



COMUNE DI SALTRIO

Provincia di Varese

DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L.R. 11 marzo 2005, n. 12

Relazione tecnica

(modificata a seguito osservazioni istruttorie Provincia di Varese del 04.07.2011)



STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA
Via Dante Alighieri, 27 - 21045 Gazzada Schianno (VA)
Tel: 0332 464105
Fax: 0332 870234
E. mail: gedageo@gedageo.191.it

Dr. Geol. Roberto Carimati

Dr. Geol. Giovanni Zaro

Ottobre 2011

INDICE

1. PREMESSA	4
2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI.....	5
3. METODOLOGIA DI LAVORO	8
3.1 ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE	8
3.2 ESAME BIBLIOGRAFICO	8
3.3 ANALISI FOTO-INTERPRETATIVA.....	9
3.4 RILIEVI DI SUPERFICIE	9
4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	10
4.1 CARTOGRAFIA.....	10
PARTE I – FASE DI ANALISI.....	11
5. ANALISI GEOLOGICA	11
5.1 GENERALITÀ.....	11
5.2 DESCRIZIONE DELLE UNITA' CARTOGRAFATE	12
5.3 SEZIONI STRATIGRAFICHE.....	19
5.4 ASSETTO STRUTTURALE	22
5.5 SEZIONE GEOLOGICA	24
6. ANALISI GEOMORFOLOGICA.....	25
6.1 GENERALITA'	25
6.2 CENNI METODOLOGICI	26
6.3 ELEMENTI DI LITOLOGIA.....	28
6.4 DESCRIZIONE DEI PROCESSI CARTOGRAFATI	29
6.5 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	38
7. ANALISI IDROLOGICA, IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA.....	41
7.1 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	41
7.1.1 REGIME TERMICO	42
7.1.2 REGIME PLUVIOMETRICO.....	43
7.2 CENNI DI IDROGRAFIA	46
7.2.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE.....	47
7.2.2 RETICOLO IDRICO MINORE.....	48
7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE E CENSIMENTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE	51
7.4 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA NELL'ACQUIFERO CARBONATICO.....	56
7.5 CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	58
7.6 BILANCIO IDRICO LOCALE.....	61
7.8 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	66
8. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA	69
8.1 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI	69
8.2 CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE: DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO TECNICHE.....	70
8.3 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	77
9. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO	78
9.1 GENERALITA'	78

9.2	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E METODI DI APPROFONDIMENTO	79
9.3	APPROFONDIMENTO DI I° LIVELLO – ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE	81
9.4	REDAZIONE DELLA CARTA DI ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE	82
9.5	DESCRIZIONE DEGLI SCENARI	84
9.6	EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE	87
9.7	INDICAZIONI SULLE MODALITÀ DI APPROFONDIMENTO	90
9.7.1	IL 2° ED IL 3° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	90
9.7.2	PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE: SCENARI Z4A, Z4C	91
9.7.3	PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI MORFOLOGICHE: SCENARI Z3A, Z3B	94
9.7.4	PROCEDURA APPROFONDITA DI 3° LIVELLO PER INSTABILITA': SCENARIO Z1C	100
9.7.5	PROCEDURA APPROFONDITA DI 3° LIVELLO PER CEDIMENTI E/O LIQUEFAZIONI: SCENARIO Z2 102	102
9.7.6	EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA E LITOLOGICA	103
PARTE II – FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE.....		106
10.	CARTA DEI VINCOLI.....	106
10.1	VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/1989	106
10.2	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA	106
10.3	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	107
11.	CARTA DI SINTESI.....	109
12.	PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA 112	
12.1	CRITERI GENERALI.....	112
12.2	ZONAZIONE DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO	114
12.3	PERIMETRAZIONE DELLE ZONE DI TRANSITO E DI ARRESTO IN AREE INTERESSATE DA FENOMENI DI CROLLO.....	116
PARTE III – FASE DI PROPOSTA.....		122
13.	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO.....	122
13.1	INTRODUZIONE	122
13.2	CRITERI UTILIZZATI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA	123
13.3	CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	124
14	RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL GAS RADON	135
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		136

ELENCO ALLEGATI CARTOGRAFICI

- ALLEGATO 1 Carta di inquadramento geologico (scala 1:5.000 - base topografica estratto sezioni A4e3 “Porto Ceresio”, A4e4 “Ronago” della Carta Tecnica Regionale)
- ALLEGATO 1/a Sezione geologica (scala orizzontale 1:5.000; scala verticale 1:5.000)
- ALLEGATO 2 Carta della dinamica geomorfologica (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 3 Carta di inquadramento idrogeologico (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 3/a Sezione idrogeologica (scala orizzontale 1:5.000; scala verticale 1:5.000)
- ALLEGATO 4 Carta di prima caratterizzazione geologico-tecnica (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 5 Carta di zonazione sismica preliminare – analisi di I[^] livello (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 6 Carta dei vincoli (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 7 Carta di sintesi (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 8 Carta della suscettività al dissesto (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 9/a Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (scala 1:5.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 9/b Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – tavola 1 (scala 1:2.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 9/c Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – tavola 2 (scala 1:2.000 - base topografica rilievo aerofotogrammetrico Comunità Montana Valli del Verbano)
- ALLEGATO 10 Norme geologiche di piano

1. PREMESSA

Il presente lavoro costituisce l'aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale di Saltrio (Provincia di Varese) del settembre 1997 in attuazione dell' art. 57 della L.R.12/2005 a seguito dell'avviamento delle procedure per la redazione del Piano di Governo del Territorio.

Obiettivo generale della relazione e degli elaborati cartografici ad essa allegati è quello di definire la componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale (e, ove necessario, di un suo ragionevole intorno) e di assegnare, in raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata, le prescrizioni relative alle limitazioni e norme d'uso nell'ottica di contribuire alla prevenzione del dissesto idrogeologico e di fornire agli Amministratori gli strumenti più adatti per esercitare il governo del territorio secondo un approccio multidisciplinare che supera il semplice concetto di pianificazione urbanistica.

2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI

Il presente studio è stato predisposto secondo i criteri indicati nella D.G.R. 22.12.2005 n. VIII/1566 e succ. mod. inerenti “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio” in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12, pertanto risulterà strutturato come di seguito proposto:

- ❑ relazione tecnica illustrativa;
- ❑ norme geologiche di piano;
- ❑ allegati cartografici.

Il processo di acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati si è basato su fasi successive di approfondimento fra loro concatenate ed in logica successione così schematizzabili:

1. Fase di analisi comprensiva di:

- ❑ **Ricerca storica e sintesi bibliografica** attraverso la raccolta ordinata e sistematica di tutta la documentazione esistente come passo obbligato e propedeutico a supporto delle successive elaborazioni, finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame, con particolare riferimento a fenomeni di dissesto pregressi e ad alterazioni dello stato del territorio ancorché non più riconoscibili, nell’ottica della prevenzione e della previsione di nuovi scenari di rischio.
- ❑ **Compilazione della cartografia di inquadramento** tramite predisposizione di elaborati cartografici di inquadramento finalizzati alla caratterizzazione del territorio comunale dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, strutturale e sismico, estesi a tutto il territorio comunale e, quando necessario, ad un significativo intorno tale da comprendere anche aree in cui si possono verificare fenomeni che interferiscono con l’area in esame.

2. **Fase di approfondimento/integrazione** che, a partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, costituisce il valore aggiunto operato dal professionista (attraverso esecuzione di campagne di rilevamento sul terreno) e che comprende anche l'analisi della sismicità del territorio.

3. **Fase di sintesi/valutazione** definita tramite la carta dei vincoli che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico, e la carta di sintesi che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

4. **Fase di proposta** definita attraverso la redazione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di attuazione, prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico; alle classi di fattibilità individuate vengono sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

Si premette fin d'ora come le informazioni o i dati deducibili dagli elaborati descrittivi o dalla cartografia allegata al presente documento hanno puramente una funzione di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico–tecniche specifiche; pertanto **non possono venire utilizzati per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini di approfondimento o di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”**.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38).

3. METODOLOGIA DI LAVORO

In questo capitolo viene ripresa e descritta in modo più approfondito la sequenza delle attività di lavoro elencate sinteticamente nella sezione precedente.

3.1 ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

E' stato effettuato uno screening preliminare di tutta la documentazione tecnica esistente relativa allo stato attuale delle conoscenze del territorio comunale di Saltrio che ha rappresentato la base di tutto il lavoro successivo; in particolare sono stati utilizzati come elemento fondamentale gli studi geologici ed idraulici precedentemente realizzati sul territorio comunale.

3.2 ESAME BIBLIOGRAFICO

Si è proceduto ad una raccolta ordinata della bibliografia esistente comprendente:

- o bibliografia tematica geologica;
- o relazioni tecniche eseguite da Società e/o Studi privati che hanno operato nell'ambito del territorio comunale;
- o documentazione tecnica messa a disposizione dall'Ufficio Tecnico del Comune di Saltrio, in modo particolare il precedente studio geologico del territorio comunale "*Analisi geologiche per la pianificazione comunale D.G.R. n. 5/36147 – 18.06.93*" redatto da Studio Savi Dott. Ing. Attilio e Dott. Geol. Claudio Corno;
- o documentazione consultabile presso le strutture regionali e sul Portale dell'Informazione Territoriale della Regione Lombardia.

Il materiale raccolto ha permesso di individuare in via preliminare i principali lineamenti fisici del territorio e le sue fondamentali caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche.

3.3 ANALISI FOTO-INTERPRETATIVA

Si è ritenuto importante non trascurare l'esame di fotografie aeree (reperate presso la Regione con strisciate relative agli ultimi 15 anni circa) e delle ortofoto a colori consultabili in rete (Portale Cartografico Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione Generale per la Difesa del Suolo) che hanno contribuito alla definizione delle caratteristiche morfologiche del territorio e alla definizione preliminare degli elementi antropici più significativi.

Gli elementi emersi, riportati specialmente sugli elaborati a carattere geologico-geomorfologico, hanno preceduto, ed in parte guidato, l'esecuzione dei rilievi a terra.

3.4 RILIEVI DI SUPERFICIE

In conformità a quanto previsto sono stati eseguiti rilevamenti in sito dell'area per un completamento dei dati raccolti nelle fasi preliminari.

In particolare questi rilevamenti sono consistiti in:

- verifica nel dettaglio delle caratteristiche geologiche e di facies dei terreni, sfruttando sia gli spaccati naturali (terrazzi morfologici, alvei fluviali, ...) che artificiali (scavi per la realizzazione di edifici, intagli stradali, ...); le informazioni raccolte sono poi state confrontate con tutto il materiale a tema raccolto (stratigrafie di scavi di saggio, sondaggi e pozzi idrici realizzati sia sul territorio comunale che in un intorno significativo nei territori dei comuni limitrofi);
- verifica dello sviluppo dei tipi e dei processi geomorfologici, con particolare attenzione a quelli che potenzialmente possono interagire negativamente con infrastrutture antropiche, aree edificate o suscettibili di futura espansione urbanistica, e loro distinzione in base sia alla causa predisponente (gravità, acque correnti superficiali, ...) che allo stato di attività (attivi, quiescenti, inattivi e/o stabilizzati).

I processi e le forme riconosciuti sono stati riportati sugli elaborati cartografici, per quanto possibile, secondo i simboli grafici e colori attualmente riconosciuti e accettati.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Saltrio è situato in Provincia di Varese a circa 15 Km a nord-est rispetto al capoluogo provinciale.

Si estende, con direzione allungata N-S, su di un'area complessiva di circa 3,4 Km²; i comuni confinanti sono Viggiù (ad occidente) e Clivio (a sud); ad est e a nord confina con la Confederazione Elvetica.

La porzione centro-meridionale del territorio comunale, a morfologia collinare debolmente ondulata, è caratterizzata dalla prevalenza di depositi continentali quaternari con morfologie tipiche del modellamento glaciale; a nord dell'area urbanizzata il paesaggio è di tipo montuoso con estesi affioramenti del substrato roccioso carbonatico mesozoico.

L'idrografia è relativamente sviluppata e comprende aste idriche a carattere torrentizio che scendono con direzione media N-S lungo il versante meridionale del Monte Pravello, le più importanti fra le quali sono il Rio Valmeggia, il Rio Lavazée e il Torrente Ripiantino, tutti tributari in destra orografica del Torrente Clivio che scorre invece con direzione NE-SW .in prossimità dell'estremità meridionale del comune.

4.1 CARTOGRAFIA

Per la redazione degli elaborati grafici allegati alla relazione si è fatto riferimento alla cartografia di seguito elencata:

- a) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio n. 31 "Varese";
- b) Tavoletta I.G.M.I. 31 I SE "Arcisate" alla scala 1:25.000;
- c) Sezioni A4e3 "Porto Ceresio", A4e4 "Ronago" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000;
- d) Rilievo aerofotogrammetrico rappresentazione conforme UTM WGS 84 della Comunità Montana Valli del Verbano.

PARTE I – FASE DI ANALISI

5. ANALISI GEOLOGICA

5.1 GENERALITÀ

Il territorio oggetto della presente indagine appartiene, dal punto di vista geologico, alla più ampia unità tettonica delle Alpi meridionali o Sudalpino, e più precisamente alla porzione delle Prealpi Lombarde Occidentali denominata comunemente in letteratura “Zona del Varesotto-Luganese”, caratterizzata da una successione di scaglie tettoniche parzialmente sovrascorse le une sulle altre in seguito ai movimenti compressivi legati all’inizio della orogenesi alpina che hanno determinato un’apparente vergenza meridionale delle strutture.

Strutturalmente i suddetti corpi rocciosi sono organizzati in una successione di pieghe anticlinali e sinclinali, con assi a direzione media prevalente E-W o NNE-SSW, variamente dislocate da lineamenti ad andamento prevalente N-S e subordinatamente WSW-ENE già presenti durante la fase distensiva triassico superiore-giurassico inferiore che hanno determinato la tipica configurazione paleogeografica a horst e graben, parte dei quali riattivati durante l’orogenesi meso- e tardo alpina.

Il substrato roccioso è costituito da formazioni sedimentarie che occupano un arco di tempo dal Trias superiore al Giurassico medio e superiore; le rocce più antiche, a composizione prevalentemente carbonatica (calcarei e dolomie), affiorano estesamente in corrispondenza del fianco meridionale del Monte Pravello; le formazioni più recenti, sia carbonatiche che marnoso-silicee, affiorano lungo l’alveo del Torrente Clivio o limitatamente alle principali incisioni vallive che solcano il territorio comunale (Rio Ripiantino e Torrente Valmeggia).

5.2 DESCRIZIONE DELLE UNITA' CARTOGRAFATE

In questo paragrafo vengono descritte le principali caratteristiche litologiche delle formazioni cartografate individuate in allegato 1 (carta di inquadramento geologico alla scala 1:5.000 su base CTR) e organizzate dalla più antica alla più recente.

FORMAZIONI DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

- Dolomia Principale (DP) (Norico)

Costituisce gran parte del massiccio Monte Orsa-Monte Pravello; litologicamente è costituita da una sequenza monotona di dolomie chiare microcristalline con stratificazione massiva (banchi) o in strati amalgamati alternate a dolomie stromatolitiche (*Frauenfelder, 1916; Senn, 1924; Leuzinger, 1926; Wiedenmayer, 1963*) depositatesi in un bacino di acque calda, poco profonda e ben ossigenata, tipica di una piattaforma carbonatica persistente.

Le tonalità cromatiche prevalenti variano fra il biancastro e il nocciola, più raramente si presenta di colore grigio; frequentemente gli strati sono pervasi da micro cavità con bordi irregolari (vacuoli millimetrici) disposti parallelamente alle laminazioni spesso distribuiti su più ordini all'interno del medesimo banco.

Localmente, alla base della formazione (es. sentiero che costeggia la strada di arrocco della cava Salnova in comune di Saltrio) si rinvengono breccie a clasti spigolosi centimetrici in matrice dolomitica biancastra

Il limite superiore è graduale con la Dolomia del Campo dei Fiori; ad est della cresta spartiacque che separa la valle del Poaggia da quella del Torrente Ripiantino (860 m s.l.m.) la Dolomia Principale è ricoperta direttamente dalla Formazione di Saltrio; lo spessore massimo è stimabile intorno ai 350-400 m.

- Dolomia del Campo dei Fiori (DCF) (Retico inferiore e medio)

Affiora lungo la valle del Torrente Poaggia (potenza circa 16 m) fino allo spartiacque del rilievo che separa la valle del Poaggia da quella del Torrente Ripiantino (potenza 4 m); ad est di tale punto la formazione, di spessore ridotto a circa 4 m, viene a mancare.

Litologicamente prevalgono dolomie e dolomie calcaree, talora debolmente marnose e fossilifere, di colore bruno chiaro o grigio nocciola (più raramente grigio-bruno, grigio-verdognolo

o grigio-giallastro) a stratificazione da sottile a massiccia; localmente si rinvengono intercalazioni irregolari di marne dolomitiche o calcaree o giunti argillosi giallastri di spessore centimetrico.

In corrispondenza della sella che separa la valle del Poaggia da quella del Ripiantino la formazione è a contatto con le soprastanti calcareniti della Formazione di Saltrio mediante una superficie irregolarmente ondulata per la presenza di piccole tasche di materiale argilloso rossastro o giallognolo (*Gnaccolini, 1964*).

- **Formazione di Saltrio** (SAL) (Lias inferiore)

La Formazione di Saltrio comprende facies trasgressive eterogenee che rappresentano la transizione fra l'ambiente sedimentario carbonatico di acque poco profonde del Triassico superiore a quello di mare profondo del Liassico inferiore (*Kählin & Trümpy, 1977*); dal punto di vista litologico prevalgono calcari da fini ad arenitici compatti di colore grigio azzurrognolo o nocciola generalmente a stratificazione piano parallela media, localmente con selce, in noduli centimetrici o liste di colore giallastro o grigio.

La Formazione di Saltrio (*Taramelli, 1880; Frauenfelder, 1916; Senn, 1920; Wiedenmayer, 1963; Frauenfelder, 1918*), presenta comunque una notevole variabilità litologica, in particolare la porzione basale della stessa fu oggetto di coltivazione mediante numerose cave in sotterraneo (cava Brusata Alta e Brusata Bassa del Rio Ripiantino, cave di Levante e di Ponente); attualmente viene coltivata nella cava Salnova per produzione di pietrisco.

Kählin & Trümpy (1977) distinguono 3 facies: la facies tipo Viggiù, costituita da calcarenite epiclastica sovente dolomitizzata (doloarenite-grainstone oolitico) con laminazioni incrociate e struttura spesso gradata, di colore bianco avorio o tendente ad un giallo sporco, dalla caratteristica porosità per la presenza di abbondanti microcavità millimetriche di forma irregolare; la facies tipo Saltrio, costituita da biocalcarene chiara compatta a grana da media a grossolana, e la facies tipo Poaggia costituita da micrite laminata di colore nero o grigio (pelmicrite) in strati di spessore generalmente decimetrico.

Frequentemente nel Calcere di Saltrio si trovano orizzonti e tasche marnose.

La potenza del Calcere di Saltrio è parecchio incostante, variando fra 2 e 10-20 metri; tali oscillazioni sono di origine primaria, in risposta a variazioni durante la deposizione del sedimento, e secondarie, causate dalla dislocazione verticale dei contatti in corrispondenza di faglie o sovrascorrimento all'interno dell'unità o fra unità differenti.

La fauna della Formazione di Saltrio è molto ricca (oltre 100 specie) e comprende crinoidi, brachiopodi, bivalvi, gasteropodi, nautiloidi ed ammoniti.

Calcarea di Moltrasio (“**Calcarea Selcifera Lombardo**” AA. Svizzeri) (MOT) (Lias medio; Hettangiano -Pliensbachiano)

Affiora con buona continuità lungo l’alveo del Torrente Poaggia verso Viggiù e lungo buona parte del versante meridionale del massiccio S.Elia-Orsa-Pravello (Cava Salnova).

La facies più caratteristica è rappresentata da calcari di colore variabile dal grigio scuro al nero, spesso silicei, organizzati in strati piano paralleli di spessore decimetrico (variabile generalmente fra 10-40 cm; occasionalmente banchi potenti fino al metro o più); tipica della formazione la presenza di selce abbondante, di colore grigio scuro o nera, in noduli centimetrici o in liste parallele alle superfici di strato; frequenti anche interstrati centimetrici di marne grigio verdi fogliettate.

I calcari nerastri sono spesso silicei a causa di una certa quantità di silice uniformemente sparsa nel calcare o irregolarmente concentrata in certe zone senza comunque generare veri e propri noduli o liste (banchi di spicole con > 25% di scheletri di spugne e calcare spicolitico 10-25% di scheletri di spugne): in seguito a processi di decalcificazione, per degradazione meteorica, tale selce finisce per essere isolata conferendo al calcare un aspetto “cariato” o “spugnoso” perdendo la colorazione scura data dal pigmento carbonioso ingiallendo o venendo ad assumere tonalità biancastre.

La porzione basale della formazione è sovente caratterizzata da una calcarenite bruna o nerastra, a grana generalmente media passante talvolta a microbreccia.

Nella Zona del Varesotto-Luganese, corrispondente ad un alto strutturale, la formazione presenta una potenza molto ridotta rispetto alle aree bacinali limitrofe (Bacino del Monte Nudo e del Monte Generoso) stimabile fra 150 e 200 metri

Domaro (DOM) (Lias medio; Domeriano o Charmoutiano) (Cita, 1962)

Prevalenti calcari e calcari marnosi grigiastri o giallastri, chiari, talora selciosi, compatti, a stratificazione media, con interstrati centimetrici di marne policrome; localmente presentano venature o macchie rosate o rossastre.

Nell'area fra Viggiù e Saltrio tali calcari assumono spesso aspetto cariato, con liste di selce bionda, sopra ai quali si passa a calcari fossiliferi con noduli verdastri e contenenti spesso ammoniti piritizzate; occasionalmente interstrati centimetrici di marne scagliose grigio-verdastre.

I calcari presentano tonalità cromatiche prevalenti sul grigio-olivastro o nocciola chiaro (generalmente nella porzione inferiore e media della formazione) anche se non sono rare dominanti tonalità tendenti al rosso rosato o rosso mattone che possono interessare interamente gli strati o essere ridotte a semplici chiazze o screziature (più frequenti verso l'alto stratigrafico), in prossimità del passaggio al Rosso Ammonitico Lombardo sono dominanti tonalità rosso rosate o rosso mattone.

La presenza della selce è irregolare sotto forma di liste o, più frequenti, noduli centimetrici; lo spessore della formazione viene valutato variabile fra 50-80 metri, comunque inferiore a 100 metri.

Rosso Ammonitico Lombardo (AMM) (Lias superiore – Toarciano)

La formazione, di spessore massimo valutabile fra 20 - 25 metri, si presenta per lo più come alternanza di calcari marnosi rossastri dal caratteristico aspetto nodulare e marne calcaree rosso mattone in strati piano paralleli dello spessore di 20-30 cm; affiora in sinistra orografica del Torrente Ripiantino a SE del cimitero e lungo l'alveo del Torrente Clivio (esternamente al territorio comunale).

Molto ricca risulta la fauna ad Ammoniti.

Gruppo del Selcifero Lombardo (Radiolariti+Rosso ad Aptici)

Il termine "Selcifero", tramandatosi nell'uso comune, indica un insieme di formazioni (le Radiolariti e il Rosso ad Aptici) accomunate da caratteri litologici fra cui il più evidente è, ovviamente, la diffusione della silice e dei corpi selciosi.

Radiolariti (RSL) (Giurassico medio - sup.; Dogger-Malm; Calloviano-Oxfordiano)

Nella porzione basale prevalgono marne variegata rossastre o rosate con striature di colore grigio-verde, fissili e quasi "scistose" con tendenza a disgregarsi facilmente in prismi centimetrici; irregolarmente intercalati spiccano livelli competenti di marne silicee, debolmente calcaree, con strutture mammellonari pluricentimetriche; verso l'alto le marne tendono ad essere sostituite da

selci policrome rosso vinate, verdi, olivastre o grigie in strati piano paralleli di spessore centimetrico, spesso contorti o rinsaldati, con interstrati millimetrici o veli marnoso-argillosi.

I principali affioramenti sono osservabili lungo la carreggiabile nei pressi del cimitero di Saltrio, nell'alveo del Torrente Ripiantino, nel solco torrentizio presso il parco pubblico di Saltrio e con limitati affioramenti lungo il rilievo a NW della dogana di Saltrio.

Lo spessore risulta difficilmente determinabile per via dell'abbondante copertura e della giacitura degli strati spesso ripetutamente piegati; si può comunque ragionevolmente stimare nell'ordine di 25-30 metri.

Rosso ad Aptici (RAP) (Giurassico superiore-Malm - Kimmeridgiano - Titoniano)

Successione irregolare di marne, talora debolmente calcaree, e calcari marnosi di colore prevalentemente rosso mattone o vinato con screziature, chiazze o venature reticolate e variegature verdastre o biancastre, in genere a stratificazione sottile o media; la selce è diffusa, distribuita in modo irregolare, concentrata nella porzione centrale dei singoli strati in noduli, liste centimetriche e/o lenti.

Raramente si tratta di inclusioni di silice pura; più spesso la concentrazione di silice tende a diminuire o verso le zone periferiche.

La formazione, i cui affioramenti principali sono individuabili lungo l'alveo del Torrente Clivio, presenta uno spessore massimo stimabile intorno ai 15-20 metri.

Maiolica (MAI) (Giurassico superiore.-Malm, Cretaceo inferiore, Titoniano sup.-Berrasiano- Barremiano)

Affiora in corrispondenza del tratto terminale dell'alveo del Torrente Ripiantino e lungo l'alveo del Torrente Clivio; litologicamente prevalgono calcilutiti compatte, di colore biancastro o avorio, a stratificazione da media a sottile e frattura concoide o scheggiata; subordinatamente calcari debolmente marnosi e interstrati marnoso-argillosi; la selce, localmente abbondante, di colore da grigiastro fino a rosso vivo, si presenta in noduli centimetrici e/o liste di continuità laterale anche metrica.

Sulla base dei dati bibliografici si stima uno spessore variabile fra 150-200 m.

DEPOSITI CONTINENTALI PLIO-QUATERNARI

Unità di Saltrio (CSa) (?)

E' costituita da depositi glaciali (diamicton massivo) a supporto di matrice sabbioso-limosa di colore bruno scuro; i clasti, eterometrici, comprendono sia elementi carbonatici (non o leggermente alterati) che rocce vulcaniche (non alterate o con *cortex* di alterazione).

Definita come Unità da Rossi (1997), era stata compresa da Belli (1993) nell'Alloformazione del Monterosso, corrispondente al Mindel degli Autori precedenti (Unità della Colma ?); l'unità, che verosimilmente ricopre direttamente il substrato roccioso, affiora lungo l'alveo del torrente Valmeggia ad est dell'Istituto Principe di Piemonte, fra quota 560 e 580 m s.l.m.

Conglomerati di Mendrisio (CCM) (?)

L'unità è individuabile in affioramenti sparsi e frammentari lungo l'alveo del Torrente Gaggiolo, a margine dell'alveo a quote comprese fra 545 e 560 m s.l.m.; litologicamente appare costituita da un'alternanza irregolare di ghiaie cementate grossolane e mal selezionate, a supporto clastico a clasti eterometrici poligenici angolosi o subangolosi, e ghiaie medie e fini massive a supporto di matrice sabbiosa; localmente solo orizzonti sabbiosi.

L'unità corrisponde a depositi fluviali/fluvio-glaciali di origine ed età differenti considerati come appartenenti all'Allogruppo della Colma.

Allogruppo di Besnate indifferenziato (Be) (Pleistocene medio-Pleistocene superiore)

Rappresenta l'unità con maggiore estensione areale, con un profilo di alterazione relativamente poco evoluto di spessore variabile tra 2,5 m e 4,5 m; comprende al suo interno depositi glaciali (till di ablazione e alloggiamento) costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa con clasti eterometrici poligenici (in prevalenza carbonatici e rocce vulcaniche) e depositi fluvio-glaciali-fluviali e/o glacio-lacustri a prevalenza di sabbie massive da fini a medie con ghiaia e rari ciottoli (i primi) e di limi argillosi-sabbiosi massivi o argille limose-sabbiose (i secondi).

L'alterazione, in genere, è limitata al 30% dei clasti con i litotipi calcarei decarbonatati e quelli cristallini parzialmente arenizzati.

I cordoni morenici riferibili all'episodio Besnate, sono geneticamente correlabili alla lingua glaciale di Porto Ceresio e di Capolago-Como che a sud del Monte Pravello (Poncione d'Arzo) si uniscono arrivando, a monte di Saltrio, fino a quota di circa 550 m s.l.m; in particolare l'ampia

distanza fra i cordoni morenici sull'altopiano di Viggiù-Saltrio può essere correlata ad un ritiro rapido del fronte glaciale.

Unità Post-glaciale (Pg) (Olocene - attuale)

Unità allostratigrafica comprendente i depositi dell'ultimo evento sedimentario iniziato subito dopo il ritiro del ghiacciaio dell'episodi Cantù e tutt'ora in corso di evoluzione/deposizione.

Costituisce l'unità più recente nell'ambito dell'area di studio comprendente le alluvioni attuali e recenti del fondovalle del Torrente Clivio e le falde detritiche alla base delle principali scarpate rocciose.

Falde di detrito (Pg1): trattasi di depositi di spessore variabile che si sviluppano alla base delle principali scarpate rocciose, alimentati dal materiale litoide proveniente dalla disgregazione fisica e meccanica degli ammassi rocciosi sovrastanti.

Le falde detritiche lungo il versante settentrionale del massiccio Monte S. Elia – Monte Orsa – Monte Pravello (Poncione d'Arzo) sono costituite in prevalenza da blocchi e massi a supporto clastico; a N di Saltrio, lungo le pendici meridionali del Monte Pravello si individuano ghiaie e ciottoli carbonatici in matrice sabbiosa o ghiaiosa fine.

Depositi fluviali (Pg2): sono costituiti da prevalenti ghiaie ben selezionate con ciottoli, spesso embricati, non alterati, poligenici, in genere subarrotondati a supporto clastico o di matrice sabbiosa grossolana; localmente tasche di sabbie prevalenti.

Depositi eterogenei di versante (mo)

In questa classe sono stati compresi i depositi morenici di versante (diamicton a supporto di matrice sabbioso-limosa con ciottoli eterometrici poligenici) caratterizzati da spessore variabile ma generalmente ridotto che ricoprono il substrato subaffiorante, gli accumuli di frana, nonché le falde di detrito (ghiaie a supporto clastico o di matrice limoso-sabbiosa) e i depositi colluviali (depositi fini massivi con rari clasti sparsi) non fedelmente cartografabili alla scala dell'elaborato grafico.

DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA

Sono costituiti dal materiale di risulta proveniente dalla coltivazione in sotterraneo della Formazione di Saltrio che veniva accumulato in prossimità degli imbocchi per la realizzazione di muri di contenimento o scaricato lungo il versante sottostante gli imbocchi o le vie di accesso.

Le forme più significative cartografate (a1) sono individuabili in corrispondenza della cava della Brusata Alta del Torrente Ripiantino, a lato della cava di Levante e sul fianco della cava Salnova fino all'alveo del Ripiantino.

Trattasi di accumuli di blocchi e massi di forma prismatica e/o tabulare ben visibili in quanto generalmente privi di copertura vegetale.

Nella zona di pertinenza della cava Salnova oltre ai depositi sopra citati si possono osservare anche rilevanti accumuli di materiale sabbioso e sabbioso argilloso derivante dall'azione di asportazione della sottile copertura glaciale ed eluvio-colluviale del substrato roccioso.

Sulla carta con la sigla a2 sono stati perimetrati i depositi di origine antropica derivanti dall'attività estrattiva attiva; questi comprendono le aree già interessate da recupero morfologico, i cumuli di materiale cavato e lavorato, le aree interessate da riporto di materiale inerte.

5.3 SEZIONI STRATIGRAFICHE

In questo paragrafo vengono riportate le descrizioni delle sezioni stratigrafiche di dettaglio di affioramenti utilizzati per la redazione della cartografia e del testo de "Geologia del Mendrisiotto (Canton Ticino, Svizzera): Messiniano, Pliocene, Quaternario (*Bini A., Felber M., Pomicino N. e Zuccoli L.; 2001*).

A4e3 A10

n. di terreno: 148 (Rossi)

Località: Grasso inferiore (Saltrio)

Coordinate: 1.494.610/5.080.100

Quota: 550 m s.l.m.

Affiora:

140 cm Diamicton massivo a supporto di matrice sabbiosa-limosa. Clasti eterometrici di dimensioni massime 70 cm e medie 4 cm, da subarrotondati ad arrotondati, costituiti

da carbonati, alcuni argillificati, rocce vulcaniche non alterate o leggermente alterate, alcune quarziti. Limiti non visibili

Interpretazione: *till di ablazione dell'Allogruppo di Besnate indifferenziato.*

A4e3 A11

n. di terreno: 149 (Rossi)

Località: Casa Oro (Saltrio)

Coordinate: 1.494.440/5.080.590

Quota: 580 m s.l.m.

Affiora:

50 cm Diamicton massivo a supporto di matrice costituita da limo sabbioso di colore 10YR5/6 (bruno giallastro). Clasti eterometrici, da subangolosi a subarrotondati, costituiti da carbonati, alcuni striati, non alterati o alterati e rocce vulcaniche. Limite inferiore non visibile, superiore coincidente con la superficie topografica

Interpretazione: *till di ablazione dell'Allogruppo di Besnate indifferenziato.*

A4e3 A12

n. di terreno: 151 (Rossi)

Località: Torrente Gaggiolo

Coordinate: 1.494.805/5.080.340

Quota: 530 m s.l.m.

Affiora dal basso:

90 cm Argilla limosa massiva con livelli di spessore centimetrico di sabbia fine. Colore 10YR5/4 (bruno giallastro). Limite inferiore non visibile, superiore graduale

50 cm Argilla limosa con clasti sparsi, di dimensioni massime 25 cm, inalterati, poligenici, alcuni striati. Limite superiore netto.

80 cm Sabbia fine limosa massiva e sabbia media grossolana. Gradazione inversa. Limite superiore coperto.

80 cm Copertura

Interpretazione: *depositi glacio-lacustri e fluvio-glaciali dell'Allogruppo di Besnate indifferenziato.*

A4e3 A13

n. di terreno: 152 (Rossi)

Località: torrente vicino all'Istituto Principe di Piemonte, Viggiù

Coordinate: 1.493.485/5.080.520

Quota: 580 m s.l.m.

Affiora:

5 m Diamicton massivo a supporto di matrice sabbioso limosa di colore 7.5YR5/6 (bruno forte). Clasti eterometrici, di dimensioni massime 25 cm, da subangolosi a subarrotondati, costituiti da carbonati, alcuni striati, non alterati o leggermente alterati, rocce vulcaniche con *cortex* di alterazione o non alterate. Limite inferiore non visibile, superiore coincidente con la superficie topografica

Interpretazione: *till dell'Unità di Saltrio (Allogruppo della Colma).*

A4e3 A15

n. di terreno: 11A (Chiera)

Località: Viggiù, Istituto Principe di Piemonte

Coordinate: 1.493.500/5.080.440

Quota: 560 m s.l.m.

Affiora:

3 m Conglomerato costituito da ghiaia grossolana mal selezionata. Clasti di dimensioni comprese fra 1 e 60 cm, subarrotondati, di forma da allungata a irregolare. Vaga gradazione inversa. A letto fenomeni di travertinizzazione. In base alla petrografia e alla forma dei clasti il deposito evidenzia una alimentazione locale. Substrato costituito da argilla di colore nocciola affiorante alla base del conglomerato per poco più di 10 cm. Petrografia: calcari e dolomie 90%, alpini 2%, rocce vulcaniche 8%.

Sezione sottile: conglomerato costituito da ghiaia a supporto di matrice, con ciottoli subangolosi o angolosi in massima parte di natura calcarea con subordinati porfidi e quarzi metamorfici. E' presente abbondante matrice di deposizione primaria; gli unici vuoti presenti derivano dalla dissoluzione di clasti che successivamente sono stati

21

parzialmente riempiti da calcite; solo in pochi casi tali vuoti sono stati totalmente occupati dalla calcite.

Campione a mano: conglomerato costituito da ghiaia a supporto di matrice sabbiosa grossolana con clasti di dimensione compresa fra 1 e 3 cm, principalmente di natura calcarea con qualche porfido e un clasto di arenaria. Tali clasti presentano spigoli subarrotondati. Buona parte dei clasti calcarei risulta alterata dall'interno, a volte questa alterazione dà origine a cavità in cui precipita calcite. Anche la superficie esterna dei clasti presenta corrosioni ed alterazioni. Nel campione si notano diverse cavità di dissoluzione con diametro di 1-2 mm presumibilmente dovute alla completa alterazione dei clasti calcarei. La natura dei ciottoli che costituiscono la matrice è per lo più calcarea con qualche granello di quarzo e porfido. Tale matrice sabbiosa risulta dispersa all'interno di una matrice più fine di colore chiaro.

Interpretazione: *Conglomerato di Mendrisio (Allogruppo della Colma)*.

5.4 ASSETTO STRUTTURALE

Come anticipato ad inizio di capitolo l'area di indagine si colloca nella Zona del Varesotto-Luganese a sua volta parte del più ampio dominio delle Alpi Meridionali che, secondo le ipotesi più recenti (*Pieri & Groppi, 1981; Bernoulli et al., 1990; Schönborn, 1990-1992; Schumacher & Laubscher, 1996*) elaborate anche sulla base dell'interpretazione di profili sismici (NRP 20 e CROP), sarebbero il prodotto della giustapposizione di diverse unità tettoniche variamente sovrascorse le une sulle altre secondo un modello cinematico a *thrust* e *ramp-fold*.

Il segmento di Alpi Meridionali compreso fra il Lago Maggiore e il Lago di Como secondo tali schemi sarebbe il prodotto dell'"interferenza" di due sistemi tettonici completamente differenti quali il "complesso Ivrea-Ceneri" e la "nappe Orobica Superiore", quest'ultima smembrata da importanti lineamenti tettonici ad andamento N-S ed E-W e costituita a sua volta da varie unità tettoniche fra cui l'unità denominata "Morcote-Salvatore-Valcuvia belt" cui appartiene l'area di studio.

L'interpretazione delle riflessioni sismiche profonde (linee sismiche S3 e S7 NRP 20) evidenzia come ad ovest della Linea di Lugano siano presenti piani di scollamento nord vergenti discordanti con la superficie orizzontale che delimita la falda Orobica Inferiore e con i piani di

sovrascorrimento immergenti a sud in corrispondenza del fianco dell'anticlinale dell'Arbostora e delle principali falde tettoniche.

Tali piani (*backthrust*) sono l'espressione di fenomeni di raccorciamento crostale durante le fasi compressive dell'orogenesi alpina e suggeriscono quindi l'esistenza di vari sistemi di *ramp-fold*.

Il tema strutturale dominante nel settore indagato e nelle aree adiacenti è costituito da una tettonica di tipo plicativo entro cui è riconoscibile una sequenza di pieghe anticlinali e sinclinali con asse orientato ENE-WSW e fianchi a debole inclinazione.

Fra tali elementi sono citati in bibliografia la Sinclinale di Viggiù, l' Anticlinale di Brenno e la Sinclinale di Loro.

Sinclinale di Viggiù

E' una piega sinclinale con asse ad orientazione ENE-WSW che si sviluppa dalla piana immediatamente a sud del Monte Useria passando per gli attuali nuclei urbani di Viggiù e Saltrio e con prosecuzione a nord di Grasso Inferiore ove il nucleo è costituito dalle formazioni del Selcifero (Radiolariti).

Anticlinale di Brenno

Piega anticlinale debolmente asimmetrica con asse subparallelo alla Sinclinale di Viggiù, si sviluppa dal rilievo a sud del Monte Useria passando per il cimitero di Brenno, la località Tassera e proseguendo verso est fino a Grasso ove tende a perdere progressivamente la propria identità generando una blanda curvatura ad ampio raggio nelle formazioni del Selcifero.

Sinclinale di Loro

Piega simmetrica ad ampio raggio con asse orientato all'incirca WNW-ESE al cui nucleo affiorano i calcari cretacei della Maiolica.

Per quanto concerne la tettonica rigida i principali elementi di dislocazione (faglie) presentano orientazione N-S, ad essi si accompagnano elementi WSW - ENE.

5.5 SEZIONE GEOLOGICA

Al fine di cogliere in modo più immediato i rapporti di giustapposizione fra le differenti formazioni rocciose rinvenute nell'ambito del territorio comunale è stata realizzata una sezione geologica interpretativa proposta in allegato 1/a.

L'esame della sezione mette in evidenza una struttura monoclinale che interessa il massiccio del monte Pravello con le formazioni immergenti mediamente verso sud con inclinazioni prossime ai 30°; all'altezza di località Grasso, sotto spessori localmente significativi di copertura continentale quaternaria, si individuano le formazioni siliceo-marnose corrispondenti a Rosso Ammonitico e Radiolariti organizzate in una successione di blande strutture plicative aperte con inclinazione dei fianchi a basso angolo che consentono, nonostante lo spessore ridotto delle due formazioni, un loro affioramento su aree piuttosto estese.

6. ANALISI GEOMORFOLOGICA

6.1 GENERALITA'

Lo studio geomorfologico ha inteso riconoscere oltre alle forme proprie del paesaggio in esame, nei tratti originari e in quelli indotti delle trasformazioni storiche cui è stato oggetto, anche i processi attraverso i quali i medesimi tipi morfologici si sono originati.

Sinteticamente è possibile suddividere il territorio comunale in due unità geomorfologiche distinte geneticamente correlabili all'evoluzione tettonica del territorio ed al successivo modellamento glaciale.

La porzione centro settentrionale, indicativamente da quote superiori a 550 m s.l.m., presenta morfologie tipiche dell'ambiente montano con versanti ad acclività piuttosto omogenea (mediamente $\geq 40\%$), copertura boschiva continua ed estese porzioni in cui il substrato roccioso, di natura essenzialmente carbonatica (calcari e dolomie), affiora o risulta coperto da depositi quaternari di spessore ridotto.

L'evoluzione morfologica si esplica prevalentemente attraverso processi di tipo gravitativo con ampia diffusione di falde di detrito, in larga parte stabilizzate e colonizzate da vegetazione, presenti in modo diffuso e con buona continuità alla base delle principali scarpate rocciose ed alimentate dalla disgregazione fisica e meccanica degli ammassi rocciosi (soprattutto in Dolomia Principale).

La natura carbonatica del substrato favorisce inoltre lo sviluppo di forme micro- e macrocarsiche sia epi- che ipogee; parte delle cavità risultano invece di tipo tettonico.

La rimanente porzione del territorio comunale, che coincide con il settore urbanizzato, deriva le sue forme soprattutto dal modellamento glaciale operato a partire dal Pleistocene medio dalle lingue glaciali del ghiacciaio di Porto Ceresio e di Capolago-Chiasso, unitesi a sud del Monte Pravello (Poncione d'Arzo) raggiungendo i terreni fino a circa 550 m s.l.m.

Il paesaggio è di tipo collinare, blandamente ondulato, caratterizzato da dossi morenici arrotondati, in rilievo morfologico e ben distanziati gli uni dagli altri, e dall'occorrenza di materiali quaternari continentali che ricoprono in modo continuo seppure con spessori fortemente eterogenei

il substrato roccioso, qui costituito da rocce scarsamente permeabili (marne e selci prevalenti con subordinati calcari) del periodo Giurassico medio e superiore.

Come anticipato le attuali forme del territorio oltre che dal modellamento glaciale e antropico sono in stretta correlazione all'evoluzione strutturale e tettonica alpina.

Il settore montano infatti presenta le caratteristiche di una struttura sostanzialmente monoclinale, con strati immergenti verso sud ad inclinazioni mediamente variabili fra 30 e 40°, legata all'orogenesi alpina che ha determinato il sollevamento del massiccio carbonatico Monte S. Elia-Monte Orsa-Monte Pravello; per contro le forme più blande del settore meridionale sono in parte guidate dal tema strutturale di tipo plicativo con successione di pieghe anticlinali e sinclinali con asse orientato ENE-WSW a raggio piuttosto ampio e bassa inclinazione degli strati.

Nell'ambito del territorio comunale appaiono rilevanti anche le forme derivanti dall'attività antropica legata all'attività estrattiva attiva (produzione di pietrisco in cava Salnova) e a quella in sotterraneo, da tempo dismessa, legata alla coltivazione della Formazione di Saltrio per la produzione di pietra ornamentale e da costruzione di grande pregio.

6.2 CENNI METODOLOGICI

La carta della dinamica geomorfologica (allegato 2) è stata redatta sulla base del rilevamento di tutto il territorio comunale ampliato, ove necessario, alle aree ad esso adiacenti, sintetizzato su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valli del Verbano alla scala 1:5.000.

Per il riconoscimento e la classificazione delle forme e dei processi geomorfologici ci si è basati per quanto possibile sulla simbologia riportata in allegato 11 (rif. "*Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12*"), come esplicitamente consigliato dalla normativa vigente, e su quella pubblicata con d.g.r. 6/40996 del 15 gennaio 1999 ("*Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*" a cura di G. B. Pellegrini, A. Carton et Alii – Geografia fisica e dinamica quaternaria, 1993).

Su questa base si sono censiti ed evidenziati tutte le forme e i processi geomorfologici, a prescindere dalle loro dimensioni e pericolosità, catalogati, questi ultimi, in base alla causa predisponente e allo stato di attività.

In particolare per quanto concerne i **fattori predisponenti** sono state individuate le categorie seguenti:

- a) forme, processi e depositi legati alla gravità,
- b) forme, processi e depositi legati alle acque correnti superficiali,
- c) forme, processi e depositi legati all'attività glaciale,
- d) forme dei processi antropici.

In base allo **stato di attività** (*Cruden & Varnes, 1994*) i processi morfologici sono invece stati distinti in:

- a) processo attivo, che presenta cioè uno o più stati di attività, rappresentato sulla cartografia con colore rosso,
- b) processo quiescente, se può essere riattivato dalle sue cause originarie, rappresentato sulla cartografia con colore blu,
- c) processo stabilizzato (o inattivo), che non è più influenzato dalle sue cause originarie o che è stato protetto dalle sue cause originarie da misure di stabilizzazione”) rappresentato sulla cartografia con colore verde;
- d) processo relitto, se inattivo e sviluppatosi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali, rappresentato sulla cartografia con colore verde.

Ne deriva che ogni forma o processo cartografato viene codificato da un simbolo grafico che ne definisce la tipologia e l'ubicazione e da un colore che ne specifica lo stato di attività.

Ad integrazione dei contenuti sopra citati la carta di inquadramento geomorfologico riporta inoltre:

- elementi litologici,
- elementi idrologici e idrografici.

Di seguito verranno prese in considerazione e sinteticamente descritte le singole voci della legenda della carta della dinamica geomorfologica proposta in allegato 2 alla scala 1:5.000 sintetizzata su rilievo aerofotogrammetrico della Comunità Montana Valli del Verbano.

6.3 ELEMENTI DI LITOLOGIA

Sulla base dei dati ricavati dalla letteratura a tema, confrontati ed opportunamente integrati con osservazioni dirette sul terreno, si è proceduto all'individuazione di aree omogenee relativamente ai tipi litologici prevalenti.

Unità 1

Prevalenti ghiaie ben selezionate con ciottoli, spesso embricati, non alterati, poligenici, in genere subarrotondati a supporto clastico o di matrice sabbiosa grossolana; localmente tasche di sabbie prevalenti.

L'unità corrisponde ai depositi alluvionali attuali e recenti della piana alluvionale del .Torrente Clivio a costituire una geometria nastriforme piuttosto ristretta.

Unità 2

Diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa con clasti eterometrici poligenici in prevalenza carbonatici con profilo di alterazione mediamente evoluto; sabbie massive da fini a medie con ghiaia e rari ciottoli; localmente limi argillosi-sabbiosi massivi o argille limose-sabbiose.

Definisce l'area di affioramento dell'Allogruppo di Besnate indifferenziato costituito da depositi glaciali scarsamente selezionati e facies fluvioglaciali.

Unità 3

Alternanza irregolare di ghiaie cementate grossolane e mal selezionate a supporto clastico a clasti eterometrici poligenici angolosi o subangolosi; ghiaie medie e fini massive a supporto di matrice sabbiosa; localmente solo orizzonti sabbiosi.

Corrispondono alle facies cementate attribuite ai conglomerati di Mendrisio in affioramenti sparsi entro la Valle d'Arzo.

Unità 4

Substrato roccioso carbonatico (dolomie e calcari prevalenti) in strati piano-paralleli da decimetrici fino a banchi metrici o amalgamati a granulometria da lutitica ad arenitica affiorante o con copertura discontinua e di spessore variabile (0-3 m) costituita da diamicton a supporto di matrice limoso-sabbiosa a clasti eterometrici poligenici (morene di versante), accumuli di frana, sedimenti fini massivi con rari clasti spigolosi sparsi (colluvi) e/o falde di detrito (ghiaie spigolose a supporto di matrice o clastico).

L'unità corrisponde alle aree di affioramento della Dolomia Principale, Calcarea di Saltrio, Moltrasio e Domaro che costituiscono l'ossatura del massiccio montuoso Monte Orsa-Monte Pravello; all'interno dell'unità è stata compresa anche la zona di affioramento della Maiolica, distribuita fra la porzione terminale del Torrente Ripiantino e il suo sbocco nel Torrente Clivio.

Unità 5

Substrato roccioso marnoso-siliceo a stratificazione piano parallela da sottile a media affiorante/subaffiorante; corrisponde alle aree di distribuzione delle Radiolariti e Rosso Ammonitico Lombardo.

6.4 DESCRIZIONE DEI PROCESSI CARTOGRAFATI

I tipi e i processi geomorfologici sono stati censiti e cartografati in base al fattore predisponente in:

Forme, processi e depositi legati all'attività glaciale

Cordoni morenici

Trattasi di forme inattive edificate durante le ripetute fasi di avanzamento e ritiro delle lingue glaciali in conseguenza delle pulsazioni climatiche; in particolare ogni cresta morenica corrisponde ad un'avanzata glaciale, esse cioè vengono generate dal ghiacciaio in avanzata e rilasciate al ritiro.

Dimensioni e distribuzione sul terreno dipendono strettamente dalle condizioni di alimentazione del ghiacciaio e dalla forma del substrato, infatti in condizioni di sovralimentazione (massima espansione) il ghiacciaio possiede uno spessore maggiore risentendo solo della presenza dei dossi più accentuati del substrato e quindi può espandersi maggiormente.

Nel territorio di Saltrio i cordoni morenici cartografati presentano una orientazione preferenziale est-ovest, in parte coincidenti con dossi semiseolti del substrato roccioso; le forme del quadrante sud-occidentale sono invece poco evidenti spesso parzialmente modificate e obliterate dalla pressione antropica..

Forme dei processi carsici

Trattasi di fenomeni che trovano ampia diffusione nel massiccio carbonatico Monte Orsa-Monte Pravello, fra le quali si possono distinguere sia forme epigee (di tipo macro- e microcarsico) sia forma ipogee ovvero profonde, queste ultime con un ruolo importante nel determinare le modalità della circolazione idrica sotterranea.

Area interessata da intenso sviluppo di forme carsiche epigee

Corrisponde ad una ristretta fascia in corrispondenza del crinale spartiacque fra il Torrente Poaggia (ad ovest) e il Torrente Ripiantino (ed est) caratterizzata da presenza diffusa di forme microcarsiche epigee riferibili prevalentemente a campi solcati (*Karren*) e scannellature carsiche (*Rillenkarren*).

Trattasi di fenomeni carsici superficiali legati all'azione dissolutiva delle acque meteoriche in scorrimento che assumono la forma di scannellature e solcature parallele orientate secondo le linee di massima pendenza separate da creste spesso affilate; ove prevale una giacitura poco inclinata o sub-orizzontale degli strati si incontrano vaschette di corrosione costituite da micro-depressioni generalmente a fondo piano e con forma ovoidale le cui dimensioni possono variare da pochi centimetri al decimetro.

Trattasi ovviamente di una perimetrazione del tutto indicativa.

Grotte

Forme carsiche ipogee (profonde) che si sviluppano prevalentemente entro il Calcere Selcifero Lombardo (Formazione di Saltrio e Calcere di Moltrasio); in particolare nella zona di Saltrio il sistema carsico della zona delle cave è stato oggetto di studi a partire dagli anni '80 (*Bini, Cassani, Prudenzeno - 1978*); infatti l'attività estrattiva ha messo in luce, e spesso completamente

distrutto, numerose cavità di tipo carsico riferibili prevalentemente a pozzi a cascata la cui genesi è legata alla circolazione dell'acqua in corrispondenza di discontinuità subverticali.

Sono forme in parte ancora riconoscibili sulla volta delle camere delle antiche cave ed hanno generalmente una morfologia tipica a campana, con dimensioni assai variabili sia per quanto riguarda lo sviluppo planoaltimetrico sia in sezione.

Da fonte Interreg III A e Speleoclub Valceresio (rif. *Geologia Insubrica 10/1, 2007*) sul territorio comunale di Saltrio sono state catastate nove grotte di cui nel seguito viene proposto uno specchio riassuntivo:

Codice	Denominazione	Anno rilievo	Quota (m s.l.m.)	Sviluppo (m)	Dislivello (m)	Formazione
2121 LoVa	I grotta delle Cave di Saltrio (abisso di S. Paola o pozzo dell'Orbe)	1978	710	25	- 58	Calcare di Saltrio
2124 LoVa	II grotta delle Cave di Saltrio	1901	730	-	-	Calcare di Saltrio
2125 LoVa	III grotta delle Cave di Saltrio	1976	700	7	+ 8.5	Calcare di Saltrio
2126 LoVa	IV grotta delle Cave di Saltrio	1976	700	12	- 3	Calcare di Saltrio
2140 LoVa	V grotta delle Cave di Saltrio	1976	700	20	- 7	Calcare di Saltrio
2401 LoVa	VI grotta delle Cave di Saltrio	1976	ca. 670	19.5	- 7.5	Calcare di Saltrio
2402 LoVa	VII grotta delle Cave di Saltrio	1976	690	4	- 8	Calcare di Saltrio
2415 LoVa	VIII grotta delle Cave di Saltrio	1978	690	20	- 14	Calcare di Saltrio
2416 LoVa	IX grotta delle Cave di Saltrio	-	ca. 680	40	- 37.5	Calcare di Saltrio

Doline

Sono strutture riferibili alla tipologia epigea macrocarsica riconoscibili come conche o depressioni nella morfologia importanti in quanto spesso divengono punti di assorbimento centralizzato di masse d'acqua nel sottosuolo.

Imbocchi di strutture carsiche non definite e forme carsiche minori

Corrispondono a tipi di fenomeni carsici puntuali non definiti, probabilmente riferibili a pozzi o inghiottitoi; sono riconoscibili con una certa frequenza in corrispondenza del crinale spartiacque fra il Torrente Poaggia e il Torrente Ripiantino.

Forme, processi e depositi legati alla gravità

Potenziale distacco e crollo di blocchi da ciglio di scarpata in roccia

Corrispondono a situazioni con presenza di scarpate rocciose subverticali di origine sia naturale che artificiali legate alla coltivazione delle antiche cave in sotterraneo, dal cui ciglio sono possibili distacchi e crollo di blocchi svincolati da sistemi di fratture.

Le forme cartografate sono individuabili in corrispondenza degli imbocchi delle cave di Levante, della Brusata Alta e Bassa e presso una delle aree di accumulo del pietrisco entro l'area di proprietà della Cava Salnova, infine lungo la sponda destra del Torrente Ripiantino a valle di Via Elvezia.

Fenomeni franosi a carattere puntuale (non fedelmente cartografabili)

Trattasi di fenomeni localizzati di scivolamento della copertura a carattere corticale che mobilizzano una limitata quantità di materiale.

Forme, processi e depositi legati alle acque superficiali

Ciglio di scarpata di erosione torrentizia

Corrisponde al ciglio delle principali incisioni torrentizie (Torrente Ripiantino, Torrente Valmeggia etc.); trattasi di forme generalmente stabili ovvero affrancate dall'idromorfia spesso coincidenti con orli di scarpate rocciose (sponda destra del Torrente Ripiantino a valle di via Elvezia presso lo scolmatore della rete fognaria) in corrispondenza dei quali si registrano potenziali fenomeni di crollo..

Ciglio di terrazzo morfologico

Corrisponde agli orli dei pianalti fluvio-glaciali e al ciglio della valle del Torrente Clivio; anche in questo caso si tratta di forme stabili spesso interessate da edificazione.

La continuità di tali forme, che individuano brusche variazioni di pendenza, è spesso interrotta dall'intervento antropico o dalle valli attuali dei principali corsi d'acqua.

Forme dei processi antropici

Terrazzamenti antropici

Questa tipologia individua e comprende sia interventi di risagomatura dei versanti mediante la realizzazione di vari ordini di gradoni artificiali allo scopo di stabilizzare o di garantire un migliore sfruttamento a scopi agricoli o boschivi sia i cigli delle scarpate artificiali di rilevati e/o scavi.

Area interessata da attività estrattiva attiva

Sul territorio comunale di Saltrio è presente una cava attiva per la produzione di pietrisco calcareo (Salnova S.p.A.) sul fianco meridionale del Monte Pravello (Poncione d'Arzo) fra il Torrente Ripiantino e il Torrente Gaggiolo (località Monte Oro); nel Piano Cave Provinciale Varese (adottato dal Consiglio Provinciale con deliberazione n. 76 del 2 dicembre 2004, approvato dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 698 del 30 settembre 2008, pubblicato sul II Supplemento Straordinario n. 48 del 25/11/2008) la cava viene indicata come cava di recupero (Rp2).

Sono state perimetrare indicativamente anche le principali falde di detrito correlate all'attività estrattiva e di lavorazione costituite da coltri di spessore variabile di blocchi calcarei prismatici e/o tabulari, sciolti, spigolosi.

Le principali sono localizzate in sinistra orografica del Torrente Ripiantino a valle della strada di arrocco e sul versante destro della Val d'Arzo a monte della cava di Levante.

Imbocchi delle antiche cave di pietra in sottoterraneo

Trattasi di cave in sotterraneo, da tempo abbandonate, finalizzate alla coltivazione della Pietra di Saltrio secondo il sistema delle “camere e pilastri”.

L'asportazione del materiale lapideo dalle cave generava infatti una conformazione delle medesime che era detta "a camera" e, conformemente ad un regolamento della polizia della miniera, ad intervalli costanti di circa 10 metri venivano risparmiati dei pilastri, delle dimensioni minime di almeno 1 metro per lato, che fungevano da sostegno per la volta della cava.

La coltivazione della pietra ornamentale del comprensorio di Viggìù, Saltrio e Brenno fu attiva fin dall'anno mille ed i prodotti furono impiegati sia in opere scultoree che architettoniche lombarde molte delle quali nel capoluogo lombardo fra cui S. Maria delle Grazie, il Teatro alla Scala, Galleria Vittorio Emanuele, Biblioteca Ambrosiana, Ospedale Maggiore, Stazione Centrale etc.

Il massimo sviluppo fu raggiunto sul finire dell'Ottocento come documentato storicamente dal fatto che a Saltrio nel 1901 presso le cave ed i laboratori erano impiegate 245 persone suddivise in marmisti, scalpellini, tagliapietre, oltre ad una trentina di apprendisti mentre le cave in funzione erano una trentina date in concessione dal Comune sottoforma di livello ai concessionari denominati “livellari”.

A tale periodo di massima fioritura fece seguito una significativa ripresa fra il 1900 e il 1930, è documentato infatti che al 1923 a Saltrio erano attive 35 cave delle quali 14 a levante Monte Oro, 14 a ponente Monte Oro, 4 a Monte Croce e 3 a Val di Borgo.

Soprattutto a partire dalla fine della seconda guerra mondiale la coltivazione della pietra di Saltrio iniziò un progressivo declino e l'estrazione sul territorio comunale cessò completamente nel 1964 (rif. *Geologia Insubrica* 10/1, 2007).

Nell'ambito del territorio comunale sono attualmente quattro gli imbocchi riconosciuti delle antiche cave: quello della cava della Brusata Alta e Bassa a valle della cresta spartiacque che separa il bacino del Torrente Poaggia da quello del Rio Ripiantino, quello della Cava di Ponente all'interno della proprietà Salnova e quello della Cava di Levante sul versante in sponda destra del Torrente Gaggiolo (Valle di Arzo).

Gli imbocchi della cava della Brusata Alta e Bassa si aprono alla base di una scarpata rocciosa subverticale di sviluppo stimato fra 15-20 m in cui è possibile cogliere il limite stratigrafico fra i livelli coltivati del Calcere di Saltrio ed il Calcere di Moltrasio.

Le pareti e la volta delle cave sono intensamente carsificate.

A lato della zona coltivata della Brusata Alta si estende la vistosa discarica di materiale di scarto (gravè).

Entrambe le cave si sviluppano con inclinazione rilevante, prossima ai 30°.

La Cava di Levante, raggiungibile percorrendo una carrareccia che si diparte dalla strada asfaltata poco a monte della località Grasso Superiore, presenta gli imbocchi alla zona di coltivazione sovrastati da una potente successione rocciosa stratificata e fratturata che genera una parete verticale di notevole sviluppo da cui si evidenziano significative porzioni di ammasso roccioso in precarie condizioni di stabilità.

I pilastri agli imbocchi mostrano hanno sezione ridotta e sono interessati anch'essi da discontinuità che li rendono potenzialmente instabili; appena oltrepassato l'imbocco si notano vistosi accumuli di lastre di roccia crollate dalla volta.

In sotterraneo sono ancora conservati parte degli strumenti per la lavorazione (argano in legno) mentre a valle della mulattiera è presente un'estesa discarica di materiale di scarto.

Si tratta di aree di grande rilevanza storico-testimoniale a cui sono spesso associati gravi problemi legati alla stabilità generale degli imbocchi e, localmente, delle solette e/o dei pilastri.

Assaggi di cava

Individuano situazioni puntuali in cui sono stati realizzati intagli più o meno estesi nell'ammasso roccioso per verificare la natura e qualità della roccia a cui non ha poi fatto seguito una vera e propria coltivazione.

Accumuli di materiale di risulta

Trattasi di accumuli sciolti di blocchi e massi di volume da pochi dmc a oltre 50-60 dmc di forma prismatica e/o tabulare a spigoli vivi che rappresentano vere e proprie discariche di detrito (gravè) costituite dagli scarti dei blocchi tagliati e dalla roccia (sterile) proveniente dalle operazioni di tracciamento delle gallerie di soletta, scavate per impostare i tagli nel banco di roccia ornamentale, e dal materiale di risulta non commercializzabile prodotto nel corso della coltivazione in sotterraneo delle antiche cave.

Parte di tale materiale era riutilizzato in loco per la costruzione di muri a secco di contenimento, mentre l'eccedenza veniva scaricata lungo il versante sottostante edificando nel

tempo falde più o meno estese arealmente; sono depositi di una certa rilevanza morfologica spesso ben visibili anche a distanza a causa della generale assenza di colonizzazione da parte della vegetazione.

Superfici di rimaneggiamento/modellamento antropico

Trattasi di aree in cui la morfologia originaria del territorio è stata più o meno profondamente obliterata a seguito di interventi di modellamento antropico.

La prima area è stata individuata lungo la sponda destra del Torrente Ripiantino antistante il cimitero comunale in cui si è avuto conferimento di materiale di natura non determinata, verosimilmente materiale inerte di cava; nella seconda area, poche decine di metri a valle della precedente, il modellamento antropico ha determinato la parziale colmatazione di una intera porzione dell'incisione torrentizia del Torrente Ripiantino ostacolandone il deflusso e determinando la formazione, a monte, di aree soggette a spagliamento delle acque ed allagamenti periodici.

Opere di regimazione longitudinali

Individuano interventi antropici realizzati con funzione antierosiva o di consolidamento delle sponde dei corsi d'acqua.

Da segnalare lungo l'alveo del Torrente Valmeggia, in prossimità dell'area di proprietà della ditta F.lli Molina, la presenza di interventi di consolidamento con gabbioni che presentano uno stato di grave ammaloramento (sottoescavazione, deformazione gravitativa per spinta del materiale a tergo e rottura di alcune gabbie metalliche con sversamento dei blocchi); è attualmente allo studio apposito progetto per la sistemazione morfologica-idraulica e per la messa in sicurezza del versante.

Opere di regimazione trasversali

Individuano interventi antropici realizzati perpendicolarmente al verso di scorrimento delle acque per dissipare l'energia del flusso idrico.

Le tipologie più ricorrenti sono briglie e salti di fon.

Interventi di consolidamento

Sono state cartografate le palificate realizzate in fregio alla mulattiera che sale verso il crinale spartiacque fra il Torrente Ripiantino ed il Torrente Poaggia.

Elementi idrologici e idrografici

Aree allagabili a seguito di interventi di modellamento antropico

Individua una porzione in corrispondenza dell'alveo del Torrente Ripiantino a valle del cimitero allagabile a seguito di interventi di modellamento antropico che hanno determinato la parziale colmatazione di una intera porzione dell'incisione torrentizia e la cui sistemazione era stata già oggetto di attenzione da parte dell'Amministrazione Comunale su incarico della quale nel gennaio 2002 è stato redatto un Piano particolareggiato di recupero ambientale.

Per il tratto del Torrente Ripiantino che si estende grosso modo dal cimitero al campo sportivo è stato successivamente presentato un ulteriore progetto di intervento di ricomposizione morfologica, ripristino ambientale e funzionale e regimazione idraulica; l'area di intervento avrebbe dovuto interessare un tratto di alveo di circa 190 m ed una superficie di 15.300 mq dei quali circa 14.200 mq coinvolti nel recupero morfologico che prevedeva, in sintesi, la formazione di un nuovo canale per il deflusso delle acque del Torrente Ripiantino bordato da due banchine, di larghezza sufficiente per l'accesso ad operatori e mezzi d'opera per eventuali interventi di manutenzione, dalla cui sommità sarebbero state modellate due scarpate di pendenza non superiore a 30° fino al raccordo con il piano campagna esistente.

Il tratto terminale del canale (circa 15 m) ribassato di circa 1.2 m rispetto al tratto a monte avrebbe dovuto raccordarsi a questo mediante uno scivolo e protetto lungo entrambe le sponde da scogliera in massi ciclopici.

Restringimento della sezione di deflusso

E' stata cartografata una evidente riduzione della sezione idraulica dell'alveo del Torrente Valmeggia in corrispondenza del limite di proprietà della Ditta F.lli Molina dovuta alla evidente deformazione di tutto il corpo centrale del manufatto di contenimento del versante costituito da vari ordini di gabbionate, che presenta un evidente "spanciamento" e in avanzamento in senso trasversale alla linea di corrente idrica; alla data del sopralluogo (13 ottobre 2009) la larghezza dell'alveo era di circa 1 m; attualmente è in essere un progetto per la sistemazione morfologica-idraulica e per la messa in sicurezza del tratto di versante a valle del sedime della proprietà.

Reticolo Idrico Principale e Minore

E' stato individuato l'insieme dei corsi d'acqua distinguendo fra quelli che definiscono il Reticolo Idrico Principale e quelli del Reticolo Idrico Minore in ottemperanza alla Deliberazione della Giunta Regionale del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e le successive modifiche apportate dalla Deliberazione della Giunta Regionale del 1 agosto 2003, n. 7/13950.

Lo studio attualmente è al vaglio dell'Autorità competente per l'espressione del parere di conformità.

Si rimanda al successivo capitolo 7 per una trattazione più dettagliata in merito alle caratteristiche morfometriche dei principali corsi d'acqua che insistono sul territorio comunale.

Aree a pericolosità potenziale per frana

Partendo dal rilievo aerofotogrammetrico è stato ricreato il modello digitale del terreno (DEM) dal quale sono state evidenziate le aree di versante con inclinazione superiore a 20° ove presenti coperture incoerenti di spessore significativo (depositi continentali) e quelle con pendenza > 35° per i versanti in roccia o aree con substrato subaffiorante.

Tali aree, in relazione ai valori di pendenza significativi, rappresentano quelle maggiormente sensibili dal punto di vista idrogeologico e più suscettibili ad essere interessate da fenomeni di dissesto.

6.5 CONSIDERAZIONI GENERALI

Sulla base dei dati emersi nel corso del capitolo è possibile formulare le seguenti considerazioni di carattere generale:

- nell'ambito del territorio comunale di Saltrio si possono distinguere due macro-settori con caratteristiche morfologiche distinte: la porzione centro settentrionale, indicativamente da quote superiori a 550 m s.l.m., con versanti ad acclività piuttosto omogenea mediamente $\geq 40\%$ con copertura boschiva continua ed estese porzioni in cui il substrato roccioso, di natura essenzialmente carbonatica con ampia diffusione di forme carsiche epi- ed ipogee, affiora o è coperto in modo discontinuo da depositi quaternari di spessore ridotto; il settore centro meridionale, che coincide con il settore urbanizzato, con paesaggio di tipo collinare, blandamente ondulato,

caratterizzato da dossi morenici arrotondati, in rilievo morfologico e ben distanziati gli uni dagli altri, e dall'occorrenza di materiali quaternari continentali che ricoprono in modo continuo seppure con spessori fortemente eterogenei il substrato roccioso, qui costituito da rocce siliceo-marnose con subordinati calcari;

- l'esame del territorio ed i riscontri della campagna di rilevamento non hanno evidenziato gravi processi ad evoluzione negativa in atto o potenziali interagenti con aree edificate o suscettibili di futura espansione urbanistica;

- le principali problematiche riscontrate sono riferibili agli scenari di seguito elencati:

- significativa pressione antropica in corrispondenza del settore pedemontano in aree dove vi è il rischio potenziale di interazione con la dinamica geomorfologica delle aree a monte, soprattutto per quanto concerne la circolazione delle acque superficiali associata a possibili episodi di trasporto solido;

- elevata pressione o interferenza delle attività antropiche in corrispondenza delle linee naturali di deflusso delle acque superficiali con interventi di modellamento che spesso hanno interagito negativamente con il regolare e ordinario deflusso delle acque (area allagabile del Torrente Ripiantino a valle del cimitero) o che hanno imposto la copertura/tombinatura di lunghi tratti dei corsi d'acqua (Torrente Ripiantino a valle Salnova S.p.A. e Torrente Lavazée).

Quali situazioni di criticità si segnalano:

1) scarpata in sponda orografica sinistra del Torrente Valmeggia (mappale n. 2911) a quota circa 500 m s.l.m in fregio alla proprietà della Ditta F.lli Molina a seguito del grave stato di ammaloramento in cui versano gli interventi di consolidamento realizzati in passato.

In occasione del sopralluogo in data 13 ottobre 2009 è stata accertata una situazione di generale ammaloramento della gabbionata a valle della proprietà, particolarmente grave in corrispondenza del corpo centrale e alla terminazione meridionale della stessa.

In particolare è emerso:

- evidente deformazione di tutto il corpo centrale del manufatto di contenimento, con evidente “spanciamento” e avanzamento in senso trasversale alla linea di corrente idrica, che ha determinato un evidente restringimento della sezione utile di deflusso (ridotta a non più di 1 m di larghezza);

- grave ammaloramento dell'estremità meridionale della gabbionata dove si riconoscono diversi moduli basculati e disarticolati rispetto al resto della struttura con alcune gabbie lesionate con rilascio del ciottolame fino in alveo;

- pur se con effetti meno evidenti i processi di ammaloramento stanno interessando anche la gabbionata in sponda destra del torrente ove sono riconoscibili moduli fortemente deformati e in qualche caso privi del riempimento;

- localmente sono riconoscibili processi di sottoescavazione dei gabbioni e fenomeni di erosione spondale (soprattutto in sponda sx a monte dell'intervento).

2) potenziali dissesti (crollo di blocchi e porzioni di soletta) in corrispondenza degli imbocchi e delle camere delle antiche cave di pietra che nonostante lo stato di abbandono conservano un grande valore storico-testimoniale.

7. ANALISI IDROLOGICA, IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA

7.1 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

In linea del tutto generale per l'intero "settore montano" che caratterizza la porzione settentrionale della provincia di Varese, dai primi rilievi montuosi a nord del comune di Varese, si può parlare di clima alpino caratterizzato da:

- radiazione solare intensa;
- temperature invernali delle pendici meno rigide di quelle di fondovalle, mediamente tra 0 e 6 °C in quanto l'aria fredda, più pesante, si raccoglie in basso;
- temperature estive relativamente poco elevate;
- elevata frequenza di condizioni di cielo sereno specialmente in inverno;
- venti di incanalamento la cui direzione dipende da quella delle valli (tra questi può essere fatto rientrare il Föhn, vento discendente che diviene man mano più secco e caldo con la sua discesa verso quote più basse);
- piogge piuttosto abbondanti, con valori più elevati nella fascia altimetrica compresa tra 500 e 2000 m s.l.m.;
- distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno caratterizzata da un massimo estivo e da un minimo invernale.

In generale, il clima della zona nord della provincia di Varese, caratterizzata da un sistema di piccole valli prealpine circondate da colli di non più di 1200 m s.l.m., risente dell'influenza di tale sistema che garantisce un maggior ristagno di aria fredda nel periodo invernale e quindi con frequenti episodi nevosi.

Durante il periodo estivo invece la presenza dei rilievi stessi e la vicinanza al sistema alpino vero e proprio permettono l'innescarsi di numerosi fenomeni temporaleschi anche di un certo rilievo pluviometrico.

Durante le stagioni intermedie, invece, le correnti da SW incrementano le precipitazioni, soprattutto nelle località poste a mezza costa sui rilievi.

Di seguito vengono esposte alcune sintetiche considerazioni circa le caratteristiche del regime termico e pluviometrico locale, definite sulla base dei dati riferiti alle stazioni di rilevamento più prossime all'area di studio ed elencate nella tabella 1 di seguito proposta.

STAZIONE	COORDINATE	QUOTA (m s.l.m.)	PERIODO DI OSSERVAZIONE	STRUMENTAZIONE
Arcisate (ARPA Lombardia)	lat. = 45° 51' 58" N long. = 8° 53' 06" E	379	--	misure di temperatura, umidità, precipitazioni, pressione atmosferica, intensità e direzione del vento
Cuasso al Monte (Centro Geofisico Prealpino)	lat. 45° 55' 00" N long. 8° 53' 00" E	740	--	misure di temperatura, precipitazioni, intensità e direzione del vento

Tabella 1: stazioni meteo-climatiche di riferimento per il Comune di Saltrio

Ai fini della valutazione delle caratteristiche meteorologiche si è fatto riferimento essenzialmente ai valori relativi alla stazione di Arcisate di ARPA (quota 379 metri s.l.m.) in quanto riferite ad un periodo più recente (2004-2008) rispetto alle serie storiche della stazione di Cuasso al Monte più datate (1961-1990).

7.1.1 REGIME TERMICO

Per la definizione delle caratteristiche termiche dell'area di indagine sono state prese in considerazione le serie storiche delle temperature registrate presso la stazione di Arcisate di proprietà ARPA Lombardia (quota 379 metri s.l.m.) riassunti nel grafico di figura 1 di seguito proposto

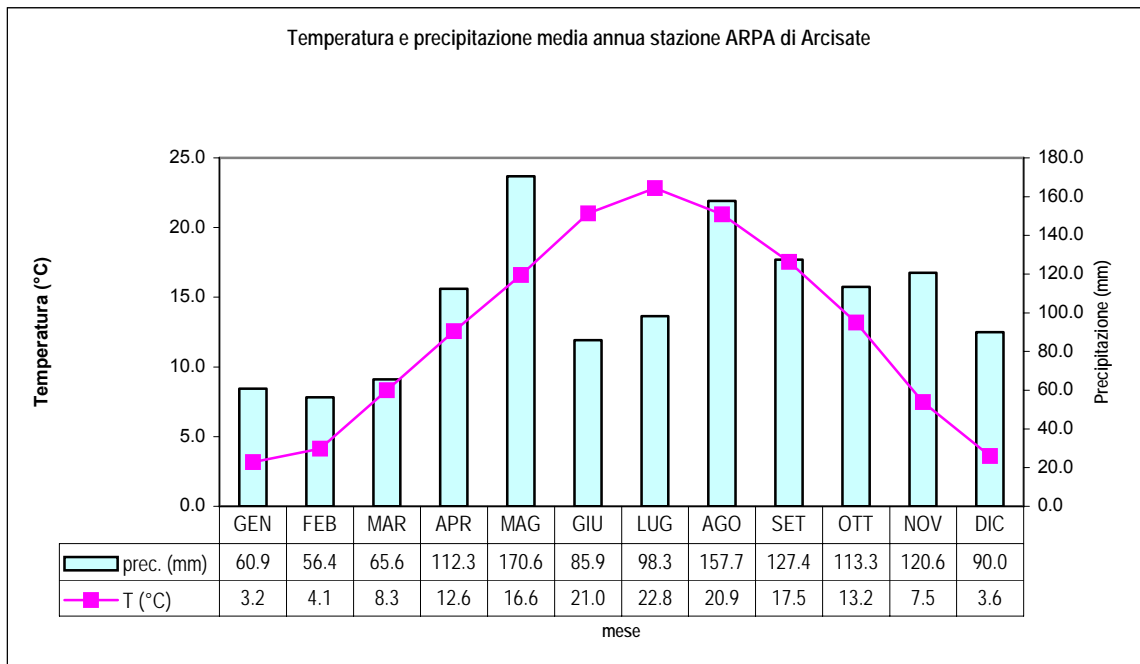


Figura 1 - Temperatura e precipitazione media mensile relative alla stazione meteorologica ARPA di Arcisate (serie storica 2004-2008)

Dall'analisi dei dati di temperatura del grafico di figura 1 si osserva come i valori si dispongono a formare una curva a campana, il cui massimo è posto tra i mesi di giugno, luglio e agosto e il minimo si registra nel periodo invernale tra dicembre e febbraio.

La temperatura media annua del quinquennio si attesta sui 12.6°C, il giorno più caldo è stato il 23 luglio 2006 con 35.8 °C mentre quello più freddo si è registrato il 2 marzo 2005 con -10.4 °C.

L'escursione termica è prossima a 20 °C.

7.1.2 REGIME PLUVIOMETRICO

Con riferimento al grafico di figura 1 si possono trarre le seguenti considerazioni di carattere generale:

o la distribuzione delle precipitazioni presenta valori di picco assoluti concentrati durante la stagione primaverile; un secondo massimo relativo si registra in corrispondenza della stagione tardo estiva (rovesci temporaleschi) e autunnale; mediamente maggio risulta il mese più piovoso dell'anno con un apporto pari al 13-14% del totale annuo ed in generale il periodo tardo

primaverile è caratterizzato da frequenti perturbazioni associate ai primi rovesci e temporali diffusi, anche se negli ultimi anni, soprattutto nella seconda parte di maggio e il mese giugno, si registra un aumento dei periodi stabili, secchi e spesso accompagnati da temperature molto elevate;

o le precipitazioni minime si registrano invece in corrispondenza della stagione invernale (febbraio è il mese meno piovoso) e di quella estiva (generalmente fra giugno e luglio); anche le precipitazioni estive negli ultimi anni fanno registrare un calo complessivo concentrato soprattutto nei mesi di giugno e luglio, mentre in agosto e settembre si assiste ad un relativo incremento, che però non compensa la diminuzione stagionale;

o le precipitazioni medie annuali sono piuttosto abbondanti mediamente comprese fra 1200 e 1300 mm/anno (media 2004-2008 pari a 1.260 mm/anno), con un massimo di 2009,0 mm nel 2008 e un minimo di 837,0 mm nel 2005 (grafico di figura 2 di seguito proposto).

o i dati relativi alla stazione di Viggìù (quota 483 m s.l.m.) (rif. *Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia registrate nel periodo 1891–1990*) indicano valori di precipitazioni minime, medie e massime pari rispettivamente a 581,0, 1585,1 e 3099,3 mm/anno.

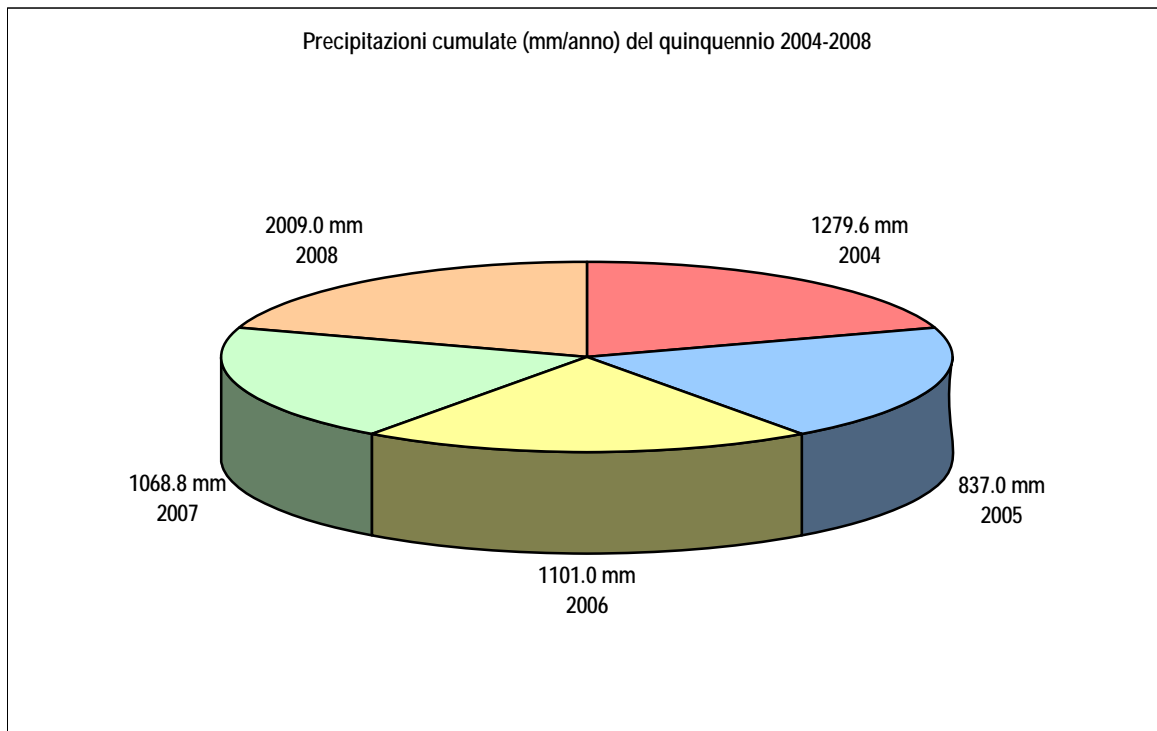


Figura 2 – precipitazioni totali annue in mm/anno per il quinquennio 2004-2008 relative alla stazione meteorologica ARPA di Arcisate

Sulla base della elaborazione dei dati di temperatura corrispondenti allo stesso intervallo di tempo usato per le precipitazioni, si è potuto calcolare la possibile perdita di acqua meteorica ad opera dei fenomeni di evaporazione e traspirazione del manto vegetale (evapotraspirazione potenziale ET), mediante la formula di L. Turc (1954):

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (P/L)^2}}$$

ove

P: precipitazione annua in mm

$L = 300 + 25T_a + 0,05T_a^3$ con T_a temperatura media annua in gradi centigradi.

Il valore ricavato, pari a circa 630.0 mm di pioggia equivalenti, corrisponde ad una percentuale prossima al 50% della precipitazione totale media annua.

7.2 CENNI DI IDROGRAFIA

La rete idrografica superficiale che insiste sul territorio comunale di Saltrio vede quale elemento principale il Torrente Clivio al quale si affiancano aste a carattere stagionale a direzione media prevalente nord-sud quali il Torrente Valmeggia, il Torrente Ripiantino, il Lavazée e la Val d'Arzo (o Val Corné), tutti tributari di destra del Torrente Clivio.

Al confine occidentale con Il Comune di Viggìù scorre il Torrente Poaggia (poi Cavo Diotti) tributario del Torrente Bevera.

Lo sviluppo relativamente scarso del reticolo idrografico di superficie va correlato alla natura carbonatica (dolomitica e calcarea) delle formazioni geologiche affioranti nella porzione montana del territorio, interessate da sistemi carsici assorbenti che condizionano e spesso limitano fortemente il deflusso superficiale delle acque.

Tutti i corsi d'acqua montani hanno caratteristiche torrentizie e solcano il versante in alvei generalmente piuttosto incisi con frequenti gradini morfologici legati a variazione del grado di erodibilità delle rocce.

Il tipo di pattern idrografico prevalente è riconducibile al subdendritico.

Per quanto riguarda il ruscellamento superficiale, elemento che determina in parte la presenza di acqua nei torrenti, esso appare strettamente controllato dal grado di permeabilità dei terreni e dalla presenza di affioramenti rocciosi di diversa natura e permeabilità secondaria.

La diffusione alle quote maggiori dell'area montana di terreni litoidi fratturati e carsici limita fortemente il ruscellamento superficiale, mentre tale processo appare favorito nelle aree collinari della porzione centro-meridionale del territorio ove prevalgono litotipi scarsamente permeabili.

Considerata la limitata estensione dei bacini imbriferi il regime dei corsi d'acqua è legato strettamente al regime delle precipitazioni ed i tempi di ritorno risultano molto ridotti.

7.2.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Ai sensi dell'Allegato A alla D.G.R. 7/13950 del 1 agosto 2003 (BURL 2° Suppl. Straordinario al n. 35-28 agosto 2003) vengono classificati quali elementi del Reticolo Idrico Principale i seguenti corsi d'acqua che insistono sul territorio comunale di Saltrio:

n. progr.	denominazione	comuni interessati	foce o sbocco	tratto classificato come principale	n. iscr. El. AA.PP.
VA066	Torrente Clivio	Cantello, Viggiù, Saltrio e Clivio	Olona	tutto il tratto scorrente in Italia	248/C
VA068	Torrente Valmeggia	Viggiù e Saltrio	Clivio	dallo sbocco alla strada Viggiù-Saltrio	255/C
VA069	Torrente Barbottaccio o Val d'Arzo	Saltrio		dallo sbocco a quota 700 m s.l.m. (è confine di stato con la Svizzera)	258/C

Il Torrente Clivio ha origine con il nome di Gaggiolo nel comune svizzero di Meride, nel Mendrisiotto, dalle pendici meridionali del Monte San Giorgio ove origina la Valle Porina.

Dopo aver attraversato i comuni di Tremona ed Arzo entra in territorio italiano dove assume il nome di Clivio, scorrendo attraverso i comuni di Clivio, Saltrio, Viggiù e Cantello.

All'altezza di Gaggiolo (frazione di Cantello) rientra per un breve tratto in territorio elvetico, nel comune di Stabio, riacquistando il nome di Gaggiolo, quindi scorre nuovamente in territorio italiano, dapprima in Provincia di Como, attraverso la Valmorea, Bizzarone, Rodero e Cagno,

quindi nuovamente in Provincia di Varese attraverso i comuni di Cantello e Malnate (dove viene indicato anche come Rio Lanza o Ranza) quindi confluisce nel fiume Olona in località Folla.

Il Torrente Clivio (248/C El. AA.PP) ha una lunghezza complessiva di circa 22 Km, con una portata media di circa 0,38 mc/sec; l'asta sottende un bacino imbrifero di 96 Km².

Per quanto riguarda il Torrente Valmeggia (255/C El. AA.PP) il tratto computato quale Reticolo Idrico Principale è quello compreso fra lo sbocco nel Clivio e via Viggiù.

L'asta idrica presenta le caratteristiche di un torrente stagionale con regime torrentizio e portate fortemente variabili in relazione al regime delle precipitazioni meteoriche.

L'alveo, con direzione media prevalente da N a S, è ben inciso nella copertura quaternaria; a valle di via Lazzaretto risulta tombato per circa una quarantina di metri.

Dopo l'intersezione con via Crotto entra in Comune di Viggiù quindi sfocia nel Torrente Clivio.

Il Torrente Barbottaccio o Val d'Arzo (258/C El. AA.PP) (conosciuto anche come Rio della Val Corné) nasce a circa 800 m s.l.m. dal fianco meridionale del Monte Pravello (Poncione d'Arzo) e segna lungo il suo corso, con direzione media N-S, il limite di stato fra Italia e Svizzera.

L'alveo risulta impostato in larga misura su roccia affiorante o subaffiorante; presenta le caratteristiche di un corso d'acqua stagionale con regime tipicamente torrentizio.

7.2.2 RETICOLO IDRICO MINORE

La ex Comunità Montana della Valceresio ha avviato lo studio per la determinazione del Reticolo Idrico Minore in ottemperanza alla D.G.R. del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 "*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il Reticolo Idrico Minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica*" e le successive modifiche apportate dalla D.G.R. del 1 Agosto 2003, n. 7/13950.

Lo studio, redatto nel marzo 2009 da TERRA s.r.l. è attualmente al vaglio dell'Autorità competente per l'espressione del parere di conformità.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle caratteristiche principali dei corsi d'acqua computati quali elementi del Reticolo Idrico Minore.

Torrente n. 66 – Torrente Ripiantino

Tributario di destra del Torrente Clivio ha origine dalle pendici meridionali del Monte Pravello (Poncione d'Arzo) a circa 920 m s.l.m.

La lunghezza complessiva dell'asta idrica principale è di circa 2.770 m e la pendenza media è di poco inferiore a 17°; il bacino imbrifero sotteso ha una superficie di 1,29 Km².

Nel tratto montano l'alveo appare impostato su substrato subaffiorante o localmente affiorante e la pendenza sfiora l'80%; in corrispondenza del primo tornante della strada di arrocco della Cava Salnova viene tombato per un tratto di circa 310 m, per ritornare a cielo aperto in corrispondenza del primo tornante della strada di arrocco della Cava Salnova fino a valle di via Villa Oro.

Nel tratto grosso modo antistante il cimitero comunale l'alveo e le zone limitrofe sono state soggette ad una ragguardevole trasformazione attraverso il riempimento di una intera porzione dell'incisione torrentizia tale da ostruire il naturale deflusso delle acque verso valle con conseguente formazione, durante i periodi di pioggia, di un vaso artificiale a monte dello sbarramento stesso.

Nel tratto a valle di via Elvezia l'alveo è impostato prevalentemente in roccia, localmente bordato da scarpate subverticali di altezza plurimetrica, fino alla confluenza nel Torrente Clivio.

Verosimilmente l'alimentazione è legata a sistemi carsici superficiali, motivo per il quale la portata in alveo, almeno nel tratto montano è soggetta a forti variazioni strettamente correlate al regime delle precipitazioni meteoriche (carattere stagionale); al di sotto di quota 550 m s.l.m. parte dell'alimentazione, in condizioni di precipitazioni abbondanti, è legata ai recapiti di scarichi di troppo pieno della rete fognaria.

Torrente n. 67 – Torrente Lavazée

Affluente di destra del torrente Clivio ha origine dalla confluenza di vari impluvi a monte della località Malpensata; l'asta principale ha una lunghezza di circa 2.370 m e sottende un bacino imbrifero di circa 0,76 Km².

Presenta un primo tratto tombato da via Torrente a valle di via Lavatoio (circa 400 m) ed un secondo fra via Mameli sino all'altezza del parco di via Clivio (circa 290 m).

Dopo aver raccolto le acque della località Crotto del Centro attraversa la SP 9 entrando nel territorio di Clivio quindi sfocia nel Torrente Clivio a quota 442 m s.l.m..

Fra le potenziali situazioni di criticità idraulica si segnalano la sezione di imbocco del tratto tombato in via Mameli, quella sotto via Clivio e la tombinatura in via Torrente.

Il regime è tipicamente torrentizio con portate fortemente variabili in relazione al regime delle precipitazioni meteoriche.

Torrente n. 68 – Torrente Valmeggia

Affluente di destra del torrente Clivio ha origine sul fianco meridionale del Monte Pravello a quota 580 m s.l.m. a monte dell'Istituto Principe di Piemonte; l'alveo è in genere sempre ben definito ed inciso prevalentemente nella copertura quaternaria; il regime è tipicamente torrentizio.

A valle dell'intersezione con via Viggù, dopo un percorso di poco meno di 640 m, il Torrente Valmeggia diviene Reticolo Idrico Principale.

Torrente n. 69 – Torrente Poaggia

Tributario del Torrente Bevera nasce a quota 830 m s.l.m. dalle pendici meridionali del massiccio monte Orsa-Pravello da dove scende con forte pendenza sino alla periferia di Viggù con direzione media NE-SW.

L'alveo è impostato in larga misura su substrato affiorante-subaffiorante al quale si alternano tratti con abbondanti massi erratici, blocchi e ghiaia.

Il regime è di tipo torrentizio; in vari punti lungo l'alveo si registra la scomparsa del flusso idrico, che ricompare spesso alcune centinaia di metri più a valle in relazione alla probabile occorrenza di forme carsiche ipogee.

L'asta principale ha una lunghezza di circa 3.530 m; dalla piana di Piamo Inferiore, in territorio comunale di Bisuschio, il torrente assume il nome di Cavo Diotti.

Torrente n. 70- Torrente Selurago

Nasce a monte della S.P. 9 all'altezza della ditta Samsonite; scorre in larga misura in area boscata; superata la S.P. 9 sfocia nel torrente Clivio in destra orografica.

7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE E CENSIMENTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE

Le caratteristiche della circolazione idrica sotterranea nell'area di studio sono in larga misura condizionate dall'occorrenza di un substrato roccioso di natura essenzialmente carbonatica (dolomie e calcari) affiorante o subaffiorante in corrispondenza della porzione montana del territorio comunale; la struttura idrogeologica è costituita da acquiferi in roccia permeabile per fessurazione e carsismo con circolazione profonda e tasso d'infiltrazione elevato.

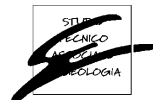
Le risorse idriche sotterranee immagazzinate principalmente negli acquiferi carbonatici alimentano sistemi di sorgenti naturali a portata variabile (in parte captate a scopo idropotabile) che ne rappresentano la restituzione superficiale; parte delle acque alimentano per travaso le falde contenute nei depositi glaciali o i sistemi acquiferi alluvionali di fondovalle a geometria nastriforme.

Dalla consultazione di materiale vario risultano censiti complessivamente sul territorio comunale .3 pozzi, di cui uno chiuso, e 5 sorgenti ad uso non idropotabile.

L'acquedotto di Saltrio-Clivio-Viggiù è alimentato dagli apporti dei pozzi Clivio e Beretta (in comune di Clivio) e Bevera (comune di Viggiù) oltre che dalla sorgente del Selurago (Comune di Clivio).

L'aliquota che viene immessa nella rete comunale di Saltrio deriva quasi esclusivamente dal pozzo Beretta (circa il 90% della portata estratta) e dalla sorgente del Selurago che funziona quale riserva integrativa quando la portata estratta dal pozzo Beretta non è in grado di soddisfare l'entità della richiesta.

Nella tabella 2 di seguito proposta si riassumono i dati generali delle opere censite:



numero	tipologia	uso	località	profondità (m p.c.)	portata (l/sec)	proprietario
12.117.021,000	pozzo	pozzo chiuso	Cava Salnova	3,0	--	Salnova s.a.s. (ex Salbre s.a.s.)
12.117.022,000	pozzo (anelli cls)	industriale	via Rossini	7,0	4 l/sec (?)	L.N.I. Italia S.p.A.
12.117.023,000	pozzo		2, via Elvezia	20,0	--	Magnoni Giuseppe
31	sorgente privata		T. Ripiantino	--	--	
32	sorgente privata			--	--	
33	sorgente privata			--	--	
34	sorgente privata		T. Clivio	--	--	
35	sorgente privata			--	--	

Tabella 2: elenco dei pozzi per acqua e sorgenti in Comune di Saltrio

Il territorio di Saltrio è identificabile nell'ambito dell'idrostruttura del Monte Orsa, caratterizzata da formazioni dolomitiche e calcaree giacenti a reggipoggio sul versante settentrionale e a franappoggio su quello meridionale per lo più affioranti o subaffioranti a quote superiori a 550 m s.l.m.; al di sotto di tale quota la copertura continentale quaternaria diviene continua ricoprendo il substrato con spessori localmente significativi.

In corrispondenza della porzione centro meridionale del territorio le formazioni carbonatiche vengono progressivamente sostituite da depositi marnoso-calcarei e silicei poco permeabili organizzati in una successione di strutture plicative ad ampio raggio con strati a bassa inclinazione.

In base alle caratteristiche geometriche delle unità (spessori, continuità areale e assetto strutturale/stratigrafico) ed idrogeologiche (permeabilità dei depositi, caratteri dell'acquifero) i corpi rocciosi e i depositi continentali di copertura vengono raggruppati a costituire differenti unità idrogeologiche.

Complesso carbonatico intermedio

Comprende, dal basso verso l'alto stratigrafico, la Dolomia Principale (dolomie massive), la Dolomia del Campo dei Fiori (dolomie calcaree stratificate con intercalazioni marnose), la Formazione di Saltrio e il Calcarea di Moltrasio (calcari selciferi).

Lo spessore, assai variabile in conseguenza di una situazione paleogeografica complessa durante la deposizione, nel settore del Monte Orsa è stimabile a poco più di 300 m.

La permeabilità del complesso, di tipo secondario, è generalmente elevata in relazione all'intenso sviluppo dei fenomeni carsici; e maggiore nelle facies calcaree rispetto a quelle dolomitiche (permeabile per lo più per fratturazione e con canalizzazione carsica più limitata, pur essendo presenti importanti cavità che rappresentano vie di drenaggio preferenziale).

In corrispondenza degli eventi infiltrativi le vie di drenaggio vengono caricate per lo più dalla rete carsica sviluppata nei soprastanti calcari; viceversa, durante i periodi di magra l'alimentazione è garantita dalle acque immagazzinate nel sistema di discontinuità presente entro le dolomie.

Per contro nelle formazioni calcaree la circolazione idrica sotterranea è legata essenzialmente al carsismo ipogeo; nelle parti alte l'infiltrazione avviene per lo più secondo traiettorie verticali, fino a raggiungere la parte stratigraficamente inferiore dei calcari selciferi, dove invece prevale lo scorrimento parallelo alla stratificazione.

Le cavità carsiche hanno andamento planimetrico subparallelo, guidato da discontinuità con

direzioni N-S e NNW-SSE; per tale motivo esse drenano areali generalmente piuttosto limitati.

Il Complesso carbonatico intermedio rappresenta la principale unità acquifera e ad esso è dovuta l'alimentazione della Sorgente del Selurago.

Complesso marnoso superiore

E' costituito da litotipi prevalentemente marnosi e calcareo-marnosi stratificati con selce diffusa o concentrata comprendente il Domaro, il Rosso Ammonitico Lombardo e il Gruppo del Selcifero (Radiolariti, Rosso ad Aptici); lo spessore massimo, non definibile per via della limitatezza degli affioramenti, viene stimato in circa 150-200 m.

Il complesso possiede bassa permeabilità primaria e secondaria (ad eccezione localmente delle Radiolariti spesso intensamente fratturate) ed il carsismo (in relazione al basso contenuto carbonatico) risulta poco sviluppato.

Per via della bassa permeabilità il complesso esercita il ruolo idrostrutturale di "impermeabile", a contrasto dell'acquifero principale, determinando la presenza di soglie che condizionano la circolazione idrica profonda nel Complesso Carbonatico Intermedio e contribuiscono a determinare la posizione e le caratteristiche delle principali sorgenti.

Complesso carbonatico superiore

E' costituito da calcilutiti con selce in noduli e/o strati con subordinate intercalazioni marnose riferibili alla Maiolica; il complesso, il cui spessore massimo è stimato in circa 100 metri, si presenta generalmente intensamente tettonizzato e interessato da pieghe sia

mesoscopiche che macroscopiche; la permeabilità è di tipo secondario per fratturazione e carsismo attenuato.

Il complesso è da considerarsi un'unità acquifera; tuttavia le condizioni di affioramento non alimentano, salvo rare eccezioni, sorgenti di rilievo.

Quanto ai depositi continentali quaternari di copertura sono caratterizzati da una notevole eterogeneità litologica e comprendono i sedimenti sciolti o poco cementati che, indicativamente al di sotto dei 550 m s.l.m. ricoprono con buona continuità la serie idrostratigrafica del substrato roccioso.

In linea generale tali sedimenti si possono suddividere in due categorie principali corrispondenti ad altrettanti complessi idrogeologici: il complesso glaciale costituito dai sedimenti glaciali s.l. (prevalenti massi, ciottoli, ghiaie e sabbie immersi in matrice limoso-argillosa) e il complesso alluvionale al quale sono attribuiti i sedimenti fluviali s.l. (prevalenti ciottoli, ghiaie e sabbie a supporto clastico, con matrice generalmente scarsa).

Complesso glaciale

Comprende sedimenti eterogenei scarsamente selezionati, generalmente caotici ad eccezione di alcuni livelli discontinui di sabbie a supporto clastico, organizzati in cordoni morenici prevalenti sui fianchi dei massicci ed in terrazzi e piane fluvioglaciali nei settori altimetricamente inferiori.

La conducibilità idraulica (di tipo primario per porosità) di tali materiali è generalmente bassa o molto bassa (ad esclusione delle facies conglomeratiche distribuite tuttavia in affioramenti dispersi e di dimensioni limitate), anche a causa di frequenti intercalazioni di livelli sovraconsolidati impermeabili, motivo per il quale non ospitano in genere riserve significative, tendendo piuttosto a limitare l'infiltrazione degli apporti meteorici nei complessi da essi ricoperti e a costituire soglie di permeabilità che bordano i massicci montuosi.

La distribuzione areale ed i caratteri sono condizionati dalla posizione raggiunta dai ghiacciai al termine delle avanzate glaciali; nel territorio di Saltrio si estendono con buona

continuità lungo tutta la porzione centro meridionale, interrotta solo in corrispondenza delle principali incisioni torrentizie presso le quali affiora il substrato giurassico.

Lo spessore è variabile da pochi metri ad alcune decine di metri (si stima massimo 20-25 m).

Può essere sede di falde locali a carattere da libero a semiconfinato, alimentate direttamente dalle precipitazioni meteoriche o dal travaso dal complesso carbonatico, in generale scarsamente produttive.

Complesso alluvionale

Comprende sedimenti generalmente sciolti costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie a supporto clastico, con matrice generalmente scarsa, e permeabilità primaria elevata; il complesso è individuabile limitatamente al fondovalle del Torrente Clivio, dove ricopre direttamente il complesso marnoso superiore.

Trattasi di depositi a geometria nastriforme e di spessore ridotto con eventuale presenza di falda libera superficiale alimentata direttamente dalle precipitazioni meteoriche, dalle perdite di subalveo dei corsi d'acqua o dai travasi dall'idrostruttura carbonatica.

In allegato 3/a viene proposta una sezione idrogeologica in cui le diverse formazioni rocciose affioranti sul territorio comunale sono fra loro raggruppate nei vari complessi idrogeologici sopra descritti.

7.4 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA NELL'ACQUIFERO CARBONATICO

Sulla base alle conoscenze idrogeologiche e speleologiche e per analogia con aree limitrofe (M.Campo dei Fiori) maggiormente studiate la circolazione idrica sotterranea è schematizzabile come di seguito dettagliato:

- la ricarica ha luogo nella porzione altimetricamente superiore del massiccio Monte Orsa-Pravello, prevalentemente entro le litologie dolomitiche favorita dalla fratturazione dell'ammasso roccioso e dalla carsificazione;
- parte delle acque sotterranee fuoriesce da numerose piccole sorgenti situate sul versante settentrionale del M. Orsa, in corrispondenza del limite di permeabilità inferiore costituito dal Complesso Marnoso Inferiore: tali sorgenti sono parzialmente captate dall'acquedotto di Viggiù (località Tre Fontane);
- l'aliquota più consistente delle acque di infiltrazione discende verso sud lungo condotti carsici e/o gallerie sviluppate lungo strato e ricarica la zona satura, situata sotto la piana di Saltrio e Viggiù;
- la zona satura alimenta principalmente la Sorgente del Selurago; in corrispondenza della sorgente la risorsa acquifera viene restituita lentamente e costantemente per svuotamento del sistema di fratture, durante i periodi di magra. In corrispondenza dei periodi di maggior apporto idrico (in funzione delle precipitazioni e delle infiltrazioni efficaci) prevale il trasferimento rapido delle acque di recente infiltrazione nella rete di gallerie e condotti carsici con tempi di corrvazione alla sorgente stimabili in non più di alcune ore;
- parte delle acque di infiltrazione alimenta i sistemi carsici relativamente superficiali andando a costituire riserve di entità ridotta e di restituzione veloce ed incostante i cui recapiti sono rappresentati da piccole sorgenti contraddistinte da portate fortemente influenzate dall'entità delle precipitazioni meteoriche. Tali emergenze sono principalmente situate lungo il versante meridionale del massiccio S.Elia-Orsa-Pravello, in corrispondenza sia di fratture carsiche locali che intersecano la superficie topografica sia della soglia sovrainposta determinata dal Complesso Marnoso Superiore; tra di esse la più importante è la Sorgente dell'Edile (captata dall'acquedotto di Viggiù, Saltrio e Clivio), che raggiunge portate di piena di parecchie decine di litri al secondo.

7.5 CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Obiettivo di tale elaborato (rif. allegato 3 alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valli del Verbano) è quello di fornire indicazioni relative alla geometria dei corpi idrici sotterranei e alle possibilità di infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo in quanto condizionanti sia la ricarica delle falde superficiali sia la possibilità di infiltrazione di eventuali inquinanti che dovessero venire ad essere depositati in superficie individuando, in ultima analisi, le porzioni di territorio ove le acque sotterranee risultano potenzialmente vulnerabili.

La presenza o meno di possibilità di infiltrazione nel sottosuolo delle acque superficiali appare anche condizionare, in presenza di particolari situazioni morfologiche, la possibilità di esistenza di un reticolato idrografico superficiale e di situazioni di ruscellamento superficiale.

Di seguito vengono riprese e descritte puntualmente le voci della legenda (rif. “*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche*”) della carta di inquadramento idrogeologico sintetizzata alla scala 1:5.000.

Caratteristiche degli acquiferi e vulnerabilità verticale della falda

Si è cercato di procedere ad una zonazione del territorio attraverso l'individuazione di aree omogenee quanto a caratteri idrogeologici e di vulnerabilità.

Per ogni poligono individuato, univocamente differenziato con l'attribuzione di un retino colorato, vengono descritte sinteticamente:

- le caratteristiche litologiche dei complessi idrogeologici;
- le modalità con cui avviene la circolazione idrica;
- il tipo di permeabilità (primaria o secondaria).

Le caratteristiche generali dei complessi idrogeologici individuati sono già state descritte al precedente paragrafo § 7.3 al quale si rimanda.

Elementi antropici

Sono state individuate le opere di captazione (pozzi e sorgenti) storicamente individuate sul territorio comunale (rif. tabella 2 § 7.3).

Elementi idrografici e idrogeologici

E' stato riportato il reticolo idrografico superficiale distinguendo:

→ *corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale* ai sensi della D.G.R. del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.i., con relativo numero identificativo;

→ *corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore* (proposta subordinata ad espressione di parere di conformità da parte dell'Ente competente) distinguendo i tratti a cielo aperto da quelli tombati o coperti.

→ *le aree allagabili*;

→ *la presunta e probabile direzione di spostamento delle acque entro l'acquifero carsico.*

Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei

Sono stati identificati e distinti con appositi colori e simboli grafici i seguenti elementi:

→ *attività insalubri* (D.M. 5 settembre 1994 "Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie" - G.U. n. 220 del 20.09.1994, s.o. n. 129);

→ *allevamenti di bovini (con consistenza < 50 capi)*;

→ *aree cimiteriali*;

→ *punti di recapito di acque reflue urbane in corso d'acqua*: è stato individuato uno sfioratore di piena della rete fognaria in sponda sinistra del Torrente Ripiantino.

Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento

Sono stati identificati e distinti con appositi colori e simboli grafici i seguenti elementi:

→ *attività estrattiva attiva* (cava Salnova S.p.A.);

→ *cave in sottoterraneo*;

→ *forme carsiche assorbenti (grotte, doline e inghiottitoi) e minori* quali vie preferenziali accertate e potenziali di infiltrazione delle acque entro l'acquifero carsico;

→ *pozzo chiuso.*

Grado di vulnerabilità

Quella proposta in allegato è una stima indicativa della vulnerabilità integrata ottenuta dalla valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento (dipendente dalle caratteristiche dell'insaturo quali spessore, litologia prevalente e copertura pedologica e delle unità acquifere quali conducibilità idraulica e soggiacenza della falda) confrontata con la distribuzione dei centri di pericolo (reali e potenziali) e dei soggetti recettori dell'inquinamento.

Nell'ambito del territorio comunale di Saltrio la vulnerabilità intrinseca dipende sostanzialmente dalla conducibilità idraulica del substrato roccioso (elevata per le facies carbonatiche, bassa o molto bassa nelle litologie silicoeo-marnose) e dei depositi di copertura (variabile ma generalmente bassa per la copertura glaciale, alta per i depositi alluvionali limitati alla valle del Torrente Clivio); per quanto concerne i depositi glaciali s.l. esercitando questi un ruolo idrostrutturale di impermeabile a protezione degli acquiferi sottostanti appare evidente che tale funzione sarà tanto più efficiente quanto maggiore è la loro potenza e continuità laterale.

L'incrocio fra la stima della vulnerabilità intrinseca e la distribuzione di centri di pericolo reali o potenziali e di recettori sensibili all'inquinamento ha portato alla definizione di sei classi di vulnerabilità integrata:

1) vulnerabilità estremamente elevata: corrisponde al crinale spartiacque fra il Torrente Poaggia e Ripiantino, alle aree di cava abbandonate e all'area di proprietà della Salnova S.p.A. con attività estrattiva attiva caratterizzate da ampia diffusione di forme carsiche prevalentemente assorbenti, assenza pressochè totale di suolo o copertura glaciale (in parte asportata a seguito dell'attività di cava);

2) vulnerabilità elevata: corrisponde in pratica all'intero versante meridionale del Monte Pravello caratterizzato da condizioni di substrato roccioso affiorante/subaffiorante con copertura sottile e spesso discontinua e tasso di infiltrazione generalmente elevato correlato ad attività carsica sia superficiale che ipogea sviluppata lungo strati e linee di fratturazione dell'ammasso roccioso;

3) vulnerabilità alta: corrisponde alla piana alluvionale del Torrente Clivio con depositi grossolani sciolti a permeabilità primaria per porosità da alta a elevata; costituisce corpo a geometria nastriforme ricoprente il Complesso Marnoso Superiore con presenza di falda di subalveo di tipo freatico;

4) vulnerabilità da media ad alta: individua un'area piuttosto limitata in fregio alla sponda sinistra dl Torrente Ripiantino fino al suo sbocco nel Torrente Clivio con condizioni di substrato calcareo (Maiolica) affiorante-subaffiorante a permeabilità secondaria da media ad alta per fratturazione (in genere legata ad intensa tettonizzazione) localmente incrementata da moderato carsismo; trattasi di aree con potenziale ruolo idrostrutturale di acquifero anche se le condizioni di affioramento non alimentano acquiferi o emergenze di rilievo;

5) vulnerabilità bassa: corrisponde ad una ristretta fascia lungo l'alveo del Torrente Ripiantino e dei dossi presso località Grasso inferiore e a sud del cimitero comunale in cui si riscontrano condizioni di substrato siliceo-marnoso affiorante/subaffiorante a permeabilità primaria e secondaria basse e ruolo idrostrutturale di "impermeabile" a contrasto dell'acquifero principale che determina presenza di soglie che condizionano la circolazione idrica profonda nel Complesso carbonatico intermedio e contribuiscono a determinare la posizione e le caratteristiche delle principali sorgenti.

6) vulnerabilità molto bassa: coincide con l'area di affioramento del complesso glaciale caratterizzato da eterogeneità litologica, permeabilità primaria per porosità variabile generalmente bassa o molto bassa e circolazione idrica disomogenea con ruolo di impermeabile a limitare l'infiltrazione degli apporti meteorici nei complessi che ricopre costituendo soglie di permeabilità che bordano i massicci montuosi e formazione di sorgenti alimentate dalle acque provenienti dal substrato.

7.6 BILANCIO IDRICO LOCALE

In questo paragrafo si espongono alcune considerazioni ai fini della valutazione della risorsa idrica locale.

Per quanto concerne la ricarica dell'acquifero carsico la stima della quantità di acqua che si infila nel mezzo fessurato/carsico (I) determinando l'effettiva ricarica dell'acquifero si ricava moltiplicando il valore della precipitazione efficace ($Q=P-ET$) per un coefficiente χ detto coefficiente di infiltrazione potenziale ($I=Q*\chi$ in mm/anno).

Sulla base de dati riportati nel precedente studio geologico a cura dello Studio Savi Dott. Ing. Attilio e Dott. Geol. Corno Claudio, dove è stato assunto un coefficiente di infiltrazione pari a 0.9 che ben si accorda con le caratteristiche dell'acquifero carbonatico carsificato, è stata calcolata una resa unitaria annua pari a 38.4 l/sec/Kmq ed una infiltrazione complessiva annua corrispondente ad una portata media pari a 145.8 l/sec dei quali circa 55 l/sec alimentano le sorgenti dell'acquedotto equivalente ad un volume annuo teorico di poco più di 1.700.000 mc, mentre la rimanenza viene presumibilmente ceduta per travaso all'idrostruttura della Bevera..

Attualmente il comune di Saltrio gestisce l'attività di fornitura acqua potabile in forma di rete unica unitamente ai vicini comuni di Viggiù e di Clivio.

Complessivamente il sistema idrico dei tre comuni è alimentato dalle seguenti fonti:

- Pozzo Beretta – ubicato in territorio di Clivio
- Pozzo Clivio – ubicato in territorio di Clivio
- Sorgente Bevera – ubicata in comune di Viggiù
- Sorgente Selurago – ubicata in comune di Clivio

La rete idrica dei tre comuni risultano parzialmente collegate tra loro, onde poter far fronte ai momenti di carenza idrica, anche in relazione ad eventuali situazioni di fermo di una delle fonti di approvvigionamento.

In particolare, l'acquedotto di Saltrio è alimentato dal Pozzo Beretta e dalla Sorgente Selurago; presso la sorgente Selurago è inoltre presente bacino di raccolta acque e di pompaggio che provvede ad alimentare anche parte del comune di Clivio e la parte ovest del comune di Viggiù.

In questo contesto risultando difficile pervenire ad una valutazione relativa delle modalità di alimentazione specifiche di ogni singolo comune le valutazioni che seguono sono state effettuate in forma complessiva con riguardo all'intero comparto servito da detto acquedotto.

*Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – L.R. 11 marzo 2005, n. 12
 Comune di Saltrio (VA) giugno 2010*

Per quanto riguarda la valutazione dei consumi in essere rispetto alla popolazione servita, nella tabella seguente sono riportati i dati conoscitivi relativi alle ultime annualità (con riferimento al solo comune di Saltrio).

Sulla base dei dati analizzati, il consumo medio per abitante (volume fatturato) risulta attestarsi attorno a valori medi compresi tra i 178 ed i 220 litri/giorno.

Anno	2006	2007	2008	2009	2010
Popolazione Saltrio	2.981	3.050	3.080	3.053	3.062
Popolazione servita da fognatura	2.890	2.957	2.986	2.957	
Volume di acqua potabile fatturato	201.192	198.382	247.879	209.015	
Consumo medio acqua per abitante giorno	185 l/giorno	178 l/giorno	220 l/giorno	188 l/giorno	
Volume fatturato da servizio fognatura	189.329	187.257	211.429	199.882	

Per quanto riguarda la alimentazione dell'acquedotto gestito dai tre comuni in forma associata, i dati di prelievo relativi alle ultime tre annualità sono indicati nella allegata tabella:

Anno	2008	2009	2010
Prelievo pozzo Beretta (mc)	831.585	809.074	846.232
Prelievo pozzo Clivio (mc)	175.629	160.972	176.183
Prelievo sorgente Bevera (mc)	785.219	728.993	759.111
Prelievo sorgente Selurago (mc)	83.097	104.253	35.126

Prelievo annuo complessivo (mc)	1.875.530	1.803.292	1.816.652

Appare inoltre utile ricordare come la popolazione dei vicini comuni serviti in consorzio con il comune di Saltrio siano così sintetizzabili (dato ISTAT gennaio 2011)

- comune di Viggiù: ab. residenti 5247
- comune di Clivio: ab. residenti 1944

A fronte di tale dato risulta possibile verificare, rispetto ai prelievi generali effettuati per il soddisfacimento dei fabbisogni dei tre comuni, la quantità di acqua mediamente immessa in rete per abitante servito.

Sulla base dei dati analizzati, il quantitativo medio per abitante di acqua immessa in rete risulta attestarsi attorno a valori medi compresi tra i 482 ed i 501 litri/giorno.

Anche laddove si pari analisi fosse effettuata considerando in forma distinta e semplificativa i volumi attinti da “Sorgente Bevera” come interamente utilizzati dal solo comune di Viggiù, e i volumi attinti dalle restanti tre fonti come interamente utilizzati dai comuni di Saltrio e Clivio, i relativi valori di attingimento medio per abitante giorno non risultano comunque inferiori ai 400 litri/giorno. In questo caso, peraltro, i consumi equivalenti relativi ai comuni di Saltrio e Clivio risulterebbero parzialmente più elevati (tale ultima previsione non tiene tuttavia conto del fatto che parte delle acque attinte dal pozzo Beretta e dalla sorgente Selurago vengono distribuite al servizio di Viggiù alta).

Anno	2008	2009	2010
Prelievo annuo complessivo (mc)	1.875.530	1.803.292	1.816.652
Numero complessivo abitanti serviti (rif. dato 2011)	10.253	10.253	10.253

Volume medio acqua immessa in rete per abitante servito/giorno	501 l/giorno	482 l/giorno	485 l/giorno

Considerando i dati di distribuzione alle utenze relativi al comune di Saltrio, come mediamente rappresentativi dell'intero comparto servito dall'acquedotto gestito in forma associata dai tre comuni, risulta evidente una significativa discrepanza tra i valori di acqua immessa in rete e i quantitativi realmente distribuiti alle utenze; in particolare i volumi distribuiti risulterebbero pari a una quota variabile tra il 39 ed il 43 % dell'acqua complessivamente immessa in rete (i dati sono relativi ai soli anni 2008 e 2009). Tali volumi possono essere ragionevolmente attribuiti a perdite di rete.

Per quanto riguarda le previsioni future di PGT, per il Comune di Saltrio è previsto un potenziale incremento complessivo della popolazione pari a circa 361 abitanti, equivalente ad un incremento di 11,7 % rispetto al dato 2010.

In questo contesto, i possibili incrementi di richiesta di acqua ad uso idropotabile risultano prevedibili attorno a percentuale, fermo restando il fatto che tale incremento complessivo e da considerarsi come massimo e, pertanto entro ordini di grandezza ben inferiori rispetto a quelli imputabili alle acque immesse in rete e disperse in relazione alle condizioni della stessa.

Si ritiene quindi importante procedere ad una valutazione dello stato globale della rete di prelievo, adduzione e distribuzione al fine di ridurre l'entità delle eventuali perdite; parimenti si ritiene importante valutare lo stato di manutenzione attuale delle opere di captazione al fine di programmare eventuali interventi di rivitalizzazione delle stesse.

Per quanto riguarda gli interventi sulla rete appare importante che gli stessi siano effettuati secondo piani di intervento progressivi, a partire dalle linee di colluttazione principale.

Per quanto riguarda invece gli interventi di verifica sulle condizioni di funzionalità delle fonti in essere, si raccomanda la esecuzione di controlli periodici e programmati, da effettuarsi durante i periodi di minore consumo (periodo invernale), onde prevenire eventuali situazioni di fermo improvviso durante i periodi di maggiore richiesta.

7.8 CONSIDERAZIONI GENERALI

A conclusione di quanto esposto nel corso dei precedenti paragrafi è possibile formulare le seguenti considerazioni di carattere generale:

1) dal punto di vista della circolazione delle acque sotterranee l'elemento di maggiore rilevanza è individuabile nell'idrostruttura carbonatica del Monte Orsa, a vulnerabilità da elevata a estremamente elevata, caratterizzata da acquiferi carsici in condizioni di substrato roccioso affiorante/subaffiorante con copertura sottile e spesso discontinua di depositi continentali con circolazione profonda e tasso di infiltrazione generalmente elevato correlato ad attività carsica sia superficiale che ipogea sviluppata lungo strati e linee di fratturazione dell'ammasso roccioso;

- la ricarica dell'acquifero ha luogo nella porzione altimetricamente superiore del massiccio montuoso, prevalentemente entro le litologie dolomitiche, favorita dalla fratturazione dell'ammasso roccioso e dalla carsificazione; parte delle acque sotterranee fuoriesce da numerose piccole sorgenti situate sul versante settentrionale del M. Orsa, in corrispondenza del limite di permeabilità inferiore costituito dal Complesso Marnoso Inferiore, in parte captate dall'acquedotto di Viggiù (località Tre Fontane);

- l'aliquota più consistente delle acque di infiltrazione discende verso sud lungo condotti carsici e/o gallerie sviluppate lungo strato e ricarica la zona satura, situata sotto la piana di Saltrio e Viggiù; la zona satura alimenta principalmente la Sorgente del Selurago; in corrispondenza della quale la risorsa acquifera viene restituita lentamente e costantemente per svuotamento del sistema di fratture durante i periodi di magra;

- tale condizione di alimentazione, appare idonea a garantire un adeguato grado di protezione primaria delle acque attinte (con particolare riguardo alla sorgente Selurago), in

relazione alla posizione della fascia di alimentazione localizzata a monte degli insediamenti abitati. Similmente, per quanto riguarda le aree di localizzazione delle fonti “Bevera” e “Baraggia-Beretta”, pur localizzandosi all’interno di terreni di copertura, i relativi areali di alimentazione appaiono localizzati in aree extraurbane, lontane da possibili centri di pericolo. Per quanto riguarda il “Pozzo Clivio”, lo stesso appare localizzato entro il centro abitato, in area a prevalente uso residenziale e pertanto con caratteristiche di ridotta pericolosità rispetto alle acque sotterranee.

2) Per quanto riguarda la compatibilità tra i possibili incrementi di consumi dettati dalla realizzazione delle previsioni di nuovo PGT, si ritiene che gli stessi siano sostanzialmente limitati e comunque pienamente soddisfabili mediante la realizzazione di opportuni interventi di ottimizzazione della capacità distributiva della rete. Tale situazione risulta particolarmente evidente laddove si consideri che i dati di funzionalità della rete attualmente esaminati evidenziano la occorrenza di rilevanti possibili discrepanze tra i volumi attinti ed volumi distribuiti. Tale fatto pur potenzialmente attribuibile alla occorrenza di utenze non segnalate o di volumi di consumo sottostimati in relazione a malfunzionamento degli strumenti di misura, appare comunque di entità tale da dover considerare la occorrenza in rete di un volume complessivo di perdite pari – se non superiore – al 50 % dell’acqua attinta.

3) In questo contesto, si ritiene quindi importante procedere ad una valutazione dello stato globale della rete di prelievo, adduzione e distribuzione al fine di ridurre l’entità delle eventuali perdite; parimenti si ritiene importante valutare lo stato di manutenzione attuale delle opere di captazione al fine di programmare eventuali interventi di rivitalizzazione delle stesse.

Per quanto riguarda gli interventi sulla rete appare importante che gli stessi siano effettuati secondo piani di intervento progressivi, a partire dalle linee di colluttazione principale.

Per quanto riguarda invece gli interventi di verifica sulle condizioni di funzionalità delle fonti in essere, si raccomanda la esecuzione di controlli periodici e programmati, da effettuarsi durante i periodi di minore consumo (periodo invernale)

*Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – L.R. 11 marzo 2005, n. 12
Comune di Saltrio (VA) giugno 2010*

Il conseguimento di tali interventi, oltre a permettere di garantire una maggiore sicurezza degli approvvigionamenti generali alla popolazione, permetterà anche di sopperire con maggiore facilità ai fabbisogni di punta connessi con i periodi estivi (anche in relazione all'eventuale utilizzo di seconde case).

Parimenti l'effettuazione di interventi di miglioramento delle condizioni della rete di distribuzione e la complessiva riduzione delle possibili perdite, consentirà di ridurre gli attingimenti dal sottosuolo garantendo una maggiore tutela della risorsa acqua, permettendo nel contempo notevoli risparmi per quanto riguarda sia le attività di pompaggio, sia le attività di manutenzione della rete viaria.

8. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA

La caratterizzazione geologico–tecnica proposta nel presente studio deve venire intesa come una definizione preliminare ed indicativa delle proprietà geotecniche dei terreni in relazione ad interventi di modificazione dell’area ai fini costruttivi.

Pertanto le indicazioni riportate nel corso del capitolo e nel relativo Allegato 4 (Carta di prima caratterizzazione geologico-tecnica alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valli del Verbano) hanno un carattere puramente di inquadramento generale e preliminare e non andranno assolutamente considerate come esaustive e sufficienti ed in nessun caso sostitutive di quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” (G. U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – S.O. n. 30) e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” per la pianificazione attuativa e la progettazione esecutiva le quali dovranno essere supportate, qualora previsto dalle norme geologiche di piano, da una campagna di indagini geognostiche ad hoc per produrre specifici calcoli geotecnici di dimensionamento eventualmente accompagnata da verifica di stabilità in corrispondenza delle aree di versante.

8.1 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI

Per la classificazione dei terreni ci si è sostanzialmente basati su quanto tradizionalmente riportato in letteratura opportunamente confrontato e integrato con osservazioni dirette degli affioramenti dei terreni in corrispondenza di spaccati naturali e/o artificiali (scavi e/o sbancamenti) e l'utilizzo di tutti i dati disponibili relativi ad indagine geognostiche in possesso degli scriventi negli archivi societari o forniti in consultazione dall’Amministrazione Comunale.

La classificazione adottata è stata elaborata secondo i criteri di seguito esposti:

- descrizione litologico-tecnica secondo le norme di classificazione della Associazione Geotecnica Italiana A.G.I. 1977 (Cfr. figura 3);

Definizione		Diametro dei grani (mm)	Criteri di identificazione
Blocchi		> 200	Visibili a occhio nudo
Ciottoli		200 ÷ 60	
Ghiaia	grossa	60 ÷ 20	
	media	20 - 6	
	fine	6 - 2	
Sabbia	grossa	2 - 0.6	
	media	0.6 ÷ 0.2	
	fine	0.2 + 0.06	
Limo		0.06 ÷ 0.002	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo - poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto - si disgrega velocemente in acqua - si essicca velocemente - possiede coesione ma può essere polverizzato fra le dita
Argilla		< 0.002	I frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita - si disgrega in acqua lentamente - liscia al tatto - plastica - non dilatante - appiccica alle dita - asciuga lentamente - si ritira durante l'essiccazione
Terreno organico o vegetale			Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali
Torba			Predominano resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità

Figura 3 – classificazione delle terre secondo le raccomandazioni A.G.I. (1977)

- classificazione granulometrica secondo le norme tecniche del Sistema Unificato USCS (*Unified Soil Classification System*) adottato dal Corps of Engineers dal Bureau of Reclamation degli U.S.A., basate sostanzialmente sulle norme ASTM (D2487-75, ecc..) che permettono di dare una precisa definizione tecnica dei terreni (Cfr. figura 4) con il significato delle varie sigle; queste stesse sigle sono riportate in legenda in riferimento alle singole unità;
- indicazioni generali sullo stato di consistenza (per i terreni fini, argilloso-limosi a comportamento coesivo) o di addensamento (per i terreni grossolani, sabbioso ghiaiosi, a prevalente comportamento incoerente): ci si e' basati innanzitutto sulle raccomandazioni A.G.I., riportate in figura 5;
- valutazione qualitativa delle principali caratteristiche tecniche (capacità portante, cedimenti prevedibili, stabilità dei versanti, stato di saturazione, ecc...) basata su dati esistenti in letteratura per terreni dalla analoghe caratteristiche, confrontati con i rilevamenti ed osservazioni effettuate dagli scriventi;

Relativamente alle rocce affioranti sul territorio le stesse sono state classificate utilizzando la *Basic Geotechnical Description* (BGD), indicata per gli ammassi rocciosi a comportamento prevalentemente rigido (Cfr. figura 6), nella quale i diversi litotipi vengono descritti facendo riferimento a cinque parametri:

- ✓ spessore degli strati (L);
- ✓ frequenza delle discontinuità (F);
- ✓ resistenza a compressione monoassiale (S);
- ✓ angolo di attrito residuo (A);
- ✓ grado di alterazione dell'ammasso (W).

8.2 CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE: DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO TECNICHE

Secondo quanto anticipato all'inizio del capitolo i raggruppamenti effettuati nell'ambito del presente studio sono da considerarsi come indicativi di comportamenti generali che andranno

	Gruppo	Descrizione	Sottogruppo	Caratteristiche
Terreni a grana grossolana passante al 200 < 50%	G	GHIAIE La maggior parte della frazione è trattenuta al setaccio 4.	GW	fine < 5%, C > 4
			GP	fine > 5%, C < 4
			GM	fine > 12%; PI < 4, sotto retta A
			GC	fine > 12%; PI > 7, sopra retta A
	S	SABBIE La maggior parte della frazione passa al setaccio 4.	SW	fine < 5%, C > 4
			SP	fine > 5%, C < 6
			SM	fine > 12%; PI < 4, sotto retta A
			SC	fine > 12%; PI > 7, sopra retta A

Terreni a grana fine passante al 200 > 50%	C	ARGILLE INORGANICHE	CL	$W_L < 50\%$
			CH	$W_L > 50\%$
	M	LIMI INORGANICI	ML	$W_L < 50\%$
			MH	$W_L > 50\%$
	O	LIMI E ARGILLE INORGANICI	OL	$W_L < 50\%$
			OH	$W_L > 50\%$

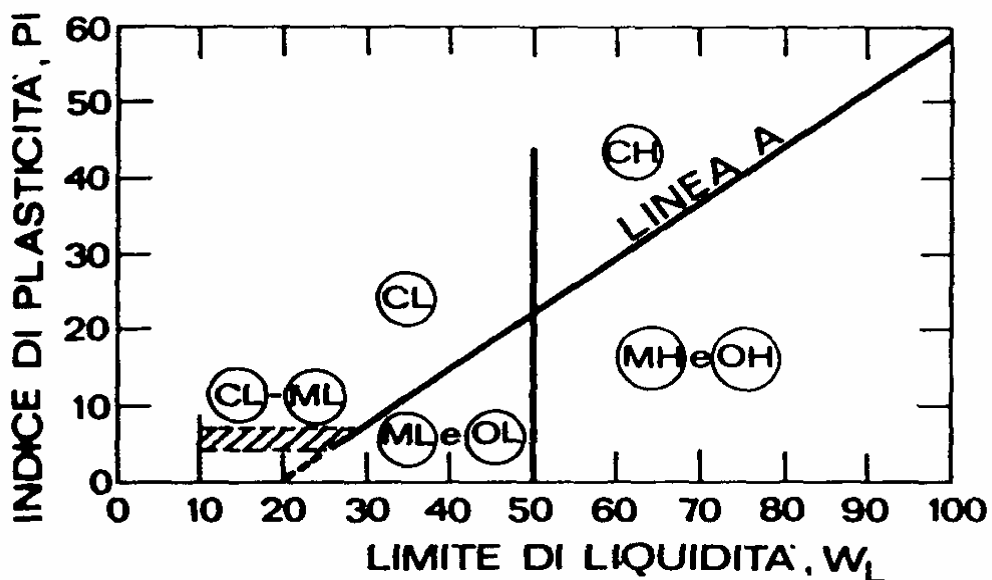


Figura 4 : Classificazione granulometrica secondo le norme ATM

DIMENSIONI DEI GRANI			CONSISTENZA	
	Caratteristiche generali	Denominazione		
Terre incoerenti o granulari granuli visibili a occhio nudo; (di dimensioni > 0.06 mm) privi di coesione se essiccati	elementi lapidei di dimensioni > 2 mm granuli di dimensioni comprese tra 2 mm e 0.06 mm	ghiaia	sciolto	può essere scavato con la pala
			addensato	non è sufficiente la pala per lo scavo
		sabbia	lievemente cementato	i grani superficiali possono essere asportati con la pressione delle dita; si spezza in blocchi col piccone
Terre coesive granuli non visibili a occhio nudo (di dimensioni < 0.06 mm)	<p>il materiale si secca rapidamente e può essere sbriciolato con le dita; i pezzi essiccati possiedono coesione ma possono essere facilmente polverizzati con le dita</p> <p>il materiale è liscio al tatto e plastico: può essere ridotto in cilindretti con le dita eventualmente con l'aggiunta di acqua; si essicca lentamente; si ritira apprezzabilmente nell'essiccarsi; essiccato mostra delle fratture</p>	limo	privo di consistenza	cede acqua comprimendo con le dita; $p_p < 0.25 \text{ kg/cm}^2$ (25 kN/m ²)
			poco consistente	può essere facilmente modellato con le dita; $p_p = 0.25 \div 0.5 \text{ kg/cm}^2$ (25 ÷ 50 kN/m ²)
		argilla	moderatamente consistente	può essere modellato solo con forte pressione delle dita; $p_p = 0.5 \div 1.0 \text{ kg/cm}^2$ (50 ÷ 100 kN/m ²)
			consistente	non può essere modellato con le dita; $p_p = 1.0 \div 2.0 \text{ kg/cm}^2$ (100 ÷ 200 kN/m ²)
			molto consistente	fragile e molto duro; $p_p > 2.0 \text{ kg/cm}^2$ (> 200 kN/m ²)
Terre organiche	Materiale fibroso organico di colore scuro	torba		Nota: p_p = resistenza alla penetrazione col penetrometro tascabile

Figura 5 – classificazione di cantiere delle terre (A.G.I., 1977)

INTERVALLI (cm)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
	L ₀	assenti
> 200	L ₁	molto spessi
60-200	L ₂	spessi
20-60	L ₃	medi
6-20	L ₄	sottili
< 6	L ₅	molto sottili

Spessore degli strati

INTERVALLI (cm)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
	F ₀	assente
> 200	F ₁	molto distanziata
60-200	F ₂	distanziata
20-60	F ₃	media
6-20	F ₄	fitta
< 6	F ₅	molto fitta

Frequenza delle discontinuità

INTERVALLI (Kg/cm ²)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
> 2000	S ₁	molto grande
600-2000	S ₂	grande
200-600	S ₃	media
60-200	S ₄	piccola
< 60	S ₅	molto piccola

Resistenza a compressione monoassiale

INTERVALLI (°)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
> 45	A ₁	molto grande
35-45	A ₂	grande
25-35	A ₃	medio
15-25	A ₄	piccolo
< 15	A ₅	molto piccolo

Angolo di attrito residuo

Termini descrittivi	Descrizione	Simboli
Fresca	Nessuna traccia di alterazione del materiale roccia; è possibile una leggera decolorazione sulle superfici delle discontinuità maggiori	W1
Leggermente alterata	La decolorazione indica alterazione sul materiale roccia e/o sulle superfici delle discontinuità. La decolorazione può essere presente su tutto il materiale roccia, che può essere localmente più debole che in condizioni W1	W2
Mediamente alterata	Meno del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disaggregato in una terra. E' presente in modo discontinuo roccia fresca o decolorata	W3
Molto alterata	Più del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disaggregato in una terra. E' presente in modo discontinuo roccia fresca o decolorata	W4
Completamente alterata	Tutto il materiale roccia è decomposto e/o disaggregato in una terra. La tessitura originale dell'ammasso roccioso è ancora in gran parte riconoscibile	W5

Adattata dal Int. Soc. for Rock Mech., 1975

Grado di alterazione dell'ammasso

BGD n.							
CLASSI		5	4	3	2	1	0
PARAMETRI	L						
	F						
	S						
	A						
	W						

DESCRIZIONE: L₀ F₃ S₁ A₂ W₁

Esempio di classificazione

Figura 6 : tabelle per l'utilizzo della Basic Geotechnical Description (BGD)

di volta in volta verificati in funzione delle problematiche incontrate in sede di indagini di dettaglio ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

Utilizzando i criteri descritti al paragrafo precedente è stato possibile suddividere il territorio comunale nelle seguenti unità a caratteristiche geologico–tecniche sostanzialmente omogenee:

UNITA’ GEOTECNICA A: substrato roccioso affiorante/subaffiorante a dominante carbonatica con copertura sottile e spesso discontinua di depositi continentali (morene di versante e coltri detritico-colluviali)

Litologia prevalente: rocce carbonatiche (dolomie e calcari) da massive a stratificate con subordinata selce in liste e/o noduli e interstrati marnosi; copertura di spessore generalmente ridotto (0-2 m) riferibile a morene di versante, coltri detritico-colluviali e accumuli di blocchi di origine antropica legati all’attività estrattiva attiva e pregressa.

Pedologia: nelle aree caratterizzate da substrato roccioso subaffiorante prevalenza di litosuoli; dove maggiore è lo sviluppo della copertura morenica-colluviale presenza di suoli caratterizzati da basso grado di evoluzione (*Leptosols*) (su versanti a forte pendenza o su materiali di recente deposizione tipo accumuli di frana limitati da roccia dura continua entro 25-50 cm di profondità) fino a suoli mediamente evoluti, provvisti di orizzonte diagnostico di superficie (*epipedon*) di tipo umbrico a forte presenza di scheletro (*Umbrisols*)

Formazione geologica: dolomie massive o in banchi (Dolomia Principale), dolomie calcaree stratificate con subordinati livelli marnosi (Dolomia del Campo dei Fiori), calcari fini, calcareniti e calcari selciferi stratificati con interstrati marnosi pluricentimetrici (Calcarea di Saltrio, Calcarea di Moltrasio e porzione basale Domaro).

Morfologia: versante meridionale del massiccio carbonatico Monte Orsa-Pravello ad acclività da media a localmente elevata.

Classificazione BGD: L0-3, F0-3, S1-3, A1-4, W1-3.

Caratteristiche tecniche generali: buone su roccia sana con resistenza alla compressione da media a molto grande; da mediocri a scadenti in corrispondenza della porzione superficiale dell'ammasso roccioso (capellaccio) fratturato/carsificato e in prossimità delle linee di faglia..

Permeabilità e circolazione idrica: circolazione profonda e tasso di infiltrazione generalmente elevato correlato ad attività carsica sia superficiale che ipogea; permeabilità di tipo secondario da medio-alta nella facies dolomitica ad elevata in quella calcarea.

Problematiche: versanti acclivi e scarpate spesso subverticali (anche per attività antropica) con potenziali fenomeni di distacco e crollo di blocchi; porzione superficiale dell'ammasso roccioso spesso intensamente fratturata con caratteristiche mediocri; carsismo superficiale e ipogeo sviluppato con circolazione idrica profonda associata spesso a sorgenti con regime di portata fortemente variabile; presenza di copertura morenica e detritica di spessore variabile a comportamento prevalentemente incoerente con problematiche legate alla stabilità sulla roccia sottostante (soliflussi, ruscellamenti, ...) interessabile da potenziali fenomeni di scivolamento per imbibizione.

UNITA' GEOTECNICA B: substrato roccioso affiorante/subaffiorante a dominante siliceo-marnosa con copertura di depositi continentali di spessore ridotto

Litologia prevalente: calcari marnosi, marne, marne calcaree e selci a stratificazione da sottile a media; copertura di depositi glaciali s.l. spessore generalmente ridotto (0-3 m) .

Pedologia: suoli da assenti a mediamente evoluti provvisti di orizzonte diagnostico (cambico) con struttura pedogenetica ben espressa molto ricchi di scheletro (*Cambisols*)

Formazione geologica: calcari marnosi nodulari (Rosso Ammonitico); marne, marne calcaree e selci a stratificazione da sottile a media (Radiolariti).

Morfologia: aree pedemontane ad acclività da debole a moderata e dossi morenici.

Classificazione BGD: L4-5, F3-5, S2-4, A1-4, W1-3.

Caratteristiche tecniche generali: da moderate a buone su roccia sana con resistenza alla compressione da media a grande; scadenti in corrispondenza della porzione superficiale dell'ammasso roccioso (capellaccio) spesso intensamente fratturato e disgregato (Radiolariti).

Permeabilità e circolazione idrica: permeabilità primaria e secondaria basse (ad eccezione delle Radiolariti localmente intensamente fratturate) e circolazione idrica praticamente nulla.

Problematiche: porzione superficiale dell'ammasso roccioso con caratteristiche mediocri; specialmente in corrispondenza delle aree di affioramento delle Radiolariti con ammassi rocciosi finemente fratturati; presenza di copertura morenica di spessore variabile interessabile da potenziali fenomeni di scivolamento per imbibizione solo in corrispondenza delle porzioni maggiormente acclivi dei dossi morenici; localmente (alveo Torrente Ripiantino) scarpate rocciose verticali con fenomeni di distacco e crollo; ruolo idrostrutturale di "impermeabile" a contrasto dell'acquifero principale che determina presenza di soglie che condizionano la circolazione idrica profonda nel Complesso carbonatico intermedio e contribuiscono a determinare la posizione e le caratteristiche delle principali sorgenti.

UNITA' GEOTECNICA C: substrato roccioso affiorante/subaffiorante a dominante carbonatica con copertura di depositi continentali di spessore ridotto

Litologia prevalente: calcari a stratificazione media a grana finissima, con selce in noduli e/o liste e locali interstrati marnosi; copertura di depositi glaciali s.l. spessore generalmente ridotto (0-3 m) .

Pedologia: suoli da assenti a mediamente evoluti, provvisti di orizzonte diagnostico (cambico) con struttura pedogenetica ben espressa molto ricchi di scheletro (*Cambisols*)

Formazione geologica: Maiolica.

Morfologia: aree pedemontane ad acclività debole o moderata; alvei delle principali incisioni torrentizie (Torrente Clivio e Ripiantino).

Classificazione BGD: L1-3, F2-5, S2-4, A1-4, W1-3.

Caratteristiche tecniche generali: da moderate a buone su roccia sana con resistenza alla compressione da media a grande; scadenti in corrispondenza della porzione superficiale dell'ammasso roccioso (capellaccio) e delle porzioni tettonizzate.

Permeabilità e circolazione idrica: permeabilità secondaria da media ad alta per fratturazione (in genere legata ad intensa tettonizzazione) localmente incrementata da moderato carsismo.

Problematiche: porzione superficiale dell'ammasso roccioso con caratteristiche mediocri sia per tettonizzazione che per intensa deformazione (pieghe mesoscopiche e macroscopiche); presenza di copertura morenica di spessore variabile; localmente (alveo Torrente Ripiantino) piccole scarpate rocciose subverticali con fenomeni di distacco e crollo; circolazione idrica con caratteristiche variabili.

UNITA' GEOTECNICA D: ghiaie, ciottoli e blocchi

Litologia prevalente: ghiaia grossolana, ciottoli e blocchi a spigoli vivi, prismatici o tabulari di natura carbonatica

Pedologia: suoli assenti

Formazione geologica: falde di detrito di origine antropica.

Morfologia: falde di detrito grossolano sciolto quale materiale di risulta scaricato lungo il versante in prossimità degli imbocchi delle antiche cave in sotterraneo o correlato all'attività estrattiva della Cava Salnova.

Classificazione USCS: GW, GW-GM.

Caratteristiche tecniche generali: variabili nel complesso mediocri o scadenti.

Permeabilità subsuperficiale e circolazione idrica: permeabilità elevata.

Problematiche: accumuli di spessore variabile di materiale sciolto a pezzatura eterogenea su versanti spesso acclivi potenzialmente in parte mobilizzabili.

UNITA' GEOTECNICA E: ghiaie, ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-limoso-argillosa

Litologia prevalente: diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso-limoso con clasti eterometrici poligenici (in prevalenza carbonatici e rocce vulcaniche); sabbie massive da fini a medie con ghiaia e rari ciottoli; alternanza irregolare di ghiaie cementate grossolane e mal selezionate a supporto clastico a clasti eterometrici poligenici angolosi o subangolosi; ghiaie medie e fini massive a supporto di matrice sabbiosa.

Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio - L.R. 11 marzo 2005, n. 12
Comune di Saltrio (VA) giugno 2010

Pedologia: suoli mediamente evoluti con orizzonte diagnostico di tipo cambico con struttura pedogenetica ben espressa a scheletro variabile (*Cambisols*) con tessitura franca; clasti da scarsamente alterati ad alterati; colore 10YR-7.5YR.

Formazione geologica: Allogruppo di Besnate indifferenziato, Unità di Saltrio, Conglomerati di Mendrisio.

Morfologia: aree pedemontane e collinari terrazzate ad acclività blanda localmente moderata.

Classificazione USCS: SM, ML, SW - SM (CL - ML, OL, GW - GM).

Caratteristiche tecniche generali: caratteristiche tecniche discrete; terreni a comportamento prevalentemente incoerente e stato di addensamento variabile, generalmente buono ed in aumento con la profondità.

Permeabilità subsuperficiale e circolazione idrica: permeabilità primaria per porosità variabile generalmente bassa o molto bassa e circolazione idrica disomogenea, da buona a scarsa; ruolo di impermeabile con limitazione dell'infiltrazione degli apporti meteorici nei complessi che ricopre costituendo soglie di permeabilità.

Problematiche: eterogeneità litologica latero-verticale e scarso grado di classazione dei depositi con circolazione idrica irregolare; conducibilità idraulica variabile ma generalmente bassa; possibile formazione di sorgenti o occorrenza di falde sospese anche poco profonde sostenute da livelli discontinui di sabbie/ghiaie a supporto clastico; in fase di scavo e/o sbancamento possibile occorrenza di substrato roccioso a ridotta profondità o di blocchi/trovanti; da valutare la stabilità dei fronti di scavo.

UNITA' GEOTECNICA F - ghiaie sabbie e ciottoli

Litologia prevalente: prevalenti ciottoli, ghiaie e sabbie a supporto clastico, con matrice generalmente scarsa .

Pedologia: suoli da assenti a scarsamente evoluti (*Entisuoli*).

Formazione geologica: Unità Post glaciale.

Morfologia: piana alluvionale attuale e recente del Torrente Clivio.

Classificazione USCS: GW, GW - GM, GW - GP, GC - GM (CL - ML).

Caratteristiche tecniche generali: caratteristiche tecniche discrete; terreni a comportamento granulare con stato di addensamento da moderato a buono.

Permeabilità subsuperficiale e circolazione idrica: permeabilità primaria per porosità da alta a elevata; costituisce corpo a geometria nastriforme ricoprente il Complesso Marnoso Superiore con presenza di falda di subalveo di tipo freatico.

Problematiche: occorrenza di falda di subalveo poco profonda; aree soggette alla dinamica torrentizia ordinaria/eccezionale.

UNITA' GEOTECNICA G - aree interessate da rimaneggiamento antropico

Litologia prevalente: non determinata (probabile materiale inerte da attività estrattiva).

Pedologia: --.

Formazione geologica: --

Morfologia: area di colmatazione/riconformazione morfologica in corrispondenza del versante destro dell'alveo del Torrente Ripiantino nel tratto antistante e a valle del cimitero comunale.

Classificazione U.S.C.S.: --

Caratteristiche tecniche generali: variabili da buone a scadenti in relazione alla natura dei materiali di riporto ed allo stato di addensamento degli stessi.

Permeabilità subsuperficiale: variabile.

Problematiche: aree di profondo rimaneggiamento antropico con caratteristiche tecniche variabili e conseguente portanza differenziale; possibile occorrenza di materiali eterogenei sciolti specialmente in corrispondenza delle aree colmate; grado di addensamento e spessore variabili; da valutare le condizioni di stabilità generale del versante.

Sull'allegato cartografico sono state riportate anche le linee di faglia in corrispondenza delle quali l'ammasso roccioso può presentarsi maggiormente fratturato e tettonizzato (caratteristiche più scadenti) ed in quanto rappresentano linee di infiltrazione preferenziale per le acque meteoriche.

8.3 CONSIDERAZIONI GENERALI

A conclusione di quanto esposto nel corso dei precedenti paragrafi è possibile formulare le seguenti considerazioni di carattere generale:

1) la zonazione proposta in allegato 4 ha un carattere puramente preliminare e non deve essere intesa come sostitutiva di quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;

2) la zonazione generale proposta ha permesso di verificare come i terreni di gran parte del territorio comunale non presentino gravi problematiche connesse con l’utilizzo degli stessi ai fini edificatori o per la realizzazione di opere di interesse pubblico, le limitazioni maggiori sono ovviamente legate a tutta la zona montana in quanto aree ad elevata acclività e di ricarica dell’acquifero con vulnerabilità elevata o estremamente elevata;

3) fra le aree con potenziali caratteristiche scadenti si segnalano le porzioni in sponda sinistra del Torrente Ripiantino presso il cimitero comunale ove risultano storicamente documentati interventi pregressi di rimodellamento antropico mediante conferimento di materiali di natura non determinata (verosimilmente inerti di cava).

9. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO

9.1 GENERALITA'

La carta della “Zonazione sismica preliminare del territorio comunale – Analisi di primo livello” proposta in allegato 5, estesa all’intero territorio comunale e sintetizzata alla scala 1:5.000 su rilievo aerofotogrammetrico della Comunità Montana Valli del Varbano, è tesa al riconoscimento delle aree potenzialmente soggette ad amplificazione in relazione ad un evento sismico anche remoto.

La risposta ad una sollecitazione dinamica è funzione anche delle particolari condizioni geologiche e geomorfologiche proprie di una determinata zona; le condizioni locali possono quindi influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base (attualmente definita dalla Classificazione Sismica del territorio nazionale adottata con d.g. Regione Lombardia n. 14964 del 7 novembre 2003, in recepimento dell’Ordinanza del Presidente 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”) producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell’area e, di conseguenza, negli indirizzi di pianificazione urbanistica e di progettazione degli interventi edificatori.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull’identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione quindi delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due gruppi di effetti locali: quelli di amplificazione sismica locale (o litologici) e quelli dovuti ad instabilità.

9.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E METODI DI APPROFONDIMENTO

Il Comune di Saltrio (cfr. figura 7) secondo la riclassificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza del Presidente 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*”, pubblicata sulla G.U. n. 105 dell’8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, adottata con d.g. Regione Lombardia n. 14964 del 7 novembre 2003) ricade in zona sismica 4 (quella a minor grado di sismicità ovvero a “*bassa sismicità*”).

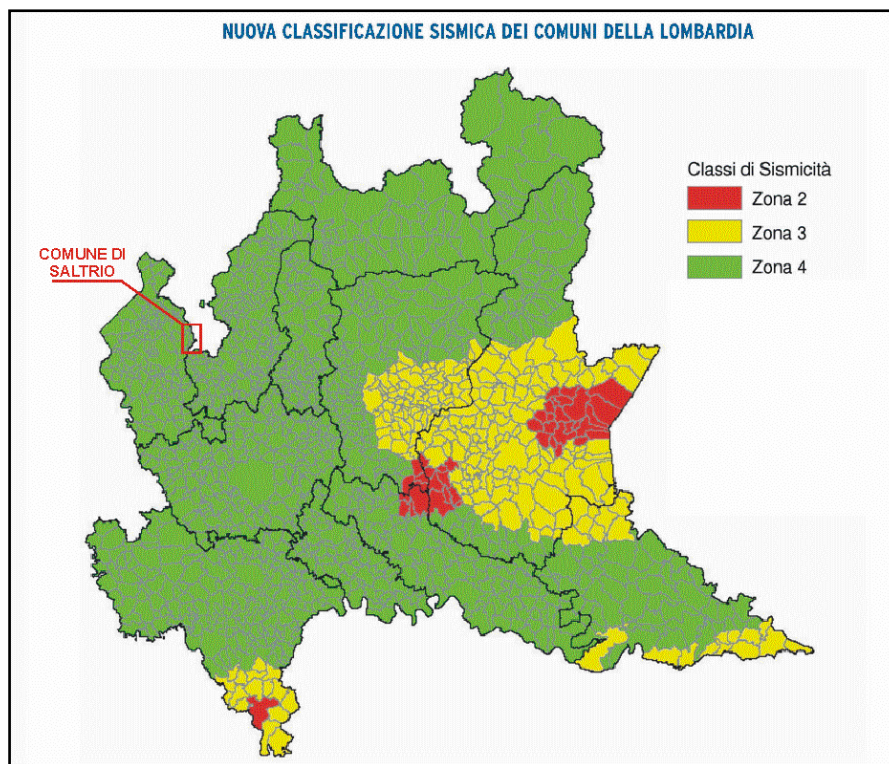


Figura 7 – classificazione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi con modifiche introdotte dall’Ordinanza n. 3274

Tale classificazione costituisce la **pericolosità sismica di base** che deve essere verificata ed approfondita, in base ai criteri dettati dalla L.R. 12/2005, in fase di pianificazione territoriale e geologica.

La metodologia per l'approfondimento e la valutazione dell'amplificazione sismica locale, riportata nell'allegato 5 ai Criteri attuativi della L.R. 12/05 – Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. “*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*”, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*”, dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, e della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003 e del d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, prevede 3 livelli di analisi da applicarsi in funzione della zona sismica di appartenenza.

L'elaborazione della carta della pericolosità sismica locale (allegato 5) è il prodotto del completamento del I° dei tre livelli di approfondimento previsti, obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia, ed esteso a tutto il territorio comunale (PSL); tale carta costituisce, unitamente alle prescrizioni riportate nell'analisi della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano, la base fondamentale per gli indirizzi di pianificazione urbanistica identificando per ciascuna zona gli studi richiesti per valutare in dettaglio la risposta delle strutture alle sollecitazioni dinamiche di tipo sismico.

In questo senso ricadendo il Comune di Saltrio in Zona 4 ed in base all'allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05, in fase progettuale gli approfondimenti di II° e III° livello sono obbligatori unicamente per gli edifici strategici e rilevanti di cui all'elenco in Allegato A al d.d.u.o. 21 novembre 2003-n. 19904; è comunque a discrezione dell'Amministrazione Comunale richiedere l'approfondimento in fase d'istruttoria nei casi che si ritengono opportuni non rientranti nell'elenco.

9.3 APPROFONDIMENTO DI I° LIVELLO – ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE

Per effettuare una zonazione preliminare del territorio comunale si è proceduto ad all'**analisi di primo livello** che consiste in un **approccio di tipo qualitativo** e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte.

La base tecnica e cartografia è costituita dalle analisi di tipo geologico s.s., geomorfologico, idrogeologico e geotecnico e dai relativi Allegati descritti ai capitoli precedenti.

La discretizzazione in zone è avvenuta seguendo una suddivisione in **situazioni tipo** denominate **scenari di pericolosità sismica locale**, contenute nell'Allegato 5 (Carta di zonazione sismica preliminare – analisi di I° livello alla scala 1:5.000) e riportate nella successiva tabella 3.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 3: situazioni tipo e scenari di pericolosità sismica locale

9.4 REDAZIONE DELLA CARTA DI ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE

Come anticipato in questa fase di studio è stata completata l'analisi di I° livello che ha portato all'elaborazione della carta "Zonazione sismica preliminare del territorio comunale – Primo livello" proposta nell'Allegato 5.

Sulla base delle considerazioni emerse nel corso dell'analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica nell'ambito del territorio comunale di Saltrio è stato possibile identificare alcune *situazioni tipo* corrispondenti a diversi *scenari di pericolosità sismica* ed *effetti di amplificazione prevedibili*.

La suddivisione è riportata nella seguente tabella 4, cui segue una descrizione di ciascuno scenario.

DEPOSITI DI COPERTURA POTENZIALMENTE SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONI SISMICHE		
SIGLA DELLO SCENARIO	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI PREVEDIBILI
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti: aree di profondo rimaneggiamento antropico totalmente o parzialmente colmate con presenza di riporti eterogenei di materiali di natura non determinata (verosimilmente inerti di cava) con potenziale scarsa capacità portante e stato di addensamento variabile	Cedimenti e/o liquefazioni
Z4 A	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi: aree subpianeggianti a geometria nastroforme della piana alluvionale attuale e recente del Torrente Clivio e terrazzi alluvionali stabili antichi delimitati da scarpate erosive	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4 C	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche): dossi e rilievi poco pronunciati a morfologia allungata mediamente E-W (cordoni morenici) talora parzialmente coperti da loess ed aree debolmente ondulate o subpianeggianti (piane fluvioglaciali relitte intramoreniche).	
ELEMENTI MORFOLOGICI POTENZIALMENTE SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONI SISMICHE		
SIGLA DELLO SCENARIO	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI PREVEDIBILI
Z1 C	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana: aree montane ad acclività da media a elevata con substrato roccioso carbonatico fratturato e/o carsificato affiorante/subaffiorante e copertura eterogenea discontinua di spessore variabile; falde di detrito di origine antropica costituite dai materiali di risulta della coltivazione delle antiche cave in sotterraneo; falde di detrito legate ad attività estrattiva attiva	Instabilità
Z3 A	Orli di scarpata con H>10 m: cigli di scarpata di erosione torrentizia delle valli dei corsi d'acqua attuali e dei terrazzi morfologici stabili di origine fluvioglaciale; cigli di cava e di scarpate rocciose subverticali sia naturali che di origine antropica	Amplificazioni topografiche
Z3 B	Zona di cresta rocciosa: principali crinali spartiacque del versante meridionale del Monte Pravello	
Z5	Zona di contatto stratigrafico fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse: limite di contatto (indicativo) tra substrato carbonatico o siliceo/marnoso affiorante/subaffiorante e copertura continentale (depositi glaciali s.l.) continua di spessore plurimetrico	Comportamenti differenziali

Tabella 4: scenari di P.S.L. presenti nel territorio di Saltrio

9.5 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI

Scenario Z1c: zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana

Sono state inserite in questa classe le aree montane ad acclività da media a elevata con substrato roccioso carbonatico fratturato e/o carsificato affiorante/subaffiorante e copertura eterogenea discontinua di spessore variabile; falde di detrito di origine antropica costituite dai materiali di risulta della coltivazione delle antiche cave in sotterraneo; falde di detrito legate ad attività estrattiva attiva.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di instabilità con formazione di nuovi dissesti o riattivazione di quelli quiescenti e/o stabilizzati.

La classe di pericolosità sismica corrispondente è H2; è richiesto l'approfondimento di III[^] livello nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti) salvo limitazioni più restrittive di inedificabilità assoluta legate alla classe IV di fattibilità geologica.

Scenario Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti

In questa categoria sono state comprese le aree di profondo rimaneggiamento antropico totalmente o parzialmente colmate con presenza di riporti eterogenei di materiali di natura non determinata (verosimilmente inerti di cava) con potenziale scarsa capacità portante e stato di addensamento variabile.

In caso di evento sismico l'effetto di amplificazione prevedibile è quello di insorgenza di cedimenti e/o liquefazioni e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

E' richiesto l'approfondimento di III[^] livello nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti) salvo limitazioni più restrittive legate alla classe di fattibilità geologica.

Scenario Z3a: zona di ciglio con altezza $H > 10$ m

In questa fase sono stati cartografati come elementi lineari i cigli di scarpata (naturali o di origine antropica correlati all'attività estrattiva attiva e pregressa) con altezza superiore a 10 m; bisogna tuttavia tenere presente che per definire le relative aree di influenza del fattore di amplificazione a partire da elementi lineari è necessario avere il supporto di un approfondimento di II° livello, basato sulle proposte metodologiche sintetiche della Regione Lombardia.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

E' richiesto l'approfondimento di II° solo nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti), ed il III° livello quando, a seguito dell'applicazione del II° livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (fattore di amplificazione F_a calcolato superiore a F_a di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano); in alternativa all'approfondimenti di III° livello è possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Scenario Z3b: zona di cresta rocciosa: corrisponde ai principali crinali spartiacque del versante meridionale del Monte Pravello; caratterizzati da inclinazioni dei versanti mediamente variabili fra 35 e 40° ed angoli alla sommità compresi fra 15-20° (creste appuntite).

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Per quanto concerne gli approfondimenti richiesti valgono le medesime prescrizioni elencate alla precedente classe Z3a.

Scenario Z4a: Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari

Le porzioni di territorio comunale attribuite a questo scenario corrispondono alle aree subpianeggianti a geometria nastriforme della piana alluvionale attuale e recente del Torrente Clivio e ai terrazzi alluvionali stabili antichi delimitati da scarpate erosive.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni prevalentemente litologiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

E' richiesto l'approfondimento di II[^] solo nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti) ed il III[^] livello quando, a seguito dell'applicazione del II[^] livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (fattore di amplificazione F_a calcolato superiore a F_a di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano); in alternativa all'approfondimenti di III[^] livello è possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Scenario Z4c: Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)

Corrisponde ai dossi e rilievi poco pronunciati a morfologia allungata mediamente E-W (cordoni morenici) talora parzialmente coperti da loess ed aree debolmente ondulate o subpianeggianti (piane fluvioglaciali relitte intramoreniche)..

In caso di evento sismico è prevedibile l'instaurarsi di amplificazioni legate essenzialmente alla litologia.

Valgono considerazioni e prescrizioni del tutto analoghe a quelle esposte per il precedente scenario Z4a.

Scenario Z5: Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

In tale categoria sono state identificati con elementi di tipo lineare le aree di piede versante, o comunque caratterizzate da evidenti e significative rotture di pendenza, in corrispondenza delle quali si ha il contatto fra il substrato roccioso carbonatico o siliceo-marnoso e i depositi glaciali s.l. caratterizzati da spessori rilevanti.

In caso di evento sismico è prevedibile l'insorgenza di comportamenti differenziali; la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z5 è esclusa la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi per cui in fase progettuale, qualora consentito dalle norme di fattibilità geologica, tale limitazione può essere rimossa operando in modo tale da ottenere un terreno di fondazione omogeneo.

9.6 EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE

In questo paragrafo viene proposto per completezza l'elenco tipologico degli edifici strategici e rilevanti di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904 che, per i Comuni ricadenti in Zona 4 come è il caso di Saltrio, devono essere sottoposti ai successivi livelli di approfondimento II° e III° in fase progettuale.

Allegato A al D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904 - Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale art. 2 comma 3 o.p.c.m. n. 3274/03 (... «edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile – edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso»...)

1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile

EDIFICI

- a) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (*);
- b) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (*);
- c) Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali (*);
- d) Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (*);

- e) Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.);
- f) Centri funzionali di protezione civile;
- g) Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- h) Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;
- i) Sedi Aziende Unita` Sanitarie Locali (**);
- j) Centrali operative 118.

2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso

EDIFICI

- a) Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;
- b) Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;
- c) Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003;
- d) Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.);
- e) Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (***) suscettibili di grande affollamento.

(*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(**) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(***) Il centro commerciale viene definito (d.lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).

OPERE INFRASTRUTTURALI

- a) Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali;
- b) Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane);
- c) Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- d) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;
- e) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);
- f) Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;
- g) Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione);
- h) Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;
- i) Opere di ritenuta di competenza regionale.

9.7 INDICAZIONI SULLE MODALITÀ DI APPROFONDIMENTO

9.7.1 IL 2° ED IL 3° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4), relativamente agli edifici di cui al paragrafo precedente.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (F_a); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di F_a .

Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello e per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5).

Il livello 3° si applica anche nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e

ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

9.7.2 PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE: SCENARI Z4A, Z4C

Per gli scenari Z4a, Z4c relativi a potenziali amplificazioni sismiche legate alla litologia, è da prevedere un approfondimento di 2° livello.

La procedura semplificata di 2° livello, basata sull'utilizzo per confronto di n. 5 schede-tipo redatte dalla Regione Lombardia e riportate nell'allegato 5 ai Criteri attuativi della L.R. 12/05 – Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T, richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento tra quelle proposte.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;

- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2).

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento delle Vs con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di Vs inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2.

Nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di Vs con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte.

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa formula), in base al valore del periodo proprio del sito T.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Il valore di F_a determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato pre-calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (*soglie_lomb.xls*) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di +/- 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- *il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente*: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);

- *il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente*: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di V_s , utilizzati nella procedura di 2° livello deve essere opportunamente motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità.

9.7.3 PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI MORFOLOGICHE: SCENARI Z3A, Z3B

La procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni morfologiche relativamente allo scenario Z3a è valida per irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (α) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una Vs maggiore o uguale ad 800 m/s.

In funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

La misura dell'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- l'inclinazione (β) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione (α) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (*per $\beta > 1/5 \alpha$ la situazione è da considerarsi pendio*);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (*per $h \geq 1/3 H$ la situazione è da considerarsi una cresta appuntita – cfr. scenario Z3b*).

Di seguito (figura 8) si riporta lo schema identificativo e le tipologie delle situazioni di scarpata da prendere in considerazione per lo scenario Z3a:

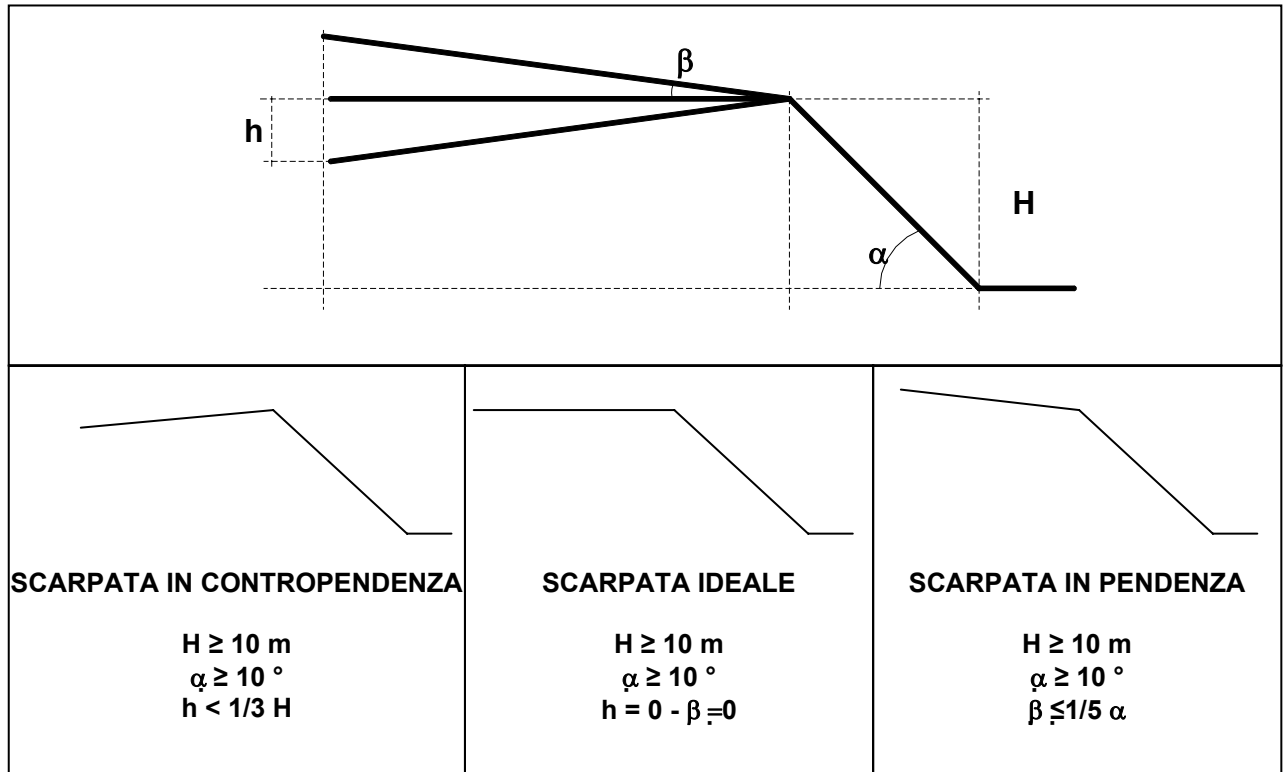


Figura 8: schema identificativo e tipologie delle situazioni di scarpata

S Sulla base delle diverse situazioni di scarpata esistono in Allegato 5 (e succ. aggiorn.) modelli caratterizzati da diverse altezze H, diverse inclinazioni α del fronte principale e diversa tipologia del fronte superiore dei quali è stato pre-calcolato l'andamento del valore del Fattore di amplificazione per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s lungo il fronte superiore, identificando anche l'area di influenza (A_i) dei fenomeni di amplificazione sismica (Tabella 5):

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di F_a	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Tabella 5: variazione del Fattore di amplificazione F_a e dell'area di influenza in funzione delle diverse situazioni di scarpata

Anche in questo caso, i valori di F_a ottenuti con la procedura semplificata descritta dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

Per quanto concerne la procedura semplificata per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b) questa è caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10° ; il rilievo è identificato sulla base di cartografie a scala almeno 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H) (scheda di valutazione).

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una V_s maggiore o uguale ad 800 m/s.

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni (Figura 9):

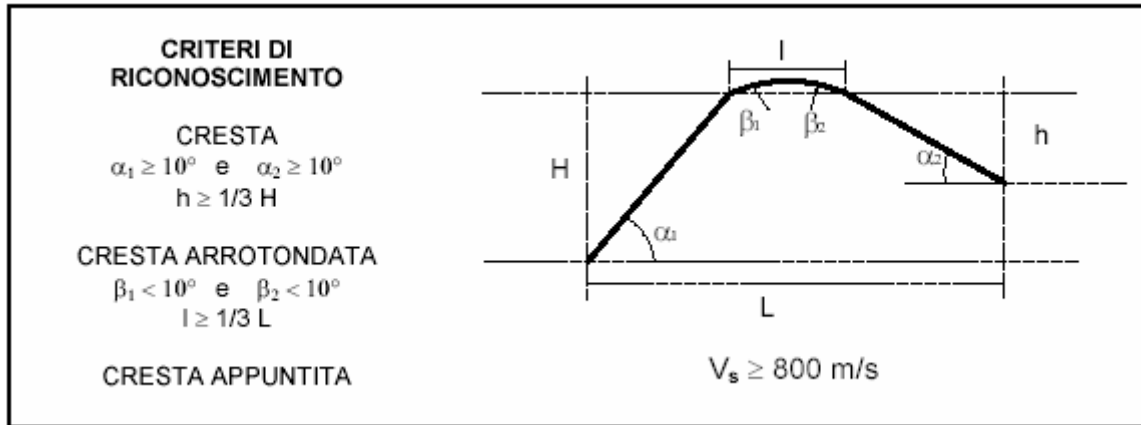


Figura 9: effetti morfologici – creste - scenario Z3b

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno $1/3$ della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (cresta arrotondata).

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo L ;
- larghezza in cresta del rilievo l ;
- dislivello altimetrico massimo H e dislivello altimetrico minimo h dei versanti;
- coefficiente di forma H/L .

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s, in base al valore del coefficiente di forma H/L .

Il valore di F_a determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta l , mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di F_a a così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di F_a ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ($V_s > 800$ m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (*soglie_lomb.xls*) e rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di +/- 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- *il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente*: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- *il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente*: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

9.7.4 PROCEDURA APPROFONDATA DI 3° LIVELLO PER INSTABILITA': SCENARIO Z1C

L'analisi di 3° livello per potenziali effetti di instabilità prevede, a seguito della caratterizzazione ed identificazione dei movimenti franosi, la quantificazione della loro instabilità intesa come la valutazione degli indici di stabilità in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche attraverso un approccio di tipo puntuale, finalizzato cioè alla quantificazione della instabilità di singoli movimenti franosi.

Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni sono distinte per tipologia di movimenti franosi.

In particolare per i movimenti franosi tipo scivolamenti (rotazionali e traslazionali) cui possono corrispondere quelli presenti nelle aree di Bisuschio comprese in questo scenario, le procedure possono essere così schematizzate:

- individuazione delle sezioni geologiche e geomorfologiche che caratterizzano il corpo franoso, le sue geometrie, gli andamenti delle superfici di scivolamento, dei livelli di falda, finalizzati alla ricostruzione di un modello geologico interpretativo del movimento franoso;
- individuazione dei parametri geotecnici necessari all'analisi: il peso di volume (γ), l'angolo di attrito (Φ) nei suoi valori di picco e residuo e la coesione (c) nei suoi valori di picco e residuo (nel caso si adotti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb);
- individuazione degli accelerogrammi di input nel caso di analisi dinamiche;
- analisi numeriche: diversi sono i modelli numerici che possono essere utilizzati per il calcolo della stabilità; tali codici, più o meno semplificati (es. metodo dei conci, metodo ad elementi finiti, ecc.), forniscono la risposta in termini di valori del fattore di sicurezza (F_s) in condizioni statiche, in termini di valori del coefficiente di

100

accelerazione orizzontale critica (K_c) in condizioni pseudostatiche ed in termini di spostamento atteso in condizioni dinamiche. L'applicazione dei diversi modelli dipenderà chiaramente dalle condizioni geologiche del sito in analisi e dal tipo di analisi che si intende effettuare.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno i livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame: in particolare i valori del fattore di sicurezza forniscono indicazioni sulla stabilità dell'area considerando un ben preciso stato del sito di analisi non tenendo in conto la contemporanea variazione di alcuni parametri quali contenuto d'acqua e carichi agenti (pioggia, terremoto, azioni antropiche, ecc); il coefficiente di accelerazione orizzontale critica fornisce invece la soglia di accelerazione al suolo superata la quale l'area stabile diviene instabile in occasione di un terremoto; infine lo spostamento atteso fornisce indicazioni sull'area di influenza del movimento franoso ed una misura di quanto l'accadimento di un evento sismico può modificare la situazione esistente.

Per quanto riguarda i movimenti tipo crolli e ribaltamenti le analisi che possono essere effettuate sono di tipo statico e pseudostatico.

Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni possono essere così schematizzate:

- inquadramento geologico di un intorno significativo in scala 1:10.000 e esecuzione di sezioni geologiche e topografiche in scala 1:10.000;
- individuazione dei parametri dell'input sismico (quali valore del picco di accelerazione, valore del picco di velocità);
- rilievi geomeccanici per la classificazione degli ammassi rocciosi sorgenti dei distacchi (determinazione delle principali famiglie di discontinuità, prove in sito sugli affioramenti quali martello di Smidth tipo L, pettine di Barton, spessimetro per apertura giunti ecc., prelievo di campioni per esecuzione di Point Load Test e di prove di scivolamento Tilt Test);

- identificazione dei principali cinematismi di rottura degli ammassi rocciosi su sezioni tipo e, per situazioni particolarmente significative, analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudostatiche di singoli blocchi;
- descrizione e rilievo della pista di discesa e della zona di arrivo, rilievo geologico e, ove possibile, statistica dei massi al piede (dimensioni e distribuzione);
- costruzione del modello numerico della/e pista/e di discesa e verifiche di caduta massi con vari metodi e statistiche arrivi.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame, in particolare, vengono individuate le possibili piste di discesa, le relative aree di influenza e la statistica degli arrivi.

9.7.5 PROCEDURA APPROFONDIRITA DI 3° LIVELLO PER CEDIMENTI E/O LIQUEFAZIONI: SCENARIO Z2

L'analisi di 3° livello da applicarsi agli scenari Z2 prevede la valutazione quantitativa delle aree soggette a potenziali fenomeni di cedimenti e liquefazioni in relazione alle condizioni litologiche ed idrogeologiche locali.

Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

9.7.6 EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA E LITOLOGICA

L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri).

Le caratteristiche strumentali, il tipo di acquisizione e la disposizione logistica variano in funzione della complessità geologica dell'area di studio, del metodo di elaborazione scelto e del tipo di risultato a cui si vuole pervenire.

Le registrazioni eseguite in un'area di studio possono riguardare rumore di fondo (microtremore di origine naturale o artificiale) o eventi sismici di magnitudo variabile; i dati acquisiti devono essere opportunamente selezionati (ripuliti da tutti i disturbi presenti) e qualificati tramite informazioni sismologiche dell'area in esame e permettono di definire la direzionalità del segnale sismico e la geometria della zona sismogenetica-sorgente.

Le tracce dei segnali di registrazione devono essere in seguito processate tenendo conto delle diverse condizioni di installazione degli strumenti e delle diverse condizioni di acquisizione dei dati.

Inoltre, nel caso siano utilizzate stazioni equipaggiate con strumentazioni con frequenza propria diversa (caso più frequente) occorre rendere omogenei tra loro i vari segnali attraverso una deconvoluzione per le rispettive risposte spettrali.

L'analisi sperimentale può presentare diversi gradi di approfondimento ed affidabilità, in funzione del tipo di strumentazione impiegata, del tipo di elaborazione del dato di registrazione e, soprattutto, in funzione dell'intervallo di tempo dedicato alle misurazioni in sito.

I metodi di analisi strumentale più diffusi ed utilizzati sono il metodo di Nakamura (1989) e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981).

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione

della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D), basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale.

I concetti fondamentali su cui si basano i codici di calcolo numerico riguardano la teoria della propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo e la teoria del comportamento non lineare e dissipativo dei terreni in condizioni dinamiche.

La valutazione della risposta sismica deve tener conto non solo delle variazioni di ampiezza massima del moto sismico di riferimento, ma anche dell'effetto di filtraggio esercitato su di esso dal terreno, cioè delle modifiche nel contenuto in frequenza.

L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate il meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi.

Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1° e 2° livello).

È inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

1. **lo-acc** contenente, per ogni comune, diversi accelerogrammi attesi caratterizzati da due periodi di ritorno (475 e 975 anni);

2. **curve_lomb.xls** contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ).

Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – L.R. 11 marzo 2005, n. 12
Comune di Saltrio (VA) *giugno 2010*

PARTE II – FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

10. CARTA DEI VINCOLI

In ottemperanza alle disposizioni della normativa vigente sulla carta dei vincoli proposta in Allegato 6, redatta su tutto il territorio alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valli del Verbano, sono state perimetrare le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, ed in particolare:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89;
- vincoli di polizia idraulica;
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;

10.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/1989

Nell'ambito del territorio comunale di Saltrio sono perimetrare due aree di frana stabilizzata (Fs) per le quali sono da intendersi applicate le norme e limitazioni di cui al comma 4 Art. 9 N.T.A. P.A.I.. secondo cui nelle aree Fs compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

10.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Con l'entrata in vigore della Deliberazione della Giunta Regionale del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 "Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il Reticolo Idrico Minore come indicato dall'art. 3 comma 114

106

della l.r. 1/2000 – *Determinazione dei canoni di polizia idraulica*” e le successive modifiche apportate dalla Deliberazione della Giunta Regionale del 1 agosto 2003, n. 7/13950, viene demandata ai Comuni la funzione di definire il reticolo idrografico superficiale facente parte del Reticolo Idrico Minore, di propria competenza, per il quale si dovrà provvedere allo svolgimento delle funzioni di manutenzione ed alla adozione dei provvedimenti di polizia idraulica; parimenti, i Comuni divengono peraltro beneficiari dei proventi derivanti dall’applicazione dei canoni di polizia idraulica.

In questo senso si è proceduto in Allegato 6 “Carta dei vincoli” all’individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore insistente sul territorio di Saltrio e delle relative fasce di rispetto secondo quanto definito in “*Allegato 1 – Individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore, degli attraversamenti, delle relative fasce di attenzione e di rispetto - marzo 2009*” dott. Ing. Antonino Bai, dott. Geol. Roberto Carimati, dott. Geol. Giovanni Zaro e dott. For. Alessandro Nicoloso.

Detto studio eseguito per conto della ex Comunità Montana della Valcersio risulta attualmente sottoposto all’attenzione della Sede Territoriale della Regione Lombardia competente per territorio in attesa di espressione del parere di conformità; fino all’espressione di tale parere sulle acque pubbliche ai fini della polizia idraulica e della tutela del territorio si applicano le limitazioni prescritte dalla normativa vigente ed in particolare a quanto stabilito al R.D. 523/1904, al D.Lgs 152/2006 e alla D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002 e s.m.i.

10.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

L’acquedotto del Comune di Saltrio (con Clivio e Viggiù) è attualmente servito da due sorgenti ad uso idropotabile: il pozzo Beretta o Baraggia, in comune di Clivio e la Sorgente del Selurago nella valle del Torrente Clivio, in territorio comunale di Clivio.

Per quanto riguarda la perimetrazione di fonti ad uso idropotabile, va innanzi tutto precisato che all’interno del territorio comunale di Saltrio non risulta presente alcuna fonte di approvvigionamento ad uso idropotabile.

Risulta viceversa presente una unica fonte di alimentazione idropotabile la cui fascia di rispetto interessa il territorio comunale di Saltrio; trattasi della sorgente di Selurago.

In allegato 6 (Carta dei Vincoli) viene pertanto riportata:

- l'ubicazione di tale sorgente
- la zona di rispetto definita secondo il criterio geometrico avente cioè un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione, limitatamente alla porzione di territorio posta entro il territorio comunale di Saltrio, poste ad una quota superiore alla stessa e pertanto tali da poter interferire con le attività di alimentazione della sorgente.

11. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi (allegato 7) alla scala 1:5.000 sintetizzata su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana, è stata redatta su tutto il territorio comunale, valutando comunque anche i territori limitrofi al fine di escludere la presenza di elementi o processi che possano determinare interazioni negative sul territorio di indagine.

Tale carta è stata elaborata attraverso l'incrocio e la sovrapposizione ragionata di tutti gli elementi individuati nelle precedenti fasi analitiche (analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica).

Obiettivo dell'allegato è quello di fornire un quadro riassuntivo dello stato dell'area al fine di procedere a valutazioni diagnostiche ed in particolare “... la carta di sintesi rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera”; come tale “sarà costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee”.

Evidentemente la possibile sovrapposizione fra più poligoni individua settori a pericolosità/vulnerabilità determinata da più fattori limitanti.

Di seguito vengono riprese puntualmente le diverse voci individuate in legenda secondo la classificazione proposta dalla D.G.R. 22.12.2005 n. VIII/1566.

- AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI

Nell'ambito di questa tipologia di fenomeno sono stati compresi i seguenti elementi caratterizzanti:

1) Aree di pertinenza delle antiche cave in sottoterraneo: la pericolosità è legata a fenomeni potenziali di crollo di blocchi/lastre di roccia dagli imbocchi, sormontati generalmente da

109

ammassi rocciosi fratturati e dalle solette delle camere (più raramente da pilastri e pareti); il fenomeno appare particolarmente evidente appena superato l'imbocco delle Cave di Levante (sotto la cava Salnova) dove si individuano consistenti accumuli di lastre rocciose staccatesi dalla soletta dell'area coltivata;

2) Cigli di scarpata in roccia naturali e di origine antropica: la pericolosità è legata a potenziali fenomeni di distacco e crollo e relativa area di accumulo (perimetrazione indicativa sulla base di evidenze morfologiche); data la morfologia delle aree di distacco costituite da pareti subverticali i percorsi di caduta dei blocchi avvengono quasi unicamente con modalità di volo libero con impatto e accumulo alla base della parete.

3) Falde di detrito sciolto di origine antropica: trattasi di accumuli sciolti di blocchi spigolosi legati all'attività estrattiva attiva e pregressa (i cosiddetti gravée, ovvero discariche di materiale proveniente dalla coltivazione delle antiche cave in sotterraneo) potenzialmente mobilizzabili.

- AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Entro tale categoria sono state comprese le aree a vulnerabilità elevata o estremamente elevata della zona di alimentazione delle sorgenti idropotabili ovvero di acquifero fratturato e carsificato corrispondente in pratica all'intera area di affioramento delle formazioni che costituiscono il Complesso Carbonatico Intermedio.

Sono state individuate anche le forme carsiche assorbenti principali (grotte, doline, inghiottitoi) e le forme minori in quanto elementi preferenziali di infiltrazione delle acque nel sottosuolo come tali potenziali ingestori di inquinamento per la zona di alimentazione delle sorgenti.

- AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

1) Aree allagabili: lo studio ha evidenziato le aree allagabili in corrispondenza del Torrente Ripiantino, la più estesa delle quali è ubicata poco a valle rispetto al cimitero comunale la cui esistenza è da imputarsi agli interventi di modellamento antropico che hanno parzialmente

colmato l'originaria morfologia valliva ostacolando il regolare deflusso delle acque; una seconda area molto più limitata è riconoscibile in sponda destra prima dell'intersezione con via Elvezia.

2) Riduzione della sezione di deflusso: trattasi di fenomeno registrato nell'alveo del Torrente Valmeggia a valle della Ditta F.lli Molina a seguito del grave stato di ammaloramento in cui versa la gabbionata di contenimento del versante; attualmente è in essere un progetto che contempla la sistemazione morfologica e idraulica dell'area e la messa in sicurezza del versante..

- AREE CHE PRESENTANO CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI

Sono state messe in evidenza:

1) Aree interessate da rimaneggiamento antropico: trattasi di aree in cui si è avuta una profonda modificazione della originaria morfologia per conferimento di materiale di caratteristiche non determinate (probabile materiale inerte di cava) caratterizzate da potenziale scarsa capacità portante legata allo stato di addensamento e natura dei materiali;

2) Linee di faglia a cui sono associate potenziali condizioni di ammasso roccioso intensamente fratturato;

Quale altro elemento di interesse è stata individuata la posizione dell'area estrattiva di pertinenza della Cava Salnova S.p.A.

12. PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

12.1 CRITERI GENERALI

In ottemperanza a quanto prescritto all'Art. 84 delle N.d.A. del PTCP, partendo dall'esame delle tavole RIS 3 “carta della pericolosità frane”, è stato condotto uno studio di approfondimento esteso all'intero territorio comunale al fine di verificare i contenuti delle tavole suddette ed attestare l'effettiva pericolosità delle aree catalogate sulla base di osservazioni puntuali e di maggiore dettaglio.

I risultati di questa elaborazione trovano riscontro in allegato 8 “Carta della suscettività al dissesto”, redatto alla scala 1:5.000 su rilievo aerofotogrammetrico della Comunità Montana Valli del Verbano ed esteso a tutto il territorio comunale.

Lo studio di approfondimento è stato eseguito secondo i contenuti dell'allegato 2 della Deliberazione Giunta regionale 22 dicembre 2005 - n. 8/1566 secondo una procedura articolata in due parti la prima delle quali prende in considerazione le frane già avvenute e la seconda le aree in cui non sono attualmente conosciute frane.

Di seguito verranno illustrati in maniera sintetica i criteri fondamentali seguiti per la definizione della pericolosità.

Per quanto concerne le frane esistenti (censite e catalogate negli archivi cartografici o di nuova istituzione) queste vengono classificate in base al loro stato di attività, discriminando fra attive (attualmente in movimento o mossesi nell'ultimo ciclo stagionale), quiescenti (riattivabili dalle loro cause originali tuttora esistenti), inattive (non più influenzate dalle loro cause originali ove note), relitte (sviluppatasi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali).

Lo stato di attività così definito consente l'attribuzione della relativa classe di pericolosità:

- frana attiva – pericolosità H5;
- frana quiescente – pericolosità H4 se vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni o pericolosità H3 se non vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni;
- frana inattiva – pericolosità H2;
- frana relitta – pericolosità H1.

Nel caso in cui una frana (inattiva o quiescente) si riattivi parzialmente alla porzione riattivata va attribuito il valore di pericolosità 5; se la frana mostra una serie di indizi che possano indicare un'imminente riattivazione il valore di pericolosità deve essere aumentato di 1.

Relativamente al territorio comunale di Saltrio si evidenzia che:

- non sono state individuate situazioni di dissesto in atto interferenti con aree edificate o suscettibili di espansione urbanistica;
- la tavola RIS 1.d del PTCP “carta del rischio” individua nell'ambito del territorio comunale due estese aree di frana stabilizzata;
- la tavola RIS 3 del PTCP “Carta della pericolosità frane” attribuisce al territorio comunale una pericolosità da media a bassa;
- la tavola RIS 2.d del PTCP “Carta censimento dissesti” e gli archivi regionali individuano entro il territorio comunale forme di dissesto legate a scivolamenti e fenomeni di crollo;
- la tavola RIS 4.d del PTCP “Carta della pericolosità frane di crollo” individua aree origine di fenomeni di crollo lungo la cresta spartiacque fra il Torrente Ripiantino ed il Torrente Poaggia.

12.2 ZONAZIONE DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO

Relativamente alle aree in cui non sono attualmente conosciute frane la mappatura dell'indice di stabilità è stata ottenuta mediante il codice di calcolo SINMAP, acronimo di *Stability INDEX MAPPING* (Pack, D.G. Tarboton e C.N. Goodwin – 1998) che si basa sul modello di stabilità di un pendio infinito che bilancia la componente destabilizzante della gravità con le componenti stabilizzanti di angolo di attrito e coesione su un piano inclinato, infinitamente esteso, parallelo alla superficie del versante.

Il fattore di sicurezza, FS, è dato dalla seguente equazione:

$$FS = \frac{C_r + C_s + c \cos^2 \theta [\rho_s g (D - D_w) + (\rho_s g - \rho_w g) D_w] \tan \phi}{D \rho_s g \sin \theta \cos \theta}$$

in cui

C_r e C_s sono rispettivamente la coesione delle radici e del terreno;

θ è l'angolo di inclinazione del pendio;

ρ_s e ρ_w sono rispettivamente il peso di volume del terreno e dell'acqua;

D è la verticale, rispetto al piano di inclinazione, dello strato di terreno;

D_w è la verticale, rispetto al piano di inclinazione, della tavola d'acqua;

g è la forza di gravità;

Φ è l'angolo di resistenza al taglio del terreno.

I dati geomeccanici di input (coesione, angolo di resistenza al taglio, peso di volume) vengono ricavati da dati stratigrafici diretti (sondaggi, prove penetrometriche, etc.) o, dove questi non siano disponibili, vengono assegnati su base formazionale attraverso dati bibliografici.

Viene inoltre utilizzato il parametro T/R (dove T è la trasmissività e R sono le piogge efficaci) che considera le caratteristiche idrogeologiche dell'intera zona di studio.

Per la definizione preliminare dei parametri geotecnici è stata presa come base di riferimento la carta di prima caratterizzazione geologico-tecnica (allegato 4).

Con riferimento alla pendenza è stato ricostruito il modello digitale (DEM) individuando cinque classi di acclività (A):

classe I: $A \leq 13^\circ$;

classe II: $14^\circ < A \leq 25^\circ$;

classe III: $26^\circ < A \leq 38^\circ$;

classe IV: $39^\circ < A \leq 50^\circ$;

classe V: $51^\circ < A \leq 90^\circ$.

Per ciascuna delle aree omogenee ricavate dall'intersezione delle unità litologiche omogenee con le classi di acclività il modulo SINMAP effettua il calcolo dell'indice di stabilità (fattore di sicurezza) dal cui valore si ricava il grado di pericolosità preliminare secondo il seguente schema:

$F_s = 1.40 - 2.00$ - pericolosità preliminare = H2

$F_s = 1.20 - 1.40$ - pericolosità preliminare = H3

$F_s = 1.00 - 1.20$ - pericolosità preliminare = H4.

Per valutare la pericolosità finale dell'area vanno prese in considerazione le possibili concentrazioni d'acqua, legate principalmente a:

- livelli argillosi o variazioni di permeabilità nel terreno;
- interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.);
- condizioni morfologiche sfavorevoli (impluvi, vallecicole, solchi di erosione concentrata, aree depresse, ...).

Se viene verificata almeno una di queste condizioni, va delimitata la zona di influenza del fenomeno in base alla morfologia del pendio e la pericolosità preliminare andrà aumentata di uno rispetto a quella dell'area omogenea nella quale si situa.

Per contro in presenza di opere di sistemazione delle aree in frana queste andranno valutate nella loro efficacia e nella loro efficienza (stato di manutenzione); nel caso in cui l'effetto globale delle opere venga valutato positivamente, il valore di pericolosità andrà diminuito di 1.

Dall'esame dell'allegato 8 si evidenzia quanto segue:

- le classi di pericolosità molto bassa vengono a coincidere con le aree subpianeggianti o debolmente acclivi di pertinenza dei terrazzi fluvioglaciali caratterizzate da occorrenza di depositi continentali di spessore localmente rilevante;
- le aree a pericolosità da alta a elevata risultano concentrate soprattutto in corrispondenza del versante meridionale del Monte Pravello caratterizzato da condizioni generali di acclività da media a elevata o confinate ai fianchi delle principali incisioni torrentizie o ai versanti dei terrazzi fluvioglaciali;
- a buona parte del territorio è stato attribuito un grado di pericolosità basso o medio legato soprattutto alla locale concomitanza di elementi morfologici sfavorevoli riconducibili soprattutto all'acclività e alla possibile concentrazione di acque con conseguente elevata probabilità di imbibimento dei materiali di copertura e/o ruscellamento superficiale;
- relativamente all'area di pertinenza della Cava Salnova si è ritenuto di non procedere ad alcuna valutazione in quanto trattasi di area interessata da attività estrattiva, quindi in evoluzione;
- con riferimento ai dissesti individuati nella tavola RIS 1.d "carta del rischio" del PTCP lo studio di approfondimento definisce per tali aree una pericolosità H3-H4 ovvero superiore a quella di norma attribuita ai fenomeni stabilizzati (H2).
- per quanto concerne le perimetrazioni dei dissesti nella tavola RIS 2.d "Carta censimento dissesti" si fa rilevare che i fenomeni di scivolamento definiti non vanno ad interferire con aree edificate o suscettibili di espansione urbanistica.

12.3 PERIMETRAZIONE DELLE ZONE DI TRANSITO E DI ARRESTO IN AREE INTERESSATE DA FENOMENI DI CROLLO

Nel corso del paragrafo verranno descritti i criteri in base ai quali è stata ottenuta la perimetrazione delle zone di transito e di arresto dei blocchi che trova riscontro nella "carta della suscettività al dissesto" (rif. allegato 8), precisando fin d'ora che quanto riportato sull'allegato cartografico è una pericolosità preliminare risultato di un approccio di tipo semplificato dal

momento che i processi in atto non interferiscono con aree urbanizzate o suscettibili di espansione urbanistica nè con infrastrutture antropiche.

Le analisi mirate alla delimitazione delle aree di possibile propagazione dei blocchi dalla parete sono state condotte con metodi di tipo empirico, la cui applicazione consente una valutazione preliminare su vasta scala delle aree di massimo avanzamento dei massi considerando la dissipazione di energia proporzionale alla lunghezza del percorso, in rapporto alla differenza di quota tra il punto di distacco e di arrivo; in particolare esso si basa sul concetto del “cono d’ombra” che delimita, orizzontalmente e verticalmente, l’area entro la quale si arresta la quasi totalità dei blocchi.

Il “cono d’ombra” viene essenzialmente definito dall’angolo di scansione verticale ovvero dall’angolo del segmento congiungente il punto di distacco e il punto di arresto e, nello spazio tridimensionale, dall’angolo di scansione orizzontale ovvero dall’angolo di deviazione angolare rispetto alla massima pendenza.

Le zone di possibile propagazione di crolli sono state individuate, a partire dai punti di reale/potenziale distacco, utilizzando il metodo zenitale sviluppato in tre dimensioni, integrato con le evidenze acquisite in fase di rilevamento sul terreno incrociate con definizione delle classi di pendenza (elaborazioni eseguite in ambiente GIS) ed uso del suolo.

Per verificare gli angoli da utilizzare nella definizione delle traiettorie, sono state tracciate alcune sezioni rappresentative a partire dai cigli di scarpata (aree di alimentazione dei fenomeni di crollo).

Il valore dell’angolo di scansione verticale (Φ) può essere stimato sulla base della relazione:

$$\Phi = \arctan(H/L)$$

dove

H = dislivello tra la zona di distacco e d’arresto;

L = massima distanza percorsa.

Vari autori hanno proposto, su base statistica in funzione di frane di crollo storiche, angoli di scansione verticale:

✓ Onofri und Candian (1979): 27°, 41°

- ✓ Toppe (1987): 32°
- ✓ Heinimann et al. (1998): 33°-37°
- ✓ Focardi und Iotti (2001): 27°-29°
- ✓ Jaboyedoff und Labiouse (2003): 33°
- ✓ Corominas et al. (2003): 26° - 54°

In base alla geometria media del versante e alla posizione delle aree di accumulo reali si è verificato che i valori minimi prossimi a 27° forniscano distanze ampiamente sovrastimate rispetto alla distribuzione dei crolli rilevabili sul terreno e che il valore di soglia minima intorno a 33-35° meglio si adatta alle specificità delle aree studiate.

Secondo Heinimann et al. (1998) in funzione della tipologia d'uso del suolo, delle dimensioni stimate dei massi che si possono staccare, nonché dello spessore del terreno e della regolarità del profilo, possono essere individuati tre angoli differenti.

Nell'analisi, le traiettorie sono state quindi definite da angoli, misurati rispetto alla linea dell'orizzonte, variabili da 33° (condizioni peggiori: uso del suolo che si oppone scarsamente al passaggio dei blocchi) sino all'inclinazione del pendio, suddivisibili in tre classi:

- ✓ 33° - 35°;
- ✓ 35° - 37°;
- ✓ 37° - inclinazione del versante.

Secondo tale metodologia, in funzione della dimensione dei blocchi, si possono avere differenti fasce di propagazione ai piedi delle pareti di distacco in relazione alla tipologia di vegetazione presente, alla regolarità della topografia e alle caratteristiche del terreno (Cfr. tabella 6).

Tabella 6: angoli di attrito equivalente in accordo con la metodologia BUWAL (Heinimann et al., 1998)

Dimensione blocchi	33°	35°	37°
< 0,5 m	Vegetazione: prato Topografia: regolare Terreno: poco profondo	Vegetazione: alto fusto Topografia: scarsamente irregolare Terreno: profondo	Vegetazione: alto fusto Topografia: molto irregolare Terreno: detrito di falda
0,5 - 2 m	Vegetazione: basso fusto Topografia: scarsamente irregolare Terreno: poco profondo	Vegetazione: alto fusto Topografia: molto irregolare Terreno: profondo	
> 2 m	Vegetazione: alto fusto Topografia: molto irregolare Terreno: profondo		

In particolare i massi con dimensioni minori di 0,5 m di diametro possono propagarsi in tre fasce.

Nella prima, più prossima alla parete di distacco e limitata da un angolo di attrito equivalente di 37° , i blocchi si possono arrestare in presenza di vegetazione ad alto fusto, topografia molto irregolare e detrito di versante.

La seconda, intermedia, definita da un angolo di attrito equivalente di 35° , è raggiungibile da blocchi in condizioni di vegetazione, topografia e uso del suolo meno favorevoli all'arresto rispetto alle precedenti.

Infine nella terza fascia, più distale e cautelativa, limitata da angoli di 33° , i massi di piccole dimensioni possono avanzare solo in condizioni particolarmente sfavorevoli all'arresto dei blocchi.

I massi con dimensioni di diametro comprese tra i 0,5 m e i 2 m, possono invece propagarsi secondo due possibili fasce, una più prossima alla parete, circoscritta da angoli di 35° , allorquando sono presenti alla base della parete condizioni di uso del suolo, vegetazione e topografia che agevolano l'arresto dei blocchi ed una più distale, limitata da un angolo di 33° nel caso opposto.

Per i blocchi di dimensioni che superano i 2 m di diametro è infine possibile individuare una sola fascia di possibile propagazione definita da un angolo di attrito equivalente di 33° .

Nel caso di studio sono stato considerato come scenario possibile quello relativo ai massi con dimensioni medie di diametro minori di 0,5 m non essendovi tra i blocchi rilevati elementi con dimensioni maggiori di quella considerata.

Sulla base dell'uso del suolo, della morfologia della parete ed in accordo con la metodologia *BUWAL* (Heinimann et al., 1998) è stata quindi considerata la fascia 37° - inclinazione del versante.

Sulla base di quanto riportato in allegato si possono formulare le seguenti considerazioni di carattere generale:

- per quanto concerne la cresta spartiacque fra il Torrente Ripiantino e Torrente Poaggia

xxxxxxx

- per quanto riguarda le scarpate rocciose a monte degli imbocchi della Cava della Brusata Alta e Bassa, presso la Cava Salnova, sopra l'imbocco della Cava di Levante e in sponda destra del Torrente Ripiantino a valle di via Elvezia data la morfologia delle aree di distacco costituite da pareti subverticali i percorsi di caduta dei blocchi avvengono quasi unicamente con modalità di volo libero con impatto e accumulo alla base della parete.

12.4. OPERE DI MITIGAZIONE

Si propone di seguito in osservanza all'Art. 84 comma 7 del PTCP un elenco tipologico dei principali interventi di difesa attiva/passiva applicabili per la prevenzione/sistemazione di fenomeni dissestivi in funzione della tipologia di questi ultimi.

frane da scivolamento in materiali incoerenti	opere per il controllo dell'erosione superficiale	rivestimenti antiersosivi con materiali biodegradabili <i>biotessili (bioreti, biofeltri); biostuoie</i>
		rivestimenti antiersosivi con materiali sintetici <i>geostuoie tridimensionali; geocompositi; rivestimenti vegetativi; geocelle</i>
		inerbimenti <i>semina a spaglio; zolle erbose; idrosemina</i>
		+
	opere di stabilizzazione superficiale	<i>piantumazioni; fascinate vive; vimate e palizzate vive; palificate vive; gradonate vive; grate vive; cordonate con talee; gradonature e riprofilatura morfologica</i>
		+
	opere di consolidamento al piede	<i>palificate a parete semplice o doppia; muri in gabbioni; massi ciclopici</i>
	+	
opere di drenaggio	drenaggi superficiali <i>canalette in terra e fossi diguardia; canalette rivestite in pietrame; canalette rivestite in legname e pietrame;</i>	

Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – L.R. 11 marzo 2005, n. 12
 Comune di Saltrio (VA) giugno 2010

		canalette con rivestimento in calcestruzzo; cunei filtranti; drenaggi con fascine tincee drenanti; dreni sub-orizzontali
		drenaggi profondi speroni drenanti; pozzi drenanti

frane di crollo		interventi passivi barriere paramassi;
		interventi attivi reti in aderenza; imbragature e ancoraggi; chiodature e bullonature

sistemazioni idrauliche e mitigazione fenomeni trasporto solido e/o in massa lungo aste idriche (tratti montani)	protezioni trasversali	opere di stabilizzazione del fondo alveo briglia in legname e pietrame; briglia a raso in massi; briglia a raso in c.a.
	opere di trattenuta	briglie selettive briglia selettiva a pettine; briglia selettiva a finestra
	protezione delle sponde	scogliere in massi ciclopici; gabbionate rinverdite
	modellamento d'alveo	risagomatura con protezione di sponda; ricalibratura sezione d'alveo; creazione di salti di fondo

PARTE III – FASE DI PROPOSTA

13. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La fase di proposta si concretizza nell'elaborazione della carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di piano: tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

Alle classi di fattibilità individuate devono essere sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. capitolo 9: “Analisi della pericolosità sismica locale – primo livello”), che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali é associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

13.1 INTRODUZIONE

La carta della fattibilità delle azioni di piano costituisce l'elaborato finale che viene desunto dalla carta di sintesi, dalla carta dei vincoli e dall'analisi tecnica svolta nella fase di analisi, e rappresenta una carta di pericolosità che fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini necessarie per gli approfondimenti richiesti e gli interventi di ripristino e di mitigazione del rischio.

Ad ogni poligono, identificato in base agli elementi di pericolosità geologica ed idrogeologica riportati sulla carta di sintesi, viene attribuita una classe di fattibilità geologica che risulterà univocamente definita attraverso un colore di riferimento, un retino di sottoclasse e una sigla composta da:

*Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – L.R. 11 marzo 2005, n. 12
Comune di Saltrio (VA) giugno 2010*

- un numero da 1 a 4 definito sulla base di parametri standard (colore);
- una lettera per indicare unità a caratteristiche omogenee sotto gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e delle problematiche progettuali (sottoclasse – retino).

La carta di fattibilità delle azioni di piano, estesa all'intero territorio comunale, è stata redatta in differenti scale:

- allegato 9/A alla scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valli del Verbano;
- allegati 9/B e 9/C alla scala dello strumento urbanistico (1:2.000) su base aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valli del Verbano.

La carta di fattibilità geologica deve essere utilizzata congiuntamente alle “norme geologiche di piano” (parte IV della presente relazione) che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

13.2 CRITERI UTILIZZATI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA

Data la complessità e variabilità delle situazioni riscontrate sul territorio non sempre è possibile ridurre le problematiche individuate nelle quattro classi standard di fattibilità previste dalla normativa.

Per ovviare, almeno parzialmente, a questa oggettiva difficoltà, si è deciso di istituire all'interno delle classi di fattibilità standard, se necessario, un certo numero di sottoclassi per meglio differenziare le aree omogenee in base alle specifiche caratteristiche geo-litologiche, morfologiche, idrogeologiche, idrauliche e geologico-tecniche che generano quel particolare tipo di pericolosità.

Ne deriva quindi che ogni poligono viene individuato univocamente da un colore (che ne definisce l'appartenenza ad una delle quattro classi standard di fattibilità) e da un retino (con una sigla) che ne specifica la sottoclasse.

Per l'attribuzione di un'area ad una delle quattro classi standard sono stati valutati i dati disponibili relativi alla litologia, alla geomorfologia (principali processi attivi ed acclività dei versanti, ...), all'idrogeologia (permeabilità stimata dei materiali, soggiacenza della falda, ...), alla geotecnica (grado di addensamento, capacità portante dei terreni, ...); si sono quindi descritte caso per caso le problematiche generali di carattere geologico tecnico.

Il criterio utilizzato è stato quello di istituire una classe ogni volta che si riscontra una sostanziale variazione (anche una sola) delle caratteristiche prese in esame.

13.3 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

Di seguito si riporta una descrizione delle caratteristiche relative alle classi e sottoclassi di fattibilità delle azioni di piano individuate nell'ambito dello studio del territorio comunale.

Si precisa fin d'ora che per l'attribuzione della classe di fattibilità ad una determinata area, ci si è basati sulle classi di ingresso proposte dalla normativa; l'eventuale difformità riscontrata è legata a valutazioni degli scriventi derivate dalle osservazioni in situ che hanno comunque comportato l'attribuzione ad una classe peggiorativa rispetto a quella di indirizzo della normativa (escluse ovviamente per le categorie già incluse d'ufficio in classe 4 di fattibilità).

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38).

Si precisa inoltre che le indagini di approfondimento e gli studi geologici-idrogeologici prescritti in fase progettuale non sono in ogni caso sostitutivi di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*”, da eseguirsi in fase esecutiva.

CLASSE 1 (colore bianco) – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI: la classe “comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

Nell’ambito del territorio comunale di Saltrio non sono stati individuati settori tali da poter essere inseriti in questa classe di fattibilità.

CLASSE 2 (colore giallo) – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI: la classe “comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l’esecuzione di opere di difesa.

Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori”.

In questa classe sono state incluse le aree ove sono state rilevate condizioni limitative di lieve entità; trattasi, nello specifico, di aree subpianeggianti o debolmente acclivi corrispondenti a terrazzi fluvio-glaciali senza gravi processi geomorfologici in atto ed in larga parte già interessate da urbanizzazione a carattere più o meno intensivo, in cui le principali limitazioni possono essere ricondotte a caratteristiche geotecniche non ottimali (eterogeneità latero-verticali dei terreni), alla possibile occorrenza di falde sospese a carattere locale poco profonde, alla prossimità ad aree di versanti acclivi o cigli di scarpata.

CLASSE 2

Aree da debolmente a moderatamente acclivi caratterizzate da assenza di significativi processi evolutivi in atto

Possibili Fattori limitanti

- Variabilità latero-verticale delle caratteristiche litologiche (granulometria e conducibilità idraulica);

125

- occorrenza di plaghe superficiali o intercalazioni di materiale sciolto con caratteristiche tecniche scadenti e spessore variabile;
- presenza di eventuali interventi di rimaneggiamento antropico storicamente non conosciuti;
- occorrenza locale di falde idriche sospese;
- presenza di infrastrutture antropiche e/o edifici;
- variabilità delle condizioni di drenaggio con possibile presenza di coltri superficiali a bassa permeabilità;
- prossimità ad aree acclivi.

Prescrizioni: indagini preliminari e indirizzi di studio

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” in via di minima dovranno essere verificati:

- caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco, loro spessore e geometria fino a profondità significativa in rapporto alla natura ed entità delle opere di progetto;
- caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione in funzione delle azioni di progetto;
- eventuale presenza di acque sotterranee, anche a carattere temporaneo;
- eventuale presenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi e più in generale di significativo rimaneggiamento antropico e caratterizzazione dei materiali presenti;
- stabilità di fronti di scavo e/o sbancamenti sia in corso d'opera che a fine intervento con riguardo alle costruzioni adiacenti;
- modalità di governo e/o dispersione nel sottosuolo delle acque di pioggia e/o di corrivazione;
- eventuali interferenze con aree acclivi adiacenti.

CLASSE 3 (colore arancione) - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di

126

pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Il professionista deve in alternativa:

- se dispone fin da subito di elementi sufficienti, definire puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto;
- se non dispone di elementi sufficienti, definire puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito di territoriale di riferimento (puntuale, quali caduta massi, o relativo ad ambiti più estesi coinvolti dal medesimo fenomeno quali ad es. conoidi, interi corsi d'acqua ecc.) e la finalità degli stessi al fine di accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

SOTTOCLASSE 3a

Aree pedemontane e di raccordo a versanti acclivi a pericolosità potenziale per interazione con fenomeni di corrivazione di acque superficiali e/o di trasporto solido dai versanti a monte

Possibili fattori limitanti

- Acclività variabile, da moderata a media;
- occorrenza di depositi fini sciolti eluvio-colluviali a caratteristiche tecniche scadenti e conducibilità idraulica generalmente bassa;
- variabilità latero-verticale delle caratteristiche litologiche (granulometria e conducibilità idraulica);
- interazione con l'evoluzione morfologica delle scarpate di monte per fenomeni gravitativi e legati alla circolazione delle acque di corrivazione (erosione concentrata e/o diffusa);

- interazione con fenomeni di trasporto solido per deflussi idrici concentrati lungo direzioni preferenziali provenienti dalle scarpate di monte;
- occorrenza di substrato roccioso a moderata profondità e difficoltà nella realizzazione di scavi;
- variabilità della conducibilità idraulica al contatto fra copertura e substrato roccioso (soglie di permeabilità) con possibile formazione di sorgenti o venute d'acqua a carattere discontinuo.

Prescrizioni: indagini preliminari e indirizzi di studio

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento da definirsi caso per caso in relazione alla tipologia e all'entità delle opere di progetto da estendersi ad un adeguato intorno rispetto all'area di intervento.

In via di minima dovranno essere verificati:

- caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco, loro spessore e geometria fino a profondità significativa in rapporto alla natura ed entità delle opere di progetto;
- caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione in funzione delle azioni di progetto;
- eventuale occorrenza di acque nel primo sottosuolo e circolazione idrica subsuperficiale;
- capacità di drenaggio e smaltimento delle acque in relazione alla natura litologica dei terreni;
- rischio idrogeologico legato a potenziali evoluzioni morfologiche dei versanti a monte con particolare attenzione verso fenomeni di tipo gravitativo e delle direttrici di drenaggio delle acque di corrivazione incanalate e non e definizione delle modalità di messa in sicurezza;
- stabilità di fronti di scavo e/o sbancamenti sia in corso d'opera che a fine intervento con riguardo sia alle costruzioni adiacenti che al sovrastante pendio;

- modalità di regimazione, drenaggio e smaltimento delle acque di pioggia o di corrivazione con particolare attenzione a non determinare processi di erosione in forma concentrata nelle aree a valle.

SOTTOCLASSE 3b

Versanti mediamente acclivi con urbanizzato rado o discontinuo

Possibili fattori limitanti

- Variabilità latero-verticale delle caratteristiche litologiche (granulometria e conducibilità idraulica);
- occorrenza di substrato roccioso subaffiorante o a moderata profondità;
- acclività media, localmente elevata;
- prossimità ad aree edificate o a scarpate anche di significativa estensione e pendenza;
- interazione con situazioni morfologiche in corso di evoluzione;
- presenza di possibili situazioni di equilibrio limite;
- predisposizione a fenomeni di erosione in forma concentrata e/o diffusa ad opera delle acque di corrivazione incanalate e non o a fenomeni corticali di tipo gravitativo;
- circolazione idrica subsuperficiale irregolare in relazione alla variabilità delle caratteristiche granulometriche.

Prescrizioni: indagini preliminari e indirizzi di studio

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento da definirsi caso per caso in relazione alla tipologia e all'entità delle opere di progetto da estendersi ad un adeguato intorno rispetto all'area di intervento.

In via di minima dovranno essere verificati:

- caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco, loro spessore e geometria fino a profondità significativa in rapporto alla natura ed entità delle opere di progetto;
- caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione in funzione delle azioni di progetto;

129

*Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – L.R. 11 marzo 2005, n. 12
Comune di Saltrio (VA) giugno 2010*

- rischio idrogeologico per interazione con eventuali orli di terrazzo o variazioni di pendenza significative;
- presenza e possibili interferenze con acque superficiali e sotterranee, anche a carattere temporaneo;
- stabilità di fronti di scavo e/o sbancamenti sia in corso d'opera che a fine intervento con riguardo sia alle costruzioni adiacenti che al pendio;
- modalità di regimazione e drenaggio delle acque di pioggia e/o di corrivazione;
- capacità di dispersione delle acque nel sottosuolo in relazioni a locali condizioni di substrato roccioso poco profondo scarsamente permeabile;
- presenza e possibili interazioni con fenomeni geomorfologici in atto o potenziali;
- analisi delle caratteristiche, dello stato di conservazione e della capacità di stabilizzazione/destabilizzazione delle coperture vegetali.

SOTTOCLASSE 3c

Fascia di protezione dei cigli di scarpata

Possibili fattori limitanti

- Variabilità latero-verticale delle caratteristiche litologiche (granulometria e conducibilità idraulica);
- adiacenza ad aree di scarpata anche di significativa estensione e pendenza;
- acclività variabile;
- prossimità a infrastrutture antropiche e/o edifici;
- presenza di possibili situazioni di corrivazione/erosione preferenziale;
- interazione con situazioni morfologiche in corso di evoluzione possibile innesco di fenomeni gravitativi.

Prescrizioni: indagini preliminari e indirizzi di studio

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento da definirsi caso per caso in relazione alla tipologia e

130

all'entità delle opere di progetto da estendersi ad un adeguato intorno rispetto all'area di intervento.

In via di minima dovranno essere verificati:

- caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco, loro spessore e geometria fino a profondità significativa in rapporto alla natura ed entità delle opere di progetto;
- caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione in funzione delle azioni di progetto;
- stabilità del pendio in relazione ai sovraccarichi indotti;
- presenza di acque nel primo sottosuolo e possibilità di interazione con il versante;
- eventuale occorrenza di fenomeni di rimaneggiamento antropico;
- presenza e possibili interazioni con fenomeni geomorfologici in atto o potenziali;
- stabilità di fronti di scavo e/o sbancamenti sia in corso d'opera che a fine intervento con riguardo sia alle costruzioni adiacenti che al pendio;
- stabilità della porzione di scarpata sottesa alla proprietà (sia in corso d'opera che a fine lavori) con deposito di rilievo topografico di stato di fatto;
- quantificazione e modalità di regimazione, drenaggio e allontanamento delle acque di pioggia e/o di corrivazione.

Note attuative

E' vietata la realizzazione di nuovi edifici. L'ampliamento areale degli edifici esistenti è consentito fino ad un massimo del 30 % della attuale superficie coperta (anche nel caso di demolizione e ricostruzione).

SOTTOCLASSE 3d

Ambiti estrattivi - Cava di recupero Rp2 (rif. Piano Cave Provinciale Varese adottato dal Consiglio Provinciale con deliberazione n. 76 del 2 dicembre 2004, approvato dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 698 del 30 settembre 2008, pubblicato sul II Supplemento Straordinario n. 48 del 25/11/2008).

Possibili fattori limitanti

Le limitazioni d'utilizzo delle porzioni di territorio contraddistinte dalla presenza di attività estrattive in corso o in previsione futura derivano dalla Pianificazione a livello provinciale delle Attività Estrattive di Cava, il cui Piano è stato approvato dalla Regione Lombardia con Delibera di Consiglio Regionale n. 698 del 30 settembre 2008.

CLASSE 4 (colore rosso) - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

Trattasi della classe di fattibilità in cui, data l'alta pericolosità/vulnerabilità che comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, deve 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 sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Nell'ambito del territorio comunale sono state inserite in questa classe di fattibilità oltre alle zone soggette a normativa specifica, tutte le aree caratterizzate da processi geomorfologici attivi ed in evoluzione (alvei delle aste torrentizie ed aree contermini interessate dai processi ordinari/straordinari legati allo scorrimento delle acque; aree di versante maggiormente acclivi caratterizzate da un buon grado di naturalità e come tali da preservare anche ai fini della prevenzione del dissesto; aree paludose con scadenti caratteristiche geotecniche).

SOTTOCLASSE 4a

Zona di ricarica e alimentazione delle sorgenti idropotabili corrispondente al settore di affioramento del substrato roccioso carbonatico fratturato e carsificato

Possibili fattori limitanti

- Elevata acclività dei versanti;
- copertura discontinua ed eterogenea di spessore variabile e predisposizione a fenomeni di dissesto idrogeologico e ruscellamento concentrato delle acque meteoriche;
- presenza di problematiche geotecniche di varia natura e sussistenza di processi morfologici in evoluzione;
- area di ricarica e alimentazione delle sorgenti idropotabili del Selurago e dell'Edile;
- diffusione di forme carsiche assorbenti superficiali ed ipogee potenziali ingestori di inquinamento per la riserva idrica sotterranea;
- aree di elevata valenza storica e ambientale.

Prescrizioni: indagini preliminari e indirizzi di studio

Aree di inedificabilità assoluta; vietata la realizzazione di nuove costruzioni, anche a seguito di demolizione di costruzioni esistenti, così come l'ampliamento areale delle costruzioni eventualmente esistenti.

Eventuali interventi di modifica del locale assetto geomorfologico sono consentiti unicamente ove finalizzati a manutenzione della rete di drenaggio e della viabilità e a alla prevenzione del rischio idrogeologico previa esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica.

E' consentita unicamente la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, quando non diversamente localizzabili, previa esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica, geologico-tecnica, idrogeologica e idraulica fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

SOTTOCLASSE 4b

Incisioni torrentizie del settore pedemontano con relative aree di divagazione e versanti ad esse adiacenti

Possibili fattori limitanti

- Acclività variabile da bassa a molto elevata;
- affioramento del substrato roccioso a formare localmente pareti subverticali interessate da fenomeni di crollo di blocchi;
- circolazione idrica superficiale a carattere torrentizio con portate fortemente variabili spesso associate a significativo trasporto solido e in sospensione;
- aree in evoluzione morfologica;
- predisposizione a fenomeni di dissesto idrogeologico e ruscellamento concentrato delle acque meteoriche.

Prescrizioni: indagini preliminari e indirizzi di studio

Vietata la realizzazione di nuove costruzioni; consentiti esclusivamente interventi di manutenzione della rete di drenaggio, della viabilità e del patrimonio boschivo e gli interventi finalizzati alla tutela e prevenzione del dissesto idrogeologico.

E' consentita unicamente la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, quando non diversamente localizzabili, previa esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica, geologico-tecnica, idrogeologica e idraulica fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

14 RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL GAS RADON

In relazione alle caratteristiche litologiche del territorio comunale è prevedibile che la principale sorgente di radon sia il sottosuolo; per diminuire la concentrazione del gas all'interno dell'abitazione è perciò importante ostacolarne il più possibile l'ingresso.

Questo risultato può essere ottenuto con varie tecniche tra cui:

- depressurizzazione del sottosuolo mediante suzione meccanica dell'aria negli strati di sottofondazione (attraverso pozzetti di aspirazione in edifici privi di comparti interrati, aspirazione sotto guaina o all'interno di appositi battiscopa, aspirazione del gas proveniente dal sistema di drenaggio delle acque meteoriche o attraverso i vuoti dei mattoni costituenti le murature perimetrali) con raccolta del gas entro apposite tubazioni e scarico al di fuori dell'edificio;

- pressurizzazione delle sottofondazioni;

- sigillatura delle vie di ingresso (fessure e/o discontinuità lungo l'attacco tra parete verticale e solaio orizzontale, in corrispondenza dei giunti, delle zone in cui avviene il ritiro dei getti di calcestruzzo, delle entrate dei servizi cioè delle canalizzazioni per il passaggio di acqua, energia elettrica e dello scarico fognario) con sigillanti acrilici, a base di silicone o di poliuretano, o con malta polimerica di cemento con particolari additivi antiritiro, meglio se impermeabili all'acqua;

- pressurizzazione dei locali interni o del vespaio mediante ventilazione forzata;

- depressurizzazione attiva del vespaio (qualora esistente) attraverso tecniche di ventilazione naturale o artificiale;

- privilegiare l'impiego di materiali da costruzione che non contengano sorgenti di radon.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

A.A.V.V. (1977) “Guida alla descrizione del suolo – Progetto finalizzato alla conservazione del suolo. Sottoprogetto dinamica dei versanti” – C.N.R. Publ. 11, Firenze.

A.A.V.V. “Il fenomeno carsico e l’idrologia ipogea del complesso M. San Martino – M. Colonna – M. Rossel (Valcuvia – VA)” - Centro studi per il carsismo, Assessorato all’Ecologia e ai Beni Ambientali, Assessorato alla Cultura e agli Enti Locali REGIONE LOMBARDIA

A.A.V.V. (1993) “Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo”.

AA.VV. (2002): “Viggiù: la sua storia dalla predera alla cattedrale - Le cave di Saltrio, di Brenno e d’oltreoceano” – Parrocchia Santo Stefano, Vol. 11

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI VARESE (1985) “Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000 – Note illustrative”

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI VARESE (1983) “Prima sintesi delle conoscenze idrogeologiche della provincia di Varese – Varese”.

ANSI/ASTM D2487-69 (reapproved 1975) “Standard test method for classification of soil for engineering purposes”.

BELLONI S. (1975) “Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici”.

BERETTA G.P. (1987) “Una prima sintesi delle caratteristiche idrogeologiche della Lombardia – Milano”.

BERETTA G.P. (1985) “Primo bilancio idrogeologico alla Pianura Milanese” - Consorzio per l’acqua potabile ai Comuni della Provincia di Milano – Estr. “Acque Sotterranee”, a. II, n. 2-3-4 giugno-settembre-dicembre 1985.

BERNOULLI D. (1964): “Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). Ein Beitrag zur Kenntnis der südalpinen Sedimente” - Beitr. Geol. Karte Schweiz. N. F. 118: 1-134

BERNOULLI D., HEITZMANN P., ZINGG A. (1990): “Central and southern Alps in southern Switzerland: tectonic evolution and first results of reflection seismic” in “Deep

structures of the Alps” Ed. by Roure F., Heitzmann P. & Polino R. in Mém. Soc. géol. France 156, Mém. Soc. géol. Suisse 1, Soc. Geol. Ital. vol. spec. 1 pagg. 289-302

CASTANY G. (1982) “Idrogeologia” – Flaccovio, Palermo.

CESTARI F. (1990) “Prove geotecniche in sito” – Geo-graph, Segrate (MI).

CHARDON M. (1977) “Le quaternaire des prealpes lombardes et de leur bordure padane” – Buletin AFEQ, 1977-1, n. 50, Paris.

CITA M.B., GELATI R., GREGNANIN A., a cura di (1990) “Alpi e Prealpi Lombarde. – Guide geologiche regionali, vol. 1” - Società geologica italiana, Roma.

CIVITA M. (1994) “Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento: teoria e pratica” – Pitagora Editrice Bologna.

CLERICI A., GRIFFINI L. & POZZI R. (1986): “Note sull’impiego della Geomechanics Classification di Z.T. Bieniawski” – Atti Cong. Int. Grandi Opere Sotterranee, 2, 530-537

CLERICI A., GRIFFINI L. & POZZI R. (1988): “Procedura per l’esecuzione di rilievi strutturali geomeccanici di dettaglio su ammassi rocciosi a comportamento rigido” - Geologia Tecnica, 3/88, 21-31

CLERICI A. (1997): “Fondamenti di Rilevamento Geologico - Tecnico”

COLOMBO P. (1978) “Elementi di geotecnica” – Zanichelli, Bologna.

DE LUCA D.A., VERGA G. (1991) “Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi” dalla rivista Acque sotterranee, fasc. 29 – Segrate (MI).

FELBERM. (1990): “La storia geologica del Tardo-Terziario e del Quaternario nel Mendrisiotto (Ticino meridionale, Svizzera)” - Dissertazione ETH Zurigo, 617 pp.

FELBER M., GENTILINI G., FURRER H. E TINTORI A. (2000): “Geo-Guida del Monte San Giorgio (Ticino/Svizzera – Provincia di Varese/Italia)” - Geol. Insubr. allegato 5/1

FRAUENFELDER A. (1916): “Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen” - Eclogae geologicae Helveticae Vol. 14/2, pagg. 247-367

GEOLOGIA INSUBRICA (2007) “Le antiche cave sotterranee di Viggiù, Saltrio e Brenno: studio geologico, idrogeologico e geologico-tecnico” – Volume 10, numero 1.

GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE (1987) – Carta litologica e geomorfologica (scala 1:10.000). Note illustrative.

GHIDINI A. (1906): “Note speleologiche. Dieci caverne del bacino del Ceresio” - Boll. Soc. tic. sci. nat. Vol. 3, pagg. 14-25

GNACCOLINI M. (1964): “Il Trias in Lombardia (studi geologici e paleontologici) VII. Il Retico nella Lombardia Occidentale (regione compresa tra L. Maggiore e L. di Lugano)” - Riv. Ital. Paleont. Vol. LXX n. 3 pagg. 467-522, Milano

GOVI M. (1960): “Geologia del territorio compreso tra il Lago di Lugano e la Valmarchirolo” - Comitato Nazionale per le ricerche nucleari, Roma, Studi e ricerche della divisione geomineraria 3, pagg. 159-217

KÄLIN O., TRÜMPY D. M. (1977): “Sedimentation und Paläotektonik in den westlichen Südalpen: zur triasisch-jurassischen Geschichte des MonteNudo-Beckens” - Eclogae geologicae Helveticae Vol. 70/2 pagg. 275-350

LANCELLOTTA R. (1987) “Geotecnica” – Zanichelli, Bologna

LEUZINGER P. (1926): “Geologische Beschreibung des Monte Campo dei Fiori under Sedimentzone Lugenersee-Valcuvia” - Eclogae geologicae Helveticae Vol. XX, pagg. 90-157, 6 figg., 2 tav. di profili geologici, 1 carta geologica al 1:245.000, Basel

MOJA M. (1954) "Ricerca Statistica sugli Elementi Meteorologici sul clima di Varese"

NANGERONI G. (1932) “Carta geognostica-geologica della provincia di Varese” – regio istituto tecnico di Varese.

NANGERONI G. (1954) “I terreni pleistocenici dell’anfiteatro morenico del Verbano e del territorio Varesino” – Atti soc. It. Scienze Naturali, vol. XCIII, Milano.

NANGERONI G. (1975) “Scritti geografici” raccolti da C. Saibene – Vita e pensiero – Milano, Roma.

NEGRI G., SPREAFICO E. (1870): “Saggio sulla Geologia dei dintorni di Varese e di Lugano” - Mem. R. Ist. Lomb. Sc. Lett. Vol. XI, ser. III, pagg. 1-22, 1 fig., 1 tavola profili geol., 1 carta geol., Milano

NOVARESE V. (1936): “Il Norico fra i laghi di Como e di Lugano” - Atti Accad. sci. Torino Vol. 71, pagg. 220-229

- PANIZZA M. (1988)** “Geomorfologia applicata” – NIS, Roma.
- PARONA C.F. (1885)**: “I brachiopodi liassici di Saltrio e Arzo nelle Prealpi Lombarde” - Mem. Ist. Lomb. Sc. Lett. Vol. 15, pagg. 227-232
- PARONA C.F. (1889)**: “Note Paleontologiche sul Lias inferiore nelle Prealpi Lombarde” - Rend. Ist. lomb. sci. lett. Vol. 22, pagg. 299-311
- PARONA C.F. (1894)**: “I gasteropodi del Lias inferiore di Saltrio” - Boll. Soc. malac. ital. Vol. 18, pagg. 161-184
- PARONA C.F. (1896)**: “Contribuzione alla conoscenza delle Ammoniti liassiche di Lombardia. Parte I: Ammoniti del Lias inferiore del Saltrio” - Mém. Soc. Pal. Suisse, t. XXIII, 45 pagg., 8 tav., Genève
- PASQUARÈ G. (1965)**: “Il Giurassico Superiore nelle Prealpi Lombarde” - Mem. Riv. Ital. Pal. Strat. Vol. 11, pagg. 1-228
- PIERI M., GROPPi G. (1981)**: “Subsurface geological structure of the Po Plain. Progetto Finalizzato Geodinamico/Sottoprogetto ‘Modello Strutturale’” - Pubbl. Cons. naz. Ric. 414
- RAVIOLO P.L. (1993)** “Il laboratorio geotecnico” – Ed. Controls, Rodano (MI).
- REGIONE LOMBARDIA (1980)** “Carta Tecnica Regionale, Sezioni A4e3, A4e4” – Scala 1:10.000, Milano.
- SACCHI-VIALLI G. (1961)**: “Revisione della fauna di Saltrio. I. - Premessa” - Atti Ist. geol. Pavia Vol. 14, pagg. 3-4
- SACCHI-VIALLI G., CANTALUPPI G. (1961)**: “Revisione della fauna di Saltrio. II. – Le Ammoniti” - Atti Ist. geol. Pavia Vol. 14, pagg. 5-49
- SALVADÉ M. (1989)**: “Saltrio (Varese). Cronache 1517-1953” – Amministrazione Comunale di Saltrio, 517 pp
- SENN A. (1929)**: “Beiträge zur Geologie des Alpensüdrandes zwischen Mendrisio und Varese” - Eclogae geologicae Helveticae, Vol. 18 n. 4 pagg. 550-632, Basel
- SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA (1932)** – Carta Geologica d’Italia – Foglio 31 – “Varese” – Scala 1:100.000

SITTER L.U. DE (1925): “Les porphyres luganais entre le Lac de Lugano et le Valganna” - Leidse Geol. Meded. Vol. 1/1, pagg. 187-254

SITTER L.U. DE, (1939): “Les porphyres luganois et leurs enveloppes.L’histoire géologique des Alpes tessinoises entre Lugano et Varese” - Leidse Geol.Meded. Vol. 11, pagg. 1-61

STOPPANI A. (1959): “Rivista geologica della Lombardia in rapporto con la carta geologica di questo paese pubblicata dal Cavaliere Francesco de Hauer. Appendice: Documenti in prova della tesi sostenuta nella presente memoria ed in aggiunta agli studi geologici e paleontologici sulla Lombardia” - Atti Soc. Geol. Res. inMilano, Vol. 1, fasc. 3, pagg. 190-280, 281-316, con 1 tav. di profili geol., Milano

TARAMELLI (1880): “Il Canton ticino meridionale e i paesi finitimi. Spiegazione del Foglio 24 Dufour colorito geologicamente da Spreafico, Negri, Stoppani” - Mat. Per la carta geol. Della Svizz., Vol. XVII, 230 pagg., 1 schizzo, 4 tav., Berna

WIEDENMAYER F. (1963): “Obere Trias bis mittlerer Lias zwischen Saltrio und Tremona (Lombardische Alpen) – Die Wechselbeziehungen zwischen stratigraphie, sedimentologie und syngenetischer tektonik” - Eclogae geologicae Helveticae Vol. 56 n. 2 pagg. 532-640, Basel

ZORN H. (1971): “Paläontologische, stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen des Salvatoreadolomits (Mitteltrias) der Tessiner Kalkalpen” - Schweiz. Paläont.. Abh. 91.