

UNIONE DI COMUNI LOMBARDA PRIMA COLLINA CANNETO PAVESE – CASTANA - MONTESCANO

Via Casabassa n.7 – 27044 Canneto Pavese (PV) tel. 0385.88021 – mail: info@primacollina.it







PIANO CIMITERIALE

RELAZIONE GEOLOGICA

MONTESCANO

Elaborato n.	5.3	Scala		Data	Dicembre 2016	
Presidente			Progettista STUDIO ASSOCIATO Archh. Oddi Corso G. Matteotti, 66 - 29105 Castel San Giovanni - PC			
Consigliere delegate	o all'Urbanis	stica	Dott. Nicola Dott. Bruno	Oddi	email: info@studiooddi.it	
Responsabile del pr Ing. Daniele Sclavi	ocedimento	•				
Approvato con Deliberaz	zione del Cons	sialio di Unione	n in data			





COMUNE DI MONTESCANO

Provincia di Pavia

CIMITERO DEL CAPOLUOGO PIANO CIMITERIALE COMUNALE R.R. 09.11.2004 n.6

RELAZIONE GEOLOGICA



27040 Casatisma (PV) - S.S. Mi-Ge n. 10 Tel. 0383-891852 - Fax 0383-891847 E-mail: tecnosuolo@maxidata.it - www.tecnosuolo.it

Capitale sociale Euro 104.000,00 i.v.-Reg.Impr.-C.F.-P.iva 01076960184 R.e.a. Pavia 164159 SOA Cat. OS20 B-Class. I - Cat. OS21-Class. III-BIS

Redatto da:

Dott. Geol. Mauro Saleri

Casatisma (PV), maggio 2016

INDICE

Premessapag	. 3
1 Normativa di riferimento>>	4
Stato di fatto>>	5
Inquadramento geologico-geomorfologico>>	6
Fattibilità - Vincoli Geologici, Idrogeologici e Idraulici>>	8
.1 Stabilità generale ed analisi dei dissesti>>	10
Caratterizzazione sismica del sito>>	12
.1 Caratteristiche macrosismiche dell'area>>	12
.2 Categoria di sottosuolo e categoria topografica>>	13
.3 Parametri sismici di riferimento>>	14
Indagini geognostiche>>	17
Caratterizzazione litostratigrafica dei terreni>>>	19
Determinazione dei parametri geotecnici>>	21
Valutazione del potenziale di liquefazione>>	22
Fondazioni – Scelta della tipologia>>	24
Osservazioni conclusive>>	25
	Premessa

ALLEGATI

- Allegato 1 Corografia generale con ubicazione area in esame
- Allegato 2 Estratto cartografia P.A.I.
- Allegato 3 Estratto cartografia I.F.F.I.
- Allegato 4 Foto aerea con ubicazione punti di indagine
- Allegato 5 Istogrammi prove penetrometriche

1.0 Premessa

Nella presente relazione, redatta per conto dell'Unione dei Comuni "Prima Collina", si espongono i risultati dell'indagine eseguita ai fini del supporto geologico al Piano Cimiteriale previsto per il Comune di Montescano.

In particolare lo studio persegue le seguenti finalità:

- a) definizione delle caratteristiche geologico-geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area al fine di valutare la fattibilità in riferimento a tali aspetti di eventuali futuri interventi urbanistici e la compatibilità con le attività cimiteriali;
- verifica della idoneità dei terreni dal punto di vista meccanico, chimico e fisico alle pratiche di inumazione.

Per tali scopi, i dati raccolti tramite il rilievo morfologico dell'area sono stati integrati con quelli esistenti, derivanti da studi pregressi in zone limitrofe (prove penetrometriche), dalla letteratura di riferimento e dalla cartografia tecnica disponibile. Pertanto, considerando gli obiettivi sopra esposti, l'indagine si è articolata attraverso la successione delle seguenti fasi:

- esame dei dati geologici ed idrogeologici pregressi della zona, disponibili tramite bibliografia;
- rilevamento morfologico-idrologico speditivo dell'area e del suo relativo intorno;
- acquisizione delle prospezioni geognostiche già realizzate in situ (CPT, SCPT) nel corso di precedenti interventi;
- caratterizzazione sismica dell'area con riscontri normativi e dati acquisiti in sito (N_{scpt});
- ricostruzione dell'assetto litostratigrafico e caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni con la definizione dei principali parametri geomeccanici;
- osservazioni generali e valutazioni circa la fattibilità di eventuali ampliamenti e l'idoneità dei terreni alle pratiche di inumazione.

1.1 Normativa di riferimento

Lo studio è stato condotto in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente:

- D.M. LL.PP. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni";
- D.P.R. n.285 10.09.1990 "Approvazione del regolamento di polizia mortuaria";
- L.R. Regione Lombardia n.22 18.11.2003 "Norme in materia di attività e servizi necroscopici, funebri e cimiteriali";
- R.R. Regione Lombardia n.6 09.11.2004 "Regolamento in materia di attività funebri e cimiteriali";
- R.R. Regione Lombardia n.1 06.02.2007 "Modifiche al regolamento regionale 9 novembre 2004, n.6 'Regolamento in materia di attività funebri e cimiteriali'";
- O.P.C.M. n.3274 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- O.P.C.M. n.3519 28.04.2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- Allegato al voto n.36 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici 27.07.2007 "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale";
- D.G.R. Regione Lombardia n.IX/2616 30.11.2011 "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12', approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n.8/7374", pubblicata sul BURL n.50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;
- D.G.R. Regione Lombardia n.X/2129 11.07.2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)";
- P.G.T. (Piano di Governo del Territorio) del Comune di Montescano Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica.

2.0 Stato di fatto

Il complesso cimiteriale in oggetto è ubicato a circa un chilometro in direzione sud-est rispetto al nucleo di Montescano (fig.1), lungo la S.P. n.43 che percorre il fondovalle del torrente Versa.

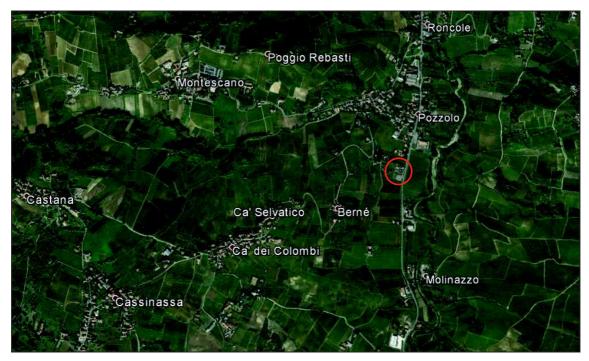


Figura 1: Foto aerea con ubicazione area in esame (Google Earth).

Il complesso è costituito da un corpo principale a pianta quadrata con dimensioni complessive di circa 50 x 50 mq al quale è affiancato, in corrispondenza della porzione verso monte del lato sud, un corpo secondario di più recente edificazione, a pianta rettangolare con dimensioni complessive di circa 800 mg.

Il corpo principale risulta prevalentemente costituito da cappelle che ospitano i loculi mentre la sola porzione centrale verso monte risulta occupata dalle tombe con inumazione in terra; il corpo secondario invece è unicamente costituito da cappelle dislocate nella sola parte lato valle.

3.0 Inquadramento geologico-geomorfologico

L'area in esame è posizionata nella porzione basale del versante collinare in sinistra orografica rispetto al fondovalle del torrente Versa, a quote comprese tra di 139 metri s.l.m. (lato monte) e 136 metri s.l.m. (lato valle).

Il versante è degradante in direzione est con valori di pendenza nella fascia in esame dell'ordine del 10%. Più a monte l'acclività aumenta ed esso si presenta non sempre regolare e localmente caratterizzato da ondulazioni e cambi di pendenza imputabili a movimenti gravitativi.

Il contesto geologico di pertinenza è stato desunto dall'esame della carta di Inquadramento Geologico-Strutturale, alla scala 1:10.000 (fig. 2) pertinente lo Studio Geologico a supporto del P.G.T. comunale (Dott. Geol. Manuel Elleboro - Dott. Geol. Paola Sala - luglio 2007): litologicamente l'area si colloca su terreni ascrivibili alla "Formazione Gessoso-Solfifera", caratterizzata da argille, siltiti, arenarie fini straterellate, marne gessifere con lenti di gesso, associate localmente a calcari.

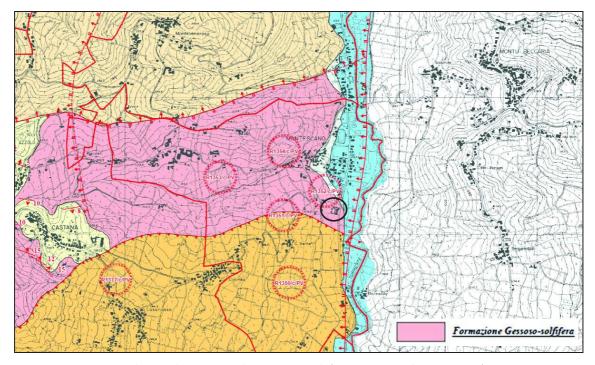


Figura 2: Estratto carta di Inquadramento Geologico-Strutturale (P.G.T. Comune di Montescano).

Relazione Geologica

In superficie è presente una coltre di alterazione eluvio-colluviale di natura limosoargillosa, prodotta dalla disgregazione del sottostante substrato roccioso.

Ad essa, che presenta spessore variabile, generalmente esiguo nelle porzioni medioelevate dei versanti e progressivamente crescente verso valle, competono peculiarità fisicomeccaniche piuttosto scadenti, tali da renderla facilmente coinvolgibile in fenomeni di dissesto, nei punti con condizioni morfologiche ed idrogeologiche sfavorevoli.

L'idrologia di superficie è caratterizzata dalla presenza a circa 160 metri in direzione est del già citato torrente Versa e dalla presenza di linee di drenaggio secondarie lungo il soprastante versante, di carattere effimero e con deflusso limitato ai periodi piovosi.

Dal punto di vista idrogeologico si segnala la possibile presenza nel primo sottosuolo di filtrazioni idriche, generalmente di modesta entità e di carattere stagionale, impostate negli orizzonti costituiti da materiali permeabili per porosità, mentre nell'ambito del substrato possono sussistere falde profonde, comunque di scarsa potenzialità e con sede in corrispondenza delle bancate lapidee fratturate.

Maggio 2016 7 Dott. Geol. Mauro Saleri

4.0 Fattibilità - Vincoli Geologici, Idrogeologici e Idraulici

L'area in esame ricade parzialmente entro un'area sottoposta a vincolo, come riportato nella cartografia geologico-tecnica di riferimento. In particolare nella *Carta dei Vincoli* (fig. 3) pertinente lo Studio Geologico a supporto del P.G.T. comunale (Dott. Geol. Manuel Elleboro - Dott. Geol. Paola Sala - luglio 2007) l'estrema porzione sud-occidentale il corpo cimiteriale secondario (posto in adiacenza lato sud di quello principale) ricade e all'interno di un'area classificata quale frana quiescente.

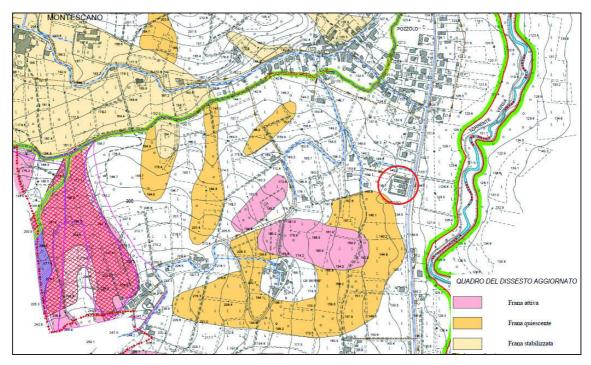


Figura 3: Estratto della Carta dei Vincoli (P.G.T. Comune di Montescano).

Nella Carta della Fattibilità Geologica (fig. 4) l'area in esame è classificata nella Classe 2 di Fattibilità Geologica, "fattibilità con modeste limitazioni" la quale comprende le aree in cui sono state riscontrate puntuali o ridotte limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, ed in particolare all'edificabilità. L'estrema porzione sud-ovest del corpo secondario, ricadente in area di frana quiescente risulta classificato nella Classe 4 "fattibilità nulla o con gravi limitazioni" ed in particolare nella sottoclasse 4A.

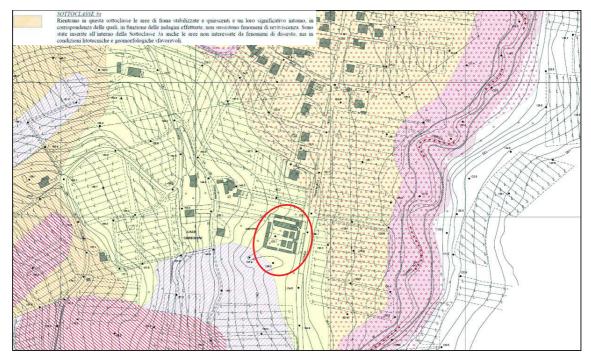


Figura 4: Estratto della Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di piano (P.G.T. Comune di Montescano).

In particolare nella Classe 2 ricadono di porzioni di versanti stabili che si collocano in corrispondenza di crinali morfologici e lungo pendii poco o mediamente acclivi (< 30°), non interessati da fenomeni di dissesto idrogeologico. In queste aree generalmente il substrato geologico è ricoperto da una coltre eluvio-colluviale, dotata di spessori anche consistenti, con possibile presenza di fenomeni di soliflusso, comunque limitati. Nella Sottoclasse 4A ricadono aree interessate da corpi di frana quiescenti in cui sussistono evidenti indizi di possibile riattivazione del fenomeno gravitativo. In queste aree eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

Nelle aree di Classe 2 l'edificabilità può essere generalmente attuata con l'adozione di normali accorgimenti costruttivi, opportunamente dimensionati sulla base delle risultanze di indagini geognostiche, idrogeologiche e geotecniche puntuali. Nelle aree ricadenti nella Sottoclasse 4A alle istanze per la realizzazione di infrastrutture pubbliche dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

4.1 Stabilità generale ed analisi dei dissesti

Come già descritto in precedenza l'area, secondo la cartografia geologico-tecnica ufficiale (P.A.I. - I.F.F.I. - P.G.T. comunale) di cui in allegato si forniscono gli stralci, ricade parzialmente entro limiti di fenomeni di dissesto censiti; In particolare la spigolata sud-ovest del corpo secondario ricade entro il limite inferiore della zona di accumulo di un corpo di frana, che si sviluppa nella porzione superiore del versante, classificato quale frana di scivolamento rotazionale/traslativo con stato di attività quiescente (fig. 5).



Figura 5: Estratto cartografia I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

Si segnala a tal proposito come l'intera porzione lato monte del complesso cimiteriale sia stata interessata, nel recente passato, da diversi interventi volti alla mitigazione del rischio idrogeologico ed al consolidamento delle strutture fondazionali delle esistenti cappelle.

Relazione Geologica

Quanto sopra espresso risulta evidente che ogni futuro intervento edificatorio nell'ambito del cimitero non potrà prescindere dalla realizzazione di adeguate indagini puntuali volte in particolare alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione al fine di determinare gli accorgimenti costruttivi più idonei, con particolare riferimento al dimensionamento fondazionale-strutturale delle opere.

Infine particolare attenzione dovrà essere riservata alla corretta gestione delle acque meteoriche superficiali ed eventualmente alla intercettazione per quanto possibile di quelle sotterranee.

Maggio 2016 11 Dott. Geol. Mauro Saleri

5.0 Caratterizzazione sismica del sito

5.1 Caratteristiche macrosismiche dell'area

Secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006 – "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" riferita all'intero territorio nazionale, e recepita dalla Regione Lombardia tramite la D.G.R. n.X/2129 - 11.07.2014 (fig. 6) il territorio comunale di Montescano è classificato in zona sismica 3 a "sismicità bassa", cui corrisponde un valore massimo di ag pari a 0.15g.

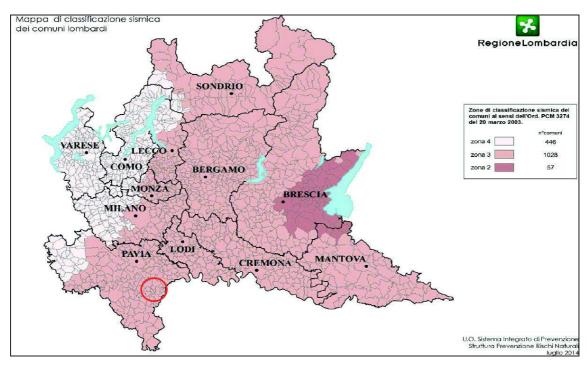


Figura 6: Classificazione sismica dei comuni della Lombardia a seguito della D.G.R. n. X/2129.

Allo stesso modo i valori di a_g agli SLU dinamici, calcolati secondo il D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni" (e riportati nei successivi paragrafi) per le coordinate che identificano il sito ovvero lat. 45.02941° e long. 9.29939°, risultano compresi nel range 0.05 < $a_g \le 0.15g$ relativo alla **zona sismica 3** (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Allegato al Voto n.36 del 27.07.2007 – "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale").

5.2 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 14.01.08 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. 7) definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{\rm 330}$ (velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano di fondazione). Nel caso in cui tale parametro non sia disponibile la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero medio di colpi della prova penetrometrica dinamica SPT per terreni a grana grossa o della resistenza non drenata $c_{\rm u}$ per i terreni coesivi.

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata stimata, in assenza di misure dirette della velocità equivalente Vs30, sui dati ottenuti tramite le prospezioni geotecniche effettuate in sito e su dati acquisiti nel corso di studi analoghi in aree limitrofe.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno di fondazione delle strutture può essere assunto di **categoria E** "Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m", posti sul substrato di riferimento (con $V_S > 800$ m/s). La esatta definizione della categoria di sottosuolo potrà avvenire mediante specifiche prospezioni geofisiche.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affloranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V _{s,30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
В	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{\rm s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{\rm SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{\rm u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
С	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N_{SPT30} < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < $c_{u,30}$ < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} inferiori a 180 m/s (ovvero N _{SPT,30} < 15 nei terreni a grana grossa e c _{u,30} < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Figura 7: Tabella 3.2.II "Categorie di sottosuolo" – D.M. 14.01.08.

In riferimento alle categorie topografiche riportate nella tabella 3.2.IV del D.M. (fig. 8), il sito può essere cautelativamente classificato nella **categoria T1**.

Categoria	Caratteristiche della superficie topo grafica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
Т3	Rilievi con l'arghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Figura 8: Tabella 3.2.IV "Categorie topografiche" – D.M. 14.01.08.

5.3 Parametri sismici di riferimento

Di seguito si riportano i parametri di riferimento, propri del sito in questione, per la definizione della pericolosità sismica di base ed i parametri sismici necessari per la valutazione delle azioni sismiche di progetto attese.

Nel caso in esame il sito presenta le seguenti coordinate (sistema di riferimento ED50):

Latitudine	Longitudine
45.02941°	9.29939°

Per il calcolo delle grandezze ag, F₀ e T*_C si devono considerare i seguenti parametri:

- Classe d'uso: II Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Vita nominale V_N: ≥50 anni (tabella 2.4.I tipologie costruttive classe 2): Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

- Coefficiente d'uso C₀: 1.0 relativo alla classe d'uso II.
- \circ Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R=V_N*C_U=50*1.0=50$ anni.

Pertanto, a partire dai dati sopra riportati, in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} vengono calcolati i valori a_g , F_0 , T^*_C e del periodo di ritorno $T_R = -V_R/In(1-P_{VR})$:

Stati limite		P_{VR}	Periodo di	a _g	Fo	T* _C
			ritorno (anni)	(g)		(sec)
SLE	SLO	81%	30	0.028	2.505	0.196
SLE	SLD	63%	50	0.035	2.531	0.217
SLU	SLV	10%	475	0.094	2.443	0.277
SLU	SLC	5%	975	0.124	2.458	0.280

Da questi ultimi è possibile ricavare, sulla base della **categoria E** del suolo di fondazione, gli ulteriori parametri:

Stati li	mite	S _s	C _c	St	T _B	T _C	T _D	F _v
					(s)	(s)	(s)	
SLE	SLO	1.60	2.208	1.00	0.144	0.432	1.712	0.56
SLE	SLD	1.60	2.119	1.00	0.153	0.460	1.741	0.64
SLU	SLV	1.60	1.923	1.00	0.177	0.532	1.975	1.01
SLU	SLC	1.60	1.914	1.00	0.179	0.536	2.097	1.17

Dove:

SLE = stati limite di esercizio:

- SLO = Stato Limite di Operatività;
- SLD = Stato Limite di Danno;

SLU = stati limite ultimi:

- **SLV** = Stato Limite di salvaguardia della Vita;
- SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso;

S_s= coefficiente di amplificazione stratigrafica;

C_c= coefficiente di categoria i sottosuolo;

S_t= coefficiente di amplificazione topografica;

T_B= periodo corrispondente all'inizio del tratto ad accelerazione costante spettro delle componenti orizzontali;

T_c= periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante spettro delle componenti orizzontali;

T_D= periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante spettro delle componenti orizzontali;

F_V= fattore di amplificazione spettrale.

Per calcolare il valore di A_{max} (accelerazione massima) occorre moltiplicare il valore di a_g per i coefficienti di amplificazione sismica (S) tramite la relazione: $A_{max}=a_g$ (m/s²) · S; l'accelerazione massima deve essere fornita in m/s², pertanto i valori nominali di a_g precedentemente calcolati vanno moltiplicati per 9.81 m/s² e successivamente moltiplicati per i coefficienti di amplificazione sismica $S = S_S \cdot S_t$.

Stati limite		a _g (g)	a _g (m/s²)	S $(S_S \cdot S_t)$	A _{max} (m/s²)
CLE	SLO	0.028	0.275	1.60	0.439
SLE	SLD	0.035	0.343	1.60	0.549
SLU	SLV	0.094	0.922	1.60	1.475
SLU	SLC	0.124	1.216	1.60	1.946

Infine i coefficienti Kh (coefficiente sismico orizzontale) e Kv (coefficiente sismico verticale) assumono i seguenti valori:

Stati limite		K _h	Κ _ν
CLE	SLO	0.009	0.004
SLE	SLD	0.011	0.011
SIII	SLV	0.030	0.015
SLU	SLC	0.048	0.024

Maggio 2016 Dott. Geol. Mauro Saleri

6.0 Indagini geognostiche

L'indagine geognostica di riferimento è consistita nell'esecuzione in data 17.03.2010 di n.3 prove penetrometriche delle quali n.2 di tipo statico C.P.T. e n.1 di tipo dinamico S.C.P.T.; le prospezioni hanno avuto inizio dal piano campagna attuale ed hanno raggiunto una profondità massima di investigazione di 13.60 metri dallo stesso.

Per l'acquisizione dei dati è stato impiegato un penetrometro semovente staticodinamico PAGANI modello TG 73-200, dotato di opportuni elicoidi di ancoraggio e punta meccanica Begemann per le prove statiche e di sgancio automatico per le prove dinamiche.

L'esecuzione delle prove statiche ha comportato la verifica ad intervalli regolari di 20cm della resistenza in Kg/cm^2 opposta dal terreno all'avanzamento dell'apposita punta meccanica Begemann (R_p) e del relativo manicotto laterale (R_l) mediante il dispositivo Friction Jacket Cone. Dall'analisi di R_p/R_l è possibile effettuare una valutazione indicativa della litologia dei terreni attraversati e definire la granulometria (Begemann 1965-Schmertmann 1969).

Le caratteristiche tecniche dell'attrezzatura sono le seguenti:

Forza di infissione 200 kN

Velocità di infissione 2 ± 0.5 cm/sec

Superficie della punta 10 cm²

Diametro della punta 35.7 mm, con conicità 60°

Altezza manicotto laterale 13.3 mm

Superficie del manicotto 150 cm²

Diametro delle aste 36 mm

Passo di lettura 20 cm

I risultati riscontrati in campagna vengono visualizzati attraverso grafici che riportano per ogni verticale di prova:

- la resistenza alla punta (R_p) in Kg/cm²;
- la somma della resistenza alla punta (R_p) e di attrito laterale (R_I) in Kg/cm²;
- il rapporto delle resistenze R_p/ R_I (adimensionale).

Relazione Geologica

Nel corso della prova dinamica è stato verificato il numero di colpi N del maglio necessari per infiggere verticalmente nel terreno, per intervalli consecutivi della lunghezza di 30 cm, l'apposita punta conica collegata ad una batteria di aste.

Le caratteristiche tecniche dell'attrezzatura in modalità dinamica sono le seguenti:

Peso della massa battente 73 Kg

Altezza di caduta 75 cm

Superficie della punta 20 cm²

Diametro della punta 50 mm, con conicità 60°

Diametro delle aste 32 mm

Peso delle aste 6.31 Kg/m

Passo infissione 30 cm

I risultati riscontrati in campagna vengono visualizzati attraverso grafici che riportano per ogni verticale di prova:

- il numero di colpi N_{SCPT} necessari per avanzamenti della punta di 30 cm;
- i valori di resistenza dinamica alla punta (R_{pd})assimilabili ai valori di R_p.

Maggio 2016 Dott. Geol. Mauro Saleri

7.0 Caratterizzazione litostratigrafica dei terreni

L'esame dei diagrammi di resistenza penetrometrica ha consentito di definire uno schema nel quale si identificano degli orizzonti litostratigrafici sovrapposti, aventi caratteristiche di resistenza alla penetrazione statica e parametri litologici e geomeccanici specifici.

Le variazioni dei parametri R_p , R_l , R_p/R_l , N ed R_{pd} rilevate lungo le singole verticali di prova, sono normalmente riconducibili sia a cambiamenti geolitologici e granulometrici dei terreni attraversati che al diverso stato di addensamento o consistenza degli stessi.

Con il ricorso a inevitabili schematizzazioni il modello litostratigrafico locale può essere così proposto:

LIVELLO I:

Argille più o meno limose da molli a poco consistenti. Si tratta del livello più superficiale costituito da materiali rimaneggiati dalle lavorazioni agricole; i valori di R_p sono compresi tra 5 e 10 kg/cm² mentre N= $2 \div 3$.

LIVELLO II:

Argille limose e limi argillosi da molli a poco consistenti con locali frammenti lapidei alterati pertinenti alla coltre superficiale eluvio-colluviale di alterazione con valori di $R_p=15\div30~kg/cm^2$ ed $N=4\div7$.

LIVELLO III:

Argille sabbiose mediamente compatte passanti a sabbie argillose consistenti. Si tratta del termine di passaggio tra la coltre superficiale eluvio-colluviale ed il substrato inalterato. I valori di R_p sono variabili da 35 a 65 kg/cm² con $N=15\div20$.

LIVELLO IV:

Substrato compatto di natura marnoso-argillosa; R_p costantemente >100 kg/cm² mentre i valori di N risultano compresi tra 20 e 25.

I rapporti stratigrafici nei diversi punti di prova possono essere così schematizzati:

Punto di prova n°	SCPT 1	CPT 2	CPT 3	
	1-11	-1.20	-1.20	-1.40
Prof. interfaccia strati da piano prova (m)	11-111	-6.00	-11.00	-7.20
	III-IV	-8.10	-13.00	-10.40
Prof. fine prova (m)		-9.60	-13.60	-10.80

Non si hanno riscontri diretti in merito alle acque sotterranee, non è pertanto possibile escludere la presenza di filtrazioni idriche, sottoforma di "microfalde sospese, attive anche temporaneamente nell'ambito dei livelletti di terreno permeabili per porosità.

Maggio 2016 20 Dott. Geol. Mauro Saleri

8.0 Determinazione dei parametri geotecnici

La definizione dei parametri geotecnici che caratterizzano gli strati di terreno investigati è stata eseguita mediante risultati delle prove penetrometriche realizzate in sito, utilizzando le correlazioni semi-empiriche e sperimentali note in letteratura, oltre che sulla base di dati già acquisiti attraverso prove in sito ed in laboratorio su terreni analoghi.

I parametri così derivati sono da considerare validi per gli scopi prefissati dall'indagine, per una loro definizione di maggior dettaglio sarà invece necessario ricorrere ad ulteriori e più specifiche indagini in sito ed analisi di laboratorio su campioni di terreno indisturbati.

Agli orizzonti del modello litostratigrafico sopra esposto si possono attribuire i seguenti valori medi, determinati sulla base di quelli ricavati dall'elaborazione dei dati acquisiti in corrispondenza di ciascuna verticale di prova:

ORIZZONTE	-	II	III	IV
Comportamento geotecnico	Coesivo	Coesivo	Coesivo	Coesivo
Valori medio-minimi di R _p (kg/cm²)	5÷8	15÷25	35÷60	>100
Valori medio-minimi di N _{SCPT}	1÷2	4÷6	15÷18	20÷25
Peso di volume γ (t/m³)	1.7	1.8	1.8÷1.9	2.0÷2.2
Coesione non drenata C _u (t/m ²)	2÷3	5÷7	12÷15	15÷25
Coesione efficace C' (t/m²)	0	0	0	1÷2
Angolo di attrito efficace ϕ' (°)	20°÷23°	22°÷24°	26°÷30°	32°÷34°
Modulo edometrico E (kg/cm²)	40÷60	40÷60	100÷150	200÷250

9.0 Valutazione del potenziale di liquefazione

Il fenomeno della liquefazione interessa generalmente depositi sabbiosi e/o sabbiosolimosi sciolti, saturi e a granulometria uniforme, i quali a seguito di una sollecitazione sismica passano dallo stato solido a quello fluido, denotando una diminuzione della resistenza al taglio a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali (u), tale da generare deformazioni permanenti significative o persino dell'annullamento delle pressioni efficaci (σ') nel terreno.

La verifica della suscettibilità alla liquefazione deve essere effettuata quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda. Secondo il D.M. 14.01.08 tale verifica può invece essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- 3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5. distribuzione granulometriche esterne alle zone indicate nella figura 9, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 10, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

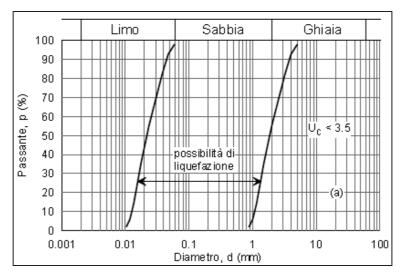


Figura 9: Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione con $U_c < 3,5$.

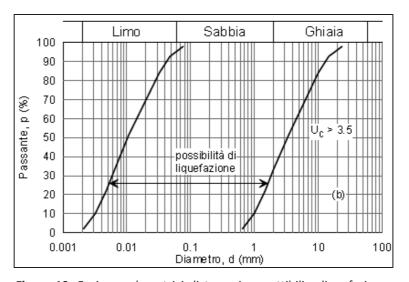


Figura 10: Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione con $U_c > 3,5$.

Nel caso in esame si ritiene di escludere il rischio di liquefazione, in ragione della natura coesiva dei materiali pertinenti agli orizzonti individuati e precedentemente descritti, costituiti principalmente da depositi argilloso-limosi (livelli I e II) e argilloso-sabbiosi (livello III) e lapidei (livello IV) la cui distribuzione granulometrica ricade all'esterno delle fasce indicate in fig. 9 e fig. 10.

Maggio 2016 23 Dott. Geol. Mauro Saleri

10.0 Fondazioni – Scelta della tipologia

Le indagini eseguite hanno evidenziato, nella zona deputata a possibili futuri ampliamenti dell'area cimiteriale, la presenza in superficie di terreni dotati di caratteristiche geomeccaniche scadenti. Questi sono stati riscontrati fino alla profondità variabile da circa 6 a circa 11 metri dal piano campagna.

Questo fattore, unitamente alla constatazione dello scarso grado di affidabilità geotecnica che compete, in generale, al versante, suggerisce l'adozione per i nuovi futuri ampliamenti di fondazioni profonde, attestate nei livelli III o, preferibilmente, IV.

Tale soluzione, oltre a garantire la sicurezza fondazionale delle nuove strutture, concorrerebbe a migliorare le condizioni statiche di quelle vicine, costituendo di fatto un "presidio" nei confronti di potenziali fenomeni traslativi.

11.0 Osservazioni conclusive

A) ASPETTI GEOTECNICI

Fatte salve le prescrizioni di carattere geotecnico sviluppate nei precedenti paragrafi e volte alla salvaguardia della integrità fondazionale di eventuali nuovi manufatti, per quanto riguarda le problematiche di ordine geomorfologico e geotecnico l'area è giudicata idonea per accogliere ampliamenti dell'esistente cimitero.

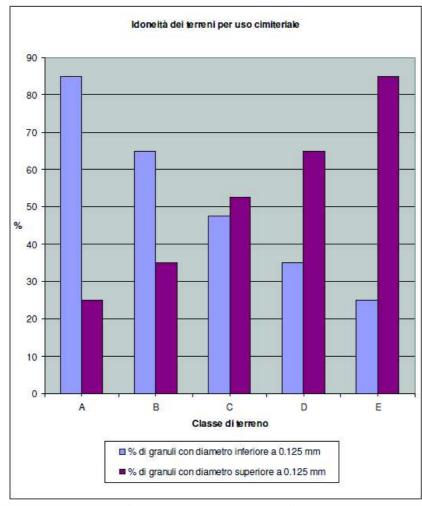
In ogni caso ogni futuro intervento edificatorio nell'ambito del cimitero dovrà essere preceduto dalla realizzazione di adeguate indagini puntuali volte in particolare alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione al fine di determinare gli accorgimenti costruttivi più idonei, con particolare riferimento al dimensionamento fondazionale-strutturale delle opere.

B) ASPETTI FISICI RELATIVI ALLE INUMAZIONI

I terreni pertinenti l'area cimiteriale in esame non sono idonei, per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, ad accogliere inumazioni, risultando costituiti in prevalenza da argille e argille limose; la motivazione deriva dal fatto che tali materiali non consentono adeguata circolazione d'aria ostacolando la decomposizione delle salme.

Le pratiche di inumazione potranno pertanto essere adottate ricreando artificialmente condizioni di idonea porosità, attraverso riporto di terreni sabbioso-ghiaiosi eventualmente da mescolare con il terreno in posto fino all'ottenimento della seguente miscela ottimale: sabbia 60%, ghiaia 20%, limo e argilla 20%.

A tale proposito si riporta di seguito il grafico tratto da "Fagnani - Rocce e minerali per l'edilizia - Editrice Succ. Fusi –Pavia, 1970" riguardante l'idoneità dei terreni per le pratiche di inumazione:



CLASSE	TERRENO	SALME INDECOMPOSTE DOPO 10 ANNI DI SEPOLTURA
A	non idoneo	70%
В	non idoneo	60%
C	mediocre	12%
D	idoneo	5%
Е	idoneo	4%

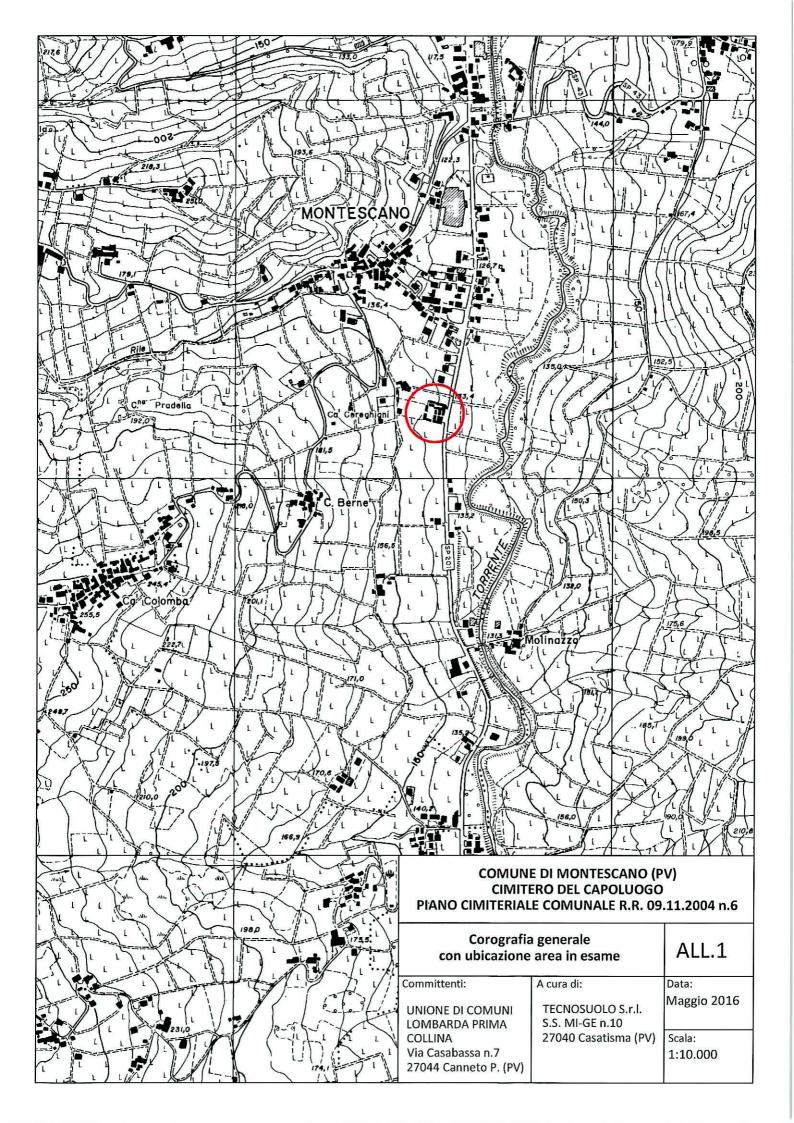
Relazione Geologica

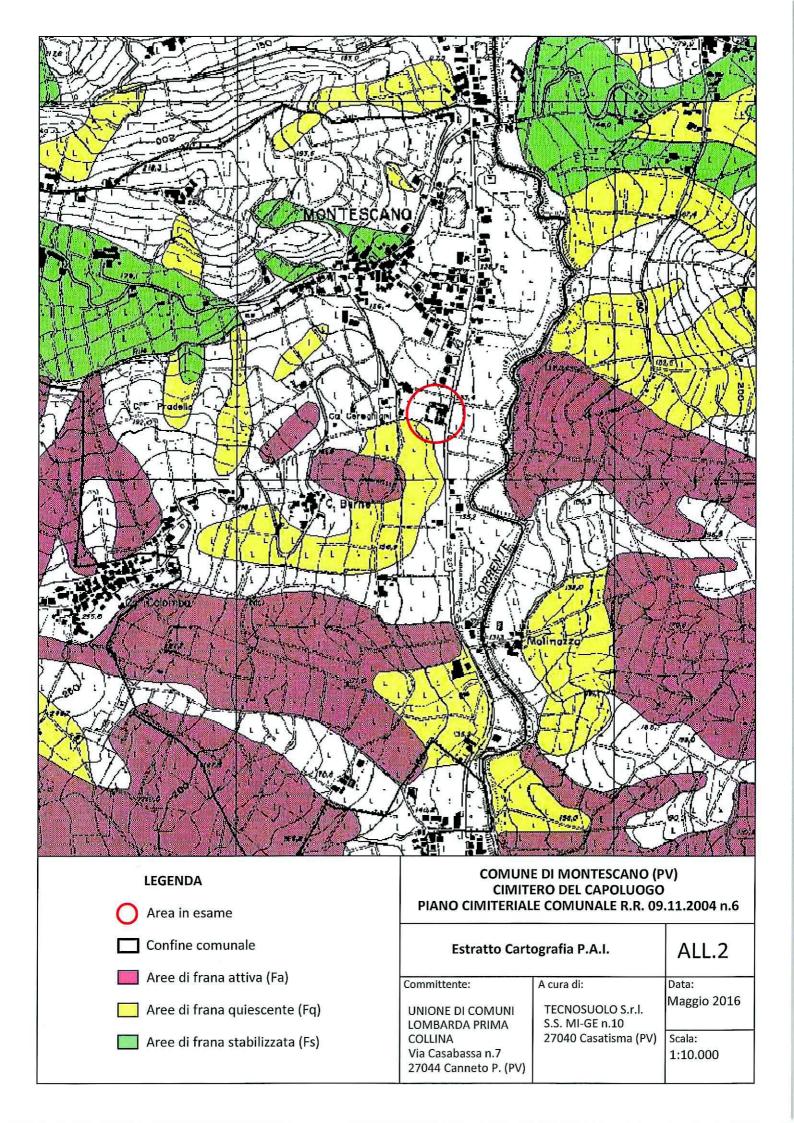
Al fine di evitare ristagni d'acqua, sarà altresì indispensabile dotare i campi di inumazione di adeguata rete drenante, utile per intercettare e smaltire le acque percolanti nel sottosuolo, della quali è verosimile ipotizzare la presenza in particolare durante i periodi maggiormente piovosi.

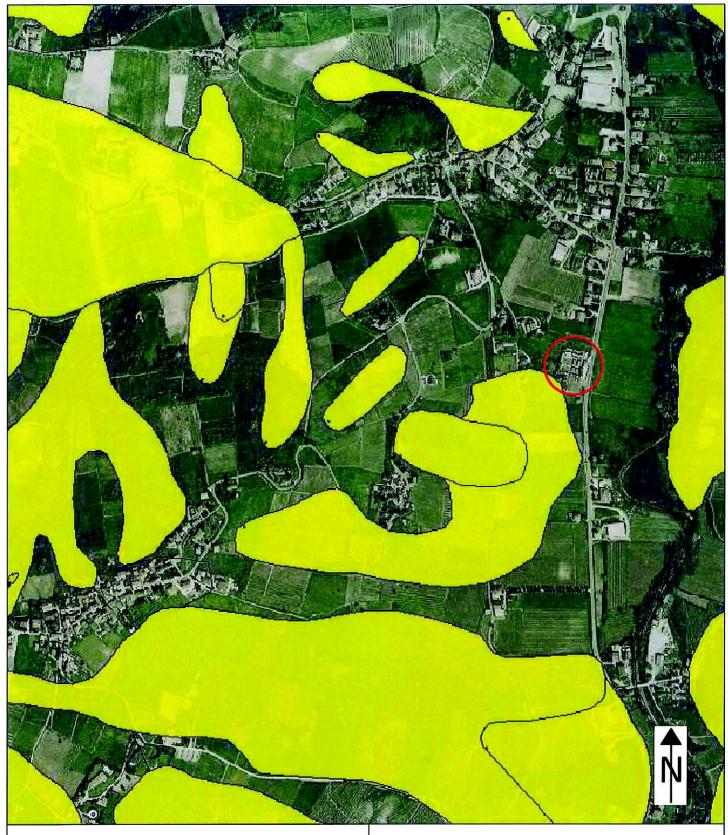
Casatisma (PV), maggio 2016

Dott. Geol. Mauro SALERI

Maggio 2016 Dott. Geol. Mauro Saleri







LEGENDA

Area in esame

Aree di frana

Scivolamento rotazionale/traslativo

COMUNE DI MONTESCANO (PV)
CIMITERO DEL CAPOLUOGO
PIANO CIMITERIALE COMUNALE R.R. 09.11.2004 n.6

Estratto carto	grafia (I.F.F.I.)	ALL.3
Committente:	A cura di:	Data:
UNIONE DI COMUNI LOMBARDA PRIMA	TECNOSUOLO S.r.l. S.S. MI-GE n.10	Maggio 2016
COLLINA	27040 Casatisma (PV)	Scala:
Via Casabassa n.7 27044 Canneto P. (PV)		Grafica



Legenda



Prova penetrometrica dinamica S.C.P.T.



Prova penetrometrica statica C.P.T.

COMUNE DI MONTESCANO (PV)
CIMITERO DEL CAPOLUOGO
PIANO CIMITERIALE COMUNALE R.R. 09.11.2004 n.6

	on ubicazione indagine	ALL.4
Committente:	A cura di:	Data:
UNIONE DI COMUNI LOMBARDA PRIMA	TECNOSUOLO S.r.l. S.S. MI-GE n.10	Maggio 2016
COLLINA	27040 Casatisma (PV)	Scala:
Via Casabassa n.7 27044 Canneto P. (PV)		//

COMUNE DI MONTESCANO (PV)
CIMITERO DEL CAPOLUOGO
PIANO CIMITERIALE COMUNALE R.R. 09.11.2004 n.6

Istogrammi prove	penetrometriche	ALL.5
Proprietà: UNIONE DI COMUNI LOMBARDA PRIMA	A cura di: TECNOSUOLO S.r.l. S.S. MI-GE n.10	Data: Maggio 2016
COLLINA Via Casabassa n.7 27044 Canneto P. (PV)	27040 Casatisma (PV)	Scala: //

Prova penetrometrica dinamica n.

S.S. Mi-Ge, 10-Casatisma

Np

Rpd

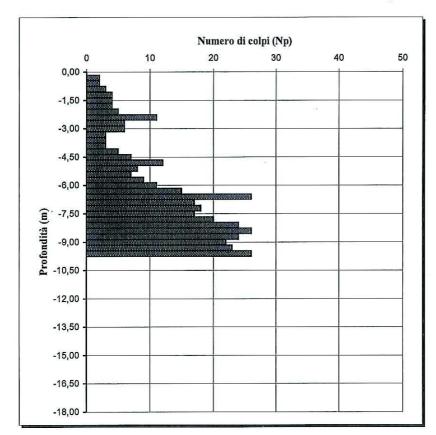
Quota

Località: Committente: Montescano-Cimitero Comunale Comune di Montescano Data:

1

17/03/10

Quota inizio p.c.



Guota	110	
0,00	0	0
-0,30	2	12
-0,60	2	12
-0,00		1
-0,90	3	18
4 20	4	23
-1,20	4	23
-1,50	4	23
54 P47 (E-197 (E-1	20	1/2/1/168
-1,80	4	23
-2,10	5	27
	1000	13600000
-2,40	11	60
	90.71	20
-2,70	6	33
-3,00	6	32
A STATE OF THE STA		
-3,30	3	16
-3,60	3	16
Control Education		
-3,90	3	16
4.20	5	25
-4,20	5	25
-4,50	7	36
1041	91	500000
-4,80	12	61
-5,10	8	39
	(-20	0.50501
-5,40	7	34
-5,70	9	44
	9	
-6,00	11	52
	100000000000000000000000000000000000000	314.000
-6,30	15	71
-6,60	26	123
and the same	0.000000	VALUE
-6,90	17	80
-7,20	18	82
	to the best to	211000000
-7,50	17	78
-7,80	20	91
-8,10	24	106
0.40	20	115
-8,40	26	115
-8,70	24	106
E. ACIES	722	
-9,00	22	94
-9,30	23	99
\$*************************************	1000	(2) Sec.
-9,60	26	112
-9,90		#DIV/0!
-9,90		#DIVIO!
-10,20		#DIV/0!
400,000,000,000		401/1/01
-10,50		#DIV/0!
-10,80		#DIV/0!
-11,10		#DIV/0!
-11,40		#DIV/0I
		O ATTOC CONTINUES OF THE PARTY
-11,70		#DIV/0!
-12,00		#DIV/0!
-12,30		#DIV/0!
12.60		#DIV/0I
-12,60		
-12,90		#DIV/01
-13,20		#DIV/0I
-13,50		#DIV/0!
-13,80		#DIV/01
-14,10		#DIV/0I
12 19 15 15		
-14,40		#DIV/0!
-14,70		#DIV/0!
3.43£.3		
-15,00		#DIV/0!
		TO SHALL BY SHOWING THE SHALL BY
-15,30		#DIV/0!
-15,60		#DIV/01
		Manager State (State)
-15,90		#DIV/0!
-16,20		#DIV/0!
-		
-16,50		#DIV/0!
		#DIV//01
-16,80		#DIV/0!
-17,10		#DIV/0!
-17,40		#DIV/0!
-17,70		#DIV/0!
37797733		
-18,00		#DIV/0!

				Re	sistenz	a dinan		a punta		nq)	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90 1
	0,00		000000							ľ	
-	1,50				9990H					-	
-:	3,00			na punjuning kalabah pada sa		ou publican			-		
	4,50			ing the state of t					-		
-(6,00									50100000000000000000000000000000000000	
E -	7,50									onendi Sussidera	
Profondità (m)	9,00										
Prof	0,50	Mossodia	Acopetes		and decided the	200000000000000000000000000000000000000					
-1:	2,00										
-1	3,50		_		-				-		
-1	5,00		+		-	-			_		
-10	6,50								3400		-
	8,00										

Prova penetrometrica statica n.

2

S.S. Mi-Ge, 10-Casatisma

Località:

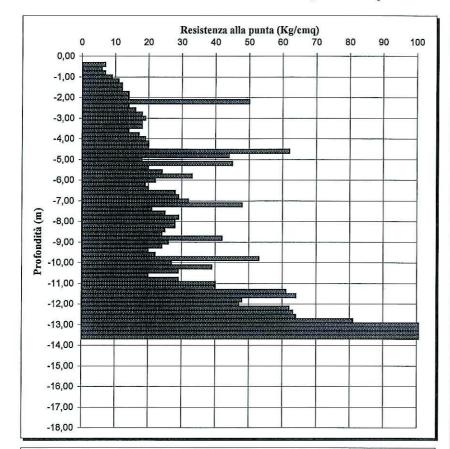
Montescano-Cimitero Comunale

Committente: Comune di Montescano

Data:

17/03/10

Quota inizio p.c.



Quota	Rp	Rp+R m	Rp/RI	Quota	Rp	Rp+R m	Rp/RI
0,00	0	0	0	-9,20	24	52	13
-0,20	0	0	#DIV/0!	-9,40	20	43	13
-0,40	7	12	21	-9,60	22	44	15
-0,60	6	17	8	-9,80	53	79	31
-0,80	7	18	10	-10,00	27	56	14
-1,00	9	19	14	-10,20	39	66	22
-1,20	11	22	15	-10,40	29	63	13
-1,40	12	27	12	-10,60	20	38	17
-1,60	12	25	14	-10,80	29	54	17
-1,80	14	33	11	-11,00	40	71	19
-2,00	14	35	10	-11,20	40	80	15
-2,20	50	69	39	-11,40	61	110	19
-2,40	14	32	12	-11,60	64	120	17
-2,60	16	31	16	-11,80	48	78	24
-2,80	18	29	25	-12,00	47	91	16
-3,00	19	31	24	-12,20	62	101	24
-3,20	18	30	23	-12,40	63	107	21
-3,40	18	34	17	-12,60	64	106	23
-3,60	14	24	21	-12,80	81	135	23
-3,80	17	32	17	-13,00	135	186	40
-4,00	19	36	17	-13,20	147	192	49
-4,20	20	39	16	-13,40	212	307	33
-4,40	20	37	18	-13,60	182	239	48
-4,60	62	97	27	-13,80			#DIV/0!
-4,80	44	74	22	-14,00			#DIV/0!
-5,00	18	53	8	-14,20			#DIV/01
-5,20	45	58	52	-14,40			#DIV/0!
-5,40	20	49	10	-14,60			#DIV/0!
-5,60	24	62	9	-14,80			#DIV/0!
-5,80	33	59	19	-15,00			#DIV/0!
-6,00	22	39	19	-15,20			#DIV/0!
-6,20	19	35	18	-15,40			#DIV/0!
-6,40	20	35	20	-15,60			#DIV/0!
-6,60	28	43	28	-15,80			#DIV/0!
-6,80	29	50	21	-16,00			#DIV/0!
-7,00	32	49	28	-16,20			#DIV/0!
-7,20	48	62	51	-16,40			#DIV/0I
-7,40	21	33	26	-16,60			#DIV/0I
-7,60	25	45	19	-16,80			#DIV/0I
-7,80	29	53	18	-17,00			#DIV/0!
-8,00	28	54	16	-17,20			#DIV/0!
-8,20	28	51	18	-17,40			#DIV/0!
-8,40	25	48	16	-17,60			#DIV/0!
-8,60	24	42	20	-17,80			#DIV/0!
-8,80	42	72	21	-18,00			#DIV/0!
-9,00	26	51	16				

0	15	Rp/Rl 30	45	
0,00	1	1	1	
-1,00 -				
-2,00 -			85139	
-3,00 -				
-4,00 -				
-5,00 -		orgisakolekskalari Enterstatiokskalari		
-6,00 -				
-7,00 -		entaleses en entre la company de la company		
Profondità (m) - 00'01 00'8-		distribution in the second		
-9.00 -				
10 00 -10 00 -		Steen Steen Steen Steen		
년 -11,00 -				
-12,00		pulpa		
digital distribution (see a		3555 551		
-13,00 -				
-14,00				
-15,00				
-16,00				
-17,00				
-18,00				

Prova penetrometrica statica n.

3

S.S. Mi-Ge, 10-Casatisma

Località:

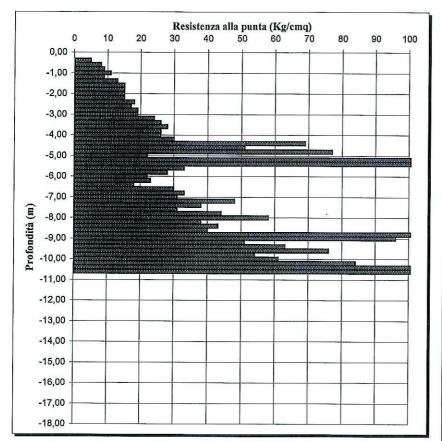
Montescano-Cimitero Comunale

Committente: Comune di Montescano

Data:

17/03/10

Quota inizio p.c.



Quota	Rp	Rp+R m	Rp/RI		Quota	Rp	Rp+R m	Rp/RI
0,00	0	0	0		-9,20	51	95	17
-0,20	0	0	#DIV/0!		-9,40	63	89	36
-0,40	5	10	15		-9,60	76	102	44
-0,60	8	18	12		-9,80	54	90	23
-0,80	9	20	12		-10,00	61	111	18
-1,00	11	21	17		-10,20	84	123	32
-1,20	9	19	14		-10,40	172	221	53
-1,40	13	25	16		-10,60	202	270	45
-1,60	15	30	15		-10,80			#DIV/0!
-1,80	15	31	14		-11,00			#DIV/0!
-2,00	15	29	16		-11,20			#DIV/0!
-2,20	15	26	20		-11,40			#DIV/0!
-2,40	18	39	13		-11,60			#DIV/0!
-2,60	17	38	12		-11,80			#DIV/0!
-2,80	19	41	13		-12,00			#DIV/0!
-3,00	19	39	14		-12,20			#DIV/0!
-3,20	24	46	16		-12,40			#DIV/0!
-3,40	26	51	16		-12,60			#DIV/0!
-3,60	28	58	14		-12,80			#DIV/0!
-3,80	26	52	15		-13,00			#DIV/0!
-4,00	26	51	16		-13,20			#DIV/01
-4,20	30	60	15		-13,40			#DIV/0!
-4,40	69	109	26		-13,60			#DIV/0!
-4,60	51	87	21		-13,80			#DIV/0!
-4,80	77	114	31		-14,00			#DIV/0!
-5,00	22	40	18		-14,20			#DIV/0!
-5,20	103	130	57		-14,40			#DIV/0!
-5,40	132	169	54		-14,60			#DIV/0!
-5,60	33	85	10		-14,80			#DIV/0!
-5,80	28	54	16		-15,00			#DIV/0!
-6,00	22	38	21		-15,20			#DIV/0!
-6,20	23	39	22		-15,40			#DIV/0!
-6,40	18	34	17		-15,60			#DIV/0!
-6,60	30	63	14		-15,80		1	#DIV/0!
-6,80	33	58	20		-16,00			#DIV/0!
-7,00	31	53	21	- 1	-16,20			#DIV/0!
-7,20	48	73	29		-16,40			#DIV/0!
-7,40	38	68	19		-16,60			#DIV/0!
-7,60	31	59	17		-16,80			#DIV/0!
-7,80	44	81	18		-17,00			#DIV/0!
-8,00	58	98	22	- 1	-17,20			#DIV/0!
-8,20	38	79	14		-17,40			#DIV/0!
-8,40	43	84	16		-17,60			#DIV/0!
-8,60	40	167	13		-17,80			#DIV/0!
-8,80 -9,00	126 96	167	46		-18,00			#DIV/0!
-0,00	00	100	74					

		Rp/Rl		
C	15	30	45	
0,00		-	1	
-1,00 -				_
-2,00 -				
-3,00 -				
-4,00				
-5,00 -		inninger in der state in der st		
~		ist til militata till attä killin killin Sist killin		teletatatatatatata est
-6,00 -	eteratura eta erreta eta eta eta eta eta eta eta eta eta	top datab		
-7,00 -		naki Sasaran da		
-8,009,0010,00				
	Reference in the contract of t			
-9,00 -			tenestationess.	
은 -10,00 -		eren er en er en		
-11,00				6
6.5				
-12,00				
-13,00 +				
-14,00	3			
-15,00				
-16,00				
-17,00				
-18,00				