

Consulente geologo Dr. Cristiano Nericcio
Via Roma 92/6 - 21020 Mercallo VA

Fax 0331 968868 Tel. 338 3763998 – e mail cnericc@tin.it

REGIONE LOMBARDIA – PROVINCIA DI VARESE

Comune di Sesto Calende

STUDI CONCERNENTI I TERRENI DESTINATI AD ACCOGLIERE LA VARIANTE A
PIANO DI LOTTIZZAZIONE PRESSO LA FRAZIONE LENTATE

ELABORATO	<i>Relazione geologica: Inquadramento geologico generale</i>
COMMITTENTE	Spett.le Immobiliare SANSPIRO s.r.l. Via Andrea Doria 5 Milano
DATA	Aprile 2014

Il tecnico:

Dr. Geol. Cristiano Nericcio



INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 Vincoli.....	3
1.2 Principali normative osservate	3
1.3 Obiettivi.....	4
1.4 Note.....	4
2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	4
2.1. Geomorfologia.....	4
2.2 Geologia	5
2.3 Sismica	7
3. CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA DEL SITO	11
3.1 Idrografia.....	11
3.2 Idrogeologia.....	12
4. CONCLUSIONI.....	13

1. PREMESSA

Nel maggio 2010, in seguito al colloquio avuto con l'egr.o Arch. Mazzetti Michele (Studio Tecnico Via Vittorio Veneto, Sesto Calende) mi è stato commissionato l'incarico per eseguire un'indagine geologica a supporto del progetto di realizzazione di una variante a piano di lottizzazione presso la località Lentate di Sesto Calende, in Via Lentate nei pressi del cimitero dell'omonima frazione.

Su di una superficie fondiaria di 12813,48 mq s'intendono realizzare, a livello indicativo, 11 ville singole ed uno spazio commerciale-residenziale (superfici coperture 1700,00 mq + superfici strade, marciapiedi e parcheggi 4500,00 mq, 6613 mq di superfici a verde), il tutto da intestarsi sui mappali 1186, 1137, 1437, 1440, 1441, 1443, 1444, 1445, 1446. Dalla Via Lentate, collocata ad una quota media approssimativa di 278 m s.l.m., l'intervento interesserà i terreni in direzione Ovest che degradano verso la valle del torrente Lenza fino all'incirca alla curva di livello 266 m s.l.m.

1.1 Vincoli

Secondo la documentazione geologica allegata al vigente P.G.T. le porzioni settentrionale e sud orientale dell'area indagata appartengono alla classe di fattibilità geologica II, nella quale sono state identificate modeste controindicazioni di natura geologica al cambiamento di destinazione d'uso dei siti; in particolare la sottoclasse di riferimento fa riferimento a versanti mediamente acclivi. La porzione sud occidentale dell'area di PL rientra invece in una classe di fattibilità geologica IV, nella quale sono state riscontrate consistenti limitazioni di natura geologica al cambiamento di destinazione d'uso dei siti, con particolare riferimento alle fasce di tutela assoluta dei corpi idrici superficiali.

A tal proposito è in corso una pratica, in accordo con lo STER provinciale ai fini di ridimensionare le porzioni di PL interessate dalla classi di fattibilità IV.

1.2 Principali normative osservate

Il presente documento è stato redatto seguendo gli estremi del:

Circolare 617 del 2/02/09 Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/08;

D.M 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni;

D.Lgs. 3/4/2006 n. 152 Norme in materia ambientale;

L.R. 12/2005;

D.P.R 328/01 Competenze in materia di indagini geognostiche dei geologi;

D.M. 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in aree sismiche;

D.M. 11/3/1988: “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”;

L.R. 27/05/1985 Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle Pubbliche fognature – Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento, successivi esilarari;

Delibera 4/02/1977 Criteri, metodologie e norme tecniche generali della legge 10/05/1976 n. 319 recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, successivi e similari;

1.3 Obiettivi

Pertanto la presente relazione valuta le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del sito al fine di fornire le informazioni necessarie ad un'adeguata progettazione degli interventi.

1.4 Note

Per l'inquadramento geografico, geomorfologico e geologico è stata utilizzato uno stralcio della Sezione alla scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale A5b1-A5b2.

Di seguito si elencano per chiarezza d'esposizione gli acronimi citati in relazione:

L. Legge, D.Lgs. Decreto Legislativo, D.M. Decreto Ministeriale, D.P.R. Decreto del Presidente della Repubblica, p.c. piano campagna, SPT standard penetration test, SCPT standard cone penetration test, A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana, DPHS Dinamic Penetrometer Super Heavy, PRGC Piano regolatore generale comunale, q_{lim} portata limite, q_{amm} portata ammissibile.

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1. Geomorfologia

A grande scala l'area indagata mostra un'elevata variabilità morfologica, per gran parte ereditata dagli eventi geologici (glaciazioni) succedutisi nel corso dell'ultimo milione di anni. Ad un originario substrato prequaternario gonfolitico si sovrappone un considerevole volume di depositi morenici e sedimenti di origine fluvioglaciale e glaciolacustre, messi in posto durante le numerose fasi (almeno una dozzina) di avanzata e ritiro dei ghiacciai. Tali depositi sono stati a loro volta parzialmente interessati dall'apporto di materiali di origine eolica (loess), mentre negli ultimi millenni è stata particolarmente operosa l'attività legata alle dinamiche fluviali e lacustri, incisione ed erosione associata alla deposizione di alluvioni lungo le principali aste fluviali e coste, oltre all'esteso impaludamento di larghi tratti di aree retromoreniche.

Nel dettaglio l'area indagata si distribuisce indicativamente tra le curve di livello 280 e 260 m s.l.m. in una porzione di versante considerabile come area di transizione tra le colline moreniche presenti ad oriente e la piana fluvioglaciale del torrente Lenza ad occidente. Viene descritta come zona a "dossi a morfologia ondulata, nell'ambito di rilievi poco pronunciati a morfologia allungata e dolcemente ondulata; uso del suolo a bosco e subordinatamente a prato e seminativo" dall'inquadramento della documentazione pedologica dell'ERSAF "I suoli del Parco del Ticino Settentrionale".

Il margine orientale dei lotti indagati è delimitato da Via Lentate, a partire dalla quale, verso ovest, il territorio interessato dal PL, degrada dapprima in maniera più decisa e poi gradualmente.

I sopralluoghi condotti non hanno identificato fenomeni geomorfologici accelerati in atto.

2.2 Geologia

Per l'inquadramento geologico generale è stato visionato il F. 31 "Varese" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (A.A.V.V.) e la documentazione geologica allegata al PRGC.

Inoltre per un'indagine più particolareggiata è stato utilizzato il rilievo geologico in dettaglio alla scala 1:10.000 della zona eseguito dal Gruppo Quaternario del Dipartimento Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano. Tale rilevamento utilizza i nuovi criteri di rilevamento per i depositi quaternari e pertanto identifica i depositi continentali quaternari utilizzando le "Unità Allostratigrafiche".

L'Unità Allostratigrafica è definibile come un corpo di rocce sedimentarie cartografabile, risolto ed identificato sulla base di discontinuità che lo delimitano; l'Alloformazione è l'unità fondamentale di questa classificazione e comprende i sedimenti appartenenti ad un determinato evento deposizionale. Di rango inferiore all'Alloformazione è l'"Unità", di rango superiore è l'"Allogruppo".

All'interno di ogni singola unità è possibile effettuare una distinzione delle *facies* sedimentarie, in particolare possono ritrovarsi: *facies* glaciali (materiali depositati da ghiacciai), *facies* fluvioglaciali (materiali depositati dall'azione combinata di torrenti e ghiacciai), *facies* lacustri e *facies* eolica (materiali depositati al termine di eventi ventosi)

Secondo tale rilevamento geologico, il terreno oggetto di studio è collocato a cavallo dell'unità di Mornago in facies glaciale a monte, e dell'unità di Daverio in facies fluvioglaciale a valle; il limite tra le due può essere indicativamente identificato con la curva di livello 270 m s.l.m.

Unità di Daverio (FglDa)

L'Unità di Daverio è costituita da depositi dell'ultima avanzata glaciale (Fase Daverio) dell'Allogruppo di Besnate. Corrisponde nominalmente al "*Fluvioglaciale Wurm*" degli Autori precedenti. I depositi fluvioglaciali qui presenti sono costituiti da ghiaie a supporto clastico, da grossolane a medie, clasti poligenici di dimensioni medie intorno ai 3-4 cm, numerosi clasti sono rivestiti da patine d'argilla; sabbie fini debolmente limose, micacee, laminate con rari ciottoli sparsi. L'alterazione dei clasti è intorno al 20%; i micascisti sono spesso arenizzati, mentre i cristallini presentano un cortex d'alterazione. Il colore della matrice si attesta intorno a valori di 2.5Y (MUNSELL SOIL COLOR CHART®).

La copertura loessica (limo sabbioso) è sempre presente con colori variabili da 7.5YR a 10YR (Munsell Soil Color Chart®) e spessori estremamente variabili. Il *loess* può essere definito come un silt (granulometria compresa \varnothing 0.06 e 0.002 mm) non stratificato ed omogeneo. Si tratta di un sedimento poroso, consolidato e non consolidato adatto a formare pendii ripidi; in genere se non alterato ha colore bruno giallastro (il colore varia da 10, 7.5, 5 YR MUNSELL SOIL COLOR CHART®); la sua origine primaria è eolica, ed è associato a condizioni climatiche aride in ambiente desertico o proglaciale. Una simile definizione è tuttavia pienamente accettata solo per il loess tipico; altri depositi di tipo loessico possono avere natura colluviale (possono essere cioè stati rimaneggiati).

Le particelle loessiche, per quanto riguarda la composizione mineralogica, consistono essenzialmente di granuli quarzosi, che si sono in gran parte originati in seguito alla disgregazione delle rocce di partenza da parte del sole o del gelo. Questi processi producono una gran quantità di polvere nelle regioni a clima arido e caldo. Le particelle argillose, prese in carico dal vento si associano e assumono la granulometria di un silt durante la deposizione o la diagenesi; questo fenomeno è facilitato soprattutto dalla presenza di elementi quali Fe e Al. I granuli di quarzo rappresentano circa il 65% dell'intera composizione mineralogica, i feldspati il 10-20% e i carbonati di Ca e Mg il 0-35%. Sono ovviamente anche presenti i minerali pesanti. Come risultato di varie combinazioni di processi fisico-chimici e colloidali, i minerali argillosi si formano autogeneticamente nel loess. Tale sedimento, dalla colorazione giallo-marrone si rinviene con spessore e continuità variabili e determina un orizzonte caratteristico ed estremamente esteso.

Unità di Mornago (GIMo)

L'Unità di Mornago, che rientra nell'Allogruppo di Besnate, corrisponde nominalmente al *Riss* degli Autori precedenti ed è qui rappresentata da depositi di *facies* fluvioglaciale e di *facies* glaciale; quest'ultima tipologia litologica interesserà la porzione di monte del PL.

I depositi di *facies* glaciale sono costituiti da ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa; i clasti poligenici (graniti, gneiss, scisti) sono di dimensioni medie decimetriche, da ben arrotondati a subarrotondati e mediamente alterati, la matrice, come detto è una sabbia grossolana con colore pari a 10YR(Munsell Soil Color Chart[®]). Sono presenti inoltre lenti di ghiaie a granulometria media. La copertura loessica (limo sabbioso) è sempre presente con colori variabili da 7.5YR a 10YR (Munsell Soil Color Chart[®]) e spessori estremamente variabili.

La superficie limite superiore dell'Unità di Mornago può essere la superficie topografica; in altri casi è coperta in discordanza dai depositi dell'Unità Daverio, dall'Alloformazione di Cantù e dai depositi dell'Unità Postglaciale.

2.3 Sismica

Si definisce come pericolosità sismica la probabilità che in una certa area si manifestino scuotimenti dei terreni dovuti a terremoto, di una data intensità e in un determinato periodo di anni (tempo di ritorno), capaci di causare danni significativi. Più precisamente s'intende indicare con pericolosità la probabilità di superare un valore scelto di vibrazione (intensità macrosismica, accelerazione orizzontale, ecc) in un preciso arco di tempo.

La pericolosità è funzione degli aspetti geologici della zona e delle caratteristiche fisiche del terremoto. Si può, conoscendo questi parametri, ipotizzare il terremoto di progetto in base al quale sono poi desunti i danni.

La valutazione quantitativa del pericolo sismico non è facile, tuttavia, possono essere previsti il tipo di scossa massima che si può verificare nell'area in esame e il suo periodo di ritorno.

Dalle massime intensità si può arrivare, per ogni area omogenea, alle relative massime accelerazioni cui la zona può venire sottoposta. Queste rappresentano il prodotto finale che sarà adottato per elaborare le norme edilizie.

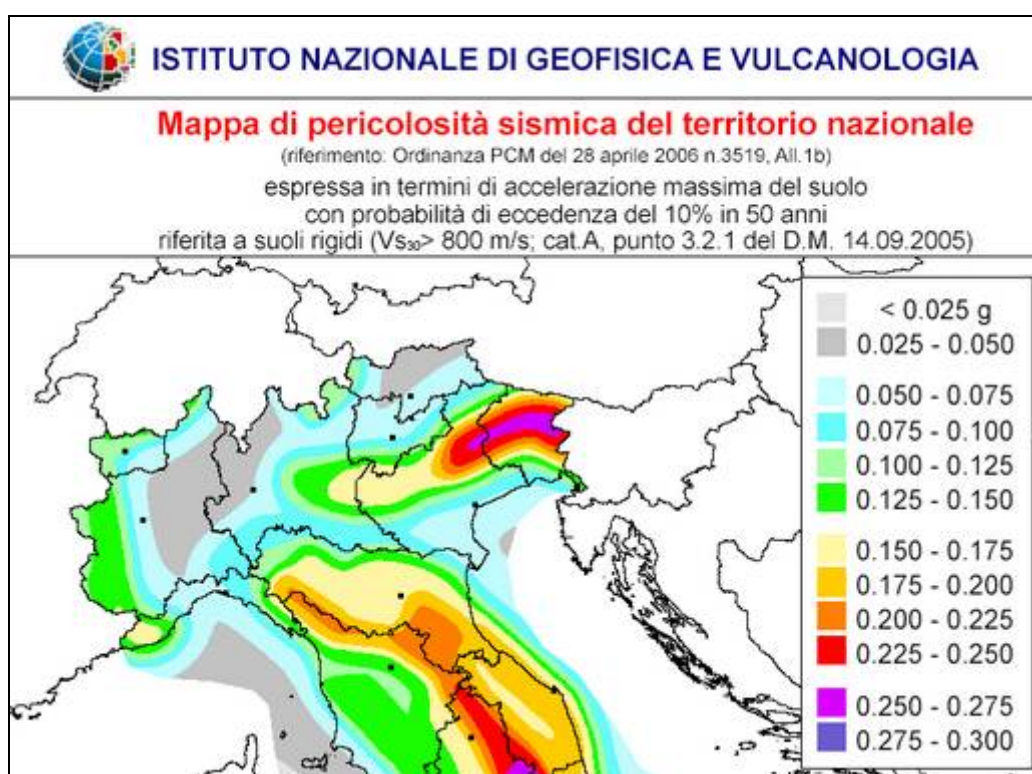
In genere la valutazione della pericolosità sismica è effettuata attraverso la conoscenza e lo studio della distribuzione spaziale degli epicentri dei terremoti storici, la suddivisione del territorio in aree sismogenetiche omogenee e la valutazione degli effetti che il più forte terremoto avvenuto all'interno di ogni area sismogenetica potrebbe avere sul sito in oggetto (terremoto di riferimento).

L'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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*” e s.m.i., della d.g.r. 7 novembre 2003 n. 7/14964 “*Disposizioni preliminari per l’attuazione della OPCM n. 3274 del 20/03/2003*” e i D.M. 14/09/2005 e 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni* : hanno approvato: ,1 - i criteri per l’individuazione delle zone sismiche; 2 - le norme tecniche per gli edifici; 3 - le norme tecniche per i ponti; 4 - le norme tecniche per le opere di fondazione.

La valutazione della pericolosità sismica di solito si scompone in due fasi una macro - zonazione ed una micro - zonazione sismica.

2.3.1 Macrozonazione sismica

Con l’emanazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” sono stati approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (macro-zonazione) riportata in figura.



La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10%

in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s.

Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise dalla più gravosa:

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI A 10% IN 50 ANNI (m/s)
1	$0,25 < a_g < 0,35g$
2	$0,15 < a_g < 0,25g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$
4	$\leq 0,05g$

Considerato quanto sopra esposto si rileva che il territorio comunale di Sesto Calende rientra completamente in classe sismica quarta (4), bassissima sismicità.

2.3.2 Microzonazione sismica

La **microzonazione sismica** è una tecnica di analisi sismica di un territorio che ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente piccola (scala comunale o sub comunale) le condizioni geologiche locali che possono alterare più o meno sensibilmente le caratteristiche del movimento sismico atteso e/o produrre deformazioni permanenti e critiche per le costruzioni e le infrastrutture in loco. In altri termini tale analisi ha l'obiettivo di individuare quell' associazione di caratteristiche geologiche e morfologiche (effetti di sito) che rende un luogo più o meno soggetto ai danni conseguenti ad una scossa sismica. Tra le condizioni stratigrafiche sfavorevoli possiamo citare : terreni non consolidati giacenti sopra il bedrock, terreni suscettibili alla liquefazione, terreni di recente deposizione (deposizione quaternaria e antropica); mentre per quanto riguarda le condizioni topografiche svantaggiose : zone di cresta, zone di versante acclive, zone di vallata o di conca endoreica, versanti in frana o potenzialmente franosi,

Le norme tecniche per le costruzioni espone nel D.M. 14/01/2008 identificano in ambito stratigrafico alcune categorie di suolo in base alla misurazione della velocità delle onde Vs nei primi 30 m di suolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni (vedi allegato) mentre in ambito topografico elencano alcune condizioni in grado di amplificare in maniera crescente gli effetti di un sisma (valide per rilievi superiori ai 30 m): a) Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $I \leq 15^\circ$; b) Pendii con inclinazione media $>15^\circ$; c) Rilievi con larghezza in

cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra 15 e 30°; d) Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media maggiore di 30°.

Dalla documentazione geologica a disposizione (stratigrafia pozzo per acqua) è ipotizzabile per l'area indagata una stratigrafia profonda costituita in superficie, per circa 15 m, da depositi glaciali paragonabili, nella classificazione di Borchedt, a "Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure" dalla velocità media delle onde Vs pari a 540 m/s, mentre la restante stratigrafia interesserebbe il substrato lapideo gonfolitico, per il quale la medesima classificazione riserva una velocità media delle onde Vs pari a 1050 m/s. Ne consegue per i primi sedimenti, l'attribuzione ad una categoria sismica di sottosuolo B, mentre per il substrato lapideo una categoria A (DM 14/01/2008 tabella 3.2.II *Categorie di sottosuolo*). Per una trattazione specifica si raccomanda lo svolgimento d'indagini geofisiche volte alla misurazione diretta delle onde Vs nel sottosuolo.

Secondo la documentazione consultata l'area indagata è, nella sua porzione occidentale, classificata nell'ambito dell'individuazione della pericolosità sismica locale come suscettibile di subire effetti di amplificazione stratigrafica e geometrica riassunti nella classe Z4a "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi."

2.3.3 Azione sismica, parametri e coefficienti sismici

Considerato quanto sopra esposto, secondo le Norme tecniche per le costruzioni espresse nel D.M. 14/01/2008, le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la *probabilità* è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR .

Tra i **parametri sismici** necessari ad identificare la pericolosità sismica locale vi sono: l'accelerazione orizzontale massima al sito (ag), il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di risposta elastico in accelerazione orizzontale (Fo), periodo di inizio di tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T*C). Tutti valori ricavabili tramite la posizione geografica del sito dalla quale poi si può accedere a database nazionali basati su una griglia costituita da 10751 punti.

Inoltre è necessario conoscere: a) il tipo di costruzione (1 opere provvisorie, 2 opere ordinarie, 3 grandi opere) con la rispettiva vita nominale Vn (<10, >50, >100 anni); b) la sua classe d'uso (I presenza occasionale di persone, II normali affollamenti, III affollamenti significativi, IV funzioni

pubbliche o strategiche importanti) con il corrispettivo coefficiente d'uso C_u (0,7-1-1,5-2); c) periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = C_u \times V_n$; d) la categoria sismica del sottosuolo (A,B,C,D,E,S1,S2) ed il relativo coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s ; e) la categoria topografica del sito (T1,T2,T3,T4) ed i corrispettivi valori dei coefficienti di amplificazione topografica S_t (1 – 1,2 – 1,2 – 1,4).

Il passo successivo consiste nella valutazione di A_{max} (accelerazione massima attesa al sito)

$$A_{max} = S_s * S_t * a_g$$

Determinamo, infine, i coefficienti sismici orizzontale e verticale da inserire direttamente in calcolistica: $K_h = \beta_s * a_{max} / g$; $K_v = 0.5 K_h$

Dove β_s corrisponde al coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito dipendente da a_g e dalla categoria del sottosuolo.

Secondo le NTC del Gennaio 2008 le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti: - **sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)**: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (in condizioni dinamiche SLV e SLC stato limite per la salvaguardia della vita e per la prevenzione del collasso); - **sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)**: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (in condizioni dinamiche SLO e SLD stato limite di danno e di operatività).

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato soddisfatto nei confronti di tutti gli stati limite ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV, mentre nei confronti di tutti gli stati limite d'esercizio (SLE) quando siano rispettate le verifiche relative al solo SLD.

L'elaborazione dei valori è stata condotta secondo il programma PS, tipo di elaborazione "Stabilità dei pendii e/o fondazioni".

3. CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA DEL SITO

3.1 Idrografia

L'area destinata ad accogliere il PL è attraversata da alcuni corpi idrici superficiali facenti capo alle diramazioni principali e secondarie della Roggia Lentate:

Roggia Lentate (descrizione generale): si origina a monte della frazione di Lentate in due aree sorgentizie situata circa a quota 300 m s.l.m. e 290 m s.l.m.. Da qui le acque vengono tombinate e portate a valle dell'abitato dove vengono scaricate in tre punti distinti. In tutti e tre i casi l'area a valle dello scarico è caratterizzata da uno stato di forte degrado dovuto sia ai fenomeni di intensa erosione causati dall'elevata velocità delle acque in uscita dalle tubazioni, sia all'accumulo di rifiuti urbani e inerti. I tre rami convergono poi in un unico fosso che corre in mezzo a campi e prati con direzione Sud fino all'altezza di Cascina Pignone dove piega verso Ovest e si dirige verso il Lenza.

La parte idrografica è stata dettagliatamente trattata in una perizia idrologica idraulica alla quale si rimanda.

Nei periodi particolarmente piovosi è possibile identificare anche uno scorrimento superficiale diffuso proveniente da monte, che interessa tutta l'area del PL.

3.2 Idrogeologia

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico del territorio comunale, i depositi superficiali quaternari si sovrappongono al substrato oligocenico della Gonfolite costituito dal Membro conglomeratico. Questo substrato è caratterizzato da un sistema di fratture tale da permettere al suo interno una certa circolazione idrica sotterranea che porta poi alla formazione di alcune sorgenti nell'area comunale. In altri casi il substrato gonfolitico, dove privo di fratture e affiorante, funge da setto impermeabile ed allora la circolazione idrica sotterranea si concentra nei depositi quaternari superficiali a quote anche prossime alla superficie; tale circolazione risulta dipendente dagli apporti meteorici.

In particolare nei depositi quaternari estesi all'intero territorio comunale, si riconosce un acquifero monostrato a tipologia freatica i cui limiti impermeabili sono rappresentati dai rilievi gonfolitici estesi da N di Sesto Calende fino al Lago di Comabbio con la sola interruzione della valle del T. Lenza che, invece, definisce un'area permeabile con andamento N-S. In questa zona l'acquifero è alimentato dalle precipitazioni meteoriche, dalle perdite dei piccoli corsi d'acqua superficiali lungo i versanti e dai bacini idrogeologici a monte di *Lentate* (località a N di Sesto Calende, nella valle del T. Lenza). La parte orientale dell'acquifero, invece, è alimentata dalla falda proveniente dal Lago di Comabbio, indipendente da quella di "*Lentate*" perché separata dal substrato gonfolitico. Queste due falde convergono in un unico corpo idrico nella zona centro meridionale del territorio comunale.

In tale acquifero, dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi si sono riconosciute, ai fini idrogeologici, quattro differenti litozone.

- LITOZONA SABBIOSO – LIMOSA: si tratta di un corpo costituito da una matrice limoso – argillosa con intercalazioni ghiaioso – sabbiose che si estende dal piano campagna fino a 85 m (al massimo 110 m) di profondità ed ospita la falda freatica.
- LITOZONA GHIAIOSO – SABBIOSA: è costituita da un alternanza di lenti sabbioso – ghiaiose e sedimenti sabbioso argillosi. Si estende da 85 m a 140 m di profondità dal piano campagna ed ospita, nei livelli sabbioso – ghiaiosi, una falda semiconfinata o localmente semilibera.
- LITOZONA ARGILLOSA: si tratta di limi argillosi a permeabilità quasi nulla presenti ad oltre 140 m di profondità e a diretto contatto con il substrato roccioso.
- SUBSTRATO ROCCIOSO: costituito da marne, calciruditi, arenarie e conglomerati con permeabilità secondaria per fatturazione o alterazione.

Per quanto riguarda la situazione idrogeologica inerente un intorno significativo dell'area indagata, nella piana del torrente Lenza, circa 30 m più a valle, le acque di falda risultano sub affioranti, mentre per quanto riguarda la porzione di versante interessata dall'intervento è lecito attendersi una circolazione idrica rivolta ad occidente ospitata nel primo sottosuolo all'interno sedimenti semi permeabili superficiali, che possono dar luogo sia a falde temporanee sospese che a ristagni superficiali, soprattutto in seguito a periodi contraddistinti da precipitazioni intense e prolungate.

4. CONCLUSIONI

I dati consultati ed il sopralluogo condotto permettono di trarre le seguenti conclusioni dal punto di vista geologico:

Considerazioni geomorfologiche relative all'intervento in progetto

Dal punto di vista geomorfologico, secondo il sopralluogo condotto e la documentazione consultata, l'area indagata non presenta fenomeni geomorfologici accelerati in atto e non si sono riscontrati nelle immediate vicinanze elementi geomorfologici tali da lasciar supporre rapide evoluzioni dell'attuale assetto territoriale; pertanto l'area può essere considerata stabile e sottoposta alla naturale fase di peneplanazione delle superfici topografiche. L'intervento in progetto non altererà tale favorevole situazione.

Considerazioni geologiche relative all'intervento in progetto

Considerati i dati geologici sopra esposti, è lecito attendersi per l'area indagata al di sotto della quota 270 m s.l.m, una coltre superficiale dallo spessore metrico costituita da sedimenti fini limo sabbiosi (generalmente poco addensati) sovrastante depositi costituiti da ghiaie a supporto clastico, da grossolane a medie, clasti di dimensioni medie intorno ai 3-4 cm ; nella porzione di monte (sopra i 270 m s.l.m. circa) i sedimenti fini ricoprono ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa; i clasti sono di dimensioni medie decimetriche, la matrice è una sabbia grossolana. Sono presenti inoltre lenti di ghiaie a granulometria media.

Un'adeguata campagna d'indagini geognostiche (prove penetrometriche) risulta d'obbligo al fine di individuare lo spessore della coltre superficiale poco addensata e di conseguenza il tetto dei depositi ghiaiosi preferibilmente da sfruttarsi come piano di posa delle fondazioni.

Considerazioni sismiche relative all'intervento in progetto

L'area indagata secondo la macrozonazione sismica (OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i.) rientra in una classe a molto bassa sismicità (Zona 4) nella quale la pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s è inferiore a 0,05 g (g accelerazione di gravità).

Nell'ambito di una microzonazione sismica locale non si sono riscontrate condizioni topografiche particolarmente gravose (categoria topografica T1); per quanto riguarda la classificazione sismica dei terreni presenti in sito, è ipotizzabile grazie ai dati a disposizione per l'area indagata, una stratigrafia costituita in superficie (ad esclusione della coltre pedologica), per circa 15 m, da depositi glaciali paragonabili, nella classificazione di Borchedt, a "Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure" dalla velocità media delle onde V_s pari a 540 m/s, mentre la restante stratigrafia interesserebbe il substrato lapideo gonfolitico per il quale la medesima classificazione riserva una velocità media delle onde V_s pari a 1050 m/s. Ne consegue per i primi sedimenti, l'attribuzione ad una categoria sismica di sottosuolo B, mentre per il substrato una categoria A (DM 14/01/2008 tabella 3.2.II *Categorie di sottosuolo*). Per una trattazione specifica si raccomanda lo svolgimento d'indagini geofisiche volte alla misurazione diretta delle onde V_s nel sottosuolo.

L'accelerazione massima attesa al sito risulta pari a 0,458 m/s^2 per lo SLV e di 0,217 m/s^2 per lo SLD.

Non esistono condizioni stratigrafiche, idrogeologiche e sismiche tali da lasciar supporre l'insacco, nei sedimenti presenti in sito, di fenomeni di liquefazione.

Secondo le tavole di pericolosità sismica locale, parte dell'area rientra in una classe Z4a, nella quale sono necessari approfondimenti d'indagine geofisico solo nel caso di realizzazione di edifici strategici e rilevanti.

Seguendo le disposizioni del D.M. 14/01/08 (paragrafo 2.7) e le istruzioni CSLP “ Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 – G.U. n.47 del 26 febbraio 2009 . S.O. n. 27”, nell'ambito dell'approccio geotecnico in ambito sismico nei territori ricadenti in una classe di bassissima sismicità (IV) la progettazione potrà seguire o l'intero iter proposto dalle nuove norme tecniche per le costruzioni o due metodi semplificati:

Metodo 1 - Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e di classe d'uso I e II (Opere ordinarie...di dimensioni contenute e di importanza normale” e soggette a “normale affollamento ad esclusione dei ponti), le verifiche di sicurezza possono essere condotte tramite il metodo delle tensioni ammissibili (NTC DM 11/03/88 + NTC in zona sismica DM 16/01/96) considerando un grado di sismicità S pari a 5.

Metodo 2 - Per tutti i tipi di costruzione e le classi d'uso (sempre in Zona 4), le verifiche di sicurezza possono essere condotte tramite il metodo delle tensioni ammissibili per una forza di progetto calcolata assumendo uno spettro di progetto costante e pari a 0,07g, ed ammettendo implicitamente un possibile danneggiamento delle strutture, corrispondente ad un *fattore di struttura di valore comunque non superiore a $q = 2,15$.*

In entrambi i casi le procedure non prevedono pertanto la ricerca dei parametri di microzonazione sismica locale quali a_g , F_0 , T^*C o la classificazione sismica diretta dei terreni.

Considerazioni idrografiche relative all'area indagata

L'area indagata è interessata, in seguito a precipitazioni, ad uno scorrimento superficiale diffuso che da luogo a ristagni ma non ad erosioni concentrate.

Sono presenti due corpi idrici superficiali, uno è costituito dallo scarico delle acque bianche di parte della frazione di Lentate (l'area drenata non è identificabile, intubato), sbuca in superficie e transita (classificato come reticolo idrico minore) per l'area di PL e confluisce a valle in un corpo idrico naturale che viene oltrepassato, deviato e coinvolto in uno spogliamento “selvaggio”; nelle intenzioni progettuali, secondo gli accordi intercorsi con l'amministrazione nell'ambito degli oneri

di urbanizzazione, s'intende intercettarlo a monte dell'area di PL, laddove intubato e non classificato come reticolo idrico minore, e convogliarlo a valle al di fuori dell'area di PL all'interno della rete drenante naturale. E' attivo solo in caso di pioggia.

Il secondo , proveniente da monte, drena parte delle colline soprastanti, sottopassa Via Lentate ubicata a monte dell'area indagata e attraversa l'area di PL; nella sua porzione a monte della viabilità e immediatamente a valle della stessa, per circa una quarantina di metri dentro l'area di PL, non risulta classificato come reticolo idrico minore (porzioni 1 a e b) e solo dopo tale tratto risulta vincolato (1c); nelle intenzioni progettuali s'intende intubare la porzione non compresa nel reticolo idrico minore fino a by-passare l'area di PL per poi re-immeterlo nel suo corso naturale (1d) al di fuori dell'area studiata; eliminando l'alimentazione al corpo idrico originario esistente.

Di fatto gli interventi in progetto a carico dei corpi idrici presenti nell'area oggetto di studio interessano i tratti non classificati come reticolo idrico minore e agiranno in maniera tale da lasciare privi di alimentazione i loro tratti di valle classificati invece nel reticolo idrico minore (la perizia presente supporta a tal proposito la richiesta della committenza di ridisegnare, le fasce di tutela assoluta di tali corpi idrici una volta lasciati privi di alimentazione).

Per le conclusioni di dettaglio si veda l'apposita perizia idrologica idraulica.

Considerazioni idrogeologiche relative all'intervento in progetto

I dati raccolti lasciano supporre per l'area indagata la presenza di una circolazione idrica nel primo sottosuolo, costituita da falde temporanee sospese alimentate soprattutto in seguito a periodi contraddistinti da precipitazioni prolungate e/o intense.

Per quanto riguarda le opere in progetto sarà pertanto determinante impermeabilizzare a regola d'arte (vespai areati, doppie guaine, cementi ed intonaci speciali, pellicole Durvidrain, ecc) le porzioni interrate (fondazioni e solai di piani terra) dei manufatti evitando in assoluto la realizzazione di veri e propri piani interrati.

Per la gestione e controllo delle falde temporanee sospese nel primo sottosuolo sarà necessario realizzare un sistema di drenaggio costituito da trincee drenanti ad esempio, da disporre secondo l'andamento delle curve di livello, meglio se in più linee parallele a monte di ogni serie di lotti. Per una maggior sicurezza si consiglia sia di dotare ciascun edificio di un proprio sistema drenante sia di realizzare il drenaggio del sito nelle fasi preliminari dei lavori esecutivi.

L'esecuzione di una trincea drenante, una volta effettuato lo scavo con un'escavatore a cucchiaio rovescio, consiste nel realizzare al fondo un cunettone in calcestruzzo su cui va collocata una

tubazione in PVC microfessurata e avvolta in un geotessuto, e nell'immettere nello scavo, adeguatamente rivestito con un feltro inalterabile (tessuto non tessuto) e sostenuto da una palancolata provvisoria, un misto granulare drenante formato per almeno il 50% da sabbia pulita e ghiaia. L'opera così realizzata ha lo scopo d'intercettare le acque sotterranee e di convogliarle, con adeguate pendenze, verso uno scarico o un pozzetto di raccolta da dove possono essere adeguatamente smaltite.

Nelle intenzioni progettuali lo scarico di tali drenaggi verrà convogliato nel sistema drenante naturale presente a valle dell'area di PL.

Per quanto riguarda l'installazione di pozzi perdenti per le acque bianche, questi dovranno essere sempre installati a valle degli edifici e mai immediatamente a monte e la loro intestazione dovrà ricercare i terreni ghiaiosi profondi, poiché i terreni a granulometria fine attesi in superficie, non mostrano generalmente caratteristiche di buona permeabilità; le caratteristiche geologiche locali comunque attribuiscono a tali pozzi perdenti una bassa efficienza; nonostante ciò, la loro realizzazione ed efficacia sarà subordinata alla capacità di smaltimento delle trincee drenanti.

L'area inoltre non rientra in alcuna fascia di rispetto legata alle opere di captazione idropotabili.

Per garantire la massima efficienza esecutiva delle opere sarà inoltre opportuno rispettare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

- si consiglia di realizzare gli interventi con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, al fine di evitare sia il fastidioso rammollimento dei terreni sia la presenza di filtrazioni dalle pareti e dal fondo scavo; nel primo caso sarà opportuno riparare gli scavi dall'azione delle acque meteoriche, apponendo teli impermeabili;
- nell'esecuzione degli scavi andrà previsto il sostegno dei fronti, particolarmente ove sia necessario approfondirsi oltre la profondità di 2 m soprattutto se in fregio a fondazioni di edifici esistenti, strade, ecc;
- qualora si evidenzi filtrazione di acque sulle pareti di scavo si dovrà assolutamente prevedere il sostegno degli scavi stessi, in quanto si perderebbe la relativa stabilità dei fronti stessi.
- Le considerazioni sopra effettuate derivano da indagini puntuali, nel caso si riscontri l'esistenza di condizioni litostratigrafiche difformi da quanto previsto, andrà interpellato il

consulente geologo e dovranno essere eventualmente adottati correttivi alle scelte progettuali previste.

- D.Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splattamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
- Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
- Nello scavo di pozzi e di trincee profondi piu' di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilita', anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.
- E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Rispettando quanto sopra esposto e svolgendo un'adeguata campagna d'indagini geognostiche, si potrà considerare l'intervento in progetto compatibile con le condizioni geologiche locali.