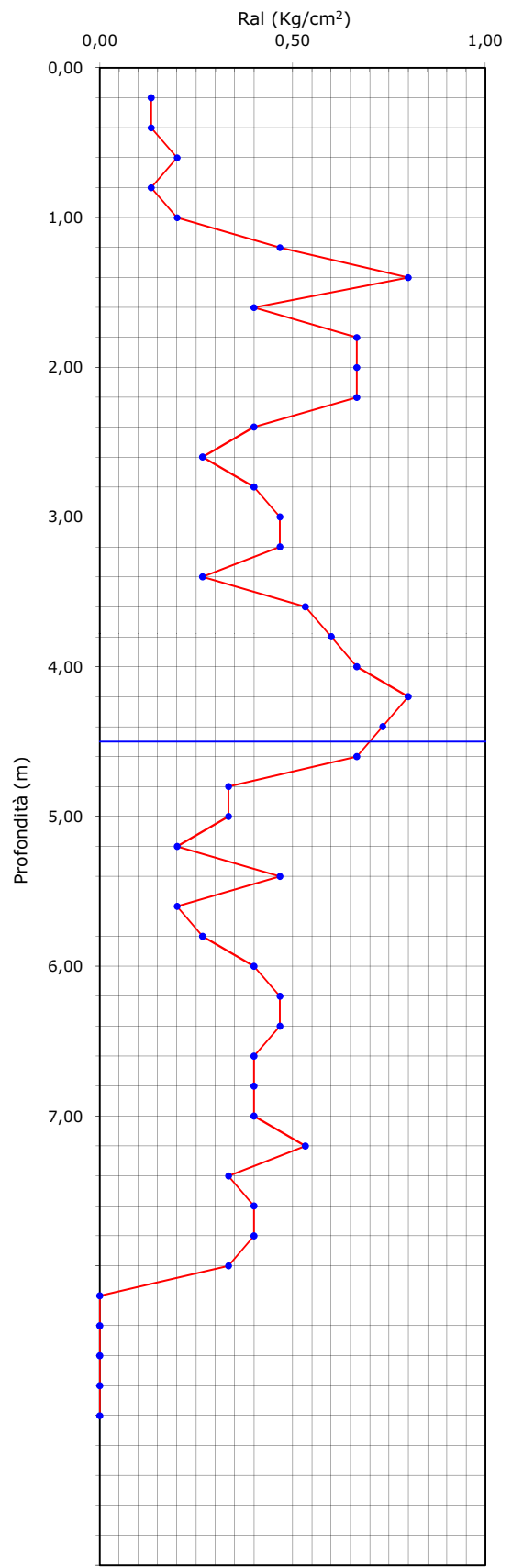
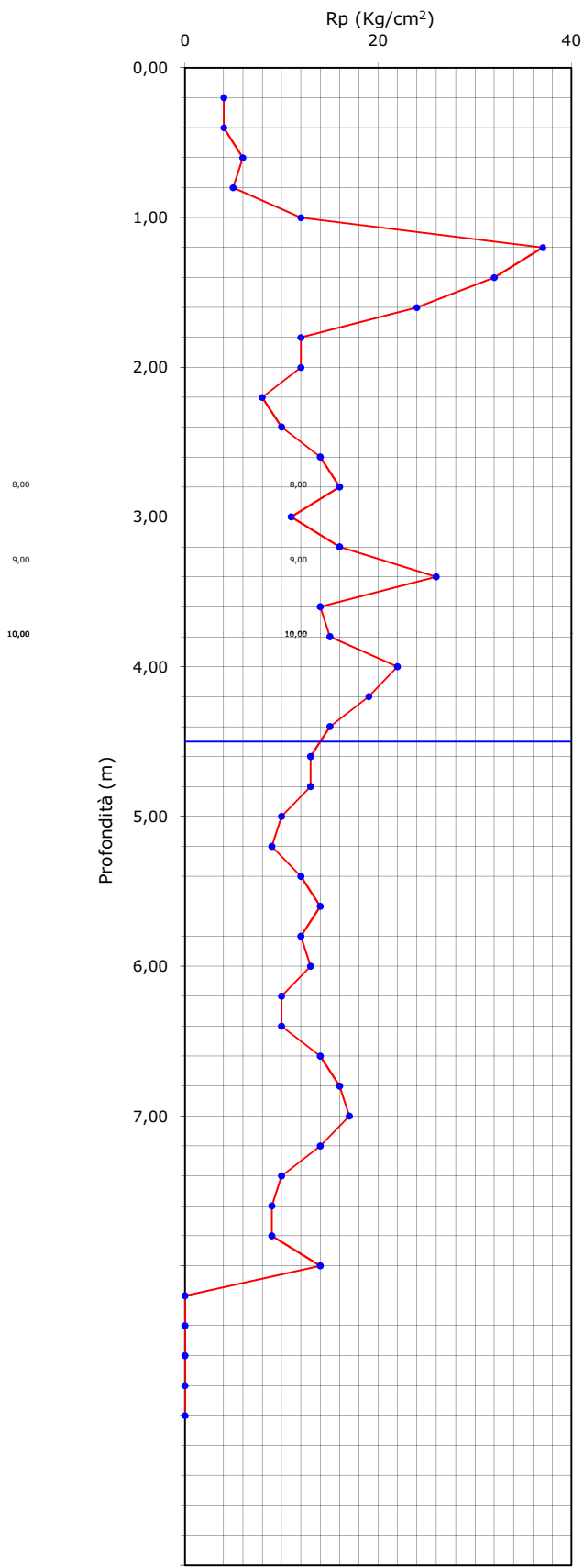
CPT n°1

Committente:

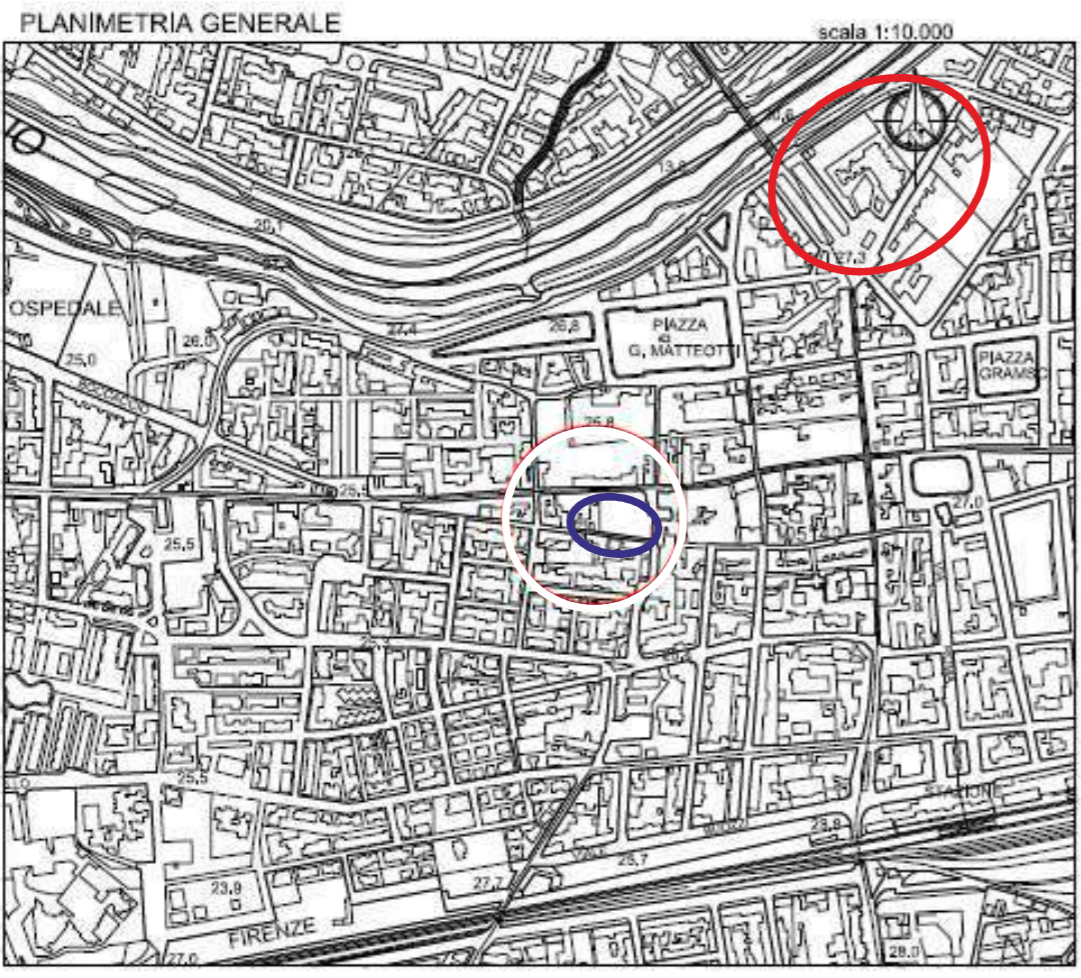
Ubicazione: Via Salvagnoli - Comune di Empoli (FI)

Progetto:

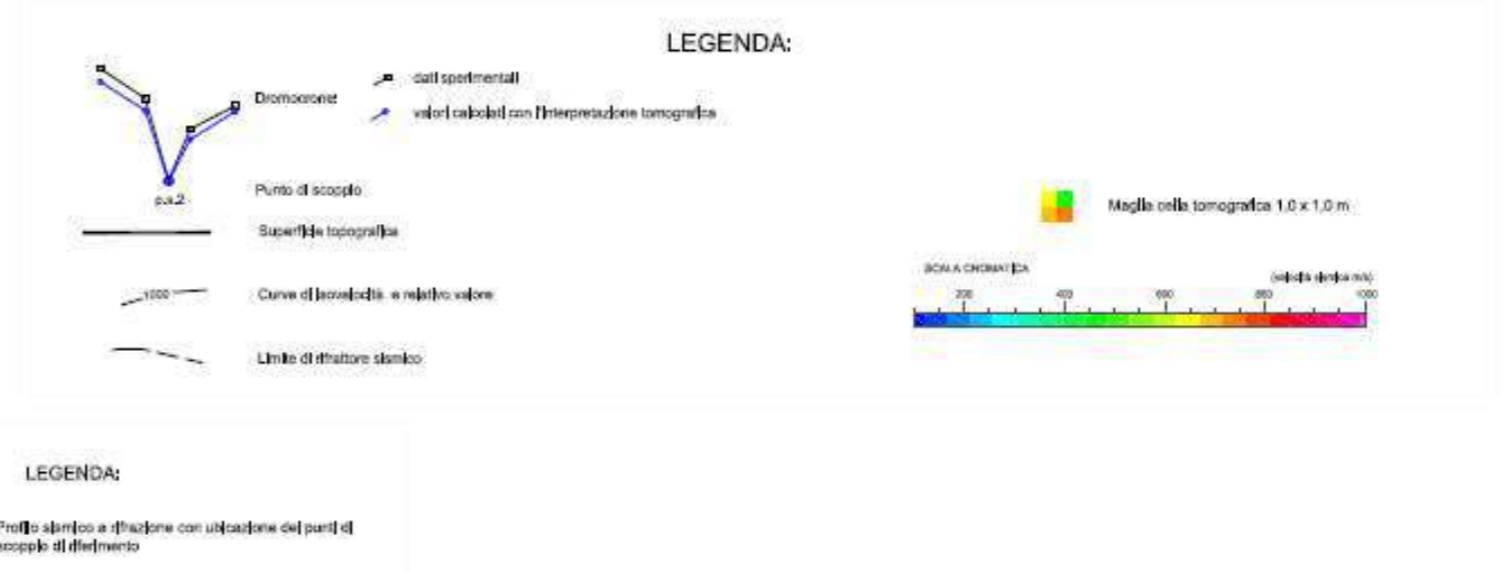
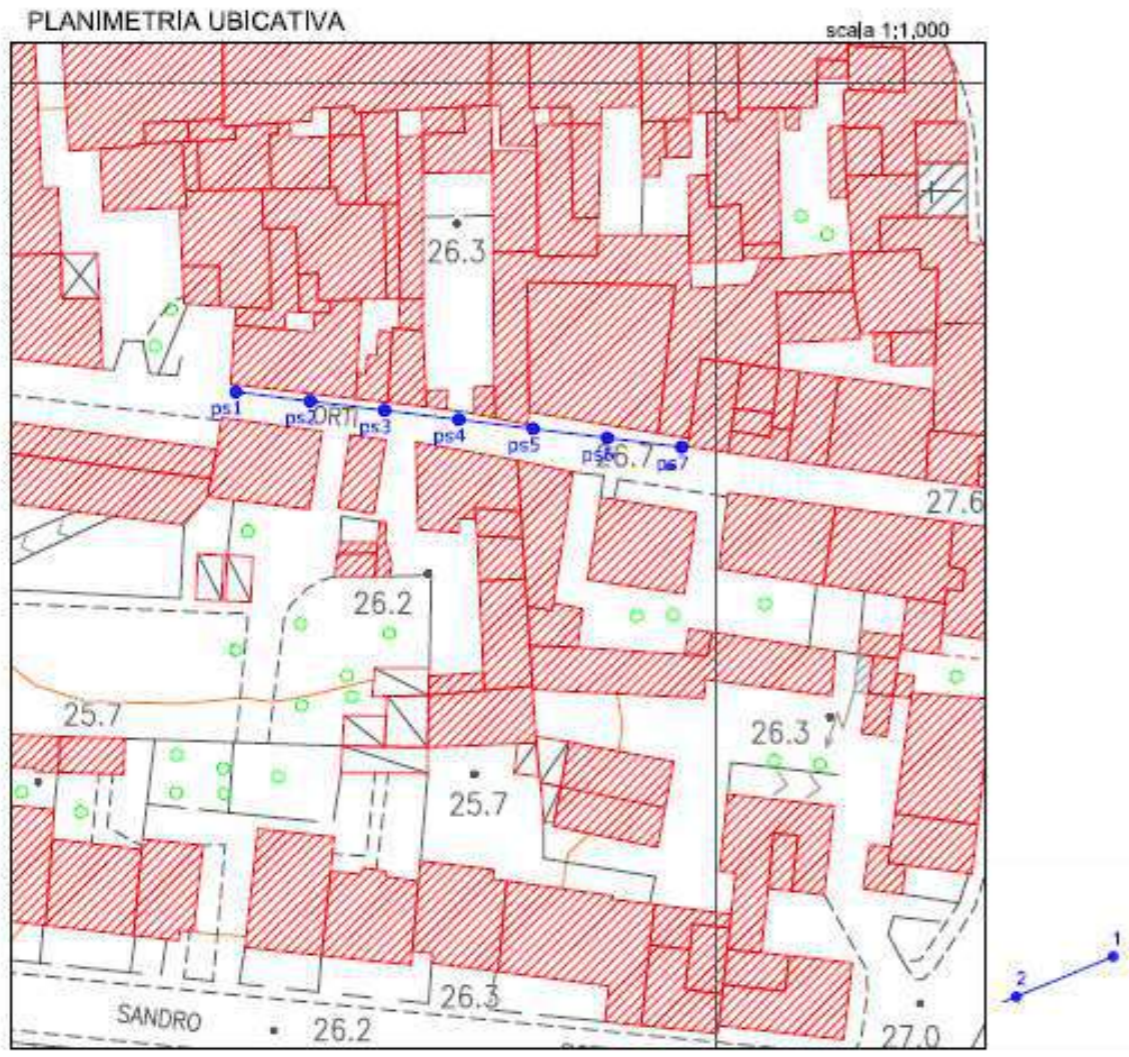
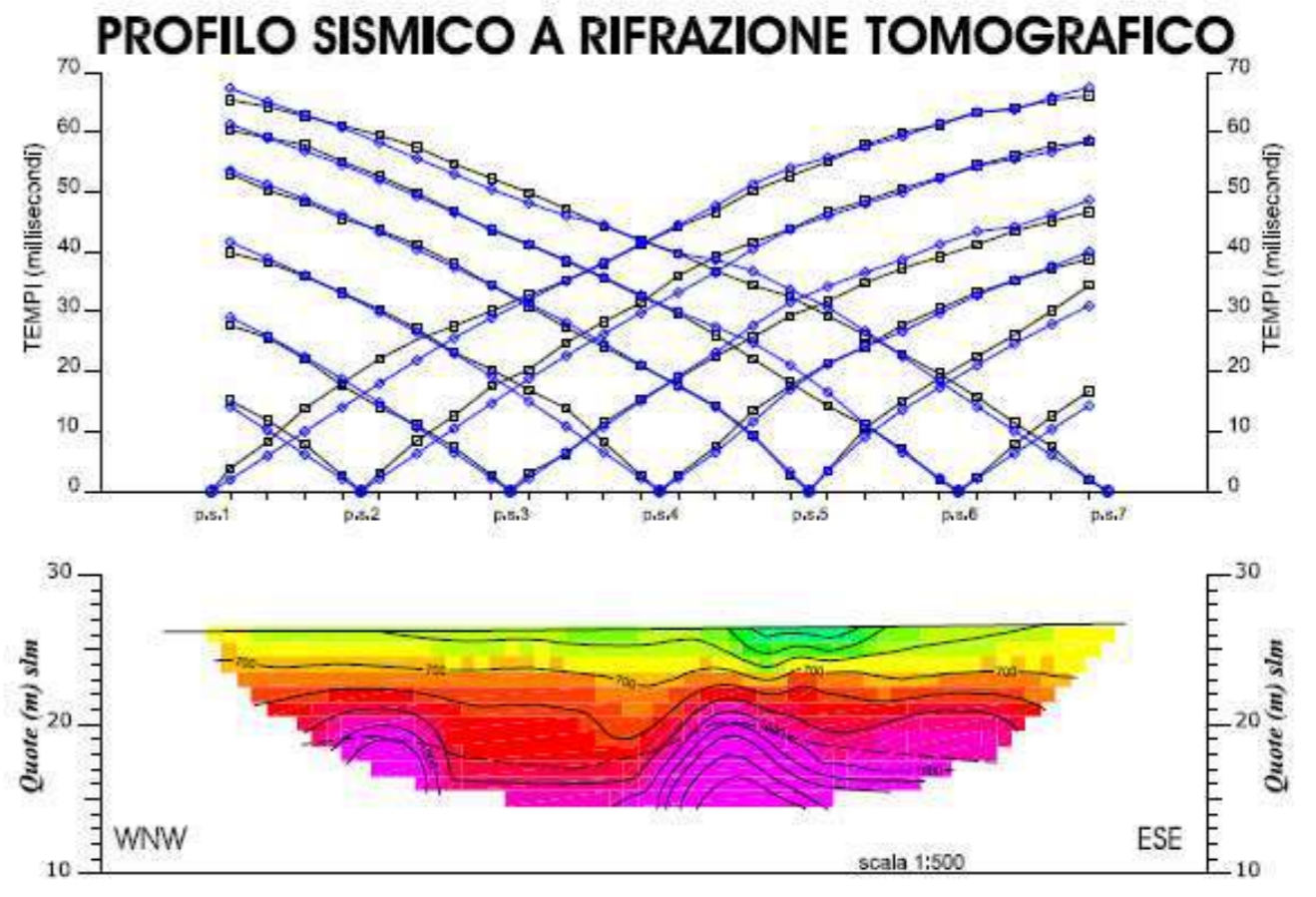
Falda: -4,50 m da inizio prova



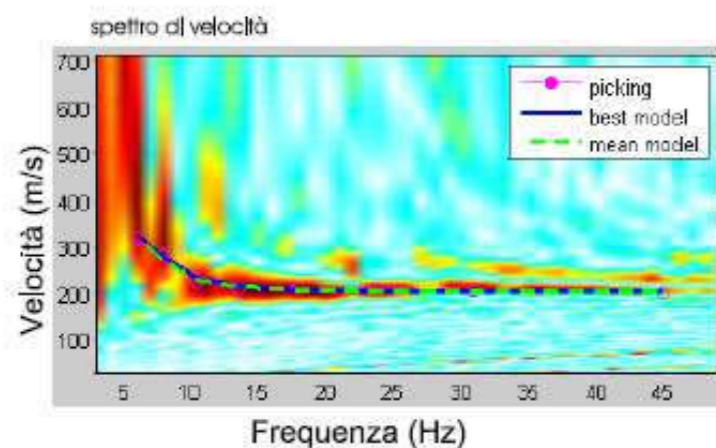
Livello Piezometrico della falda ———



- Area dell'intervento
- Ubicazione dell'indagine geofisica di riferimento



PROVA MASW

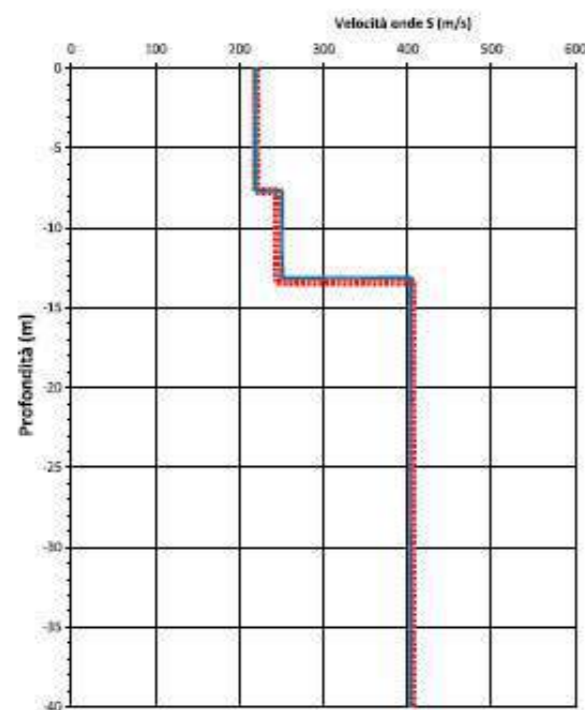


best model

$V_{s30} = 305 \text{ m/s}$
Site Class C

mean model

$V_{s30} = 303 \text{ m/s}$
Site Class C



Ricostruzione sismostratigrafica onde S mediante analisi MASW

PROVA RE.MI.

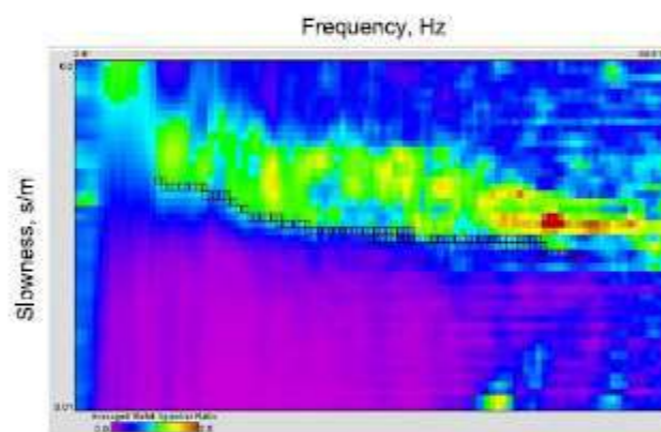
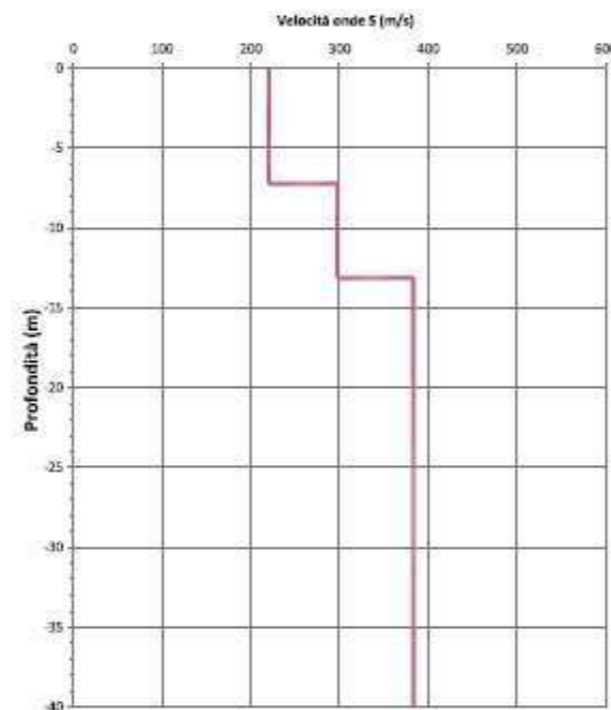
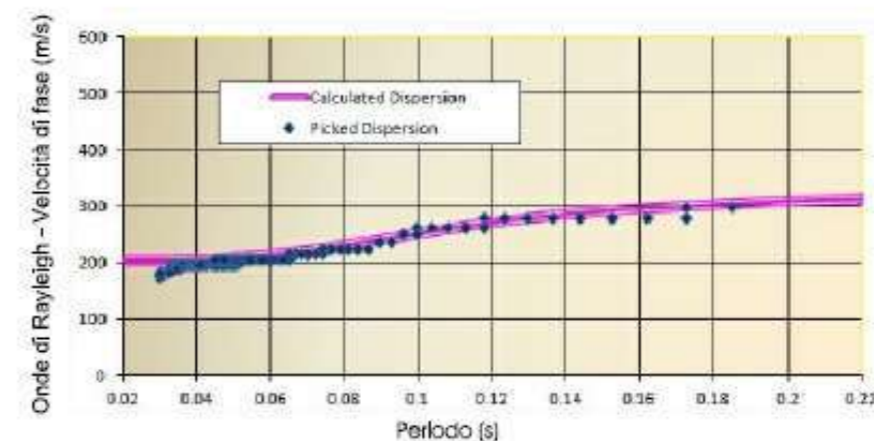


Grafico p-f (frequenza / Inverso della velocità)

Grafico periodo / velocità di fase (fitting picking e curva di dispersione)

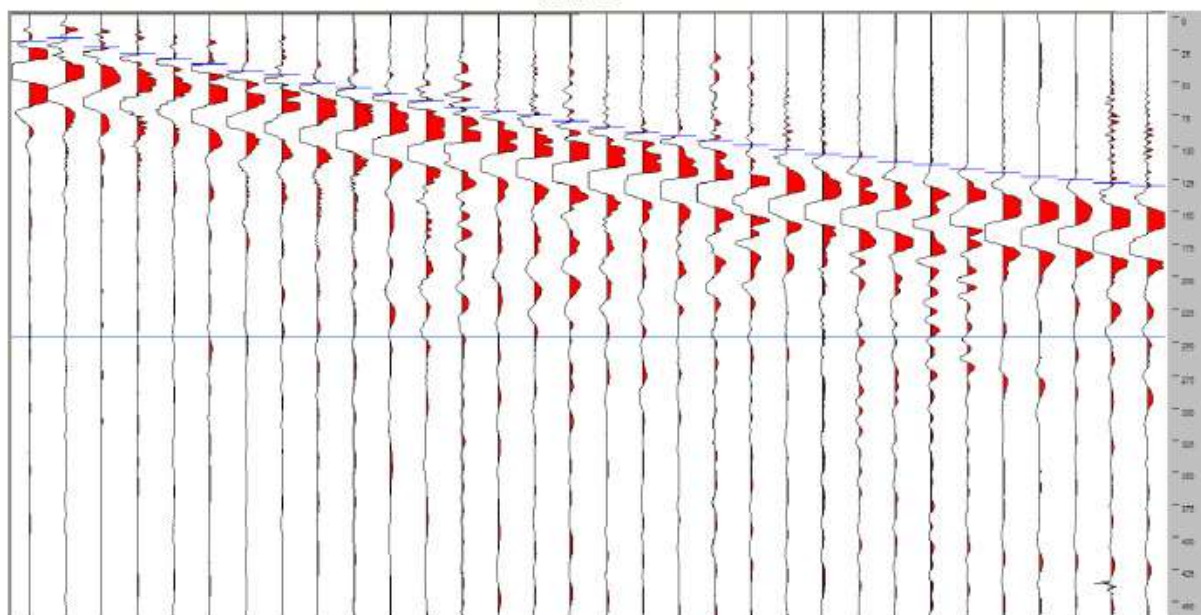


Ricostruzione sismostratigrafica onde S mediante analisi REMI

$V_{s30} = 312 \text{ m/s}$
Site Class C

prof, m pc	onde P sperimentali tempo, (ms)	onde P tempo corretto, (ms)	onde S _H sperimentali tempo, (ms)	onde S _H tempo corretto, (ms)
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	9.8	3.1	25.4	8.0
2	10.6	5.9	22.9	12.7
3	10.8	7.6	26.8	19.0
4	11.9	9.5	30.7	24.6
5	14.0	12.0	34.7	29.3
6	15.6	14.0	39.9	35.7
7	17.3	15.9	44.6	41.0
8	17.7	16.6	47.3	44.3
9	18.8	17.8	53.3	50.6
10	19.6	18.8	57.3	54.9
11	20.7	20.0	61.2	59.0
12	22.3	21.6	67.2	65.2
13	23.0	22.4	71.8	70.0
14	24.4	23.9	75.1	73.4
15	25.4	24.9	78.5	77.0
16	26.7	26.2	83.1	81.7
17	28.1	27.7	87.7	86.4
18	28.9	28.5	91.7	90.5
19	29.4	29.0	94.4	93.2
20	29.9	29.6	97.7	96.6
21	30.5	30.2	101.7	100.7
22	31.0	30.7	104.9	103.9
23	31.5	31.2	108.3	107.4
24	31.8	31.6	110.9	110.0
25	32.0	31.8	113.9	113.1
26	32.3	32.1	116.9	116.1
27	32.8	32.6	120.2	119.5
28	33.1	32.9	122.9	122.2
29	33.6	33.4	125.4	124.7
30	33.9	33.7	128.2	127.6
31	34.2	34.0	130.8	130.2
32	34.6	34.4	132.8	132.2

tracce



Tempo (millisecondi)

g. 7.3 : sismogramma completo delle onde S

