

COMUNE DI AREZZO

Località Bagnoro

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

**Ampliamento interno del Cimitero di Bagnoro per la realizzazione di un
Colombario**

**Committente:
Arezzo Multiservizi Srl**

Il Geologo

Luglio 2017



Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

CONTENUTO

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO	4
3	RELAZIONE GEOLOGICA	5
3.1	Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico	5
3.1.1	Analisi delle Cartografie Tematiche relative al rischio geologico-idraulico.....	9
3.1.2	Classe di Fattibilità dell'intervento in relazione al Regolamento Urbanistico	10
4	RELAZIONE GEOTECNICA E RELAZIONE GEOFISICA.....	13
4.1	Indagini svolte e caratteristiche dei terreni	13
4.2	Apertura Pozzetti esplorativi	13
4.3	Esito prova penetrometrica.....	13
4.4	Svolgimento prova geofisica di tipo MASW: Relazione geofisica.....	14
4.5	Esito indagine geognostica svolta in area adiacente.....	16
4.6	Modello geotecnico di sottosuolo.....	17
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	18
5.1	Vita Nominale	18
5.2	Classe d'uso – Coefficiente d'uso Cu	18
5.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica - VR	18
5.1	Categorie di suolo di fondazione	19
5.2	Condizioni topografiche	19
5.3	Amplificazione stratigrafica	19
5.4	Amplificazione topografica.....	19
6	AZIONE SISMICA	19
6.1	Stati limite e relative probabilità di superamento	19
6.2	Amplificazione topografica.....	20
6.3	Zone sismiche.....	21
6.4	Spettro di risposta elastico del sito	22
7	VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI – STATI LIMITE ULTIMI (SLU); VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	23

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

8	MODULO DI REAZIONE DEL TERRENO	23
9	CONCLUSIONI, PRESCRIZIONI E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO.....	24

ALLEGATI

- Allegato 1.1 Estratto di Planimetria catastale
- Allegato 2.1 Corografia Generale in scala 1:25.000
- Allegato 3.1 Carta Geologica in scala 1:5.000
- Allegato 3.2 Estratto degli elaborati di adeguamento al Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 27 Aprile 2007, n. 26/R del Piano Strutturale e Carta della Fattibilità relativa al Regolamento Urbanistico
- Allegato 4.1 Carta dell'Indagine geognostica
- Allegato 4.2 Elaborati prova penetrometrica
- Allegato 4.3 Relazione geofisica
- Allegato 4.4 Documentazione fotografica saggi geognostici svolti nel lotto

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

1 PREMESSA

Su incarico ricevuto da **Arezzo Multiservizi Srl** viene svolta una relazione geologico-tecnica di supporto al progetto per l'ampliamento interno del Cimitero di Bagnoro per la realizzazione di un Colombario, nel Comune di Arezzo.

Il progetto architettonico risulta a firma dell'Arch. Antonio Marino.

Il progetto strutturale dell'opera non risulta invece ad oggi ultimato.

L'intervento verrà realizzato nei terreni che ricadono nei terreni censiti catastalmente nella particella C, del foglio 149/A.

Lo studio effettuato verrà svolto in ottemperanza della normativa di seguito sinteticamente elencata:

- *O.P.C.M. n. 3274/03;*
- *O.P.C.M. n. 3431 del 03.05.05;*
- *O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.06;*
- *Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito indicate come NTC 2008) contenute nel D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 ed esplicitate nella Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.*
- *Deliberazione Giunta Regionale Toscana 11 maggio 2009 n. 387;*
- *DPGR Toscana 9 Luglio 2009 n. 36/R.*

Informazioni forniteci dai tecnici di Arezzo Multiservizi Srl, evidenziano come dal punto di vista del DPGR 36/R l'intervento vada per volumetria ed altezza a ricadere in classe I di indagine geologica, ai sensi dell'articolo 7 ("Classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche").

La presente relazione è stata redatta tenendo conto di quanto riportato nella Deliberazione N. 72 del Consiglio Regionale Toscano del 24.07.2007 (Legge Regionale 3 Gennaio 2005, n.1 - Norme per il Governo del Territorio - Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale – PIT).

Nella presente relazione tecnica saranno analizzate le Cartografie tematiche disponibili inerenti il rischio idraulico e geomorfologico.

L'area in oggetto non risulta sottoposta a Vincolo Idrogeologico (*RDL 30.12.1923 n. 3267*).

Per quanto riguarda l'uso del suolo l'area cimiteriale risulta esterna a zone segnalate come boscate all'interno del Piano Strutturale di Arezzo (Carta dell'uso del suolo) e all'interno della Cartografia Regionale della Toscana (fonte Uso del Suolo R.T. 2010).

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO

Il Cimitero si pone marginale rispetto al centro abitato di Bagnoro, a valle e ad occidente dell'alto collinare del Poggetto, a Sudest della Frazione di S. Firmina.

Le coordinate in gradi decimali dell'area di intervento risultano le seguenti:

Lat = 43.430631° , Long = 11.888301° (Coordinate Ellissoide WGS84)
--

Lat = **43,431591°**, Long = **11,889264°** (Coordinate Ellissoide ED50)



Vista aereofotografica dell'area di intervento

3 RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico

Il lotto ove verrà realizzato il manufatto si colloca interno al cimitero di Bagnoro, ed è occupato ad oggi da un area erbosa, e da un piccolo manufatto prefabbricato in c.a., destinato ad ossario, ma mai sino ad oggi utilizzato (per l'ubicazione si veda la foto aerea inserita nel paragrafo precedente, mentre per la vista fotografica quanto di seguito inserito).



Manufatto destinato ad ossario, mai utilizzato, presente nel lotto.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

L'area di intervento si colloca in vicinanza del corso del Torrente Vingone, in sinistra idrografica e in adiacenza dell'area di confluenza nell'asse di drenaggio principale di un ramo secondario del reticolo idrografico, il Borro del Molino.

Rispetto al Torrente più adiacente, il periferico Borro del Mulino, il Cimitero di pone ad una distanza di circa 80 m.

Il corso del Torrente Vingone mantiene nella zona un'asse SE-NW e viene delimitato da due dorsali collinari dalle quali discendono le unità idrografiche di ordine inferiore.

Il Vingone drena le acque superficiali verso NW in direzione della città di Arezzo e del Canale Maestro della Chiana di cui è tributario.

Dal punto di vista tettonico nell'area aretina, dopo la fase orogenica compressiva che ha portato alla formazione dell'Appennino Toscano, a partire dal Pleistocene inferiore inizia una fase distensiva che va a generare i bacini del Valdarno superiore, della Valdichiana, del Casentino e dell'Alta Valtiberina. Il Bacino di Arezzo può, dal punto di vista strutturale, essere considerato una estensione laterale di quello del Valdarno superiore (E. Abbate, 1983) e la sua genesi considerarsi coeva.

Il cimitero si colloca ad una quota di 284 mslm, in un contesto caratterizzato da modeste pendenze, alla base di due rilievi arenacei che delimitano a Sud la valle del Borro del Molino.

Nell'area di intervento si osservano i litotipi appartenenti alla Formazione dei “**Depositi sabbioso argillosi**” attribuita al Pleistocene superiore (simbolo **Dsa** nella carta geologica allegata): si tratta di terreni argilloso sabbiosi e limoso sabbiosi contenenti livelli granulari permeabili.

I terreni giacciono al di sopra, ed in discordanza stratigrafica, rispetto al bedrock litoide affiorante nelle vicine aree collinari meridionali e composto dalle rocce appartenenti alla Formazione delle “**Arenarie del M. Cervarola**” (simbolo **C** nella allegata Carta geologica).

La Formazione delle “**Arenarie del Cervarola**” è costituita da arenarie con abbondanti interstrati di marne siltose, siltiti e argiloscisti. Talvolta vi si trovano intercalate anche turbiditi a grana grossolana in banchi più o meno spessi. Le strutture sedimentarie sono molto frequenti anche con vistosi fenomeni di slumping e ballpillow, denotanti una forte instabilità tettonica del bacino di sedimentazione. Questo tipo di materiali si sono sedimentati all'interno del loro bacino nel lasso di tempo compreso tra l'Aquitano ed il Langhiano.

Durante il sopralluogo non è stata rilevata la presenza di faglie. Non sono state individuate zone soggette ad intensa erosione né vista la morfologia superficiale, a particolari effetti gravitativi.

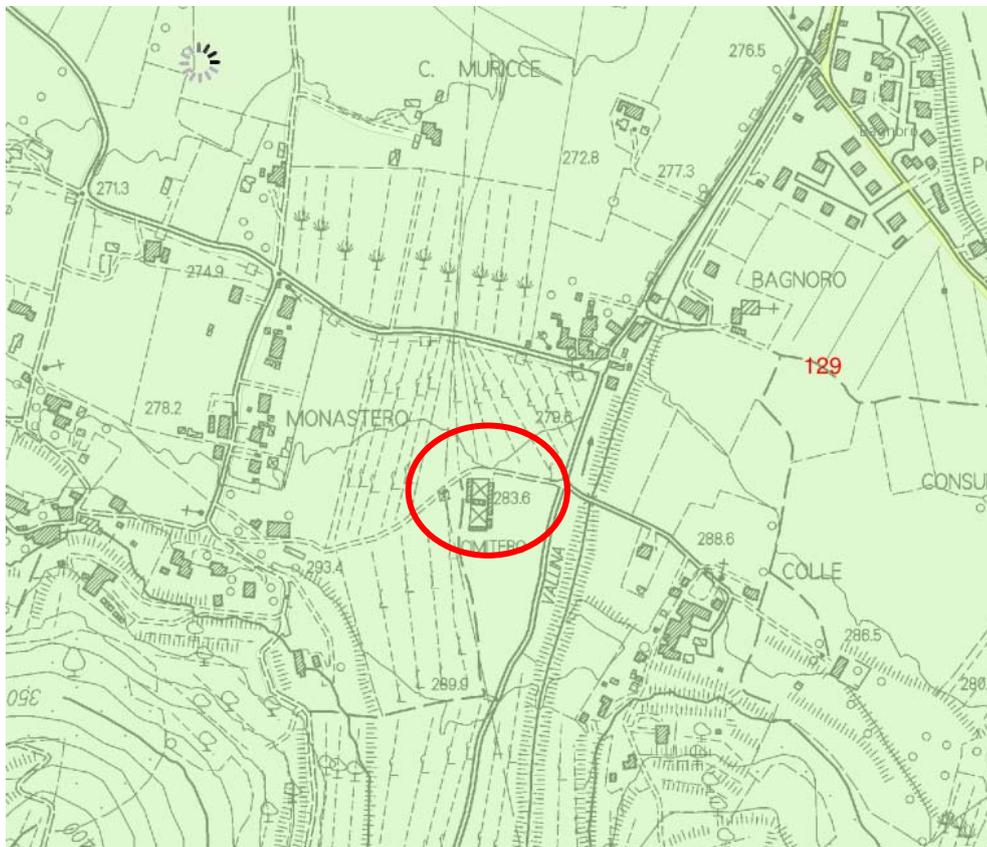
Sono assenti aree caratterizzate da difficoltà di drenaggio delle acque superficiali né da fenomenologie di ristagno delle acque meteoriche.

Le acque di ruscellamento sono convogliate nel reticolo fluviale, dalle canalette che seguono la viabilità stradale, nonché dai fossi campestri.

La Cartografia P.A.I. (Autorità di Bacino Fiume Arno) non evidenzia nell'area, e per un intorno significativo rispetto alla stessa, frane attive e/o quiescenti. All'interno dello

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Stralcio n.129 viene attribuita al lotto una classe di Pericolosità PF1, Pericolosità bassa (si veda lo stralcio riportato in calce).



P.A.I (Aut. Bacino Fiume Arno) - Carta della Pericolosità geomorfologica (Stralcio 129 - Livello di approfondimento scala 1:25.000) – evidenziata da un cerchio rosso l'area cimiteriale (P.F.1)

L'inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (**IFFI**), della Regione Toscana, non rileva nell'area e per un intorno significativo fenomeni franosi attivi e/o quiescenti.

Per ciò che concerne invece il drenaggio delle acque superficiali si evidenzia come il reticolo primario sia sempre tale da svolgere efficacemente lo smaltimento delle acque meteoriche verso valle, ben coadiuvato da un sistema di fossi campestri secondari e dalle canalette che delimitano le sedi stradali. Non sono segnalate, o disponibili, testimonianze storiche di fenomenologie di ristagno delle acque vadose, o esondazione dei fossi e torrenti.

Al fine di qualificare l'area dal punto di vista della successione dei terreni sono state estratte due Stratigrafie di pozzi dal Data Base della Provincia di Arezzo (Servizio Acque e Demanio Idrico), ed una dall'Archivio ISPRA (Servizio Geologico Nazionale).

Le stratigrafie, ubicate nella allegata Carta geologica, vengono di seguito dettagliate:

Pozzo 1 (Codice Provincia di Arezzo: PZO0050924):

0-10 m: Limi argillosi.

10-13 m: Sabbie con ghiaia.

13-20 m: Limi argilloso sabbiosi.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

20-55 m: Marne.

55-60 m: Marne e siltiti.

60-67 m: Marne.

Pozzo 2 (Codice Provincia di Arezzo: PZO0042023):

0-1 m: Terreno vegetale.

1-10 m: Argilla limosa con detriti marnosi.

10-12 m: Arenarie.

12-13 m: Marne.

13-14 m: Arenarie.

14-16 m: Argilliti.

16-18 m: Marne e arenarie.

18-20 m: Argilliti.

20-22 m: Marne e arenarie.

22-24 m: Argilliti.

24-27 m: Arenarie.

27-31 m: Marne e arenarie.

Pozzo 3 (Codice ISPRA: 181935):

0-2 m: Scisti siltosi e marne molto alterati.

2-30 m: Scisti siltosi, marne ed arenarie fini.

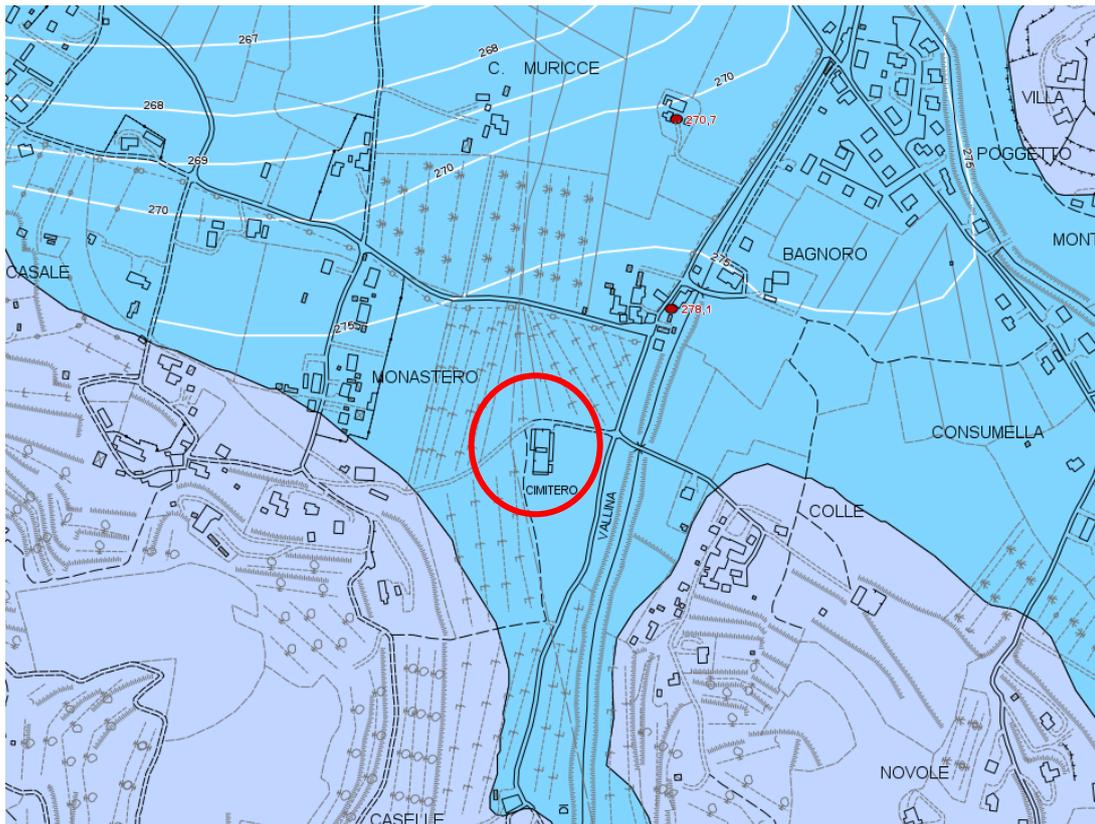
Il livello statico dell'area risulta depresso tra - 1e -3 m rispetto al piano di campagna.

Le stratigrafie menzionate evidenziano come nell'area la copertura alluvionale risulti di modesto spessore, compreso tra 10-20 m, e che al di sotto della stessa giaccia il substrato litoide in prevalente facies arenaceo-marnosa-argillitica.

La Carta Idrogeologica relativa al Piano Strutturale Comunale evidenzia come i flussi di sottosuolo procedano da Sud verso Nord che gli assi torrentizi si comportino anche da linee di richiamo delle acque di sottosuolo.

Il modulo della permeabilità dei terreni appartenenti ai Depositi sabbioso-argillosi viene segnalato "medio", mentre è medio-basso quello attribuito alle rocce appartenenti alla Formazione delle Arenarie del M. Cervarola.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci



Carta Idrogeologica relativa al Piano Strutturale Comunale – l'area cimiteriale è evidenziata da una circonferenza rossa

3.1.1 Analisi delle Cartografie Tematiche relative al rischio geologico-idraulico

Dal punto di vista delle Cartografie che analizzano la Geomorfologia locale ed il rischio geologico-sismico si rileva che:

- *Carta della Pericolosità geomorfologica ed idraulica relativa al P.T.C.P. di Arezzo: l'area è inserita tra quelle di fondovalle non soggette a fenomeni gravitativi o ad esondazione e/o ristagno di acque accertati.*
- *P.A.I. – Autorità di Bacino Fiume Arno – Carta della Pericolosità Geomorfologica – approfondimento in scala 1:25.000: P.F.1 (stralcio 129).*
- *Carta della Pericolosità Sismica locale relativa all'adeguamento del Piano Strutturale al 26/R: Pericolosità sismica elevata S3 – si veda l'estratto allegato.*
- *Carta delle Z.M.P.S.L. relativa all'adeguamento del Piano Strutturale del Piano Strutturale al 26/R: l'area in esame viene inserita in "Zona 9" – "Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti (9)".*
- *Carta delle Aree a Pericolosità Geomorfologica locale relativa all'adeguamento del Piano Strutturale al 26/R: Pericolosità media (Classe G.2) – si veda l'estratto allegato.*
- *Carta della Fattibilità Relativa al Regolamento Urbanistico Comunale: Classi di Fattibilità Non espresse – si veda lo stralcio allegato.*

Dal punto di vista del Rischio Idraulico la Cartografia relativa evidenzia quanto segue:

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

- **Carta delle Aree a Pericolosità Idraulica locale relativa all'adeguamento del Piano Strutturale al 26/R: Pericolosità bassa (Classe I.1) - si veda l'estratto allegato.**
- *Carta della Pericolosità geomorfologica ed idraulica relativa al P.T.C.P. di Arezzo: nessuna criticità segnalata.*
- *P.A.I. (Autorità di Bacino Fiume Arno – Stralcio n. 129, approfondimento in Scala 1:25.000) e approfondimento in scala 1:10.000: nessuna criticità segnalata.*
- *Carta delle Aree allagate relativa al Piano Strutturale comunale: Nessuna esondazione o ristagno segnalati.*
- *Carta degli ambiti fluviali relativa al Piano Strutturale comunale: l'area cimiteriale risulta esterna ad Ambito A, ma interno a quello B del limitrofo Borro del Mulino, ai sensi della ex DCR 230/94, ex DCR 12/00.*

Ai sensi della Deliberazione N. 72 del Consiglio Regionale Toscano del 24.07.2007 le opere in esame dovranno ricadere esternamente all'ambito di Tutela A1 dei torrenti e non contrastare con le prescrizioni in merito contenute dalla normativa in oggetto.

3.1.2 Classe di Fattibilità dell'intervento in relazione al Regolamento Urbanistico

Dal punto di vista della **espressione delle Classi di Fattibilità geomorfologica, sismica ed idraulica degli interventi** si rileva che, ricadendo l'area in esame nel territorio aperto extraurbano, queste non siano state espresse all'interno della Carta Tematica di supporto allo strumento Urbanistico (R.U.).

Si provvederà pertanto ad attribuire le stesse mediante l'abaco inserito nella relazione di fattibilità geologica di supporto al Regolamento Urbanistico Comunale.

L'intervento in esame va a ricadere a nostro avviso nelle classi "3" o "4" dell'abaco, stralcio del quale viene di seguito inserito.

Fattibilità geomorfologica e sismica:

TABELLA GUIDA PER L'ASSEGNAZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA - SISMICA				
TIPO DI INTERVENTO: EDILIZIO/URBANISTICO... in aree di territorio aperto			
	GRADO DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICO/SISMICA			
	1	2	3	4
1) Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco	II/I	II	III	IV
2) Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che non comportino sovraccarichi sulle fondazioni	I	I	I	I
3) Ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino modesti sovraccarichi sulle fondazioni e nuovi modesti carichi	II/I	II	II	III
4) Consistenti ampliamenti e sopraelevazioni, nuovi edifici, demolizione e ricostruzione e altri interventi che comportino nuovi cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni	II/I	II	III	IV

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

In sintesi si rileva quanto segue:

Pericolosità Geomorfologica G.2 => Fattibilità Geomorfologica G2.

Si riportano di seguito le prescrizioni contenute nella relazione geologica di fattibilità di supporto al Regolamento Urbanistico Comunale.

Classe G.2. - FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali si ritiene necessario predisporre una tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Il progetto deve basarsi su una apposita indagine geognostica e attenersi alle indicazioni e/o specifiche contenute nella scheda di fattibilità.

Non sono da prevedersi indagini di dettaglio a livello di area complessiva, fatto salvo la specifica richiesta da parte di competenti commissioni esaminatrici in relazione alla realizzazione di importanti interventi sul territorio in prossimità di aree critiche dal punto di vista geomorfologico.

Pericolosità sismica S.3 => Fattibilità sismica S2 per il punto "3" dell'abaco, e Fattibilità sismica S3 per quello "4".

Cautelativamente viene attribuita alle opere in progetto la Fattibilità Sismica S3.

Si riportano di seguito le prescrizioni contenute nella relazione geologica di fattibilità di supporto al Regolamento Urbanistico Comunale.

Classe S.3. - FATTIBILITÀ CONDIZIONATA

Attribuibile a situazioni definibili ad un livello di rischio elevato, come definibile dalle conoscenze evidenziate nella carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale.

Gli interventi ricadenti in tali aree sono attuabili solo in seguito alla realizzazione di opportune indagini geofisiche per la corretta definizione dell'azione sismica secondo quanto previsto al paragrafo 3.5 di cui al Reg. Att. art. 62 L.R. 1/05.

In particolare, opportune indagini geofisiche dovranno essere finalizzate alla ricostruzione di eventuali morfologie e strutture tettoniche sepolte, al fine di poter garantire una buona definizione dell'azione sismica. Sotto questo punto di vista la compatibilità degli interventi ricadenti in tali aree è condizionata agli esiti derivanti dagli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede dei piani complessi d'intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Per l'attuazione degli interventi ci si dovrà attenere strettamente ai risultati emersi dagli studi basati su campagne geofisiche ed alle indicazioni e/o specifiche contenute nella scheda di fattibilità.

Fattibilità Idraulica:

Pericolosità idraulica I.1 => Fattibilità Idraulica I1.

Si riporta di seguito l'abaco per l'attribuzione della fattibilità idraulica in aree di territorio aperto. Si rileva che per tutti gli interventi ricadenti in Classe di Pericolosità Idraulica I1 venga attribuita la Fattibilità Idraulica F.I.1.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

TABELLA GUIDA PER L'ASSEGNAZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' IDRAULICA

Tabella 1

TIPO DI INTERVENTO: EDILIZIO/ URBANISTICO... in aree di territorio aperto			
	GRADO DI PERICOLOSITA' IDRAULICA			
	1*	2	3	4
INTERVENTI SUL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE				
Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto, ristrutturazione edilizia senza ampliamenti e senza aumento del carico urbanistico.	I	I	I	I
Ristrutturazione edilizia senza ampliamenti di superficie coperta e volumetria, con aumento del carico urbanistico.	I	I	III	IV
Demolizione senza ricostruzione.	I	I	I	I
Demolizione e ricostruzione, ristrutturazione urbanistica senza aumento di volumetria e superficie coperta.	I	II	III	IV
NUOVI INTERVENTI				
Nuovi edifici, parcheggi, viabilità, ampliamenti di superficie coperta e volumetria anche con intervento di ristrutturazione urbanistica.	I	II	III	IV
Riparti	I	II	III*	III*
Corridoi infrastrutturali destinati alla realizzazione di nuova viabilità	I	II	III	IV
Impianti sportivi e verde pubblico attrezzato senza nuove volumetrie.	I	I	II	III
Scavi e sbancamenti.	I	I	I	I

Si riportano di seguito le prescrizioni contenute nella relazione geologica di fattibilità di supporto al Regolamento Urbanistico Comunale.

<p>FATTIBILITÀ IDRAULICA</p> <p>classe I.1. – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI</p> <p>Attribuibile a situazioni caratterizzate da pericolosità bassa sulle quali non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità come ad esempio in caso di aree collinari o montane per le quali non vi siano notizie storiche di inondazioni o siano in situazioni favorevoli di alto morfologico.</p> <p>In questi casi per le previsioni urbanistiche e infrastrutturali non sono necessarie prescrizioni specifiche dovute a limitazioni di carattere idraulico.</p>

In sintesi le classi di fattibilità attribuibili all'intervento in esame risultano i seguenti:

<p>Fattibilità Geomorfologica G2 Fattibilità Sismica S3 Fattibilità Idraulica I1</p>

Rimandando per le considerazioni di livello geotecnico e geofisico al paragrafo successivo, si sottolinea che dal punto di vista geomorfologico e sismico l'indagine geognostica svolta, che verrà documentata nel paragrafo successivo, abbia evidenziato la fattibilità delle opere in progetto secondo le prescrizioni ed indicazioni contenute nella presente relazione geologico-tecnica e nella normativa vigente.

Dal punto di vista idraulico l'intervento risulta fattibile senza particolari limitazioni.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

4 RELAZIONE GEOTECNICA E RELAZIONE GEOFISICA

4.1 Indagini svolte e caratteristiche dei terreni

Al fine di qualificare la natura del sottosuolo dell'area sono stati utilizzati i dati relativi a:

- Apertura nel lotto di due Pozzetti esplorativi mediante escavatore meccanico (paragrafo 4.2).
- Un rilievo Geofisico di tipo MASW svolto nell'area di intervento (paragrafo 4.3).
- L'esito di una prova penetrometrica statica (C.P.T.) svolta nel lotto (per il dettaglio si rimanda al paragrafo 4.4);
- L'esito di una recente indagine geognostica svolta in area adiacente (paragrafo 4.5).

Il complesso dei dati a disposizione è stato condotto alla ricostruzione del modello geotecnico di sottosuolo riportato nel paragrafo 4.6

L'ubicazione dei siti di prova viene indicata nella allegata carta delle indagini geognostiche e corografia generale in scala 1:25.000.

4.2 Apertura Pozzetti esplorativi

Al fine di verificare la natura dei terreni direttamente interessati dalle opere fondali della nuova struttura, e lo spessore del terreno vegetale affiorante, sono stati aperti n. 2 pozzetti esplorativi, mediante un escavatore meccanico messo a disposizione da Arezzo Multiservizi SRL (data di esecuzione 10.10.2014) – si veda la documentazione fotografica allegata.

I terreni sono stati analizzati mediante pocket penetrometro e scissometro.

I n. 2 pozzetti esplorativi sono stati tutti spinti sino ad una quota pari a -2.00 m circa ed hanno evidenziato la seguente successione media dei terreni.

0.00-0.40 m: terreno vegetale e di riporto;

0.40-2.00 m: argille limose di color marrone chiaro, compatte (terreno naturale indisturbato, privo di tracce vegetali e non rimaneggiato).

Sino a fondo scavo non è stata rilevata alcuna venuta di acqua di sottosuolo o tracce di umidità nei terreni.

4.3 Esito prova penetrometrica

La penetrometria è stata svolta nel lotto dalla Ditta TECNA il giorno 03_04_2017 (Operatore Sig. Sandro Gorini).

La campagna di penetrometria statica (*C.P.T.*, *Cone Penetration Test*) è stata portata a termine utilizzando un penetrometro olandese tipo Gouda (meccanico, con anello allargatore) da 10 t con le seguenti caratteristiche salienti:

- ◆ punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha=60^\circ$, Area punta $A_p=10$ cmq;
- ◆ manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" (\varnothing 35.7 mm, $h=133$ mm, sup.lat. $A_m=150$ cmq);
- ◆ velocità di avanzamento costante $v=2$ cm/sec (± 0.5 cm/sec).

L'indagine ha evidenziato l'escursione della resistenza alla punta e laterale locale (R_p , R_l) con la profondità, permettendo così di desumere i parametri geotecnici, e di avere

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

indicazioni indirette sulla natura litologica dei terreni di sottosuolo (Begemann 1965, AGI 1977, Schmertmann 1978).

La prova è stata spinta sino alla profondità massima di -9.20 m.

Al fine di ricostruire il modello geotecnico locale i dati di resistenza sono stati analizzati mediante le seguenti formule :

Determinazione del parametro C_u – Coesione non drenata, a partire dalle misurazioni svolte nella prova penetrometrica statica CPT:

- Raccomandazioni AGI, 1977:

$$C_u = R_p / NCP \quad (NCP = 15-25);$$

- Kjekstad et al (1978):

$$C_u = (q_t - \sigma_{v0}) / 17;$$

- Levadoux e Baligh (1980):

$$C_u = (q_c - \sigma_{v0}) / 14;$$

- Lunne e Kleven (1981):

$$C_u = (q_c - \sigma_{v0}) / 19;$$

$$C_u = (q_c - \sigma_{v0}) / 11;$$

- Meight (1987):

$$C_u = (q_c - \sigma_{v0}) / 16,3;$$

- Larsson (1995)

$$C_u = (q_t - \sigma_{v0}) / 14,5$$

- Larsson (2000)

$$C_u = (q_t - \sigma_{v0}) / 11$$

Angolo di attrito interno ϕ da Resistenza statica R_p :

Espressione di Meyerhoff:

$$\phi = 17 + 4.49 \ln R_p$$

Per quanto riguarda il calcolo del **Modulo edometrico** dal valore di R_p sono state utilizzate le relazioni di Sanglerat (1972), e Mitchell&Gardner (1975).

Per ciò che concerne il **modulo di reazione del terreno di Winkler** (o coefficiente di sottofondo), questo è stato definito in relazione agli abachi ed alle considerazioni riportate all'interno del manuale di **J. E. Bowles – “Fondazioni. Progetto e Analisi”**.

Per ogni ulteriore dettaglio relativo alla prova penetrometrica si rimanda ai certificati di prova allegati.

4.4 Svolgimento prova geofisica di tipo MASW: Relazione geofisica

Per qualificare l'area dal punto di vista geofisico abbiamo provveduto a svolgere un rilievo di tipo MASW sull'area di intervento (si veda la allegata Carta delle indagini geognostiche).

L'analisi geofisica è stata mirata a definire spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti e a valutare la presenza di un bedrock sismico superficiale.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Lo studio è stato svolto mediante il sismografo Doremi di proprietà dello studio tecnico. I dati acquisiti sono poi stati trattati tramite software “Winmasw” della Eliosoft.

Caratteristiche tecniche	
<i>Architettura</i>	
Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete:	1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta:	255
Dimensioni dell'elemento (escluso il cavo):	80x55x18 mm
Peso:	250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo:	4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flessio-torsioni, abrasioni ed agenti chimici
<i>Campionamento</i>	
Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
passi ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria:	ReM: 500Hz, t-max 60 secondi MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi
<i>Dinamica del sistema</i>	
Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 µV
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 µV
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB
<i>Alimentazione</i>	
Tensione di alimentazione:	10-15Vdc
Consumo:	
Unità di testa:	20mA
Per Canale:	40mA
Consumo totale 12 canali:	510mA
<i>Convertitore A/D</i>	
Tipologia:	SAR
Risoluzione:	16 bit
Dinamica:	96 dB
<i>Prampificatore</i>	
Tipologia:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri:	3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli da 10x a 8000x
Guadagni:	>80dB
Ricezione di modo comune:	non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)
Diafonia (cross-talk):	>100kΩ
Impedenza d'ingresso:	>100kΩ

GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO

Al fine di analizzare il Sottosuolo dell'area mediante la metodologia MASW, sono stati posizionati i geofoni sul terreno quindi è stata prodotta l'energizzazione tramite mazza da 8 kg.

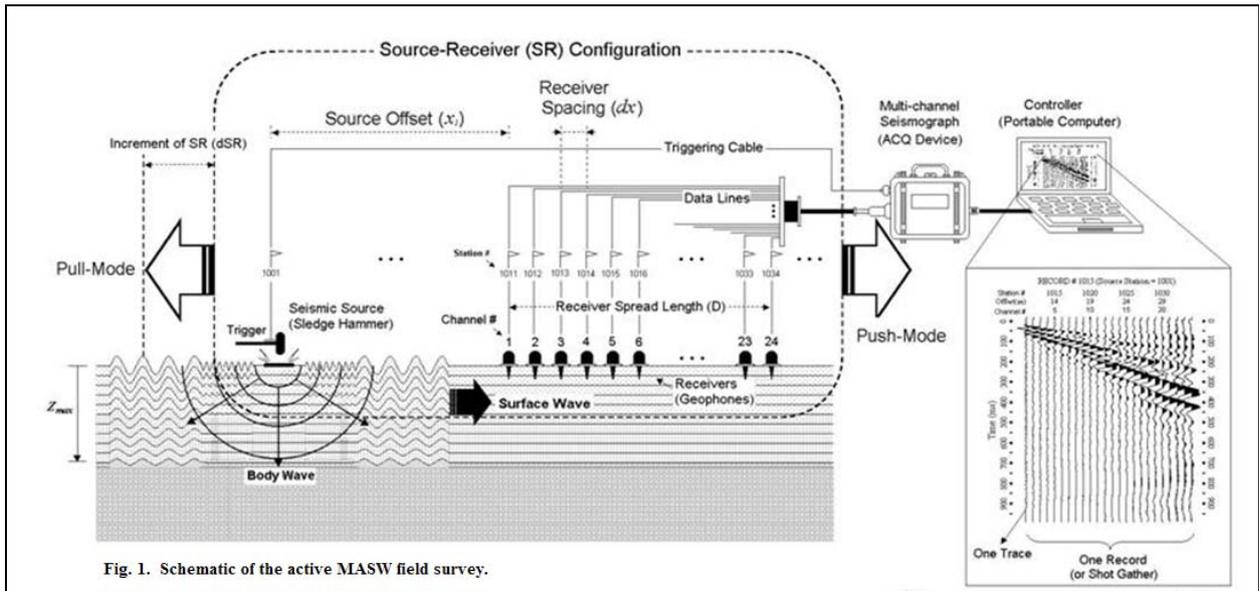
Sono state effettuate registrazioni di 2 sec.

I 12 geofoni da 4,5 hz sono stati disposti alla distanza di 2 metri (“geophone spacing”) energizzando alla distanza di 6 m dal primo geofono (“minimum offset”).

E' stato costruito pertanto un allineamento pari a 22 m+6 m=28 m (“receiver spread length” + “source offset”).

Sono state svolte n. 6 acquisizioni, che sono state elaborate eseguendo stacking, al fine di minimizzare il rumore di fondo.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci



Descrizione schematica della procedura MASW

L'indagine ha mostrato la presenza di n. 4 sismostrati, di seguito dettagliati.

Modello Geofisico Significativo			
SISMOSTRATI		PROFONDITA' (m)	VELOCITA' Vs
STRATO 1	Coltre	0,00-2,70	165 m/s
STRATO 2	Coltre	2.70-9.70	280 m/s
STRATO 3	Coltre	9.70-16.0	720 m/s
STRATO 4	Bedrock sismico	16.0-30.0	820 m/s

L'indagine MASW ha evidenziato la presenza nel lotto di un bedrock sismico ($v_s > 800$ m/sec) alla profondità di -16 m rispetto al piano di campagna.

La velocità sismica della coltre risulta pari a $v_s = 319$ m/sec, mentre quella del bedrock è pari a 820 m/sec.

Sono pertanto soddisfatte tutte le condizioni richieste dalle NTC 2008 per l'attribuzione del sottosuolo all'interno della Categoria E.

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_S > 800$ m/s).

4.5 Esito indagine geognostica svolta in area adiacente

Per risalire alle caratteristiche litologiche e geomeccaniche del sottosuolo della zona si riportano di seguito gli esiti dell'apertura di due pozzetti esplorativi svolta nel recente

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

passato in area adiacente (si veda per l'ubicazione la allegata corografia generale in scala 1:25.000)

I pozzetti esplorativi sono stati aperti mediante escavatore meccanico e sono stati spinti sino a circa 4.00 m rispetto al piano di campagna attuale; tale indagine ha permesso di identificare "de visu" la stratigrafia locale dell'area.

L'andamento degli scavi è stato uniforme ed ha evidenziato due orizzonti di terreno sovrapposti:

- Dal p.c. sino a -0.50 m: Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli arenacei in abbondante matrice sabbioso-limosa;
- Da -0.50 m sino a -4.00 m: Argilla limosa nocciola con intercalazioni di ciottolame arenaceo e di livelli sabbiosi; I valori di coesione non drenata (c_u) sono risultati compresi tra 0.65÷1.5 kg/cmq. Sono assenti livelli ad elevata compressibilità e a resistenza nulla o mediocre.

Alla profondità di -1.00 m sono state osservate delle lievi venute di acqua freatica.

4.6 Modello geotecnico di sottosuolo

Si riporta di seguito il modello geotecnico locale elaborato in base all'analisi complesso dei dati acquisiti relativamente al sottosuolo della zona.

Orizzonti geotecnici	Terreno	Parametri Geomeccanici caratteristici	Profondità dal p.c. (metri)
A	<i>Argille e limi</i>	$\gamma = 1.60 \text{ t/mc}$ $c_u = 1.0 \text{ kg/cmq}$ $M_o = 80 \text{ kg/cmq}$ $\Phi' = 32^\circ$	0.00÷0.80
B	<i>Argille e limi con lenti limoso sabbiose e limose</i>	$\gamma = 1.60 \text{ t/mc}$ $\gamma = 1.65 \text{ t/m}$ $c_u = 0.60 \text{ kg/cmq}$ $M_o = 48 \text{ kg/cmq}$ $\Phi' = 27^\circ$	0.80÷2.20
C	<i>Argille e limi</i>	$\gamma = 1.60 \text{ t/mc}$ $\gamma_s = 1.65 \text{ t/mc}$ $c_u = 1.50 \text{ kg/cmq}$ $\Phi' = 33^\circ$ $M_o = 165 \text{ kg/cmq}$	2.20÷2.80
D	<i>Argille e Argille sabbioso limose</i>	$\gamma = 1.60 \text{ t/mc}$ $\gamma_s = 1.65 \text{ t/mc}$ $c_u = 2.20 \text{ kg/cmq}$ $M_o = 230 \text{ kg/cmq}$ $\Phi' = 36^\circ$	2.80÷6.40
E	<i>Argille e limi</i>	$\gamma = 1.60 \text{ t/mc}$ $\gamma_s = 1.65 \text{ t/mc}$ $c_u = 1.20 \text{ kg/cmq}$ $M_o = 120 \text{ kg/cmq}$ $\Phi' = 33^\circ$	6.40÷7.40
F	<i>Argille sabbioso limose e sabbie</i>	$\gamma = 1.60 \text{ t/mc}$ $\gamma_s = 1.65 \text{ t/mc}$ $M_o = 298 \text{ kg/cmq}$ $\Phi' = 37^\circ$	7.40÷9.00

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Legenda:

γ = peso di volume unitario del terreno naturale;

γ_s = peso di volume unitario del terreno saturo;

Φ' = angolo di attrito interno efficace

C_u = coesione non drenata

M_o = Modulo edometrico

Il quadro fornito, che fornisce una ricostruzione cautelativa (“valori caratteristici”) del sottosuolo dell’area, risulta funzione dell’elaborazione dei parametri meccanici mediante l’utilizzo delle più consuete e tradizionali formule della geotecnica.

Il comportamento meccanico dominante dei terreni direttamente interessati dalle opere fondali della nuova struttura risulta di tipo coesivo (a breve termine).

Per quanto riguarda il dettaglio delle singole indagini si rimanda ai certificati di prova riportati in allegato, ed al Report Geofisico.

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Si riporta di seguito l’ipotesi dei parametri sismici ai sensi delle NTC 2008, che dovranno essere confermati da parte del Progettista delle strutture.

5.1 Vita Nominale

La normativa (DM - NTC 2008) definisce la Vita Nominale V_n delle strutture (art. 2.4.1) a cui si associano tre tipi di costruzioni con diverso valore, espresso in anni della loro durata, come definito al variare della classe d’uso come mostra la tabella sottostante:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Le informazioni forniteci dal calcolatore strutturale evidenziano come l’edificio in esame sia stato inserito nel gruppo n. 2 dei tipi di costruzione e come allo stesso sia stata assegnata una **$V_n = 50$ anni**.

5.2 Classe d’uso – Coefficiente d’uso C_u

La normativa (DM – NTC 2008) definisce l’azione sismica per quattro classi d’uso C_U delle costruzioni (art. 2.4.2) a cui si associa un coefficiente d’uso C_u definito al variare della classe d’uso.

Nel caso in esame l’edificio in oggetto è stato posto nella “**Classe d’uso**” II ed il conseguente coefficiente risulta quindi **$C_u = 1$** .

5.3 Periodo di riferimento per l’azione sismica - V_R

La normativa NTC 2008, inoltre, prevede la definizione di un periodo di riferimento V_R per le azioni sismiche su ciascuna costruzione ottenibile dalla formula:

$$V_R = V_N \times C_U$$

dove V_n è la vita nominale di un’opera strutturale intesa come il numero di anni nel quale la struttura purché soggetta manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel nostro caso, il periodo di riferimento:

$$V_R = 50 \times 1 = 50$$

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

5.1 Categorie di suolo di fondazione

Ai sensi delle NTC 2008 si attribuisce al sottosuolo dell'area la categoria di sottosuolo "E".

5.2 Condizioni topografiche

Al sito in esame si attribuisce la categoria topografica T1 ai sensi delle NTC 2008.

5.3 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T^*C relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella sottostante tabella, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

5.4 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella tabella seguente, in funzione delle categorie topografiche precedentemente e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

6 AZIONE SISMICA

6.1 Stati limite e relative probabilità di superamento

La normativa (DM – NTC 2008) nei confronti delle azioni (cap. 3.2.1) definisce quattro stati limite, al fine di indicare il comportamento, in chiave sismica, che dovrà sopportare la struttura in progetto.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Si riporta in tal senso uno stralcio del paragrafo 3.2.1 delle NTC 2008.

3.2.1 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	
<p>Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.</p> <p>Gli stati limite di esercizio sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Gli stati limite ultimi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	

Ad ogni stato limite corrisponde una probabilità di superamento come sotto indicato.

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Su indicazione del Progettista, provvederemo a fornire il valore di R_d allo Stato Limite Ultimo - SLV (Stato Limite di Salvaguardia Vita - $P_{V_R} = 10\%$), sia in condizioni non sismiche che in quelle sismiche.

6.2 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella tabella seguente, in funzione delle categorie topografiche precedentemente e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

6.3 Zone sismiche

Il territorio del Comune di Arezzo è stato classificato nella seconda categoria, con grado di sismicità $S=9$ (L. 64/74 e DM successivi che da essa discendono).

Il Coefficiente di intensità sismica è legato al grado di sismicità dalla seguente relazione: $C=(S-2)/100=0.07$.

La recente Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20 Marzo 2003, ha definito la nuova classificazione sismica del territorio nazionale e le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica (il Comune va a ricadere in Zona Sismica 2).

La successiva Del. GRT. N. 431 del 19.06.2006 conferma per il Comune di Arezzo la Zona Sismica 2.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 punti della griglia di accelerazioni (Allegato B – NTC 2008), tramite media pesata utilizzando la formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui:

p = valore del parametro di interesse nel punto in esame;

p_i = valore del parametro di interesse nell' i -simo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

d_i = distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i Parametri Spettrali P (a_g , F_0 , T^*C).

a_g = accelerazione massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

Tali parametri, descrivono i caratteri del moto sismico orizzontale sul sito di riferimento rigido le cui grandezze, definiscono le forme spettrali relative alla particolare P_{VR} .

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

6.4 Spettro di risposta elastico del sito

I valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche, relativi all'area di verifica, riferiti al suolo di categoria **E**, sono quelli di seguito indicati:

Area di Verifica: Ampliamento Cimitero di Bagnoro - Comune di Arezzo

Parametri Sismici:

Sito in esame.

latitudine: 43,431591
longitudine: 11,889264
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 21621	Lat: 43,4232	Lon: 11,8380	Distanza:
4248,089				
Sito 2	ID: 21622	Lat: 43,4241	Lon: 11,9068	Distanza:
1641,927				
Sito 3	ID: 21400	Lat: 43,4741	Lon: 11,9055	Distanza:
4907,256				
Sito 4	ID: 21399	Lat: 43,4732	Lon: 11,8366	Distanza:
6277,729				

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,054 g
Fo: 2,514
Tc*: 0,261 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,066 g
Fo: 2,517
Tc*: 0,273 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,159 g
Fo: 2,425
Tc*: 0,292 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

ag: 0,199 g
Fo: 2,434
Tc*: 0,299 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,600
Cc: 1,970
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,009
Amax: 0,850
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600
Cc: 1,930
St: 1,000
Kh: 0,021
Kv: 0,011
Amax: 1,041
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,570
Cc: 1,880
St: 1,000
Kh: 0,060
Kv: 0,030
Amax: 2,455
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,470
Cc: 1,860
St: 1,000
Kh: 0,070
Kv: 0,035
Amax: 2,873
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 43.430631

longitudine: 11.888301

7 VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI – STATI LIMITE ULTIMI (SLU); VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Le presenti verifiche dovranno essere svolte dal progettista strutturale incaricato.

8 MODULO DI REAZIONE DEL TERRENO

Nell'analisi strutturale dei componenti di una fondazione spesso viene fatto ricorso al modulo di reazione del terreno. Tale parametro detto anche coefficiente di sottofondo viene utilizzato nel caso si adotti per il terreno un comportamento alla Winkler.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Questo modello adotta una relazione lineare, del tipo $K = p/s$, tra cedimento s e reazione del terreno p sullo stesso punto. Tale coefficiente si calcola direttamente sulla base del valore determinato attraverso una prova di carico su piastra standard (lato o diametro pari a 30 cm) o indirettamente in funzione della natura e delle caratteristiche dei terreni e della geometria fondazionale. Quest'ultima procedura si affida a relazioni quali quella di Vesic o a valori riportati nella bibliografia tecnica (J. Bowles, 1991; G. Ricceri, 1975; Colombo e Colleselli, 1996).

In base a quanto fino ad ora asserito si potrà utilizzare come coefficiente di sottofondo un valore pari a $K=1.0$ kg/cm².

9 CONCLUSIONI, PRESCRIZIONI E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Su incarico ricevuto da **Arezzo Multiservizi Srl** è stata redatta una relazione geologico-tecnica di supporto al progetto per l'ampliamento del Cimitero di Bagnoro, nel Comune di Arezzo.

Non risulta ad oggi ultimato il progetto strutturale dell'opera.

Lo studio geologico, e geologico-tecnico, hanno evidenziato la fattibilità dell'intervento con le indicazioni e specifiche contenute nella presente relazione tecnica, e nella normativa vigente.

Per ciò che concerne la Categoria di Sottosuolo prevista dalle Nuove Norme tecniche per le costruzioni (DM 14.01.2008), è stata ritenuta opportuna quella "E".

La natura del sottosuolo dovrà essere cioè controllata in maniera puntuale e definitiva al momento dell'apertura dei lavori di scavo, così da essere certi dell'omogeneità delle caratteristiche geotecniche dei terreni direttamente interessati dalle opere fondali.

In tale fase se verrà ritenuto necessario, sarà ancora possibile svolgere un approfondimento di indagine geognostica e variare in via cautelativa i parametri tecnici sopra riportati, e la profondità fondazionale consigliata.

La Validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.

Ai fini di contenere al massimo i cedimenti sarà necessaria una corretta esecuzione degli scavi atti a raggiungere il piano di fondazione, evitando di rimaneggiare il terreno sul fondo dello sbancamento.

Gli scavi dovranno inoltre essere ripuliti da tutto quel materiale rimaneggiato che dovesse essere presente alla fine di tale operazione.

Si raccomanda rimuovere il manufatto presente nel lotto destinato ad ossario. La struttura in c.a. insiste ad oggi sino ad una profondità pari a circa 1.0 m rispetto al piano di campagna attuale. Dovrà pertanto essere messa in opera una adeguata gettata di magrone armato in coincidenza del terreno direttamente a contatto con le nuove fondazioni, ad oggi occupato dal manufatto.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Vista la presenza di una falda superficiale, gravante a profondità comprese tra 1-3 m rispetto al piano di campagna, si consiglia di impermeabilizzare il terreno direttamente a contatto con la struttura.

Si ricorda infine che:

- il controllo e la gestione delle opere sarà sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori, al quale si rimanda incondizionatamente per quanto riguarda la corretta esecuzione del progetto e la rigorosa osservanza delle indicazioni contenute nella presente relazione.
- al Progettista strutturale spetta la scelta della tipologia ed il dimensionamento definitivo delle fondazioni sia per quanto riguarda la larghezza-lunghezza delle stesse, che per la profondità di imposta, in relazione a quanto riportato circa la natura dei terreni, e quanto previsto dalla Scienza delle fondazioni.
- al progettista strutturale spetta la verifica in fondazione allo SLU e SLE, come previsto dalle NTC 2008.

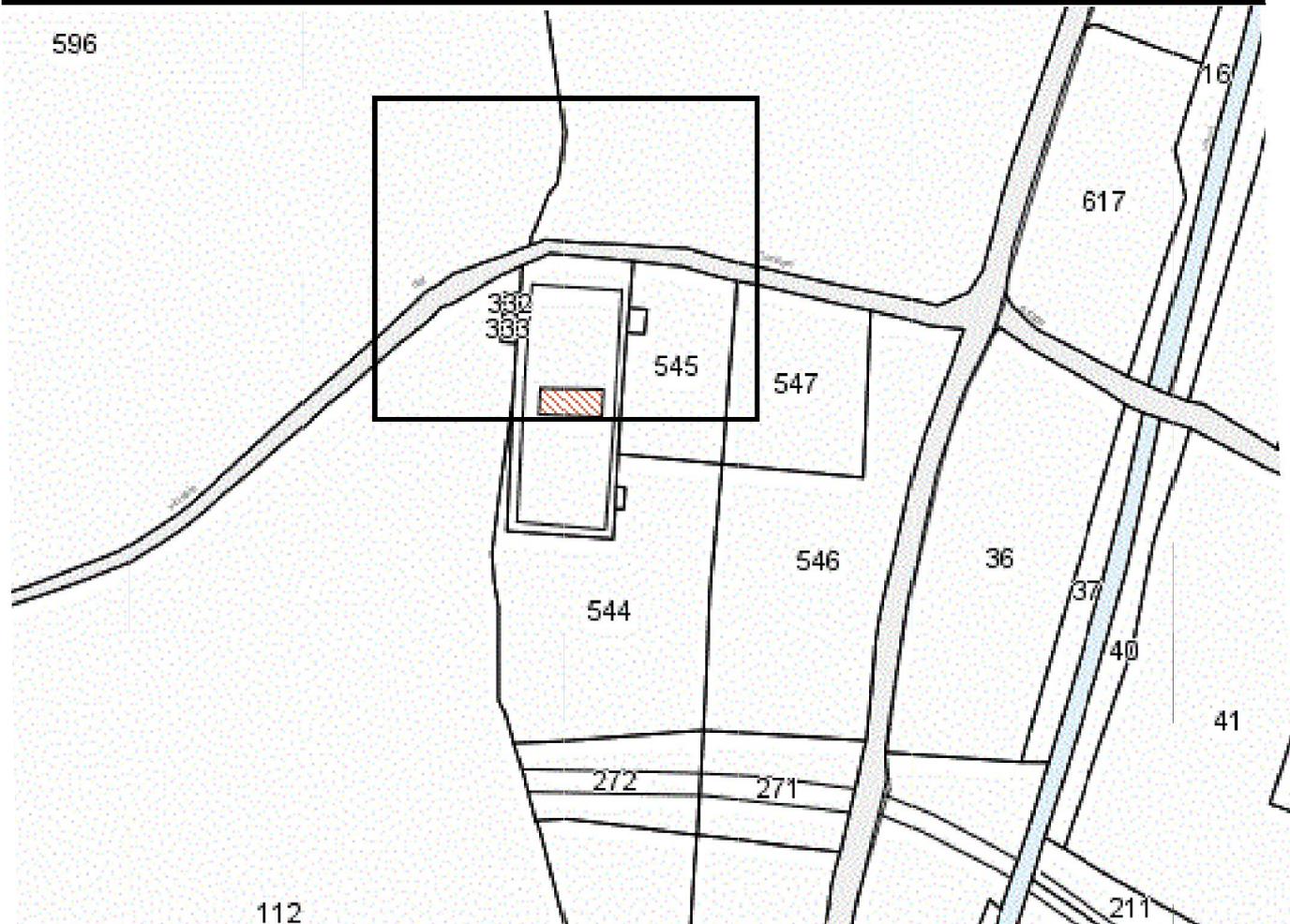
Arezzo, 16.07.2017

Dott. Geologo
Giovanni Capacci



Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 1.1



PLANIMETRIA CATASTALE SCALA 1:2.000

COMUNE DI AREZZO
Località Bagnoro

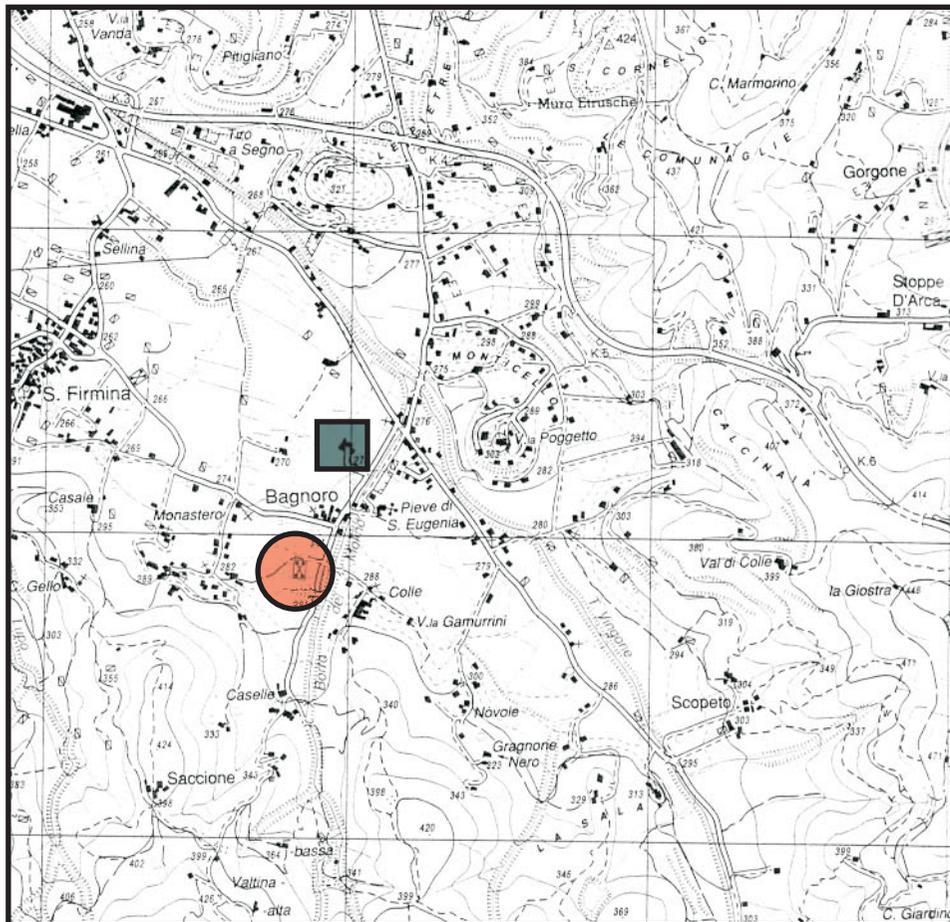
FOGLIO 149A - PARTICELLA C



Area di intervento

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 2.1



Corografia generale Scala 1:25.000
Estratto dal F° 288 Sez. II della Carta d'Italia
Comune di Arezzo
Località Bagnoro



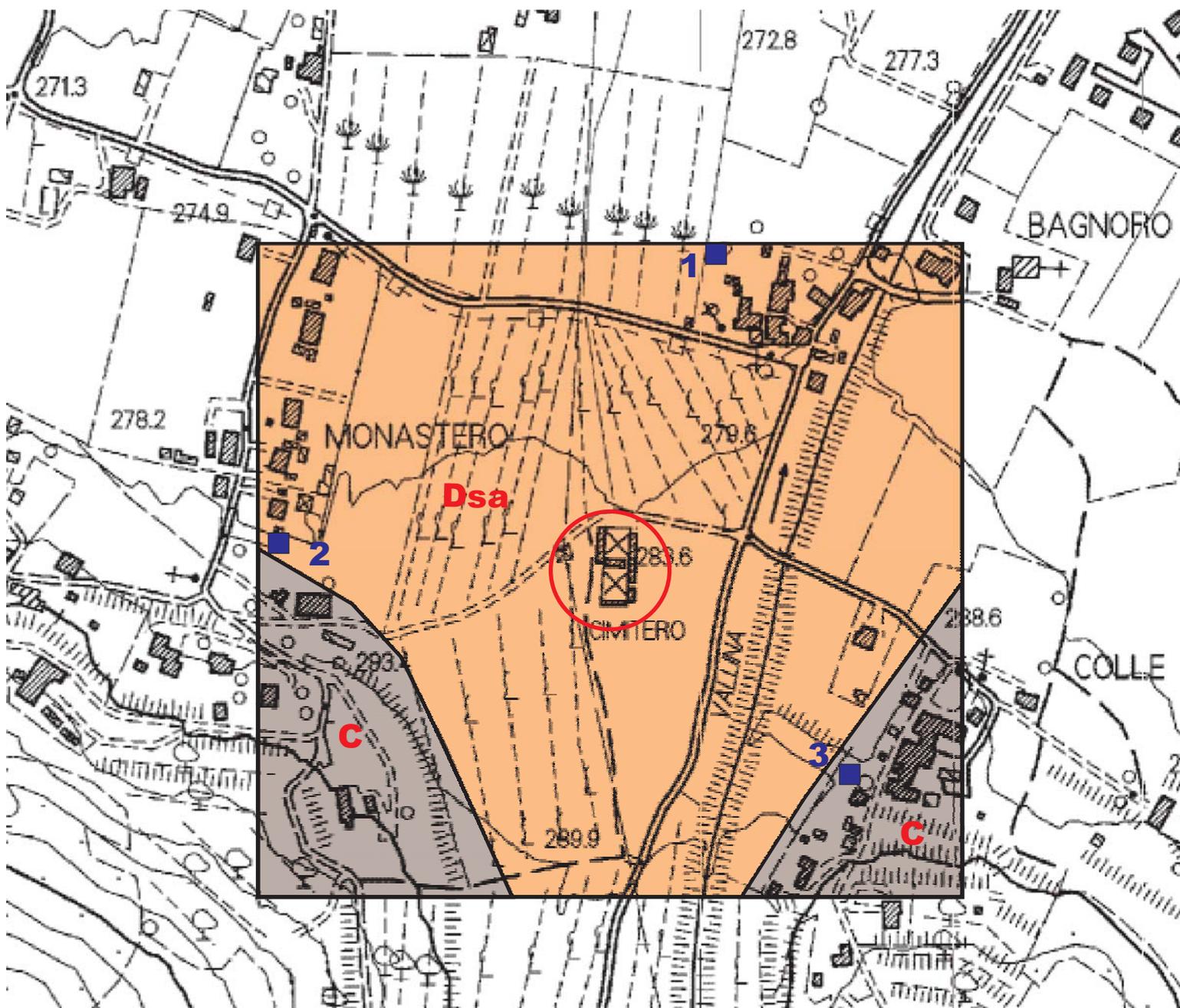
Area interessata dall'intervento



Area di recente apertura di pozzetti esplorativi

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 3.1



COMUNE DI AREZZO
Località Bagnoro
CARTA GEOLOGICA
 Scala 1:5.000

Dsa	Depositi Sabbioso Argillosi Pleistocene Superiore	■	Ubicazione pozzi a stratigrafia nota
C	Arenarie del M. Cervarola (Dominio Toscano) Origine turbiditica <u>Aquitaniiano-Langhiano</u>	○	Area in oggetto

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

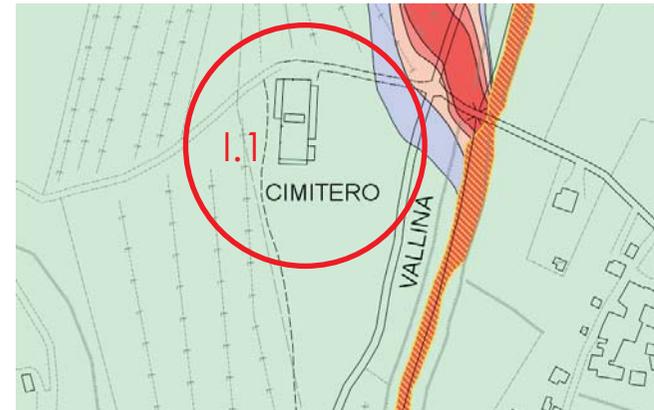
Allegato 3.2

Carta delle Aree a Pericolosità geomorfologica
Relativa al Piano Strutturale Comunale
Adeguamento al 26/R



Classe G.2 - Pericolosità Media

Carta delle Aree a Pericolosità Idraulica
Relativa al Piano Strutturale Comunale
Adeguamento al 26/R



Classe I.1 - Pericolosità Idraulica bassa

Carta della Pericolosità Sismica locale
Relativa al Piano Strutturale Comunale
Adeguamento al 26/R



Classe S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

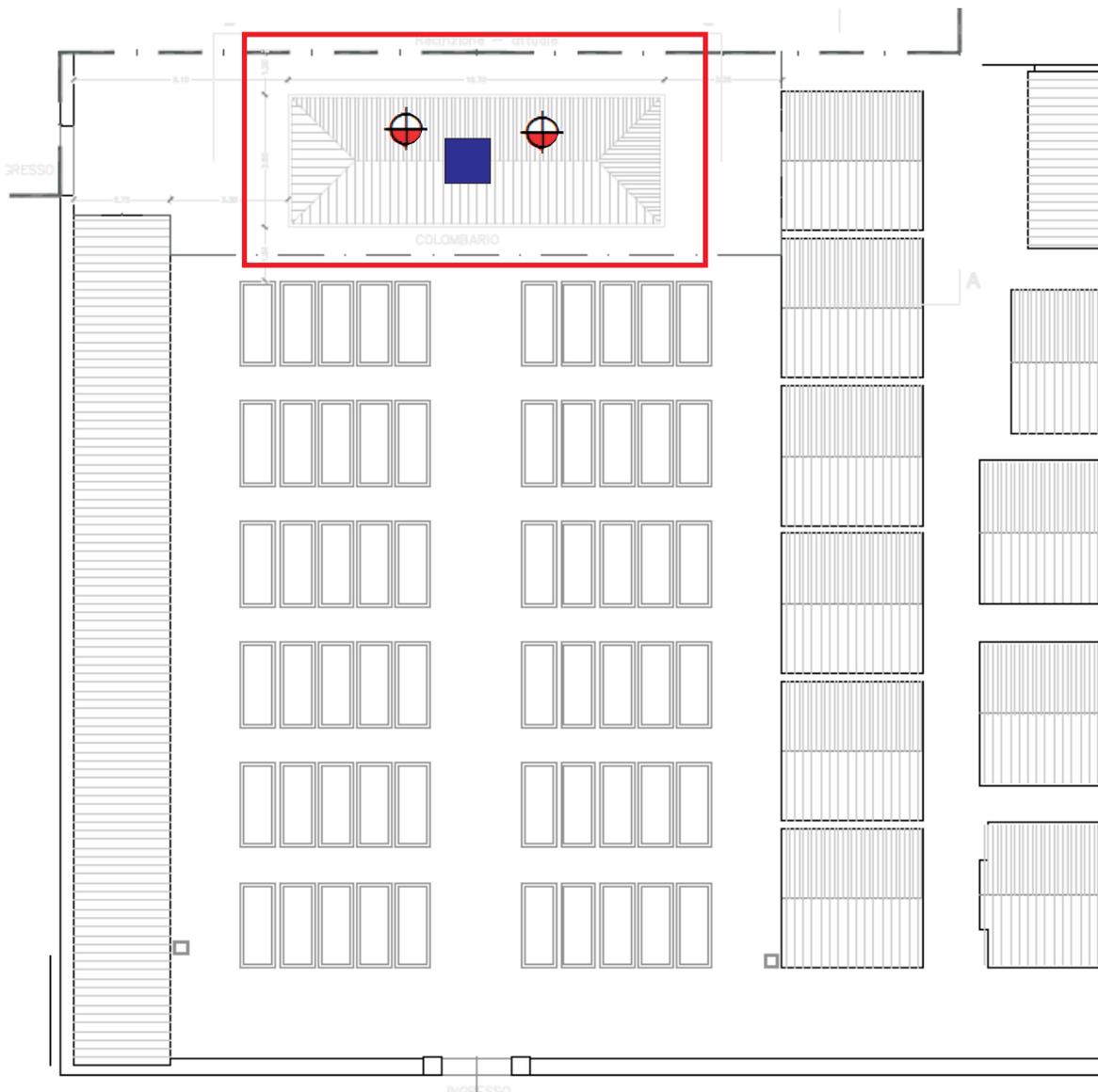
Carta della Fattibilità
relativa al Regolamento Urbanistico
Comunale



Classi di Fattibilità non espresse
(da esprimersi con abaco)

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 4.1



Carta delle indagini geognostiche

COMUNE DI AREZZO
Località Bagnoro

	Area di intervento
	Ubicazione pozzetto esplorativo
	Ubicazione rilievo geofisico di tipo MASW
	Ubicazione prova penetrometrica

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 4.2

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	riferimento	064-2017
	certificato n°	265/2017
	n° verb. accett.	065 del 03-04-17

Committente: Arch. Antonio Marino	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 03/04/2017
Cantiere: Indagine geognostica realiz. loculi cimitero	Pagina: 1/17	Data certificato: 05/04/2017
Località: Bagnoro - AR	Elaborato:	Falda: Assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0,20	0,0	0,0		0,0	0,73	0									
0,40	27,0	38,0		27,0	1,73	16	6,4								
0,60	40,0	66,0		40,0	2,27	18	5,7								
0,80	68,0	102,0		68,0	4,13	16	6,1								
1,00	21,0	83,0		21,0	1,60	13	7,6								
1,20	11,0	35,0		11,0	0,20	55	1,8								
1,40	9,0	12,0		9,0	0,60	15	6,7								
1,60	13,0	22,0		13,0	0,80	16	6,2								
1,80	14,0	26,0		14,0	0,67	21	4,8								
2,00	18,0	28,0		18,0	1,00	18	5,6								
2,20	24,0	39,0		24,0	1,53	16	6,4								
2,40	38,0	61,0		38,0	3,13	12	8,2								
2,60	61,0	108,0		61,0	3,67	17	6,0								
2,80	99,0	154,0		99,0	6,40	15	6,5								
3,00	107,0	203,0		107,0	6,47	17	6,0								
3,20	141,0	238,0		141,0	8,80	16	6,2								
3,40	120,0	252,0		120,0	10,27	12	8,6								
3,60	147,0	301,0		147,0	10,07	15	6,9								
3,80	113,0	264,0		113,0	9,80	12	8,7								
4,00	140,0	287,0		140,0	12,40	11	8,9								
4,20	112,0	298,0		112,0	11,07	10	9,9								
4,40	132,0	298,0		132,0	8,13	16	6,2								
4,60	126,0	248,0		126,0	8,47	15	6,7								
4,80	166,0	293,0		166,0	8,13	20	4,9								
5,00	148,0	270,0		148,0	9,67	15	6,5								
5,20	73,0	218,0		73,0	3,60	20	4,9								
5,40	56,0	110,0		56,0	2,67	21	4,8								
5,60	106,0	146,0		106,0	7,53	14	7,1								
5,80	66,0	179,0		66,0	6,20	11	9,4								
6,00	110,0	203,0		110,0	3,20	34	2,9								
6,20	128,0	176,0		128,0	7,80	16	6,1								
6,40	83,0	200,0		83,0	4,67	18	5,6								
6,60	39,0	109,0		39,0	1,87	21	4,8								
6,80	33,0	61,0		33,0	1,27	26	3,8								
7,00	48,0	67,0		48,0	2,40	20	5,0								
7,20	26,0	62,0		26,0	2,67	10	10,3								
7,40	54,0	94,0		54,0	2,53	21	4,7								
7,60	171,0	209,0		171,0	4,73	36	2,8								
7,80	85,0	156,0		85,0	4,20	20	4,9								
8,00	112,0	175,0		112,0	6,60	17	5,9								
8,20	123,0	222,0		123,0	5,33	23	4,3								
8,40	131,0	211,0		131,0	3,67	36	2,8								
8,60	181,0	236,0		181,0	3,47	52	1,9								
8,80	189,0	241,0		189,0	3,67	51	1,9								
9,00	201,0	256,0		201,0											

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

nota:

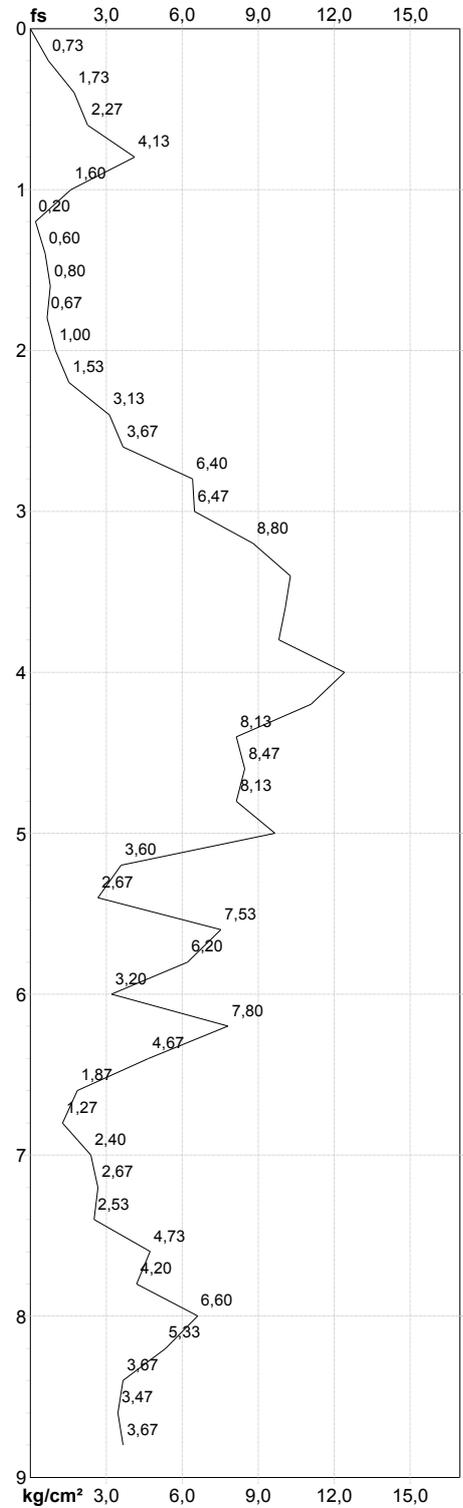
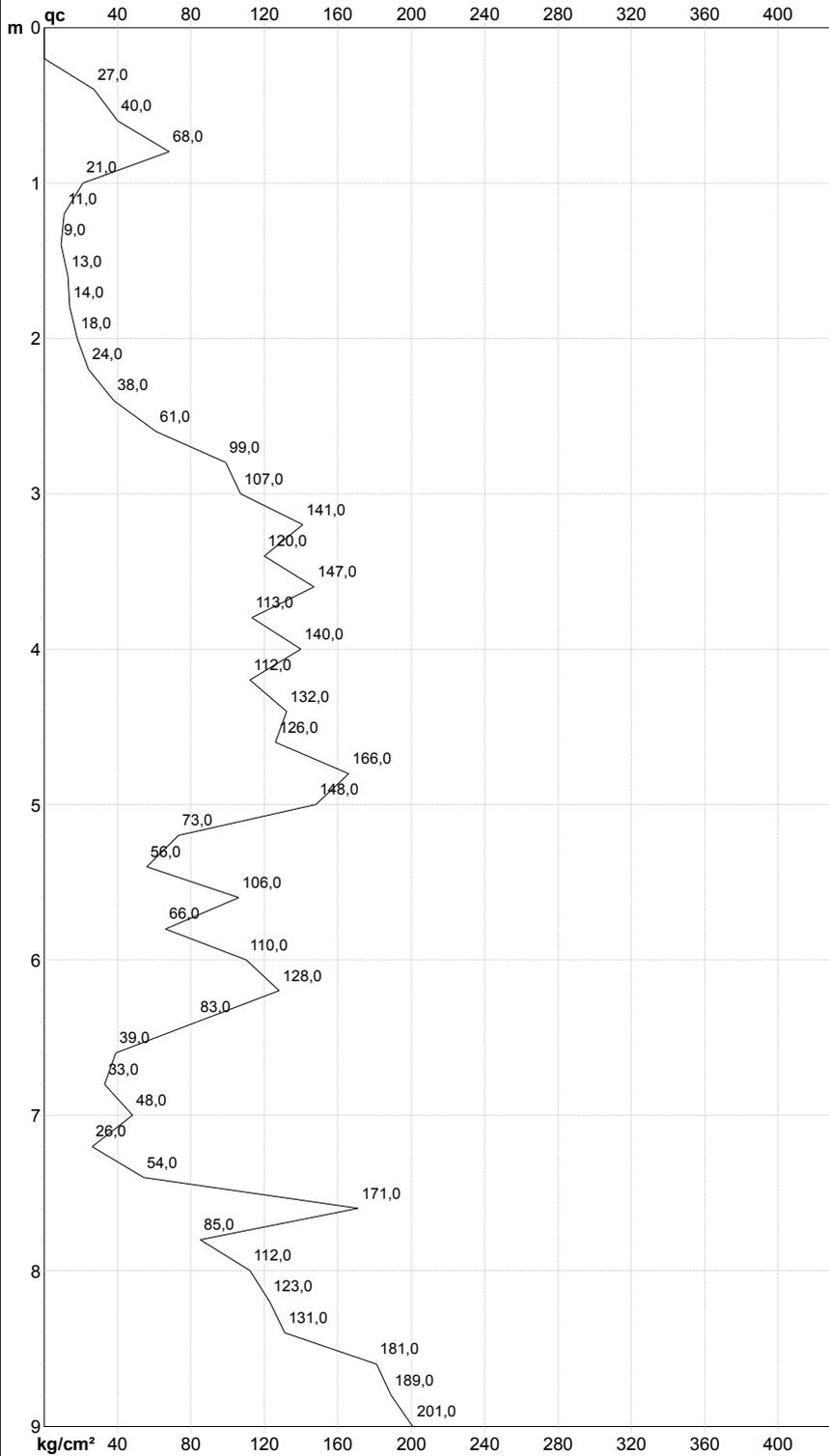
FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	1
riferimento	064-2017
certificato n°	265/2017
n° verb. accett.	065 del 03-04-17

Committente: **Arch. Antonio Marino**
 Cantiere: **Indagine geognostica realiz. loculi cimitero**
 Località: **Bagnoro - AR**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 03/04/2017
 Scala: 1:45 Data certificato: 05/04/2017
 Pagina: 2/17 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: Assente



Coord. Relative	Coord. Geografiche	Penetrometro: TG63-200	Preforo: m
Xr: m	Xg:	Responsabile:	Corr.astine: kg/ml
Yr: m	Yg:	Assistente:	Cod.ISTAT: 051002
Zr: m	Zg:		

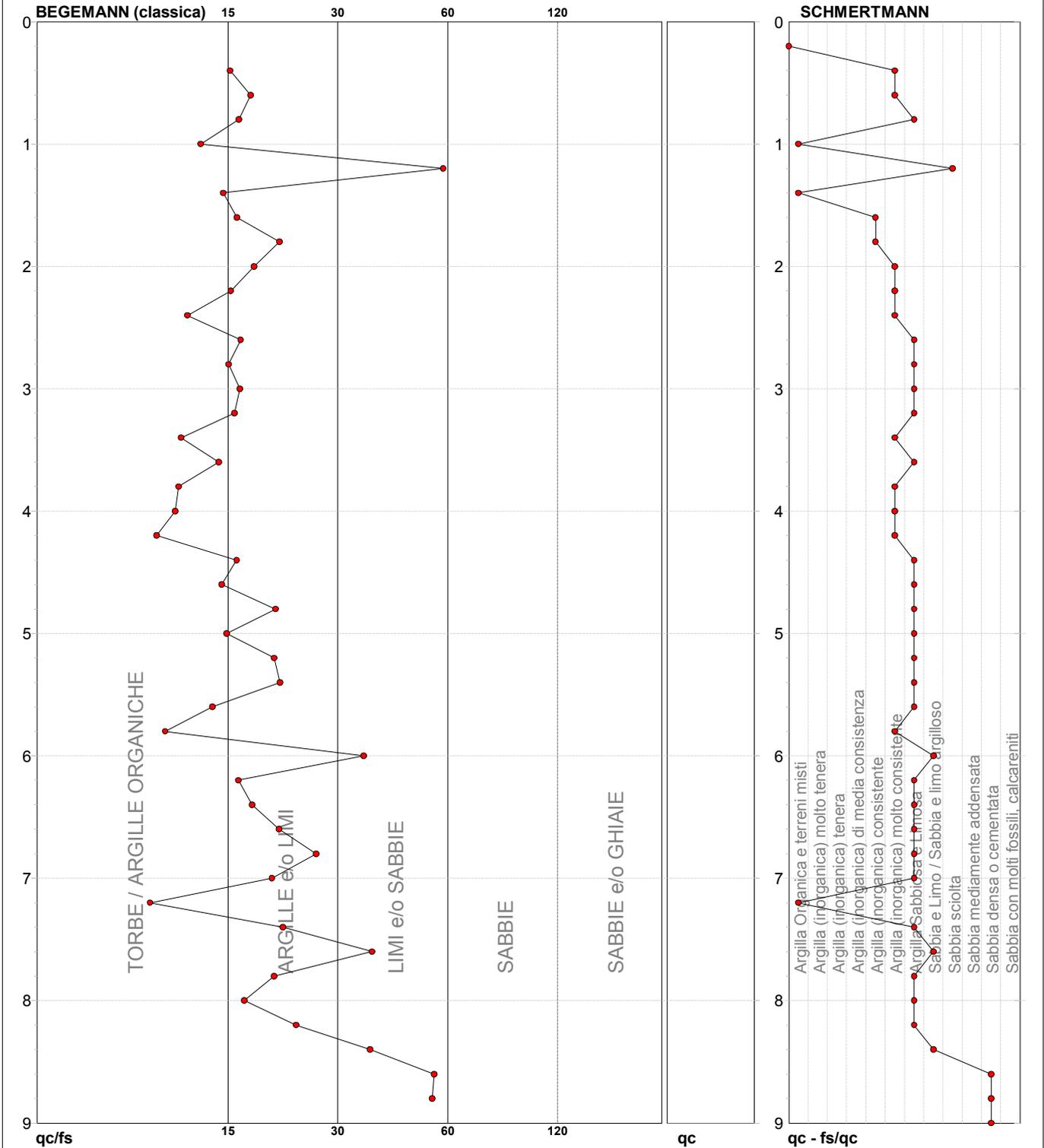
nota: FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
referimento	064-2017
certificato n°	265/2017
n° verb. accett.	065 del 03-04-17

Committente: **Arch. Antonio Marino**
 Cantiere: **Indagine geognostica realiz. loculi cimitero**
 Località: **Bagnoro - AR**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 03/04/2017
 Scala: 1:45 Data certificato: 05/04/2017
 Pagina: 3/17
 Elaborato: Falda: Assente



Torbe / Argille org. :	13 punti, 29,55%	Argilla Organica e terreni misti:	3 punti, 6,82%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	22 punti, 50,00%
Argille e/o Limi :	25 punti, 56,82%	Argilla (inorganica) consistente:	2 punti, 4,55%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	3 punti, 6,82%
Limi e/o Sabbie :	6 punti, 13,64%	Argilla (inorganica) molto consist.:	10 punti, 22,73%	Sabbia sciolta:	1 punto, 2,27%
				Sabbia densa o cementata:	2 punti, 4,55%

nota: FON049

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 4.3

COMUNE DI AREZZO

Località Bagnoro

RELAZIONE GEOFISICA

INDAGINE SISMICA MASW
RILIEVO INTERPRETATIVO

PROGETTO

**Ampliamento interno per la realizzazione di un Colombario nel Cimitero
di Bagnoro**

Committente

Arezzo Multiservizi Srl

Il Geologo

Ottobre 2014

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

CONTENUTO

1	PREMESSA.....	3
2	INDAGINE GEOFISICA DI TIPO MASW – CENNI TEORICI	3
3	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E METODOLOGIA DI INDAGINE.....	5
4	RISULTATI OTTENUTI.....	7
5	CONCLUSIONI.....	9

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

1 PREMESSA

Su incarico ricevuto da **Arezzo Multiservizi Srl** abbiamo svolto uno studio geofisico di tipo MASW nei terreni interessati dall'ampliamento del cimitero di Bagnoro (Arezzo), da realizzarsi mediante la costruzione di un colombario

Lo studio sismico ha avuto come scopo quello di definire la velocità di propagazione delle onde elastiche vs al fine di attribuire la corretta categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2008.

La prospezione è stata mirata anche ad evidenziare la presenza di livelli nel sottosuolo configurabili per velocità come bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s)

L'indagine è consistita in due prospezioni geofisiche di tipo MASW, svolte mediante sismografo DOREMI (SARA electronic instruments), di proprietà dello studio tecnico di geologia e geofisica dott. Giovanni Capacci – dott. Paola Lucci.

2 INDAGINE GEOFISICA DI TIPO MASW – CENNI TEORICI

MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (*Analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999*).

Il fenomeno che viene analizzato è la propagazione delle onde di superficie.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie, ovvero: frequenze diverse - cioè lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa.

Il principio base è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale sismico che si propaga, viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

Più specificatamente: le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini avvertono gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh). Più in dettaglio: le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata) o da un cannoncino.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP).

Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione.

Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione.

L'indagine MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).

3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E METODOLOGIA DI INDAGINE

Per qualificare ancora più dettagliatamente l'area dal punto di vista geofisico e permettere il confronto con quanto evidenziato nel contesto dell'indagine sismica complessiva mediante prova down-hole e studio HVSR, abbiamo provveduto a svolgere una prospezione di tipo MASW.

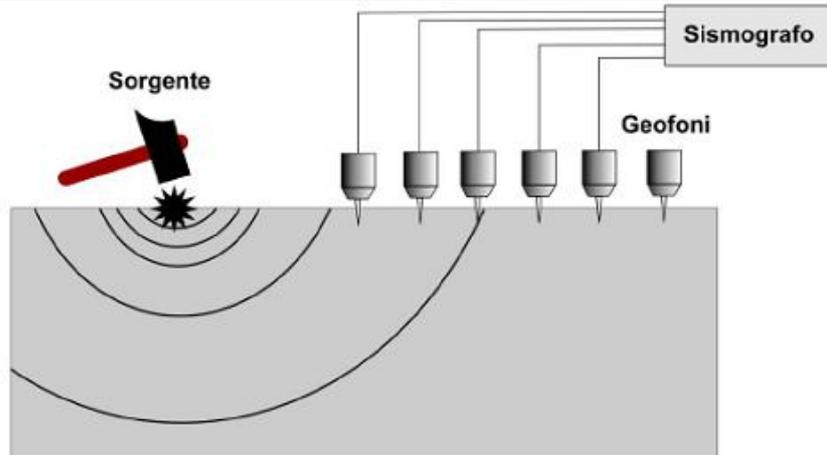
Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 Gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005).

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

L'analisi geofisica è stata mirata a definire spessori, geometrie e velocità sismiche dei terreni e a valutare l'eventuale presenza di un bedrock sismico superficiale.

I dati acquisiti sono poi stati trattati tramite software "Winmasw" della Eliosoft.



Attrezzatura sismica utilizzata per l'indagine

La strumentazione usata è stata le seguente:

- Sismografo Doremi (SARA electronic instruments);
- Numero dei canali 12;
- Geofoni verticali da 4.5 hz;

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

- Come sistema di energizzazione per rilievo MASW è stata utilizzata una Massa battente (mazza da 8 kg).
- Sono state effettuate registrazioni di 2 sec.

GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO

Al fine di analizzare il Sottosuolo dell’area mediante la metodologia MASW, sono stati posizionati i geofoni sul terreno quindi è stata prodotta l’energizzazione tramite mazza da 8 kg.

Sono state effettuate registrazioni di 2 sec.

I 12 geofoni da 4,5 hz sono stati disposti alla distanza di 2 metri (“geophone spacing”) energizzando alla distanza di 6 m dal primo geofono (“minimum offset”).

E’ stato costruito pertanto un allineamento pari a 22 m+6 m=28 m (“receiver spread length” + “source offset”).

Sono state svolte n. 6 acquisizioni, che sono state elaborate eseguendo stacking, al fine di minimizzare il rumore di fondo.

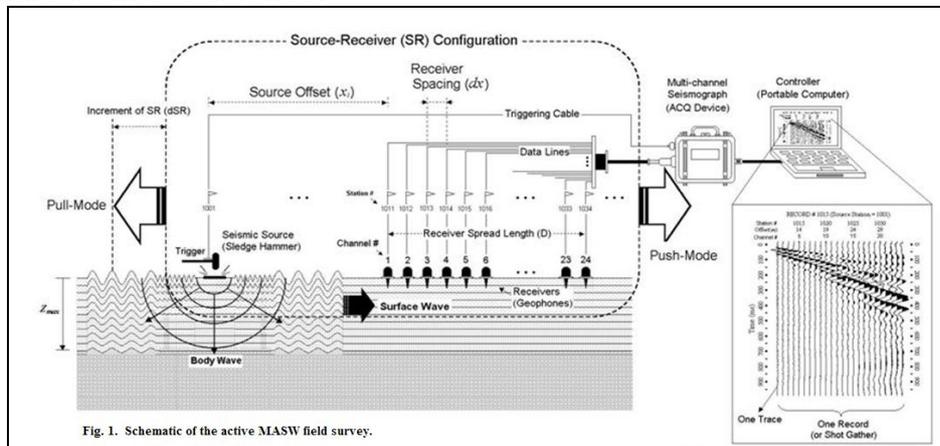


Fig. 1. Schematic of the active MASW field survey.

Descrizione schematica della procedura MASW

4 RISULTATI OTTENUTI

L’indagine ha mostrato la presenza di n. 4 sismostrati, di seguito dettagliati.

Modello Geofisico Significativo			
SISMOSTRATI		PROFONDITA' (m)	VELOCITA' Vs
STRATO 1	Coltre	0,00-2,70	165 m/s
STRATO 2	Coltre	2,70-9,70	280 m/s
STRATO 3	Coltre	9,70-16,0	720 m/s
STRATO 4	Bedrock sismico	16,0-30,0	820 m/s

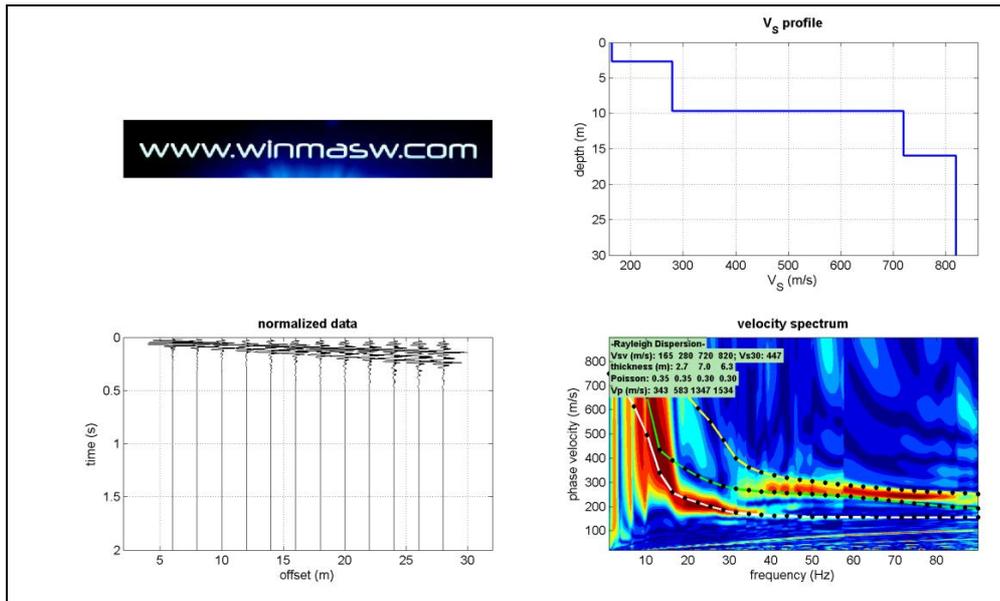
L’indagine MASW ha evidenziato la presenza nel lotto di un bedrock sismico (vs > 800 m/sec) alla profondità di -16 m rispetto al piano di campagna.

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

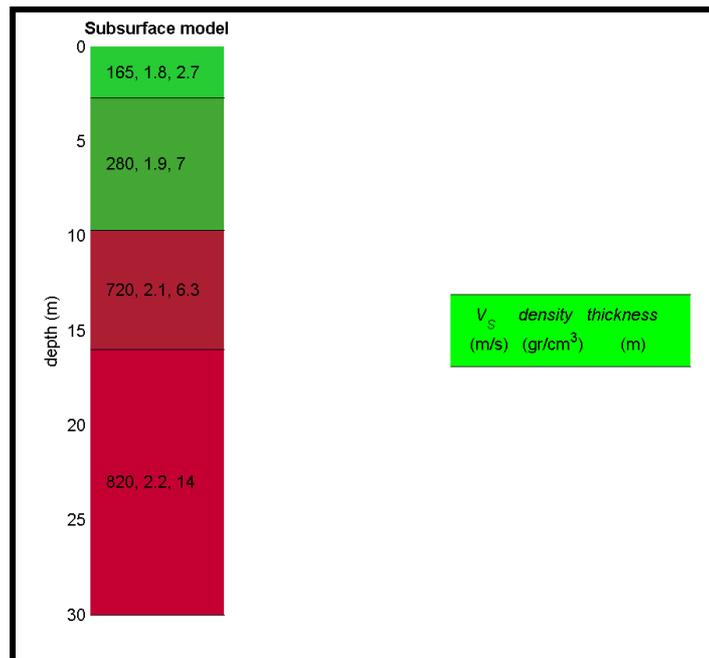
La velocità sismica della coltre risulta pari a $v_s=319$ m/sec, mentre quella del bedrock è pari a 820 m/sec.

Sono pertanto soddisfatte tutte le condizioni richieste dalle NTC 2008 per l'attribuzione del sottosuolo all'interno della Categoria E.

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_S > 800$ m/s).



Elaborazione mediante software Winmasw dei dati acquisiti



Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

5 CONCLUSIONI

Su incarico ricevuto da Arezzo Multiservizi SRL abbiamo svolto uno studio geofisico di tipo MASW nei terreni interessati dall'ampliamento del cimitero di Bagnoro (Comune di Arezzo).

L'indagine ha avuto come scopo quello di definire la velocità di propagazione delle onde elastiche Vs nei singoli orizzonti costituenti il sottosuolo dell'area.

Lo studio è stato mirato anche ad evidenziare la presenza di livelli nel sottosuolo configurabili per velocità come bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s)

La Prospezione geofisica ha permesso di attribuire la Categoria di Sottosuolo E ai sensi delle NTC 2008.

Arezzo, 14.10.2014

Dott. Geologo
Giovanni Capacci

Geologo incaricato: Dott. Giovanni Capacci

Allegato 4.4

Foto 1: Esecuzione pozzetto esplorativo A



Foto 2: Esecuzione pozzetto esplorativo B



Documentazione Fotografica Saggi geognostici

Comune di Arezzo - Località Bagnoro