COMUNE DI
ALBISOLA SUPERIORE
PROVINCIA DI SAVONA

VARIANTE AL

P IANO U RBANISTICO C OMUNALE

"ZONA ARTIGIANALE DTA PIANTORINO-RESTRENGO"

OGGETTO:	ALLEGATO:
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	C

GRUPPO DI LAVORO:

PROGETTISTI:

- **Dott. Arch. Roberto Delucis** - Responsabile Settore Gestione del Territorio e del Paesaggio - (coordinatore, aspetti urbanistici, paesaggistici, V.A.S.)
- **Dott. Ing. Marco Acatte** (aspetti idraulici, geotecnici, V.A.S., supporto informatico per redazione elaborati grafici)
- **Dott. Geol. Giambattista Vezzolla** (aspetti geologici, geotecnici e V.A.S.)
- **Dott. Agr. Andrea Minuto** (aspetti agronomici, botanici, forestali e V.A.S.)

Collaboratore tecnico:

Dott. Ing. Paolo Romboli – Istruttore Tecnico Settore Gestione del Territorio e del Paesaggio

Collaboratori Amministrativi:

Dott.ssa Daniela Peluffo – Funzionario Amm. Settore Gestione del Territorio e del Paesaggio

Sig.ra Antonella Lodovisi - Istruttore Amm. Settore Gestione del Territorio e del Paesaggio

Responsabile unico del procedimento:

Arch. Roberto Delucis - Responsabile Settore Gestione del Territorio e del Paesaggio

IL GEOLOGO
Giambattista Vezzolla

Giambattista VEZZOLLA - Geologo -	**Revisione**	**Data**
Via Turati 16/2, 17011 Albisola Superiore (SV)	**00**	**Novembre 2012**
tel. e fax. 019 5285239 email: gianni965@fastwebnet.it Iscrizione Ordine Regionale dei Geologi della Liguria n. 273 P. IVA 01575110091		

I N D I C E

1. PREMESSE 1
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO 1
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE 5
4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI 7
5. CARATTERIZZAZIONE AMMASSO ROCCIOSO 8
Rilievo strutturale RS1 9
Rilievo strutturale RS2 9
Rilievo strutturale RS3 10
Rilievo strutturale RS4 10
6. ZONIZZAZIONE E NORMATIVA GEOLOGICA 11

ALLEGATI

1. Estratti cartografici – piano di bacino Torrente Sansobbia; “Carta della suscettività al dissesto”, Carta del reticolo idrografico”, “Carta degli interventi”, scala 1:10000;
2. Carta geologica con ubicazione delle indagini geognostiche, scala 1:2500;
3. Elaborati sismica a rifrazione;
4. Carta di sintesi e zonizzazione geologica, scala 1:2000

1. PREMESSE

Il Comune di Albisola Superiore ha incaricato un gruppo di lavoro, coordinato dall'Arch. Roberto Delucis (Responsabile Settore Gestione del Territorio e dl Paesaggio), ed all'interno del quale è inserito lo scrivente, avente lo scopo di eseguire una Variante al Piano Urbanistico Comunale, relativa ad una nuova zona artigianale (DTA), sita in località Pian Torino – Restrengo.

Più in particolare il comparto interessato si sviluppa in sponda destra del Torrente Sansobbia, su un lembo di terrazzo alluvionale recente, tra le cave "Olmo" (dismessa) e "Beata" (in attività).

La Variante al Piano Urbanistico Comunale, redatta dagli uffici comunali, prevede la realizzazione di due zone di concentrazione volumetrica (ZCV1-2), due aree di cessione (ACS1-2) e la viabilità relative, a partire dal ponte esistente sul Torrente Sansobbia, oggi a servizio della cava "Beata".

Le zone di concentrazione volumetrica sono ubicate sulle parti basali dei versanti, mentre sui tratti altimetricamente più elevati, che circondano il terrazzo del corso d'acqua, è prevista la realizzazione di un "percorso vita", con diverse aree di sosta.

La presente relazione geologica d'inquadramento e zonizzazione viene redatta, ai sensi della circolare regionale 4551 del 1989, in attuazione alla legge regionale 24/87, al fine di verificare la situazione geologica e geomorfologica dell'area d'intervento, finalizzata ad una prima valutazione delle problematiche connesse alla realizzazione del progetto.

Il quadro geologico-stratigrafico è stato ricostruito sulla base di informazioni di carattere bibliografico, di un rilevamento geologico di dettaglio e delle risultanze emerse da una campagna di indagini geognostiche costituita da4 stendimenti sismici a rifrazione (SS1-SS2-SS3-SS4) e 4 stazioni di rilievo geomeccanico (RS1-RS2-RS3-RS4).

I risultati complessivi delle indagini hanno consentito la redazione di una cartografia geologica generale e di una carta di sintesi e di zonizzazione, nonché la definizione delle norme di attuazione geologica corrispondenti.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

2.1 Generalità

La zona in studio ricade nel tratto terminale del bacino del Torrente Sansobbia, 1 km a monte dell'inizio dell'ampia conoide alluvionale di fondovalle, caratterizzata dalla presenza di una cava in attività ("Beata") e da singoli insediamenti residenziali.

Il comparto in studio, si estende per circa 500 m, con un dislivello complessivo di circa 75 m, tra le località di Restrengo e Pian Torino.

L'area in esame si colloca in un settore delle Alpi Liguri caratterizzato da un quadro geologico strutturale complesso, modellato entro terreni paleozoici, interessati da un'intensa attività neotettonica succedutasi tra il Pliocene e il Quaternario, alla quale è in larga parte riconducibile l'evoluzione geomorfologica recente della valle, nonché il suo assetto idrogeologico.

In particolare, le principali fasi di attività neotettonica hanno determinato la debole asimmetria morfologica del tratto terminale della valle del Sansobbia, che costituisce un vero e proprio *graben* tettonico, confinato da versanti cristallini paleozoici a medio-alta acclività, che costituiscono le "spalle" di estesi *horst* sviluppati parallelamente all'asse vallivo.

Il reticolo idrografico del tratto di bacino in esame è caratterizzato dall'immissione pressoché ortogonale all'asta principale (Torrente Sansobbia), del rivo minore Restrengo in sponda destra.

La sponda orografica destra, nel tratto vallivo in esame, è caratterizzata da un'estesa dorsale allungata in direzione WNW – ESE, che congiunge il Bric della Seia alla località Mal del Persico; la linea di crinale individuata costituisce lo spartiacque secondario tra il Sansobbia e quello del Rio Grana, tributario destro a valle degli Erchi.

I versanti in destra orografica esposti a NE sono caratterizzati da coperture detritiche eluvio-colluviali, di spessore variabile da 2 a oltre 5 m; nelle zone di raccordo con il fondovalle sono delimitati al *piede* da una radice di terrazzo pressoché continua.

Le numerose frange detritiche pedemontane, presenti al *piede* dei versanti esposti a NE, costituiscono relitti di accumuli a carattere di conoide, attualmente interdigitati con i depositi alluvionali, depositatisi allo sbocco delle valli laterali, tra queste l'incisione del Rio Restrengo.

Relativamente ai depositi fluviali, si distinguono le alluvioni mobili attuali dell'alveo attivo del Torrente Sansobbia e quelle terrazzate recenti, estese su entrambe le sponde. La porzione superficiale delle piane alluvionali, evidenzia un rimaneggiamento di natura antropica.

Il quadro geologico stratigrafico generale del territorio in esame può sintetizzarsi come segue:

- substrato tettonico geometricamente elevato, costituito da un basamento cristallino pre-namuriano (*Massiccio di Savona*), appartenente all'unità alloctona *Calizzano-Savona* (*Dominio brianzonese interno*);
- depositi marini del Pliocene, sovrastanti in discordanza angolare il *Massiccio di Savona*: si tratta della formazione delle *Argille di Ortovero*, depositatisi durante la trasgressione marina prodottasi durante il Pliocene;
- depositi quaternari costituenti I terrazzi alluvionali del Torrente Sansobbia e depositi di versante.

2.2 Stratigrafia

Di seguito vengono descritti il quadro stratigrafico e le litologie presenti nell'ambito dell'area in esame, specificando il dominio paleogeografico, l'unità tettonica di appartenenza, le principali località di affioramento, osservate durante il rilevamento geologico, nonché natura e ubicazione dei contatti. Per la definizione dei litotipi si è utilizzata, la Carta Geologica con elementi di geomorfologia 1:25.000 – Fg. n°229.4 "Savona"

Dominio Brianzonese interno

Unità Calizzano-Savona

L'Unità Calizzano-Savona, geometricamente elevata e di pertinenza paleogeografica del *dominio Brianzonese interno*, è costituita da un basamento di età pre-carbonifera che affiora come massa alloctona, attualmente isolata. Si tratta del cosiddetto *Massiccio Cristallino di Savona*, un complesso polimetamorfico antico pre-Namuriano, di origine varisica-ercinica, formato da *ortogneiss I e II*, derivanti da rocce acide intrusive (granitoidi) e subordinatamente effusive (rioliti), da *paragneiss* e *micascisti,* da *anfiboliti granatifere* derivanti dal metamorfismo su antiche rocce basaltiche.

Anfiboliti (già *Anfiboliti di Monte Spinarda*)

Si tratta di anfiboliti massicce a grana fine, di colore scuro, verdastro-bluastro, con tessitura a bande, talora granatifere passanti a gneiss anfibolici. In corrispondenza dei principali contatti tettonici presentano una maggiore fissilità e scistosità. Affiorano in corrispondenza dei versanti esposti a N, in sponda destra al Torrente Sansobbia, a costituire con i paragneiss di cui sopra, una complessa struttura a pieghe.

Paragneiss e micascisti (già *Gneiss di Albisola*)

Si tratta di rocce a tessitura fine, scistosa, prodotto di metamorfismo regionale di arenarie e peliti, costituite da paragneiss minuti a due miche, talora granatieri o anfibolici e micascisti quarzitici. Si rilevano diffusamente sul versante in sponda destra, unitamente alle anfiboliti, con le quali costituiscono un contrafforte strutturale intensamente ripiegato e deformato.

Ortogneiss I, II (già *Gneiss di Albisola*)

Si tratta di gneiss da fortemente scistosi a granitoidi biotitici di colore grigio-verde, ricchi di cristalloblasti quarzosi e lenti di K-feldspato. Non affiorano direttamente nell'area in esame, ma sono visibili in una zona sulla sponda sinistra del Torrente Sansobbia, all'interno di una vecchia cava dismessa.

Depositi marini (Pliocene)

Argille di Ortovero

Si tratta di depositi marini costituiti prevalentemente da argille marnose di colore grigio-cinereo, con livelli sabbiosi e siltosi intercalati irregolarmente e lenti conglomeratiche al tetto.

Non sono presenti nell'area oggetto del presente studio.

Depositi alluvionali (Pleistocene – Olocene)

Relativamente alla zona in studio si distinguono:

Alluvioni terrazzate recenti

Costituiscono i terrazzi estesi in sponda destra e sinistra al Torrente Sansobbia; si tratta di potenti alternanze di depositi fluviali grossolani e fini, interdigitati, nelle zone di radice con le frange pedemontane, il cui spessore è mediamente > 5 m.

Alluvioni mobili attuali

Si tratta dei materiali rimobilitati negli alvei del Torrente Sansobbia e del Rio Restrengo; sono costituite principalmente da depositi ghiaioso ciottolosi in matrice sabbiosa e sabbioso – limosa, soggetti a intensa dinamica fluviale con trasporto e sedimentazione selettiva. Nell'area in esame lo spessore di tali depositi, peraltro non interessati dalla Variante di Piano, raggiungono uno spessore compreso tra 1-3 m.

Coperture Detritiche (Olocene)

Coltri eluviali

Rappresentano il prodotto di disfacimento fisico-chimico delle rocce (eluviale), depositato lungo i pendii; nell'area in esame si rilevano sui versanti naturali con spessore medio pari a 1 m, talora fino a 3 m. Le caratteristiche granulometriche sono rappresentate da sabbie limose, con scaglie e frammenti litoidi, gneissici o anfibolitici, a spigoli vivi ed eterometrici, fino a decimetrici; nei livelli più superficiali si rilevano frammisti a terreno vegetale.

Frange detritiche pedemontane

Si rilevano al piede dei versanti, in raccordo morfologico con i depositi alluvionali; sono costituite da depositi colluviali di origine gravitativa, con prevalente scheletro grossolano immerso in matrice fine, il cui spessore medio è compreso tra 2-5 m.

Tenuto conto dei litotipi presenti si possono escludere aree carsiche e la presenza di amianto in fibra.

2.3 Tettonica

In questo paragrafo viene riassunto il quadro dell'evoluzione tettonica e del grado di metamorfismo subito dai terreni affioranti nel settore in esame.

Il principale complesso geologico strutturale, che caratterizza il settore di Alpi Liguri in studio, è *l'Unità Calizzano-Savona*, appartenente al *dominio brianzonese interno*, che costituisce il *substrato tettonico*. Le deformazioni del basamento iniziano in età paleozoica (*orogenesi caledoniana*), a cavallo tra l'Ordoviciano e il Siluriano, con un primo evento metamorfico che determina una marcata scistosità iniziale S_1, contemporaneamente si hanno le trasformazioni metamorfiche in *paragneiss*, *micascisti* e *Ortogneiss I*.

Una nuova attività magmatica riprende nel Carbonifero inferiore, connessa con l'*orogenesi ercinica*, che determina una nuova scistosità S_2 associata ad un metamorfismo che raggiunge la facies anfibolica. In questa fase si verificano intrusioni di nuove masse granitoidi accompagnate da manifestazioni filoniane e della loro trasformazione in *Ortogneiss di tipo II.*

Le successive deformazioni alpine hanno determinato la formazione di un edificio a falde sovrapposte, con lo scollamento e l'impilamento dei terreni del *Massiccio di Savona* associato a fasi deformative più recenti. Il rilevamento di campagna ha evidenziato la presenza di strutture a pieghe con i paragneiss al nucleo e le masse anfibolitiche ai fianchi. La struttura è complicata da una intensa deformazione intraformazionale.

A partire dal Pliocene e per tutto il Quaternario, le Alpi Liguri sono state oggetto di movimenti a componente verticale responsabili del sollevamento e del basculamento della catena montuosa; questa fase è associata ad un collassamento del rilievo, testimoniata da faglie e lineazioni disposte ortogonalmente e parallelamente alla linea di costa. Lungo tali discontinuità si formano strutture di tipo distensivo tipo *Horst-Graben*. Le depressioni prossime alla linea di costa sono state pertanto invase dal mare entro il quale si è avuta la deposizione delle *Argille di Ortovero* corrispondenti all'ingressione marina nel Pliocene. In particolare la parte terminale della valle del Sansobbia costituisce un *graben* formatosi in età plio-quaternaria, fuori dall'area in studio.

2.4 Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, tenuto conto della presenza di due ambiti geomorfologici ben distinti, per ciascuno di essi possono farsi le seguenti considerazioni;

- Ambito di fondovalle; si tratta delle porzioni basali dell'area in studio, caratterizzate dalla presenza di terreni a permeabilità medio alta per porosità (frangia detritica e alluvioni fluviali), all'interno dei quali è presente una falda freatica, direttamente correlata al regime di deflusso del Torrente Sansobbia.
- Ambito di versante; si tratta delle porzioni di versante naturale caratterizzate dalla presenza del substrato litoide affiorante o sub-affiorante, ricoperto da una coltre detritica di natura eluviale. Il substrato risulta impermeabile o semipermeabile per fratturazione, mentre le coltri eluviali hanno bassa permeabilità a causa della presenza di un'importante frazione fine al loro interno. In tali contesto si può escludere la presenza di falde significative, ma solo l'instaurarsi di una circolazione ipogea nei periodi di maggiori precipitazioni.

2.5 Compatibilità con il Piano di Rischio Idrogeologico

Com'è noto, l'Amministrazione Provinciale nell'ottobre 2002 ha approvato in via definitiva i Piani di Rischio Idrogeologico (redatti in osservanza del D.L. 180/98 e s.m.i.), più volte aggiornati nel seguito. Il prodotto di tali studi è rappresentato da una serie di carte tematiche riguardanti le diverse problematiche (suscettività al dissesto, fasce di inondabilità, ecc) e da una Normativa Generale che regola le possibilità di intervento all'interno delle classi in cui è stato suddiviso il territorio.

Con il presente paragrafo s'intende confrontare la posizione del comparto interessato dall'intervento rispetto al rischio geomorfologico ed idrogeologico del Piano di Bacino del Torrente Sansobbia; in particolare si determinano le seguenti condizioni:

Suscettività al dissesto: l'area in oggetto è suddivisa in due diversi ambiti; il primo costituito dal versante maggiormente acclive, con suscettività variabile tra bassa (verde) e media (gialla), il secondo, pianeggiante, con suscettività molto bassa (azzurro). All'interno di quest'ultimo è individuata una zona a suscettività molto alta (rossa); si tratta di una zona sottoposta ad erosione spondale da parte del Torrente Sansobbia, che verrà risanata con gli interventi previsti nel Piano di Variante;

Reticolo idrografico principale: l'area d'intervento è posta in fregio al corso d'acqua principale rappresentato dal Torrente Sansobbia, ed è attraversata dal Rio Restrengo;

Fasce di Inondabilità: la zona d'intervento è ubicata all'interno del tratto indagato del Torrente Sansobbia; la verifica idraulica eseguita non ha evidenziato aree inondabili sulla sponda destra, mentre tra le aree storicamente esondate risulta una zona inondabile con tempo di ritorno 500 anni (fascia C) che interessa una piccola porzione al limite N della zona in Variante. Il Rio Restrengo non risulta indagato.

Interventi: all'interno di tutta l'area interessata è ubicato un solo intervento, identificato con la scheda n° 10 (consolidamento e ingegneria naturalis tica), relativo proprio alla zona interessata dall'erosione spondale sopracitata (zona rossa - suscettività al dissesto); l'attuazione della Variante al PUC vedrà la messa in sicurezza di tale area, in ossequio alle previsioni del Piano di Bacino.

Nel complesso, dal confronto con il piano di rischio idrogeologico non emergono particolari problematiche per la realizzazione dell'intervento in progetto, il quale risulta compatibile con la Normativa Generale.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per ricostruire in continuità la stratigrafia di alcuni comparti significativi dell'areale in esame, nonché definire preliminarmente le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni di copertura e basamento, sono state eseguite quattro prospezioni sismiche (SS1-4), la cui ubicazione è riportata sulla carta geologica in allegato;

Come noto, la prospezione sismica consente l'individuazione e la definizione di strutture sepolte attraverso l'analisi della risposta che i terreni hanno nei confronti di una sollecitazione meccanica artificiale. Nel metodo sismico a rifrazione da superficie viene presa in considerazione la rifrazione, su superfici di discontinuità sepolte, di onde elastiche generate artificialmente all'interfaccia atmosfera – terreno. Il metodo sismico a rifrazione da superficie permette di caratterizzare i terreni presenti al di sotto dello stendimento di geofoni fino ad una profondità pari, in condizioni ideali, a circa 1/3 dello sviluppo lineare dello stesso.

L'acquisizione dei dati è stata effettuata mediante un sismografo Sunda EchoSei a 12 canali con memorizzazione incrementale dei segnali per ogni traccia.

Le energizzazioni del terreno sono state effettuate mediante percussioni di massa battente (mazza con testa da 8 kg) su piastra di acciaio. La lettura di tutti i tempi relativi ai primi arrivi delle onde di compressione P è stata effettuata con routine automatica e controllo manuale da tastiera utilizzando gruppi di geofoni Mark Products® con frequenza naturale di 14 Hz. Sono state effettuate energizzazioni all'interno ed all'esterno degli stendimenti secondo gli usuali schemi di acquisizione; i tempi zero di energizzazione sono stati rilevati mediante l'utilizzo di geofono starter.
L'interpretazione dei dati è stata condotta con il supporto della tecnica di modellizzazione *delay - time*.

Le sezioni sismostratigrafiche elaborate sono riportate in allegato 3 al testo.

Risultanze prospezioni

Come detto, la finalità specifica dell'indagine è rappresentata essenzialmente dal conseguimento di informazioni "in continuo" relative allo spessore della copertura detritica (riporto e terreno naturale) al contatto con il substrato roccioso.

Linea sismica SS1

Realizzata in prossimità della seconda zona di concentrazione volumetrica, ha investigato il basso versante SE della frangia di raccordo con il terrazzo alluvionale:

- dal piano campagna fino a profondità variabili da 3.0 a 3.6 m si rileva un orizzonte caratterizzato da velocità basse, comprese tra 0.4 e 0.77 km/s. Tale orizzonte può assimilarsi al complesso di terreni sciolti della frangia pedemontana. Il rifrattore si presenta debolmente ondulato, con l'approfondimento pronunciato verso N (settore finale della stesa);
- inferiormente al suddetto orizzonte, è presente un livello sismostratigrafico caratterizzato da velocità medie variabili da 1.2 a 1.87 km/s. Tale orizzonte, riconducibile ad un substrato alterato e fortemente destrutturato, presenta un profilo caratterizzato da una pronunciata convessità nel settore centrale della stesa, con minimo spessore dello strato registrato tra i geofoni g6 e g7, variabile da 2.8 a 3.0 m. Agli estremi della stesa il rifrattore tende ad approfondirsi raggiungendo profondità, rispetto al piano campagna, variabili da 11.2 m (g1) a 11.4 (g12);
- al di sotto del cappellaccio di alterazione, s'intercetta l'orizzonte profondo costituito dal substrato sano di tipo anfibolico, caratterizzato da proprietà geomeccaniche da discrete a buone, con valori di velocità comprese tra 2.7 a 5.1 km/s.

Linea sismica SS2

Realizzata all'interno della stessa zona di concentrazione volumetrica della precedente, ha investigato la porzione di frangia detritica più occidentale. L'elevato disturbo ambientale non ha consentito un'acquisizione ottimale dei dati; l'elaborazione dei dati lungo la stesa è risultata pertanto difficoltosa e lacunosa, soprattutto nei tratti centrali dello stendimento.

Le risultanze emerse sono le seguenti:

- dal piano campagna fino a profondità variabili da 5.8 a 2.4 m si rileva un livello superficiale caratterizzato da velocità basse, comprese tra 0.4 e 0.8 km/s, assimilabile a terreno scarsamente addensato. Il rifrattore si presenta debolmente inclinato;
- inferiormente al suddetto orizzonte, è presente un livello sismostratigrafico caratterizzato da velocità medie variabili da 0.87 a 0.88 km/s. Tale livello, assimilabile a terreno sciolto in condizioni di addensamento da basso a medio, può assimilarsi al complesso di terreni sciolti della frangia pedemontana. Il rifrattore presenta una grossa lacuna centrale;
- al di sotto si intercetta, solo nella porzione estrema, il substrato alterato e allentato, caratterizzato da valori di velocità comprese tra 1.12 km/s.

Linea sismica SS3

Realizzata sul terrazzo alluvionale del Torrente Sansobbia, all'interno della zona di concentrazione volumetrica ZCV1

- dal piano campagna fino a profondità variabili da 4 (g4) a 6.2 m (g12), si rileva un orizzonte caratterizzato da velocità basse, comprese tra 0.43 e 0.81 km/s, assimilabile a terreno da sciolto a mediamente addensato. Tale orizzonte può assimilarsi al complesso di terreni alluvionali parzialmente rimaneggiati. Il rifrattore si presenta debolmente immergente verso inizio stesa;
- inferiormente al suddetto orizzonte, è presente un livello sismostratigrafico caratterizzato da velocità medie variabili da 0.87 a 0.88 km/s. Tale orizzonte è riconducibile ad una zona di transizione costituita da riporto dello strato superiore misto ai depositi alluvionali del terrazzo recente sottostante. Tale rifrattore ha una forma a "lente", tra i geofoni g1 e g7, dove lo strato registra profondità massime, rispetto al piano campagna, variabili da 7.6 a 8.2 m;

- al di sotto si intercetta un ulteriore orizzonte costituito dai depositi alluvionali del Torrente Sansobbia, con valori di velocità dell'ordine di 0.97 e 1.12 km/s.;
- in ultimo, a partire da una profondità di 12 m, compare il substrato litoide, caratterizzato da valori di velocità comprese tra 2.15 a 2.35 km/s.

Linea sismica SS4

La stesa insiste sulla porzione a N della piana alluvionale in sponda destra del corso d'acqua:

- dal piano campagna fino a profondità variabili da 2.5 (g6) a 4.2 m (g1), si rileva un orizzonte caratterizzato da velocità basse, comprese tra 0.42 e 0.6 km/s. Tale orizzonte può assimilarsi al complesso di terreni aerati frammisti a riporti. Il rifrattore si presenta debolmente ondulato e immergente verso S (inizio stesa), con locali risalite in corrispondenza di g4-g6;
- inferiormente al suddetto livello, s'intercetta un secondo orizzonte, più consistente, caratterizzato da velocità comprese tra 0.2 e 0.87 km/s assimilabili ai depositi alluvionali;
- Al di sotto, oltre i 10 m di profondità, compare il substrato litoide sano, caratterizzato da proprietà geomeccaniche da discrete a buone, con valori di velocità comprese tra 1.78 a 1.92 km/s.

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Con la presente vengono analizzate le condizioni di rischio sismico dell'area d'intervento, ai fini di un'adeguata verifica strutturale.

Il quadro sismo tettonico locale e le analisi eseguite dal Servizio Sismico Nazionale individuano, per il territorio comunale, un basso grado di rischio sismico.

Sulla base della O.P.C.M. n. 3519/2006 e la conseguente D.G.R. n. 1308 del 24.10.2008, il Comune di Albisola Superiore è inserito in zona sismica 4, alla quale è associata un'accelerazione orizzontale del valore di $a_g/g = 0,05$.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008, la stima della pericolosità sismica viene effettuata mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita dalla "pericolosità sismica di base" del sito, elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Nella determinazione dello spettro di risposta elastico l'Eurocodice 8 e la recente normativa nazionale prevedono l'adozione di un coefficiente S, detto di *stratigrafia del suolo di fondazione*, attraverso il quale stimare gli effetti di amplificazione del sisma di progetto rispetto alle accelerazioni imposte, riferite al substrato roccioso rigido.

Sempre in riferimento ai due ambiti geomorfologici in cui è divisibile l'area in studio, viste le differenti coperture detritiche presenti, si può effettuare una zonizzazione in funzione della risposta sismica locale, individuando due macroaree, quella di versante e quella di fondovalle.

Nella prima, la peculiarità è data dalla presenza del substrato litoide a profondità inferiori a 5 m, ulteriormente riducibili nel caso di fondazioni di fabbricati; facendo riferimento alle cinque categorie di terreno riportate in normativa (tabella 3.2 II delle N.T.C./2008) si può evidenziare, in prima ipotesi, che il profilo stratigrafico della zona d'intervento sia ascrivibile alla categoria A, di cui si riporta la definizione:

"A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, con valori di $V_{s30} > 800$ m/s"

Nel secondo caso, la stratigrafia dell'intervento è caratterizzata dalla presenza di terreni sciolti a composizione prevalentemente grossolana per uno spessore di diversi metri al di sopra del substrato litoide; facendo riferimento alle cinque categorie di terreno riportate in normativa (tabella 3.2 II delle N.T.C./2008) si può evidenziare, in prima ipotesi, che il profilo stratigrafico della zona d'intervento sia ascrivibile alla categoria E, di cui si riporta la definizione:

"E – profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con valori di V_{s30} > 800 m/s"

5. CARATTERIZZAZIONE AMMASSO ROCCIOSO

Per definire le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi affioranti nei vari comparti in studio, sono state eseguite n. 4 stazioni di rilievo geostrutturale (RS1-4).

Complessivamente l'analisi dei dati ha consentito di riconoscere, per le formazioni in esame, n. 3 famiglie o *set* di giunti principali ricorrenti; ad eccezione del *set* 1, che rappresenta la scistosità, gli altri *set* sono rappresentativi di discontinuità da frattura e sono stati individuati omogeneamente in quasi tutte le stazioni.

Nella tabella sono riportati i valori medi delle giaciture (immersione e inclinazione) dei vari sistemi di discontinuità rilevati.

Stazioni di rilievo	Litologia	Set 1 (SC)	Set 2 (FR)	Set 3 (FR)
RS1	Paragneiss	140⁄35° 150⁄30°	15⁄60° 20⁄70°	120⁄40° 110⁄50°
RS2	Paragneiss	160⁄40° 155⁄38°	35⁄55° 25⁄70°	140⁄40° (320⁄40°coniugata)
RS3	Anfibolite	130⁄60° 120⁄50°	20⁄40° 30⁄55°	110⁄50° (290⁄60°coniugata)
RS4	Anfibolite	275⁄35° 250⁄40°	360⁄75° 10⁄65°	170⁄70° (350⁄65°coniugata)

(SC: scistosità; STR: Stratificazione; FR: frattura)

La valutazione della qualità degli ammassi è stata eseguita applicando le classificazioni proposte da Bieniawski (1989) e da Barton (1974) nelle più recenti versioni.

Come noto, la metodologia proposta da da Bieniawski è basata su un indice "RMR" ottenuto dalla sommatoria di diversi parametri quali:

- C_0 : resistenza a compressione uniassiale della roccia (ricavabile sia attraverso misure sclerometriche in sito, che sulla base dell'indice "Is" ricavato dai *Point Load* in laboratorio);
- RQD : (Rock Qualità Designation);
- Sp. Gn. : spaziatura dei giunti;
- Cond. Gn. : condizioni dei giunti fornite dalla somma di indici che tengono conto di parametri riferiti ai giunti quali: continuità, apertura, grado di scabrezza, alterazione e riempimento;
- Acqua : le condizioni idrauliche presenti.

Ogni parametro viene valutato in modo quantitativo assegnando un indice parziale, la cui somma fornisce l'RMR di base (BMR), dal quale si ricava la classe di qualità dell'ammasso.

La classificazione proposta da Barton, è invece basata su l'indice di qualità Q, espresso dalla relazione:

$$Q = (RQD / J_n) \times (j_r / j_a) \times (j_w / SRF);$$

dove :

- J_n: il numero delle famiglie di giunti;
- J_r: la scabrezza delle superfici di giunti più sfavorevoli alla stabilità dello scavo;
- J_a: il grado di alterazione delle superfici dei giunti ed eventuale presenza di materiale di riempimento

- J_w: l'eventuale presenza di acqua;
- SRF: fattore di riduzione delle tensioni.

Anche in questo caso, a ciascuno dei parametri indicati viene attribuito un valore numerico, sulla base di valutazioni qualitative e quantitative.

Gli indici RMR e Q possono essere messi in correlazione mediante l'indice "GSI" (*Geological Strength Index*) attraverso le relazioni seguenti:

$$GSI = RMR - 5; \qquad GSI = 9\ L_n\ Q_{mod} + 44;$$

dove Q_{mod} è pari a $(RQD / J_n) \times (j_r / j_a)$

Una buona correlazione tra i due indici principali a mezzo del fattore GSI, testimonia una buona classificazione e quindi parametrizzazione dell'ammasso roccioso.

A tale proposito i parametri medi di resistenza al taglio dell'ammasso, sono dedotti utilizzando le note relazioni (Bieniawski 1974 e succ. modificazioni):

$$c = 5\ RMR_b = (kPa); \qquad \phi = 5 + RMR_b\ /2 = (°).$$

Di seguito vengono riportati gli indici di classificazione relativi ai rilievi eseguiti nel comparto in esame.

Rilievo strutturale RS1

Eseguito in prossimità della spianata di Pian Torino, immediatamente a monte della radice di terrazzo alluvionale, è stato condotto su un affioramento di paragneiss (cfr. vedi stralcio planimetrico).

STAZIONE RS1 (Metodo RMR - Bieniawski)		**STAZIONE RS1 (Metodo Q – Barton System)**	
Parametro	**Rating**	**Parametro**	**Rating**
C_0	4	RQD	37
RQD	63	J_n	9 – 12
Sp. gn.	8-10	J_r	1.5
Cond. Gn.	14-17	J_a	6-8
Acqua	15	J_w	1
B.M.R. (classe)	**39-47 (IV - III Scadente - Mediocre)**	S.R.F.	2.5
Coesione (kPa) **Angolo di attrito ϕ**	**195 - 235** **24°- 28°**	**Q**	**0.41 – 0.22 (Poor Rock Quality)**

Rilievo strutturale RS2

Eseguito sempre nello stesso ambito del precedente, su un affioramento di paragneiss.

STAZIONE RS2 (Metodo RMR - Bieniawski)		**STAZIONE RS2 (Metodo Q – Barton System)**	
Parametro	**Rating**	**Parametro**	**Rating**

STAZIONE RS2 (Metodo RMR - Bieniawski)		**STAZIONE RS2 (Metodo Q – Barton System)**	
C_0	4	RQD	37
RQD	63	J_n	9 – 12
Sp. gn.	8-10	J_r	1.5
Cond. Gn.	14-17	J_a	6-8
Acqua	7-10	J_w	1
B.M.R. (classe)	**39-47 (IV - III Scadente - Mediocre)**	S.R.F.	2.5
Coesione (kPa) **Angolo di attrito ϕ**	**195 - 235** **24°- 28°**	**Q**	**0.41 – 0.22 (Poor Rock Quality)**

Rilievo strutturale RS3

Eseguito su di un affioramento lungo la strada esistente che fiancheggia il corso d'acqua, è stato condotto su un affioramento di anfiboliti.

STAZIONE RS3 (Metodo RMR - Bieniawski)		**STAZIONE RS3 (Metodo Q – Barton System)**	
Parametro	**Rating**	**Parametro**	**Rating**
C_0	4	RQD	37
RQD	63	J_n	9 – 12
Sp. gn.	8-10	J_r	1.5
Cond. Gn.	14-17	J_a	6-8
Acqua	7-10	J_w	1
B.M.R. (classe)	**39-47 (IV - III Scadente - Mediocre)**	S.R.F.	2.5
Coesione (kPa) **Angolo di attrito ϕ**	**195 - 235** **24°- 28°**	**Q**	**0.41 – 0.22 (Poor Rock Quality)**

Rilievo strutturale RS4

Eseguito in prossimità della zona pianeggiante al di là del ponte d'accesso sul Torrente Sansobbia, ancora su un affioramento di anfiboliti

STAZIONE RS4 (Metodo RMR - Bieniawski)		**STAZIONE RS4 (Metodo Q – Barton System)**	
Parametro	**Rating**	**Parametro**	**Rating**
C_0	4	RQD	37
RQD	63	J_n	9 – 12
Sp. gn.	8-10	J_r	1.5
Cond. Gn.	14-17	J_a	6-8
Acqua	7-10	J_w	1
B.M.R. (classe)	**39-47 (IV - III**	S.R.F.	2.5

STAZIONE RS4 (Metodo RMR - Bieniawski)		STAZIONE RS4 (Metodo Q – Barton System)	
	Scadente - Mediocre)		
Coesione (kPa)	**195 - 235**	**Q**	**0.41 – 0.22**
Angolo di attrito ϕ	**24°- 28°**		**(Poor Rock Quality)**

6. ZONIZZAZIONE E NORMATIVA GEOLOGICA

L'indagine ha permesso di suddividere i terreni, ricadenti nella perimetrazione della Variante al PUC, in ambiti omogenei sotto il profilo geologico, in stretto rapporto alle diverse problematiche indotte dalle nuove destinazioni d'uso previste. Tale suddivisione determina, pertanto, le condizioni di fattibilità geologica degli interventi di cui alla presente variante che si ritengono complessivamente compatibili con il quadro analizzato.

La suddivisione degli ambiti segue un criterio di incidenza crescente dei fattori geologici e geotecnici; pertanto le classi a indice più alto (Classe III) sono quelle a maggior peso geologico nella realizzazione degli interventi.

La carta di zonizzazione, in allegato al testo, è stata pertanto suddivisa nelle seguenti classi.

CLASSE I (aree a condizionamento geologico e geotecnico limitato)

I : aree di terrazzo alluvionale su depositi ad alta permeabilità, senza particolari pericolosità geologiche e di buone caratteristiche geotecniche. Si tratta dei comparti che occupano la maggioranza delle aree pianeggianti di fondovalle, ove è prevista la gran parte della zona di concentrazione volumetrica ZCV1. Dal punto di vista della microzonazione sismica si tratta di un terreno di tipo "E" (tabella 3.2 II delle N.T.C./2008).

CLASSE II (aree a condizionamento geologico e geotecnico di media incidenza)

II A: aree di versante con coperture detritiche di spessore ridotto, con vincoli legati alla tipologia costruttiva delle opere previste e di natura idrogeologica. A detta classe sono state assegnate le zone di versante naturale, a tergo di località Pian Torino, ove è prevista la rimanente parte della zona ZCV1 oltre a opere di viabilità secondaria e percorsi di verde attrezzato. Dal punto di vista della microzonazione sismica si tratta di un terreno di tipo "A" (tabella 3.2 II delle N.T.C./2008).

II B: aree pedemontane caratterizzate da materiali sciolti di spessore rilevante condizionate sotto il profilo geotecnico e idrogeologico. Si tratta del settore in sponda destra del Rio Restrengo, ove è prevista una zona di concentrazione volumetrica (ZCV2). Dal punto di vista della microzonazione sismica si tratta di un terreno di tipo "E" (tabella 3.2 II delle N.T.C./2008).

CLASSE III (aree a condizionamento geologico e geotecnico di alta incidenza)

III : aree spondali soggette a temporanei fenomeni di dinamica d'alveo con problematiche di natura geotecnica e di stabilità. Si tratta dei comparti. confinanti con i corsi d'acqua principali (Sansobbia, zona terminale Restrengo). Dal punto di vista della microzonazione sismica si tratta di un terreno di tipo "E" (tabella 3.2 II delle N.T.C./2008).

In ottemperanza alle disposizioni della circolare regionale 4551/89, sono state redatte le norme attuative geologiche per ciascun ambito individuato in zonizzazione.

CLASSE I

In questo settore non sussistono particolari problematiche esecutive sotto il profilo fondazionale. L'area non presenta inoltre situazioni di pericolosità geologica trovandosi ampiamente all'esterno delle fasce di rispetto del Sansobbia. Le opere potranno essere realizzate secondo i normali criteri di verifica e progetto di cui al D.M. 14.01.2008 (N.T.C.) con la sola prescrizione di limitare gli interventi in falda freatica. Tali verifiche sono obbligatorie per ciascun intervento edilizio e per le opere di urbanizzazione primaria.

CLASSE II A

Le nuove opere di viabilità, prevalenti in questo settore, dovranno essere progettate in modo da evitare la realizzazione di estesi fronti di scavo di altezza superiore a 3 m. Le opere di sostegno saranno auspicabilmente di tipo "verde" con impiego di tecniche di ingegneria naturalistica. Tutte le nuove infrastrutture viabili e pedonali saranno attrezzate con idonee opere di captazione e regimazione delle acque di versante, con la finalità di evitare afflussi non disciplinati nelle sottostanti aree insediate, con possibili inneschi di instabilità nei terreni di copertura. In questi tratti di versante sono auspicabili interventi di protezione dei fronti e dei pendii con impiego di geocomposti abbinati a sistemazioni in legname ed essenze.

CLASSE II B

Le nuove opere e costruzioni ricadenti in questo comparto dovranno essere progettate in modo da limitare gli impatti delle operazioni di scavo previste sulla stabilità complessiva del pendio; dovranno pertanto prevedersi indagini geognostiche e verifiche di dettaglio sulle condizioni stratigrafiche, geotecniche dei materiali di copertura e geomeccaniche degli ammassi rocciosi, in osservanza al D.M. 14.01.2008 (N.T.C.). Gli scavi dovranno realizzarsi previa verifica delle condizioni di stabilità dei fronti nel breve e lungo termine.

CLASSE III

La norma riguarda i comparti arginali del comparto, dove non sono ipotizzati manufatti, ma ove sono da prevedersi diverse opere di protezione e sistemazione dai rischi di scalzamento da parte dei corsi d'acqua, date le possibili condizioni di elevata dinamica d'alveo. Su tali basi dovranno prevedersi arginature con scogliere in massi naturali, opportunamente dimensionate e verificate in ragione della natura sciolta dei terreni di fondazione.

Albisola Superiore, 15 novembre 2012

IL GEOLOGO

Giambattista Vezzolla