

# INDICE

1	INTRODUZIONE .....	1
	<i>1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI .....</i>	<i>1</i>
	<i>1.2 BASI CARTOGRAFICHE E FOTO AEREE.....</i>	<i>2</i>
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	3
3	ELEMENTI DI GEOLOGIA GENERALE .....	6
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....	8
	<i>4.1 INTRODUZIONE.....</i>	<i>8</i>
	<i>4.2 UNITÀ GEOLOGICHE .....</i>	<i>9</i>
	<i>4.3 UNITÀ GEOMORFOLOGICHE.....</i>	<i>12</i>
	<i>4.4 UNITÀ IDROGEOLOGICHE .....</i>	<i>15</i>
5	APPROFONDIMENTI TEMATICI .....	18
	<i>5.1 CLIVOMETRIA E DEFLUSSI IDRICI SUPERFICIALI .....</i>	<i>19</i>
	<i>5.2 LITOLOGIA.....</i>	<i>21</i>
	<i>5.3 DINAMICA GEOMORFOLOGICA.....</i>	<i>27</i>
	<i>5.4 FASCE DI RISPETTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO .....</i>	<i>39</i>
	<i>5.5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA.....</i>	<i>42</i>
6	RISERVE IDRICHE, VULNERABILITÀ E QUALITÀ DELLE ACQUE .....	58
	<i>6.1 APPROVVIGIONAMENTO IDRICO .....</i>	<i>58</i>
	<i>6.2 QUALITÀ DELLE ACQUE CAPTATE E DESTINATE AD USO IDROPOTABILE .....</i>	<i>62</i>

6.3	<i>VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA DEI COMPLESSI ACQUIFERI</i> .....	63
7	SINTESI .....	64
7.1	<i>AMBITI DI PERICOLOSITA' E VULNERABILITA'</i> .....	65
7.2	<i>AMBITI DI PERICOLOSITA RINVENUTI SUL TERRITORIO</i> .....	69
8	FATTIBILITA' GEOLOGICA .....	82
8.1	<i>PERICOLOSITÀ GEOLOGICA</i> .....	83
8.2	<i>FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)</i> .....	83
8.3	<i>FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)</i> .....	84
8.4	<i>FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)</i> .....	88
	BIBLIOGRAFIA .....	I

#### ALLEGATI:

- Carta delle unita' geologiche (1:10000)
- Carta delle unita' geomorfologiche (1:10000)
- Carta delle unita' idrogeologiche ( 1:10000)
- Carta Clivometrica e dei deflussi superficiali (1:5000)
- Carta litologica (1:5000)
- Carta della dinamica geomorfologica (1:5000)
- Carta del reticolo idrografico (1:5000)
- Carta geologico-applicativa (1:5000)
- Carta di sintesi( 1:5000)
- Carta di fattibilita' geologica (1:5000)
- Carta delle riprese fotografiche

#### APPENDICI

1. Schede conoidi
2. Schede frane
3. Schede sorgenti
4. Atlante fotografico

# 1 INTRODUZIONE

Il Comune di Cuasso al Monte (VA) ha affidato allo *Studio Associato CONGEO* di Varese l'incarico per la stesura della relazione geologica di supporto al P.R.G. con riferimento alla normativa regionale vigente ed in particolare alla L.R. 41/97 "Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti", al D.G.R. 29 ottobre 2001 – N. 7/6645 "Direttive regionali in attuazione dell'art. 3 per lo studio geologico a supporto dei P.R.G.", al D.G.R. 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 regionali di polizia idraulica".

Il lavoro ha come scopo principale la definizione delle caratteristiche e degli effetti della componente geologica nella pianificazione territoriale comunale.

Pertanto la presente relazione e gli allegati cartografici non possono ritenersi esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche.

## *1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI*

Gli elementi di supporto alla redazione della relazione geologica sono rappresentati in parte dalla sintesi delle conoscenze acquisite attraverso studi precedenti e relazioni tecniche reperite presso l'ufficio tecnico comunale (cfr. bibliografia) ed in parte da rilievi originali in sito.

I rilievi di dettaglio hanno avuto lo scopo di identificare le diverse unità litologiche presenti e di evidenziare le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in esame. Inoltre, l'osservazione ed interpretazione delle foto aeree (fotogeologia) ha consentito una migliore definizione degli elementi individuati durante i rilievi.

I limiti tra le diverse unità litologiche risultano per la maggior parte di tipo interpretativo.

## *1.2 BASI CARTOGRAFICHE E FOTO AEREE*

La cartografia, che ha costituito la base topografica impiegata nel corso degli studi e nella redazione delle carte tematiche, è rappresentata da:

- Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000: sezioni A4d2 e A4d3;
- Rilievo aerofotogrammetrico alla scala 1:5.000 (marzo 1999) del Comune di Cuasso al Monte (Comunità Montana della Valceresio);

Non è stato impiegato il rilievo aereofotogrammetrico in scala 1:2000 in quanto rappresentativo esclusivamente delle aree urbanizzate e quindi non idoneo a permettere una rappresentazione dei vari tematismi su tutto il territorio comunale.

Durante la fase di definizione degli elaborati cartografici si sono utilizzate, ad integrazione delle informazioni di terreno, foto aeree riprese nell'anno 2001.

Queste foto sono state riprese durante due distinti voli a diversa quota e permettono, se visualizzate in stereoscopia, di evidenziare particolari morfologici e geologici non immediatamente intuibili durante il rilevamento terrestre perché troppo a grande scala o obliterati da altre strutture più evidenti.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Cuasso al Monte si trova al margine nord-orientale delle Prealpi Varesine e confina a N con il Comune di Marzio, ad E con i Comuni di Brusimpiano, Porto Ceresio e Besano, a S con il Comune di Bisuschio ed a W con i Comuni di Arcisate, Valganna, Cugliate Fabiasco e Marchirolo.

L'area complessiva del territorio comunale è di 16.73 km<sup>2</sup>, con una morfologia da penepianeggiante (lungo una fascia NE-SW in corrispondenza del limite comunale con Bisuschio e Porto Ceresio), a collinare (comprendente i centri abitati di Cuasso al Piano, Borgnana e Cuasso al Monte), a fortemente acclive (lungo i versanti delle principali incisioni e dei maggiori rilievi morfologici).

Le quote altimetriche variano tra i circa 285 m in corrispondenza della parte pianeggiante del centro abitato (a NE della frazione Cuasso al Piano) ed i 1125 m s.l.m. della cima del Monte Piambello.

Il comune presenta fundamentalmente caratteristiche geoambientali proprie della zona alpina di bassa quota.

Le problematiche di maggiore rilevanza sono legate al degrado di alcune aree, all'erosione accelerata lungo le aste torrentizie, all'instabilità dei versanti ed alle aree potenzialmente esondabili.

La rete idrografica è contraddistinta dalla presenza di alcuni bacini idrografici principali:

- il "*Torrente Valle Cavallizza*" che occupa gran parte del territorio comunale e scende lungo il versante orientale del Monte Piambello e del Monte Poncione di Ganna. Costituisce in parte il limite con i comuni di Valganna e Bisuschio;

Questo bacino è formato dai seguenti corsi d'acqua:

- Torrente "Cavallizza"
- Torrente "Valle della Maremma"
- Torrente "Valle Cantivada"
- Torrente "Valle Fanchetto"

- Torrente "Valletta del Fo"
  - Torrente "Vallaccio del Fo"
  - Torrente "Valle Bossero-Spino"
  - Torrente "Valle Valpira"
  - Torrente "Valle Tassera"
  - Torrente "Valle S. Giovanni" con due affluenti minori
  - Torrente "Valle Cantivada"
  - Torrente "Valle Molino"
- il "Torrente Valle Murante", di modeste dimensioni, che scorre nella valle omonima ed è alimentato da:
- Torrente "Valle Froda"
  - Torrente "Valle Pasque"
  - Torrente "Valle Cantivada"
  - Torrente "Valle Gerosa"
- un affluente proveniente dalla piana di Cavagnano.
- il "Torrente Valle Borsago" è formato da due affluenti: Il torrente "Valle Valletta" e un altro di cui non è noto il nome.
- Il "Fosso Reporiora" nella sua parte più apicale, alimentato dal "Rio Vallone" e da alcuni immissari minori

Il "Torrente Valle Cavallizza", con i suoi numerosi immissari minori, ha il suo naturale deflusso verso E, andando alla confluenza con il "Torrente Valle Brivio"; dalla confluenza, il corso d'acqua prende il nome di "Torrente Bolletta" o "S. Pietro" e, dopo un breve tratto, si immette direttamente nel Lago di Lugano.

Anche il "Torrente Valle Murante" è dotato di numerosi immissari, ma di un minor bacino scolante, e, dopo aver lambito la frazione Borgnana, piega verso NE e va ad immettersi nel lago.

Sul territorio di Cuasso al Monte insistono inoltre numerosi corsi d'acqua minori a carattere torrentizio che contribuiscono alla formazione di impluvi a volte molto incisi e terrazzati.

Lungo i versanti e perpendicolarmente alle aste principali si evidenziano infine frequenti drenaggi da parte delle acque di ruscellamento.

### 3 ELEMENTI DI GEOLOGIA GENERALE

Il Comune di Cuasso al Monte è inserito nel territorio di pertinenza delle Prealpi Lombarde Occidentali, contraddistinto dalla presenza di depositi glaciali e fluvio-glaciali quaternari impostati su un substrato lapideo rappresentato da differenti formazioni.

Il basamento delle Prealpi Lombarde Occidentali è a sua volta costituito da rocce metamorfiche di età ercinica ricoperte da una serie di corpi rocciosi che rappresentano un lasso di tempo che va dal Paleozoico al Cenozoico.

Tale successione è caratterizzata alla base da rocce vulcaniche ed intrusive del Permiano, unitamente ai primi depositi di origine continentale (arenarie e conglomerati), nella porzione centrale da dolomie e calcari triassici, giurassici e in parte cretacei cui fanno seguito marne, arenarie e conglomerati che occupano parte del Cretaceo e del Cenozoico.

Il settore centrale delle Prealpi Lombarde Occidentali, dove ricade il territorio comunale di Cuasso al Monte, risulta interessato prevalentemente dalle formazioni rocciose di età permo-triassica.

La formazione giacente alla base dei sedimenti e delle rocce vulcaniche che rappresenta il ciclo più antico della storia geologica dell'area è costituita da scisti cristallini di età pre-permiana, deformati dai movimenti orogenetici ercinici (cfr. Cap. n. 5.2: micascisti e paragneiss).

In età Permiana, l'ambiente era caratterizzato dalla presenza di un esteso rilievo, con alcuni settori interessati da deposizione di origine mista continentale e vulcanica ed altri da messa in posto di rocce vulcaniche (cfr. Cap.5.2) inizialmente effusive (tufiti, porfiriti, etc.) fino ad intrusive superficiali (granofiro).

L'intero complesso vulcanico è stato quindi interessato nella fase finale da manifestazioni idrotermali diffuse in forma filoniana, che in passato sono state oggetto di coltivazione mineraria (le più importanti sono le miniere di Boarezzo, di Roncate, dell'Argentera e della Valganna).

Al termine del Permiano, col cessare dell'attività vulcanica, i materiali eruttati ed i lembi di basamento cristallino soggetti all'erosione davano origine ad ulteriori depositi di origine continentale (arenarie e conglomerati, esposti nella porzione orientale del Poncione di Ganna) che, in seguito al progressivo avanzamento della linea di costa (trasgressione marina triassica), passavano velocemente a sedimenti tipicamente marini di diverse profondità (dolomie e calcari, costituenti principali del Poncione di Ganna; (cfr. Cap. 5.2 formazioni sedimentarie triassico-giurassiche).

In età alpina, l'evento compressivo legato alla fase deformativa ha dato luogo alla conformazione strutturale definitiva delle Prealpi Lombarde Occidentali.

Successivamente, a partire dal Pliocene, le glaciazioni del Quaternario con le loro azioni di erosione, trasporto e rideposizione hanno modellato ulteriormente il territorio dando origine alla morfologia attuale (cfr. Cap.5.2: depositi glaciali e depositi fluvio-glaciali).

La storia geologica recente è rappresentata dalla sedimentazione nelle aree a bassa energia dei principali corsi d'acqua e nelle zone di esondazione (alluvioni antiche, recenti ed attuali).

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

### *4.1 INTRODUZIONE*

Le caratteristiche geologico-geomorfologiche del modellato topografico, oltre agli aspetti litologici s.s., svolgono un ruolo fondamentale per una corretta conoscenza generale del territorio e rappresentano il punto di partenza per i successivi rilievi di dettaglio ed elaborazioni tematiche. Infatti, è noto il rapporto intrinseco tra aspetti litologici e tessiturali di terreni e/o rocce e le loro peculiarità idrogeologiche (permeabilità media, trasmissività, etc.) o geotecniche.

E' stata quindi redatta una cartografia d'inquadramento che, a partire da criteri geologici s.s. (cfr. carta delle unità geologiche), fornisce elaborati di carattere generale inerenti alla geomorfologia (cfr. carta delle unità geomorfologiche) e l'idrogeologia (cfr. carta delle unità idrogeologiche) del territorio comunale di Cuasso al Monte.

## 4.2 UNITÀ GEOLOGICHE

La cartografia geologica d'inquadramento è frutto di informazioni ricavate dalla letteratura esistente (cfr. bibliografia) e da rilievi geologici originali in sito.

Nell'ambito del territorio comunale si sono rilevate 4 principali unità geologiche s.l. (dalla più recente alla più antica):

- Unità 1: Sub-unità1: Depositi quaternari glaciali  
Sub-unità' 2: Depositi quaternari fluvio-lacustri
- Unità 2: Sub-unità' 1: Formazioni rocciose sedimentarie triassico-giurassiche  
Sub-unità' 2: Formazioni rocciose sedimentarie permiane
- Unità 3: Formazioni rocciose intrusive e effusive permiane
- Unità 4: Formazioni rocciose metamorfiche pre-permiane

Il risultato è una carta d'inquadramento generale, in cui i limiti cartografati tra le diverse unità indicano spesso un passaggio graduale da una situazione all'altra (soprattutto per quanto riguarda i depositi quaternari) per la presenza di *eteropie* difficilmente definibili e per il fattore di scala utilizzato.

In alcuni casi è stato applicato il *criterio geomorfologico* (studiando anche le foto aeree) che comunque non risulta sempre risolutivo.

### UNITÀ 1: DEPOSITI QUATERNARI GLACIALI E FLUVIO-LACUSTRI

Rappresentano i sedimenti più recenti nel territorio comunale di Cuasso al Monte, sotto forma di depositi di origine mista glaciale e fluvio-glaciale (sub-unità 1) e di origine fluvio-lacustre (sub-unità 2).

I materiali glaciali sono costituiti da materiale scarsamente selezionato immerso in una matrice caotica prevalentemente fine, eroso e rimescolato dalle azioni del ghiacciaio durante le fasi di avanzata e/o ritiro, e danno luogo ad una copertura abbastanza estesa (ma solo localmente di spessore rilevabile) delle formazioni lapidee sottostanti. Una chiara testimonianza del notevole trasporto glaciale è la presenza di

massi erratici anche di notevoli dimensioni (con diametri massimi fino a 10 m e più) e di rocce litologicamente contrastanti con quelle in affioramento, soprattutto alle quote più elevate. I depositi fluvio-glaciali si trovano localmente in alternanza ai precedenti e si contraddistinguono in genere per un migliore grado di selezione dei sedimenti, con minori depositi fini e senza ciottoli e blocchi di notevoli dimensioni; la loro origine è da attribuire all'azione di erosione e deposizione degli scaricatori glaciali.

L'unità 1b comprende in prevalenza depositi di origine alluvionale fluviale e/o lacustre, caratteristici delle aree pianeggianti e rappresentati da classi granulometriche prevalentemente fini, con alternanze di sabbie, ghiaie e ciottoli.

#### UNITÀ 2: FORMAZIONI ROCCIOSE SEDIMENTARIE

Le formazioni sedimentarie presenti a Cuasso al Monte sono costituite da rocce trassico-giurassiche (sub-unità 1: calcari e dolomie) e da limitati affioramenti di rocce permiane (sub-unità 2: Serie Verrucano-Servino).

Le prime, a composizione prevalente calcareo-dolomitica, formano spesso le pareti rocciose più inclinate, a causa della loro struttura prevalentemente massiccia, dominando sempre la struttura topografica.

Le seconde sono circoscritte ad alcuni affioramenti di arenarie e conglomerati a quote inferiori lungo il pendio orientale del Poncione di Ganna.

#### UNITÀ 3: FORMAZIONI ROCCIOSE INTRUSIVE O EFFUSIVE

Questa unità costituisce estesi affioramenti ed è la litologia maggiormente rappresentata del territorio comunale di Cuasso: in particolare, è ben distinguibile nella porzione nord-occidentale dove la maggior parte delle zone in rilievo è costituita da granofiro o vulcaniti (Monte Piambello, Monte Derta, Il Deserto, etc.).

Si individuano litologie di natura diversa, ma di chiara origine vulcanica sia effusiva (lave, tufi e porfiriti) che intrusiva superficiale (granofiro, manifestazioni filoniane).

UNITÀ 4: FORMAZIONI ROCCIOSE METAMORFICHE

Fanno parte di questa unità micascisti e paragneiss di età pre-permiana deformati definitivamente durante l'orogenesi ercinica.

Gli affioramenti di questa unità sono identificabili nella porzione di territorio a N di Cuasso al Monte lungo la mulattiera che sale al Monte Derta, fino alla Bocchetta Stivioni e all'Alpe Boscaccio e ad alcuni lembi inglobati nelle masse granofiriche ed alla base della serie vulcanica del Monte Piambello.

### *4.3 UNITÀ GEOMORFOLOGICHE*

L'analisi geomorfologica del territorio è stata approntata in modo da individuare delle classi omogenee in relazione alle forme assunte dalla superficie topografica a seguito dell'azione delle acque superficiali (erosione, deposito, esondazioni, ecc.) e dei fenomeni gravitativi (frane, scivolamenti, ecc.).

Per ciascuna classe vengono citate le principali forme naturali (cioè elementi geomorfologici derivanti dal modellamento degli agenti geologici, idrogeologici e climatici) ed antropiche (cioè elementi morfologici causati dall'intervento dell'uomo sul territorio), che verranno descritte nell'ambito delle rispettive carte tematiche di dettaglio (cfr. cap.5).

La carta d'inquadramento geomorfologico (cfr. Tav. n.2) individua perciò tre unità principali:

- Unità di pianura
- Unità di raccordo pianura-versante o versante-versante
- Unità di versante

#### UNITÀ DI PIANURA

Il settore di territorio comunale contraddistinto da questa unità è circoscritto alla porzione sud-orientale e passa gradualmente verso NW alla successiva unità mediante rotture di pendio non sempre evidenti.

La quota media varia da circa 285 a circa 325 m s.l.m. ed è caratterizzata da una morfologia pressoché pianeggiante con un gradiente medio minore del 5%.

L'intervento antropico è evidente in prossimità dell'unità di piana con un'intensa urbanizzazione, localmente caratterizzata da un'elevato impatto geo-ambientale sul territorio, mentre le forme naturali sono limitate ad alcune rotture di pendio, ad aree leggermente depresse con possibili ristagni d'acqua e a fenomeni legati alla dinamica idrologica e

fluviale quali zone potenzialmente esondabili, erosioni spondali e deposizione alluvionale.

#### UNITÀ DI RACCORDO PIANURA-VERSANTE O VERSANTE-VERSANTE

Costituisce l'ambiente di transizione tra l'area urbanizzata della frazione di Cuasso al Piano ed i versanti dei diversi rilievi morfologici.

E' contraddistinta da una morfologia da debolmente a mediamente inclinata con incisioni vallive trasversali solcate da evidenti orli di terrazzo, senza particolari fenomeni gravitativi in atto.

Gli elementi geomorfologici principali sono legati alla circolazione idrica e sono rappresentati da aree ad emergenza idrica, ristagni d'acqua e sorgenti.

L'erosione ed il trasporto solido assumono sia in questa unità che nella successiva un ruolo fondamentale, dando luogo, oltre agli impluvi principali, a frequenti solchi erosivi e piccole vallecole in approfondimento con circolazione idrica a carattere occasionale.

Per quanto riguarda gli interventi antropici, una visione generale del modellato topografico permette di evidenziare numerose aree morfologicamente modificate da attività estrattive.

#### UNITÀ DI VERSANTE

Contraddistingue i versanti da mediamente a molto acclivi che costituiscono le porzioni settentrionale (Monte Derta – Monte Piambello), orientale (a N della Valle Borsago, Valle Murante, a W della S.P. n.51) ed occidentale (a monte della S.P. n.29 per l'Alpe Tedesco ed in corrispondenza del Poncione di Ganna) del territorio di Cuasso.

I versanti sono generalmente stabili, data l'assenza di rilevanti fenomeni gravitativi in atto o quiescenti.

Gli elementi geomorfologici naturali che caratterizzano questa unità sono l'erosione lungo i principali corsi d'acqua e limitati fenomeni di dissesto in corrispondenza di alcune incisioni; il primo dà luogo a vere e proprie forre ed intagli morfologici, fino a portare a nudo il substrato roccioso. Quest'ultimo controlla direttamente con le sue caratteristiche strutturali

l'evoluzione morfologica del versante (impluvi e vallecole lungo le principali direttrici tettoniche o in corrispondenza di litologie maggiormente erodibili, salti morfologici e pareti subverticali in presenza di rocce prevalentemente massicce).

Le forme antropiche sono rappresentate da sistemazioni spondali, attività estrattive dimesse, interventi di riprofilatura dei versanti (terrazzamenti ad uso agricolo) e scarichi abusivi di rifiuti vari ed inerti.

Lo strato humico e pedogenizzato è in genere ben definito in tutte le unità geomorfologiche, contribuendo al mantenimento delle condizioni di stabilità; solamente in corrispondenza delle zone in cui il substrato roccioso subaffiora (soprattutto in presenza di rocce a composizione prevalentemente acida tipo granofiro e vulcaniti), il versante è privo di uno strato di suolo ben definito, anche se è comunque presente un orizzonte regolitico di alterazione o la copertura eluvio-colluviale.

#### 4.4 UNITÀ IDROGEOLOGICHE

L'inquadramento idrogeologico (cfr. Tav. n.3) è stato realizzato in modo da identificare delle *unità idrogeologiche* in funzione delle caratteristiche litologiche e granulometriche, dei rapporti tra le diverse unità, della modalità di circolazione delle acque sotterranee e dei parametri idrogeologici generali (permeabilità media).

In sintesi, sono state individuate 4 unità principali:

##### UNITÀ N. 1: PERMEABILITÀ PRIMARIA DA BASSA A MEDIA ESTREMAMENTE VARIABILE

Quest'unità è stata associata ai depositi sciolti (cfr. sub-unità 1, cap. 4.2) di origine glaciale e fluvio-glaciale che caratterizzano la porzione centrale del territorio comunale sotto forma di coperture di modesto spessore del substrato roccioso.

In queste condizioni, eventuali livelli acquiferi, ove presenti, sono caratterizzati da una bassa soggiacenza e da limitata capacità di accumulo nel sottosuolo: la maggior parte delle acque sotterranee viene a giorno sotto forma di sorgenti per limite di permeabilità (al contatto copertura-substrato roccioso) o sotto forma di emergenze idriche diffuse. Le condizioni al contorno sono determinate dalla graduale transizione eteropica sia laterale che verticale a litotipi differenti e dal limite inferiore di questa unità idrogeologica generalmente costituito dal substrato roccioso.

E' contraddistinta da una circolazione disomogenea per infiltrazione con la presenza di falde locali a più livelli; comuni sono le aree sorgentizie in cui l'emergenza avviene all'interno dei depositi di copertura o al limite con il sottostante substrato roccioso per limite di permeabilità.

La circolazione delle acque sotterranee è funzionale alla continuità laterale dei depositi di copertura.

I terreni appartenenti a questa unità presentano una permeabilità primaria estremamente variabile in funzione dei cambiamenti litologici e granulometrici dei depositi ( $10^{-6}$ - $10^{-3}$  m/s).

UNITÀ N.2: PERMEABILITA' PRIMARIA DA SCARSA A BASSA

E' stata associata ai depositi alluvionali fluvio-lacustri (cfr. sub-unità 2, cap. 4.2) che costituiscono la porzione meridionale e pianeggiante del territorio comunale.

Essi sono caratterizzati dall'estrema eterogeneità dei sedimenti, immersi comunque in una matrice prevalentemente limoso-argillosa o al più limoso-sabbiosa.

Le condizioni al contorno sono determinate dall'infiltrazione, soprattutto proveniente dalle zone montane, e dalla transizione sia laterale che verticale ad orizzonti litologicamente più grossolani; in particolare il limite inferiore impermeabile è rappresentato dal passaggio a livelli prevalentemente argillosi.

Queste caratteristiche determinano una tipologia di acquifero multistrato con falde a più livelli semi-confinato o libere.

La permeabilità media è di tipo primario e variabile da scarsa a buona ( $10^{-6}$ - $10^{-2}$  m/s), in funzione delle caratteristiche litologiche e granulometriche.

UNITÀ N.3: PERMEABILITA' SECONDARIA VARIABILE DA NULLA A BUONA IN FUNZIONE DEL GRADO DI ALTERAZIONE, FRATTURAZIONE O CARSIFICAZIONE LOCALE

In questa unità sono raggruppate le litologie calcaree, dolomitiche e calcareo-dolomitiche (cfr. sub-unità 2a/2b, cap. 4.2): esse, in base alla possibile presenza di fenomeni carsici e di zone intensamente fratturate, potrebbero rappresentare il deposito e la zona di alimentazione delle sorgenti e falde acquifere della porzione sud-occidentale del territorio comunale.

Infatti le superficie di fratture e microfratture (in particolare nei sedimenti calcarei ed in alcune rocce vulcaniche effusive, dotate di elevata porosità) consentono alle precipitazioni meteoriche di infiltrarsi nell'ammasso roccioso e di proseguire in profondità.

Nel complesso si può ipotizzare una circolazione idrica sub-superficiale: le acque meteoriche si infiltrano prevalentemente attraverso le discontinuità

e si muovono lungo di esse per gravità senza raggiungere grandi profondità a causa della progressiva chiusura delle stesse fratture. Perciò, la permeabilità media è di tipo secondario ed estremamente variabile da molto scarsa o nulla in corrispondenza delle strutture massicce a media o addirittura buona dove si individuano fenomeni carsici importanti o zone notevolmente tettonizzate.

UNITÀ N.4: PERMEABILITA' SECONDARIA PREVALENTEMENTE SCARSA O NULLA.

È contraddistinta dalla presenza di gneiss, micascisti e vulcaniti (cfr. sub-unità 3-4, cap. 4.2).

Le condizioni generali di circolazione sono praticamente nulle, ad esclusione delle aree fortemente tettonizzate in corrispondenza di lineamenti strutturali importanti (cataclasiti) nel substrato metamorfico e nel granofiro e di litologie ad elevata porosità nel complesso vulcanico.

La permeabilità media è di tipo secondario e generalmente scarsa o nulla. In queste condizioni, l'acqua di infiltrazione superficiale, una volta attraversati i materiali di copertura e giunta al tetto del substrato, ne sfrutta l'interfaccia come superficie di scorrimento verso valle andando ad alimentare le sorgenti, ad insinuarsi nelle fratture o ad arricchire la falda freatica di fondo valle.

## 5 APPROFONDIMENTI TEMATICI

La redazione delle carte tematiche di approfondimento ha luogo partendo dalle informazioni di carattere generale (vedi i capitoli precedenti), integrate con rilievi originali in sito e con l'ausilio dell'analisi delle foto aeree.

Tutti i tematismi sono stati realizzati utilizzando come base cartografica il rilievo aereofotogrammetrico in scala 1:5000

I risultati sono rappresentati nella seguente cartografia:

- Carta clivometrica e dei deflussi idrici superficiali Scala 1:5000; Tav. n.4/a-4/b)
- Carta litologica (Scala 1:5.000; Tav. n.5)
- Carta della dinamica geomorfologica (Scala 1:5.000; Tav. n.6)
- Carta del reticolo idrografico (Scala 1:5.000; Tav. n.7)
- Carta geologico-applicativa (Scala 1:5.000; Tav. n.8)

Le diverse tematiche sono state analizzate separatamente in modo da non appesantire i contenuti dei diversi elaborati cartografici e dei relativi capitoli descrittivi.

La sovrapposizione dei contributi di ciascuna tematica alla definizione del comportamento geologico generale costituiscono la conclusiva *Carta di Sintesi* (Scala 1:5.000; All. n.9).

## 5.1 CLIVOMETRIA E DEFLUSSI IDRICI SUPERFICIALI

Questo elaborato tematico è stato realizzato integrando tramite un'opportuno programma di calcolo la base topografica costituita dal rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:5000 del territorio comunale.

Il programma di calcolo tramite iterazioni successive analizza il modellato topografico e produce, in base alle scelte dell'operatore, carte rappresentative di diverse tipologie: acclività, curvatura delle superfici, esposizione dei versanti, etc.

Lo scopo della carta era quello di descrivere l'andamento dei deflussi idrici superficiali e di individuare settori omogenei (riprodotti secondo una scala colorimetrica adeguata) dal punto di vista dell'acclività ("*clivometria*") a cui attribuire una classe di pericolosità dal punto di vista morfologico.

Le direzioni di deflusso delle acque sui versanti sono state rappresentate con apposite frecce: dal loro orientamento si possono ricavare informazioni sulle zone di divergenza (spartiacque naturali) e di convergenza delle acque e dalla loro lunghezza (proporzionale all'acclività del versante) un'indicazione dell'intensità dei deflussi stessi.

Da un primo esame della carta si può notare come esistano vaste aree interessate da elevate acclività (in particolare quelle di colore rosso presentano acclività oltre i 45°) che esprimono, soprattutto per i corpi rocciosi stratificati e/o fratturati, una maggiore propensione all'instabilità; in questo senso, le aree a maggiore pericolosità sono:

- le pareti rocciose in granofiro ad W della S.P. n.29 (diramazione per il lago);
- le pareti denudate a monte di Cavagnano (già con opere di sistemazione con grosse reti paramassi);
- le scarpate delle maggiori incisioni vallive nelle zone montane.

Per quanto riguarda i deflussi idrici, essi tendono a convergere lungo i numerosi assi drenanti presenti sui pendii, acquistando progressivamente intensità in corrispondenza dei maggiori affioramenti rocciosi e degli orli

terrazzati delle profonde incisioni vallive (si noti la lunghezza delle frecce in queste posizioni) ed accrescendo le loro capacità erosive.

Il punto di maggiore criticità per i deflussi superficiali corrisponde allo sbocco di questi intensi deflussi nelle frazioni abitate, contraddistinte da una brusca diminuzione delle capacità drenanti del primo sottosuolo, che, nella porzione più settentrionale della frazione di Cuasso al Monte, assumono in occasione di precipitazioni intense anche le caratteristiche di un trasporto di detriti.

## 5.2 LITOLOGIA

Le unità rocciose ed i depositi quaternari sono esposti in modo discontinuo per la presenza sul territorio di estese coperture superficiali costituite da depositi eluvio-colluviali, detriti di falda e vegetazione arbustiva.

Gli affioramenti individuati e riportati in carta corrispondono invece ad evidenze dirette del litotipo sul terreno e sono stati principalmente osservati lungo gli alvei dei torrenti, nelle incisioni vallive o in corrispondenza di pareti in roccia e/o fronti di scavo.

In particolare, sono state individuate le seguenti litologie:

### Substrato lapideo di origine metamorfica:

- ✓ Micascisti e paragneiss

### Substrato lapideo di origine ignea:

- ✓ Vulcaniti: vulcaniti basali e porfiriti
- ✓ Granofiro

### Substrato lapideo di origine sedimentaria:

- ✓ Serie Verrucano-Servino
- ✓ Dolomie e calcari dolomitici

### Depositi quaternari:

- ✓ Sabbie e sabbie limose con ciottoli e massi
- ✓ Limi e limi sabbiosi con torbe
- ✓ Alluvioni recenti ed attuali
- ✓ Coperture fluvio-glaciali ed eluvio-colluviali

I limiti litologici tra le formazioni quaternarie riportati in carta sono stati interpretati, basandosi principalmente su criteri morfologici e sull'analisi delle foto aeree, e sono da ritenersi aree di transizione tra litotipi differenti.

MICASCISTI E PARAGNEISS

Affiorano nelle incisioni a N di Cuasso al Monte, lungo il crinale a S di Alpe della Croce ed in Valle Borsago.

Hanno colore grigio chiaro in frattura e grigio scuro-nero in patina.

I micascisti sono costituiti da sottili letti micacei che si alternano a livelli di quarzo e plagioclasio con evidenti strutture plicative a testimonianza delle diverse fasi deformative.

I paragneiss sono invece caratterizzati da una massa a tessitura medio-fine costituita prevalentemente da biotite, k-feldspato, plagioclasio e quarzo.

Il limite tra i micascisti-paragneiss e il granofiro è spesso di tipo graduale (lo si può osservare lungo la strada che da Cuasso al Monte sale al Monte Derta) ed è costituito da una fascia dello spessore di circa 1-1,5 metri di materiale molto alterato di colore bruno-nero.

Lungo questa fascia in alcuni casi si evidenzia una contropendenza sottolineata da una trincea di circa un metro di profondità. Localmente si individuano manifestazioni filoniane nettamente discordanti a ganga quarzosa e contenenti minerali metallici (Siderite, Pirite, Calcopirite, etc.).

La giacitura prevalente della scistosità è da S/SW, con inclinazioni maggiori di 45°.

All'interno di questa unità si possono riconoscere gli Gneiss del monte Piambello, non distinti in carta per l'affinità con le altre formazioni cartografate; sono esposti lungo il crinale settentrionale del Monte Piambello, a contatto verso N con la formazione del Granofiro e verso S con le vulcaniti basali.

Si tratta di gneiss a grana medio-fine con tessitura scistosa e solitamente molto ondulata.

Il colore è prevalentemente grigio-scuro.

La giacitura è per la maggior parte subverticale con immersione a SSW.

### VULCANITE DI PIAMBELLO

Contraddistinguono l'antico complesso vulcanico del Monte Piambello e si suddividono in vulcaniti basali e porfiriti.

Litologicamente le prime sono contraddistinte da tufi a grana media o grossolana di colore rossastro, grigio-chiaro o rosso scuro vinaceo. La tessitura è tipica (denominata "*afanítica*") con piccoli cristallini di quarzo. Le superfici di discontinuità sono rappresentata da frequenti famiglie di fratture orientate SSW con elevata inclinazione.

Le porfiriti invece sono rocce tipicamente eruttive a composizione prevalentemente plagioclasico-biotitica con abbondanti clorite e sericite come minerali di alterazione.

Il colore in alterazione è tipicamente rosso-vinaceo o verdastro.

### GRANOFIRO DI CUASSO AL MONTE

Rappresenta una litologia molto particolare, nota in letteratura anche come Porfido o Granofiro di Cuasso: il nome deriva dal fatto che la composizione del territorio comunale cuassese è per gran parte attribuibile a questa litologia, affiorante o coperta da depositi quaternari di limitato spessore.

E' una formazione rocciosa tipica del Varesotto di origine intrusiva, iniettata al termine dell'attività vulcanica a deboli profondità ("*roccia ipoabissale*").

La sua colorazione rosato-rossastra è caratteristica, insieme alla struttura prevalentemente massiccia ed alle cavità dette "*miarolitiche*", spesso ricche di bei cristalli di quarzo, ortoclasio ed altri minerali.

E' ben distinguibile sia per il colore che per il netto risalto morfologico rispetto alle altre litologie.

Localmente si individuano sistemi di fessurazione subverticali.

Il suo particolare aspetto ha contribuito alla diffusione come pietra ornamentale e da costruzione, oltre che per rivestimento, peraltro testimoniata dai segni evidenti di attività estrattive anche antiche.

SERIE VERRUCANO LOMBARDO - SERVINO

Affiora a contatto stratigrafico superiore con la soprastante formazione della Dolomia del S. Salvatore lungo le pendici orientali del Poncione di Ganna ed a contatto stratigrafico inferiore con il basamento granofirico.

E' rappresentata da arenarie e conglomerati chiari a matrice prevalentemente quarzosa grossolana e molto compatta. Negli orizzonti arenacei si notano evidenti gradazioni a testimonianza della deposizione in un ambiente continentale di tipo fluviale. Solo localmente la matrice assume il colore rosso vinato tipico di questa formazione; i clasti sono costituiti prevalentemente da quarziti, granofiro e vulcaniti con rarissimi granuli gneissici, tutti risultano in genere ben arrotondati.

La roccia conglomeratica assume un tipico aspetto "gibboso" e si individuano alcune mineralizzazioni tipiche di questa formazione come le incrostazioni sinsedimentarie ferrose (siderite-ematite) e le vene di origine idrotermale a barite e metalli pesanti (galena, blenda, pirite, calcopirite).

La giacitura delle superfici di strato è generalmente SSW con inclinazioni attorno ai 45°.

DOLOMIE E CALCARI DOLOMITICI

Si tratta di rocce a composizione prevalente dolomitica, appartenenti presumibilmente alla formazione della "Dolomia del S. Salvatore".

Affiora immediatamente sopra la Serie Verrucano-Servino, a contatto stratigrafico, in corrispondenza del Poncione di Ganna e si presenta sotto forma di dolomie e calcari dolomitici a colorazione grigia in frattura fresca e biancastra in alterazione e tessitura prevalentemente massiccia.

Comune è l'organizzazione in bancate metriche o la stratificazione a spessore centimetrico.

La giacitura degli strati presenta valori attorno ai 150° con inclinazioni da blande a medie.

### SABBIE E SABBIE LIMOSE CON CIOTTOLI E MASSI

Costituiscono l'estesa copertura di origine glaciale che occupa, assieme alle masse granofiriche, la maggior parte del territorio comunale.

Le litologie più rappresentate sono quelle a prevalenza sabbioso-limosa con ciottoli e massi, il colore è sempre ocra o senape tendente al rossiccio ed i ciottoli, generalmente subangolosi, sono poligenici con gneiss e micascisti sempre in maggiore quantità rispetto agli elementi vulcanici e calcarei.

Localmente si individuano lenti limose e/o orizzonti gradati con ghiaie, a testimonianza dell'eterogeneità di questi sedimenti.

Il grado di alterazione di ciottoli e massi è da basso a medio, con decolorazione degli elementi quarzosi e, solo saltuariamente, decomposizione in frammenti sabbiosi dei clasti scistosi.

In alcuni casi s'individuano massi di dimensioni plurimetriche generalmente appoggiati e non immersi nel deposito morenico: la loro origine è da attribuire al trasporto sulla superficie del ghiacciaio ed alla deposizione al di sopra dei sedimenti glaciali veri e propri dopo il suo ritiro.

I massi di questo tipo, soprattutto di composizione gneissica e granitica, si trovano in particolare alle quote più elevate ed in passato, una volta ridotti in blocchi appiattiti ("beole"), venivano riutilizzati come materiale di costruzione per alpeggi, murature a secco e lastricati stradali.

### LIMI E LIMI SABBIOSI CON TORBE

Questa litologia contraddistingue la porzione pianeggiante del territorio di Cuasso al Monte, oltre ad alcuni lembi limitati nelle aree pianeggianti sui versanti, e denota un'evidente origine palustre, fluvio-lacustre e lacustre.

La litologia più rappresentata è costituita dai limi e limi sabbiosi con intercalazioni torbose soprattutto in prossimità della superficie, mentre verso il basso e lateralmente non è raro individuare orizzonti sabbioso-ghiaiosi spesso gradati e costituiti da alternanze di livelli a composizione prevalentemente ghiaiosa o sabbiosa; i ciottoli, di dimensioni massime limitate, sono spesso arrotondati, omogeneamente distribuiti e poligenici.

Lo spessore totale di questi depositi nelle aree rilevate è sempre limitato, mentre in corrispondenza della piana del Torrente Bolletta (cfr. stratigrafie dei due pozzi comunali in località S. Pietro) supera i 30 metri.

#### ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI

Sono costituite da sabbie e ghiaie ben distribuite e gradate organizzate in livelli di modesto spessore; i ciottoli risultano ben arrotondati e per quanto riguarda la composizione prevalgono quelli provenienti dalle formazioni presenti nella zona d'erosione e trasporto.

Si individuano soprattutto nelle aree a bassa energia lungo i corsi d'acqua principali.

#### COPERTURE FLUVIO-GLACIALI ED ELUVIO COLLUVIALI

Questi depositi sono formati da sabbie limose con ciottoli, ghiaie medie e fini, con spesso la presenza di massi sia in superficie che nel corpo del deposito.

I ciottoli e i massi rinvenuti presentano un buon grado di arrotondamento e denotano una grande omogeneità composizionale con una netta prevalenza di litotipi autoctoni.

Sono i resti dei depositi lasciati durante il loro movimento da antichi ghiacciai, integrati da materiale autoctono derivante dall'azione cumulativa delle acque fluviali e meteoriche.

Sono rinvenibili nelle parti più basse dei versanti ove la bassa acclività ha permesso la conservazione di questi depositi e il loro accrescimento.

### 5.3 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

La carta idrogeologica e della dinamica geomorfologica (Tav. n. 6) individua e descrive gli elementi esistenti relativi all'idrologia superficiale ed all'idrogeologia del territorio comunale, nonché le forme naturali attive e non dovute al modellamento del territorio da parte degli agenti geologici, idrogeologici, climatici ed antropici.

I molteplici elementi riprodotti in carta sono stati quindi analizzati e, per una migliore comprensione delle forme di dissesto e/o pericolosità, quelli potenzialmente a rischio sono stati riportati nella carta di sintesi

L'analisi geomorfologica del territorio ha permesso la distinzione di alcune forme di seguito descritte.

#### 5.3.1 *Forme, processi e depositi legati all'azione glaciale e fluvio-glaciale*

##### Cordoni morenici

In letteratura vengono anche denominati "argini" morenici che, con la loro forma allungata e leggermente rilevata, si dispongono lungo il margine del ghiacciaio.

Tali forme indicano che il fronte glaciale ha sostato abbastanza a lungo in quella posizione o che è arrivato in quel punto al culmine della sua fase di avanzata, seguita dalla fase di ritiro.

Il meccanismo che concorre alla formazione di un cordone morenico è quello della deposizione e la sua disposizione dà informazioni sulla direzione di avanzamento glaciale.

In particolare quelli esistenti a N e NE di San Salvatore costituiscono deboli rilievi morfologici allungati con direzione circa NE-SW.

##### Rotture di pendio e terrazzamenti antropici

Questi elementi costituiscono evidenti morfologie variamente distribuite sul territorio comunale.

Le rotture di pendio si contraddistinguono per nette variazioni di pendenza della topografia spesso relative a variazioni litologico-strutturali

e/o a diverse fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai; sono state individuate prevalentemente nelle zone di raccordo tra aree pianeggianti e versanti e, limitatamente in alcuni punti delle zone montane, associati alla presenza di insediamenti rurali.

La natura di queste forme è spesso discontinua, interrotta dall'intervento antropico o da intagli morfologici legati all'erosione.

I terrazzamenti antropici, data la natura collinare/montana del territorio e la presenza di numerosi insediamenti montani, risultano abbastanza diffusi soprattutto in corrispondenza di aree prative e lungo alcuni versanti mediamente acclivi; sono particolarmente evidenti quelli esistenti in corrispondenza dell'Alpe Tedesco, della località Ai Monti e della località Casa Piazza.

#### Orli di terrazzo torrentizi

Lateralmente alle principali incisioni torrentizie è possibile individuare alcune brusche variazioni di pendio, corrispondenti a netti orli di terrazzo torrentizi: questi rappresentano vecchie superfici di origine glaciale e fluvio-glaciale le cui scarpate sono il risultato del successivo intaglio per erosione da parte dell'acqua.

Di particolare importanza dal punto di vista dell'evoluzione geomorfologica risultano gli orli terrazzati presenti a E-SE del Valeggio di Fù (Alpe Tedesco), all'incrocio tra Via Repubblica e Via per Cuasso al Piano ed in Valle Gerosa.

### *5.3.2 Forme, processi e depositi legati alle azioni gravitative*

#### Fenomeni gravitativi di versante

In questo gruppo di processi di dinamica geomorfologica si trovano tutti quei fenomeni che interessano prevalentemente i versanti e sono innescati dall'azione della gravità, che agisce direttamente sui terreni e sulle rocce, unitamente all'azione erosiva delle acque non incanalate e degli agenti climatici (precipitazioni, cicli gelo – disgelo).

Nell'ambito dell'area rilevata sono stati individuati limitati fenomeni di dissesto di tipo gravitativo, distribuiti soprattutto lungo alcuni tratti delle principali incisioni vallive (parte alta della Valle Cavallizza), sotto forma di limitati franamenti o di smottamenti più cospicui.

In particolare, alcuni fenomeni consistenti si individuano salendo lungo la strada provinciale che da Cavagnano porta all'Ospedale (cfr. schede frane 1 e 2), ben distinguibili perché in loro corrispondenza sono state realizzate delle opere di difesa a protezione della sede stradale sotto forma di reti paramassi.

Il materiale che fluisce è costituito prevalentemente dalla coltre eluvio-colluviale di copertura dei depositi morenici e dai depositi stessi (costituiti da limi sabbiosi rossicci con ciottoli e massi di dimensioni fino ad 1 m); l'accumulo viene trattenuto solo in parte dalle reti (inadeguate in relazione alla tipologia del fenomeno), andando ad occupare parzialmente la sede stradale.

I fenomeni si sono riattivati in occasione delle intense precipitazioni dell'inizio di maggio 2002, "gonfiando" le reti paramassi che hanno però permesso il recapito di detriti sabbioso-ghiaiosi sulla sede stradale.

Questi due fenomeni franosi, come del resto la maggior parte dei piccoli dissesti diffusi sul territorio comunale, sono classificabili come colate detritiche (tipo "*debris flow*"): le caratteristiche comuni a questi dissesti sono la presenza di una copertura costituita da depositi limoso-sabbiosi con ciottoli e blocchi, versanti molto acclivi (in genere maggiori a 50°) e, in parte, deflussi idrici concentrati in prossimità delle colate.

La mobilitazione è concomitante con periodi a precipitazioni intense.

Il grado di pericolosità attuale di questi dissesti non è elevato, ma la lenta e continua azione erosiva delle acque non incanalate e le piogge intense potrebbe dar luogo a rimobilizzazioni dei dissesti esistenti o a formazione di nuove colate.

In particolare, all'inizio di maggio 2002, si sono verificati lungo la Via Provinciale (all'altezza dell'incrocio con Via per Cuasso), la Via per Cuasso e la Via per Ganna ulteriori colate che hanno in parte asportato il manto stradale.

Localmente sono individuabili limitati detriti di versante sotto forma di accumulo di materiali lapidei su versanti acclivi; sono costituiti da materiali sciolti eterometrici, in genere di grosse dimensioni (superiore ai 40 cm) e denotano uno scarso stato d'attività. Una parte di questi accumuli trova origine nell'azione antropica: infatti costituiscono lo "smarino" derivante dalla costruzione di strade a mezza costa lungo i versanti o dalle numerose attività estrattive presenti sul territorio comunale.

Una particolare situazione di questo tipo si può vedere sul versante prospiciente l'abitato di Cavagnano ove esiste una fascia estesa di detrito lapideo proveniente dalla parte alta del versante strapiombante, a causa di questo fenomeno sono state edificate due reti paramassi sopra l'abitato in corrispondenza e nelle immediate vicinanze del bacino idrico comunale.

Una situazione leggermente diversa si presenta appena sopra il Sanatorio Duca D' Aosta dove una parete quasi strapiombante di Granofiro è interessata da fenomeni di fratturazione lungo piani a franapoggio meno inclinato del pendio.

Questi piani scindono il corpo roccioso in blocchi di dimensioni metriche che, se non messi in sicurezza, in un prossimo futuro potrebbero staccarsi e precipitare sul sottostante padiglione ospedaliero o nelle sue immediate vicinanze

#### Alvei in erosione, vallecole in approfondimento e solchi di erosione concentrata

Queste morfologie si formano a causa dell'azione erosiva concentrata e localizzata da parte delle acque di scorrimento superficiale lungo i corsi d'acqua (sotto forma principalmente di erosione di sponda), su versanti particolarmente ripidi o in corrispondenza di alcune vie preferenziali di deflusso, come sentieri boschivi o strade carrarecce. Tale azione determina l'asportazione di sedimenti nei periodi di piena ed il rideposito a valle o in corrispondenza di ostacoli alla circolazione delle acque come anse, tronchi, contropendenze, manufatti antropici, etc.

Queste forme sono particolarmente sviluppate lungo i versanti di tutto il territorio comunale e la conseguenza più evidente è la formazione di impluvi particolarmente incisi.

Questi fenomeni assumono una notevole importanza quando l'elemento ricettore dei materiali trasportati è una zona urbanizzata, soprattutto se lo scorrimento confluisce in via preferenziale lungo le sedi stradali.

Infatti, soprattutto in occasione di intense precipitazioni, le acque di scorrimento accentuano il loro carattere erosivo a monte, dando luogo a notevole ruscellamento con trasporto e rideposizione a valle anche di materiali grossolani che, intasando le griglie di raccolta, fluiscono direttamente sulle sedi stradali.

#### Erosione accelerata per denudamento del suolo

Questo tipo di fenomeno non rappresenta un elemento di pericolosità a breve termine, ma la sua evoluzione determina, in presenza di fenomeni scatenanti quali eventi meteorici eccezionali, insorgenza di sovrappressioni idrauliche, sovraccarichi ai terreni soprastanti, una maggiore propensione al dissesto.

E' particolarmente evidente in corrispondenza di intagli morfologici naturali od artificiali lungo i percorsi montani (strade, carrarecce, sentieri).

In particolare, un elemento di questo tipo in possibile evoluzione è visibile in corrispondenza di una civile abitazione in località A. Tedesco, dove a monte del fabbricato è presente un versante denudato ad elevata acclività e soggetto ad erosione in terreno prevalentemente limoso-sabbioso.

### *5.3.3 Forme, processi e depositi legati alle acque*

Aree a rischio idrogeologico molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Autorità di bacino del fiume Po), legge 18 Maggio 1989 n. 183, Art. 17 comma 5 e

D.G.R 11 Dicembre 2001 n. 7/7365 della Regione Lombardia – Attuazione del P.A.I in campo urbanistico.

All'interno del territorio del comune di Cuasso al Monte esistono aree a rischio secondo le normative P.A.I.

La prima di queste aree si trova nella frazione di Cuasso al Piano ed è classificata come area soggetta a: "Trasporto in massa su conoidi. Area di conoide attivo non protetta (Ca)" e si può identificare nell'area ove il torrente compie una curva verso sud con uno stretto meandro all'entrata della frazione.

Ugualmente classificate sono: l'area a cavallo dell'alveo del Torrente Cavallizza a cominciare dal ponte di via Sottobalconi fino all'altezza del cimitero di Cuasso al Piano, la parte più apicale della conoide di Valle Borsago e i due apici della conoide che insiste nell'area del Sanatorio Duca D'Aosta.

L'area compresa tra le porzioni prossime alla sponda sinistra del Cavallizza e la parte meridionale della Conoide Campagna viene classificata come area di "Trasporto in massa su conoidi. Area di conoide attivo non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cp)".

Nella stessa categoria ricade anche il corpo della conoide presente nell'area dell'ospedale di Cuasso al Monte.

Vengono classificate nel P.A.I. come Zona 1 "Zona a rischio idrogeologico molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario" le aree nella parte pianeggiate a cavallo degli alvei del torrente Brivio e del torrente Bolletta a partire dalla proprietà denominata Molino del Torchio fino al confine comunale con il comune di Porto Ceresio.

Similmente vengono classificate le aree che si trovano lungo il versante prospiciente il Torrente Bolletta partendo dal confine comunale per circa 150 metri verso l'abitato di Cuasso al Piano, questa zona a rischio prosegue poi verso il Lago di Lugano ma ricade nel territorio del comune di Porto Ceresio.

La Zona I risulta potenzialmente interessata da inondazioni per eventi di piena con tempi di ritorno inferiori o uguali a 50 anni.

All'interno di questa area P.A.I esiste un sottile quadrilatero a ridosso dell'alveo torrentizio che e' stato classificato come Zona 2 P.A.I.

Area potenzialmente soggetta a locali fenomeni di esondazione e/o alluvionamento

Si tratta di alcuni settori del territorio comunale situati in corrispondenza dei Torrenti S. Pietro (area a valle del depuratore), Brivio (ponte sulla Via Besano) e di un affluente del Brivio ( Torrente "Valle dei Graggi") proveniente da Loco Vecchio (Via Molino, Via dei Noci e località Loco Vecchio).

Queste aree, in passato, a seguito di precipitazioni meteoriche intense sono state interessate da locali fenomeni di inondazioni di terreni privati, scantinati e piani terreni di civili abitazioni.

Inoltre, nelle aree montane, dove i corsi d'acqua sboccano direttamente sulle sedi stradali e/o non vengono raccolti con opere idrauliche adatte il "surplus" idrico è accompagnato da un abbondante flusso detritico con recapito generalmente sulle sedi stradali.

Conoide detritico-torrentizia

All'interno del territorio comunale sono presenti tre conoidi detritico – torrentizie: quella del Torrente Cavallizza, quella allo sbocco della valle Borsago e quella del Sanatorio Duca D' Aosta

La conoide del Torrente Cavallizza e' stata denominata "Conoide Campagna" negli studi effettuati per il suo inserimento nelle aree P.A.I. ed e' alimentata da un bacino idrografico impostato prevalentemente su porfidi di Cuasso al monte con piccole aree nella parte meridionale del bacino interessanti la Dolomia di S. Salvatore e il Verruccano lombardo-Servino.

Su tutto il bacino si rinvencono depositi fluvioglaciali ed eluvio – colluviali costituiti da limi sabbiosi con ciottoli e massi.

La conoide copre un'area di 0.267 km<sup>2</sup> con una lunghezza media di 400 m e una larghezza di 650m, si sviluppa da quota 325 m. s.l.m. fino a quota 292 m. s.l.m. con una pendenza media del 4.9% risultando

profondamente incisa fino al substrato lapideo nella parte apicale, indice di maturita' deposizionale e di grande energia erosiva.

Si notano anche evidenti fenomeni di erosione delle sponde anche in prossimita' di alcuni edifici.

La conoide di Valle Borsago e di dimensioni nettamente minori della precedente e subisce l'influenza di un bacino non molto esteso impostato su un substrato formato da porfidi, scisti e paragneiss.

Tutto il bacino risulta interessato da lievi depositi di origine fluvioglaciale ed eluvio - colluviale.

La conoide ha una larghezza massima di circa 450 m e una lunghezza di circa 170 m per una superficie complessiva di 0.038 km<sup>2</sup>, si sviluppa da quota 300 m. s.l.m. fino al livello del Ceresio a circa 273 m. s.l.m. con una pendenza media del 15.8%.

La conoide non ha subito variazioni dimensionali negli ultimi decenni anche se e' stata fortemente antropizzata e sono state effettuate opere di regimazione dell'ultimo tratto dell'asta fluviale.

E' interessante notare che la conoide risulta formata dall'unione di due distinte conoidi detritico-torrentizie, la prima piu' antica ormai quasi completamente erosa e di cui rimane solo un lembo nella parte NW della conoide; la seconda e' la conoide vera e propria, piu' giovane e tuttora in fase di accrescimento.

Abbastanza critica e' la situazione di alcune abitazioni di recente edificazione che sono minacciate da colate di detrito ad ogni evento meteorico, anche di piccola entita', poiche' alle loro spalle e' presente un taglio nel corpo della conoide di rilevante altezza.

Un ulteriore problema potrebbe derivare dalla possibile mobilitazione di parti della conoide piu' antica, ormai con caratteristiche di stabilita' precarie, in caso di piogge di particolare intensita' o durata.

Si auspica che di concerto con le altre amministrazioni dei comuni confinanti vengano prese con celerita' idonee misure per porre rimedio a questa situazione.

La terza e ultima conoide e' identificabile nell'area del Sanatorio Duca D' Aosta.

Si estende dalla zona della portineria all'area detta Deserto fino al sanatorio vero e proprio ed è alimentata da due conoidi tuttora attive e non protette che portano detriti nell'area in questione ogni qualvolta si verificano delle precipitazioni intense

La conoide ha una larghezza variabile da 100 a 250 metri per una lunghezza massima di circa 550 metri, si estende per 0.11 kmq circa e presenta una pendenza media del 14-15%.

Il corpo del deposito risulta ormai completamente protetto e non è prevedibile una sua riattivazione in tempi brevi ma le due conoidi apicali che lo alimentano risultano tuttora molto attive trasportando materiali e detriti a ogni evento piovoso.

Materiali e detriti che vanno a depositarsi a ridosso delle strutture ospedaliere data la totale mancanza di opere di protezione e di regimazione delle acque meteoriche per favorirne il deflusso.

Sarebbe auspicabile la realizzazione di interventi atti a sanare questa situazione onde evitare possibili e maggiori danni alle strutture ospedaliere esistenti.

#### Opere di captazione e serbatoi di accumulo

Sono riportati in carta come elementi puntuali (cfr. cap. 6.1) e si basano su rilievi originali in sito e sui dati raccolti dalla Planimetria della rete acquedottistica fornita dal Comune.

#### Deflussi superficiali e fenomeni di ruscellamento

Il territorio comunale di Cuasso al Monte è contraddistinto da una serie di deflussi superficiali che in occasione di intense precipitazioni possono dare origine a situazioni di media criticità.

Alcuni di questi deflussi confluiscono lungo vie di scorrimento preferenziale come sedi stradali (soprattutto sulla provinciale per l'Alpe Tedesco) e carrarecce o vecchi sentieri.

In alcune zone i deflussi superficiali sono abbondanti anche in periodi di magra, data l'esistenza di numerose aree sorgentizie.

### Zone ad emergenza idrica

Le emergenze idriche presenti sono dovute alla venuta a giorno di sorgenti, in corrispondenza del contatto tra unità litologiche a differente grado di permeabilità, o, interessando aree diffuse e morfologicamente depresse, a causa delle oscillazioni periodiche per piogge intense.

Le principali emergenze idriche rilevate sul territorio comunale si trovano variamente distribuite in zone a debole pendenza e, in alcuni casi, danno origine ad aree sorgentizie.

Attualmente alcune risultano captate per utilizzo idropotabile, mentre altre sorgenti non captate potrebbero dimostrarsi interessanti in caso di ulteriori fabbisogni idrici; in particolare si segnalano:

- *Sorgenti ad E della località Ai Monti*: si individuano tre punti a quote comprese tra 780 e 790 m s.l.m. in prossimità della carrareccia che sale verso il Piambello.

L'emergenza avviene probabilmente per limite di permeabilità all'interno dei depositi glaciali che costituiscono il corpo acquifero principale; data la prossimità del substrato roccioso (vulcaniti) non è da escludere tuttavia una possibile alimentazione profonda per circolazione idrica lungo superfici di discontinuità.

- *Area sorgentizia a S di Villa Helios a quota 640 m*: si tratta di un'area caratterizzata da emergenze idriche diffuse sul substrato granofirico subaffiorante; ad una prima valutazione pare dotata di una modesta portata, anche in periodi di magra.
- *Sorgenti distribuite nella Valle Cavallizza*: si tratta di sorgenti puntuali in prossimità dell'alveo del Cavallizza e delle sue sponde. La possibile portata, in relazione al bacino alimentante, può essere interessante
- *Area sorgentizia in Valle Stivione a quote 600 e 650 m*: è ubicata a quote comprese tra 600 e 650 m s.l.m. in una zona interessata da notevoli emergenze idriche e a poca distanza dal centro abitato di Cuasso al Monte.

#### Aree a ristagno d'acqua

La loro presenza è limitata ad alcuni settori del territorio comunale come in prossimità del campo sportivo a Borgnana, nella piana di Cavagnano attorno al lago omonimo, nella zona tra il Torrente Bolletta e il depuratore di Cuasso al Piano e tra questo e il confine comunale a nord. Si formano in corrispondenza di zone depresse dal punto di vista morfologico, caratterizzate dalla presenza di terreni a bassa permeabilità, su cui confluiscono e ristagnano le acque di scorrimento superficiale; il fenomeno si accentua in occasione di piogge intense.

#### *5.3.4 Forme, processi e depositi legati all'azione antropica*

##### Aree interessate da attività estrattive dismesse

Il territorio comunale, come d'altronde altri comuni della Valceresio, è stato oggetto in passato di attività estrattive sia a cielo aperto (cave di porfido) che in sotterraneo (antiche miniere dell'Alpe della Croce e della Val Borsago), ben distinguibili anche attraverso una veloce analisi del modellato topografico.

In particolare, si segnalano ex-cave di porfido ad W della frazione Cuasso al Monte, in corrispondenza dell'attuale centro di raccolta rifiuti a Cavagnano, a S di Cavagnano verso la Valle Cavallizza e ad E di Imborgnana.

Attualmente in attività ci sono le cave Mantegazza e Bonomi, situate lungo il rilievo che separa gli abitati di Cavagnano e Cuasso al Piano.

Per quanto riguarda le ex-cave, risulterà importante dal punto di vista paesaggistico e storico procedere al recupero ambientale.

##### Riporti di terreno ed accumuli di rifiuti

Sul territorio comunale si individuano limitati settori interessati dalla presenza di materiali riportati e di accumuli di rifiuti, soprattutto in corrispondenza di luoghi accessibili in aree isolate e nascoste dalla vegetazione.

#### Opere di raccolta e canalizzazione delle acque di dilavamento

Si tratta di tombinature, tubazioni e canali con sezioni diverse il cui scopo è quello di regolarizzare il deflusso delle acque superficiali o di incanalare i corsi d'acqua per sottopassi stradali che però risultano in alcuni casi insufficienti.

In particolare, le tombinature, i ponti, gli sghiaiatori e le griglie di raccolta sono soggetti a possibili occlusioni delle sezioni di deflusso a seguito degli eventi di piena da parte dei materiali trasportati quali ciottoli, fogliame e tronchi con conseguenti esondazioni in caso di intense precipitazioni meteoriche.

#### Scarichi della rete fognaria comunale e depuratori

La rete fognaria comunale è quasi interamente allacciata ai depuratori esistenti, soltanto la frazione di Alpe Tedesco e il sanatorio Duca D' Aosta sfruttano una rete propria.

#### Opere di difesa idrogeologica

Si individuano:

- Briglie: hanno lo scopo di ridurre la capacità erosiva dei corsi d'acqua nelle aree ad elevata pendenza
- Difese spondali: si tratta di opere murarie (a secco quelle più vecchie, in calcestruzzo le più recenti) e di scogliere in pietra;
- Strutture di contenimento: sono realizzate principalmente per la protezione da fenomeni gravitativi di versante.

Sono identificabili lungo la strada che porta all'ospedale, appena dopo l'abitato di Cavagnano e nell'area vicina al bacino idrico, a protezione dell'abitato.

Va notato comunque che tali opere di difesa andrebbero periodicamente monitorate e risanate, in relazione alla possibilità di lenta evoluzione naturale delle aree di pertinenza, soprattutto per quanto riguarda le opere realizzate in corrispondenza dei corsi d'acqua.

#### *5.4 FASCE DI RISPETTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO*

Lungo il corso dei fiumi e dei torrenti presenti sul territorio comunale sono state delimitate due fasce di rispetto:

- una fascia di tutela assoluta
- una fascia di protezione

Queste aree sono state delimitate per offrire un mezzo di salvaguardia del reticolo idrografico, onde evitare il verificarsi di costruzioni o altri interventi antropici che potrebbero costituire ostacolo al deflusso delle acque in caso di forti piogge.

Per la delimitazione delle due fasce sono stati seguiti concetti guida diversi a seconda che ci si trovasse in zona abitata o boschiva al fine di assicurare la massima tutela e protezione possibile.

Nel primo caso la fascia di tutela assoluta arriva, partendo dalla mezzeria del rio, fino a 5 metri dal ciglio del terrazzo fluviale oppure dal ciglio di opere di arginatura, se queste sono presenti.

In tali aree sono permesse esclusivamente interventi di difesa idrogeologica e di manutenzione del corso d'acqua e delle sue sponde o arginature e gli interventi di cui alla Legge n° 457/78 art. 31 lettere A, B e C.

Saranno, quindi, possibili ed auspicabili le operazioni di difesa dall'erosione spondale, arginale e in alveo e di regimazione dei flussi idrici.

Tali interventi devono essere progettati e realizzati anche in funzione della salvaguardia e della promozione della qualità dell'ambiente. Quando l'intervento prevede la costruzione di opere, è necessario adottare metodi di realizzazione tali da non compromettere in modo irreversibile le funzioni biologiche dell'ecosistema in cui vengono inserite ed arrecare il minimo danno possibile alle comunità vegetali ed animali presenti, rispettando contestualmente i valori paesaggistici dell'ambiente fluviale e vallivo.

Le tipologie utilizzate per la realizzazione delle opere devono corrispondere ai criteri di basso impatto ambientale; è pertanto raccomandato, ove possibile, l'utilizzo di tecniche d'ingegneria naturalistica quali: inerbimento, messa a dimora di specie arbustive o

arboree, gradonate con talee e/o piantine, cordonata, viminata o graticciata, fascinata, copertura diffusa con astoni, grata in legname con talee, palizzata in legname con talee, palificata in legname con talee, muro di sostegno in pietrame rinverdito, gabbioni con talee, drenaggi con fascinate, briglie in legname e pietrame, terre rinforzate, reti o tessuti, etc. (cfr. Quaderno delle opere tipo – Piano per la difesa del suolo ed il riassetto idrogeologico legge n° 102 del 2 maggio 1990).

La seconda fascia si estende per 15 metri dal limite della fascia di tutela assoluta ed al suo interno è permesso non solo la realizzazione d'interventi di difesa idrogeologica come per le zone di tutela assoluta, ma anche interventi di cui alla Legge n° 457/78 art. 31 lettere A, B, C e D. Questa fascia di protezione è stata tracciata solo in corrispondenza delle aree edificate, con limitate approssimazioni dovute alla necessità di dare una certa continuità alla fascia stessa.

In tal caso la progettazione dovrà essere accompagnata da uno studio geologico di dettaglio teso a definire gli aspetti geotecnici e/o geomeccanici dei terreni e/o rocce di sedime; gli aspetti concernenti la stabilità del complesso opera-ciglio spondale nel caso di alvei molto incisi con dislivelli tra letto e argine > 5 metri; gli aspetti idrologici con particolare riferimento all'erosione operata dalle acque di scorrimento superficiale dirette verso l'alveo torrentizio.

Tali studi dovranno tener conto di fattori quali: l'orografia, il clima, il suolo e sottosuolo, il regime idraulico e la vegetazione. Non ultimo dovranno essere considerati i fattori antropici come il periodo d'intervento, la possibilità di manutenzione e la modalità di esecuzione del lavoro.

In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano il deflusso "selvaggio" delle acque con susseguente erosione lungo il versante e lungo il ciglio torrentizio e che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo. Bisognerà porre attenzione all'esecuzione di recinzioni che potrebbero fungere da sbarramento al naturale deflusso delle acque di pioggia. Si consiglia infine l'esecuzione di sopralluoghi da parte di tecnici esperti incaricati dall'Amministrazione, al fine di definire la fattibilità degli interventi progettuali.

In zone boschive o montagnose l'area di tutela assoluta e' stata identificata secondo il criterio geomorfologico perimetrando la parte di territorio che si puo' ritenere di stretta pertinenza del rio e percio' soggetta a controllo; mentre la seconda fascia non e' stata identificata in quanto si ritiene sia incorporata all'interno della fascia di tutela assoluta. Si e' optato per questa soluzione poiche' nelle parti montane non esistono problematiche edificatorie, ritenendo sufficiente il cautelarsi con la sola fascia di tutela assoluta che assicura comunque il giusto grado di restrizioni all'utilizzo del territorio.

## 5.5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

Una volta individuati i caratteri litologici, geomorfologici ed idrogeologici del territorio è possibile effettuare una prima caratterizzazione geotecnica dei terreni, in modo da fornire una suddivisione in *unità a comportamento geologico-tecnico omogeneo*.

Per *caratterizzazione geotecnica* s'intende una definizione speditiva delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce (in questo caso si parla di *caratterizzazione geomeccanica*), in relazione ad eventuali interventi di modificazione del suolo e primo sottosuolo.

Le indicazioni riportate in questo capitolo e nell'allegato cartografico relativo (cfr. Tav. n. 8) vanno considerate d'inquadramento preliminare e *non sufficienti per il dimensionamento di opere puntuali come edifici, infrastrutture, ecc... (D.M. 11.03.88)*.

Inoltre, all'interno delle classi particolarmente sfavorevoli dal punto di vista geotecnico e dove la normativa in vigore lo richiede sarà necessario provvedere a campagne geognostico-geotecniche e/o idrogeologiche adeguate.

In base alle risultanze dei rilievi e delle indagini in sito si sono distinte sette unità geologico-tecniche principali (A, B, C, D, E, F, G); di cui le prime quattro sono riguardanti i materiali incoerenti, le altre prendono in considerazione i materiali lapidei.

Sono ordinate tenendo conto del miglioramento delle caratteristiche geotecniche o geomeccaniche basando le considerazioni fatte sui risultati di una B.G.D., Basic Geotechnical Description of Rock Masses, effettuata sulle varie litologie presenti sul territorio comunale

**B.G.D.: BASIC GEOTECHNICAL DESCRIPTION OF ROCK MASSES**

Questa sigla riassume una tipologia di descrizione degli ammassi rocciosi standardizzata e molto diffusa

Si fonda su due assunti fondamentali:

- I dati quantitativi possono essere rilevati sia in affioramento che in opere artificiali
- fornisce una descrizione di massima del comportamento geomeccanico di un ammasso roccioso

Questo metodo prende in considerazione cinque parametri fondamentali:

- a) il nome della roccia
- b) lo spessore degli strati
- c) l'intercetta delle fratture
- d) la resistenza a compressione monoassiale del materiale roccia
- e) l'angolo di attrito delle fratture

Descrizione dei cinque indici principali:

a) nome della roccia a cui si aggiungeranno, per una migliore descrizione e per un migliore inquadramento geologico, informazioni suppletive riguardanti la struttura dell'ammasso roccioso, la fratturazione dell'ammasso, colore, tessitura e composizione mineralogica della roccia e il suo grado di alterazione definito come:

- W1 - roccia fresca, nessuna alterazione, possibile decolorazione superficiale
- W2 - roccia leggermente alterata, decolorazione superficiale e della roccia
- W3 - roccia mediamente alterata, meno del 50% dell'ammasso e' decomposto
- W4 - roccia molto alterata, piu' del 50% dell'ammasso e' decomposto
- W5 - roccia completamente alterata, tutto l'ammasso e' decomposto in una terra

b) Spessore degli strati, ove per spessore si intende una porzione di roccia integra comprese tra due superfici parallele o subparallele.

Si classifica come:

- Lo - strati assenti,
- L1 - strati molto spessi, >200cm
- L2 - strati spessi, 60-200 cm
- L3 - strati medi, 20-60 cm
- L4 - strati sottili, 6-20 cm
- L5 - strati molto sottili, <6cm

c) Intercetta delle fratture dove con il termine frattura si intende ogni superficie di discontinuità naturale che abbia resistenza a trazione nulla o ininfluenza e viene definita come la distanza media tra due fratture successive e si classifica secondo il seguente criterio:

- F0 - fratturazione assente
- F1 - fratturazione molto distanziata, >200 cm.
- F2 - fratturazione distanziata, 60-200 cm.
- F3 - fratturazione media, 60-20 cm.
- F4 - fratturazione fitta, 6-20 cm
- F5 - fratturazione molto fitta, <6 cm.

d) resistenza a compressione monoassiale del materiale roccia ottenuto direttamente da prove di resistenza monoassiale, indirettamente da prove di resistenza al Point Load Test oppure stimato in sede di rilevamento sul terreno.

Si classifica seguendo queste divisioni:

- S1 - resistenza molto grande, >2000 kg/cm<sup>2</sup>
- S2 - resistenza grande, 600-2000 kg/cm<sup>2</sup>
- S3 - resistenza media, 200-600 kg/cm<sup>2</sup>
- S4 - resistenza piccola, 60-200 kg/cm<sup>2</sup>
- S5 - resistenza molto piccola, <60 kg/cm<sup>2</sup>

e) angolo di attrito delle fratture definito come l'inclinazione della retta tangente alla curva di inviluppo della resistenza di picco, con uno sforzo normale di 10 Kg/cm<sup>2</sup>.

Puo' essere rilevato in laboratorio o stimato in sede di rilevamento e viene classificato nel seguente modo:

- A1 - angolo molto grande, >45°
- A2 - angolo grande, 35°-45°
- A3 - angolo medio, 25°-35°
- A4 - angolo piccolo, 15°-25°
- A5 - angolo molto piccolo, <15°

Per applicare questo metodo e' necessario zonare l'ammasso roccioso se l'affioramento e' di dimensioni considerevoli per distinguere le aree a comportamento geotecnico dissimile.

Nel nostro caso non e' stato necessario a causa della limitata estensione dell'affiorante.

Il passo successivo e' l'applicazione della B.G.D per arrivare alla caratterizzazione delle varie aree all'interno degli ammassi rocciosi.

Durante tutto il processo di studio va tenuto conto che nonostante alcune caratteristiche possano variare all'interno di un certo ammasso, questo puo' essere considerato comunque omogeneo.

Infatti, una stessa unita' geologica puo' comprendere volumi rocciosi non contigui, oppure ammassi rocciosi con continue variazioni laterali possono essere considerati come un'unica zona caratterizzata proprio da questa estrema disomogeneità

RISULTATI OTTENUTI

Qui di seguito verranno esposti i risultati ottenuti prendendo in considerazione le varie litologie presenti sul territorio del Comune di Cuasso al Monte.

GRANOFIRO DI CUASSO AL MONTE

B.G.D n.1	Granofiro					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L0,F2,S1,A5,W1				
VRU	5-25 dmc					

B.G.D n.1	Granofiro					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L1,F4,S2,A5,W3				
VRU	5-10 dmc					

DOLOMIA DI S. SALVATORE

B.G.D n.1	Dolomia di S.Salvatore					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L3,F3,S4,A3,W1				
VRU	0.5-2 dmc					

B.G.D n.1	Dolomia di S.Salvatore					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L0,F2,S4,A3,W1				
VRU	0.5-2 mc					

VERRUCCANO LOMBARDO- SERVINO

B.G.D n.1	Verruccano lombardo-Servino					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L1,F0,S3,A2,W1				
VRU	2-4 mc					

VULCANITI BASALI – PORFIRITI

B.G.D n.1	Vulcaniti basali - Porfiriti					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L1,F2,S1,A1,W2				
VRU	5-10 cmc					

B.G.D n.1	Vulcaniti basali - Porfiriti					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L3,F3,S2,A2,W1				
VRU	10-25 dmc					

B.G.D n.1	Vulcaniti basali - Porfiriti					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L3,F3,S4,A2,W1				
VRU	5-25 dmc					

MICASCISTI E PARAGNEISS

B.G.D n.1	Micascisti- Paragneiss					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L2,F4,S4,A5,W1				
VRU	25-60 cmc					

B.G.D n.1	Micascisti-Paragneiss					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L1,F4,S2,A5,W1				
VRU	25-60 cmc					

B.G.D n.1	Micascisti-Paragneiss					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L1,F3,S3,A5,W1				
VRU	25-60 cmc					

B.G.D n.1	Micascisti-Paragneiss					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE		L3,F3,S2,A5,W1				
VRU	25-50 cmc					

Qui di seguito e' riportata la classificazione dei litotipi e dei materiali sciolti, ottenuta in base alle risultanze dei rilievi e delle indagini, che ha permesso la stesura della Carta geologico-applicativa (cfr. Tav.8)

## **Unità A**

### **Descrizione**

Depositi limosi, limoso sabbiosi e limoso argillosi con torbe, in alcuni casi il ristagno idrico e' notevole.

Colore grigio o nocciola.

### **Origine geologica**

Origine palustre, fluvio-lacustre e lacustre

### **Classificazione USCS**

ML,CL,OL,PT

### **Caratteristiche geologico - tecniche generali**

Terreni a comportamento da semi coesivo a coesivo con stato di addensamento variabile, generalmente scarso

Bassa permeabilità.

### **Osservazioni**

Le problematiche sono legate alla portanza ed alla stabilità dei fronti di scavo. La possibile presenza di orizzonti di copertura, di aree a ristagno d'acqua e di livelli organici determina un generale peggioramento delle qualità geotecniche da valutare con apposite indagini geognostiche. Inoltre il basso coefficiente di permeabilità pone problemi di smaltimento delle acque

### **Stima del comportamento geotecnico**

Scadente.

## **Unità B**

### **Descrizione**

Depositi sabbiosi e sabbioso-limosi con ghiaie e ciottoli.

Talvolta si possono individuare lenti limose e/o orizzonti gradati con ghiaie

Colore marrone chiaro o senape tendente al rossiccio.

### **Origine geologica**

Depositi glaciali

### **Classificazione USCS**

GW-GM,SM,SP,ML.

### **Caratteristiche geologico - tecniche generali**

Terreni a comportamento prevalentemente incoerente con stato di addensamento variabile, generalmente discreto. Miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità.

In profondità e' possibile rinvenire orizzonti limoso-argillosi con caratteristiche alquanto scadenti, in specialmodo lungo l'alveo del torrente Brivio.

Questa unità da' luogo a morfologie pianeggianti. Permeabilità superficiale medio-bassa, facilmente tendono a evolvere in zone di ristagno idrico.

### **Osservazioni**

Problematiche legate alla portanza di tali depositi soprattutto in superficie e ad eventuali infiltrazioni di acque superficiali e meteoriche che potrebbero dare luogo a instabilità'.

### **Stima del comportamento geotecnico**

Scarso.

## Unità C

### **Descrizione**

Depositi sabbiosi e sabbioso-limosi con ghiaie e ciottoli e massi.  
Talvolta si possono individuare lenti limose e/o orizzonti gradati con ghiaie, spesso presenta numerosi erratici sia in superficie sia sepolti.  
Colore marrone chiaro

### **Origine geologica**

Depositi glaciali ed eluvio-colluviali

### **Classificazione USCS**

GW, GM, GC, SM, SC.

### **Caratteristiche geologico - tecniche generali**

Terreni a comportamento prevalentemente incoerente con stato di addensamento variabile, generalmente discreto.

E' possibile un miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità.

### **Osservazioni**

Problematiche legate alla portanza di tali depositi soprattutto in superficie ed alla stabilità dei fronti scavo.

Stabilità dei versanti discreta, da valutare le situazioni geomorfologiche in evoluzione o in caso di modificazioni dello "status quo" in aree acclivi o boscate.

Da valutare con apposite indagini geognostiche.

La presenza di numerosi erratici potrebbe influenzare la realizzazione di alcuni interventi o essere causa di possibili dissesti a causa della loro situazione di precaria stabilità.

### **Stima del comportamento geotecnico**

Discreto

## **Unità D**

### **Descrizione**

Depositi composti principalmente da sabbie, ghiaie e ciottoli con scarsa matrice limosa.

Colore grigio

### **Origine geologica**

Depositi fluviali

### **Classificazione USCS**

GW-GP.

### **Caratteristiche geologico - tecniche generali**

Terreni a comportamento incoerente con grado di addensamento variabile; locali orizzonti granulari più o meno fini a comportamento incoerente.

Permeabilità elevata.

### **Osservazioni**

Problematiche legate alla stabilità dei fronti scavo, possibile miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità.

### **Stima del comportamento geotecnico**

Da discreto a buono

## **Unità E**

### **Descrizione**

Dolomie, calcari, calcari dolomitici e calcari silicei.  
Colore marrone scuro, nocciola e grigio.

### **Origine geologica**

Dolomia del S. Salvatore

### **Caratteristiche geomeccaniche generali**

Si individuano due porzioni dell'ammasso roccioso, la prima a struttura prevalentemente massiccia mentre la seconda si presenta stratificata con grado di fratturazione variabile da medio ad elevato.

Le superfici di strato immergono verso W SSW con inclinazioni da blande a medie; famiglie di fratture a direzione variabile

Possibili locali fenomeni di carsismo nella formazione con assetto massiccio.

Grado di alterazione dell'ammasso roccioso medio-basso (decolorazione delle superfici esposte e delle discontinuità).

Pedogenesi generalmente poco sviluppata sotto forma di orizzonti regolitici e/o di copertura eluvio-colluviale a spessore decimetrico.

Permeabilità secondaria da molto bassa a medio-elevata in funzione delle discontinuità presenti e della loro persistenza.

### **Osservazioni**

Problematiche legate alla stabilità dei versanti in roccia dei litotipi più fratturati e/o stratificati: la formazione, la dimensione ed il possibile distacco dei blocchi varia in funzione del V.R.U. (*Volume Roccioso Unitario*) e delle condizioni delle discontinuità, da verificare localmente mediante appositi rilievi geomeccanici.

Le condizioni geomeccaniche generali peggiorano negli affioramenti dell'unità più finemente stratificata e/o in caso di giaciture a franapoggio e pareti rocciose subverticali.

## **Unità F**

### **Descrizione**

F1: Gneiss e micascisti

F2: Vulcaniti basali, Porfiriti, Granofiro

### **Origine geologica**

F1: Scisti dei Laghi

F2: Vulcanite di Piambello, Granofiro di Cuasso al Monte

### **Caratteristiche geomeccaniche generali**

F1: Rocce a tessitura generalmente scistosa (nei litotipi a miche prevalenti) o compatta (nei litotipi gneissici a prevalenza quarzoso-feldspatica); famiglie di fratture con direzione variabile.

Grado di alterazione dell'ammasso da scarso a medio; permeabilità secondaria quasi nulla.

F2: Rocce prevalentemente compatte con famiglie di discontinuità legate soprattutto alla fratturazione, localmente presentano evidenze di diversi gradi di divisione in blocchi in funzione delle famiglie di discontinuità e dell'esposizione agli agenti esogeni.

Il grado d'alterazione dell'ammasso roccioso è generalmente basso e la permeabilità secondaria quasi nulla

### **Osservazioni**

Problematiche possono essere legate alla stabilità di versanti in roccia ove la fratturazione sia più spinta, la dimensione dei blocchi è variabile e dipendente dall'assetto delle discontinuità. Da verificare localmente con indagini geomeccaniche.

Comportamento geomeccanico medio

## **Unità G**

### **Descrizione**

Arenarie e conglomerati fini a matrice quarzosa

### **Origine geologica**

Verrucano lombardo, Servino

### **Caratteristiche geomeccaniche generali**

Rocce a struttura massiccia con strati di spessore metrico con immersione verso W - SSW in accordo con la formazione soprastante., fratturazione inesistente o quasi.

Il grado d'alterazione dell'ammasso roccioso è generalmente basso (decolorazione delle superfici esposte), la permeabilità secondaria è quasi nulla.

### **Osservazioni**

Comportamento geomeccanico buono.

## 6 RISERVE IDRICHE, VULNERABILITÀ E QUALITÀ DELLE ACQUE

### 6.1 APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

Nelle tabelle seguenti sono riportati gli elenchi dei pozzi pubblici e delle sorgenti che permettono l'approvvigionamento idrico del Comune di Cuasso al Monte e l'elenco dei bacini di raccolta delle acque captate prima della distribuzione in rete.

#### Pozzi pubblici

<b>Nome</b>	<b>Località</b>	<b>Tipo falda</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Portata (l/s)</b>
Pozzo Cu1	San Pietro (Comune di Porto Ceresio)	Mista freatica / semiconfinata	21.2	7
Pozzo Cu2	Riane	Mista freatica / semiconfinata	26	7

Sorgenti comunali

<b>Nome</b>	<b>n.</b>	<b>Località</b>	<b>Quota (m)</b>	<b>Portata stimata (l/s)</b>
A. tedesco bassa	Cu1s	Alpe Tedesco	630 c.ca	1-2
Sorgenti Arcisate	Cu2s	Alpe Tedesco	705 (a) - 715 (b) c.ca	4-5
A. Tedesco alta	Cu3s	Alpe Tedesco	920 c.ca	1-2
Valpira	Cu4s	Valle Valpira	940 c.ca	0.2-0.5
Helios	Cu5s	Valle Valpira	950 c.ca	0.1-0.3
Ponte Rotto		Valle Valpira	620 c.ca	
Mondo Nuovo	Cu6s	Imborgnana	940 c.ca	0.6-1.2
Motta	Cu7s	Cavagnano		
Sabaini	Cu8s	Cuasso al Monte		
Manzoni	Cu9s	Cuassp Al Monte		
S. Teresa	Cu10s	Cuasso Al Monte		
Valleggione	Cu11s	Valle Gerosa		

Captazioni private

<b>Nome</b>	<b>n.</b>	<b>Utilizzo</b>	<b>Quota (m)</b>	<b>Portata stimata (l/s)</b>
Sanatorio Duca d'Aosta	Cu12s	Privato	580 c.ca	> 0.5

Bacini di raccolta

<b>Nome</b>	<b>Adduzione dalle sorgenti n.</b>	<b>Quota (m)</b>	<b>Portata in entrata (l/s)</b>
A. Tedesco		600 c.ca	4-6
Motta	Cu7s	565 c.ca	
S. Teresa	Cu10s	525 c.ca	

Serbatoi di accumulo

<b>Nome</b>	<b>Alimentazione</b>	<b>Quota (m)</b>	<b>Capacità (mc)</b>	<b>Clorazione</b>
A. Tedesco	Sorgenti Cu3s + Bacino A. Tedesco	600 c.ca	25	Si
Borgnana	Sorgenti Cu10s	565 c.ca	54	-
Cavagnano	Sorgente Cu7s + Serbatoio Ponte Rotto + serbatoio Cuasso al M.	525 c.ca	100	Si
Cuasso al M.	Sorgenti Cu8s-Cu9s-Cu11s + Serbatoio Cavagnano + Serbatoio Borgnana		2 x 65	Si
Cuasso al P.	Serbatoio S. Salvatore		230	No
Imborgnana	Sorgente Cu6s		125	-
Ponte Rotto	Sorgenti Cu2s-Cu4s-Cu5s + Serbatoio Imborgnana		280	Si
S. Salvatore	Pozzi Cu1-Cu2		380	Si
S. Teresa	Sorgenti Cu10s + Serbatoio S. Salvatore		120	Si

Il comune di Cuasso al Monte utilizza come principale fonte di approvvigionamento idrico le numerose sorgenti esistenti sul territorio comunale.

Queste sorgenti forniscono per gran parte dell'anno la quasi totalità del fabbisogno idrico della popolazione cuassese e solo nei mesi estivi debbono essere integrate dalle acque emunte dai pozzi S.Pietro e Riane.

Lo stato generale delle sorgenti captate ad uso idropotabile necessita di interventi di risanamento per quanto riguarda le opere di protezione e tutela definite dal D.P.R. n.236/1988, soprattutto per la zona di tutela assoluta ( $R > 10$  m attorno alle opere di presa) che non è quasi mai delimitata.

E' possibile inoltre che ognuna delle varie frazioni componenti il comune di Cuasso al Monte sono collegate a propri serbatoi a cui afferiscono le acque captate dalle sorgenti circostanti ma sono collegate anche alla rete acquedottistica , in tal modo si verifica un continuo rimescolamento delle acque distribuite per uso potabile.

Cio' influisce sulle caratteristiche chimico fisiche delle acque all'interno dei vari serbatoi con la miscelazione di acque sorgive con acque già clorate provenienti da altri serbatoi.

## *6.2 QUALITÀ DELLE ACQUE CAPTATE E DESTINATE AD USO IDROPOTABILE*

Le analisi chimiche e microbiologiche delle acque prelevate in rete in data 09.02.1995 e 06.04.1995 hanno dato esito positivo, in conformità ai valori guida del D.P.R. n.236 del 24 maggio 1988 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

Tre aspetti sono stati posti in risalto durante queste analisi: la presenza di materiali solidi filtrabili ad alto tenore in ferro, la presenza di cloro residuo libero e la saltuaria presenza di coliformi e batteri sempre accompagnati dall'assenza di cloro libero.

Il primo aspetto critico e' dovuto alla presenza di materiali solidi filtrabili ad alto tenore in ferro dovuti all'accumulo e alla successiva restituzione dei serbatoi e delle tubazioni di distribuzione di solidi in sospensione o incrostanti a base di ferro.

La criticita' del secondo aspetto puo' essere causata da vari fattori come sovradosaggi in fase di clorazione, per miscelazione di acque a vario livello di clorazione o per consumo di cloro in reazioni chimiche indesiderate.

Il terzo aspetto e' una conseguenza diretta della mancanza di cloro libero sia in fase di clorazione che a causa di contaminazione dell'apparato distributivo in zone non soggette a clorazione

Da notare inoltre che negli ultimi anni per la potabilizzazione delle acque distribuite mediante la rete dell'acquedotto comunale si e' utilizzato il metodo che sfrutta l'azione dei raggi UV-A, eliminando cosi' parte dei problemi preesistenti.

### 6.3 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA DEI COMPLESSI ACQUIFERI

La vulnerabilità naturale intrinseca degli acquiferi indica la suscettibilità degli stessi ad essere contaminati, in relazione alle caratteristiche dell'unità idrogeologica a cui appartengono.

La struttura idrogeologica generale può essere suddivisa in quattro settori a caratteristiche idrogeologiche d'insieme differenti:

- la piana della zona sud-orientale del territorio comunale, nella quale il complesso acquifero è costituito da depositi incoerenti di natura fluvio-glaciale;
- le zone con spessori rilevanti di coperture variamente distribuiti in tutto il territorio comunale
- le zone con substrato lapideo igneo affiorante subaffiorante che sono la stragrande maggioranza del territorio
- le zone con substrato sedimentario affiorante o subaffiorante.

Queste quattro zone sono state distinte in base alle loro caratteristiche di permeabilità primaria e secondaria (cfr. Cap. 5.4)

Per questo, nei settori di territorio interessati dalle unità litologiche fluvio-glaciali la vulnerabilità è abbastanza elevata: la falda freatica superficiale ha bassissimi valori di soggiacenza (in alcuni sondaggi la falda è risultata a 1 o 2 m dal p.c., in altri casi è subaffiorante) e non risulta protetta da orizzonti impermeabili. In questi settori risulta perciò importante il rispetto delle aree di protezione dei pozzi pubblici definite dal D.P.R. n.236/1988 e dal D.L. n.152/1999, nonché l'isolamento tempestivo di eventuali focolai d'inquinamento.

La vulnerabilità idrogeologica dei complessi acquiferi nelle zone di versante varia da bassa a media in relazione alla minore permeabilità dei depositi di copertura ed alla presenza discontinua delle infiltrazioni a diversi livelli (possibilità di falde sospese semi-confinato o confinato) nonché in funzione del diverso grado di permeabilità dell'ammasso roccioso sottostante che potrebbe veicolare più o meno velocemente possibili inquinanti.

## 7 SINTESI

La carta di sintesi, redatta in scala 1:5.000, rappresenta il risultato della fase di analisi (carte di inquadramento e carte tematiche) che permette la visualizzazione degli elementi più significativi emersi dallo studio.

Gli elementi geoambientali riportati nella cartografia d'inquadramento e di dettaglio sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti, sia in senso qualitativo che quantitativo, ai fini di una zonazione del rischio idrogeologico.

La divisione e' stata realizzata seguendo i principi guida dettati dalla D.G.R del 29.10.01 num.7/6645 che approvava le direttive per la redazione dei Piani Regolatori Generali emanate ai sensi dell' art.3 della L.R. 41/97.

All'interno della delibera vengono elencate tutte le possibili classi entro cui porre le aree sensibili, di significativo areale, all'interno del territorio comunale.

Per comodita' le categorie riportate nella delibera sono state suddivise in classi e numerate progressivamente, tranne che per la categoria F che e' stata creata ex novo per raccogliere le aree con problematiche modeste.

## 7.1 AMBITI DI PERICOLOSITA' E VULNERABILITA'

D.G.R. n° 7/6645 del 29.10.01

A)	AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI	Classe di fattibilità
A.1	Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo)	4
A.2	Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali	4
A.3	Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)	4
A.4	Aree in frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)	4
A.5	Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)	4
A.6	Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	4
A.7	Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide	4*
A.8	Aree interessate da carsismo profondo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)	3
A.9	Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	4
A.10	Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza	3
A.11	Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni	3
A.12	Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno	4*

A.13	Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati,, comprensive delle aree di possibile accumulo	3
A.14	Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse(comprensive di aree di distacco e di accumulo)	4
A.15	Aree interessate da valanghe già avvenute	4
A.16	Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
A.17	Altro	
B)	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO	Classe di fattibilità
B.1	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta, di rispetto, di protezione)	4*, 3, 3
B.2	Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d.lgs. 258/2000	3
B.3	Zone interessate dalla presenza di centri di pericolo (cfr. d.lgs. 258/2000) e relativo ambito di influenza entro le aree ad alta vulnerabilità (in particolare: discariche autorizzate e abusive, aree estrattive come perimetrale nello strumento di pianificazione provinciale, emergenza della falda in aree estrattive recuperate, riporti, infrastrutture di pubblica utilità e di interesse pubblico, industrie a rischio di incidente rilevante, cisterne interrato, stoccaggio temporaneo di rifiuti, serbatoi di carburante, etc.)	3
B.4	Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti)	3
B.5	Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	3
B.6	Altro	

C) AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO	Classe di fattibilità
C.1 Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20 – 50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	4
C.2 Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
C.3 Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di opere di difesa	
C.4 Aree allagate in occasione di meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche, aree soggette ad esondazioni lacuali	3
C.5 Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni correttamente progettate e costruite e in buono stato di manutenzione, delle quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo i criteri di cui all'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	3
C.6 Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, , sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità, etc.	4

C.7	Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali	4
C.8	Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina - pianura	3
C.9	Altro	
D)	AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Classe di fattibilità
D.1	Aree di possibile ristagno, torbose e paludose	3
D.2	Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)	3
D.3	Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali (indicare le ampiezze)	3
D.4	Aree con riporti di materiale	3
D.5	Altro	

## 7.2 *AMBITI DI PERICOLOSITA RINVENUTI SUL TERRITORIO*

Qui di seguito verranno elencate le classi effettivamente rinvenibili sul territorio del comune di Cuasso al Monte:

- **Classe A: aree pericolose dal punto di vista dell' instabilita' dei versanti**
  - A1: Aree soggette a crolli di massi
  - A2: Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali
  - A4: Aree di frana quiescenti
  - A7: Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide
  - A17.1: Altre aree – aree estrattive
  - A17.2: altre aree – aree con versanti ad elevata inclinazione
  
- **Classe B: aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**
  - B1.1: Zona di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile (zona di tutela assoluta)
  - B1.2: Zona di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile (zona di rispetto)
  - B3: Aree interessate da centri di pericolo
  - B4: Aree con emergenze idriche diffuse
  - B6: Aree a bassa soggiacenza della falda
  
- **Classe C: aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**
  - C1: Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali
  - C2: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa
  - C4: Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali
  - C8: Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito
  - C9.1: Altre aree- aree di tutela del reticolo fluviale (fascia di tutela assoluta)

- C9.2: Altre aree – aree di tutela del reticolo fluviale (fascia di rispetto)
- 
- **Classe D: aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**
  - D1: Aree di possibile ristagno, torbose e paludose
  - D2: Aree con limitata capacità portante
  - D4: Aree con riporti di materiale
- **Classe E: interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale**
  - E1.1A: Sistemazioni con opere di ingegneria naturalistica
  - E1.1B: Riprofilatura, gradonatura
  - E1.2A: Reti paramassi
  - E1.2C: Trincee paramassi
  - E2A: Arginature
  - E2F: Altre opere – canalizzazioni in sotterraneo, tombinatura, ponti etc...
- **Classe F: aree con modeste problematiche geologiche, idrogeologiche, idrauliche o geotecniche**
  - F1: Aree con modesti fenomeni di pericolosità

Le varie classi saranno diffusamente descritte qui di seguito indicando le tipologie di dissesto che le interessano e dando dei riferimenti geografici per la loro individuazione nelle cartografie tematiche.

## **Classe A: Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti**

Le aree appartenenti a questa tipologia comprendono sia i settori interessati da fenomeni di instabilità in atto o già avvenuti (delimitabili in base ad evidenze di terreno e/o ad informazioni storiche) sia quelli potenzialmente instabili.

### **A1: AREE SOGGETTE A CROLLI DI MASSI**

All'interno di questa unità sono stati raggruppati i fenomeni di dissesto in terreno e in roccia, attivi al momento dell'esecuzione del rilievo di dettaglio o con possibilità di attivazione.

In particolare, si distinguono: possibili distacchi, crolli e scivolamenti di materiale lapideo in blocchi e massi con possibilità di arretramento degli orli di scarpata in corrispondenza delle pareti rocciose subverticali con grado di fratturazione variabile.

Ottimi esempi sono le pareti sovrastanti l'abitato di Cavagnano fino ad arrivare alle parti più prossime all'abitato di Cuasso al Monte, l'area prospiciente il Sanatorio Duca D'Aosta oppure la parete che sovrasta la strada che conduce a Porto Ceresio da Cuasso al Piano, che è stata in parte già inserita nelle aree P.A.I.

Le zone delimitate risultano perciò contraddistinte da un grado di instabilità potenzialmente elevato e da fenomeni attivabili e/o riattivabili in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi o a causa del normale ciclo climatico stagionale.

In questa categoria sono stati inoltre compresi i fronti delle aree di cava dismesse; proprio l'abbandono dell'attività estrattiva pone dei grossi problemi di sicurezza per le zone adiacenti in quanto dai vecchi fronti, spesso verticali, non è raro il verificarsi di distacchi di blocchi anche di dimensioni notevoli, oppure assistere a dissesti all'interno delle discariche dei residui della cavatura e della lavorazione del granofiro.

La pericolosità, legata ai potenziali fenomeni d'instabilità sui versanti degradati impone una particolare attenzione e, quanto prima, la realizzazione di adeguati interventi di ripristino ambientale.

**A2: AREE INTERESSATE DA DISTACCO E ROTOLAMENTO DI BLOCCHI PROVENIENTI DA DEPOSITI SUPERFICIALI**

Le aree che ricadono all'interno di questa classe sono interessate dal possibile distacco e rotolamento di massi provenienti da depositi superficiali in occasione di eventi meteorici particolari o di eventi che possano modificarne lo stato di quiete.

Questi depositi sono riconducibili a:

- depositi di copertura morenica, regolitica, ed eluvio colluviale come nel caso dell'area sita sulla S.P. n.29 tra la fine dell'abitato di Cavagnano e il bivio per l'Alpe del Tedesco. All'interno di questa area si riconoscono dei settori tuttora in movimento.
- depositi derivanti da antiche attività di cava, sia a cielo aperto che in miniera, ormai abbandonate o da accumuli di smarino prodotto per la realizzazione di tracciati stradali. Queste aree sono diffuse in varie zone del territorio comunale.

**A4: AREE DI FRANA QUIESCENTI**

In questa classe sono raccolte tutte quelle aree interessate da movimenti franosi ( colate, debris flows, scivolamenti, etc...) rinvenute all'interno del territorio comunale.

Si possono localizzare sulla strada per Cuasso al Piano, che parte dal centro della frazione di Cavagnano, all'altezza del primo e del terzo tornante.

Altri eventi franosi sono stati rinvenuti all'interno delle aree boschive sul Monte Piambello e nella Valle Stivione.

**A7: AREE INTERESSATE DA TRASPORTO IN MASSA E FLUSSI DI DETRITO SU CONOIDE**

In questa classe di sintesi sono state raccolte le aree interessate da fenomeni di trasporto in massa e flussi di detrito su conoide che si possono ricondurre a due zone ben definite:

- la porzione, compresa nel territorio comunale, della conoide presente alla foce del torrente che scorre entro la Valle Borsago.
- la porzione di territorio identificabile con le parti apicali delle conoidi presenti nell'area della struttura ospedaliera del Sanatorio Duca d'Aosta.

Queste due aree possono essere classificate, adottando le definizioni del PAI, come "Area di conoide attivo non protetta (Ca)".

**A17.1: ALTRE AREE- AREE ESTRATTIVE**

Si tratta di evidenti settori del territorio comunale interessati da modificazioni dell'assetto morfologico originale, poiché oggetto di attività estrattiva prevalentemente di Granofiro di Cuasso al Monte.

Infatti, sin dall'antichità il territorio ha visto la presenza di numerose zone di cava di cui, attualmente, ne restano in piena attività soltanto due: la cava Bonomi e la cava Subalpina.

In questa classe sono state inserite solo le aree che ancora allo stato attuale sono soggette ad attività estrattive a cielo aperto, infatti, le aree estrattive coltivate in miniera sono identificate principalmente con l'accumulo degli scarti di lavorazione, che ricade in un'altra classe di sintesi.

**A17.2: ALTRE AREE- AREE CON VERSANTI A ELEVATA INCLINAZIONE**

Le aree prese in considerazione in questa classe mostrano pendii con inclinazioni maggiori o uguali a 30°, come è possibile osservare anche dalla carta clivometrica.

Queste aree pur non mostrando evidenti fenomeni di dissesto vanno trattate con cautela per la loro morfologia acclive che potrebbe dare adito in futuro a problemi e fenomeni di dissesto, specialmente in caso di

eventi meteorologici eccezionali o in caso di interventi antropici destabilizzanti.

Alcuni esempi possono essere tutte le aree più elevate del territorio comunale, sul monte Piambello, sul Poncione di Ganna, il declivio prospiciente il Lago di Lugano o quello che si affaccia sulla frazione di Cavagnano.

## **Classe B: Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

Le aree che ricadono in questa classe hanno caratteristiche connesse alla presenza di acquiferi che possono essere captati o meno, vulnerabili o protetti, emergenti o sotterranei.

In tutti questi casi vengono definite delle categorie cautelative al fine di proteggere le aree in questione da possibili forme di inquinamento.

### **B1.1-B1.2: ZONE DI SALVAGUARDIA DELLE OPERE DI CAPTAZIONE AD USO IDROPOTABILE**

Riguarda le zone di tutela assoluta (B1.1) e di rispetto (B1.2) delle sorgenti e dei pozzi utilizzati a scopo idropotabile dalla rete acquedottistica comunale.

La fascia di rispetto dei pozzi, definita con criterio geometrico, si estende per un raggio di 200 m attorno al punto di captazione (come definito dal D.L. n.258/2000), mentre quella delle sorgenti, delimitata anch'essa con il criterio geometrico, è rappresentata da una circonferenza avente raggio di 200 m limitata verso valle dall'isoipsa passante per il punto di captazione.

La fascia di tutela assoluta circoscrive ciascun punto di captazione ad uso idropotabile per un raggio non inferiore a 10 m.

### **B3: AREE INTERESSATE DA CENTRI DI PERICOLO**

Le aree prese in considerazione in questa classe sono caratterizzate dalla presenza di potenziali punti sensibili e del relativo ambito di influenza.

(cfr. D.L. n.258/2000) a causa delle attività svolte e della possibile contaminazione del territorio e degli acquiferi.

Nel territorio comunale l'unica voce in elenco presente è quella delle aree tuttora sede di attività di cava, come perimetrata nello strumento di pianificazione provinciale.

#### **B4: AREE CON EMERGENZE IDRICHE DIFFUSE**

In alcuni limitati settori montani del territorio comunale, s'individuano aree caratterizzate da emergenze idriche diffuse, anch'esse particolarmente vulnerabili soprattutto se connesse ad aree di alimentazione delle sorgenti captate oppure se adducenti in corpi d'acqua maggiori; per questa ragione sarebbe auspicabile una protezione di queste emergenze sia per futuri impieghi a vario uso, sia per le captazioni già in atto.

#### **B5: ALTRE AREE - AREE A BASSA SOGGIACENZA DELLA FALDA ACQUIFERA**

La porzione pianeggiante dell'abitato di Cuasso al Piano risulta caratterizzata da una vulnerabilità media; in quanto contraddistinta da depositi a permeabilità medio-elevata e dall'assenza di protezioni naturali della falda freatica superficiale, peraltro captata da pozzi comunali ad uso idropotabile.

Sono però presenti opere fognarie per la collettazione dei reflui urbani e per il loro conferimento al depuratore pubblico, è comunque da notare anche la totale assenza di insediamenti produttivi caratterizzati da un elevato grado di pericolosità.

### **Classe C: Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

Le parti del territorio comunale ricadenti in questa classe di sintesi presentano problematiche legate alla possibile esondazioni dei corsi d'acqua che le lambiscono e al tempo di ricorrenza che intercorre tra un evento alluvionale e il successivo.

Sono rappresentate inoltre zone che sono, o potrebbero, essere soggette a flussi di detrito in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi a causa della loro posizione sfavorevole.

**C1: AREE RIPETUTAMENTE ALLAGATE IN OCCASIONE DI PRECEDENTI EVENTI ALLUVIONALI**

In questa zona si verificano prevalentemente fenomeni di esondazione e/o alluvionamento in occasione di precipitazioni intense anche se di breve durata.

E' interessato da questi fenomeni tutto il settore limitrofo all'alveo del torrente Valle di Graggio che essendo difeso da sponde basse e fiancheggiato da aree pianeggianti si presta al verificarsi di questi fenomeni. Quest'area è classificata nell'atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del P.A.I. come Zona 1 "area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento in tempi brevi direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso".

Aree simili, anche se molto più limitate arealmente, si trovano a ridosso di alcuni rii minori, nelle parti pianeggianti.

La pericolosità di questi fenomeni risulta elevata e perciò richiede la massima attenzione.

Un'ulteriore area, di limitata estensione, è presente al confine comunale con Porto Ceresio lungo il Torrente Bolletta, quest'area era già inserita nel P.A.I con la denominazione di Zona I "aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni".

**C2: AREE INTERESSABILI DA FENOMENI DI EROSIONE FLUVIALE E NON IDONEAMENTE PROTETTE DA INTERVENTI DI DIFESA**

Queste aree sono interessate da fenomeni erosivi a causa della loro prossimità con corsi d'acqua.

Un'area con queste caratteristiche è quella nell'abitato di Cuasso al Piano dove il Torrente Cavallizza compie uno stretto meandro all'ingresso dell'abitato; questa risulta già inserita nel Piano Stralcio per l'Assetto

Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po (PAI) come "Area di conoide attivo non protetta (Ca)".

**C4: AREE ALLAGATE IN OCCASIONE DI EVENTI METEORICI ECCEZIONALI**

Le zone comprese in questa categoria sono soggette ad allagamenti in occasione di eventi meteorici di eccezionale intensità o comunque inondabili con un tempo di ricorrenza decisamente lungo, circa 100 anni. Anche in caso di allagamento i valori di velocità e di altezza delle acque sono comunque tali da non pregiudicare l'incolumità di persone, edifici, attività economiche e infrastrutture pubbliche.

La porzione della Conoide Campagna a ridosso del Torrente Cavallizza in località Cuasso al piano, risulta già inserita nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po (PAI) come "Area di conoide attivo non protetta (Ca)".

**C8: AREE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA FLUSSI DI DETRITO**

Le aree comprese in questa classe potrebbero essere interessate, in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, da flussi di detrito per la loro posizione su conoidi di raccordo tra collina e pianura.

La pericolosità di queste aree è elevata dato che mancano quasi totalmente di protezioni per gli edifici esistenti.

Infatti, queste aree di conoide sono ancora attive e sono ottimi collettori per il deflusso delle acque dai versanti che le sovrastano, molto spesso acclivi e con presenza d'estese falde di detriti o di regolite.

Zone ricadenti in questa classe sono individuabili nelle parti apicali delle conoidi presenti nell'area ospedaliera di Cuasso al Monte ove alcuni padiglioni sono stati edificati a ridosso delle vie di deflusso naturale delle acque meteoriche.

**C9.1: ALTRE AREE: - AREE DI TUTELA ASSOLUTA DEL RETICOLO FLUVIALE**

Le aree ricadenti in questa classe sono soggette ad un fattore di rischio elevato dovuto alla loro prossimità all'alveo fluviale, che può essere

soggetto a vari fenomeni (piene eccezionali, erosioni, dissesti, ecc) dovuti a precipitazioni di eccezionale intensità.

Questa fascia di tutela assoluta si estende per tutta la lunghezza dell'asta fluviale ed è stata perimetrata con diversi criteri a seconda che ci si trovi in aree urbane oppure in aree montane e boschive (cfr. cap 5.4).

Questa distinzione è stata fatta viste le diverse caratteristiche del territorio e per assicurare alla collettività il massimo grado di protezione possibile.

#### C9.2: ALTRE AREE – AREE DI PROTEZIONE DEL RETICOLO FLUVIALE

Queste zone vengono sottoposte a tutela per consentire un libero accesso e una corretta manutenzione del reticolo fluviale.

In questa classe sono state accorpate diverse aree, per la maggior parte in zone abitate, per garantire maggiore protezione al reticolo fluviale e per creare un polmone legislativamente meno restrittivo tra zone edificate e area fluviale.

Si estende per una distanza di 15 metri dal limite della zona di tutela assoluta.

Nelle aree montane è stata invece inserita all'interno della fascia di tutela assoluta che consente la maggior protezione possibile.

#### **Classe D: Aree contraddistinte da scadenti caratteristiche geotecniche**

Queste aree sono caratterizzate dalla presenza di materiali con scadenti caratteristiche geotecniche che possono rendere problematici futuri interventi edificatori od opere di pubblica utilità.

Vengono inserite in questa classe anche le aree in cui sono stati accumulati materiali alloctoni derivanti da attività antropiche e che potrebbero presentare problemi di stabilità nel caso di nuove opere edilizie.

**D1: AREE DI POSSIBILE RISTAGNO, TORBOSE E PALUOSE**

In questa unità sono comprese le aree appartenenti all'unità A (depositi limoso-sabbiosi con torbe) individuate nella Carta Geologico-applicativa.

Il peggiore comportamento geotecnico è messo in evidenza dalla presenza di paludi con ristagni d'acqua

Sono individuabili a ridosso dei torrenti Brivio e Cavallizza, nella parte nord della piana di Cavagnano e in alcune piccole aree alla base del Monte Derta e nel "Il Vallone".

**D2: AREE CON LIMITATA CAPACITA' PORTANTE**

In queste aree non esistono fenomeni particolari ad esclusione delle ridotte caratteristiche di resistenza geotecnica dei terreni che rendono necessari studi appropriati in caso di nuove edificazioni o per la stabilità dei fronti di scavo.

Alcuni esempi si possono trovare nella piana a W dell'abitato di Cuasso al Monte e in altre zone sparse del territorio comunale, queste aree a volte vengono evidenziate da locali ristagni d'acqua

**D4: AREE CON RIPORTI DI MATERIALE**

Vengono incluse in questa classe tutte le aree ove esiste la presenza di accumuli di materiali

Alcuni esempi sono l'area vicina al campo sportivo di Borgnana, l'area prossima al depuratore sul rio Bolletta o il terrapieno ove sorge la piazzola per la raccolta differenziata a Cavagnano.

**Classe E: Interventi in zone di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale.**

In questa classe vengono elencate tutte le opere realizzate in zone in stato di dissesto o per la loro protezione da eventuali futuri fenomeni.

Queste opere sono anche riportate all'interno della carta di sintesi.

- E1.1A: sistemazioni con opere di ingegneria naturalistica

- E1.1B: riprofilatura, gradonatura, terrazzamenti artificiali, muri di sostegno, gabbionata in pietrame
- E1.2A: reti paramassi
- E1.2C: trincee paramassi
- E2.A: arginature e opere di difesa spondali
- E2.F: altre opere, canalizzazione in sotterraneo, tombinatura, ponti, etc....

### **Classe F: Aree con modeste problematiche geologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche**

Le zone comprese in questa classe non evidenziano particolari situazioni di pericolosità, grazie al loro favorevole assetto geologico e geomorfologico o alla stabilizzazione di antichi eventi franosi.

#### **F1: ALTRE AREE- AREE CON MODESTI FENOMENI DI PERICOLOSITÀ**

Questa classe è stata creata per contenere tutte le aree che presentano blande inclinazioni dei versanti (<30°) e non evidenziano particolari situazioni critiche.

Sono aree potenzialmente stabili anche se si consiglia di svolgere approfondimenti mirati in caso di interventi infrastrutturali o di nuove edificazioni.

Rientrano in questa classe le parti meno acclivi dei versanti montani; le aree pianeggianti negli abitati di Cavagnano, Cuasso al Monte e Cuasso al Piano e alcune aree sparse nella parte montana del territorio comunale.

In questa classe sono state inserite inoltre

- l'area denominata " Zona di frana stabilizzata (Fs) dal P.A.I che si trova appena a N della Valle Borsago che presenta evidenze di un passato movimento franoso ma ormai stabilizzato e perciò a modesto grado di pericolosità.
- le aree della conoide Campagna non recentemente attivate o completamente protette (Cn), come definite nel Piano Stralcio

dell'Autorità' di Bacino. Questa parte del territorio comunale è protetta poiché l'alveo del Torrente Cavallizza scorre ben delimitato da alte sponde che proteggono il corpo della conoide da possibili eventi distruttivi e ne determinano la stabilità nel tempo.

## 8 FATTIBILITA' GEOLOGICA

Il territorio comunale è stato suddiviso in tre classi di fattibilità geologica in base a valutazioni incrociate dei fattori di maggior incidenza sulle modificazioni del territorio e dell'ambiente (riportati nelle carte tematiche) e rappresenta la diretta conseguenza della carta di sintesi, dalla quale sono state ricavate le tematiche e le proposte di perimetrazione.

Tali classi sono:

- *classe di fattibilità con modeste limitazioni (2);*
- *classe di fattibilità con consistenti limitazioni (3);*
- *classe di fattibilità con gravi limitazioni (4).*

Vengono inoltre fornite indicazioni generali in ordine alle cautele necessarie da adottare in fase di realizzazione delle opere, come pure gli studi e le indagini da eseguire per le singole problematiche che si possono presentare.

*Le zone limite tra le differenti classi di fattibilità geologica vanno necessariamente intese come «fasce di transizione», sia per i limiti grafici delle basi topografiche utilizzate che per i possibili mutamenti naturali del territorio; in queste zone dovrà essere prestata particolare attenzione all'intorno dei limiti, considerando l'eventualità che essi possano subire rettifiche in base ad indagini geologiche specifiche di approfondimento.*

### *8.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA*

Gli elementi riportati sulla cartografia di sintesi incidono sulla determinazione della "pericolosità geologica".

Per ogni classe di fattibilità vengono descritte le tematiche prevalenti e vengono posti in evidenza le indagini e gli studi da effettuare per un'adeguata definizione dei fenomeni ai fini edificatori.

Viene, inoltre, indicata l'ubicazione degli elementi descritti (confrontabile sulla cartografia allegata per una migliore comprensione).

Nelle classi a gravi limitazioni sono evidenziati gli interventi necessari alla riduzione del rischio geologico connesso a specifiche problematiche.

### *8.2 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)*

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate ridotte condizioni limitative alla modifica d'uso dei terreni. Sono tuttavia indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio.

Ricadono in questa classe le aree comprese nelle seguenti tipologie di pericolosità, con le relative unità di sintesi:

#### 2-A: AREE CON MODESTE PROBLEMATICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE E GEOTECNICHE

- F1: Altre aree – aree con modesti fenomeni di pericolosità

Per tali zone i progetti degli interventi di urbanizzazione dovranno porre particolare attenzione alla modalità di smaltimento delle acque meteoriche ed in particolare al rapporto tra opera e versante in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica.

Si dovrà fare attenzione a non favorire lo scorrimento incontrollato delle acque con susseguente erosione lungo il versante e a non realizzare opere che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo. Bisognerà porre

attenzione all'esecuzione di recinzioni che potrebbero fungere da sbarramento al naturale deflusso superficiale delle acque.

Per le opere di nuova edificazione, pur non essendo stati individuati fenomeni geologici e geomorfologici di rilievo, si devono prevedere *approfondimenti per l'individuazione delle possibili problematiche geologiche a scala locale, con un particolare riguardo verso le caratteristiche di portanza di terreni e/o rocce secondo il D.M. del 11.03.1988.*

### ***8.3 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)***

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati.

L'utilizzo di queste aree per interventi di edificazione sarà subordinato alla realizzazione di indagini supplementari volte all'acquisizione di informazioni più particolareggiate ed alla programmazione di eventuali interventi di tutela e/o protezione.

Le aree con consistenti limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

#### **3-A: PERICOLOSITÀ PER INSTABILITÀ DEI VERSANTI**

- A17.1: Altre aree – aree estrattive attive
- A17.2: Altre aree – aree con versanti ad elevata inclinazione

In corrispondenza delle unità di sintesi A17.1 e A17.2 preventivamente a qualsiasi intervento si dovrà predisporre un'adeguato *rilievo litologico-geomorfologico accompagnato da verifiche di stabilità del versante* per determinare in modo esauriente le condizioni *geotecniche* locali.

All'interno di questa classe di fattibilità è stata inserita una porzione del territorio di Cavagnano compresa nell'unità di sintesi A1. L'attribuzione in questa classe è dovuta alla presenza di reti paramassi poste a difesa del

nucleo abitato e pertanto la perimetrazione di quest'area è limitata alla sola porzione che risulta "protetta" dalle stesse.

In classe 3 è stata classificata anche una cava dismessa poco a est di quelle attive, in ragione delle deboli pendenze del fronte e dei limitati fenomeni di dissesto osservati.

### 3-B: VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

- B1.2: Zone di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile (fascia di rispetto)
- B3: Aree interessate da centri di pericolo
- B4: Aree con emergenze idriche diffuse
- B5: Altre aree – Aree a bassa soggiacenza della falda acquifera

Le aree situate all'interno delle fasce di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile (cioè ad una distanza inferiore a 200 metri dai pozzi e all'interno delle fasce di rispetto determinate con criterio geomorfologico-idrogeologico per le sorgenti; unità di sintesi B1.2) saranno *soggette alle prescrizioni relative all'art. 6 del D.P.R. 236/88 e successive modificazioni ed integrazioni (D.L. n.152/1999 e n.258/2000)* con particolare riferimento al divieto di:

- dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi organici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali o strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della

estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;

- gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- pascolo e stabulazione del bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per quanto riguarda le aree ricadenti in unità di sintesi B1.2, dovranno essere previste per gli insediamenti esistenti opere di mitigazione del rischio quali *l'allacciamento alla rete fognaria delle porzioni urbane non ancora servite, il censimento e l'eventuale bonifica dei pozzi perdenti.*

I nuovi insediamenti civili ed industriali *dovranno prevedere il recapito delle acque nere in fognatura ed approfondimenti di carattere geotecnico in base a quanto previsto dal D.M. 11.03.1988.*

Per le aree vicine a potenziali punti sensibili, ossia le aree estrattive, in particolare quelle citate nello strumento di pianificazione provinciale (unità di sintesi B3), è auspicabile la *realizzazione di interventi di ripristino ambientale* al termine dello sfruttamento, come previsto dal Piano Cave redatto dalla Provincia di Varese, e di uno studio per la definizione della messa in sicurezza dell'area di cava dal punto di vista della stabilità del versante.

Da notare che le linee guida seguite per la classificazione delle varie aree nella carta di sintesi e in quella di fattibilità si riferiscono soprattutto a cave in cui si abbia una bassa soggiacenza della falda acquifera, situazione che nel nostro caso non si verifica, diminuendo notevolmente il fattore di rischio di contaminazioni della falda intrinseco all'attività in atto.

Per quanto riguarda le aree classificate con il codice B5 sono state poste in classe 3 poiché esistono concrete opere atte a prevenire il diffondersi

di possibili inquinanti, come una completa rete fognaria per la raccolta dei reflui sia dalle civili abitazioni sia dalle attività artigianali e dalle aree asfaltate.

Questo giustifica la presenza di questa unità in una classe più favorevole di quella che normalmente gli competerebbe, fermo restando il fatto che in caso di richieste per attività potenzialmente pericolose vengano richieste indagini approfondite ed esaustive e siano imposte adeguate misure di sicurezza e prevenzione.

### 3-C: VULNERABILITÀ IDRAULICA

- C8: Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito
- C9.2: Altre aree – Aree di protezione del reticolo fluviale

Nelle aree ricadenti nella tipologia 3-c qualsiasi nuova opera pubblica o privata o intervento di risanamento conservativo su opere esistenti dovrà essere corredato da un *rilievo litologico-geomorfologico* integrato da opportune indagini idrologiche al fine di stabilire le caratteristiche dell'area in esame e i suoi rapporti con la falda acquifera o con corsi d'acqua ad essa prossimi.

Per le aree sintetizzate nella categoria C9.2 si consiglia di evitare la concessione di nuove edificazioni, se non in caso di manufatti per la messa in sicurezza di situazioni di pericolo e comunque sempre corredate da indagini *geologiche, geotecniche e idrologiche*.

Per interventi su manufatti esistenti si consiglia di evitare in ogni caso un ampliamento delle superfici coperte o cementate e delle relative cubature volumetriche fermo restando l'obbligo di indagini approfondite come menzionato poco sopra.

Si consiglia inoltre, per la perimetrazione delle aree protette e per la definizione univoca del ciglio del terrazzo fluviale, la collaborazione di un geologo abilitato, che potrà definire questi parametri anche in caso di situazioni particolari tenendo conto, volta per volta, di tutti i possibili fattori destabilizzanti.

3-D: PERICOLOSITÀ PER CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI

- D1: Aree di possibile ristagno, torbose e paludose
- D2: Aree con limitata capacità portante
- D4: Aree con riporti di materiale

Per le aree contraddistinte dalla sigla 3-D (unità di sintesi D1-D2-D4), si dovrà procedere ad *indagini geotecniche e/o geomorfologiche* di dettaglio, in base a quanto previsto dal D.M. 11.03.1988, per l'individuazione dei *parametri geotecnici* fondamentali con le opportune *verifiche di portanza e la definizione dei cedimenti* allorché il terreno venga sottoposto all'azione di carichi.

**8.4 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)**

All'interno di questa classe l'alta vulnerabilità e/o pericolosità geologica comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso del suolo e per nuove opere.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

4-A: PERICOLOSITÀ PER INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- A1: Aree soggette a crolli di massi
- A2: Aree soggette a distacco e rotolamento di massi provenienti da depositi superficiali
- A4: Aree di frana quiescenti
- A7: Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide

Le aree racchiuse in questa classe di fattibilità soggiacciono ad un elevato grado di rischio geologico per questo motivo non sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni; saranno possibili solo interventi atti a sanare eventuali situazioni di grave rischio.

Per gli edifici esistenti sono permessi opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31 lettere a), b) e c) della Legge n° 457 del 1978.

In particolare per la località Cavagnano al fine di ridurre la grave situazione di rischio per il crollo di massi si consiglia la realizzazione di nuove opere di difesa (reti paramassi ed altri interventi specifici) in modo da proteggere la restante parte del nucleo abitato.

Per le aree comprese nell'unità di sintesi A7 classificabili secondo il PAI come "Area di conoide attivo non protetta (Ca)" valgono le misure di salvaguardia contenute nelle *Norme di attuazione del citato Piano Straordinario*.

#### 4-B: PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

- B1.1: Zona di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile (fascia di tutela assoluta).

Per le aree contraddistinte dall'unità di sintesi B1.1, vigono le *limitazioni di uso del suolo e di attività di cui all'art.5 del DPR n.236 del 24.5.1988 e successive modificazioni ed integrazioni (in particolare il D.L. 258/2000)*. A tale riguardo, si evidenzia come per la maggior parte delle sorgenti sia mal delimitata se non addirittura assente la fascia di tutela assoluta delle opere di captazione.

#### 4-C: PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDRAULICA

- C1: Aree ripetutamente allagate in occasione di eventi alluvionali
- C2: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non protette
- C4: Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali
- C9.1: Aree di tutela assoluta del reticolo fluviale

Le aree ricadenti nell'unità di sintesi C1 rappresentano la perimetrazione del *Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (P.S. n.267, approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale n°14 del 26 ottobre 1999)* individuate come zona 1 (*"area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento in tempi brevi direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso"*) e come zona I (*"aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni"*). Per esse valgono le misure di salvaguardia di cui all'art. 6 delle *Norme di attuazione del citato Piano Straordinario*.

Allo stesso modo le zone comprese nell'unità di sintesi C2 e C4 denominate *"Aree di conoide attivo non protetta (Ca)"* soggiacciono alle stesse prescrizioni.

Per le altre unità di sintesi *sono ammessi esclusivamente:*

- opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti;
- per gli edifici esistenti, opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31 lettere a), b) e c) della Legge n° 457 del 1978.

Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere finalizzate al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica.

In funzione della e/o delle tipologie di rischio che determinano la pericolosità/vulnerabilità idrogeologica individuate dalle unità di sintesi dovranno essere valutate puntualmente *le infrastrutture d'interesse pubblico*.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico presente.

Dovrà inoltre essere allegata, per le aree contenute in questa classe di sintesi una accurata relazione indicante i risultati di indagini idrologiche al fine di determinare le altezze di piena, il loro tempo di ricorrenza e i principali indici idraulici delle aste fluviali prese in esame.

## **BIBLIOGRAFIA**

- A.A.V.V. (1993): *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*;
- Amministrazione Provinciale di Varese (1985): *Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000*;
- Bertotti G. (1991): *Early mesozoic and alpine shortening in the Western Alps: the geology of the area between Lugano and Menaggio (Lombardy, Northern Italy)* – Mem. Sc. Geol. Univ. di Padova, XLIII, 17-123;
- Carrara, D’Elia, Semenza (1983): *Classificazione delle tipologie di fenomeni di versante*;
- Castany G. (1985): *Idrogeologia*;
- De Sitter L.U. (1939): *Les porphyres luganois et leurs enveloppes. L’histoire geologique des Alpes Tessenoises entre Lugano et Varese* – Leid. Geol. Med., XI, 1939, 1-61;
- Fagnani G. (1946): *Il porfido quarzifero di Cavagnano* – Atti Soc. It. Sc. Nat., LXXXV, 85-96;
- Govi M. (1960): *Geologia del territorio compreso tra il Lago di Lugano e la Valmarchirolo* – St. e Ric. Div. Geomin. C.N.R.N., III, 159-217;
- Harlof E.A. (1927): *The geology of the porphyry district of Lugano between Ponte Tresa and Luino* – Leid. Geol. Med., II, 1927;
- Riva C. (1900): *Sul metamorfismo subito dai gneiss a contatto coi porfidi quarziferi nelle vicinanze di Porto Ceresio (Lago di Lugano)* – Rend. Reale Ist. Lomb. Sc. e Lett., II, XXXIII, 146-152;
- Società Geologica Italiana (1990): *Alpi e Prealpi lombarde – Guide geologiche regionali*;
- Studi e relazioni tecniche precedenti reperiti presso l’Ufficio Tecnico Comunale.