



COMUNE DI SOLBIATE ARNO

Provincia di Varese
UFFICIO TECNICO

| Titolo | Elaborato |
|----------------------------------|------------------|
| <h2>RELAZIONE GEOLOGICA</h2> | <h1>B</h1> |
| | data 18/07/2013 |
| | agg. ___/___/___ |
| | agg. ___/___/___ |

PIANO REGOLATORE CIMITERIALE Cimitero di Solbiate Arno



Approvazione

Approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 44 del 9 dicembre 2013

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Marco CASSINELLI

Istruttore Tecnico:

Geom. Emanuele MAGISTRALI



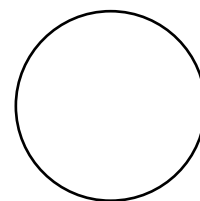
COMUNE DI SOLBIATE ARNO

Provincia di Varese



PIANO CIMITERIALE COMUNALE

RELAZIONE GEOLOGICA



| | | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Committente: | Comune di Solbiate Arno | Codice Commessa: | 38/10 |
| | Data: giugno 2010 | Redatto: ZAMBRA | Approvato: ZAMBRA |
| Revisione: | | | |

INDICE

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
 - 5.1 Idrografia
 - 5.2 Piezometria
6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI
7. INQUADRAMENTO SISMICO



1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'ambito della redazione del Piano Cimiteriale Comunale dei Comuni di Solbiate Arno e Jerago con Orago in provincia di Varese, su incarico delle Amministrazioni Comunali, è stata redatta la relazione geologica, così come richiesto dall'Allegato 1 del Regolamento Regionale 9 Novembre 2004 n. 6 e si sono quindi presi in considerazione i seguenti aspetti:

- caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dalle future opere.
- caratteristiche idrogeologiche dei terreni e delle aree.

La presente relazione geologica si riferisce al cimitero di Solbiate Arno, di cui viene previsto un ampliamento per la futura realizzazione di nuove opere tombali, con conseguente ampliamento e risagomatura della zona di rispetto del vincolo cimiteriale.

Normativa di riferimento:

1. D.M. 10 Settembre 1990 n. 285 (Approvazione del Regolamento Nazionale di Polizia Mortuaria).
2. L.R. Regione Lombardia 18 novembre 2003 n. 22 (Norme in materia di attività e servizi necroscopici, funebri e cimiteriali).
3. R.R. Regione Lombardia 9 Novembre 2004 n. 6 (Regolamento in materia di attività funebri e cimiteriali).
4. R.R. Regione Lombardia 6 Febbraio 2007 n. 1 (Modifiche al Regolamento in materia di attività funebri e cimiteriali).
5. D.M. 14 Gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni)

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Solbiate Arno è situato a circa 10 km a sud di Varese, lungo il corso del T. Arno che attraversa il territorio comunale con direzione N-S e confina con i comuni: di Jerago con Orago a ovest e a sud; con Oggiona S. Stefano a sud; con Carnago a est; con Caronno Varesino e Albizzate a nord; con Albizzate a ovest.

La morfologia del territorio risulta ondulata con quota massima di 350 m s.l.m. nella porzione nord-occidentale e quota minima di 285 m s.l.m. nella porzione meridionale lungo l'asta del T. Arno; il territorio è rappresentato nella sezione A5d2 della Carta Tecnica della Regione Lombardia alla scala di 1:10.000

In particolare l'area cimiteriale oggetto della presente relazione presenta una forma rettangolare allungata N-S ed è situata in posizione centrale ad ovest del corso del T. Riale tra la via Montebello e corso Europa.

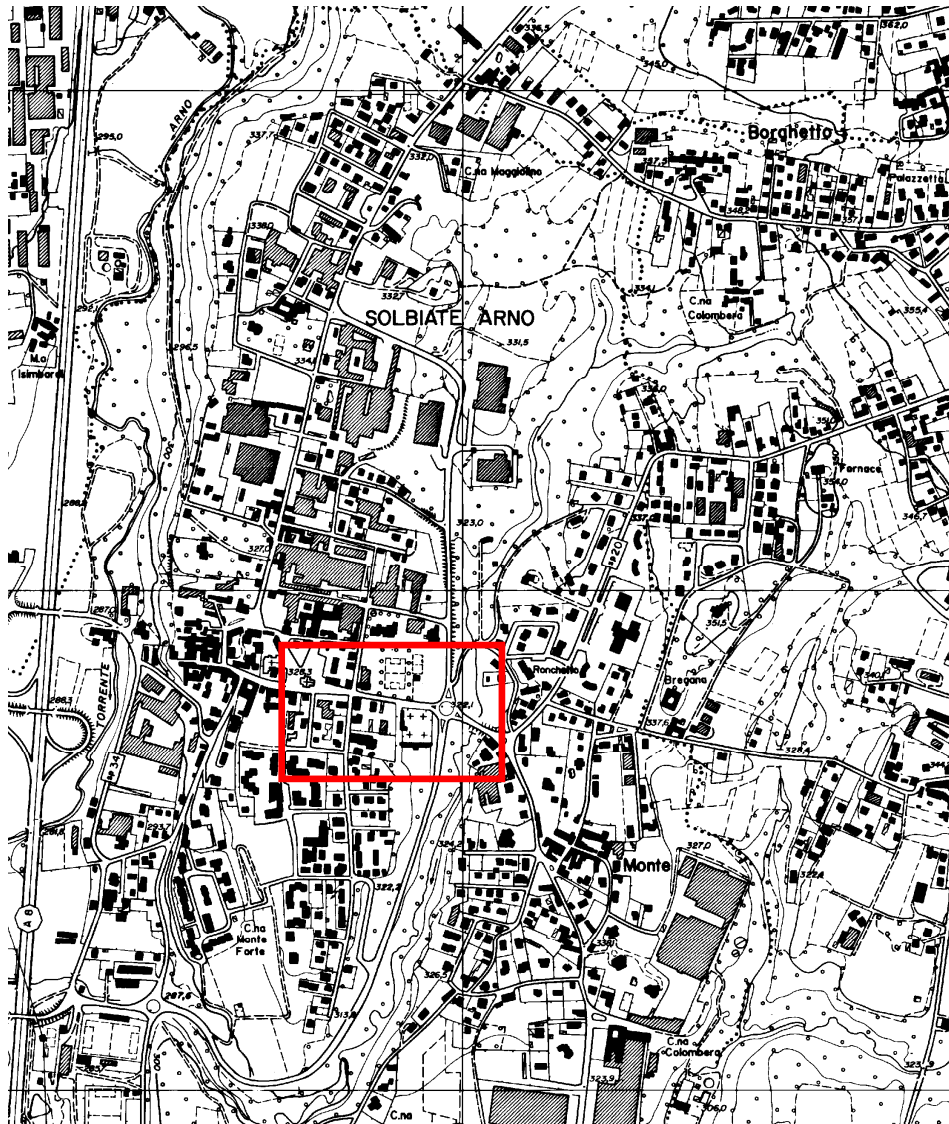


Fig. 1) localizzazione geografica (non in scala).



Fig. 2) Localizzazione topografica dell'area cimiteriale con il previsto ampliamento e relativa fascia di rispetto.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona di studio è situata nell'alta pianura lombarda, a sud di Varese al limite con i primi rilievi prealpini, solcata dal corso del torrente Arno.

Il motivo geologico fondamentale della regione, è dato dal notevole sviluppo sia in senso orizzontale che verticale dei depositi quaternari di origine sia fluvioglaciale e fluviale che morenica.

La regione in esame è infatti caratterizzata dalla interazione tra i depositi morenici, ben organizzati dal punto di vista morfologico, in archi e cerchie e i depositi generati dagli antichi scaricatori glaciali costituenti il "livello fondamentale" dell'alta pianura varesina.

Il substrato roccioso, affiorante più a nord e non interessante la zona di studio, è costituito dalla "Gonfolite": formazione clastica di origine marina e di età oligocenica formata da conglomerati, marne arenacee e arenarie intercalate.

In particolare, l'area di studio insiste sui depositi fluvioglaciali attribuibili al Mindel, e probabilmente in alcuni casi di età più recente (Mindel-Riss), che occupano il terrazzo su cui sorge Solbiate Arno e interessano direttamente l'Area cimiteriale in oggetto

Si tratta di depositi molto potenti, composti da elementi di provenienza alpina (rocce cristalline, sia intrusive che metamorfiche) e prealpina (porfidi, calcari e dolomie).

La porzione superficiale di questi depositi è diventata una poderosa crosta rossastra alterata e decalcificata (ferretto) che presenta spessori di 1.0-1.5 m. L'aspetto che risulta da questa profonda alterazione è quello di un "sabbione" più o meno spesso, dove però i ciottoli intrusivi originari sono ancora integri mentre quelli metamorfici (gneiss e micascisti) sono alteratissimi e disgregabili al tatto.

Verso la base si possono rinvenire, a volte, banchi di conglomerato a cemento calcareo ("ceppo") databile all'interglaciale Günz-Mindel.

Litologicamente si tratta di un deposito costituito prevalentemente da materiali argillosi con ghiaia e ciottoli molto alterati nella porzione sommitale e, procedendo verso il basso, mediamente alterati, sabbia limosa, limo sabbioso-argilloso.

Dal punto di vista geologico la zona è rappresentata nel Foglio 31 "Varese" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Fig. 3).

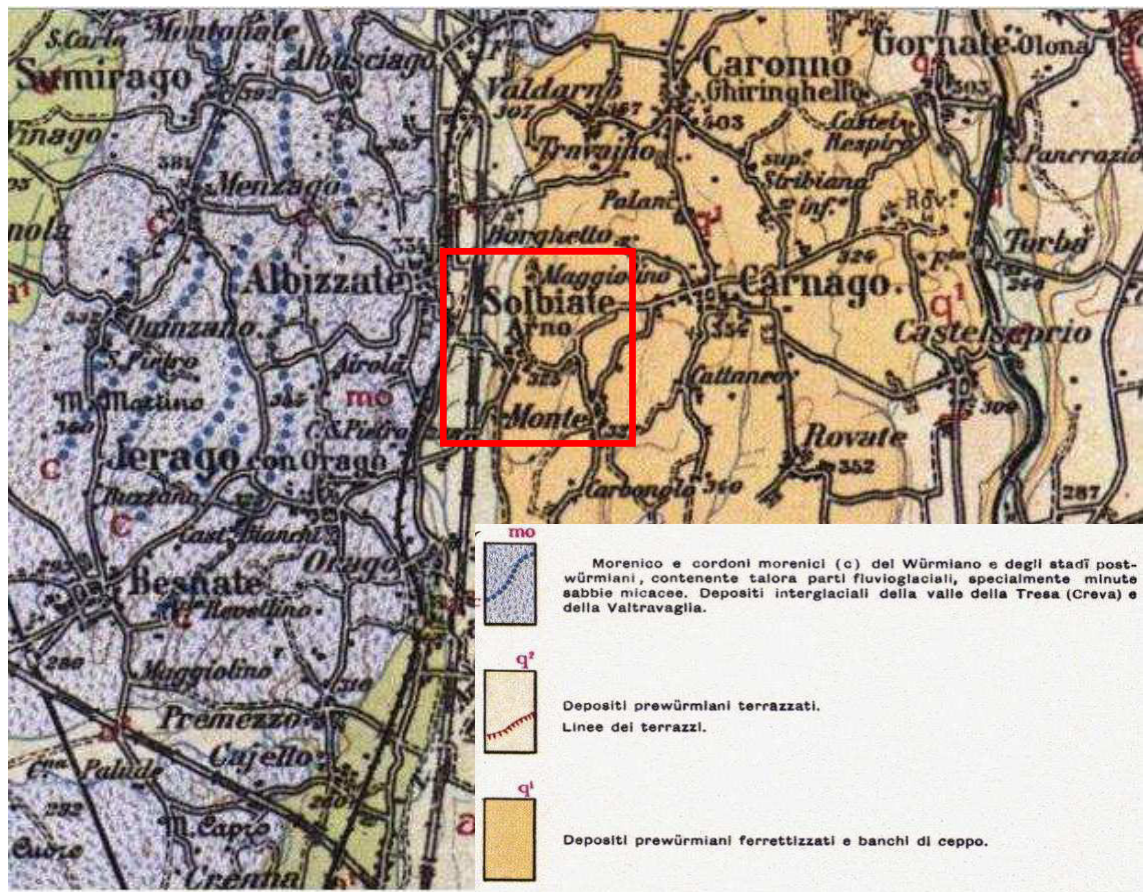


Fig. 3) Stralcio della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 F. 31 "Varese".

Più in dettaglio, la situazione geologica è rappresentata nella Fig. 4, con la presenza di terrazzi subpianeggianti rilevati rispetto al livello fondamentale della pianura, costituiti da materiali fluvioglaciali molto alterati attribuibili al Pleistocene inferiore, ricoperti da elevati spessori (>2/3m) da sedimenti eolici e/o colluviali in cui sono presenti tracce di paleosuoli "ferrettizzati".

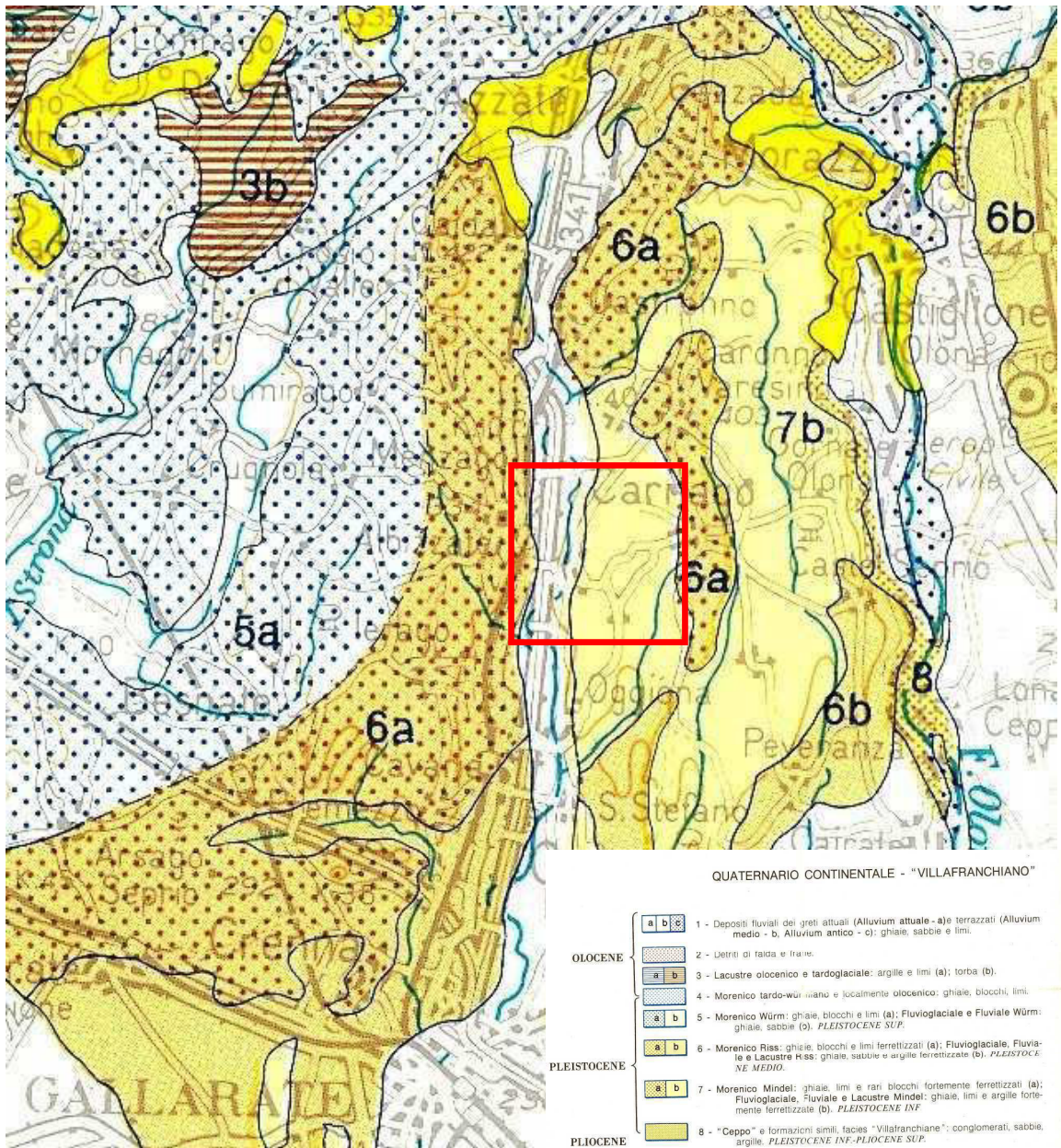


Fig. 4) Stralcio della Carta Geologica della Lombardia – 1990 (non in scala).

La porzione su cui insiste il cimiteron di Solbiate Arno è un “pianalto” degradato, a morfologia collinosa, solcato da una fitta rete drenante proveniente dai rilievi altimetrici presenti a nord. La pendenza dei versanti è moderata (2-10%).

Il substrato è caratterizzato da sedimenti non calcarei prevalentemente sabbiosi, profondamente alterati.

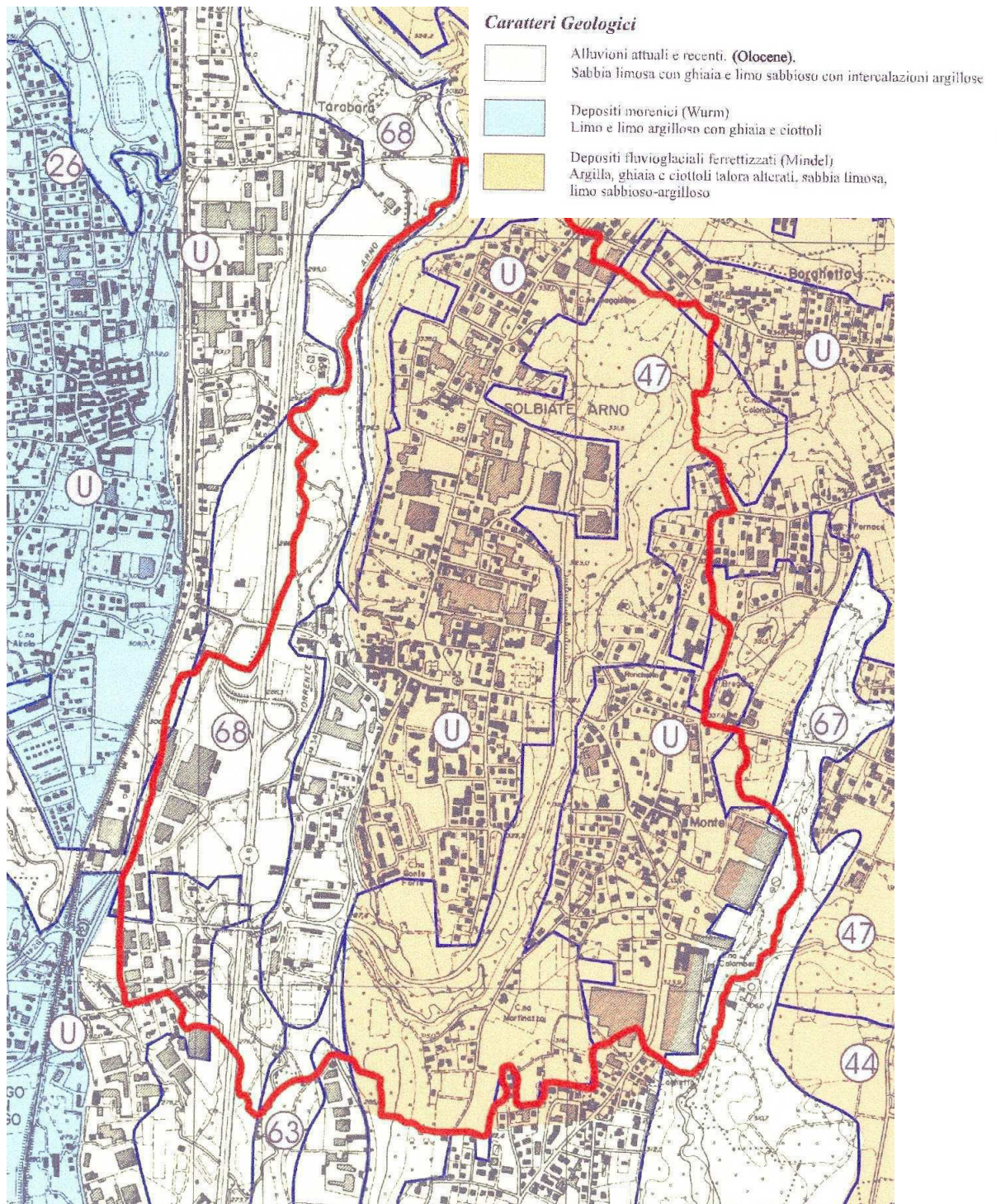


Fig. 5) Carta geologica tratta dallo Studio geologico del PGT (marzo 2010)

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Nel territorio comunale si distinguono due zone con differenti caratteristiche geomorfologiche:

- ZONA CENTRO-ORIENTALE costituita dal pianalto mindeliano ferrettizzato di origine fluvio-glaciale, su cui insiste l'Area cimiteriale.
- ZONA OCCIDENTALE costituita dal settore di fondovalle del torrente Arno.

La ZONA CENTRO-ORIENTALE è costituita dal terrazzo fluvio-glaciale mindeliano, contraddistinto da una morfologia dolce con pendenza attorno al 2% in direzione Sud, e nettamente delimitato da scarpate ripide verso il fondovalle del Torrente Arno.

Si tratta di un lembo allungato di una antica superficie sommitale pianeggiante, erosa e smembrata ai margini dall'azione delle acque fluviali, delimitata da una netta scarpata di erosione.

La ZONA OCCIDENTALE è caratterizzata dall'ampia valle alluvionale del T. Arno, contraddistinta da morfologia subpianeggiante con dislivelli modesti.

Il pianalto mindeliano all'interno del quale è ubicata l'area cimiteriale risulta caratterizzato da morfologia subpianeggiante con pendenze sempre inferiori al 10%.

In corrispondenza della porzione centrale del pianalto indagato si osserva uno spartiacque con orientazione media NNE-SSO. La direzione media di deflusso delle acque superficiali risulta circa NE-SO nel comparto ad ovest dello spartiacque e NO-SE

nel comparto ad est del medesimo spartiacque. Nella porzione occidentale del pianalto si osserva l'orlo di terrazzo che degrada verso la piana del torrente Arno.

Le condizioni di permeabilità dei depositi mindeliani sono mediamente basse.

L'eventuale presenza di lenti a maggiore granulometria, può dare luogo alla formazione di falde sospese, a carattere discontinuo e a continuità laterale limitata.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel territorio in esame, sono presenti due elementi idrografici principali: il T. Arno e il T. Riale che decorrono, con andamento circa NE-SW, tra loro sub-paralleli, a circa 300 m ad ovest dell'area cimiteriale il primo e a circa 30 m ad est il secondo.

Entrambi i corsi d'acqua, a regime torrentizio e alimentati oltre che dalle acque meteoriche anche da alcune risorgive, scorrono incassati entro i depositi alluvionali e fluvioglaciali con sponde spesso acclivi.

Non si rilevano pertanto interferenze tra l'idrografia superficiale e la zona cimiteriale; in relazione alla distanza per il T. Arno, e per la sua collocazione (separato dalla zona cimiteriale da un risalto morfologico) per il T. Riale.

Per quanto riguarda la situazione idrogeologica, il sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di depositi poco permeabili, di natura essenzialmente sabbioso-limoso-argillosa, in cui potenti orizzonti e lenti argillose isolano limitati livelli acquiferi di ridotto spessore.

La circolazione idrica sotterranea all'interno dei depositi mindeliani quando esistente, è quindi limitata ai soli livelli permeabili rappresentati da lenti con scarsa continuità laterale e spessore variabile dell'ordine di qualche metro.

Per quanto riguarda la situazione idrogeologica, il sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di depositi poco permeabili, di natura essenzialmente sabbioso-limoso.

La circolazione idrica sotterranea all'interno dei depositi rissiani quando esistente, è quindi limitata ai soli livelli permeabili rappresentati da lenti con scarsa continuità laterale e spessore variabile dell'ordine di qualche metro.

La permeabilità dei terreni, più propriamente interessati dall'ampliamento della zona cimiteriale, valutata attraverso l'applicazione della formula di Hazen sulle prove granulometriche eseguite (cfr pag.12 e13):

$$K = C (D_{10})^2 / 10^4 \quad \text{m/s}$$

C costante, variabile tra 70-170 (utilizzato C=100)

D₁₀ diametro corrispondente al 10% del passante, in mm

è risultata dell'ordine di 10⁻⁵ m/sec e quindi definibile da SCARSA a MEDIA.

La profondità della falda acquifera, allo stato attuale delle conoscenze è tale, che si esclude qualsiasi interferenza tra la falda e l'area cimiteriale.

Inoltre la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde (stimata con un metodo parametrico a punteggi) definisce una capacità elevata, rendendo pienamente compatibile l'ampliamento cimiteriale previsto con le condizioni idrogeologiche presenti in situ.

L'area di espansione cimiteriale non risulta essere ricompresa in aree di salvaguardia definite per pozzi idrici ad uso idropotabile.

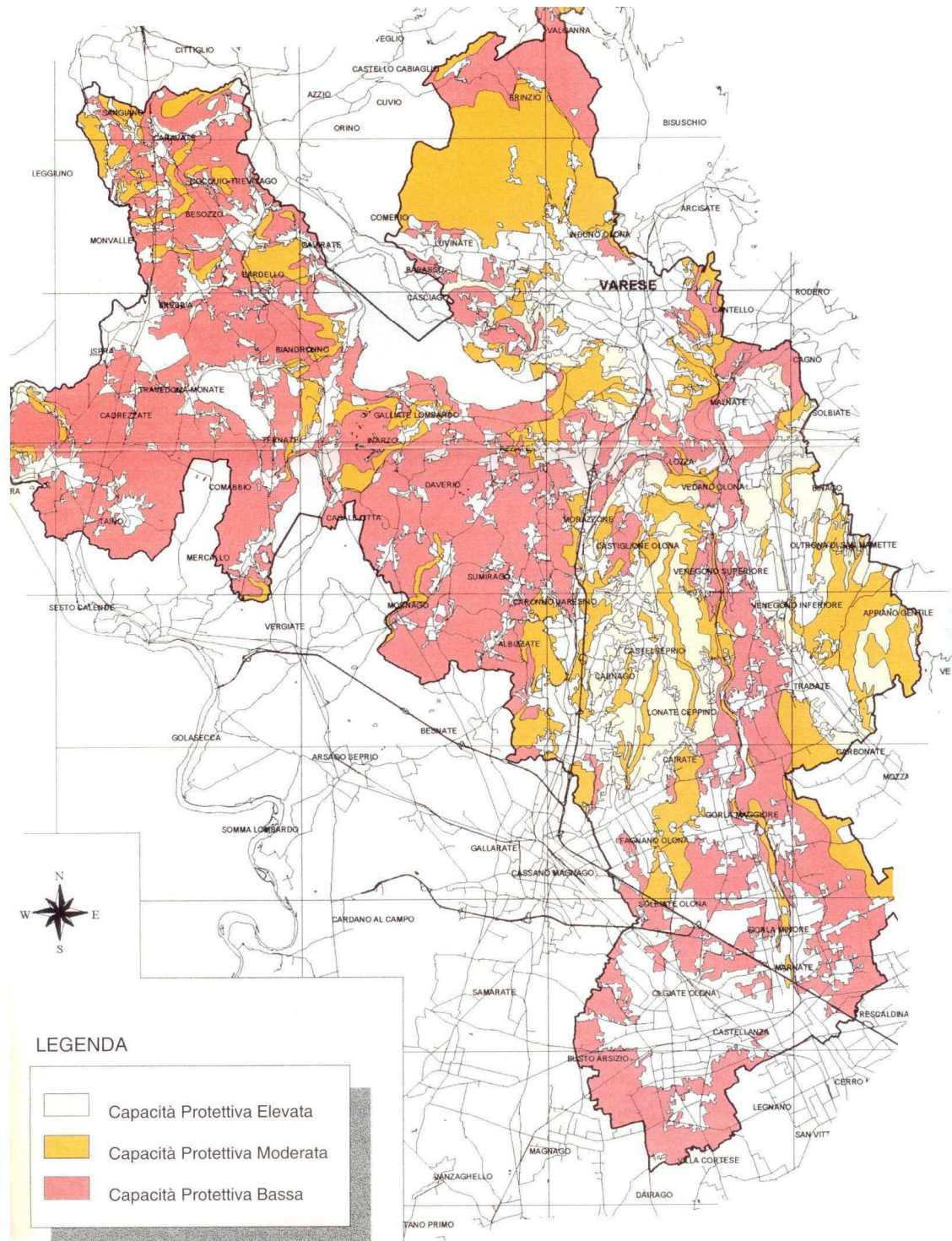


Fig. 6) Carta della Capacità Protettiva dei Suoli della Provincia di Varese – ERSAL 1998

6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per evidenziare le caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni presenti all'interno dell'area oggetto dell' ampliamento cimiteriale, è stata eseguita una trincea fino alla profondità di 3.0 m dal p.c.e la cui ubicazione è riportata in Fig. 4

A fondo scavo sono stati prelevati n° 2 campioni rimaneggiati di terreno su cui sono state eseguite prove di identificazione mediante granulometria per setacciatura e areometria e i cui diagrammi sono di seguito allegati.

I terreni interessati dalla proposta di ampliamento della zona cimiteriale, fino alla profondità di 3.0 m, sono costituiti da sabbia ghiaiosa e sabbia ghiaiosa debolmente limosa di colore rossastro, con qualità portanti generalmente buone (Foto 1, Foto 2).

Più in particolare:

Campione C1

| | | |
|----------------------|-----------|---|
| Classificazione ASTM | SP | Sabbie poco gradate-Sabbie ghiaiose, poco o niente materiale fine. |
|----------------------|-----------|---|

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Classificazione CNR UNI 10006 | A3 |
|-------------------------------|-----------|

Campione C2

| | | |
|----------------------|-----------|---------------------------|
| Classificazione ASTM | SW | Sabbie ben gradate |
|----------------------|-----------|---------------------------|

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Classificazione CNR UNI 10006 | A3/A1b |
|-------------------------------|---------------|

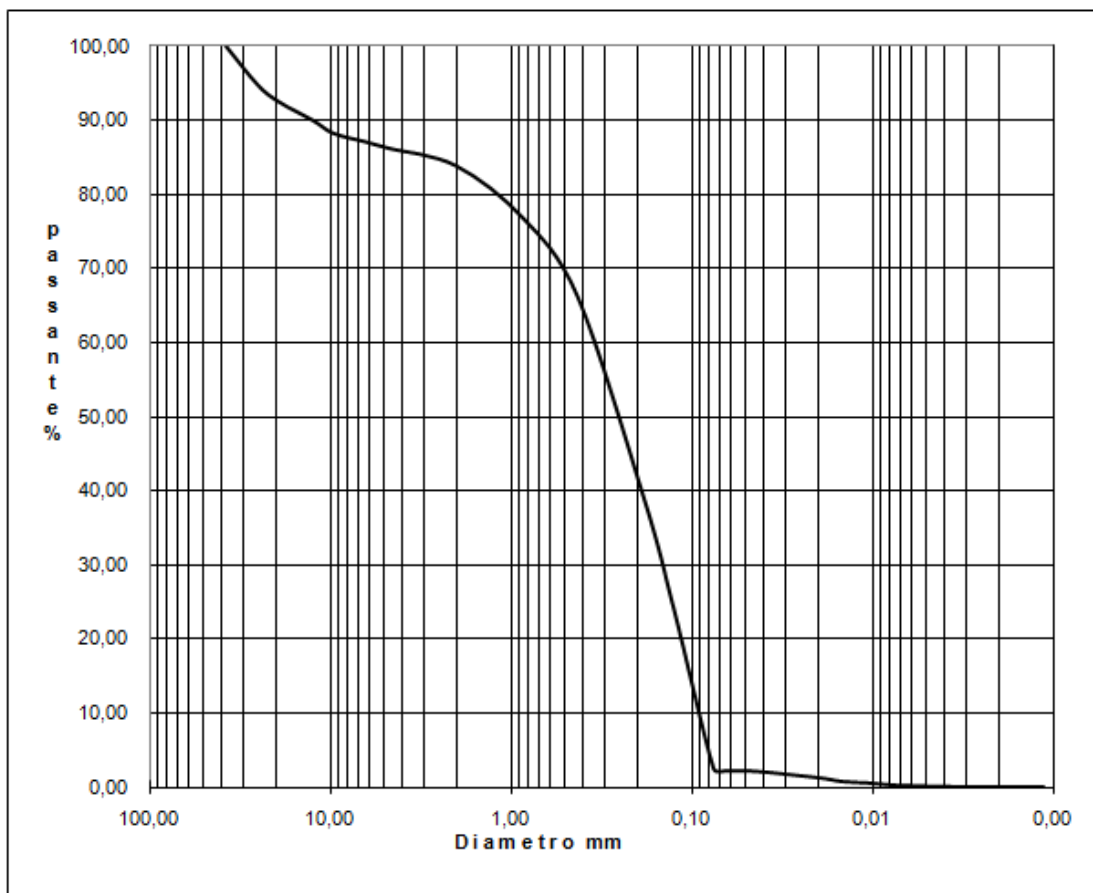
Per quanto riguarda l'ampliamento della zona cimiteriale, previsto attraverso la realizzazione di nuovi colombari, fermo restando che nella fase di progettazione delle opere andranno eseguite idonee indagini e prove geognostiche, non si rilevano impedimenti dovuti alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

committente: **COMUNE DI SOLBIATE ARNO**cantiere: **CIMITERO DI SOLBIATE**sondaggio: campione: **1** profondità: **3,0**Descrizione del terreno: **Sabbia ghiaiosa**Descrizione del terreno (ASTM): **SP**Descrizione del terreno (UNI CNR 10006): **A3**

| ANALISI | DIAMETRO mm | TRATTENUTO % | CUMULATIVO % | PASSANTE % | TERRENO | |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Setacciatura | 37,5000 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | GHIAIA 16,13% | |
| Setacciatura | 25,0000 | 5,23 | 5,23 | 94,77 | | |
| Setacciatura | 19,0000 | 2,30 | 7,53 | 92,47 | | |
| Setacciatura | 12,5000 | 2,42 | 9,95 | 90,05 | | |
| Setacciatura | 9,5000 | 1,81 | 11,77 | 88,23 | | |
| Setacciatura | 6,3000 | 1,14 | 12,91 | 87,09 | | |
| Setacciatura | 4,7500 | 0,84 | 13,75 | 86,25 | | |
| Setacciatura | 2,0000 | 2,38 | 16,13 | 83,87 | | |
| Setacciatura | 0,8500 | 7,08 | 23,21 | 76,79 | | SABBIA 81,66% |
| Setacciatura | 0,4250 | 10,58 | 33,78 | 66,22 | | |
| Setacciatura | 0,1800 | 27,68 | 61,46 | 38,54 | | |
| Setacciatura | 0,1250 | 14,33 | 75,79 | 24,21 | | |
| Setacciatura | 0,0750 | 21,70 | 97,49 | 2,51 | | |
| Aerometria | 0,0644 | 0,30 | 97,79 | 2,21 | LIMO 2,16% | |
| Aerometria | 0,0459 | 0,05 | 97,84 | 2,16 | | |
| Aerometria | 0,0340 | 0,28 | 98,11 | 1,89 | | |
| Aerometria | 0,0253 | 0,33 | 98,44 | 1,56 | | |
| Aerometria | 0,0188 | 0,35 | 98,79 | 1,21 | | |
| Aerometria | 0,0145 | 0,45 | 99,25 | 0,75 | | |
| Aerometria | 0,0105 | 0,20 | 99,45 | 0,55 | | |
| Aerometria | 0,0076 | 0,28 | 99,72 | 0,28 | | |
| Aerometria | 0,0055 | 0,13 | 99,85 | 0,15 | | |
| Aerometria | 0,0034 | 0,10 | 99,95 | 0,05 | | |
| Aerometria | 0,0016 | 0,05 | 100,00 | 0,00 | ARGILLA 0,05% | |
| Aerometria | 0,0011 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | | |

| Coefficiente di Uniformità | |
|-------------------------------|-------|
| U _c : | 0,4 |
| d ₆₀ : | 0,035 |
| d ₁₀ : | 0,09 |

| Limiti di Atterberg | |
|--------------------------------|----|
| Limite di liquidità (%) WL | nd |
| Limite di plasticità (%) WP | nd |
| Indice di plasticità IP | |



LABORATORIO SO.GE.TEC.- VILLA D'ADDA

committente: **COMUNE DI SOLBIATE ARNO**

cantiere: **CIMITERO DI SOLBIATE**

sondaggio: campione: 2 profondità: 3,0

Descrizione del terreno: **Sabbia ghiaiosa debolmente limosa**

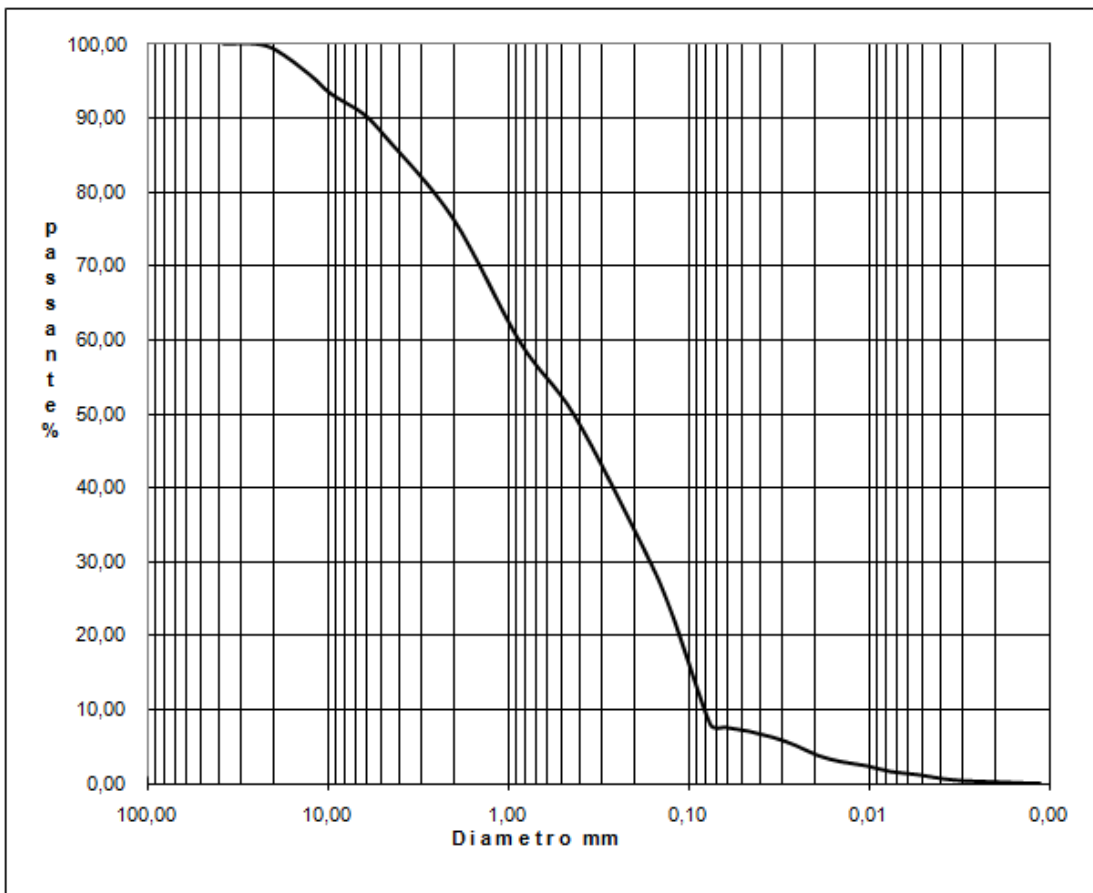
Descrizione del terreno (ASTM): **SW**

Descrizione del terreno (CNR UNI 10006): **A3/A1b**

| ANALISI | DIAMETRO mm | TRATTENUTO % | CUMULATIVO % | PASSANTE % | TERRENO |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|
| Setacciatura | 37,5000 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | GHIAIA 23,65% |
| Setacciatura | 25,0000 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | |
| Setacciatura | 19,0000 | 0,93 | 0,93 | 99,07 | |
| Setacciatura | 12,5000 | 3,24 | 4,17 | 95,83 | |
| Setacciatura | 9,5000 | 2,61 | 6,78 | 93,22 | |
| Setacciatura | 6,3000 | 2,68 | 9,46 | 90,54 | |
| Setacciatura | 4,7500 | 3,11 | 12,57 | 87,43 | |
| Setacciatura | 2,0000 | 11,08 | 23,65 | 76,35 | |
| Setacciatura | 0,8500 | 16,70 | 40,36 | 59,64 | SABBIA 68,74% |
| Setacciatura | 0,4250 | 9,91 | 50,27 | 49,73 | |
| Setacciatura | 0,1800 | 17,47 | 67,74 | 32,26 | |
| Setacciatura | 0,1250 | 8,72 | 76,46 | 23,54 | |
| Setacciatura | 0,0750 | 15,53 | 92,00 | 8,00 | |
| Aerometria | 0,0623 | 0,40 | 92,40 | 7,60 | LIMO 7,12% |
| Aerometria | 0,0455 | 0,56 | 92,96 | 7,04 | |
| Aerometria | 0,0336 | 0,80 | 93,76 | 6,24 | |
| Aerometria | 0,0251 | 1,12 | 94,88 | 5,12 | |
| Aerometria | 0,0188 | 1,36 | 96,24 | 3,76 | |
| Aerometria | 0,0142 | 0,80 | 97,04 | 2,96 | |
| Aerometria | 0,0103 | 0,56 | 97,60 | 2,40 | |
| Aerometria | 0,0075 | 0,80 | 98,40 | 1,60 | |
| Aerometria | 0,0054 | 0,40 | 98,80 | 1,20 | |
| Aerometria | 0,0034 | 0,72 | 99,52 | 0,48 | |
| Aerometria | 0,0018 | 0,32 | 99,84 | 0,16 | ARGILLA 0,48% |
| Aerometria | 0,0011 | 0,16 | 100,00 | 0,00 | |

| Coefficiente di Uniformità | |
|----------------------------|-------|
| Uc: | 10,7 |
| d60: | 0,880 |
| d10: | 0,082 |

| Limiti di Atterberg | |
|-----------------------------|----|
| Limite di liquidità (%) WL | nd |
| Limite di plasticità (%) WP | nd |
| Indice di plasticità IP | |



LABORATORIO SO.GE.TEC. SRL- VILLA D'ADDA



Fig. 7) Ubicazione della trincea eseguita.



Foto 1)



Foto 2)

7. INQUADRAMENTO SISMICO

L'analisi del rischio sismico è stata predisposta dal dott. Alberto Venegoni sulla base dei criteri individuati dall'allegato n.5 della D.G.R. 8/1566 nell'aggiornamento del marzo 2010 dello studio geologico di supporto allo strumento urbanistico generale (PGT). In particolare sono state analizzate le condizioni locali che possono influenzare le pericolosità sismica di base variando la risposta di un terreno alle sollecitazioni sismiche previste.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente, dove il primo livello, obbligatorio per tutti i comuni, prevede la realizzazione di una carta della pericolosità sismica locale sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio comunale in esame.

Il grado di approfondimento della risposta sismica locale dipende dalla classificazione sismica in cui ricade il territorio in oggetto: il comune di Solbiate Arno appartiene alla zona sismica 4 (minor grado di rischio sismico).

La normativa regionale prevede diversi gradi di approfondimenti sulla base dell'appartenenza del comune ad una determinata zona sismica, così come evidenziato dalla tabella sottostante:

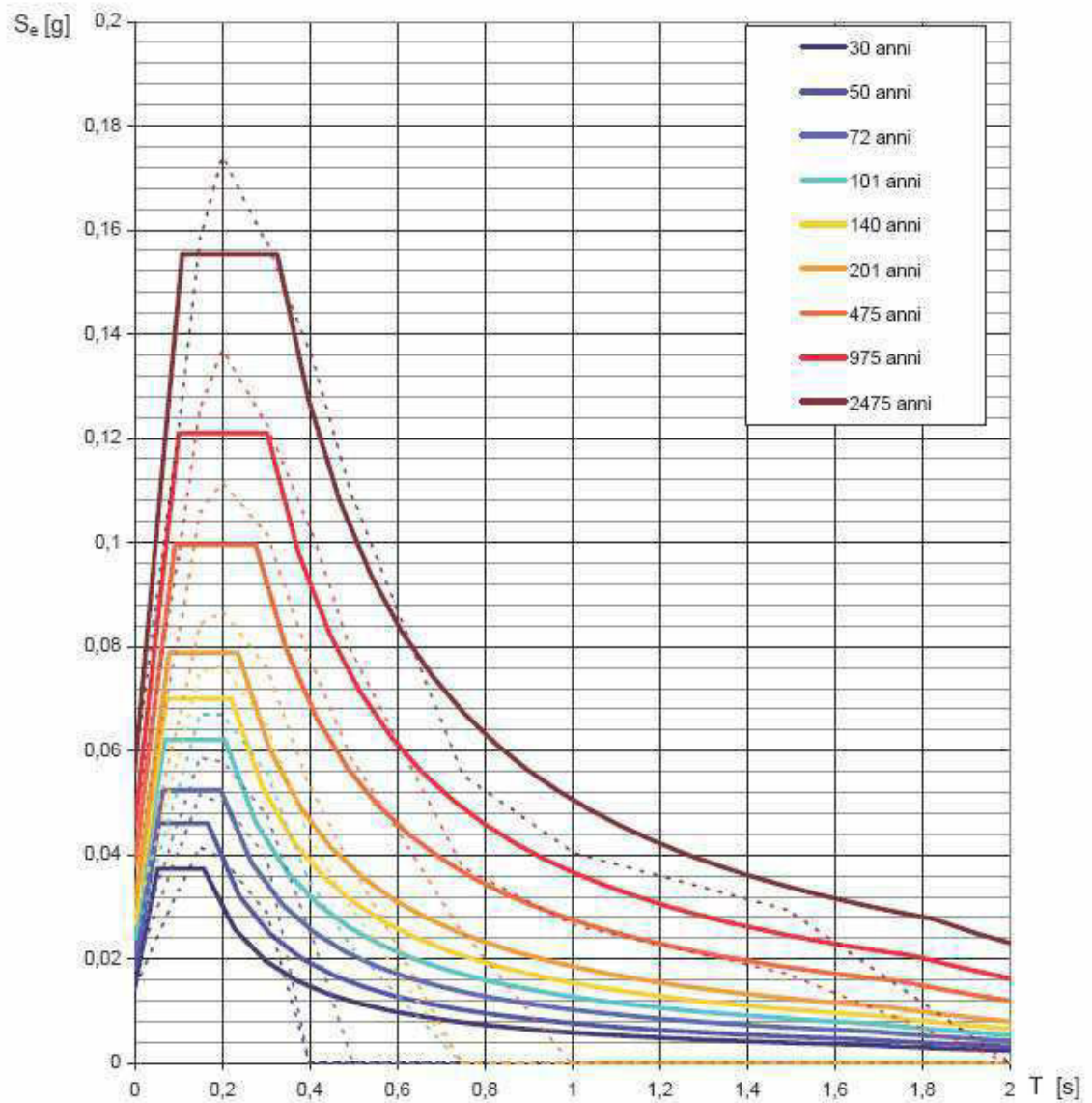
| Livelli di approfondimento e fasi di applicazione | | | |
|---|---|--|--|
| Zona sismica | 1 ^a livello fase pianificatoria | 2 ^a livello fase pianificatoria | 3 ^a livello fase progettuale |
| Zona sismica 2-3 | obbligatorio | - Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili | - Nelle aree indagate con il 2 ^a livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5. |
| Zona sismica 4 | obbligatorio | - Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco di cui al d.d.u.o. n.19904/03) | - Nelle aree indagate con il 2 ^a livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti |

PSL= Pericolosità Sismica Locale

Da tale tabella si ricava che per il Comune di Solbiate Arno gli approfondimenti di 2° e 3° livello sono obbligatori solo per edifici strategici e rilevanti, ovvero, per gli edifici di interesse strategico e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (d.d.u.o n.19904/03), di cui l'area cimiteriale non può essere ricompresa.

Ne consegue che per le future fasi di progettazione esecutiva delle strutture relative all'ampliamento del cimitero si dovrà fare riferimento ai seguenti spettri di risposta:

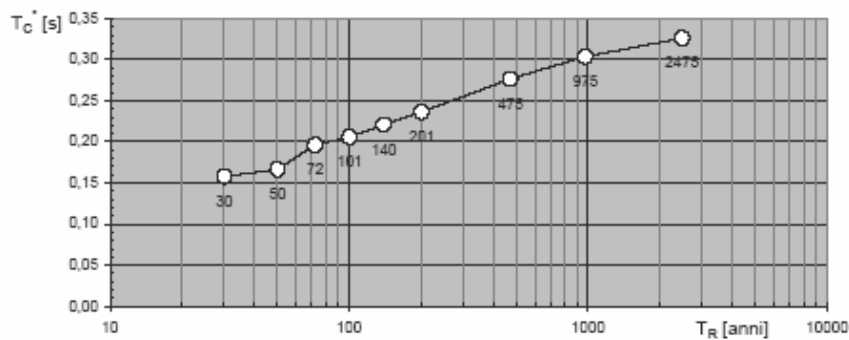
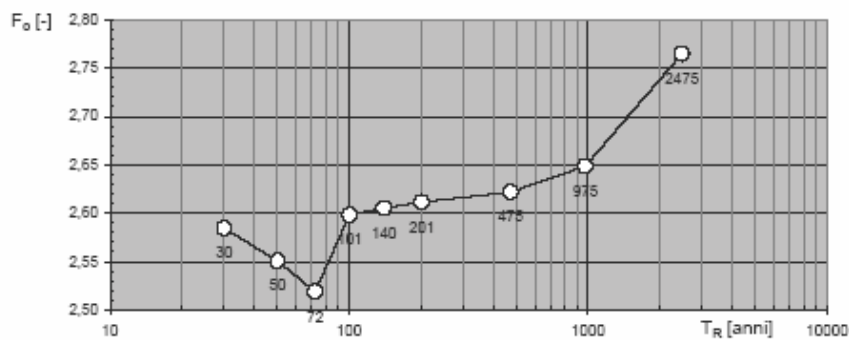
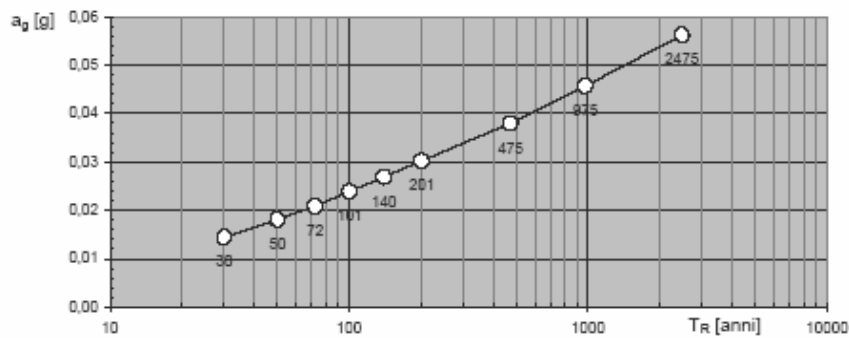
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,014 | 2,584 | 0,158 |
| 50 | 0,018 | 2,551 | 0,167 |
| 72 | 0,021 | 2,519 | 0,196 |
| 101 | 0,024 | 2,598 | 0,206 |
| 140 | 0,027 | 2,605 | 0,221 |
| 201 | 0,030 | 2,611 | 0,236 |
| 475 | 0,038 | 2,622 | 0,277 |
| 975 | 0,046 | 2,649 | 0,304 |
| 2475 | 0,056 | 2,765 | 0,326 |

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

