



PIANO REGOLATORE CIMITERIALE

ai sensi:

art. 6
Regolamento Regionale
9.11.2004 n°6
come novellato dal
Regolamento Regionale n°1/2007

e

D.P.R.
10.9.1990 n°285
capo X°

PROVINCIA DI MILANO



Marco Turati Architetto

Via Grado n°11
26100 CREMONA
tel/fax 0372 28417
P. IVA 01013350192
architetto@marcoturati.it



ubicazione:
Cimitero di Rosate
Via dell'Industria

committente:
COMUNE DI ROSATE
Viale Vittorio Veneto n°2
20088 ROSATE (MI)

Sindaco:
Sig. Daniele Del Ben

Responsabile del Servizio Tecnico:
arch. Pietro Codazzi

iscrizione all'Agenzia del Territorio:
Provincia di Milano - Comune di Rosate
Cimitero di Rosate:
foglio: 19 mappali: A - B - 90 - 91

data:
6 ottobre 2017

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO

14

Dott. Geol. Cerutti Paolo
Studio: Via Selvagreca, 14H – 26900 Lodi
Tel.: 0371 427203 – cell.: 348 3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

GEORISORSE • AMBIENTE • TERRITORIO

Progetto:

**COMUNE DI ROSATE (MI):
PIANO CIMITERIALE COMUNALE**

Attività:

**ANALISI PREVENTIVA DELLE
COMPONENTI GEOLOGICHE**

Committente:

Arch. Marco TURATI

Contenuti:

**RELAZIONE
GEOLOGICA
PRELIMINARE**

Rif. e data:

R15/545/15 – Agosto 2017

Committente:

Progettisti:



CONTENUTI

INTRODUZIONE

1. PREMESSE

QUADRO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E GEO-PEDOLOGICI
3. CARATTERI LITOLOGICI
4. CARATTERI IDROGEOLOGICI
Caratteristiche degli acquiferi
Elementi idrografici e idrologici
5. CARATTERI GEOTECNICI
Indagini geotecniche
Indagini geofisiche

CONCLUSIONI

6. LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA
Premesse
Norme generali
Valutazione di fattibilità
Norme geologiche per la fase attuativa

INTRODUZIONE

1. PREMESSE

Il presente elaborato rappresenta una Relazione Geologica Preliminare relativa al Piano Cimiteriale Comunale, redatta dal sottoscritto in questa fase per conto del Progettista del Piano, Arch. Marco Turati, preliminarmente alla redazione del Piano stesso e per questo definita preventiva.

Nel testo che segue si fa sistematico riferimento agli Studi Geologici, in precedenza redatti dal sottoscritto in nome e per conto della società ECOTER CPA S.r.l. ai sensi delle D.G.R. della Lombardia attuative dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", relativi alle diverse componenti geologiche ed al reticolo idrico.

In particolare si farà riferimento alla cartografia di analisi e di sintesi prodotta nell'ambito dei citati studi, cartografia che, non riprodotta in questa fase di Analisi Preventiva delle Componenti Geologiche, corrisponde a:

- ✓ cartografia tematica analitica del territorio comunale ed aree limitrofe, redatta sulle basi topografiche fornite dalla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (sezioni B6a5, A6e5 e B7a1); i tematismi affrontati dalle singole carte di inquadramento sono relativi alla distribuzione dei parametri di tipo geologico s.l. e vincolistica. Più precisamente: parametri di tipo geologico (caratteri morfo-pedologici, *Tavola 1*; caratteri idrogeologici, *Tavola 2*; caratteri geologico-tecnici, *Tavola 3*;
- ✓ *Tavole 4a* - Carta dei vincoli, redatta alla scala 1:5.000 su tutto il territorio comunale, riporta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.
- ✓ *Tavole 5a* - Carta di sintesi, redatta alla scala 1:5.000 su tutto il territorio comunale, finalizzata al riconoscimento dello stato di fatto del territorio, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità.
- ✓ *Tavole 6a* - Carta di fattibilità geologica, redatta alla scala 1:5.000, con l'attribuzione del valore di classe di fattibilità all'intero territorio comunale e degli scenari di pericolosità sismica locale.

Nel seguito della presente Relazione si forniranno:

1. un quadro geologico, idrogeologico e geotecnico dell'area oggetto del Piano Cimiteriale;
2. le relative conclusioni, che forniscono valutazioni e prescrizioni inerenti allo stesso Piano.

Per ciò che concerne le citazioni alla cartografia geologica di analisi e di sintesi citata di seguito nel testo si rimanda a quanto allegato agli Studi Geologici sopra citati che corredano il P.G.T. comunale vigente, relativi alle Componenti Geologiche ed al Reticolo idrico Minore.

QUADRO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E GEO-PEDOLOGICI

Il territorio comunale di Rosate coincide con la superficie della pianura fluvioglaciale e presenta una morfologia uniforme sub-pianeggiante con debole inclinazione lungo la direttrice NNO-SSE. La pendenza della superficie topografica è molto blanda, circa 12 m su di una distanza di 6 Km (2 per mille), con quote altimetriche comprese tra 112 m s.l.m. (in vicinanza del confine NO) e 100 m s.l.m. (al confine SE).

Per quanto attiene agli aspetti geologici, nell'area oggetto di studio si identifica una sola unità che caratterizza questo settore di pianura padana, il “livello fondamentale della pianura”, talvolta definito anche Piano Generale Terrazzato, che rappresenta l'unità principale della pianura, edificatasi per il continuo apporto detritico dei corsi d'acqua divaganti nella pianura stessa, al quale si è alternata l'azione erosiva da parte delle acque stesse; questo processo, attivo a tutt'oggi, ha dato luogo alle incisioni ed ai caratteristici terrazzi che si osservano in altri settori.

Il “livello fondamentale della pianura” è costituito, in questo settore della pianura lombarda, dalle alluvioni fluvioglaciali wurmiane. Le ultime fasi di aggradazione di questo “livello fondamentale della pianura” sono infatti attribuibili all'ultima fase glaciale quaternaria (Pleistocene superiore). A livello regionale, è possibile schematicamente distinguerne una parte più a monte, a sud della fascia dei rilievi collinari morenici, caratterizzata dalla prevalenza di sedimenti grossolani (ciottoli, ghiaie e sabbie) e conseguentemente da un drenaggio generalmente buono (Alta Pianura ghiaiosa); una parte più meridionale (Bassa Pianura sabbiosa), prossimale al fiume Po, costituita in grande prevalenza da sedimenti fini (sabbie, limi e argilla); una porzione intermedia in cui il contatto tra i due estremi litologici determina l'emergenza di risorgive (fontanili) o la presenza di falda freatica a debole profondità (Media Pianura idromorfa).

Per ciò che concerne il quadro pedo-paesaggistico, i suoli dell'area comunale appartengono al sottosistema di paesaggio LQ del Livello Fondamentale della Pianura, costituito da quella porzione di pianura interessata da fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive. I suoli collegati a LQ si sviluppano sopra superfici subpianeggianti, il cui sistema di formazione è attribuibile alle divagazioni degli scaricatori glaciali che hanno formato la pianura lombarda e dei corsi d'acqua alimentati dalle risorgive. In effetti i suoli dell'area denotano chiaramente l'appartenenza ad un medesimo sistema di formazione, all'interno del quale si evidenziano ambiti legati a situazioni deposizionali ad alta e bassa energia e quindi con substrati a caratteristiche granulometriche fortemente diversificate. Nell'area relativa a LQ, quindi, il substrato è caratterizzato da continue variazioni orizzontali e verticali della granulometria dei sedimenti; nei suoli si alternano famiglie fini e grossolane, scheletriche o meno. A questo fattore di differenziazione si aggiunge il fenomeno dell'avvicinarsi della falda freatica al livello di campagna. Questo si evidenzia macroscopicamente con la presenza delle emergenze sotto forma di fontanili, e a livello dei suoli con il manifestarsi di fenomeni legati all'idromorfia.

Nell'unità LQ si alternano suoli evolutisi su substrati a diversa energia deposizionale, e quindi a granulometrie molto diverse, con idromorfia assente o sviluppata a vari gradi, anche se i termini più fini (limi) predominano nella parte SSO dell'area.

L'area è stata inoltre interessata, in tempi sia passati sia recenti, da attività antropica di modellamento per regolarizzare le forme degli appezzamenti, e soprattutto adattare gli appezzamenti stessi a varie metodiche d'irrigazione. Per quanto attiene al grado di evoluzione dei suoli e alle forme di pedogenesi presenti, in LQ si individuano suoli a basso, medio e alto grado di evoluzione.

Nei suoli a basso grado di evoluzione, oltre ai termini scheletrici sopra menzionati sono presenti Entisuoli a tessitura più fine (NOI1, MET1), con basso o nullo contenuto in scheletro, ad alto grado d'idromorfia. La colorazione della matrice di questi suoli, con tinte grigie o grigie molto scure fino a verdi, indica un ambiente di formazione permanentemente saturato con acqua, che ha influito sulle loro possibilità di evoluzione.

I suoli a medio grado di evoluzione sono presenti con l'ordine degli Inceptisuoli (MLA1, MTT1, MEG1, MAV1). Gli Inceptisuoli possono presentare tutti i vari gradi di idromorfia tipici della zona in esame, o anche assenza di questa. I termini più evoluti dell'area appartengono all'ordine degli Alfisuoli (NOG1, CAQ1, VEZ1, COG1, BUB1). Presentano al di sotto dell'orizzonte lavorato, o al di sotto di un primo orizzonte cambico, un orizzonte diagnostico illuviale (Bt), che non è mai fortemente espresso: le patine di argilla non sono mai molto spesse, non esistono noduli o concrezioni ferromanganesifere di grosse dimensioni. Anche questi suoli presentano spesso un'ampia variazione nel grado d'idromorfia.

All'interno del sottosistema LQ, stante le scarse evidenze morfologiche presenti (paleoalvei), solo le caratteristiche geo-pedologiche consentono una ulteriore suddivisione del paesaggio, sintetizzabile, nell'ambito comunale, nelle seguenti categorie:

LQ3 - aree di transizione con l'Alta Pianura ghiaiosa, caratterizzate substrati grossolani (sabbioso ghiaiosi) e dalla presenza di fontanili attivi e inattivi.

La prima unità, che si sviluppa per ampie fasce dirette da nord-ovest a sud-est verso Buccinasco da un lato e Gaggiano più a occidente, è caratterizzata da suoli da sottili a moderatamente profondi che, sviluppati su materiali incoerenti grossolani, hanno un elevato contenuto in scheletro e tessiture da franco (in superficie) a franco sabbiose con un basso contenuto in argilla (di norma <15%). Presentano in generale una debole evoluzione pedogenetica: talora iniziale quando si riconosce solo l'orizzonte superficiale, soggetto alle lavorazioni e alle cure colturali (Ap) al di sopra delle ghiaie poco alterate costituenti il substrato (MET); in altri casi debolmente maggiore qualora si sia differenziato un orizzonte di alterazione (Bw) caratterizzato da una migliore strutturazione rispetto al materiale parentale incoerente (MLA).

Soprattutto in relazione alle condizioni granulometriche, stante la presenza della falda in genere a profondità maggiori di 150 cm, il drenaggio in queste aree può variare da moderatamente rapido a buono con eventuali limitazioni della capacità di ritenzione idrica per le tipologie più ricche di scheletro.

LQ4 - aree modali sub pianeggianti o ondulate con substrati prevalentemente sabbioso limosi, intensamente modificate da interventi antropici finalizzati all'utilizzo agricolo (livellamenti e sistemazioni) a drenaggio sostanzialmente buono.

Le aree modali, disposte per lo più nella parte occidentale del comune, pianeggianti o debolmente ondulate, sono state modellate dalle dinamiche erosive dell'acqua e dai ripetuti interventi antropici che ne hanno modificato la topografia superficiale (livellamenti, sistemazioni, etc.).

A questi si affiancano in aree pianeggianti, morfologicamente rilevate, suoli molto profondi che differenziano solo l'orizzonte lavorato (Ap) dal substrato tipicamente sabbioso. Alla tessitura grossolana (sabbiosa) si associa un drenaggio moderatamente rapido ed una scarsa capacità di ritenzione idrica che può arrivare a costituire un inconveniente per le colture nella stagione calda.

LQ5 - aree pianeggianti ribassate e paleo alvei con drenaggio difficoltoso e/o falda idrica superficiale anch'esse con sedimenti prevalentemente sabbioso limosi.

La terza unità comprende le porzioni più ribassate del piano: sono aree limitate spesso allungate secondo le direzioni grossolanamente sinuose di antichi alvei fluviali o superfici debolmente concave che modellano i piani dell'unità precedente. In essa assumono particolare importanza per la pedogenesi i processi idromorfi la cui intensità determina le principali differenziazioni tra i suoli. Questi infatti presentano prevalentemente un'evoluzione media (Inceptisols) arrivando a differenziare al di sotto dell'orizzonte lavorato (Ap) un orizzonte a gley (Bg) caratterizzato da colori grigio olivastro chiari, con screziature aranciate e grigio verdastre tipiche dei processi di ossido riduzione connessi alla saturazione idrica più o meno prolungata del suolo (MTT, MEG).

I suoli più evoluti dell'unità invece mostrano l'orizzonte idromorfo caratterizzato anche da processi di illuviazione di argilla (VEZ), mentre i più giovani arrivano a differenziare dal materiale parentale solo l'orizzonte superficiale (NOI).

L'intensità dell'idromorfia nei differenti tipi di suolo pare dipendere oltre che dal grado evolutivo anche dalle caratteristiche litologiche del substrato. Suoli sviluppati su materiali limosi o sabbioso-limosi (VEZ, MTT, MEG, NOI) presentano condizioni di saturazione idrica e di idromorfia subito al di sotto dell'orizzonte lavorato (regime di umidità aquico) talvolta pressoché per l'intero anno (NOI), mentre le tipologie sviluppatasi su substrati grossolani (MAV) o caratterizzati dalla presenza in profondità di materiali ghiaiosi (MEG) mostrano una maggiore affrancatura dalla falda idrica. I primi presentano in generale tessiture medie (franco, franco limose) prive di scheletro con un consistente contenuto di argilla nell'orizzonte profondo (granulometrie fini) che in taluni casi pare determinare un ulteriore rallentamento del drenaggio (VEZ); gli altri ereditano dal substrato tessiture moderatamente grossolane (franco, franco sabbiose) variamente scheletriche, con un minore contenuto in argilla (granulometrie grossolane) ed il drenaggio in generale è solo leggermente impedito.

In generale si tratta di suoli che trovano principali limitazioni delle loro potenzialità d'uso agricolo sia nelle condizioni di un drenaggio assai difficoltoso che talora nella limitazione della loro profondità connessa alla presenza della falda acquifera entro il primo metro di suolo.

3. CARATTERI LITOLOGICI

La caratterizzazione litologica dell'area illustrata in questo paragrafo è stata desunta dalla conoscenza generale del territorio descritta dai vari Autori. In Letteratura, per il settore di pianura in cui si colloca il territorio comunale di Rosate, ci si riferisce alla formazione del Diluvium Recente Auct., rappresentata da **depositi fluvioglaciali recenti**, comprendenti:

- ✓ ghiaie e sabbie,
- ✓ limi argillosi.

I depositi del livello principale della Pianura, datati Pleistocene superiore, corrispondono a materiali sciolti di natura fluvioglaciale e fluviale, composti in prevalenza da sabbie, ghiaietto e limi sabbiosi e argillosi, in alternanze o in corpi lenticolari di varia estensione e spessore. Localmente vi si rinvenivano banchi argillosi.

Arealmente i terreni sopracitati sono distribuiti su tutta l'area in esame in modo omogeneo con lievi variazioni locali dovute alla presenza o meno dell'orizzonte superficiale limoso-argilloso. Questo primo livello superficiale è generalmente interessato dalle coltivazioni presenti diffusamente in quest'area.

Viene qui desunta, a partire dalle stratigrafie disponibili dei pozzi per acqua, la distribuzione verticale delle varie unità litologiche dell'area in oggetto, per una profondità di circa 100 metri dal piano campagna.

Entrando nel dettaglio della natura dei terreni presenti, l'andamento delle varie unità litologiche, a partire dal piano campagna, può essere così schematizzato:

- ✓ livello superficiale limoso-argilloso, con uno spessore variabile da 1 a 3 metri, genericamente noto con il nome di “ferretto”;
- ✓ limi e sabbie associate a locali livelli argillosi di spessore massimo pari a 2.50 m, fino a una quota di 40 m dal p.c.;
- ✓ argille e limi sabbiosi, da 40 m a 50 m di profondità;
- ✓ alternanze di sabbie e ghiaie sino ad una profondità media di circa 75 metri;
- ✓ orizzonte argilloso da 75 m a 90 m circa dal p.c.;
- ✓ ghiaia con sabbia fino a 100 m di profondità.

Infine, sempre testimoniati dalle stratigrafie dei pozzi per acqua, a diverse profondità (a partire da 45 m e fino a circa 90 m dal piano campagna) si rilevano all'interno dei banchi argillosi resti di natura vegetale (torbe). Tali orizzonti torbosi non occupano una posizione stratigrafica all'interno degli strati argillosi correlabile a tutta l'area poiché, come detto, interessano profondità diverse.

Ritornando ai terreni affioranti, risulta sempre presente, al di sotto del livello di alterazione o di suolo agricolo, uno strato superficiale di natura essenzialmente limoso argilloso-sabbioso. Tale unità risulta simile per caratteristiche tessiturali e granulometriche ai terreni del cosiddetto Diluvium Recente (“Fluvioglaciale Wurm Auct.”) precedentemente descritti.

Nel sottosuolo, a partire dalla profondità di circa 75 m dal piano campagna, si ha il passaggio dalla formazione Diluvium Recente ai terreni fluvioglaciali più antichi del Diluvium Medio (Fluvioglaciale Riss), databili Pleistocene medio. Tale unità risulta simile per caratteristiche tessiturali e granulometriche al Diluvium Recente, ma è caratterizzata da una maggiore componente limoso-argillosa.

4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

La possibilità di ricostruzione delle geometrie e delle litologie presenti nel sottosuolo si affida anche in questo caso alla disponibilità di stratigrafie dei pozzi per acqua della zona:

	POZZI COMUNALI	Anno Costruzione	Filtri	L.S. (m)	Prof.
1	P.zza Vittorio Veneto	1953	58.7-62.8	1.95	69
2	Via Matteotti	1979	55.5-64.7; 87.4-96.5		100
3	Via L. da Vinci	1980	55.9-81.6, 98.2-99.7		101.2

I litotipi prevalenti sono ghiaie e sabbie con una buona presenza di orizzonti argillosi che sembrano mostrare una certa continuità laterale a partire dai 40-45 metri di profondità. L'estensione laterale del primo strato argilloso, potente 10 metri, rinvenuto nel pozzo n° 2 di Rosate, si assottiglia verso est ed ovest. Nei primi metri sono invece prevalenti le sabbie fini e i limi.

La successione dei depositi che si incontrano appartengono a quella che in letteratura è nota come *litozona ghiaioso-sabbiosa*, espressione dell'insieme non sempre distinguibile della sedimentazione fluvio-glaciale-alluvionale delle diverse fasi glaciali quaternarie.

La litozona ghiaioso-sabbiosa comprende prevalentemente alternanze di ghiaie e sabbie, con la presenza subordinata di argilla. La presenza di alcuni livelli a litologia limoso-argillosa assume tuttavia una particolare rilevanza, in quanto l'estensione laterale e l'ubicazione al di sopra dei livelli utilizzati per approvvigionamento idrico conferisce ad essi una notevole importanza dal punto di vista della protezione delle risorse idriche sotterranee. Questi livelli, nell'area studiata, si incontrano prevalentemente intorno ai 45-55 metri di profondità con spessori variabili a seconda delle varie perforazioni.

In base ai dati stratigrafici dei pozzi è stato ricostruito l'andamento dalla base della prima litozona, che varia tra i 75 m della parte settentrionale del territorio comunale e gli 85 m della parte meridionale. Tali valori sono legati, oltre che all'ubicazione del pozzo, all'assetto del substrato sottostante, nonché dal criterio che si utilizza per individuare statisticamente tale limite. La litozona ghiaioso-sabbiosa tende ad approfondirsi da Nord a Sud con un gradiente dello 0.5%.

Al di sotto della litozona ghiaioso-sabbiosa si incontra quella che in Letteratura è definita *litozona sabbioso-argillosa*, espressione delle fasi di deposizione in ambiente palustre, lagunare, deltizio e litorale caratteristiche di un passaggio da una sedimentazione argillosa marina a quella più grossolana continentale. Tale litozona, riferibile al Villafranchiano superiore, è costituita da potenti banchi di sedimenti fini scarsamente permeabili o impermeabili (limi e argille) intercalati da livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi.

Caratteristiche degli acquiferi

I caratteri idraulici dei terreni nel sottosuolo determinano il ruolo che i diversi corpi sepolti giocano all'interno dei meccanismi di circolazione sotterranea, di alimentazione delle falde idriche in senso verticale ed orizzontale, di possibilità di contaminazione delle stesse da parte di prodotti derivanti dai diversi tipi di attività antropica.

Per valutare le caratteristiche idrauliche si fa generalmente riferimento ai parametri permeabilità, conducibilità idraulica, trasmissività e porosità. Questi parametri possono essere ricavati da misure dirette in sito, da misure dirette in laboratorio, od indirettamente da indagini di tipo geofisico, da prove effettuate nel corso di sondaggi geognostici, o da informazioni di tipo litologico. Nell'area studiata non sono mai state effettuate misure dirette in sito, quali prove di emungimento sui pozzi, venendo in tal modo a mancare un riferimento sicuro.

Alcune, ma diversificate, prove di altro tipo sono disponibili, ma proprio l'eccessiva differenziazione dei metodi di valutazione impedisce l'applicazione di metodi statistici di correlazione tra gli stessi. In tal modo, una prima indicazione sulle caratteristiche idrauliche del sottosuolo è stata ricavata elaborando in due modi i dati a disposizione di tipo litologico e quelli idraulici relativi alle prove di collaudo effettuate sui pozzi all'epoca della costruzione.

La distribuzione della portata specifica come riportata nello "Studio idrogeologico della pianura compresa tra Adda e Ticino" è abbastanza omogenea: i valori calcolati per i pozzi della zona ricadono nell'intervallo 10-30 l/s*m. Tali valori, che vanno considerati medio-bassi, possono rendere comunque conto della velocità del flusso sotterraneo e in tal modo essere considerati proporzionali sia alla potenzialità dell'acquifero, sia, in senso negativo, all'attitudine dell'acquifero a trasmettere contaminazioni. Tali valori, dato che le tratte filtranti sono posizionate all'interno della prima litozona, vanno considerati relativi all'acquifero principale.

In merito alla permeabilità, non essendo state effettuate determinazioni dirette, questa è stata approssimativamente ricavata sulla base della tessitura dei suoli investigati nello studio condotto da ERSAF. Intervalli significativi e valori medi della conducibilità idraulica verticale del suolo, a saturazione, sono rapportati alle principali tessiture dei suoli (Fonti: Alioto 1982, Isarelsen&Hansen 1962, FAO 1979). Basandosi su questa classificazione, è stato possibile distinguere 2 classi di permeabilità all'interno del territorio comunale, rispettivamente bassa per terreni prevalentemente franco argillosi ($3.4e^{-06} - 1.2e^{-04}$ m/s), distribuiti in principalmente nel settore centrosettentrionale, e media per terreni in prevalenza franco sabbiosi ($4.5e^{-05} - 7.1e^{-04}$ m/s).

Elementi idrografici e idrologici

La rete idrografica superficiale è rappresentata da un fitto sistema di corsi d'acqua che attraversano, con decorso prevalente Nord-Sud, il territorio comunale di Rosate. Si evidenziano, in particolare, il Colatore Navigliaccio o Ticinello Occidentale e la roggia Gambarina, nonché altre piccole rogge minori come la Bergonza, la Gambarinetta e la Mischia, che delimitano con andamento Nord-Sud il nucleo edificato, più alcuni canali artificiali di modesta portata utilizzati prevalentemente per le pratiche irrigue stagionali.

Dai sopralluoghi effettuati, è stata individuata l'emergenza di una risorgiva (fontanile), censita anche dalla Provincia di Milano, lungo il confine comunale settentrionale nel suo settore centrale, in prossimità del toponimo riportato sulla carta C.T.R. come Cascina Paù. Un'altra testa di fontanile, inoltre, è stata localizzata sul confine con il Comune di Noviglio.

I fontanili, per le loro caratteristiche di rappresentatività e l'elevato valore ecologico ed ambientale, possono essere considerati un "bene geologico" (secondo le indicazioni riportate nella D.G.R. del 6 agosto 1998, n. 6/37918). Nel punto indicato il fontanile corrisponde ad una marcata incisione nella quale si sviluppa l'emergenza d'acqua.

5. CARATTERI GEOTECNICI

In relazione ai caratteri geotecnici dell'area, si può fare riferimento a:

- ✓ dati pregressi di carattere bibliografico e cartografico esistenti nell'area su cui insiste il territorio comunale di Rosate, raccolti ed analizzati per la ricostruzione del quadro geologico ed idrogeologico,
 - ✓ dati inerenti ad indagini in sito, corrispondenti a prove penetrometriche dinamiche continue, a punta conica (S.C.P.T.), spinte sino ad una profondità massima di 15 m dal piano campagna, effettuate a più riprese, ubicate all'interno della superficie comunale di Rosate, onde investigare in via preliminare la natura e le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti,
- dei quali si potrà tener conto in una fase successiva di programmazione delle indagini che dovessero rendersi necessarie nella futura fase di attuazione delle opere e degli interventi che verranno definiti e programmati all'interno del Piano Cimiteriale.

Indagini geotecniche

Tra le indagini effettuate nel corso degli studi precedenti al fine di investigare con l'opportuno dettaglio la natura e le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti in punti diversi del territorio comunale di Rosate, sono state condotte prove penetrometriche dinamiche di tipo S.C.P.T., spinte sino ad una profondità massima di 15 m dal piano campagna.

L'attrezzatura utilizzata è un penetrometro dinamico "superpesante" tipo Emilia, con massa battente a sganciamento automatico, prodotto da Pagani (PC), avente le seguenti caratteristiche:

- ✓ diametro della punta: 50.8 mm
- ✓ diametro delle aste: 34 mm
- ✓ angolo di apertura: 60°
- ✓ peso del maglio: 73 kg
- ✓ altezza di caduta: 0.75 m
- ✓ diametro tubi rivestimento: 48 mm
- ✓ penetrazione standard: 30 cm (N30).

La prova consiste normalmente nell'infissione, mediante caduta del maglio sulle aste, di una batteria di aste con alla base una punta conica e nella contemporanea registrazione del numero di colpi necessario per avanzamenti successivi di 30 cm; lo stesso procedimento viene adottato per infiggere successivamente un rivestimento, che ha lo scopo di ridurre nella misura maggiore possibile l'effetto di attrito, o di "presa" laterale sulle aste. Tuttavia, nel caso in esame, considerate le limitate profondità di indagine, nonché il fatto che l'attrito laterale esercitato sulle aste non influenzava i valori di resistenza alla penetrazione, non è stata usata la tubazione di rivestimento.

L'analisi dei risultati delle prove penetrometriche svolte ha consentito di poter parametrizzare il sottosuolo in termini di proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali.

Dalle risultanze di tutte le prove penetrometriche dinamiche eseguite, si osserva che nell'area indagata il terreno, al di sotto di riporti o ricoprimenti superficiali, presenta variazioni verticali, in termini di caratteristiche geologico - tecniche, piuttosto significative.

L'esame congiunto della stratigrafia dei pozzi comunali e delle caratteristiche litologico-tecniche desunte dalle prove penetrometriche effettuate ha permesso quindi di identificare un modello geologico-geotecnico del sottosuolo a tre strati / livelli:

1° livello, superficiale:

rappresentato da terreni prevalentemente limoso-argillosi con basso grado di addensamento;

2° livello, intermedio:

rappresentato in prevalenza da limi e sabbie con grado di addensamento medio;

3° livello, profondo:

rappresentato prevalentemente da limi e sabbie con grado di addensamento elevato.

Confrontando le indagini eseguite in aree litologicamente assimilabili a quella in oggetto e utilizzando i valori di N_{30} in combinazione con i diagrammi e le relazioni proposte dai vari Autori, sarà possibile ricavare alcune proprietà specifiche dei terreni testati come i valori di angolo di attrito interno o coesione.

Indagini geofisiche

Nell'ambito dell'attuazione del 2° livello di approfondimento degli studi geologici in prospettiva sismica già citati in precedenza si sono effettuate anche prove geofisiche non invasive per la caratterizzazione sismica del sottosuolo comunale e la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio (onde S), mediante analisi sperimentale dei microtremiti con array lineare (metodo ad antenna singola con tecnica passiva).

Nei paragrafi successivi viene presentata la procedura utilizzata per l'analisi esplorativa del territorio e la valutazione del profilo di V_s nell'ambito dei primi trenta metri di sottosuolo.

Tale analisi, realizzata con tecnica tipo "ReMi" a partire dall'acquisizione delle onde superficiali presenti nel rumore sismico ambientale, ha permesso di ricostruire un modello geofisico rappresentativo dell'intero territorio comunale.

Sulla base di quanto sopra esposto, si può provvedere al calcolo delle V_{s30} mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove :

h_i = spessore in metri dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo

V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo

N = numero strati nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo

CONCLUSIONI

6. LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Premesse

Premesso che sulla base delle analisi effettuate si può definire un quadro sufficientemente dettagliato relativamente alla situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area di studio, per poter valutare uìin futuro la fattibilità degli interventi che il Piano Cimiteriale definirà sul territorio comunale, si dovrà far riferimento alle indicazioni della normativa regionale citata in premessa.

Quest'ultima prevede 4 classi di fattibilità; queste classi, distinte in funzione delle loro caratteristiche di propensione al dissesto idrogeologico ed alle condizioni di edificabilità, sono le seguenti:

CLASSE 1 - FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.

Questa zonizzazione geologica del territorio comunale in merito all'edificabilità ha come finalità quella di fornire indicazioni, in merito ad attitudini e vincoli, per la formulazione delle proposte di pianificazione e pertanto precede le proposte urbanistiche relative alla definizione delle aree di possibile espansione.

In funzione delle proposte del Piano Cimiteriale dovranno essere verificate in termini più puntuali le condizioni di fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste, considerando l'individuazione delle attitudini e delle limitazioni connesse alle caratteristiche del sottosuolo, nonché le prescrizioni tecniche che costituiscono parte integrante delle norme attuative del Piano Urbanistico (PGT).

Norme generali

In sede di formulazione delle proposte di pianificazione e di localizzazione delle aree di espansione, nelle fasce di transizione tra le varie classi occorrerà tenere conto anche delle indicazioni fornite per la classe dotata di caratteristiche più scadenti; in tali situazioni, le verifiche da effettuare a supporto della progettazione degli interventi dovranno dimostrare che le opere previste non muteranno in senso peggiorativo la situazione geostatica esistente, anche prevedendo opere a corollario in grado di migliorare l'assetto idro-geo-morfologico complessivo.

Le indicazioni fornite in merito all'edificabilità si riferiscono a costruzioni di non particolare mole e complessità strutturale. Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni più restrittive di quelle indicate contenute nelle leggi dello Stato e della Regione, negli strumenti di pianificazione sovracomunale e in altri piani di tutela del territorio e dell'ambiente.

Introducendo una suddivisione ed una classificazione degli ambiti idrogeologici e geologico-tecnici, si propone una zonizzazione di massima del territorio comunale, come risultante dalla tabella che segue ed esplicitata meglio nella descrizione delle singole classi. Alla distribuzione dei fattori naturali in essa indicati vanno inoltre sovrapposte le considerazioni relative alla componente vincolistica.

Dalla *Tabella* sottostante emergono potenziali limitazioni riferibili a tre classi di problemi:

1. scarsa qualità geotecnica ed eterogeneità dei terreni ai fini della edificabilità, per la quale dovranno essere effettuate specifiche indagini geologiche e geotecniche, come prescritto dalla normativa per le opere di questo tipo;
2. ridottissima soggiacenza della falda dal p.c., per la quale non si possono escludere fenomeni di alluvionamento ed inondazione diretta di manufatti e/o problemi di portanza dei terreni di fondazione; a questo proposito qualunque intervento non potrà prescindere da un'adeguata analisi idrologica ed idraulica;
3. per ciò che concerne la captazione di acque sotterranee destinate al consumo umano, allo stato attuale, sul territorio comunale di Rosate è stato condotto uno studio idrogeologico, idrochimico e ambientale finalizzato all'individuazione delle aree di salvaguardia relativamente al pozzo n° 3 ubicato in via Leonardo Da Vinci (*dott. C. Tumaini: Individuazione dell'area di rispetto per il pozzo ad uso idropotabile di Via Leonardo da Vinci, 2001*); i risultati di questa indagine hanno portato a ridurre la zona di rispetto entro il raggio di 10 m attorno all'opera di captazione (zona di tutela assoluta); per gli altri due pozzi è invece ancora applicato il criterio geometrico, che assume quale zona di rispetto una superficie di raggio pari a 200 m intorno alla captazione; tali zone di rispetto, all'interno delle quali si applicano i vincoli previsti dall'art. 21 del D.L. 152/99 e successive modificazioni, presentano le geometrie riportate nella Carta di sintesi, in scala 1:5.000.

A quanto sopra si aggiungano infine le elevate limitazioni d'uso agronomico dei suoli di questa porzione di territorio. Va infatti segnalato come la tessitura grossolana e la debole strutturazione non favoriscano la capacità di trattenere acqua utilizzabile dalle colture e come l'elevata permeabilità dei vari orizzonti rappresenti un fattore di importante limitazione del "potere tampone" nei confronti sia di potenziali inquinanti idrosolubili che di liquami.

	limitazioni		
	<i>modeste</i>	<i>consistenti</i>	<i>gravi</i>
Componenti			
Idrologica-idraulica:			
- corsi d'acqua (4-10 m dal ciglio di sponda)			
Geolitologica (caratteri geotecnici);			
- tutto il territorio			
Idrogeologica-idraulica;			
- vulnerabilità degli acquiferi medio-alta			
Vincolistica;			
- aree di tutela assoluta pozzi per acqua			
- zone di rispetto pozzi per acqua			
Ecologica-ambientale;			
- fontanili (50 metri intorno alla testa e lungo entrambi i lati dei primi 200 metri dell'asta)			

Sostenibilità delle azioni di piano in funzione di componenti geologiche naturali e della vincolistica.

Valutazione di fattibilità

Per ciò che concerne il rischio geologico, adottando la definizione secondo la quale (comma 2, art. 3, Legge Regionale 21 giugno 1988, n. 33) *"le zone a rischio geologico sono quelle in cui frequenza, intensità, accelerazione e dimensione dei processi naturali ed antropici possono produrre significative variazioni nei caratteri morfologici, pedologici, vegetazionali, idrologici e della qualità delle acque"*, sulla base delle risultanze degli studi e delle analisi condotte e descritte nella presente relazione, si prenderanno in considerazione:

- ✓ rischio per la qualità delle acque sotterranee,
 - ✓ rischio connesso a fenomeni di esondazione della rete idrografica,
 - ✓ problematiche geotecniche connesse alle caratteristiche dei terreni,
- non esistendo i presupposti per sostenere l'esistenza di significativi livelli di rischio di altro tipo.

L'area in cui ricade l'attuale cimitero comunale è inserita prevalentemente in:

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

"In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica della destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica, le quali non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe".

La quasi totalità del territorio comunale rientra in classe 2. Seppur non esplicitamente indicate nella Carta di Sintesi, per tutte le aree vige infatti un vincolo connesso alla presenza del Parco Sud Milano. A ciò si deve aggiungere la necessità di considerare una seppur modesta limitazione connessa alle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni, nonché una limitazione connessa alla vulnerabilità degli acquiferi.

Sarà tuttavia necessario verificare in futuro che eventuali interventi che dovessero essere previsti dal Piano Cimiteriale non interferiscano con altri elementi territoriali in grado di determinare limitazioni diverse e più severe (es.: reticolo idrico), nel qual caso, relativamente alla Fattibilità Geologica si dovrebbe far riferimento alle Classi 3 e/o 4, delle quali si riportano qui di seguito le definizioni.

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

"La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, ecc.). Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica. Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento".

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

“L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art. 31, lettere a) b) c) della L. 457/1978. Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e temporanea di persone, dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico”.

Norme geologiche per la fase attuativa

Per ciò che concerne le norme, di seguito si forniscono indicazioni in merito alle indagini da eseguire in relazione alle diverse problematiche identificate nelle diverse zone.

Quanto di seguito prescritto ed in precedenza definito per le diverse aree, si basa su conoscenze acquisite anche da studi precedenti ed andrà in ogni caso verificato mediante indagini dirette al momento della effettiva realizzazione di opere civili o di interventi infrastrutturali sulle aree stesse.

Si fa inoltre presente che ove fossero presenti vecchie discariche di r.s.u. o inerti e queste ricadessero in classe 2 andranno effettuate ulteriori ed approfondite indagini geologico conoscitive, più approfondite di quelle già previste per la suddetta classe 2.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni:

In queste zone, le problematiche di carattere geologico e geotecnico, connesse alla presenza di:

- ✓ *falda superficiale a scarsa profondità,*
- ✓ *terreni con proprietà geotecniche scadenti alle profondità generalmente interessate da opere di fondazione,*
- ✓ *rete irrigua diffusa e gradienti topografici ridotti, che possono determinare, in occasione di eventi idrologici significativi, anche se non estremi di fenomeni di esondazione della rete artificiale e di allagamento del territorio,*

dovranno essere identificate e quantificate anche attraverso l'esecuzione di puntuali ed opportune indagini geognostiche. In questa classe di fattibilità, gli studi geologici e geotecnici da redigere ai sensi del D.M. 11/03/1988 dovranno essere in particolare finalizzati alla definizione della geometria e delle caratteristiche geotecniche del substrato, previa esecuzione di idonee indagini geognostiche; per interventi di mole non rilevante potrà essere sufficiente una caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica speditiva mediante l'apertura di trincee esplorative con escavatore meccanico, eventualmente da integrare successivamente con indagini più profonde, quali sondaggi e prove penetrometriche, nel caso in cui le trincee diano esiti sfavorevoli o insufficienti ed esecuzione di verifiche geotecniche per il corretto dimensionamento delle strutture fondazionali finalizzate al calcolo della capacità portante e dei cedimenti in relazione ai carichi di progetto.

In termini di qualità ambientale ad esempio, sarà considerata pericolosa ed inaccettabile una attività od intervento che, comportando una modifica peggiorativa delle caratteristiche litologiche superficiali, sia in grado di innescare un rilevabile processo di deterioramento. Va tenuto conto infatti

che un'attività che determini una variazione nel regime delle acque superficiali innesca una accelerazione dei processi di asporto ed erosione a carico degli orizzonti superficiali, nonché una maggiore possibilità di infiltrazione di contaminanti. In tale area andranno eliminate tutte le strutture che in qualunque modo producano una infiltrazione o uno smaltimento di reflui direttamente nel sottosuolo.

Considerando inammissibili gli interventi che modifichino il regime o la composizione delle acque, andranno verificate le caratteristiche di inerzia chimica dei materiali utilizzati; risulterà necessario inoltre provvedere alle opportune opere di prevenzione e di mitigazione degli effetti degradanti delle diverse attività.

È evidente come il rischio reale andrà limitato definendo anche delle possibilità di controllo, ossia un piano di monitoraggio del sistema naturale.

Per ciò che concerne interventi che possano determinare una variazione del regime idrologico dei terreni, interagendo con la normale evoluzione dei fenomeni di infiltrazione e deflusso delle acque superficiali e/o meteoriche, si dovranno prevedere soluzioni progettuali compatibili.

Si conclude richiamando:

- ✓ quanto previsto dalle norme comunali all'interno della norma di salvaguardia: in relazione alla presenza di *aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico* (es.: *ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero*), di elementi idrogeologici specifici (es.: *ridotta soggiacenza della falda su tutto il territorio comunale*) e, seppur limitatamente, di macrosistemi idrogeologici vulnerabili (es.: *ambito degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata*), fino a completamento della analisi e degli approfondimenti indicati nelle osservazioni formulate dal competente servizio della C.M.M., Decreto Dirigenziale RG 7765 del 10/9/15, a tutti gli interventi in progetto e su tutto il territorio comunale andranno applicati, quale norma di salvaguardia, precetti, limitazioni, divieti, previsti dalla normativa vigente (D. Lgs. 152/06, art. 94, punti 4-5) per gli interventi all'interno delle Zone di Rispetto di captazioni di acque sotterranee destinate al consumo umano;
- ✓ la necessità che nelle fasi successive di sviluppo del Piano Cimiteriale e di Progettazione degli interventi che lo stesso dovesse prevedere, si dovrà fare riferimento a quanto previsto in materia di Costruzioni dalla normativa vigente (NTC) ed in materia di Polizia Mortuaria dal D.P.R. 285/90 (Regolamento di Polizia Mortuaria), che in particolare all'articolo 55 indica che *"i progetti di ampliamento dei cimiteri esistenti e di costruzione dei nuovi devono essere preceduti da uno studio tecnico delle località, specialmente per quanto riguarda l'ubicazione, l'orografia, l'estensione dell'area e la natura fisico-chimica del terreno, la profondità e la direzione della falda idrica ..."*.

