REGIONE LOMBARDIA
Provincia di Varese

COMUNE DI CUNARDO

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

L.R. n. 12/05 – D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616

RELAZIONE GEOLOGICA

N. Commessa: *872_10*	***Data:*** *Aprile 2014*
Collaborazione: *Dott. Paolo Merlo*	

Studio Associato di geologia applicata

Dott. Geol. Roberto Granata - Dott. Geol. Paolo Granata

Piazza G. Carducci n° 6 - 21100 Varese

Tel. 0332/242283 Fax 0332/241231

e-mail: info@studiocongeo.it

INDICE

1 PREMESSA 4

1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI 5

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 7

3 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO 8

3.1 TEMPERATURA 9

3.2 PRECIPITAZIONI 9

4 ELEMENTI DI GEOLOGIA GENERALE 12

5 ELEMENTI LITOLOGICI 15

5.1 DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICHE 15

5.2 ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 18

5.3 DESCRIZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI 22

6 DINAMICA GEOMORFOLOGICA 28

6.1 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE DELLA GRAVITÀ 28

6.2 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE COMBINATA DELLA GRAVITÀ E DELL'ACQUA 28

6.3 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E POST-GLACIALE 31

6.4 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE 32

6.5 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE CARSICA 35

6.6 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE ANTROPICA 36

7 ELEMENTI IDROGEOLOGICI 37

7.1 STRUTTURA IDROGEOLOGICA 37

7.2 QUALITÀ DELLE ACQUE 38

7.3 BILANCIO IDROLOGICO 40

7.4 FABBISOGNO IDRICO 42

8 PERICOLOSITÀ DA FRANA 48

8.1 PREMESSA 48

8.2 SCIVOLAMENTI SUPERFICIALI E CROLLI 52

8.3 FENOMENI FRANOSI CENSITI 55

9 RISCHIO SISMICO 59

9.1 NORMATIVA 61

9.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO 62

9.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL) 64

10 VINCOLI 70

10.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89 70

10.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA 77

10.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE. 77

10.4 GEOSITI 79

11 SINTESI 81

11.1 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE - INTRODUZIONE ... 81

11.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO 84

11.3 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI 86

12 FATTIBILITÀ GEOLOGICA 93

12.1 PREMESSA 94

12.2 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2) 94

12.3 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3).....96

12.4 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4) 102

BIBLIOGRAFIA.....106

ALLEGATI:

- *Tav. n. 1 – Carta litologica con elementi di prima caratterizzazione geotecnica (Scala 1:5.000).*
- *Tav. n. 2 – Carta della dinamica geomorfologica (Scala 1:5.000).*
- *Tav. n. 3 – Carta idrogeologica (scala 1:5.000)*
- *Tav. n. 4 – Carta della pericolosità da frana (Scala 1:5.000).*
- *Tav. n. 5 – Carta della pericolosità sismica locale (Scala 1:5.000)*
- *Tav. n. 6 – Carta dei vincoli (Scala 1:5.000).*
- *Tav. n. 7 – Carta di sintesi (Scala 1:5.000).*
- *Tav. n. 8 – Carta di fattibilità geologica (Scala 1:5.000).*
- *Tav. n. 9 – Carta della fattibilità con elementi di pericolosità sismica locale (scala 1:5.000).*

- *Carta dei dissesti con legenda uniformata PAI (Scala 1:5.000).*
- *Carta dei dissesti con legenda uniformata PAI (Scala 1:10.000).*

APPENDICI:

1. *Scheda per il censimento delle frane.*
2. *Scheda per il censimento delle sorgenti.*

1 PREMESSA

Il Comune di Cunardo (VA) ha affidato allo *Studio Associato CONGEO* di Varese (Det. n. 3 del 19-08-2010) l'incarico per la stesura della relazione geologica di supporto alla pianificazione comunale in conformità a quanto prescritto dalla L.R. n. 12/05 "*Legge per il governo del territorio",* e secondo le modalità indicate nelle direttive attuative: D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R.* 11 Marzo 2005 N°12*" e* D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616 "*Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R.* 11 Marzo 2005 N°12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r.. 28 maggio 2008 n. 8/7374*".*

Il presente studio ha inoltre recepito le modifiche indicate nel parere della Regione Lombardia n. prot. z1.2012.0000732 del 11/02/2012 e le osservazioni degli Enti Preposti nella fase di valutazione di compatibilità.

L'adozione dei piani di bacino da parte delle Autorità competenti come previsto dalla L. 183/89 ha valorizzato il ruolo della pianificazione locale come strumento di base di ogni pianificazione subordinata.

La finalità di tali documenti è di individuare i contenuti essenziali degli studi geologici da eseguire ai fini della predisposizione degli strumenti urbanistici generali comunali e delle loro varianti, nell'ottica di offrire un valido contributo alla prevenzione del dissesto idrogeologico.

Lo studio, di cui la presente relazione espone i risultati, si è posto l'obiettivo di approfondire il livello di conoscenza dei fattori geologici

(processi geomorfologici e di dinamica fluviale, assetto litostratigrafico, caratteristiche idrogeologiche etc.) che caratterizzano il Comune di Cunardo.

Lo studio presenta valutazioni di carattere generale, pertanto la presente relazione e gli allegati cartografici non possono ritenersi esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche. Certamente tale documento non può e non deve sostituire la normativa vigente (es. D.M. 14/01/08, Testo Unitario delle Costruzioni) ma rappresenta il punto di partenza per scelte territoriali ed urbanistiche.

1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI

Gli elementi di supporto alla redazione del presente studio sono rappresentati, in primo luogo, dalla sintesi delle conoscenze acquisite attraverso lavori precedenti e documentazioni tecniche reperite sia presso l'ufficio tecnico comunale che presso sedi private (cfr. bibliografia) e, in secondo luogo, da rilievi originali operati in sito.

Inoltre, l'osservazione delle foto aeree (fotogeologia) ha fornito un valido strumento per meglio comprendere gli elementi, principalmente di natura geomorfologica, individuati durante la fase di terreno.

I rilievi di dettaglio hanno permesso di identificare le unità litologiche presenti e di evidenziare aspetti geomorfologici e di idrologia superficiale utili alla comprensione dello stato attuale del territorio.

I dati raccolti in fase di analisi svolgono un ruolo fondamentale per una corretta conoscenza generale e rappresentano il punto di partenza per la successiva fase di sintesi e di fattibilità geologica in cui viene proposta una zonazione del territorio in funzione del suo stato di pericolosità geologica.

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 (Lavena-Ponte Tresa) e A4c2 (Mesenzana);
- Carta IGM Scala 1:25.000;
- Carta aerofotogrammetrica del Comune di Cunardo Scala 1:5.000 (anno 1999) e Carta aerofotogrammetrica del centro abitato Scala 1:2.000.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Cunardo è ubicato nel settore settentrionale della Provincia di Varese, con superficie totale di 6,04 Km^2, altitudine massima di c.ca m 800 s.l.m. (Monte Scerrè) e minima di m 320 s.l.m. (Località Camartino).

A Nord confina con il Comune di Grantola e in parte con quello di Cugliate Fabiasco; a Est e Sud-Est con il Comune di Valganna, mentre a Ovest con i Comuni di Bedero Valcuvia, Ferrera di Varese e Masciago Primo.

L'abitato di Cunardo occupa la porzione centrale del territorio; la parte principale sorge in area collinare a Nord della S.P. n. 43, mentre altri nuclei abitativi minori si ritrovano ai piedi del M. Scerrè.

Nell'area comunale sono presenti diverse "località" denominate (da carta aerofotogrammetrica scala 1:5.000): Loc. Camadrino, Loc. Le Fornaci, Loc. Camartino, Loc. C.na Motta, Loc. Ronchetti, Loc. Barlera, Loc. Mottaccio, Loc. Gaggetto, Loc. Molinazzo, Loc. Casanuova, Loc. Raglio, Loc. Cantonaccio, Loc. Maglio, Loc. Molino Vecchio e Loc. Case Riano.

Il comune presenta essenzialmente caratteristiche geoambientali tipiche della zona alpina di bassa quota. I problemi più importanti sono da ricercare nel degrado di alcune aree, nell'esondazione fluviale, nell'erosione principalmente lungo le aste torrentizie e nello scorrimento superficiale delle acque meteoriche non incanalate.

3 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Il territorio comunale di Cunardo è compreso nel settore montano della Provincia di Varese, caratterizzato da un clima di tipo alpino solo in parte mitigato dalla presenza dei laghi prealpini.

In questo settore il clima può essere così caratterizzato:

- radiazione solare intensa;
- temperature invernali delle pendici meno rigide di quelle di fondovalle, mediamente tra 0 e 6 °C, in quanto l'aria fredda, più pesante, si raccoglie in basso;
- temperature estive poco elevate (min 15 – max 25 °C);
- elevata frequenza di condizioni di cielo sereno (circa 175 gg/anno), specialmente in inverno;
- venti di incanalamento la cui direzione dipende da quella delle valli (tra questi il Föhn);
- piogge piuttosto abbondanti, spesso superiori ai 2000 mm/anno, con valori più elevati nella fascia altimetrica compresa tra 500 e 2.000 m s.l.m.;
- distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno caratterizzata da un massimo estivo e da un minimo invernale.

Il clima di questo settore della Provincia risente delle caratteristiche morfologiche del territorio, caratterizzato da un sistema di piccole valli circondate da colli di non più di 1200 m s.l.m., che garantisce un maggior ristagno di aria fredda nel periodo invernale e quindi con frequenti episodi nevosi. Durante il periodo estivo invece la presenza dei colli stessi e la vicinanza al sistema alpino vero e proprio permettono l'innescarsi di numerosi fenomeni temporaleschi anche di un certo rilievo pluviometrico. Durante le stagioni intermedie, invece, le correnti da SW incrementano le precipitazioni, soprattutto nelle località poste a mezzacosta sui rilievi.

Per l'analisi nel dettaglio delle condizioni climatiche del Comune di Cunardo si è fatto riferimento alle stazioni di misura più prossime all'area di studio:

- Creva (1931 – 1978), quota 233 m s.l.m.
- Lavena Ponte Tresa (1951 - …), quota 285 m s.l.m.
- Cuasso al Monte (1924 – 1974), quota 532 m s.l.m.
- Luino (1914 – 1947), quota 210 m s.l.m.
- Marchirolo (1921 – 1946), quota 505 m s.l.m.

3.1 TEMPERATURA

Nella seguente tabella vengono riportate le temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Creva e Marchirolo:

	G	**F**	**M**	**A**	**M**	**G**	**L**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Creva	-0,3	2,3	6,6	10,7	15,3	18,8	20,9	19,8	16,4	11,9	5,9	1,1
Marchirolo	1,4	2,9	6,5	10,4	14,5	19,1	21,2	20,5	17,0	11,4	6,3	2,1

Tab. n. 3.1 – *Temperature medie nelle stazioni di Creva e Marchirolo.*

La temperatura media annua nelle stazioni di riferimento è compresa tra 10,8 e 11,1°C in linea con quanto riportato nella carta delle isoterme della Provincia di Varese relativa al decennio 1958-1967 (*Fig. n. 3.1*). Nella stessa tavola si osserva come le temperature medie decrescano nelle porzioni interne delle aree montuose (Valcuvia, Val Dumentina, Val Ceresio).

3.2 PRECIPITAZIONI

Le precipitazioni massime, medie e minime delle stazioni di riferimento sono riportate nella tabella n. 4.2, mentre in figura n. 4.2 è presentato un estratto della carta delle isoiete medie annue della Regione Lombardia, dalla quale si osserva la tendenza all'aumento delle precipitazioni in corrispondenza dei rilievi prealpini, con massimi concentrati proprio in corrispondenza dell'area in studio, con medie superiori ai 2.000 mm.

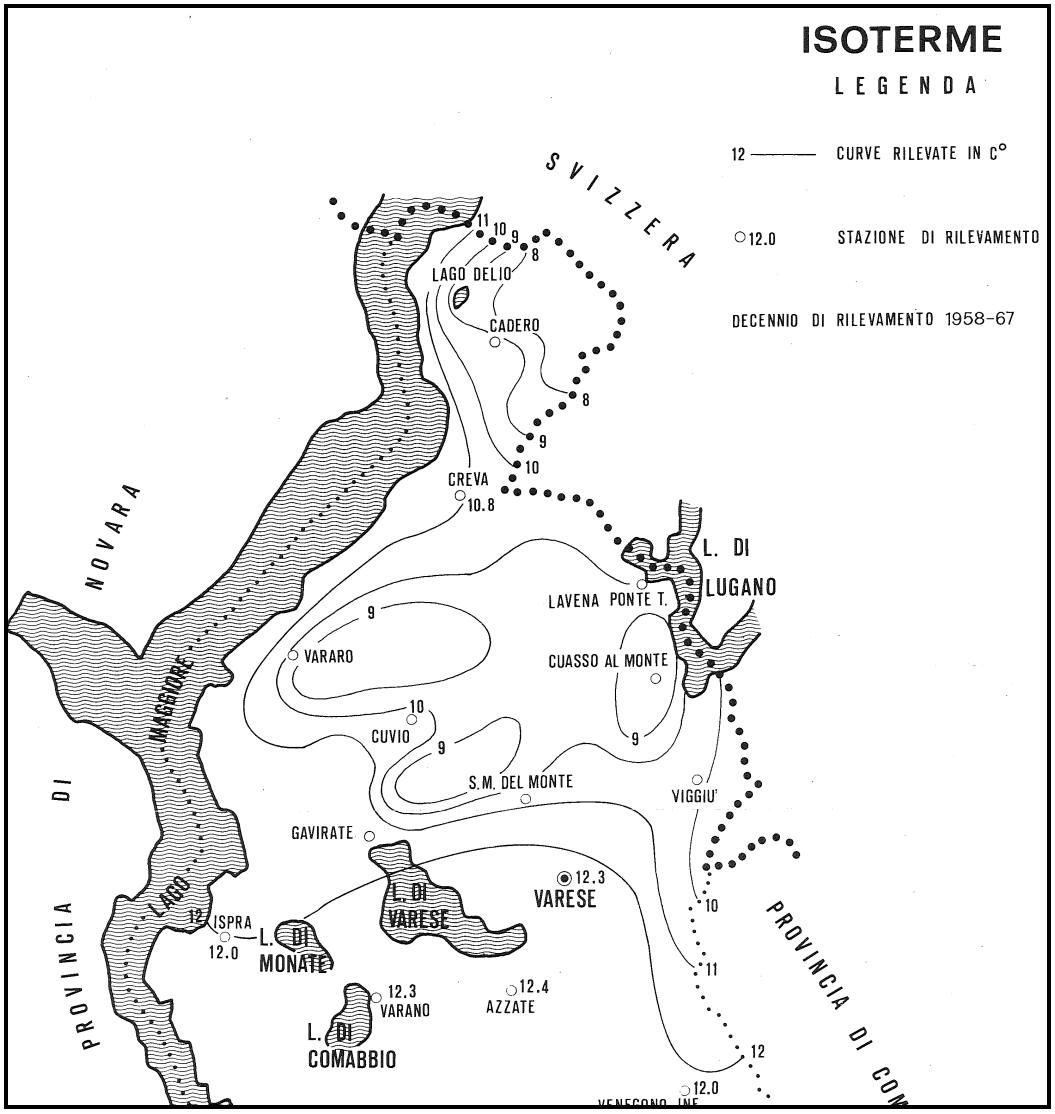


Fig. n. 3.1 *– Carta delle isoterme della Provincia di Varese (Belloni, 1975).*

Stazione	***Massima***	***Media***	***Minima***
Creva	3.008,0	1.938,1	1.114,0
Lavena Ponte Tresa	2.340,6	1.484,3	980,6
Cuasso al Monte	3.494,0	1.894,2	1.253,0
Luino	2.277,0	1.646,1	715,0
Marchirolo	2.956,0	2.114,6	1.205,0

Tab. n. 3.2 *– Precipitazioni massime, medie e minime nelle stazioni analizzate.*

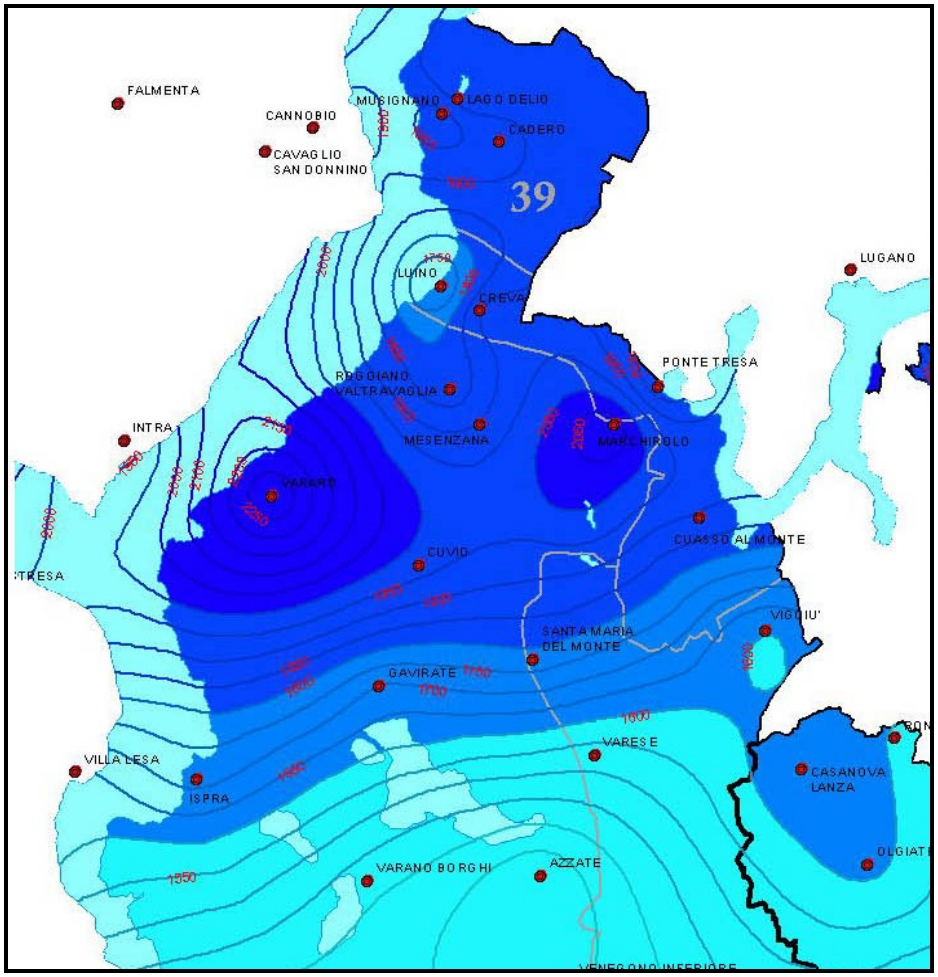


Fig. n. 3.2 – *Estratto carta delle isoiete medie annue della Regione Lombardia (Ceriani e Carelli).*

Per quanto riguarda il regime pluviometrico si segnala la presenza di due picchi di piovosità nei mesi di Aprile – Maggio e Settembre – Ottobre.

4 ELEMENTI DI GEOLOGIA GENERALE

Nell'area in esame sono presenti sia rocce vulcaniche sia sedimentarie: le prime sono termini appartenenti alla "Serie vulcanica e vulcano-clastica di età permiana, depositatasi in ambiente subaereo alla fine del Paleozoico, mentre la successione sedimentaria, Triassica, è rappresentata prevalentemente da calcari e dolomie.

Il Triassico inizia con la deposizione delle Arenarie del Servino, affioranti ad ovest ed al di fuori del territorio comunale, trasgressive sulle sottostanti vulcaniti permiane; l'invasione marina è avvenuta da Est verso Ovest, perciò l'unità è più recente verso occidente.

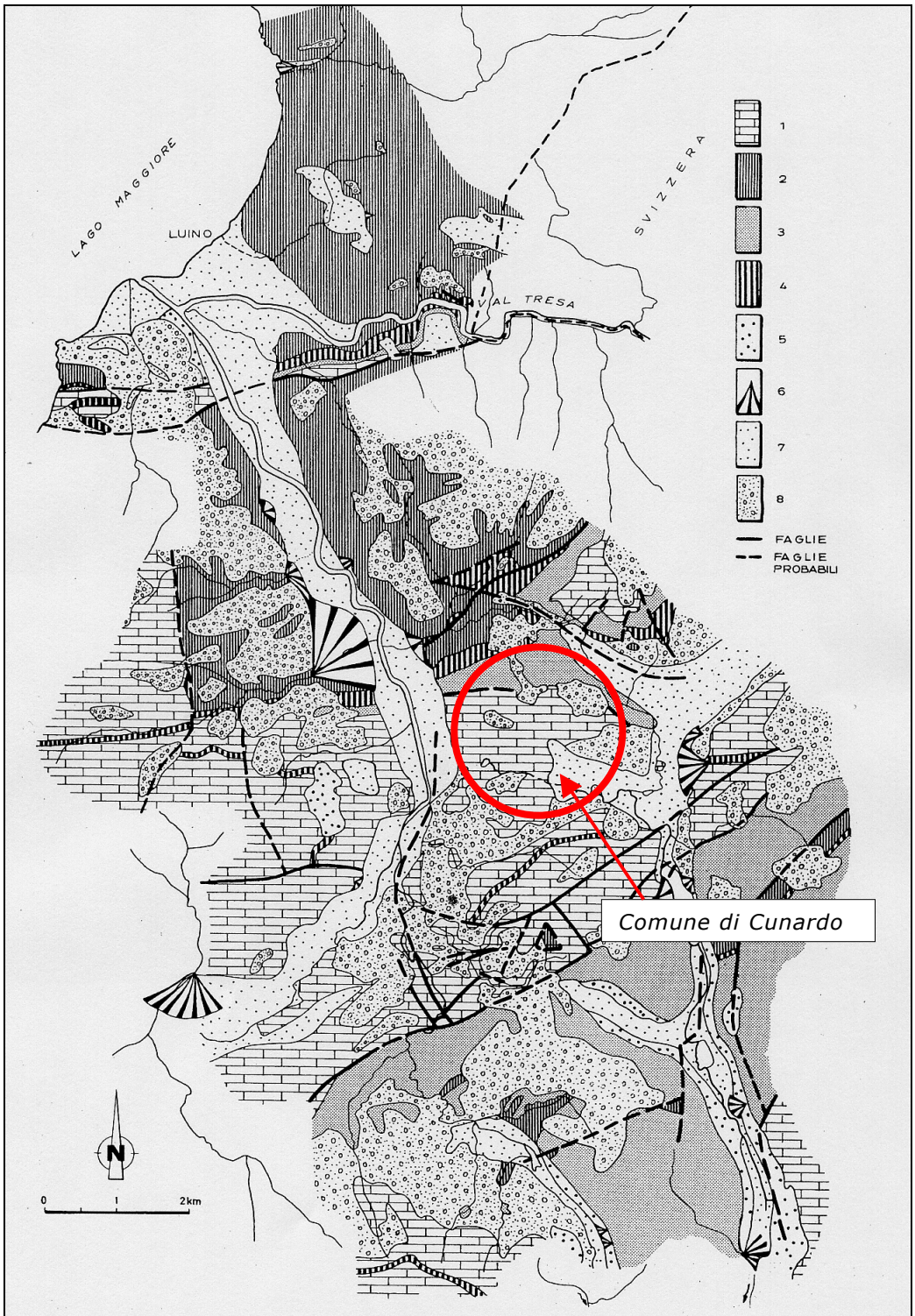
La trasgressione prosegue durante l'Anisico con la deposizione delle Dolomie di S. Salvatore, presenti in tutto il territorio varesino, le quali testimoniano condizioni di mare basso in ambiente di piattaforma carbonatica.

Con il Carnico abbiamo un episodio regressivo, con passaggio a condizioni marine intertidali o evaporitiche (Formazione di Cunardo) e lagunari (Marne del Pizzella).

Durante il Norico e il Retico si ha una nuova trasgressione, con il ritorno a condizioni di piattaforma carbonatica su tutto il territorio in esame: è durante questo episodio che si depositano la Dolomia Principale, la Dolomia del Campo dei Fiori e la Formazione a Conchodon.

La presenza di "terre rosse" nella parte sommitale della Formazione a Conchodon potrebbe indicare una possibile emersione ed erosione della piattaforma, avvenuta tra il Retico e il Lias (*Casati*, 1978).

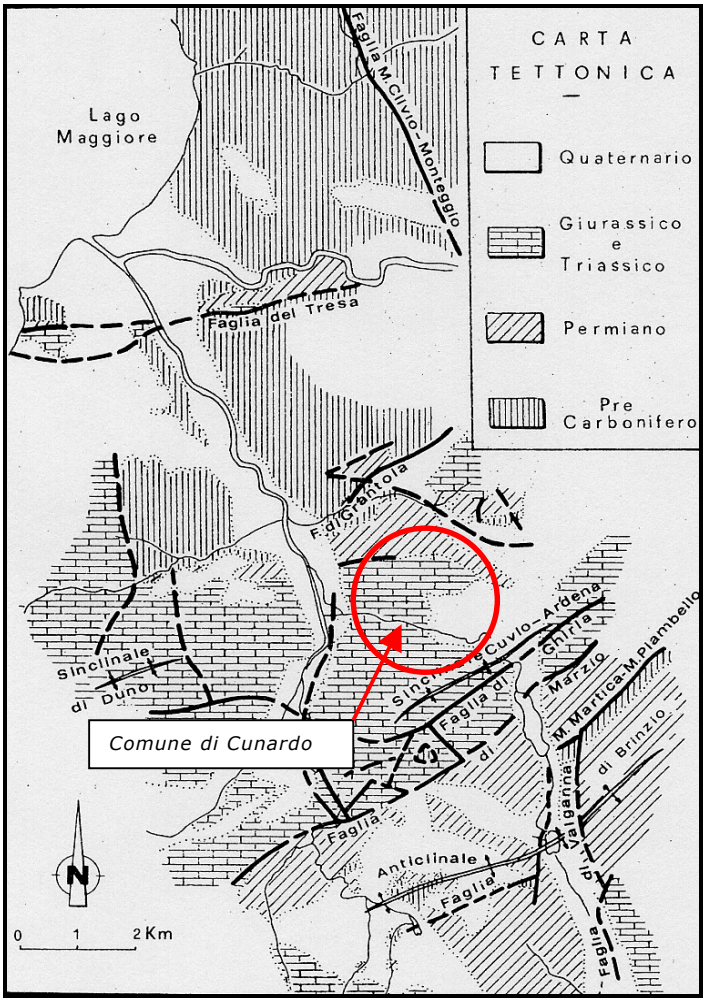
Il substrato roccioso è poi ricoperto direttamente dai depositi morenici quaternari, originatisi durante le glaciazioni e dalle alluvioni, nei periodi interglaciali e olocenici, dei principali corsi d'acqua.



Carta di inquadramento geologico – 1=Calcari e dolomie; 2=Gneiss; 3=Vulcaniti (Porfidi quarziferi, Porfidi, Ignimbriti) e granofiri; 4= Marne e argilliti con intercalazioni isolate calcareo dolomitiche. Tufi spesso argillificati con intercalazioni di arenarie e conglomerati; 5=Detriti di falda; 6=Coni di deiezione; 7=Ghiaie prive di limo dei solchi vallivi e sedimenti del delta lacustre del F. Tresa e del T. San Giovanni. Limi e ghiaie sabbiose dei fondovalle. Alternanze di ghiaie, sabbie argille e torbe; 8=Morene. (Casati et al., 1975).

Da un punto di vista geologico-strutturale l'area esaminata fa parte delle Alpi Meridionali e più precisamente si trova al limite tra i grandi affioramenti di rocce scistoso-cristalline occupanti le parti più settentrionali e quelli di rocce sedimentarie occupanti le parti più a sud delle Alpi Meridionali stesse.

La struttura è alquanto complessa e i principali lineamenti tettonici sono riportati nella cartina schematica al seguito: l'area studiata è pertanto caratterizzata da una serie di pieghe, interessate da diversi sistemi di faglie e fratture. In particolare si possono distinguere due gruppi di elementi strutturali: il primo orientato in direzione E-W o NE-SW, comprendente sia pieghe che faglie e il secondo con direttrici orientate prevalentemente N-S, che si soprappone al precedente gruppo.



Schema strutturale, con indicazione delle principali linee tettoniche

(Casati et al., 1975).

5 ELEMENTI LITOLOGICI

5.1 DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICHE

Nel territorio di Cunardo sono state riconosciute e cartografate, in linea generale (*cfr Tav. n.1 – Carta litologica con elementi di prima caratterizzazione geotecnica)* due unità lapidee formanti il substrato di età permo-triassica e depositi sciolti di origine glaciale, fluvioglaciale e alluvionale, rappresentanti la copertura di età quaternaria e olocenica:

Substrato di origine vulcanica e/o vulcano-clastica

- *Formazione porfirica del Varesotto (Permiano)*

Substrato di origine sedimentaria

- *Formazioni calcareo-dolomitiche (Triassiche)*

Depositi di copertura

- *Massi, ciottoli e ghiaie sabbiose "Alluvioni recenti ed attuali" (Olocene)*
- *Ghiaie ciottoli e massi "Depositi glaciali s.l." (Quaternario)*
- *Ciottoli ghiaie e sabbie "Depositi fluvioglaciali s.l. (Quaternario)*

FORMAZIONE PORFIRICA DEL VARESOTTO (PERMIANO)

In affioramento si possono osservare porfiriti violaceo-scure, rossastre e/o verdastre con evidenti fenocristalli di plagioclasio in pasta di fondo diversificata.

La porzione superficiale della formazione risulta spesso alterata, con disgregazione della massa di fondo.

Sono presenti nella parte settentrionale del territorio comunale, dove formano i Monti di Castelvecchio, ben visibili nelle principali

incisioni vallive (Riale di Roggiate, tratto di monte del Riale Vignole) e in Località Gaggetto.

FORMAZIONI CALCAREO-DOLOMITICHE (ANISICO-RETICO)

Si tratta di unità appartenenti a successioni sedimentarie depositatesi a partire dal Triassico, quando nell'area in esame si sono instaurate condizioni di mare poco profondo in ambiente di piattaforma carbonatica.

Litologicamente, le unità presenti, sono costituite da

- Dolomie e calcari dolomitici microcristallini con stratificazione prevalentemente massiccia e/o localmente indistinta;
- Alternanze irregolari di calcari più o meno dolomitici, calcari marnosi e dolomie calcaree, con stratificazione generalmente sottile, da pochi cm ad un massimo di 10-20 cm.

Si rinvengono nella maggior parte del territorio studiato sia come roccia affiorante che come subaffiorante, ammantellata da sviluppate coltri glaciali o di alterazione regolitica del substrato stesso.

DEPOSITI GLACIALI S.L.

Depositi essenzialmente costituiti da ciottoli e blocchi da spigolosi a sub-angolosi poligenici (r. calcaree locali, r. metamorfiche: gneiss e scisti), immersi in una matrice sabbiosa con bassa percentuale di ghiaia. Localmente sono anche presenti massi di dimensioni plurimetriche denominati "massi erratici".

Ricoprono buona parte del territorio comunale: la zona centrale, compresa tra le rotture di pendenza segnate dai versanti dei Monti di Castelvecchio, a Nord, e del Monte Scerrè, a Sud (Loc. Pianeggi, Barlera, Motaccio, Raglio, Casanova e zona ad Est di Camartino), è quasi interamente ricoperta da depositi morenici, ad eclusione della fascia occupata da copertura fluvioglaciale, in prossimità del Torrente Margorabbia.

Sui Monti di Castelvecchio tale unità è presente nelle aree meno acclivi; anche sul Monte Scerrè è presente una copertura morenica arealmente ben sviluppata.

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI S.L

Si tratta di ciottoli, ghiaie e sabbie grossolane o medio grossolane disposte in lenti o livelli; più raramente si riscontrano depositi fini limoso –sabbiosi.

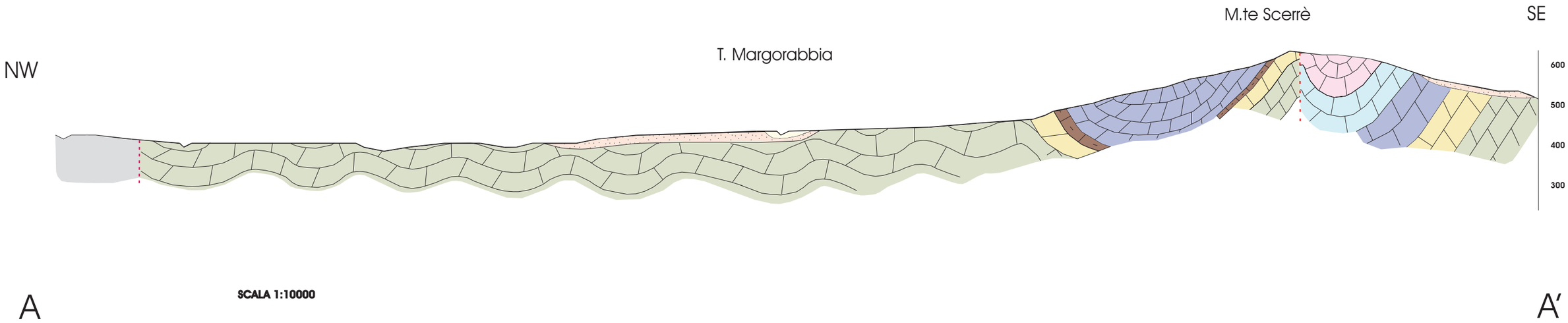
Si estendono in direzione E-W nella parte centrale del territorio, in corrispondenza del tracciato del T. Margorabbia ed al confine con il Comune di Cugliate Fabiasco, lungo il T. Lisascora.

ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI

Si tratta di ciottoli e blocchi di dimensioni e natura variabili, misti a materiale più fine sabbioso/limoso ed a volte argilloso, deposti in tempi recenti durante il susseguirsi dei fenomeni di piena dei torrenti. I clasti, da arrotondati a subarrotondati, di forma discoidale, a volte posseggono un'orientazione (embricatura) secondo il verso della corrente fluviale.

Affiorano lungo il corso del Torrente Margorabbia e del Torrente Lisascora.

Nella Fig. n. 5.1 viene riportata una sezione geologica orientata NW-SE riguardante il territorio comunale di Cunardo.



LEGENDA

- Depositi fluvioglaciali e alluvionali recenti
- Morene sabbiose (Quaternario)
- Formazione a Conchodon (Retico)
  Calcari a grana fine.
- Dolomia del Campo dei Fiori (Retico)
- Dolomia Principale (Norico)
- Marne del Pizzella (Carnico Superiore)
- Formazione di Cunardo (Carnico Medio)
  Calcari dolomitici e marnosi, dolomie calcaree.
- Dolomia del S. Salvatore (Anisico - Ladinico)
- Servino (Scitico)
  Arenarie quarzose e conglomerati.
- Formazione porfirica del Varesotto (Permiano)
  Porfiriti violacee.

Fig. n. 5.1 - Sezione geologica, scala 1:10.000

5.2 ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.2.1 Premessa

Sulla base dei caratteri litologici e geomorfologici del territorio si è proceduto ad effettuare una stima di prima caratterizzazione geotecnica dei terreni sciolti, in modo da fornire una suddivisione dell'area comunale in *unità a comportamento geologico-tecnico omogeneo* (*cfr Tav. n. 1 – Carta litologica con elementi di prima caratterizzazione geotecnica*).

Per *caratterizzazione geotecnica* s'intende una definizione speditiva delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni, in relazione ad eventuali interventi di modificazione del suolo e primo sottosuolo

Tale valutazione riguarda quei settori del Comune di Cunardo in cui sono stati cartografati depositi sciolti di origine glaciale, fluvioglaciale e/o alluvionale.

Si pone l'attenzione sul fatto che la distinzione delle varie unità geotecniche, strettamente legate alle unità sedimentologiche rilevate, è stata effettuata principalmente su base interpretativa.

In alcuni settori è stato possibile integrare le interpretazioni fatte con dati diretti, ricavati da prove geotecniche puntuali eseguite sul territorio.

Le indicazioni riportate in questo capitolo vanno comunque considerate d'inquadramento preliminare e <u>non sufficienti per il dimensionamento di opere puntuali come edifici, infrastrutture, etc.</u> (*D.M. 14/01/08*).

5.2.2 Unità geologico-geotecniche dei depositi sciolti

UNITA' 1

Appartengono all'unità 1 i materiali formati da coltri moreniche distribuite su buona parte del territorio studiato, in particolare sui versanti dei Monti di Castelvecchio, sul Monte Scerrè e nel settore occidentale.

Origine geologica:

Depositi glaciali s.l.

Descrizione:

Ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa, con presenza di massi di notevoli dimensioni, struttura in genere caotica.

Caratteristiche geologico-tecniche generali:

- Terreni a comportamento incoerente, grado di consistenza medio e cementazione assente. Classificazione USCS: GM – GC, SM - SC

Litotipo	*γ (g/cm^3)*	*ϕ (°)*	*E (kg/cm^2)*
Ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa	1,7 ÷ 1,9	26 ÷ 30	100 ÷ 200

γ – peso volume naturale, in g/cm^3

ϕ - angolo di attrito interno, in gradi

E – Modulo di Young, medio stimato, in kg/cm^2

Osservazioni:

Depositi con spessori poco sviluppati, ricoprenti un substrato roccioso spesso subaffiorante. In aree a morfologia semipianeggiante possibile presenza di locali falde a carattere temporaneo.

Problematiche legate all'instabilità per lenti movimenti superficiali tipo soliflusso, in corrispondenza dei versanti più acclivi; rinvenimento di blocchi e grossi massi (massi erratici) in fase di scavo.

Stima del comportamento geotecnico:

Discreto.

Stima della permeabilità:

Media per porosità.

UNITA' 2

Appartengono a tale unità i depositi di origine fluvioglaciale e alluvionale, presenti nella fascia centrale del territorio comunale; area in cui scorre il Torrente Margorabbia.

Origine geologica:

Depositi fluvioglaciali s.l. e/o alluvionali recenti ed attuali.

Descrizione:

Ghiaie, sabbie e ciottoli, di dimensioni da pochi cm fino a c.ca 30 cm; sabbia in genere a granulometria grossolana e medio-grossolana disposta in lenti o livelli; occasionale presenza di materiale limoso-sabbioso ed argilloso in lenti.

Caratteristiche geologico-tecniche generali:

- Terreni a comportamento prevalentemente incoerente, con densità relativa discreta ed angolo di attrito medio-alto. Classificazione USCS: GW-GP, GP-GM, SM-ML.

Litotipo	***γ (g/cm^3)***	***ϕ (°)***	***E (kg/cm^2)***
Ghiaie sabbie e ciottoli	1,8 ÷ 2,1	27 ÷ 33	100 ÷ 200

Osservazioni:

Possibile presenza di falde sospese, per lo più a carattere temporaneo, anche a deboli profondità e di grossi massi e blocchi nel materiale superficiale.

Stima del comportamento geotecnico:

Variabile.

Stima della permeabilità:

Media.

Si riportano di seguito i risultati di prove penetrometriche specifiche eseguite in località Maglio, per meglio caratterizzare l'unità geologico-tecnica *2* sopra descritta.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- n.2 prove penetrometriche dinamiche spinte fino ad una profondità di m 8,7 dal p.c., previa asportazione di m 1,2 di materiale di riporto superficiale;
- n.3 scavi esplorativi, per meglio caratterizzare i parametri geotecnici, spinti fino ad una profondità massima di m 2,1 dal p.c.

Tramite correlazioni empiriche e considerazioni svolte nel corso delle prove sono state ottenute delle stime dei parametri geotecnici fondamentali dei terreni. Si riportano anche i parametri per i terreni coesivi dato che non si ha riscontro diretto delle litologie presenti oltre la profondità di m 2,1 dal p.c.

Livelli	**N_{SPT}**	**Y**	**Natura granulare**			**Natura coesiva**	
			DR	**Ø**	**E**	**Cu**	**E'**
A	2	1.65	29	23	100	-	-
B	3-6	1.75	35-40	25-29	105-190	0.28-0.44	44-64
C	≥ 12	1,85	57-72	31-35	247-320	0.8-1.33	75-80

Parametri geotecnici dei principali livelli riconosciuti

Y(g/cm^3) = peso di volume naturale (stimato)

DR (%) = densità relativa valutata in base alle relazioni di Skempton

Ø (°) = angolo di attrito calcolato in base alle correlazioni di Peck-Hanson & Thornburn

Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata valutata secondo l'espressione di Terzaghi

E-E' (kg/cm^2) = Modulo di Young, calcolato secondo le espressioni di Terzaghi per i terreni granulari e Sanglerat per i coesivi

Durante l'esecuzione degli scavi esplorativi è stata rinvenuta acqua di falda ad una profondità di c.ca m 2,00 dal p.c.

5.3 DESCRIZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Oltre definire una prima caratterizzazione geotecnica dei depositi sciolti, si è proceduto anche a valutare lo stato di qualità delle rocce sedimentarie di substrato, arealmente più sviluppate in territorio comunale.

Per questo scopo si è proceduto inizialmente all'acquisizione di una serie di dati quantitativi sull'ammasso roccioso e sulle discontinuità presenti, attraverso l'esecuzione di quattro *rilievi geomeccanici,* la cui ubicazione è riportata in Tav. n. 1.

Successivamente si è passati all'elaborazione dei dati di campagna con conseguente definizione della "qualità" dell'ammasso roccioso.

Gli affioramenti su cui è stato eseguito il rilievo geomeccanico rappresentano litofacies tipiche dell'unità calcare-dolomitica cartografata.

Di seguito vengono riportati i dati raccolti e la classificazione che valuta la qualità degli ammassi rocciosi; in particolare si fa riferimento alla *Classificazione Slope Mass Rating (SMR)*, proposta da M. Romana (1985), che permette una stima quantitativa della stabilità dei versanti e identifica le condizioni generali dell'ammasso nei confronti della stabilità.

Rilievo n. 1 – Loc. Le Fornaci

Caratteristiche dell'ammasso roccioso				
Litologia	**Dim. Affior. (m)**	**Giacitura ARG**	**Classe***	**Alterazione****
Dolomie calcaree	9.80x6.00	90/90	R2	W2

Caratteristiche delle discontinuità										
Discontinuità	**Giacitura media**	**Spaziatura media (cm)**	**Persistenza (%)**	**Forma**	**Alterazione**	**Apertura (mm)**	**Riempimento**	**Acqua**	**Intercetta x2m**	**VRU max**
ST	183/48	46	≥90	planare	WD1	chiuse	granul.	Asciutto	Vert.: 8 Oriz.: 6	50x46x25
K1	332/54	43	<50	planare	WD1	chiuse	assente	Asciutto		
K2	228/63	43	<50	planare	WD1	chiuse	assente	Asciutto		
K3	17/63	43	50	planare	WD1	chiuse	assente	Asciutto		

Classificazione dell'ammasso roccioso		
SMR (Romana,1985)	**Indice SMR rappresentativo**	**Classe e qualità dell'ammasso**
	77	**II - BUONA**
	Commento sulla stabilità	
	Stabile	

R: caratteristiche litologico-tecniche

W: grado di alterazione dell'ammasso roccioso

WD: alterazione delle superfici di discontinuità

VRU: volume roccioso unitario massimo osservato

Rilievo n. 2 – Loc. Camartino

Caratteristiche dell'ammasso roccioso				
Litologia	**Dim. Affior. (m)**	**Giacitura ARG**	**Classe***	**Alterazione****
Dolomie calcaree	13.00x3.00	245/90	R2	W2

Caratteristiche delle discontinuità										
Discontinuità	**Giacitura media**	**Spaziatura media (cm)**	**Persistenza (%)**	**Forma**	**Alterazione**	**Apertura (mm)**	**Riempimento**	**Acqua**	**Intercetta x2m**	**VRU max**
ST	220/15	8	≥90	planare	WD1	<2	assente	Umida	Vert: 31 Oriz: 16	31x44x11
K1	36/70	19	50-90	planare	WD1	<2	assente	asciutto		
K2	120/80	26	50-90	planare	WD1	<2	assente	asciutto		
K3	330/75	5	<50	planare	WD1	chiuse	assente	asciutto		

Classificazione dell'ammasso roccioso		
SMR (Romana,1985)	**Indice SMR rappresentativo**	**Classe e qualità dell'ammasso**
	61	**II - BUONA**
	Commento sulla stabilità	
	Stabile	

R: caratteristiche litologico-tecniche

W: grado di alterazione dell'ammasso roccioso

WD: alterazione delle superfici di discontinuità

VRU: volume roccioso unitario massimo osservato

Rilievo n. 3 – Loc. Camartino

Caratteristiche dell'ammasso roccioso				
Litologia	**Dim. Affior. (m)**	**Giacitura ARG**	**Classe***	**Alterazione****
Dolomie calcaree	20.00x3.00	90/90	R2	W2

Caratteristiche delle discontinuità										
Discontinuità	**Giacitura media**	**Spaziatura media (cm)**	**Persistenza (%)**	**Forma**	**Alterazione**	**Apertura (mm)**	**Riempimento**	**Acqua**	**Intercetta x2m**	**VRU max**
ST	234/41	4	≥90	ondulata	WD1	chiuse	assente	asciutto	Vert: 28 Oriz: 18	35x150x60
K1	128/79	21	50-90	planare	WD1	30-50	granul.	asciutto		
K2	327/83	14	<50	planare	WD1	<1	granul.	asciutto		
K3	220/66	10	<50	planare	WD1	<1	assente	asciutto		
K4	035/70	8	<50	planare	WD1	<1	assente	asciutto		

Classificazione dell'ammasso roccioso		
SMR (Romana,1985)	**Indice SMR rappresentativo**	**Classe e qualità dell'ammasso**
	53	**III - MEDIOCRE**
	Commento sulla stabilità	
	Parzialmente Stabile	

R: caratteristiche litologico-tecniche

W: grado di alterazione dell'ammasso roccioso

WD: alterazione delle superfici di discontinuità

VRU: volume roccioso unitario massimo osservato

Rilievo n. 4 – Via R. Sanzio

Caratteristiche dell'ammasso roccioso				
Litologia	**Dim. Affior. (m)**	**Giacitura ARG**	**Classe***	**Alterazione****
Dolomie calcaree	10.50x4.00	000/90	R1R2	W2

Caratteristiche delle discontinuità										
Discontinuità	**Giacitura media**	**Spaziatura media (cm)**	**Persistenza (%)**	**Forma**	**Alterazione**	**Apertura (mm)**	**Riempimento**	**Acqua**	**Intercetta x2m**	**VRU max**
ST	190/39	15	50-90	ondulata	WD1	chiuse	assente	asciutto	Vert: 19 Oriz: 30	14x26x10
K1	48/66	9	<50	planare	WD1	chiuse	granul.	asciutto		
K2	139/80	32	<50	planare	WD1	chiuse	granul.	asciutto		
K3	319/76	19	<50	planare	WD1	chiuse	assente	asciutto		
K4	286/67	20	<50	planare	WD1	chiuse	assente	asciutto		

Classificazione dell'ammasso roccioso		
SMR (Romana,1985)	**Indice SMR rappresentativo**	**Classe e qualità dell'ammasso**
	59	**III - MEDIOCRE**
	Commento sulla stabilità	
	Parzialmente Stabile	

R: caratteristiche litologico-tecniche
W: grado di alterazione dell'ammasso roccioso
WD: alterazione delle superfici di discontinuità
VRU: volume roccioso unitario massimo osservato

Da quanto emerso è possibile definire che la qualità degli ammassi rocciosi affioranti sia variabile da mediocre a buona senza particolari fenomeni di instabilità.

**classe di appartenenza per caratteristiche litologico-tecniche*:

R1: ammassi rocciosi massicci;

R2: stratificati;

R3: fortemente scistosi o fissili;

WR: costituiti da rocce deboli.

***grado di alterazione dell'ammasso roccioso:*

W1: assente;

W2: leggermente alterato;

W3:mediamente alterato;

W4:molto alterato;

W5: completamente alterato.

(WD) alterazione delle superfici di discontinuità:

WD1: non alterata;

WD2: scolorita;

WD3: alterata;

Wd4: molto alterata.

6 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

In questo capitolo vengono (*Tav. n. 2*) individuati e descritti i processi geomorfologici naturali attivi, non attivi e quiescenti, dovuti al modellamento del territorio da parte degli agenti geologici, idrogeologici, climatici ed antropici.

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

Attualmente si riscontrano attività limitatamente ai versanti e lungo il corso dei torrenti e delle principali incisioni vallive.

6.1 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE DELLA GRAVITÀ

Sono stati riconosciuti alcuni fenomeni (quiescenti o stabilizzati) dovuti all'azione della gravità: si tratta principalmente di movimenti di materiale di copertura lungo i versanti (franosità diffusa stabilizzata in un'area a monte della S.P. n. 43 in loc. Camadrino, quiescente nell'area del Riale Garza e il loc. Ponte Nativo vicino alla grotta "Antro dei Morti"), frane (dissesto vicino all'opera di sbarramento dell'ENEL sul Torrente Margorabbia, stabilizzata con un muro di contenimento), erosione regressiva (testata del Riale Pianda, quiescente) e crollo di materiale dalle pareti rocciose (area di versante affacciata sul Lago di Ghirla, attiva).

6.2 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE COMBINATA DELLA GRAVITÀ E DELL'ACQUA

6.2.1 Solchi di erosione concentrata

Si formano per azione erosiva, concentrata e localizzata delle acque di scorrimento superficiale lungo corsi d'acqua, vie preferenziali (mulattiere, sentieri, etc.) o lungo versanti

particolarmente ripidi ricoperti da materiali detritici sciolti eluvio-colluviali.

L'evento erosivo determina la conseguente asportazione di sedimenti nei periodi di piena ed il rideposito sia in corrispondenza di ostacoli alla circolazione delle acque (anse, tronchi, contropendenze, manufatti antropici, etc) sia in punti a minor pendenze, dove l'energia di trasporto diminuisce.

Il ciclico perdurare del fenomeno erosivo porta alla formazione di tipici solchi, lungo i versanti, con sezione circa a V e letto occupato da materiali detritici. In corrispondenza di sentieri e mulattiere si presentano come irregolari incisioni, disposte secondo la pendenza degli stessi.

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 quali sedi stradali o centri abitati.

Si osservano principalmente sui pendii più acclivi del Monte Scerrè e dei Monti di Castelvecchio ed è causa di fenomeni di denudazione del terreno, con conseguente aggravio dell'erosione.

6.2.2 Debris Flow

Tale processo è intermedio tra i fenomeni torrentizi veri e propri e i fenomeni di dilavamento e si verifica tramite trasporti in massa quando, sui versanti o in ripidi solchi, l'acqua si mescola a fango e pietre in modo da formare una miscela dotata di alta densità media.

Fenomeni di debris flow sono testimoniati da "solchi di versante" generalmente più larghi rispetto a quelli incisi dal normale ruscellamento delle acque e a valle di questi da forme di accumulo come i "coni di deiezione" con superfici talvolta molto inclinate.

Solchi di versante dovuti a trasporti di massa sono stati riconosciuti entro l'asse vallivo del torrente Pianda immediatamente ad Ovest del centro abitato di Cunardo.

6.2.3 Fenomeni gravitativi di versante

In questo gruppo di processi geomorfologici sono inclusi tutti quei fenomeni che interessano prevalentemente i versanti e sono innescati dall'azione dominante della gravità.

Si presentano sotto forma di lenti movimenti di soliflusso dei depositi sciolti di copertura glaciale e/o eluvio-colluviale. Il termine soliflusso sta ad indicare un generale scorrimento verso valle della coltre detritica superficiale, per effetto combinato della gravità e della saturazione in acqua, con velocità di qualche millimetro l'anno.

Il fenomeno porta a piccoli franamenti e/o rigonfiamenti nella parte frontale, alla base del pendio e alla curvatura dei tronchi d'albero.

Nell'ambito dell'area rilevata sono stati individuati fenomeni gravitativi, ubicati soprattutto lungo i fianchi delle principali incisioni vallive e sui versanti del Monte Scerrè e dei Monti di Castelvecchio.

Inoltre sono stati anche riconosciuti franamenti, in genere non fedelmente cartografabili alla scala di lavoro, lungo i fianchi della valle del Riale di Roggiate ed il versante meridionale del Monte Castevecchio.

In questa situazione i fenomeni franosi interessano porzioni superficiali alterate del substrato porfirico.

6.2.4 Accumuli in alveo

Le acque di un torrente erodono i materiali che formano il letto e le sponde del proprio alveo; questi detriti vengono poi presi in carico e trasportati verso valle.

Nei tratti dove la pendenza del corso d'acqua si riduce e la corrente perde la sua energia, in corrispondenza dei ponti con piccole luci o dove si ha confluenza con altri corsi d'acqua (T. Margorabbia - T. Lisascora - T. Prada), i sedimenti sono depositati sul fondo, provocano, col tempo, un riempimento della sezione di scorrimento e impedendo il normale deflusso delle acqua.

Esempi di accumulo di materiali (detriti e resti vegetali) si hanno nell'alveo dei torrenti che scendono dai versanti dei Monti di Castelvecchio, del Monte Scerrè; negli alvei dei riali Vignole, Nosavalle, Garza e Roggiate.

Accumuli in alveo si evidenziano anche nel T. Margorabbia, in località Maglio.

6.3 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E POST-GLACIALE

Appartengono a questa categoria tutte quelle morfologie "relitte" strettamente legate all'evoluzione glaciale pleistocenica del territorio.

Vengono di seguito elencati e descritti i principali elementi morfologici:

6.3.1 Orlo di terrazzo e/o scarpata morfologica

Nell'area in studio sono state riconosciute due categorie di orli di terrazzo, cartografati, nella tavola allegata (*cfr Tav. n. 2*), con un'unica simbologia:

- orli di terrazzo attivo
- orli di terrazzo quiescente

In entrambe i casi si manifestano come delle variazioni nette di pendenza della superficie topografica.

Tali morfologie possono venir modellate per l'azione erosiva delle acque di fusione glaciale e successivamente da quelle incanalate e non incanalate in età post-glaciale o per attività antropiche, localizzate in particolare nel settore urbanizzato del comune al fine di un miglior utilizzo urbano-edilizio del territorio.

Il loro stato di attività è in linea generale assente, ad eccezione di quelli che bordano i riali Strone, Vignole, Pianda, Roggiate e i torrenti che scendono dal Monte Scerrè e parte del Torrente Margorabbia. I processi attualmente in atto sono da ricollegare a fenomeni di lento arretramento naturale del ciglio di scarpata

riferibili ad azioni gravitative già in precedenza descritte o ad erosione da parte del corso d'acqua stesso.

6.3.2 Dosso morenico

In letteratura vengono anche denominati "argini" morenici, con la loro forma allungata e 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.

Tali forme si possono riconoscere nei pressi di Località Barlera e in Località le Fornaci con morfologie ormai relitte ed intensamente antropizzate. Si manifestano come dossi allungati all'incirca Nord-Sud a morfologia ben visibile rispetto all'area semipianeggiante circostante.

La presenza passata dei ghiacciai nel restante territorio comunale è testimoniata da coltri composte da materiali sciolti sparse grossomodo uniformemente su tutti i principali versanti e da blocchi di dimensioni anche metriche noti come massi erratici.

6.4 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE

6.4.1 Deflussi superficiali, fenomeni di ruscellamento accumuli e ristagni d'acqua

Il Comune di Cunardo è caratterizzato da abbondanti deflussi superficiali attivati in occasione di intense precipitazioni. Da questo punto di vista il territorio è divisibile in due settori: il primo, formato da rocce porfiritiche a permeabilità bassa, in cui si hanno deflussi superficiali anche in periodi asciutti; il secondo, formato da

substrato calcareo, in cui lo scorrimento delle acque superficiali si limita ad eventi piovosi, mentre in altri periodi il deflusso idrico avviene a media profondità o al contatto tra depositi di copertura e substrato o nelle porzioni più superficiali dello stesso dove maggiore è la fratturazione.

Buona parte dei deflussi, originatisi in aree di versante, convogliano poi verso vie preferenziali quali sedi stradali, carrarecce, mulattiere e sentieri.

I fenomeni di ruscellamento sono spesso associati a processi erosivi e di trasporto di materiali detritici.

Questi eventi possono comportare situazioni di criticità soprattutto nel centro abitato di Cunardo, dove si hanno accumuli e ristagni d'acqua in corrispondenza di avvallamenti e/o contropendenze della superficie stradale.

6.4.2 Aree di rotta

In occasione di eventi di piena si verificano rotte d'alveo in corrispondenza di sponde con altezza ridotta e senza difese o per ristrette sezioni di deflusso.

Si osservano in Località Ronchetti (Riale Nosavalle), in Località Camadrino (Riale Vignole, all'incrocio con la S.P. n.43) e nella parte più a valle di uno dei tributari del Torrente Margorabbia, denominato dagli scriventi: "Riale Scerrè".

6.4.3 Sorgenti

Il territorio Comunale di Cunardo, è contraddistinto dalla presenza di numerosi sorgenti d'acqua dovute soprattutto a risorgente al contatto tra depositi quaternari (ad elevata permeabilità) e litotipi lapidei (calcari e porfidi a bassa permeabilità) nonché al crearsi di fratture e canali sotterranei entro le dolomie e i calcari interessati da fenomeni carsici.

Molte delle sorgenti, localizzate del settore settentrionale del centro urbanizzato di Cunardo o nel settore a blanda morfologia a

Sud del fiume Margorabbia, non vengono utilizzate e captate dall'amministrazione pubblica a causa delle loro esigue portate e o del loro carattere effimero.

Sorgenti utilizzate e captate con opportune opere di presa e immagazzinamento sono quelle denominate "Sorgenti della Pianda" nell'omonima località e qualche decina di metri a valle della S.P. 43. Tali venute d'acqua sono localizzate alla testa di un solco scavato anticamente ad opera di fenomeni di debris flow e caratterizzato da blanda pendenza ed una certa ampiezza.

Le sorgenti della Pianda non sono però utilizzate dal comune stesso bensì da quello di Ferrera posto più valle e in grado di servirsene senza operare pompaggio.

6.4.4 Zone ad emergenza idrica

Il centro abitato di Cunardo è interessato da zone particolarmente soggette ad emergenza idrica durante intensi eventi meteorici. Queste si localizzano in corrispondenza di opere murarie e antropiche che, agendo da sbarramento allo scorrimento delle acque superficiali e/o subsuperficiali, ne provocano la conseguente fuoriuscita in corrispondenza di crepe o zone di debolezza.

Il fenomeno provoca situazioni di allagamento soprattutto alla rete viaria e quindi agli edifici prospicienti.

Si osservano in: Via Rosellino, Via Ronchetto, Via Montenero, Via Roma, Via Leopardi, all'altezza della chiesa ubicata all'incrocio tra Via Foscolo - Viale delle Rimembranze - Via Garibaldi - Via Martiri Ungheresi, Via S. Francesco.

Oltre a temporanee venute d'acqua si riscontrano anche vere e proprie sorgenti a carattere permanente, alimentate da un sistema idrico sotterraneo essenzialmente di tipo carsico. Un esempio si ritrova in Via Castelvecchio.

6.4.5 Aree ad alta probabilità di esondazione

Tali zone sono state delimitate sia secondo criteri idraulici (tempi di ritorno fino a 50 anni e fino a 200 anni) sia attraverso criteri geomorfologici o in riferimento alla cartografia P.A.I.: si tratta per lo più di zone ribassate o pianeggianti, che fiancheggiano i torrenti.

Sono tipiche della piana fluviale formata dai Torrenti Margorabbia e Lisascora e dell'area compresa tra la Località Maglio e Ponte Nativo.

6.4.6 Erosione di sponda

In più punti, lungo le sponde del Torrente Margorabbia, si osservano fenomeni erosivi legati all'azione delle acque; si tratta in genere di brevi tratti dove l'aumento della velocità della corrente, dovuto alla curvatura del corso d'acqua o a restringimenti della sezione per accumulo di detriti, provoca fenomeni di scalzamento dei depositi spondali.

6.5 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE CARSICA

I fenomeni carsici si originano in presenza di rocce solubili (carbonatiche o evaporitiche) e di abbondanti precipitazioni; in questo modo le acque penetrano all'interno delle masse rocciose fratturate, allargando le vie di circolazione sotterranea, manifestandosi in superficie con scarsità di corsi d'acqua.

La capacità corrosiva dell'acqua è aumentata dalla presenza, in soluzione nell'acqua stessa, di anidride carbonica (CO_2) proveniente in parte dall'atmosfera terrestre e in parte da processi biologici della copertura vegetale.

Nel territorio di Cunardo le principali forme carsiche sono essenzialmente "doline" e/o "inghiottitoi": si tratta di conche, con o senza materiale di riempimento, di forma circolare, ellittica o irregolare. Sono abbondanti sulle superfici poco inclinate nelle aree

boschive a nord delle località Barlera e Mottaccio e nella fascia a media pendenza ai piedi dei versanti del Monte Scerrè.

Spesso la presenza di tali "cavità" è nascosta da una sottile copertura detritica. L'evoluzione di tali forme, anche in relazione ad intensi eventi meteorici, porta a crolli repentini del diaframma superficiale.

6.6 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE ANTROPICA

6.6.1 Cave

Nel Comune di Cunardo si segnalano attività estrattive abbandonate in località Le Fornaci: in passato le formazioni dolomitiche, qui presenti, venivano sfruttate per la produzione di calci magre in due distinte aree estrattive, una posta alla base del versante con un fronte di ampiezza di c.ca 200 m ed altezza massima 12 m, l'altra di tipologia a "fossa" con fronte di c.ca 60 m ed altezza massima 10 m.

Abbandonate sono anche le cave di calcare, usato come pietra ornamentale, aperte presso la cima del M. Scerrè.

6.6.2 Opere di difesa

Opere di difesa passiva, quali reti appoggiate sono inoltre presenti in più punti lungo la S.P. 43 laddove siano presenti pareti rocciose con caratteristiche geotecniche scadenti a causa dell'intensa fratturazione.

7 ELEMENTI IDROGEOLOGICI

7.1 STRUTTURA IDROGEOLOGICA

Il sottosuolo del territorio di Cunardo può essere suddiviso in due comparti: la valle del Margorabbia, caratterizzata dalla presenza di depositi sciolti ghiaioso sabbiosi e i versanti, caratterizzati invece dalla presenza del substrato roccioso localmente ricoperto da depositi sciolti di origine morenica più o meno potenti (cfr. Tav. n. 2).

Nel primo settore la permeabilità è di tipo "primario" per porosità ed il deflusso delle acque avviene negli spazi vuoti tra i singoli granuli che compongono il terreno; tale permeabilità dipende soprattutto dall'assetto granulometrico - tessiturale (forma, grado di addensamento, porosità efficace).

Nel secondo comparto la permeabilità è di tipo "secondario", dovuta cioè alla presenza di stratificazione e fratture intercomunicanti che consentono all'acqua di infiltrarsi e di scorrere in profondità o subsuperficialmente, oppure alla presenza di fenomeni carsici che hanno formato veri e propri condotti attraverso i quali avviene il deflusso.

Nel settore della piana del T.te Margorabbia i depositi alluvionali, dotati di buona permeabilità, presentano uno spessore di c.ca 15 – 20 m e costituiscono un asse di drenaggio che alimenta il corso d'acqua e costituisce una struttura acquifera con direzione di deflusso verso Ovest; la sua importanza risulta però piuttosto scarsa per scopo idropotabile. Un discorso analogo si può fare per il T. Lisascora. L'alimentazione dei due corsi d'acqua può derivare anche da deflussi sotterranei, poiché entrambi i bacini si impostano, in parte, sulla Dolomia del S. Salvatore caratterizzata da un carsismo sviluppato.

I depositi glaciali presenti lungo i versanti sono dotati di scarsa permeabilità e impediscono l'infiltrazione e la circolazione di acqua

negli strati superficiali di terreno. In alcuni casi però si può manifestare la presenza di piccole falde sospese.

Per quanto riguarda il substrato roccioso nel settore settentrionale prevalgono rocce porfiriche caratterizzate da permeabilità quasi nulla: non sono quindi sede di circolazione idrica, ma possono costituire limite di permeabilità. Al limite del confine comunale, a Nord-Est, è presente uno spartiacque sotterraneo, formato dalle porfiriti permiane orientato in direzione NO-SE, che impedisce alle acque del T.te Lisascora di alimentare il T.te Margorabbia attraverso una circolazione sotterranea.

Nel settore centro meridionale prevalgono le rocce dolomitico calcaree , dotate di permeabilità media o medio – elevata per fenomeni carsici; queste possono essere sede di acquiferi che però danno luogo a sorgenti significative solo in modo limitato ("sorgenti Pianda").

Nel territorio comunale non rientrano aree di riserva integrativa o aree di ricarica definite nell'ambito degli studi per il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) nè aree di riserva provinciali proposte nell'ambito del PTCP.

7.2 QUALITÀ DELLE ACQUE

Sono disponibili le analisi chimiche delle acque sotterrane che alimentano l'acquedotto di Cunardo, fatte eseguire da ASPEM nel 2007. Nelle tabelle successive vengono riportati i risultati.

Come si nota dalle tabelle la concentrazione di sostanze inquinanti è in tutti i casi molto bassa o nulla, sempre al di sotto dei limiti di legge. Per quanto riguarda i parametri microbiologici l'unico valore anomalo rilevato riguarda i batteri coliformi a 37° nel campione prelevato alla Sorgente Baciolo.

Analisi chimica e metalli						
Parametro	**Unità di misura**	**Valore di parametro**	**Centrale Bolle**	**Serbatoio Barlera**	**Sorgente Baciolo**	**Serbatoio Bochini**
		D.Lgs. 31/2001				
Data prelievo			12/9/07	18/6/07	30/07/07	12/9/07
Odore	tasso dil.		cloro	cloro	assente	assente
Colore	Scala Pt/Co		< 5	< 5	< 5	< 5
Sapore	tasso dil.		-	-	-	-
Torbidità	NTU		0,09	0,05	0,12	0,1
Attività ione H	pH	6.5÷9.5	7,0	7,1	8,1	8,2
Conduc. El. a 20°C	µS/cm	2500	312	274	359	114
Cloruri	mg/l	250	17,2	14,8	11,8	1,8
Solfati	mg/l	250	11,7	11,7	10,3	3,2
Calcio	mg/l		37,6	19,4	52,6	27,1
Magnesio	mg/l		17,7	9,34	23,2	11,3
Durezza totale	°F		17	9	23	11
Nitrati	mg/l	50	26,9	26,2	18,7	5,9
Ione Nitrito	mg/l	0.05	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Ione Ammonio	mg/l	0.05	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Cloro libero	mg/l		0,22	0,20	< 0,03	0,17
Cadmio	µg/l	5	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Piombo	µg/l	10	< 10	n.r.	n.r.	n.r.
Ferro	µg/l	200	-	-	< 30	-
Manganese	µg/l	50	-	-	1	-
Cromo VI	µg/l		< 5	< 5	< 5	< 5
Composti organo alogenati						
Parametro	**Unità di misura**	**Valore di parametro**	**Centrale Bolle**	**Serbatoio Barlera**	**Sorgente Baciolo**	**Serbatoio Bochini**
		D.Lgs. 31/2001				
Tricloroetilene + Tetracloroetilene	µg/l	10	-	-	2,7	-
Tricloroetilene	µg/l		-	-	2,3	-
Tetracloroetilene	µg/l		-	-	0,4	-
Trialometani tot	µg/l	30	-	-	< 0,1	-
Triclorometano	µg/l		-	-	< 0,1	-
Dibromoclorometano	µg/l		-	-	< 0,1	-
Bromodiclorometano	µg/l		-	-	< 0,1	-
Bromoformio	µg/l		-	-	< 0,1	-
1,1,1–Triclorometano	µg/l		-	-	< 0,1	-

Tab. n. 7.1 – *Analisi eseguite sulle acque immesse nell'acquedotto di Cunardo, parte 1 (Da Idrogea, 2008).*

Parametri microbiologici						
Parametro	**Unità di misura**	**Valore di parametro D.Lgs. 31/2001**	**Central e Bolle**	**Serbatoio Barlera**	**Sorgente Baciolo**	**Serbatoio Bochini**
Batteri coliformi a 37°	UCF/100 ml	0	n.r.	n.r.	8 ^	n.r.
di cui Escherichia Coli	UCF/100 ml	0	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Conteggio delle colonie su agar a 22°	UCF/ml	senza variazioni anomale	6	1	3	3
Enterocchi intestinali	UCF/100 ml	0	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Clostridium perfigens (spore comprese)	UCF/100 ml	0	-	n.r.	-	-
Pseudomonas aeruginosa	UCF/250 ml	-	-	n.r.	-	-
Salmonella spp	assente/presente	-	-	assente	-	-

Tab. n. 7.2 – *Analisi eseguite sulle acque immesse nell'acquedotto di Cunardo, parte 2 (Da Idrogea, 2008).*

7.3 BILANCIO IDROLOGICO

Il bilancio idrologico rappresenta il calcolo che mette a confronto le entrate e le uscite d'acqua del bacino idrologico di riferimento. Le entrate sono in genere rappresentate dagli afflussi meteorici e dalle eventuali infiltrazioni provenienti da bacini limitrofi; le uscite sono costituite dall'evapotraspirazione, dai deflussi superficiali e dai prelievi idrici.

L'equazione che in genere riassume il bilancio idrologico è:

$$P = E_r + R + I$$

P = precipitazioni (mm/a)

E_r = evapotraspirazione reale (mm/a)

R = Ruscellamento superficiale (mm/a)

I = Infiltrazione efficace (mm/a)

Nell'ambito dello studio geologico comunale viene preso in considerazione l'intero territorio comunale.

Precipitazioni – il valore della precipitazione media annua è stato ricavato dall'analisi della carta delle precipitazioni medie annue

del territorio alpino lombardo (periodo 1891 – 1990) realizzata dalla Regione Lombardia; da questa si osserva per il territorio di Cunardo una precipitazione media annua di c.ca *2000 mm/a.*

Evapotraspirazione – Il calcolo dell'evapotraspirazione reale è stato condotto tramite la formula di Turc (1954), di semplice utilizzo perché richiede la conoscenza solo delle precipitazioni e delle temperature medie. Per il territorio in esame è stato ricavato un valore di *617 mm/a*.

Ruscellamento superficiale – E' stato stimato considerando il coefficiente di deflusso del bacino analizzato (0,6) valutato in base alle caratteristiche litologiche e di uso del suolo. Si è quindi ottenuto un valore di *1.240 mm/a*.

Infiltrazione efficace – Il valore dell'infiltrazione si ricava dall'equazione del bilancio idrico per sottrazione dei valori sopra ricavati (I = P – D – E). *142 mm/a*, corrispondenti sulla superficie in analisi a c.ca 780.000 m^3/anno.

Dall'elaborazione dei parametri precedenti si ricava una stima della quantità di ricarica dell'acquifero che avviene all'interno del territorio in esame, patri al valore dell'infiltrazione efficace; questa quantità rappresenta la risorsa idrica sotterranea, cioè i volumi di acqua utilizzabili senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale.

Per quanto riguarda i consumi, non avendo a disposizione dati ufficiali, si ipotizza un consumo medio pro-capite di 200 l/giorno (da studio idrogeologico della Provincia di Varese); con una popolazione di 2789 abitanti (ISTAT anno 2006), i consumi globali sarebbero di c.ca 205.000 m^3/anno.

Dal confronto di questi valori si osserva che i consumi risultano inferiori al valore della ricarica che avviene sul territorio comunale. Va ricordato però che gli approvvigionamenti idrici avvengono sul territorio di altri comuni (Cugliate e Marchirolo) e la maggior parte della ricarica, ad eccezione delle acque captate dalle sorgenti

Pianda, va ad alimentare l'acquifero del Margorabbia (Val Cuvia). Non essendo disponibili dati sulle portate delle sorgenti utilizzate dall'acquedotto comunale, non possono essere fatte previsioni sull'effettiva entità delle risorse idriche a disposizione.

7.4 FABBISOGNO IDRICO

Le seguenti considerazioni sul fabbisogno idrico si basano sui dati forniti da ASPEM s.p.a., che gestisce l'acquedotto nel Comune di Cunardo.

7.4.1 Punti di captazione

Le acque che alimentano l'acquedotto comunale di Cunardo provengono da punti di captazione posti nei Comuni di Cugliate Fabiasco e di Marchirolo.

In particolare vengono utilizzate le sorgenti "Bolle" e "Baciolo" ubicate nel Comune di Cugliate Fabiasco, in prossimità del confine comunale lungo il T.te Lisascora e le sorgenti "Balilla" e "Manera"nel Comune di Marchirolo. Vengono inoltre utilizzati n. 2 pozzi presenti nel Comune di Cugliate Fabiasco in località Bolle.

La struttura della rete di alimentazione dell'acquedotto è riportata in Fig. n. 7.1 (Idrogea, 2008): nel Comune di Cugliate Fabiasco l'acqua captata dalle sorgenti e dai pozzi dell'Area Bolle viene convogliata nel Serbatoio Bolle e trattata mediante impianto di clorazione; nel Comune di Marchirolo le acque delle sorgenti Balilla e Manera vengono convogliate nel Serbatoio Bolchini, nel quale vengono clorate mediante l'uso di pastiglie. Le acque accumulate nei vari serbatoi vengono a loro volta inviate al Serbatoio Barlera (Comune di Cunardo) e da qui immesse nella rete acquedottistica.

Nel Comune di Cugliate Fabiasco l'acqua della Sorgente Baciolo viene clorata mediante pastiglie e convogliata nel Serbatoio Fontanone (ubicato in Comune di Cunardo).

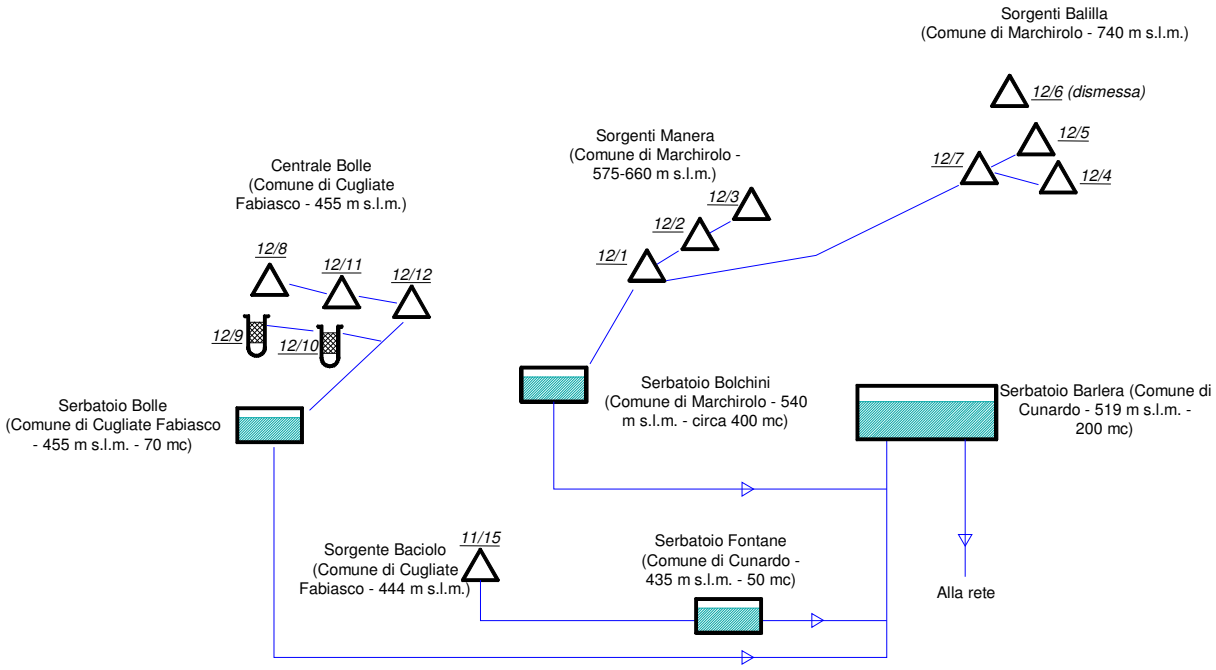


Fig. n. 7.1 *– Schema della rete di alimentazione dell'acquedotto comunale di Cunardo (Da Idrogea, 2008).*

Nel territorio comunale sono presenti due sorgenti: "Pianda" utilizzata dal Comune di Ferrera e "Schiena Fredda", non più utilizzata a causa della portata scarsa e non costante nel corso del tempo.

7.4.2 Disponibilità: volumi immessi in rete

Nella tabella seguente vengono riportati i volumi stimati immessi nella rete acquedottistica nel periodo 2007-2013:

Anno	Volumi immessi in rete (m^3)	Portata media annua (l/s)
2007	434.028	13,8
2008	520.963	16,5
2009	559.912	17,8
2010	601.540	19,1
2011	578.191	18,3
2012	570.423	18,1
2013	623.853	19,8

Tab. n. 7.3 – *Volumi immessi nella rete acquedottistica del Comune di Cunardo nel periodo 2007-2010.*

7.4.3 Consumi: volumi fatturati

Nella Tabella n. 7.4 vengono riportati, per il periodo 2007-2013, i volumi fatturati per usi potabili, la popolazione residente censita dall'ISTAT e il consumo idrico giornaliero pro-capite:

Anno	Volume fatturato per usi potabili (m^3)	Portata media consumata (l/s)	Popolazione residente	Consumo giornaliero pro-capite (l/giorno)
2007	227.441	7,2	2.789	223
2008	235.137	7,5	2.828	228
2009	175.627	5,6	2.858	168
2010	152.076	4,8	2.885	144
2011	198.895	6,3	2.939	185
2012	193.852	6,1	2.900	183
2013	223.390	7,1	2.925	209

Tab. n. 7.4 – *Volumi fatturati per usi potabili riguardanti il comune di Cunardo nel periodo 2007-2013.*

Dall'analisi della tabella precedente, nel periodo di tempo analizzato (2007-2013), si può osservare un andamento dei consumi pro-capite altalenante con tendenza alla diminuzione nel periodo

2008-2010 e aumento nel periodo 2011-2013. Il consumo medio giornaliero si attesta a c.ca 192 l/giorno (70 m^3 annui).

7.4.4 Perdite

In base ai dati precedentemente esposti possono essere stimate le perdite subite dal sistema acquedottistico nel periodo 2007-2013:

Anno	Volume immesso in rete per usi potabili (m^3)	Volume fatturato per usi potabili (m^3)	Volumi non contabilizzati e perdite (m^3)	Perdite (%)
2007	434.028	227.441	206.587	48
2008	520.963	235.137	285.826	55
2009	559.912	175.627	384.285	69
2010	601.540	152.076	449.464	75
2011	578.191	198.895	379.296	66
2012	570.423	193.852	376.571	66
2013	623.853	223.390	400.464	64

Tab. n. 7.5 – *Volumi immessi in rete, consumi e perdite nella rete acquedottistica riguardanti il Comune di Cunardo nel periodo 2007-2013.*

Si sottolinea che le perdite comprendono sia le reali perdite della rete, sia i volumi non contabilizzati (es. fuoriuscita d'acqua dai troppo pieni dei serbatoi di accumulo, alimentazione di fontane pubbliche, volumi non misurati per imprecisione dei contatori, volumi non misurati per eventuali derivazioni abusive, etc.). Il gestore dell'acquedotto stima che le perdite apparenti (mancate misurazioni, gli errori ed i consumi abusivi) incidano per valori intorno al 10% del volume immesso; le perdite effettive si attesterebbero quindi intorno al 55%.

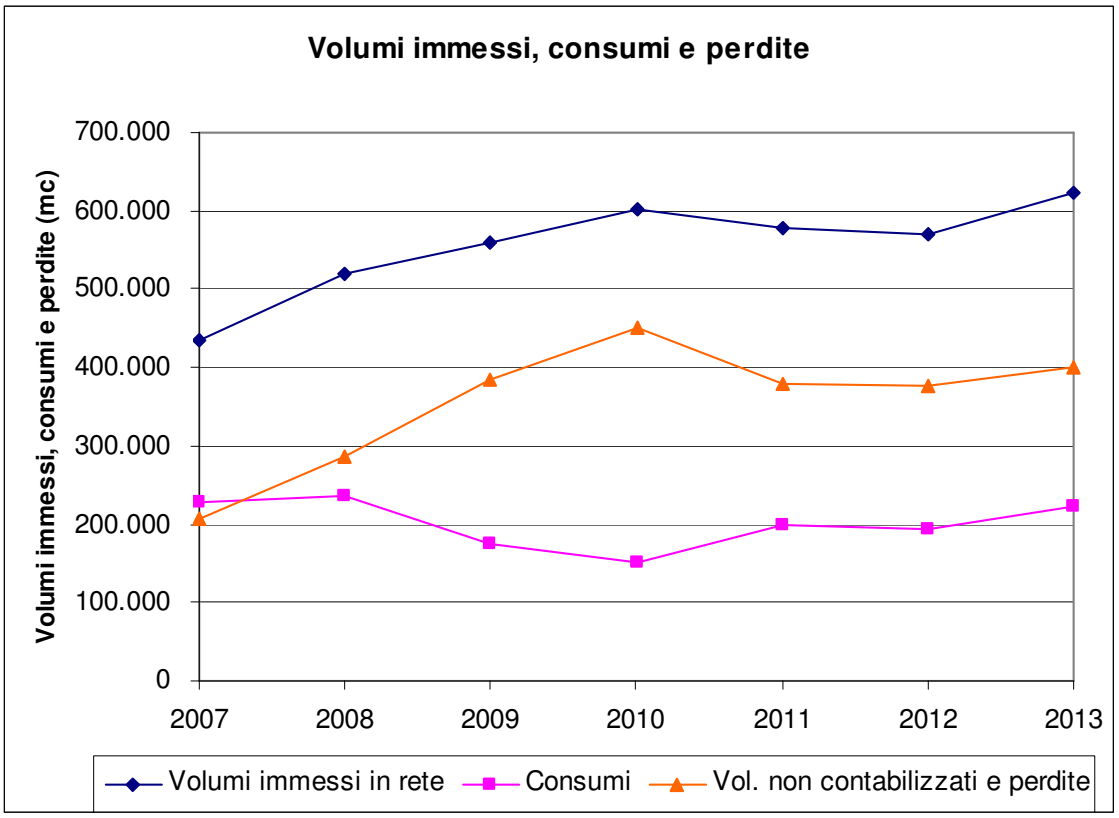


Fig. n. 7.2 – *Grafico riguardante i volumi immessi in rete, consumi e perdite nella rete acquedottistica del Comune di Cunardo nel periodo 2007-2013.*

7.4.5 Confronto consumi/disponibilità

In base ai dati precedentemente esposti si evince che i volumi d'acqua prelevati riescono a soddisfare i consumi attuali di acqua potabile riguardanti il comune di Cunardo, evidenziandosi un buon saldo tra risorse (17,6 l/s) e consumi (6,4 l/s).

Non si è inoltre a conoscenza di episodi di crisi idrica.

7.4.6 Proiezioni future

Gli abitanti teorici risultanti dalla capacità insediativa aggiuntiva derivanti dalle scelte del Piano di Governo del Territorio (Ambiti di Trasformazione e previsioni di completamento delle aree

urbanizzate) sommano ad un massimo di 272 abitanti che porteranno la popolazione residente di Cunardo a 3.197 abitanti.

Considerando cautelativamente un consumo medio per abitante di c.ca 220 l/g (media dei consumi registrati nei tre anni con valori più elevati; cfr Tab. n. 7.5) l'acquedotto comunale dovrà fornire ulteriori 21.841 m^3 annui (0,7 l/s): con conseguente aumento della domanda di risorsa idrica complessiva a c.ca 8,1 l/s.

Tale valore appare compatibile con le risorse attualmente disponibili (c.ca 17,6 l/s).

7.4.7 Interventi

In base alle stime esposte nel paragrafo 7.4.4 si nota che il valore delle perdite acquedottistiche è elevato (circa 50-75%). Si sottolinea però che una parte importante delle perdite è probabilmente dovuta allo scarico dei troppo pieni presenti nei serbatoi di accumulo, durante i periodi in cui l'acqua delle sorgenti viene utilizzata meno.

Per migliorare l'efficienza della rete acquedottistica di Cunardo Aspem ha previsto una serie di interventi per il rinnovo e il potenziamento della rete acquedottistica, per la realizzazione di un nuovo pozzo intercomunale, per la realizzazione di un impianto di disinfezione a biossido di cloro a servizio della centrale Bolle, per l'inserimento di misuratori di portata alle sorgenti Bolchini e Baciolo e per opere di impermeabilizzazione e tutela alle sorgenti Bolle, Baciolo e Bolchini. Tali interventi dovranno essere condivisi e approvati con l'Amministrazione comunale.

8 PERICOLOSITÀ DA FRANA

8.1 PREMESSA

La carta della pericolosità da frana della Provincia di Varese (documento RIS3 del PTCP, Fig. n. 8.2) evidenzia per il territorio comunale di Cunardo diversi settori classificati a pericolosità bassa (porzioni settentrionale e meridionale), media (bacini del Riale Garza e del T.te Pianda) e alta (estremità orientale del territorio comunale a monte del T.te Lisascora). Appare quindi necessario verificare a scala locale le risultanze dello studio provinciale.

Sempre nell'ambito degli studi di approfondimento del PTCP è stata prodotta una carta di pericolosità per crolli (documento RIS4 del PTCP, Fig. n. 8.3) che evidenzia la pericolosità per fenomeni di crollo che interessano l'area di versante affacciata sul Lago di Ghirla, nella parte meridionale del comune.

Nella carta del censimento dei dissesti della Provincia di Varese (documento RIS2 del PTCP, Fig. n. 8.1) sono riportati tutti gli eventi noti (Marzo 2005) registrati nell'inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia (Luglio 2002), aggiornato in base ai dati provenienti dagli archivi di Comunità Montane, Comuni, etc., oltre che da foto interpretazione e controllo sul terreno; sul territorio comunale di Cunardo sono segnalate alcune aree soggette a frane superficiali diffuse, in particolare un'area immediatamente a monte della S.P. n. 43 in località Camadrino, un'area presente nella zona del Riale Pianda, una zona a monte del Riale Garza e un'area vicino in località Ponte Nativo (vicino alla grotta "Antro dei Morti") è inoltre segnalata un'area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi sul versante affacciato sul Lago di Ghirla.

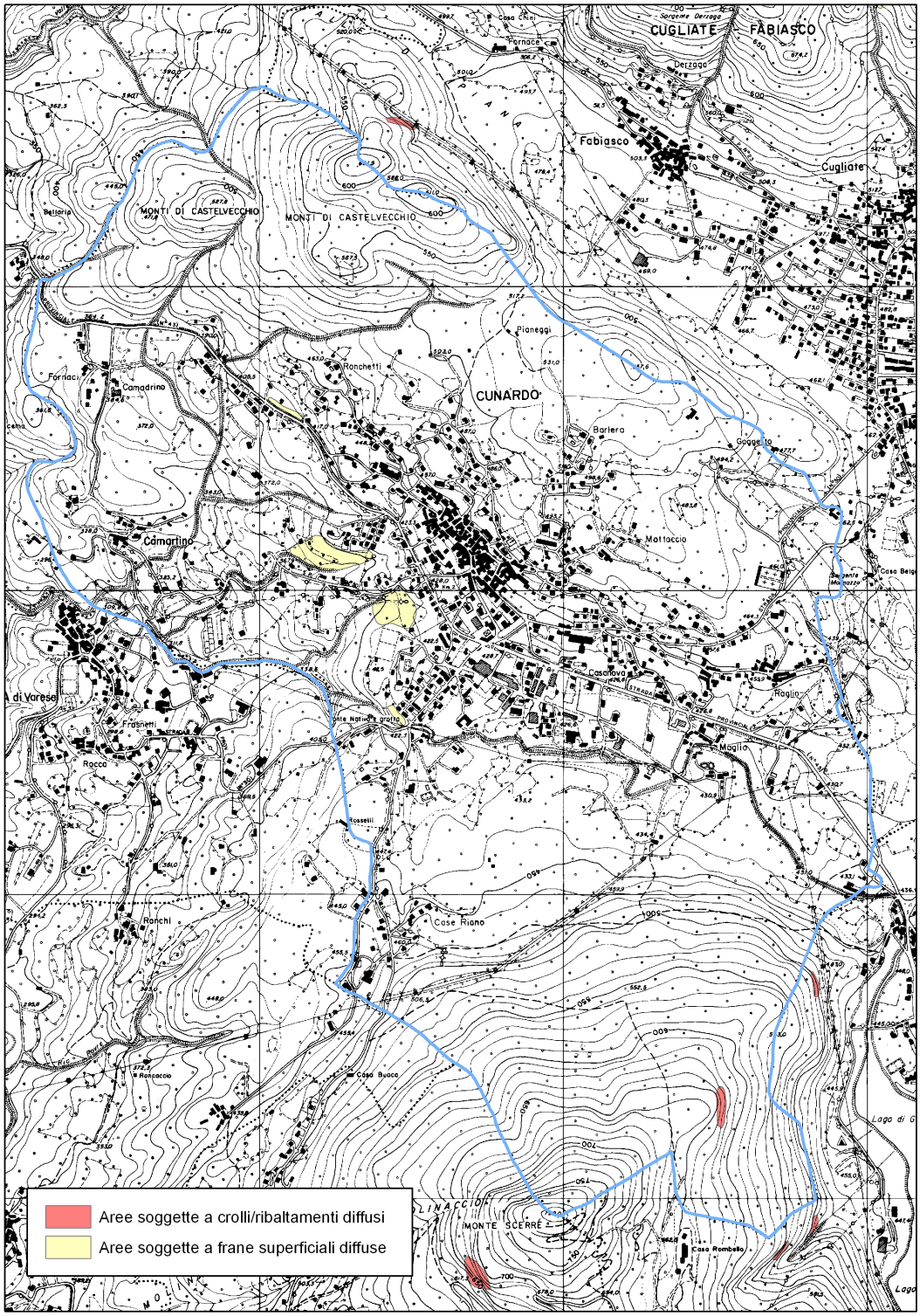


Fig. n. 8.1 **–** Stralcio del documento RIS2 del PTCP.

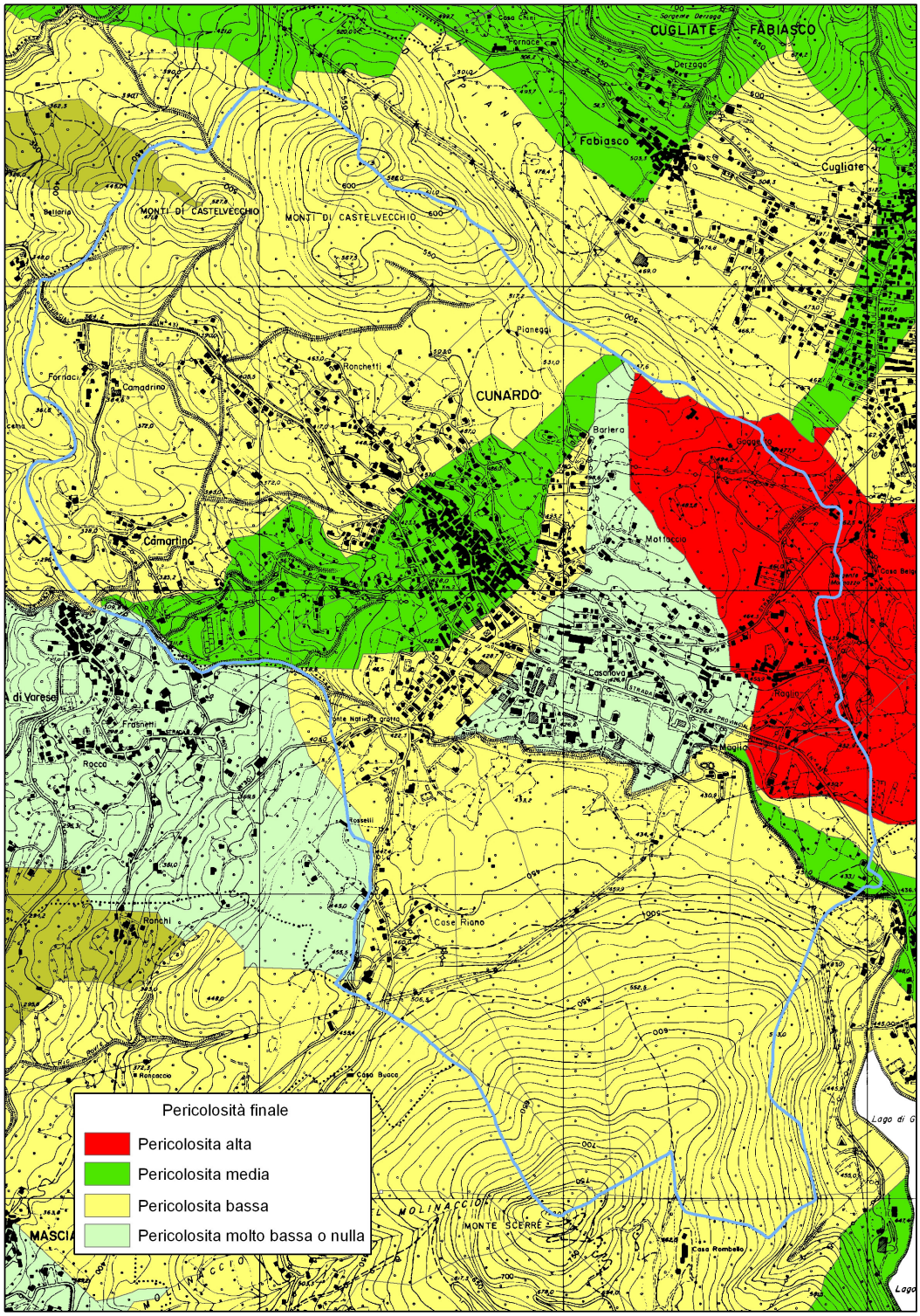


Fig. n. 8.2 **–** Stralcio del documento RIS3 del PTCP.

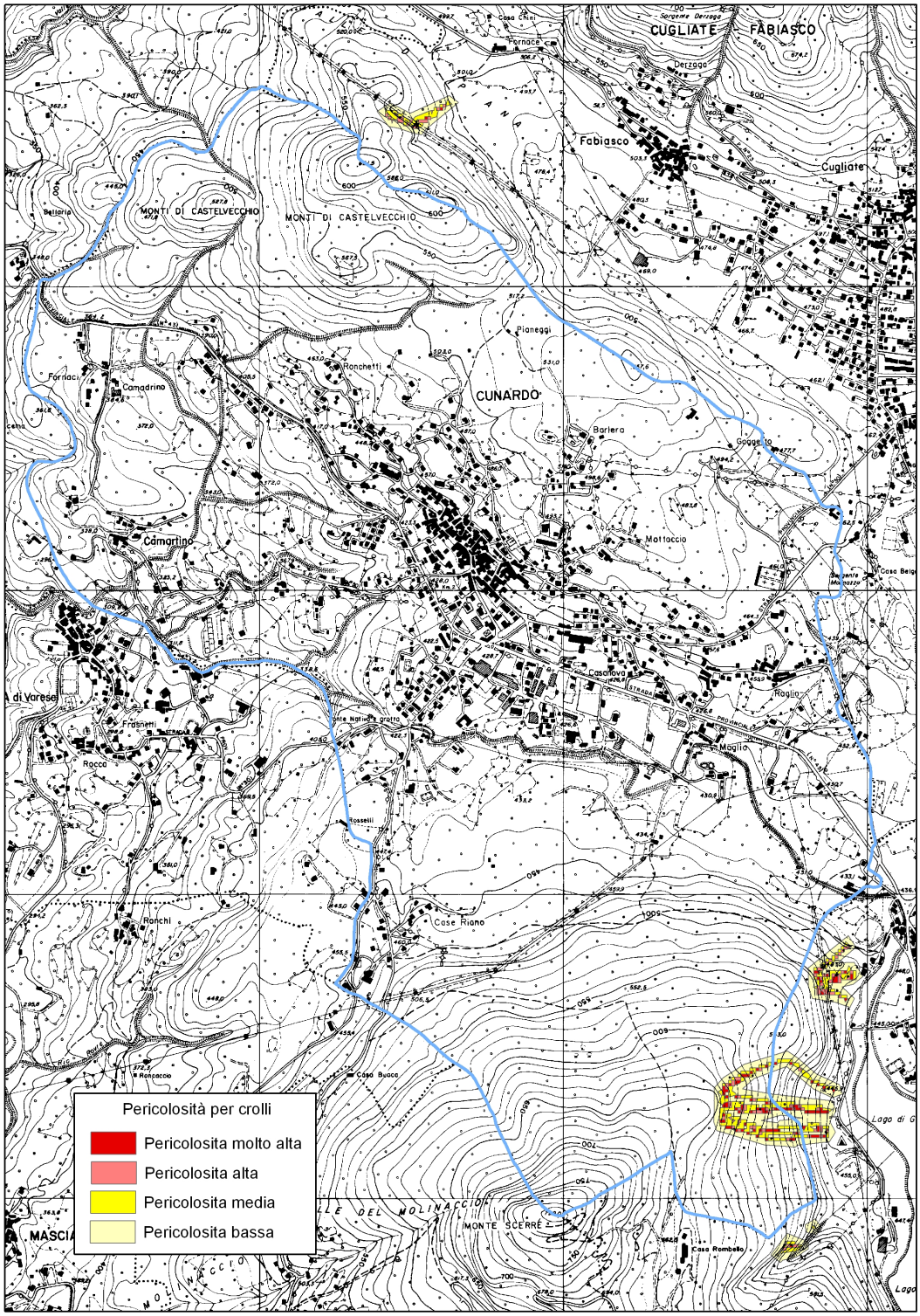


Fig. n. 8.3 **–** Stralcio del documento RIS4 del PTCP.

8.2 SCIVOLAMENTI SUPERFICIALI E CROLLI

Lo studio di approfondimento è stato realizzato su tutto il territorio comunale, identificando preliminarmente, in base alle caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, le aree potenzialmente soggette a fenomeni di dissesto: sono stati presi in considerazione fenomeni di scivolamento superficiale e possibili fenomeni di crollo lungo il versante affacciato sul Lago di Ghirla. Gli scivolamenti sono stati ritenuti poco probabili in relazione alle osservazioni di terreno.

8.2.1 Scivolamenti superficiali

Lo studio di approfondimento è stato condotto secondo la metodologia proposta dalla Regione Lombardia (Allegato 2 D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374 e D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616), ed è stato realizzato su tutte le aree di versante (pendenza superiore a 5°).

Il territorio è stato suddiviso in zone omogenee in funzione della pendenza e delle caratteristiche litologiche.

	Litologia	
Pendenza	Depositi morenici (M)	Depositi colluviali (C)
5° < i < 15°	M1	C1
15° < i < 25°	M2	C2
i > 25°	M3	C3

Questi i parametri geotecnici assegnati ai materiali:

- depositi morenici: γ = 19 kN/m^3; ϕ = 30°; c = 7 kPa; H = 2,5 m; H_W = 1,25 m
- depositi morenici di copertura: γ = 19 kN/m^3; ϕ = 30°; c = 7 kPa; H = 1,5 m; H_W = 0,75 m

Quindi sono state eseguite delle verifiche di stabilità con il metodo del pendio indefinito con determinazione della pericolosità primaria in funzione del fattore di sicurezza calcolato:

- Pericolosità H4: 1,00 < Fs <1,20
- Pericolosità H3: 1,20 < Fs <1,40
- Pericolosità H2: 1,40 < Fs <2,00

Zona Omogenea	***Fattore di Sicurezza***	***Pericolosità***
M1	2,18	H1
M2	1,55	H2
M3	1,01	H4
C1	2,18	H1
C2	1,30	H3
C3	0,81	H4

Per la valutazione della pericolosità finale sono poi presi in considerazione:

- possibili concentrazioni d'acqua dovute a condizioni morfologiche sfavorevoli (piccoli impluvi, vallecole, etc.), a livelli argillosi o a variazioni di permeabilità nel terreno e ad interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.).
- tipologia della vegetazione, diversificata in funzione della profondità degli apparati radicali della vegetazione d'alto fusto.

Nel caso in cui siano presenti uno o più fattori di concentrazione delle acque, il valore della pericolosità preliminare viene aumentato di 1. Solo nel caso in cui si ritenga che la profondità dell'apparato radicale della vegetazione presente sia superiore a quella delle potenziali superfici di scivolamento, sarà possibile diminuire di 1 il valore della pericolosità preliminare.

In generale nelle aree esaminate sono talvolta presenti fattori di concentrazione delle acque, quali piccoli impluvi o strade e sentieri; per quanto riguarda le tipologie vegetazionali si ipotizza che non

giochino un ruolo determinante nel contribuire alla stabilità del pendio. La pericolosità finale risulta quindi aumentata di 1 rispetto a quella preliminare nei settori caratterizzati da concentrazione idrica.

La presenza di un fenomeno di dissesto censito determina l'attribuzione in classe di pericolosità H4 o H3 in funzione dello stato di attività del fenomeno stesso.

Ai piedi dei versanti caratterizzati da pericolosità media e alta sono state stimate, in base alla pendenza, all'altezza del pendio e alla tipologia dei materiali, le aree potenzialmente coinvolte dall'accumulo dei materiali franati. Qualora il dissesto risulti incanalato l'area di accumulo viene situata in corrispondenza di un potenziale punto di arresto (attraversamenti, aree a debole pendenza, etc.) con dimensioni valutate in funzione della morfologia e delle quantità di detrito disponibili nell'area di innesto e lungo l'impluvio. A queste è stata assegnata una pericolosità pari a quella dell'area di innesco del fenomeno.

In tavola n. 4 è riportata la pericolosità finale ottenuta dallo studio di approfondimento sui fenomeni di scivolamento superficiale.

Le aree ad elevata pericolosità (H4) sono situate prevalentemente nei settori montani del territorio comunale, con interessamento di infrastrutture e zone residenziali limitato a piccole porzioni di territorio limitrofe ad impluvi o solchi vallivi (Ponte Nativo). Il centro abitato presenta in genere pericolosità molto bassa (H1) o bassa (H2).

8.2.2 Crolli in roccia

L'area di versante affacciata sul Lago di Ghirla (in prossimità del confine meridionale di Cunardo) presenta una folta vegetazione che ricopre la maggior parte del pendio. Sulla base dei rilievi di terreno e delle informazioni bibliografiche raccolte sono state individuate alcune pareti rocciose che potrebbero dare origine a crolli a causa dell'elevata pendenza e dello stato di fratturazione dell'ammasso

roccioso costituito da rocce calcareo-dolomitiche. La perimetrazione tiene conto anche delle risultanze dello studio di approfondimento della Provincia (PTCP, documento RIS 4, Fig. n. 8.3).

8.3 FENOMENI FRANOSI CENSITI

Viene di seguito riportata la descrizione delle frane, aggiornata con i dati del rilievo di terreno dell'Agosto 2010, sono inoltre riportate due ulteriori aree (evidenziate dal rilievo) non presenti nella carta dei dissesti PAI dello studio geologico precedente.

8.3.1 Frane stabilizzate

- **Frana in loc. Camadrino**

  Questa frana è ubicata in loc. Camadrino, immediatamente a monte della S.P. n. 43. e nel precedente studio geologico del territorio comunale era segnalata come attiva. Dal rilievo di terreno dell'Agosto 2010 e dall'analisi di ortofoto recenti (2006) non sono emersi elementi geomorfologici che indicano la presenza di fenomeni di dissesto in atto o pregressi, pertanto l'area è stata classificata come frana stabilizzata anche senza la realizzazione di uno studio di dettaglio con le metodologie prescritte dalla Regione, in quanto non applicabili.

- **Frana in località Ponte Nativo (area dell'opera di sbarramento sul Torrente Margorabbia)**

  Questa frana si trova in località Ponte Nativo, in corrispondenza dell'opera di sbarramento dell'ENEL presente sul Torrente Margorabbia, nell'area Ovest del territorio comunale. La frana risulta stabilizzata in quanto è stato realizzato un muro di contenimento.

8.3.2 Area a rischio di crolli in roccia (Lago di Ghirla)

Quest'area si trova lungo il versante affacciato sul Lago di Ghirla, vicino al confine meridionale del territorio comunale ed è stata descritta nel paragrafo precedente.

8.3.3 Frane quiescenti

- **Frana nell'area del Riale Garza**

  Questa frana è ubicata a Nord della S.P. n. 30, nell'area del Riale Garza. Dai rilievi di terreno questa frana è risultata quiescente, in quanto non sono ci sono segni di movimenti recenti e nell'area è presente una vegetazione ben sviluppata, soprattutto a valle della pista ciclabile.

- **Frana nell'area del Riale Pianda**

  Questa frana è ubicata in nell'area Ovest del territorio comunale, vicino al confine con il Comune di Ferrera, in corrispondenza di alcune sorgenti. I rilievi di terreno hanno evidenziato che la frana è quiescente, in quanto non sono presenti segni di movimenti recenti e la vegetazione è sviluppata.

- **Frana in località Ponte Nativo (area grotta "Antro dei Morti")**

  Questa frana è ubicata vicino all'area della grotta "Antro dei Morti", in prossimità del confine con il Comune di Ferrera, i rilievi di terreno hanno evidenziato solamente un accumulo detritico probabilmente dovuto alle piogge, ma nessun segno di movimenti franosi recenti. La frana si può quindi considerare quiescente.

Si riporta di seguito lo studio di dettaglio delle frane quiescenti richiesto dal parere della Regione Lombardia n. prot. z1.2012.0000732 del 11/02/2012.

Nella Fig. n. 8.4 è stata riportata la carta delle aree omogenee riguardante l'area delle frane quiescenti:

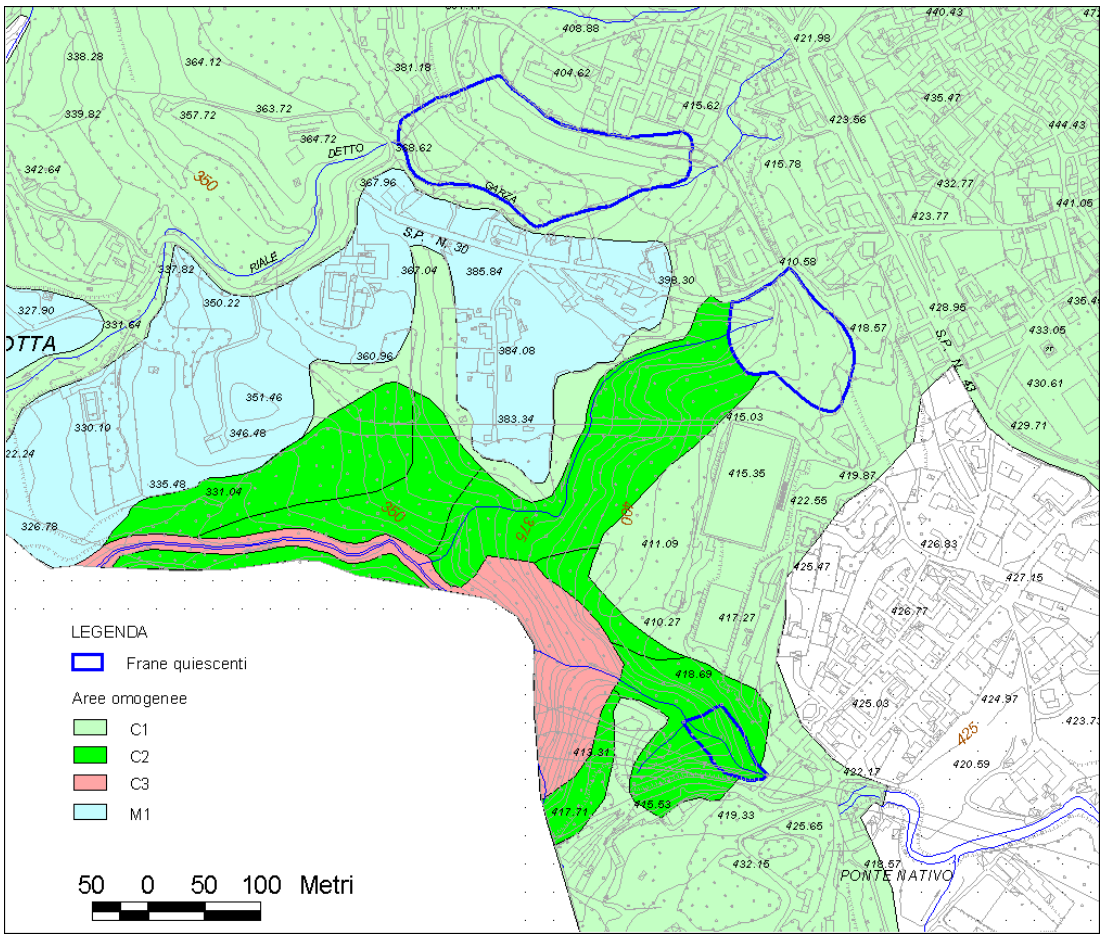


Fig. n. 8.4 *– Carta delle aree omogenee individuate nello studio di dettaglio sulle frane da scivolamento nelle zone del Riale Garza, del Riale Pianda e della Loc. Ponte Nativo. Per la descrizione delle aree omogenee cfr. par. 8.2.1.*

Nella Fig. n. 8.5 è stata riportata la carta di pericolosità da frana preliminare per l'area delle frane quiescenti. Nella carta finale della pericolosità (*Tav. n. 4*) le aree di frana quiescente indicate con la lettera A (*Fig. n. 8.5*) sono state inserite in classe H3 (invece di H1) in base alle indicazioni dell'Allegato 2 della D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011 in quanto, pur essendo censite, non presentano segni di movimenti recenti.

Le aree indicate con la lettera B (*Fig. n. 8.5*) sono state inserite in classe H2 (invece di H3) perché si ritiene che la profondità dell'apparato radicale della vegetazione presente sia superiore a quella delle potenziali superfici di scivolamento (cfr. par. 8.2.1).

Il fenomeno franoso individuato con la lettera C (*Fig. n. 8.5*) mantiene un grado di pericolosità medio (H3).

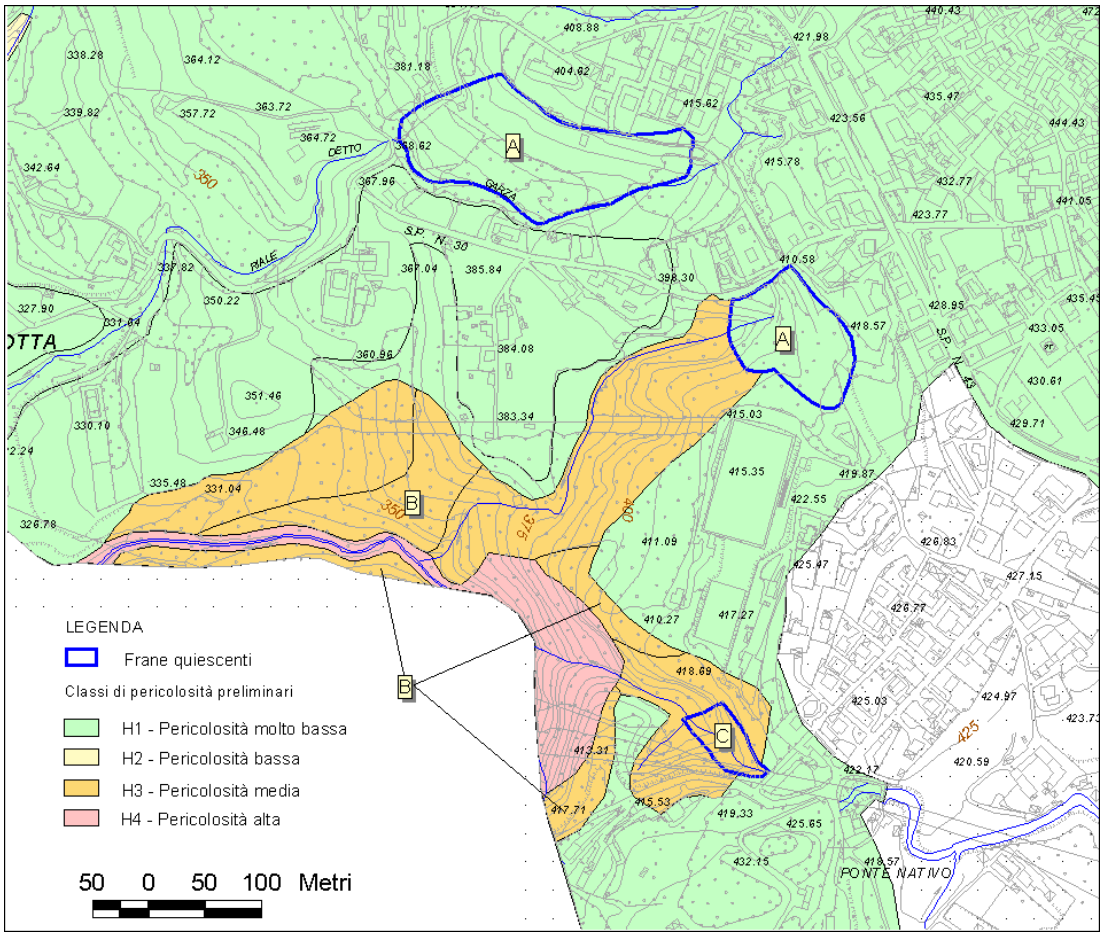


Fig. n. 8.5 – Carta della pericolosità da frana preliminare per la zona del Riale Garza, del Riale Pianda e della Loc. Ponte Nativo.

9 RISCHIO SISMICO

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

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

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

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è

rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

- effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di *versanti in equilibrio precario* (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innesco del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Nel caso di *aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche* si possono verificare movimenti

relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di *terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche* si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

Nel caso di *siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo* si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

9.1 NORMATIVA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03 (Fig. n. 9.1) secondo la quale il Comune di Cunardo ricade in *zona sismica 4*.

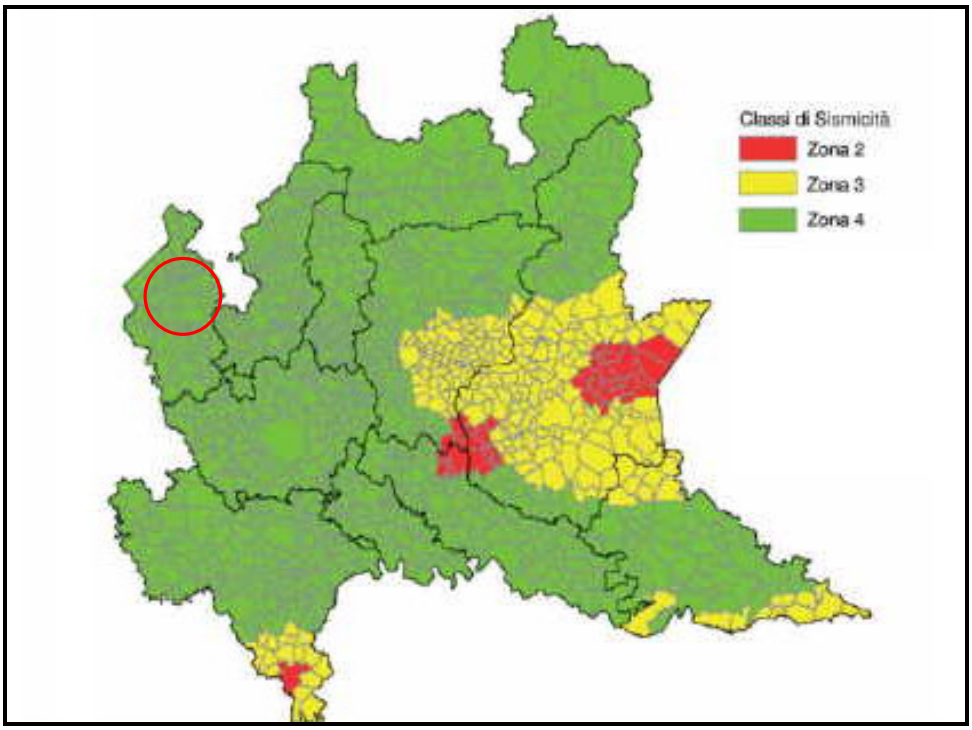


Fig. n. 9.1 – *Classificazione sismica dei Comuni della Lombardia.*

9.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità locale è stata condotta secondo la metodologia presentata nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30-11-2011. La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio–Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1^ livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse

situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2^ livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2^ livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3^ livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1^ livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

3^ livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2^ livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2).

Gli approfondimenti di 2^ e 3^ livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

9.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

La carta della pericolosità sismica locale (*Tav. n. 5*) rappresenta il risultato dell'analisi di 1^ livello che consiste in un approccio di tipo qualitativo, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento).

Nella Carta della pericolosità sismica locale viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (*Tab. n. 9.1*) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	*Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)*	*Cedimenti*
Z2b	*Zone con depositi granulari fini saturi*	*Liquefazioni*
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tab. n. 9.1 *– Scenari di pericolosità sismica locale (estratto da All. n. 5 D.G.R. n. 9/2616 del 30 novembre 2011).*

In particolare nel territorio comunale di Cunardo, sulla base delle precedenti analisi geologiche e geomorfologiche, sono state riconosciute le seguenti aree di pericolosità sismica locale (PSL):

Z1a) Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi:
comprende l'area di versante affacciata sul lago di Ghirla, nella quale i rilievi hanno evidenziato la presenza di fenomeni di crollo.

Z1b) Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti: comprende le aree nelle quali i rilievi effettuati hanno messo in luce la presenza di fenomeni di dissesto quiescenti: si tratta di due settori ubicati ad Ovest del centro urbanizzato di Cunardo, dove sono stati riconosciuti fenomeni di franosità diffusa e di erosione regressiva alla testata di un impluvio.

Z1c) Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana: comprende le aree nelle quali, in base a considerazioni sulla litologia dei terreni affioranti e sulla pendenza, oltre che dalle evidenze in sito, si ritengono possibili fenomeni di dissesto. Si tratta

prevalentemente di aree in corrispondenza dei rilievi montuosi e collinari e in genere dei versanti non antropizzati a Nord e Sud del territorio comunale.

Z2a) Zona con presenza di cavità carsiche: comprende le aree nelle quali sono state osservate forme di origine carsica (doline, inghiottitoi), per le quali si possono ipotizzare, in seguito a sisma, fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee. Questa casistica di scenario di amplificazione, non compreso nella classificazione proposta dalla regione, è stato inserito nella categoria Z2a per similitudine con l'effetto previsto (cedimento).

Z3a) Zona di ciglio: è evidenziato sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto l'orlo delle scarpate principali, aventi altezza superiore a 10 m e inclinazione superiore a 10°. Sono state riconosciute scarpate, pareti in roccia e orli di terrazzo fluviale ubicati per lo più nei settori Nord-occidentale (Monti di Castelvecchio) e meridionale del territorio comunale (Ponte Nativo e Monte Scerrè).

Z3b) Zona di cresta e/o cocuzzolo: anch'esse evidenziate sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto le linee di cresta principali; si tratta prevalentemente di creste arrotondate. Tali elementi sono stati riconosciuti a Nord e Sud-Est del territorio comunale in corrispondenza di rilievi montuosi e collinari.

Tutta la porzione di territorio compresa tra il ciglio di scarpata o la linea di cresta/cocuzzolo e la base del pendio è soggetta, in misura differente, ai fenomeni di amplificazione sismica. L'estensione dell'area di influenza delle linee di scarpata è stata determinata in funzione dell'altezza della scarpata in accordo alle indicazioni di cui all'All. 5 alla D.G.R. n. 9/2616/11, basate su considerazioni relative alla modalità di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo, come riportato nella seguente tabella.

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Area di influenza
10 m ≤ H ≤ 20 m	10° ≤ α ≤ 90°	A_i = H
20 m ≤ H ≤ 40 m		A_i = 3/4 H
H > 40 m		A_i = 2/3 H

Tab. n. 9.2 *– Determinazione dell'area di influenza.*

Z4a) Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi: in questa zona è compreso tutto il settore centrale del territorio comunale in corrispondenza del solco vallivo del Torrente Margorabbia, caratterizzato prevalentemente da materiali ghiaiosi e sabbiosi.

Z4c) Zone morenica: in questa zona sono comprese le aree settentrionali e meridionali dei versanti montuosi e collinari, caratterizzate da estese coperture glaciali.

Z5) Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse: è evidenziato sulla cartografia da un elemento lineare che delimita il contatto stratigrafico tra i depositi sciolti di origine morenica e alluvionale ed il substrato roccioso carbonatico e porfirico.

È bene sottolineare che la carta della pericolosità sismica locale rappresenta un approccio di tipo qualitativo che può essere successivamente suffragato da studi localizzati con maggior grado di approfondimento.

All'interno delle aree definite come suscettibili di amplificazione sismica ed in prossimità delle linee di ciglio e di cresta (entro una distanza pari a c.ca l'altezza complessiva della relativa scarpata), nel caso di costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali

essenziali (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), devono essere sviluppati anche i livelli di approfondimento 2^ e 3^.

Si propone che anche per costruzioni residenziali ed industriali di particolare importanza (elevati volumi) vengano applicati il 2^ livello ed eventualmente anche il 3^ livello di approfondimento.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Tab. n. 9.3 – *Sintesi di adempimenti e le tempistiche (estratto da D.G.R. n. 9/2616 del 30 novembre 2011).*

Si sottolinea che nel caso di sovrapposizione tra zone a pericolosità sismica locale Z3 e Z4 dovranno essere verificati i fattori di amplificazione secondo entrambe le tipologie di effetto. Nel caso di sovrapposizione tra Z1 / Z2 e Z4 / Z3, dovranno invece essere rispettate le prescrizioni più restrittive dovute agli elementi di instabilità e cedimento (Z1 e Z2).

Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3^ livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

Nell’impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell’edificio.

10 VINCOLI

La carta dei vincoli (*Tav. n. 6*) è stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000; vi sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89;
- Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- Geositi.

Nell'ambito del territorio comunale di Cunardo sono stati individuati i seguenti vincoli.

10.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89

Sono presenti sul territorio comunale di Cunardo vincoli derivanti dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po:

Zona I – si tratta di un'area ubicata nel settore orientale del territorio comunale, in loc. Maglio. L'area, riportata nell'Allegato 4.1 dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (117-LO-VA Tavola 1 di 3) risulta potenzialmente interessata da inondazioni per eventi di piena del T.te Margorabbia con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni; l'area è stata ri-perimetrata in base alle risultanze di un apposito studio idraulico (Ing. Amolari, dicembre 2004)

Nelle aree perimetrate come ZONA I esterne ai centri edificati, sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 27, comma 1 della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purchè non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

Nelle aree della ZONA I interne ai centri edificati si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti, fatto salvo il fatto che l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica,

le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

Inoltre sono stati inseriti gli elementi presenti nella Carta inventario dei Fenomeni franosi della Regione Lombardia, attentamente valutati tramite rilievi di terreno, e altri fenomeni riconosciuti in base a rilievi in sito, in aggiornamento del sopraccitato quadro del dissesto presente nel SIT regionale; in particolare si tratta di:

Aree di frana attiva (Fa):

In questa categoria è stata inserita l'area di versante affacciata sul Lago di Ghirla e soggetta a fenomeni di crollo.

Questa porzione di territorio è soggette all'applicazione dell'art. 9, comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI.

Nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;

- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Aree di frana quiescente (Fq): sono state comprese entro questa categoria le aree in dissesto con stato di attività quiescente: si tratta di quattro settori caratterizzati da franosità diffusa (Ponte Nativo vicino alla grotta "Antro dei Morti" e testata del Riale Garza ed erosione regressiva (testata del Riale Pianda).

Nelle aree Fq, oltre agli interventi previsti per le aree di frana attiva, sono consentiti (art. 9, comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI)

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 27, comma 1 della L.R. 12/05, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purchè consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio

delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Aree di frana stabilizzata (Fs): sono state comprese entro questa categoria le due aree in dissesto che risultano stabilizzate: si di un'area a presente a monte della S.P. n. 43 in loc. Camadrino (stabilizzata per inerbimento) e un'area in corrispondenza dell'opera di sbarramento dell'ENEL sul Torrente Margorabbia (stabilizzata con la costruzione di un muro di contenimento).

In base all' art. 9, comma 4 delle Norme di Attuazione del PAI nelle aree Fs compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

Aree a pericolosità molto elevata (Ee): si tratta delle aree prossime al corso del T.te Margorabbia interessate da fenomeni di esondazione con tempi di ritorno di 50 anni; le aree sono state perimetrate in base alle risultanze dello studio idraulico (Ing. Amolari, dicembre 2004); in questa categoria sono comprese anche le aree limitrofe al T.te Lisascora, perimetrate in base ad evidenze morfologiche.

Le attività in queste aree sono regolate dall' art. 9 comma 5 delle Norme di Attuazione del PAI, Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;

- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Aree a pericolosità media o moderata (Em): comprende le porzioni di territorio circostanti il T.te Margorabbia allagabili con minor frequenza in seguito ad eventi meteorici eccezionali (tempi di ritorno fino a 200 anni), perimetrate in base alle risultanze dello studio idraulico.

Nelle aree Em compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della

L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

10.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni, devono essere riportate le fasce di rispetto individuate nello studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore, nella Carta dei Vincoli vengono quindi riportate le fasce di rispetto così come perimetrale nello studio "Individuazione del Reticolo Idrico Minore" redatto da Idrogea Servizi S.r.l. nel 2007 e approvato dalla Regione Lombardia.

In base a questo studio le fasce di rispetto dei torrenti presentano estensione pari a 10 m dal ciglio spondale ad esclusione di due tratti tombinati del Riale Nosavalle, di un affluente dello stesso e di un breve tratto alla testa del Riale Garza, in questi corsi d'acqua le fasce di rispetto hanno estensione pari a 4 m.

10.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, delle sorgenti pubbliche ubicate nel territorio comunale; si tratta delle sorgenti denominate "Pianda", localizzate in corrispondenza della testata del Riale Pianda e utilizzate a scopo idropotabile dal Comune di Ferrera.

L'***area di tutela assoluta*** (art. 94 comma 3 D.Lgs. 152/2006) e' costituita dall'area immediatamente circostante la captazione: essa deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta (recinzioni; sistemi di allontanamento delle acque meteoriche; impermeabilizzazione del terreno superficiale; difesa da esondazioni

di corpi idrici superficiali) e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

L'***area di rispetto*** è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta; nel caso delle sorgenti presenti nel Comune di Cunardo è stata perimetrata con il criterio geometrico: circonferenza di raggio 200 m con centro nel punto di captazione che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione stessa.

Quest'area deve essere sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata (art. 94 comma 4 D.Lgs. 152/2006). In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

a. dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
b. accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
c. spandimento di 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;
d. dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
e. aree cimiteriali;
f. apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
g. 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;
h. gestione di rifiuti;

i. stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
l. centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
m. pozzi perdenti;
n. pascolo e stabulazione di 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 gli insediamenti o le attività di cui ai punti precedenti, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

All'interno delle zone di rispetto le seguenti strutture od attività:

a) fognature;
b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 5.

sono disciplinate dalla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del D.Lgs. 152/99 e successive modificazioni".

10.4 GEOSITI

L'elenco dei geositi della Regione Lombardia (Allegato 14 della D.G.R 30 novembre 2011 n. 9/2616) comprende la località tipo della Formazione di Cunardo, caratterizzata da un valore geologico stratigrafico di livello nazionale.

La località tipo (Allasinaz) è ubicata in località Ponte Nativo.

I geositi di prevalente interesse geologico-stratigrafico, devono essere salvaguardati nelle loro potenzialità scientifiche e didattiche, garantendone l'accessibilità e la visibilità; sono pertanto da escludersi gli interventi che possono nascondere alla vista le esposizioni o impedir la possibilità di accedervi e visitarli.

11 SINTESI

11.1 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE - INTRODUZIONE

Al fine di raccogliere, in un unico elaborato, le informazioni più significative per la pianificazione territoriale è stata proposta una Carta di Sintesi, alla scala 1:5.000, che evidenzia i differenti aspetti dell'area oggetto di studio, risultato delle precedenti fasi di analisi.

L'elaborato risulta essere il documento finalizzato al gruppo interdisciplinare di progettazione del piano ed avrà lo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio al fine di procedere a valutazioni diagnostiche.

Tale documento, in conformità alle specifiche tecniche di cui alla Direttiva regionale N° 9/2616 del 30-11-2011, in attuazione della L.R. 12/05, alle linee guida metodologiche ed alle indicazioni classificative ivi contenute è stato elaborato attraverso la sovrapposizione dei singoli tematismi considerati, che sono parsi i più idonei per descrivere compiutamente le caratteristiche del territorio comunale. Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di dettaglio sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio.

La carta di sintesi riporta una zonizzazione del territorio comunale, che consente di visualizzare la pericolosità geologica intrinseca dei vari settori e di tradurla in termini d'idoneità all'utilizzazione urbanistica. All'interno della direttiva vengono elencate tutte le possibili classi entro cui porre le aree sensibili.

Per rendere più agevole la lettura, le categorie riportate nella delibera sono state suddivise in classi e numerate progressivamente.

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 a pericolosità potenziale per grandi frane complesse	4
A.7	Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	4
A.8	Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide	4*
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 di 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 interessate da valanghe già avvenute	4
A.15	Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
A.16	Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti	3
A.17	Aree estrattive attive o dimesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area	3
A. …	Altro	

B)	**AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO**	**Classe di fattibilità**
B.1	Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al D-Lgs 258/2000	3
B.2	Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti)	4
B.3	Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	3
B.4	Aree interessate da carsismo profondo con presenza di inghiottitoi e doline	4
B.5	Aree interessate da intensa fratturazione (faglie, famiglie di fratture, etc.)	
B. …	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 allagate in occasione di eventi 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	3
C.3	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.4	Aree soggette ad esondazione lacuale	3
C.5	Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali nelle quali non siano state realizzate opere di difesa e quando non è possibile definire un tempo di ritorno	4
C.6	Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni efficaci ed efficienti, delle quali sia stato verificato il corretto	3

	dimensionamento secondo i criteri di cui all'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	
C.7	Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
C.8	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	4
C.9	Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina - pianura	3
C. ..	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, aree colmate	3
D. …	Altro	

*Classi di ingresso di fattibilità che non possono essere variate.

Le aree che non rientrano in nessuna delle classi di sintesi in tabella, sono state inserite in una "*classe F*" (*aree a debole vulnerabilità geologica*), caratterizzata per la non rilevante presenza di fenomeni geologici e geomorfologici.

11.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO

Qui di seguito sono elencate le classi effettivamente rinvenibili sul territorio del Comune di Cunardo:

Classe A: aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- ***A.1***: Aree soggette a crollo di massi (distacco e accumulo);
- ***A.4***: Aree di frana quiescente;
- ***A.11a***: Aree a pericolosità potenziale elevata per la possibilità di innesco di colate in detrito e terreno;
- ***A.11b***: Aree a pericolosità potenziale medio-bassa per la possibilità di innesco di colate in detrito e terreno;
- ***A.16***: Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti;
- ***A.17***: Aree estrattive dimesse non ancora recuperate;
- ***A.18***: Aree di protezione dei cigli di scarpata interessati da fenomeni di erosione;
- ***A*.19**: Aree interessate da carsismo (caratterizzate da inghiottitoi e doline).

Classe B: aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- ***B.6***: Aree vulnerabili per presenza di acquiferi carsici ad elevata permeabilità per fratturazione.

Classe C: aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:

- ***C.1***: Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (tempi di ritorno fino a 50 anni);
- ***C.2***: Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (tempi di ritorno fino a 200 anni);
- ***C.7***: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale;
- ***C.10:*** Aree sede di scorrimento concentrato delle acque superficiali in relazione ad eventi meteorici eccezionali;
- ***C.11:*** Aree d'accumulo d'acqua in occasione di intense precipitazioni.

Classe D: Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- ***D.1***: Aree di possibile ristagno, torbose e paludose.

Classe F: aree a debole vulnerabilità geologica:

- ***F.1***: Aree ad acclività tra 15° e 20° in substrato roccioso subaffiorante, con possibilità di movimenti tipo soliflusso e scorrimento delle acque non incanalate;
- ***F.2***: Aree semipianeggianti con substrato roccioso subaffiorante e discrete caratteristiche geotecniche;
- ***F.3***: Aree semipianeggianti caratterizzate dalla presenza di depositi fluvioglaciali e alluvionali con caratteristiche geotecniche variabili.

Le varie classi sono descritte di seguito indicando le tipologie di dissesto che le interessano con riferimenti geografici per la loro individuazione nelle cartografie tematiche relative.

11.3 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI

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 (delimitabili in base ad evidenze di terreno e/o ad informazioni storiche) sia quelli potenzialmente instabili.

A.1: AREE SOGGETTE A CROLLI DI MASSI

L'area in questione si colloca lungo il versante affacciato sul Lago di Ghirla, nella parte meridionale del territorio comunale, si tratta di una zona in cui sono presenti alcune pareti rocciose che possono dare origine a crolli di massi.

A.4: AREE DI FRANA QUIESCENTE

Le aree cosi rappresentate si trovano in Località Ponte Nativo (vicino all'area della grotta "Antro dei Morti"), sulla sponda orografica destra del Riale detto Garza e alla testata del Riale Pianda. In questo ultimo caso la tipologia di movimento è classificata come erosione regressiva, mentre nei primi due contesti si tratta di franosità diffusa. In queste aree non si manifestano evidenti indizi di attività recente e/o segnali di possibile riattivazione.

A.11a: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE ELEVATA PER LA POSSIBILITÀ DI INNESCO DI COLATE IN DETRITO E TERRENO

A.11b: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE MEDIO BASSA PER LA POSSIBILITÀ DI INNESCO DI COLATE IN DETRITO E TERRENO

L'elevata acclività e la presenza di coperture formate da depositi sciolti, creano una situazione di potenziale pericolo, specialmente in caso di eventi metereologici eccezionali o in caso di interventi antropici destabilizzanti, con possibilità di innesco di movimenti franosi o di lenta evoluzione, per soliflusso, del versante. Nella categoria A.11a rientrano i settori di territorio che lo studio di dettaglio ha caratterizzato con una pericolosità elevata (H4); nella categoria A.11b rientrano i settori classificati con pericolosità media (H3) e bassa (H2). Si tratta in generale dei versanti delle principali incisioni vallive, dei pendii dei Monti di Castelvecchio e del Monte Scerrè.

A.16: AREE PROTETTE DA INTERVENTI DI DIFESA EFFICACI ED EFFICIENTI

Appartengono a questa classe di sintesi l'area di frana stabilizzata a monte della S.P. n. 43 in loc. Camadrino e la frana stabilizzata in corrispondenza dell'opera di sbarramento dell'ENEL sul Torrente Margorabbia. Nel primo caso la stabilizzazione è dovuta all'inerbimento del pendio, mentre nel secondo caso è stato costruito un muro di contenimento.

A.17: AREE ESTRATTIVE DIMESSE NON ANCORA RECUPERATE;

Sono state riportate le perimetrazioni di due distinte aree estrattive abbandonate in località "Le Fornaci" così come riportate nel Piano cave provinciale. I vecchi fronti estrattivi non presentano gravi evidenze di instabilità e appaiono quasi del tutto obliterati per la presenza di vegetazione.

A.18: AREE DI PROTEZIONE DEI CIGLI DI SCARPATA INTERESSATI DA FENOMENI DI EROSIONE

Si tratta di aree prossime ai cigli di erosione dei corsi d'acqua attivi, che potrebbero essere interessate dal progredire dei fenomeni erosivi e di dissesto innescati dall'azione delle acque.

A.19: AREE INTERESSATE DA CARSISMO (INGHIOTTITOI E DOLINE)

Appartengono a questa categoria di sintesi le porzioni di territorio, a Nord e a Sud del T. Margorabbia; la situazione più critica riguarda il settore a Nord su cui sorge il centro abitato di Cunardo.

Le situazioni di potenziale pericolo sono legate alla possibile evoluzione del processo carsico che porta alla formazione delle doline. Il perdurare dei fenomeni di corrosione del substrato calcareo e conseguente asportazione di materiale dissolto, può provocare il crollo improvviso del diaframma detritico che ricopre il substrato stesso. Tale fenomeno è già stato ripetutamente segnalato in alcuni punti del centro abitato.

B Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

B.6: AREE VULNERABILI PER PRESENZA DI ACQUIFERI CARSICI AD ELEVATA PERMEABILITÀ PER FRATTURAZIONE

Ricade in questa categoria di sintesi buona parte del territorio comunale, a causa della quasi costante presenza di rocce

carbonatiche (sia affioranti che subaffioranti) interessate da fenomeni di natura carsica e da fratturazione, che le rendono molto permeabili (permeabilità secondaria).

Pertanto in queste aree gli acquiferi presenti sono potenzialmente vulnerabili a qualsiasi fonte di inquinamento.

C Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

C.1: AREE RIPETUTAMENTE ALLAGATE IN OCCASIONE DI PRECEDENTI EVENTI ALLUVIONALI O FREQUENTEMENTE INONDABILI (TEMPI DI RITORNO FINO A 50 ANNI)

Si tratta di una fascia che circonda il T. Margorabbia in località Maglio e Molino Vecchio: comprende, lungo la sponda destra, le aree interessate dalla piena ordinaria con tempo di ritorno pari a 50 anni. Sono comprese in questo ambito anche alcuni settori prossimi al T.te Lisascora e alla confluenza tra Lisascora e Margorabbia, caratterizzati da fenomeni di divagazione fluviale ed esondazione deliitati sulla base di evidenze morfologiche (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).

C.2: AREE ALLAGATE IN OCCASIONE DI EVENTI METEORICI ECCEZIONALI O ALLAGABILI CON MINORE FREQUENZA (TEMPI DI RITORNO FNO A 200 ANNI)

La perimetrazione di questa area, basata sullo studio idraulico del T. Margorabbia, coincide con le aree esondabili secondo una piena catastrofica con tempi di ritorno fino a 200 anni. Il tratto esaminato non è sufficiente al contenimento delle portate critiche ad esclusione del tratto arginato con massi ciclopici.

C.7: AREE INTERESSABILI DA FENOMENI DI EROSIONE FLUVIALE

Corrispondono a quelle aree in prossimità dei corsi d'acqua minori dove si sono evidenziati, durante i rilevamenti in sito, fenomeni di erosione delle sponde e conseguentemente possibili fenomeni di esondazione, dissesto, arretramento dei cigli di sponda e accumulo di detriti connessi alla dinamica torrentizia.

C.10: AREE SEDE DI SCORRIMENTO CONCENTRATO DELLE ACQUE SUPERFICIALI IN RELAZIONE AD EVENTI METEORICI ECCEZIONALI

I fenomeni insistenti sono principalmente legati all'azione delle acque superficiali, che possono creare situazioni di criticità durante eventi meteorici eccezionali (allagamenti/ristagni, venute d'acqua, erosioni incanalate, scorrimento delle acque lungo sedi stradali e sentieri, etc.).

Tali aree sono interessate anche dalla presenza di vallecole e piccole depressioni in genere allineate, che raccolgono le precipitazioni meteoriche e le convogliano più a valle. L'impostarsi di tale morfologia riveste importanza primaria in quanto azione limitatrice del ruscellamento diffuso e dell'erosione del suolo; risulta quindi necessario che le scelte urbanistiche tendano a preservare il modellato topografico esistente, evitando di interrompere deflussi idrici superficiali già inalveati.

Tale fenomeno è evidenziato nella porzione orientale e sud-orientale del centro urbanizzato di Cunardo e nelle località Barlera, Mottaccio, Casanuova, Raglio e Cantonaccio.

C.11: AREE D'ACCUMULO D'ACQUA IN OCCASIONE DI INTENSE PRECIPITAZIONI

Si tratta di alcune aree circoscritte localizzate a valle di via Ronchetto, presso via Leopardi e in Loc. Fornaci; la conformazione morfologica di questi settori fa si che le acque di ruscellamento superficiale, soprattutto quelle defluenti lungo la viabilità, si concentrino in questi punti.

D Aree che presentano caratteristiche geotecniche scadenti

D.1: AREE DI POSSIBILE RISTAGNO TORBOSE E PALUDOSE

Le aree così identificate si trovano unicamente presso Ponte Nativo, dove il "Riale detto di Riano" confluisce nel T.te Margorabbia. Si caratterizzano per la permanente presenza di ristagno d'acqua, che comporta un peggioramento delle caratteristiche geotecniche.

F Aree a debole vulnerabilità geologica

Ricadono in questa categoria di sintesi tutte le aree che, in fase di studio, non hanno mostrato particolari situazioni di criticità geologica e geomorfologica in atto.

F.1*: AREE AD ACCLIVITÀ TRA 15° E 20° IN SUBSTRATO ROCCIOSO SUBAFFIORANTE, CON POSSIBILITÀ DI MOVIMENTI TIPO SOLIFLUSSO E SCORRIMENTO DELLE ACQUE NON INCANALATE*

Sono tutte quelle aree che presentano un discreto grado di acclività con presenza di un substrato coperto da coltri poco sviluppate di depositi morenici e/o di alterazione del substrato stesso.

Le eventuali problematiche sono da ricercare nella possibilità di innesco di locali movimenti gravitativi anche in relazione allo scorrimento delle acque superficiali, in concomitanza di eventi meteorici eccezionali.

F.2: AREE SEMIPIANEGGIANTI CON SUBSTRATO ROCCIOSO SUBAFFIORANTE E DISCRETE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Sono le aree debolmente ondulate poste al margine Nord-occidentale del territorio comunale. Anche in questo caso il substrato roccioso risulta ricoperto da depositi di natura glaciale con caratteristiche geotecniche (stimate) discrete, ma da valutare

localmente in relazione alla possibile presenza di acqua di falda superficiale.

F.3: AREE SEMIPIANEGGIANTI CARATTERIZZATE DALLA PRESENZA DI DEPOSITI FLUVIOGLACIALI E ALLUVIONALI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE VARIABILI

Le aree ricadenti in questa categoria di sintesi sono ubicate nella parte centrale del territorio studiato. Le problematiche possono essere dovute alla presenza di acque di falda, anche in relazione alla vicino corso del Torrente Margorabbia e a situazioni geotecniche sfavorevoli, connesse a locali lenti a granulometria fine tipiche di depositi fluvioglaciali.

12 FATTIBILITÀ 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 di analisi) 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, *per ogni classe di fattibilità*, indicazioni generali in riferimento alle *cautele* e alle *indagini* necessarie, da *effettuarsi preventivamente all'intervento edificatorio e non in fase esecutiva.*

Nelle zone di passaggio tra le differenti classi di fattibilità geologica, sia per i limiti grafici delle basi topografiche utilizzate che per i possibili mutamenti naturali del territorio, dovrà essere prestata particolare attenzione all'intorno dei limiti, considerando l'eventualità che essi possano subire rettifiche negli studi di approfondimento in base ad indagini geologiche specifiche.

12.1 PREMESSA

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.

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

12.2 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate modeste condizioni limitative all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi.

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

D: PERICOLOSITÀ PER CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI

- ***D.1:*** *Aree di possibile ristagno torbose e paludose*

Si tratta di aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, dovute alla presenza di ristagni idrici, localizzati in corrispondenza dei litotipi più fini e delle aree depresse; talvolta si tratta di aree umide che presentano un certo pregio naturalistico-ambientale, che nel complesso del territorio comunale potrebbero essere tutelate e valorizzate.

Gli interventi in queste aree devono essere preceduti da una *relazione geologica e geotecnica* ai sensi del *D.M. 14.01.2008* ("*Norme tecniche per le costruzioni"*) dove in dettaglio si dovrà:

- Ricostruire la *stratigrafia del sottosuolo* e l'*assetto idrogeologico* dell'area per un intorno significativo;
- caratterizzare, mediante indagini e prove geognostiche puntuali (spinte al di sotto del piano di posa delle fondazioni e interessanti lo spessore di terreno sul quale andrà ad agire il carico) e/o di laboratorio, estese ad un intorno significativo, la *meccanica dei terreni di fondazione* e definire l'interazione strutture-terreno; il tipo di fondazione dovrà essere valutato dal progettista solo in seguito al risultato delle prove;
- analizzare la *stabilità* a breve e lungo termine *dei fronti di scavo*, con verifica delle possibili interazioni areali.

F: AREE A DEBOLE VULNERABILITÀ GEOLOGICA

- ***F.1**: Aree ad acclività tra 15° e 20° in substrato roccioso subaffiorante, con possibilità di movimenti tipo soliflusso e scorrimento delle acque non incanalate;*
- ***F.2**: Aree semipianeggianti con substrato roccioso subaffiorante e discrete caratteristiche geotecniche;*
- ***F.3**: Aree semipianeggianti caratterizzate dalla presenza di depositi fluvioglaciali e alluvionali a caratteristiche geotecniche variabili.*

Si tratta di aree con un grado di acclività da medio a basso, con substrato roccioso subaffiorante o ricoperto da depositi glaciali e fluvioglaciali con comportamento geotecnico variabile, anche in relazione alla presenza di locali lenti a granulometria fine. Lungo il T.te Margorabbia si possono avere problematiche legate alla presenza di una falda a debole profondità.

La documentazione progettuale dovrà prevedere uno *studio geologico* che valuti oltre alle caratteristiche litologiche dell'area anche la presenza di fenomeni geomorfologici attivi e il grado di stabilità naturale del pendio, al fine di *stabilire le reali condizioni di pericolosità* e gli eventuali accorgimenti per garantire le necessarie

condizioni di sicurezza del versante e dell'opera in progetto; particolare attenzione dovrà essere posta alle modalità di smaltimento delle acque meteoriche ed al rapporto tra opera e versante in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica (soprattutto per le aree ricadenti in classe di sintesi F.1).

Per tali zone dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni dettate dal *D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, verificando a scala locale la presenza di eventuali elementi di pericolosità.

In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano lo scorrimento non controllato delle acque con susseguente erosione lungo il versante e che impediscano l'assorbimento naturale nel sottosuolo. Le recinzioni, che potrebbero fungere da sbarramento al naturale deflusso delle acque superficiali, dovrebbero essere di tipo permeabile.

Si dovrà inoltre porre attenzione alla profondità di riscontro di eventuali acquiferi superficiali, valutandone eventualmente il grado di vulnerabilità in relazione all'utilizzo a scopo idropotabile.

12.3 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati, per il superamento dei quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

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 a consistenti limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

A: PERICOLOSITÀ PER INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- ***A.4:*** *Aree di frana quiescente;*
- ***A.16:*** *Aree protette da interventi di difesa efficienti ed efficaci;*
- ***A.11b****: Aree a pericolosità potenziale medio bassa per la possibilità di innesco di colate in detrito e terreno;*
- ***A.17****: Aree estrattive dimesse non ancora recuperate;*
- ***A.18****: Aree di protezione dei cigli di scarpata interessati da fenomeni di erosione;*
- ***A.19***: *Aree interessate da carsismo (caratterizzate da inghiottitoi e doline).*

Si tratta di aree di versante caratterizzate da fenomeni di dissesto quiescenti (A.4) con scarsi indizi di attività recente; fenomeni di dissesto potenziali (A.11b, A.18, A.17) in relazione all'acclività dei pendii, alla loro natura litologica e alla pregressa attività estrattiva; fenomeni di dissesto stabilizzati (A.16).

All'interno di questi settori dovranno essere previsti indirizzi urbanistici volti alla limitazione del carico insediativo sul territorio (piccola edilizia residenziale e/o produttiva): si tratta infatti di aree che possono potenzialmente dare luogo a fenomeni di dissesto, specialmente in caso di incontrollata modifica dell'assetto morfologico.

Nelle classi A.4, A.11b, A.16, A.17 e A.18 ogni nuova opera edificatoria andrà supportata da una specifica *relazione geologica* che definisca nel dettaglio, attraverso rilievi e prove in sito e/o di laboratorio, le locali caratteristiche stratigrafiche, i processi geomorfologici agenti e le proprietà dei materiali in modo da *valutare puntualmente le condizioni di stabilità naturale e in relazione all'opera da realizzarsi* (secondo quanto previsto anche dal

D.M. 14.01.2008). Particolari attenzioni dovranno inoltre essere poste al controllo delle acque superficiali, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento incontrollato che potrebbero condurre al deterioramento delle condizioni di stabilità delle aree limitrofe.

Si ricorda inoltre che per le aree comprese in classe di sintesi A.4 valgono le norme specificate nell' art. 9 comma 3 del PAI, che risultano più restrittive rispetto alla normativa della classe di fattibilità 3, mentre nelle aree comprese nella classe A.16 valgono le norme specificate nell' art. 9, comma 4 del PAI .

Nella classe di sintesi A.19, dove l'elemento di pericolosità è costituito dall'evoluzione del processo carsico che può portare alla formazione di improvvise voragini, oltre a quanto specificato sopra, dovranno essere effettuate apposite indagini (eventualmente tramite metodologia geofisica) finalizzate alla *individuazione e delimitazione di forme sepolte di origine carsica*.

B: PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

- ***B.6:*** *Aree vulnerabili per presenza di acquiferi carsici ad elevata permeabilità per fratturazione.*

Si tratta di aree idonee all'urbanizzazione, nelle quali dovranno essere rispettate alcune cautele soprattutto dal punto di vista ambientale per la tutela delle caratteristiche chimico fisiche delle acque. Si tratta infatti di settori caratterizzati da una situazione di vulnerabilità intrinseca medio alta dovuta alla tipologia carsica dell'acquifero.

Al fine di salvaguardare l'acquifero ogni nuovo progetto dovrà prevedere il recapito delle acque reflue in fognatura; per gli insediamenti isolati, privi di fognatura comunale, è ammesso lo scarico in corpo idrico superficiale e nel suolo/sottosuolo solo con utilizzo di idoneo sistema di trattamento delle acque reflue quali ad esempio pozzetti degrassatori, vasche imhoff, fosse settiche (D.G.R.

05/04/06 n. 8/2318 "*Norme Tecniche Regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art. 3, comma 1 del Regolamento Reg. 2006, n. 3*") e con autorizzazione degli Enti competenti.

Gli interventi dovranno essere supportati da *indagini idrogeologiche e geomeccaniche approfondite* per la definizione delle modalità di circolazione delle acque e la valutazione delle interazioni con l'opera in progetto (*vulnerabilità idrogeologica del sistema acquifero)*. Gli interventi edificatori dovranno considerare, attraverso adeguati studi, l'interazione tra la circolazione idrica sotterranea e lo smaltimento delle acque meteoriche e reflue.

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*.

C: PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDRAULICA

- **C.2***: Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (con tempi di ritorno di 200 anni);*
- **C.10***: Aree sede di scorrimento concentrato delle acque superficiali in relazione ad eventi meteorici eccezionali;*
- ***C.11****: Aree di accumulo d'acqua in occasione di intense precipitazioni.*

Nelle aree classificate in classe C.2 sono compresi i settori interessati da esondazione con tempi di ritorno eccezionali, aventi pericolosità media o moderata. Si tratta di aree idonee all'utilizzazione urbanistica a condizione che, per le nuove

edificazioni, vengano realizzati interventi tecnici a protezione delle eventuali acque di inondazione.

Tutti gli interventi, dalle nuove opere alla ristrutturazione, dovranno essere conformi ai seguenti aspetti prescrittivi:

- le acque reflue e meteoriche dovranno essere raccolte ed adeguatamente smaltite;
- la possibilità di realizzazione di locali interrati dovrà essere attentamente valutata nelle zone prospicienti i corsi d'acqua;
- ogni tipo di superficie abitabile e sede di processi industriali e di impianto tecnologico dovrà preferibilmente essere progettato considerando la massima quota di esondazione valutata almeno con tempi di ritorno centennali.

Dovranno essere chiaramente indicate, mediante uno *studio idraulico ed idrogeologico specifico*, le quote di inondabilità del lotto edificabile in relazione alla piena di riferimento e l'interazione tra l'intervento ed il deflusso delle acque di piena e le metodologie per la messa in sicurezza delle opere previste.

Per le nuove edificazioni devono essere eseguite specifiche e puntuali indagini atte ad accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni ed il progetto dovrà essere accompagnato da una relazione geologica, idrogeologica ed idrologica specifica che definisca nel dettaglio:

- l'analisi dell'assetto idrologico ed idrogeologico sia del sito di costruzione e/o intervento di modifica/trasformazione sia delle aree potenzialmente interagenti con il settore e definizione delle metodologie e soluzioni tecniche da adottare, comprendendo nell'analisi sia quanto attuabile come soluzione tecnica direttamente nell'opera sia quanto necessario realizzare a difesa del sito con eventuali interventi esterni;
- l'analisi del reticolo superficiale e la tipologia della dinamica morfologica del bacino;

- le portate di piena del reticolo idrografico presente, l'individuazione di eventuali punti critici e la definizione del grado di deflusso delle sezioni esistenti;
- la valutazione della possibile evoluzione territoriale e degli interventi attivi e/o passivi proponibili al fine di mitigare il rischio.

I progetti, correlati da relazioni geologiche e geotecniche, dovranno prevedere opere drenanti per evitare sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione.

Per le aree ricadenti nelle classi C.10 e C.11, caratterizzate da fenomeni di ruscellamento ed accumulo delle acque meteoriche, dovrà essere eseguito uno *studio geologico e geomorfologico di dettaglio corredato da approfondimenti di carattere idrologico* finalizzati a valutare le condizioni di deflusso delle acque superficiali non incanalate e a individuare metodologie idonee al loro controllo e al corretto convogliamento in opportuna sede, onde evitare situazioni di criticità quali allagamenti e venute d'acqua.

Di conseguenza non dovranno essere previsti interventi che favoriscano lo scorrimento non controllato delle acque con susseguente erosione lungo il versante e che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo; in particolare si consiglia di preservare il modellato topografico esistente, evitando di interrompere vallecole e depressioni con deflussi idrici superficiali già inalveati.

Dove due o più ambiti di pericolosità si sovrappongono (cfr Tav. n. 7: Carta di sintesi), la relazione di approfondimento dovrà toccare tutte le tematiche specifiche, secondo quanto visto sopra.

12.4 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)

In questa classe sono individuate le aree ove l'alto rischio geologico comporta gravi limitazioni per la modifica alla destinazione d'uso del territorio.

In tale ambito sono **escluse** nuove edificazioni, se non interventi volti al consolidamento e/o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo così come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a) b) e c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativi. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita *relazione geologica e geotecnica* che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

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

A: PERICOLOSITÀ PER INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- ***A.1**: aree soggette a crolli di massi;*
- ***A.11a**: Aree a pericolosità potenziale elevata per la possibilità di innesco di colate in detrito e terreno.*

In queste aree dovranno essere realizzati rilievi di dettaglio per la valutazione della dinamica geomorfologica agente sul pendio, indagini (prove in sito e/o di laboratorio) per la caratterizzazione stratigrafica dei terreni e per la valutazione delle loro caratteristiche meccaniche, al fine di valutare le condizioni di stabilità. I risultati delle indagini rappresentano la base per la progettazione delle opere di difesa e per le eventuali strutture di pubblico interesse.

Per la sistemazione delle aree in cui si sono verificati fenomeni di instabilità o per tutte quelle aree degradate o potenzialmente evolvibili in processi franosi, si consiglia l'utilizzo di interventi con tecniche di ingegneria naturalistica.

Nelle aree ricadenti nella classe di sintesi A.1 bisognerà attenersi a quanto riportato nelle Norme PAI, in particolare art. 9 comma 2.

C: PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDRAULICA

- ***C.1**: Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (tempi di ritorno fino a 50 anni);*
- ***C.7**: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale.*

Nelle aree ricadenti nella classe di sintesi C.1, classificate come aree a pericolosità molto elevata, bisognerà attenersi a quanto riportato nelle Norme PAI, in particolare art. 9 comma 5 (aree Ee) e art. 51 comma 3 (zona I).

In queste aree dovrà essere anche predisposto un sistema di monitoraggio finalizzato ad una puntuale definizione e valutazione della pericolosità dei fenomeni di dissesto, all'individuazione dei

precursori di evento e dei livelli di allerta al fine della predisposizione dei piani di emergenza, di cui all'art. 1, comma 4, della L. 267/1998, alla verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle opere eventualmente realizzate.

Per le aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale (C.7), saranno possibili ed auspicabili le operazioni di difesa dall'erosione spondale, arginale e in alveo e di regimazione dei flussi idrici, con particolare attenzione nelle aree antropizzate ai manufatti che attualmente interferiscono negativamente con il deflusso delle acque.

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).

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

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

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

BIBLIOGRAFIA

- **A.A.V.V.** (1993): *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo.*
- **A.A.V.V.** (1975): *Indagine multidisciplinare sul bacino idrografico del F. Margorabbia e sul Luinese (Prov. Di Varese)* – Regione Lombardia, Assessorato all'ecologia.
- **Amministrazione Provinciale di Varese** (1985): *Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000.*
- **Amministrazione Provinciale di Varese** (2005): *Studio idrogeologico della provincia di Varese.*
- **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.
- **Idrogea Servizi S.r.l.** (2007) – *Individuazione del reticolo idrico minore.* Comunità Montana del Piambello.
- **Idrogea Servizi S.r.l.** (2008) – *Rinnovo di concessione di derivazione ad uso potabile di acque pubbliche sotterranee. Rete acquedottistica del Comune di Cunardo.*
- **Società Geologica Italiana** (1990): *Alpi e Prealpi lombarde – Guide geologiche regionali.*

Appendice 1

Scheda per il censimento delle frane

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	1	Data di compilazione	Agosto 2010
Rilevatore	Studio CONGEO	Tipo di rilevamento	Diretto/segnalazione
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5087588	
	Longitudine	1484114	
Nome o località frana	Loc. Camadrino	Comune	Cunardo
Comunità Montana	Valganna Valmarchirolo	Provincia	Varese
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR	A4d2	Nome CTR	Lavena Ponte Tresa
Località minacciate direttamente	-	Comune	
Località minacciate indirettamente	-	Comune	
Data primo movimento	?	Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	418
Larghezza media (m)	150
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m^2) (6)	2138
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	200/10
Forma del versante (8)	2
Presenza di svincoli laterali (9)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità (11)	Substrato dolomitico-calcareo				Substrato dolomitico-calcareo
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione (12)					
	struttura della roccia (13)					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione (14)					
Terreno	unità (11)					
	facies (15)					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione (16)					
	grado di cementazione (14)					

4 - TIPO DI MOVIMENTO

			1	2
Crollo	in massa			
	di singoli blocchi	puntuale		
		diffuso		
Ribaltamento				
Scivolamento	rotazionale		X	
	traslativo			
superficie di movimento				
planare				
multiplanare				
circolare				
curvilinea				
non determinabile			X	
Espansione laterale				
Colata				
Subsidenza				

5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso				
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti (19)				
Portata (l/s)	1		1	
	2		2	
	3		3	
	4		4	
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA		X				

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione	X	X

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziali	Accertati		Potenziali
	Centro abitato			Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insediamenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	
	Autostrade, S.S., S.P.	X		Sbarramento totale corsi d'acqua	
	Strade comunali o consortili			Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche			.....	
	Dighe			.....	

Morti e dispersi		**Feriti**		**Evacuati**	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			**INTERVENTI PASSIVI**			**DRENAGGIO**		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		X
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			.....			.....		
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			**INTERVENTI ATTIVI IN PARETE**			**ALTRO**		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE

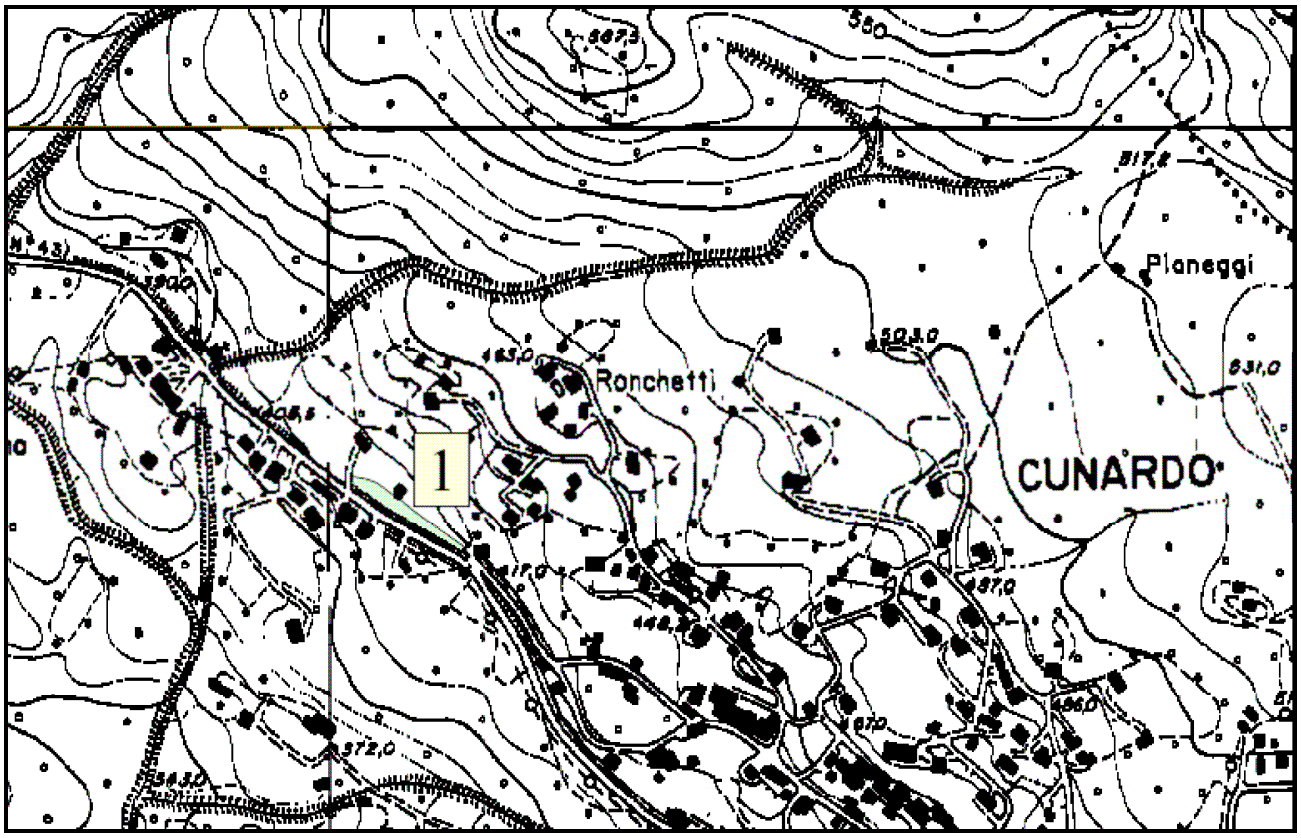
Si tratta di un'area soggetta a frane superficiali diffuse.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Inventario dei fenomeni franosi, Regione Lombardia

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	All. 1 - Corografia
Foto	
Sezioni	
Altro	



All. n. 1 – Corografia.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	2	Data di compilazione	Agosto 2010
Rilevatore	Studio CONGEO	Tipo di rilevamento	Diretto/segnalazione
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5087129	
	Longitudine	1484355	
Nome o località frana	Riale Garza	Comune	Cunardo
Comunità Montana	Valganna Valmarchirolo	Provincia	Varese
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR	A4d2	Nome CTR	Lavena Ponte Tresa
Località minacciate direttamente	-	Comune	
Località minacciate indirettamente	-	Comune	
Data primo movimento	?	Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	400
Larghezza media (m)	170
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m^2) (6)	18800
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	225/14
Forma del versante (8)	2
Presenza di svincoli laterali (9)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità (11)	Substrato dolomitico-calcareo				Substrato dolomitico-calcareo
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione (12)					
	struttura della roccia (13)					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione (14)					
Terreno	unità (11)					
	facies (15)					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione (16)					
	grado di cementazione (14)					

4 - TIPO DI MOVIMENTO

			1	2
Crollo	in massa			
	di singoli blocchi	puntuale		
		diffuso		
Ribaltamento				
Scivolamento	rotazionale		X	
	traslativo			
superficie di movimento				
planare				
multiplanare				
circolare				
curvilinea				
non determinabile			X	
Espansione laterale				
Colata				
Subsidenza				

5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso				
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti (19)				
Portata (l/s)	1		1	
	2		2	
	3		3	
	4		4	
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE	X					
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione	X	X

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziali	Accertati		Potenziali
	Centro abitato	X		Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insediamenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	X
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	X
	Strade comunali o consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche			.....	
	Dighe			.....	

Morti e dispersi		**Feriti**		**Evacuati**	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			**INTERVENTI PASSIVI**			**DRENAGGIO**		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			.....			.....		
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			**INTERVENTI ATTIVI IN PARETE**			**ALTRO**		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE

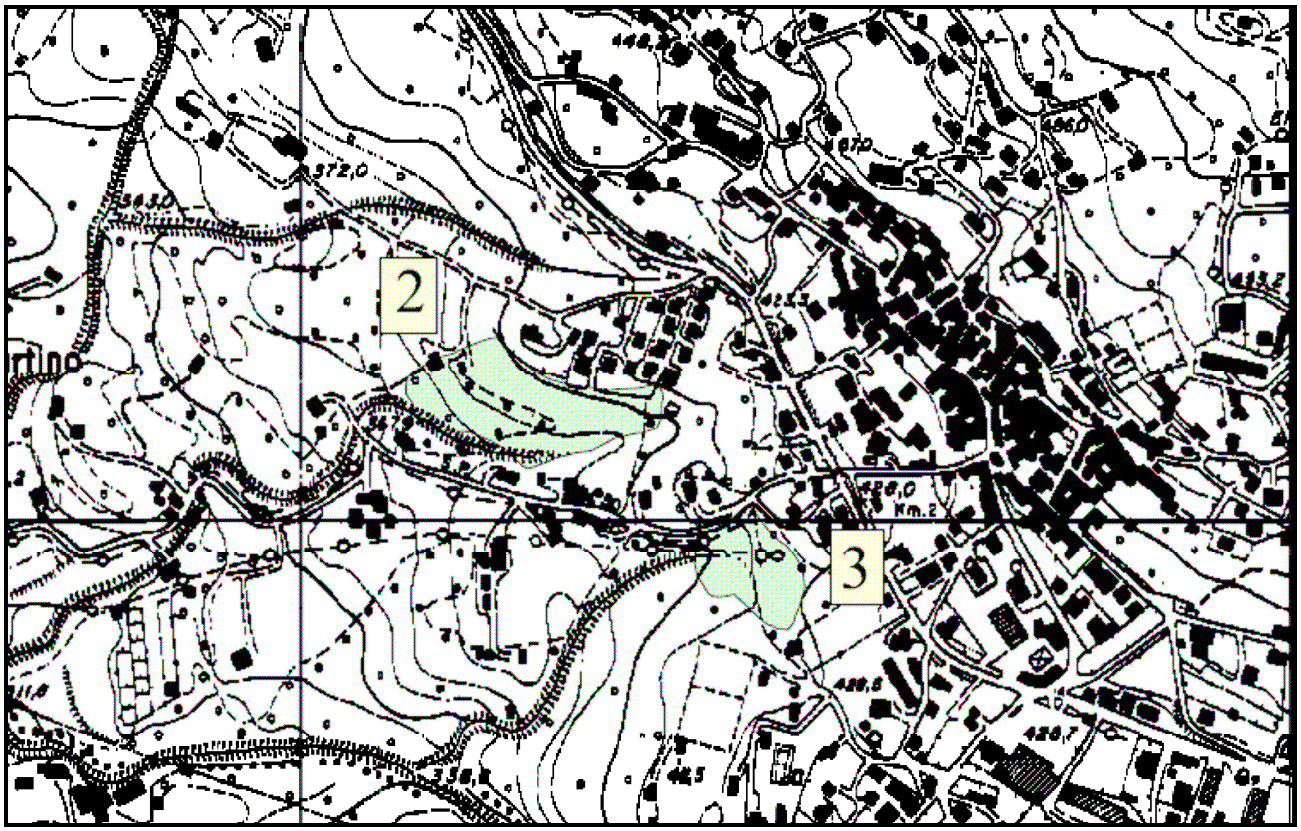
Si tratta di un'area soggetta a frane superficiali diffuse.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Inventario dei fenomeni franosi, Regione Lombardia

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	All. 2 -Corografia
Foto	
Sezioni	
Altro	



All. n. 1 – Corografia.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	3	Data di compilazione	Agosto 2010
Rilevatore	Studio CONGEO	Tipo di rilevamento	Diretto/segnalazione
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5086919	
	Longitudine	1484511	
Nome o località frana	Riale Pianda	Comune	Cunardo
Comunità Montana	Valganna Valmarchirolo	Provincia	Varese
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR	A4d2	Nome CTR	Lavena Ponte Tresa
Località minacciate direttamente	-	Comune	
Località minacciate indirettamente	-	Comune	
Data primo movimento	?	Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	420
Larghezza media (m)	110
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m^2) (6)	8750
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	270/17
Forma del versante (8)	3
Presenza di svincoli laterali (9)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità (11)	Substrato dolomitico-calcareo				Substrato dolomitico-calcareo
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione (12)					
	struttura della roccia (13)					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione (14)					
Terreno	unità (11)					
	facies (15)					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione (16)					
	grado di cementazione (14)					

4 - TIPO DI MOVIMENTO

			1	2
Crollo	in massa			
	di singoli blocchi	puntuale		
		diffuso		
Ribaltamento				
Scivolamento	rotazionale		X	
	traslativo			
superficie di movimento				
planare				
multiplanare				
circolare				
curvilinea				
non determinabile			X	
Espansione laterale				
Colata				
Subsidenza				

5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso				
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti (19)				
Portata (l/s)	1		1	
	2		2	
	3		3	
	4		4	
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE	X					
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento	X	
Estensione laterale	X	X
Avanzamento		X
Rimobilizzazione totale	X	X
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziali	Accertati		Potenziali
	Centro abitato	X		Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insediamenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	X
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	X
	Strade comunali o consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche			.....	
	Dighe			.....	

Morti e dispersi		**Feriti**		**Evacuati**	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			**INTERVENTI PASSIVI**			**DRENAGGIO**		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			.....			.....		
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			**INTERVENTI ATTIVI IN PARETE**			**ALTRO**		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE

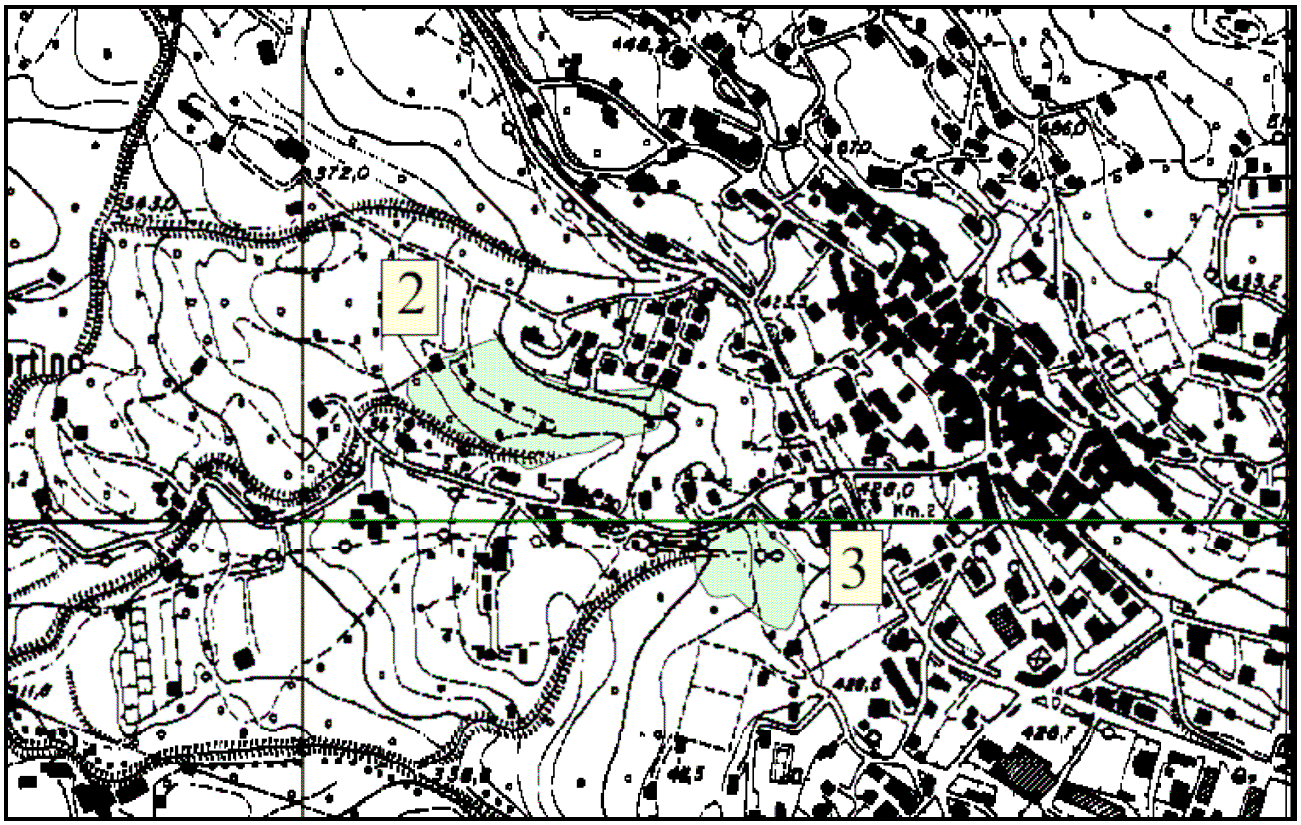
Si tratta di un'area soggetta a frane superficiali diffuse.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Inventario dei fenomeni franosi, Regione Lombardia

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	All. 1 - Corografia
Foto	
Sezioni	
Altro	



All. n. 1 – Corografia.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	4	Data di compilazione	Agosto 2010
Rilevatore	Studio CONGEO	Tipo di rilevamento	Diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5086576	
	Longitudine	1484440	
Nome o località frana	Ponte Nativo (Antro dei Morti)	Comune	Cunardo
Comunità Montana	Valganna Valmarchirolo	Provincia	Varese
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR	A4d2	Nome CTR	Lavena Ponte Tresa
Località minacciate direttamente	-	Comune	
Località minacciate indirettamente	-	Comune	
Data primo movimento	?	Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	420
Larghezza media (m)	35
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m^2) (6)	2370
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	320/18
Forma del versante (8)	1
Presenza di svincoli laterali (9)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità (11)	Substrato dolomitico-calcareo				Substrato dolomitico-calcareo
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione (12)					
	struttura della roccia (13)	stratificata				
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	292720				
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
		146/60				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione (14)					
Terreno	unità (11)					
	facies (15)					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione (16)					
	grado di cementazione (14)					

4 - TIPO DI MOVIMENTO

			1	2
Crollo	in massa			
	di singoli blocchi	puntuale		
		diffuso	X	
Ribaltamento				
Scivolamento	rotazionale		X	
	traslativo			
superficie di movimento				
planare				
multiplanare				
circolare				
curvilinea				
non determinabile			X	
Espansione laterale				
Colata				
Subsidenza				

5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso				
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti (19)				
Portata (l/s)	1		1	
	2		2	
	3		3	
	4		4	
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE	X					
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento	X	
Estensione laterale	X	X
Avanzamento		X
Rimobilizzazione totale	X	X
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziali	Accertati		Potenziali
	Centro abitato	X		Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insediamenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	X
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	X
	Strade comunali o consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche			.....	
	Dighe			.....	

Morti e dispersi		**Feriti**		**Evacuati**	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			**INTERVENTI PASSIVI**			**DRENAGGIO**		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			.....			.....		
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			**INTERVENTI ATTIVI IN PARETE**			**ALTRO**		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

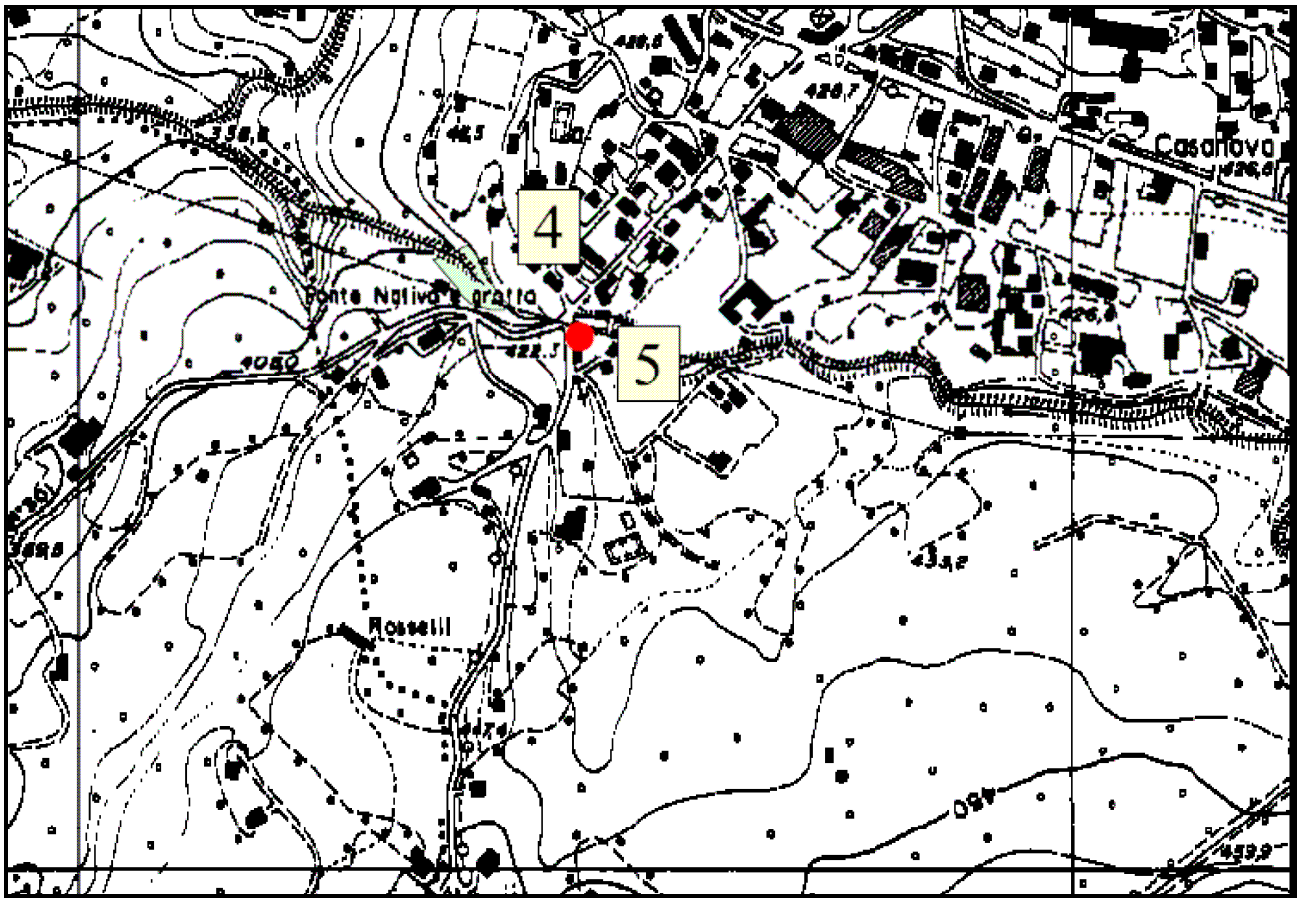
12 - NOTE

Si tratta di un'area soggetta a frane superficiali diffuse.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	All. 1 - Corografia
Foto	
Sezioni	
Altro	



All. n. 1 – Corografia.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	5	Data di compilazione	Agosto 2010
Rilevatore	Studio CONGEO	Tipo di rilevamento	Diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5086540	
	Longitudine	1484500	
Nome o località frana	Ponte Nativo (diga sul Margorabbia)	Comune	Cunardo
Comunità Montana	Valganna Valmarchirolo	Provincia	Varese
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR	A4d2	Nome CTR	Lavena Ponte Tresa
Località minacciate direttamente	-	Comune	
Località minacciate indirettamente	-	Comune	
Data primo movimento	?	Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	420
Larghezza media (m)	15
Larghezza massima (m)	20
Altezza max. scarpata principale (m)	4
Area (m^2)	30
Volume (m^3)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m^2)	70
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante	
Presenza di svincoli laterali	NO

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	412
Quota testata (m s.l.m)	416
Larghezza media (m)	15
Larghezza massima (m)	20
Lunghezza media (m)	5
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	2
Spessore massimo (m)	
Area (m^2)	40
Volume (m^3)	80
Accumulo in alveo	SI
Accumulo rimosso	naturale

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità					
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione					
	struttura della roccia					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione					
Terreno	unità	Allogruppo di Besnate				
	facies	Alluvionale				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)	Sabbia e ghiaia				
	alterazione	Fresco				
	grado di cementazione	Assente				

4 - TIPO DI MOVIMENTO

			1	2
Crollo	in massa			
	di singoli blocchi	puntuale		
		diffuso		
Ribaltamento				
Scivolamento	rotazionale		X	
	traslativo			
superficie di movimento				
planare				
multiplanare				
circolare				
curvilinea			X	
non determinabile				
Espansione laterale				
Colata				
Subsidenza				

5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso	X		X	
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti				
Portata (l/s)	1		1	
	2		2	
	3		3	
	4		4	
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA	X					

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione	X	X

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziali	Accertati		Potenziali
	Centro abitato			Acquedotti	
X	Baite o case sparse	X		Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insediamenti produttivi			Argini o opere di regimazione	X
	Ferrovie		X	Sbarramento parziale corsi d'acqua	X
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	X
	Strade comunali o consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche			.....	
	Dighe	X		.....	

Morti e dispersi		**Feriti**		**Evacuati**	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			**INTERVENTI PASSIVI**			**DRENAGGIO**		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio	X	
Gradonature	X		Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie	X		Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			.....			.....		
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			**INTERVENTI ATTIVI IN PARETE**			**ALTRO**		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali	X		Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

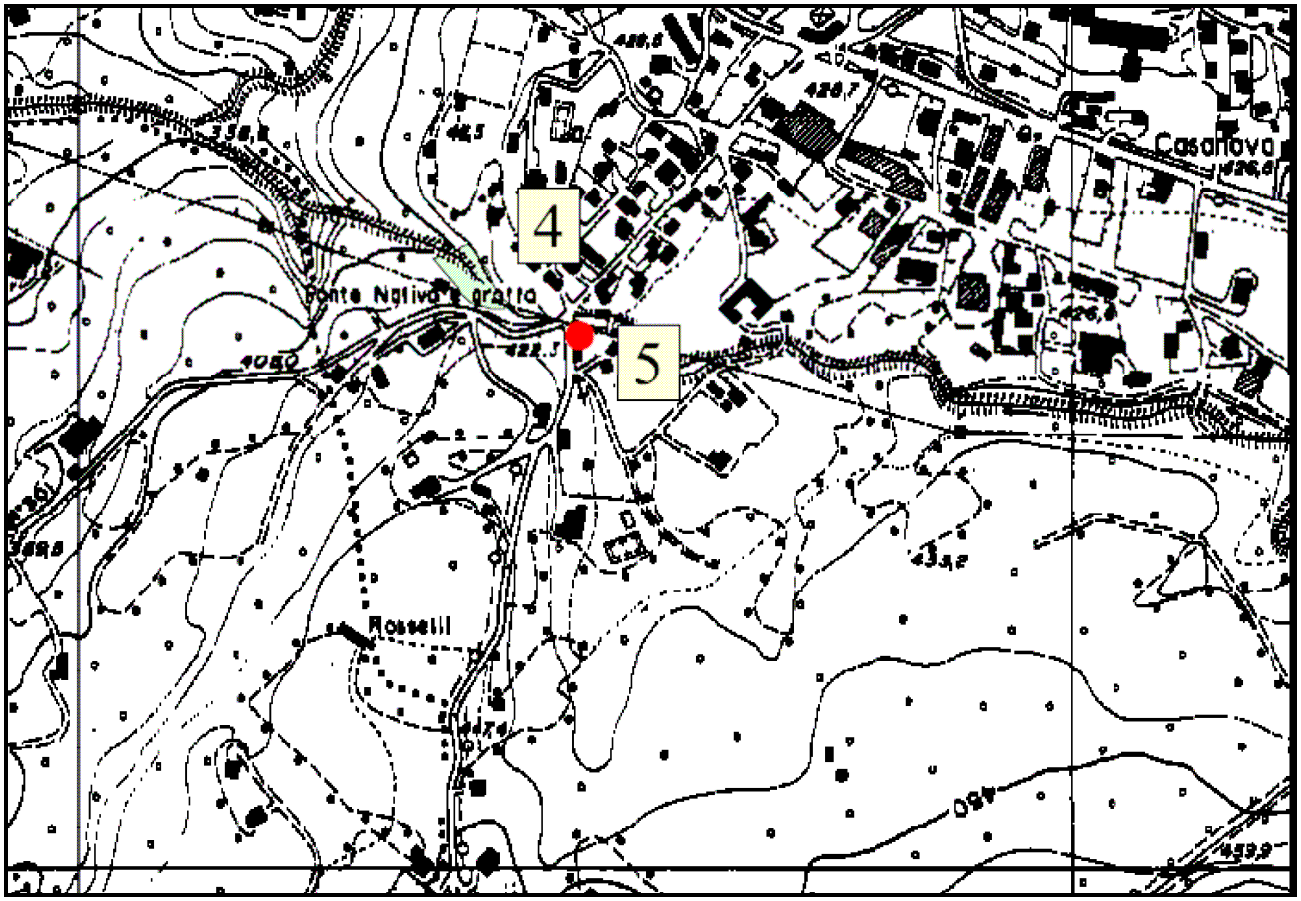
Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	All. 1 - Corografia
Foto	All. 2 – Panoramica della frana
Sezioni	
Altro	



All. n. 1 – Corografia.

All. n. 2 – Panoramica della frana.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	6	Data di compilazione	Agosto 2010
Rilevatore	Studio CONGEO	Tipo di rilevamento	Indiretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5085246	
	Longitudine	1485496	
Nome o località frana	Lago di Ghirla	Comune	Cunardo
Comunità Montana	Valganna Valmarchirolo	Provincia	Varese
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR	A4d2	Nome CTR	Lavena Ponte Tresa
Località minacciate direttamente	-	Comune	
Località minacciate indirettamente	-	Comune	
Data primo movimento	?	Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	6A 635, 6B 550
Larghezza media (m)	6A 275, 6B 200
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m^2) (6)	6A 60.600, 6B 6.650
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	6A 90/27, 6B 135/50
Forma del versante (8)	5

Presenza di svincoli laterali (9)	
ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m^2) (6)	
Volume (m^3) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità (11)	Substrato dolomitico-calcareo				Substrato dolomitico-calcareo
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione (12)					
	struttura della roccia (13)					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione (14)					
Terreno	unità (11)					
	facies (15)					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione (16)					
	grado di cementazione (14)					

4 - TIPO DI MOVIMENTO

			1	2
Crollo	in massa			
	di singoli blocchi	puntuale		
		diffuso	X	
Ribaltamento				
Scivolamento	rotazionale			
	traslativo			
superficie di movimento				
planare				
multiplanare				
circolare				
curvilinea				
non determinabile				
Espansione laterale				
Colata				
Subsidenza				

5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso				
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti (19)				
Portata (l/s)	1		1	
	2		2	
	3		3	
	4		4	
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA	X	Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				X
		vegetazione assente o abbattuta				X
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziali	Accertati		Potenziali
	Centro abitato			Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insediamenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	
	Strade comunali o consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	X
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche			.....	
	Dighe			.....	

Morti e dispersi		**Feriti**		**Evacuati**	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			**INTERVENTI PASSIVI**			**DRENAGGIO**		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio		X	Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			.....			.....		
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			**INTERVENTI ATTIVI IN PARETE**			**ALTRO**		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti		X	Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

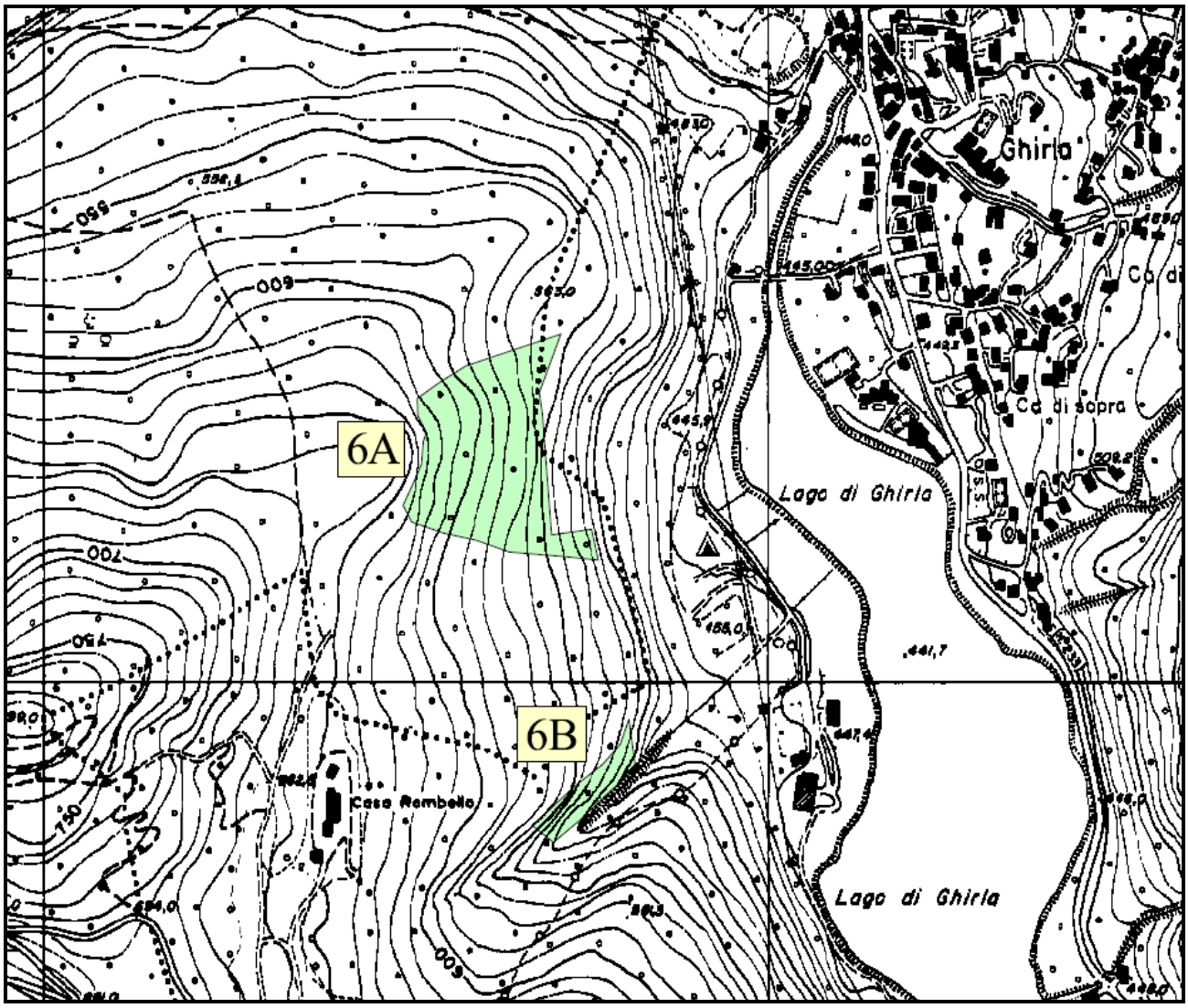
12 - NOTE

Si tratta di due aree soggette a crollo di massi provenienti dalle pareti rocciose.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	All. 1 -Corografia
Foto	
Sezioni	
Altro	



All. n. 1 – Corografia.

Appendice 2

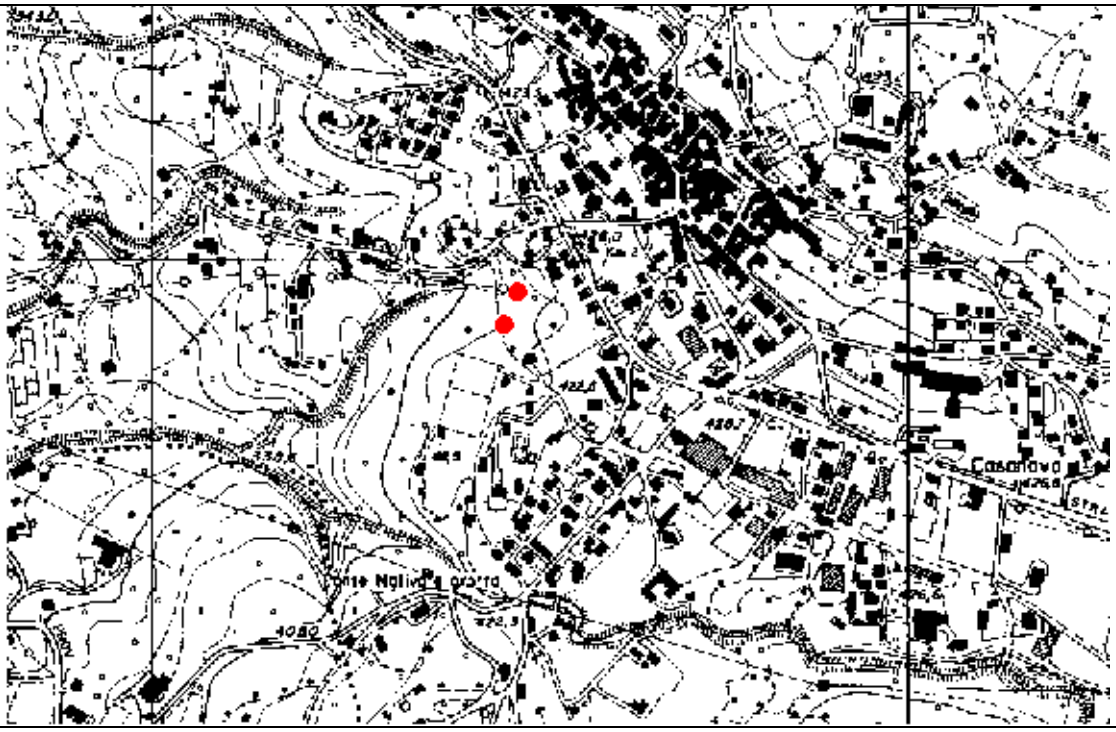
Scheda per il censimento delle sorgenti

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	Pienda
Località	
Comune	Cunardo
Provincia	Varese
Sezione CTR	A4d2
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) Quota (m da p.c.)	Latitudine: 1484475 Longitudine: 5086930 410 / 415 m s.l.m.

UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



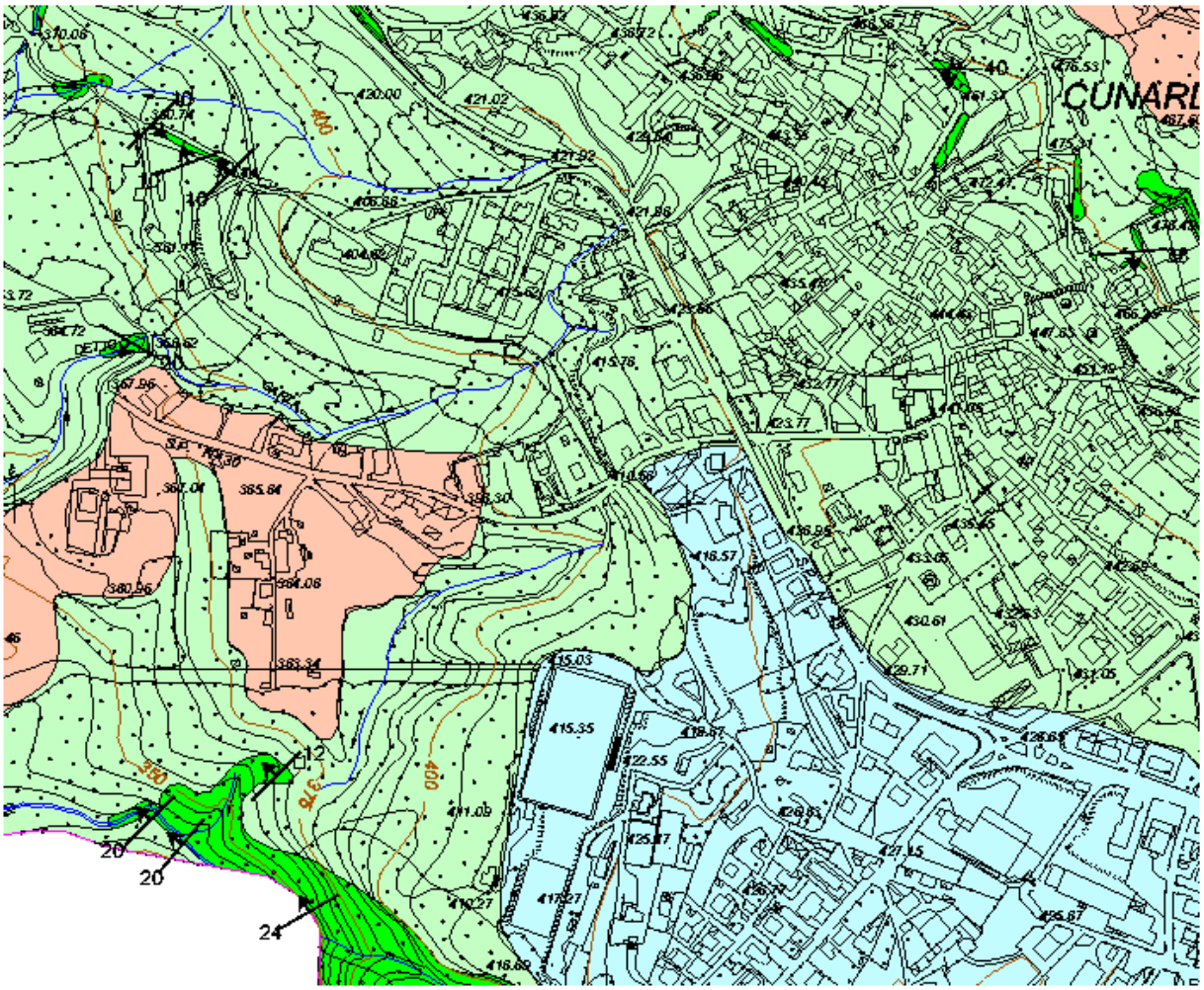
2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	
Diffusa	X
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	X
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	X
Non captata	

3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	Potabile
Portata utilizzata mc/a	
Utilizzatore	Comune di Ferrera

4 – QUADRO GEOLOGICO

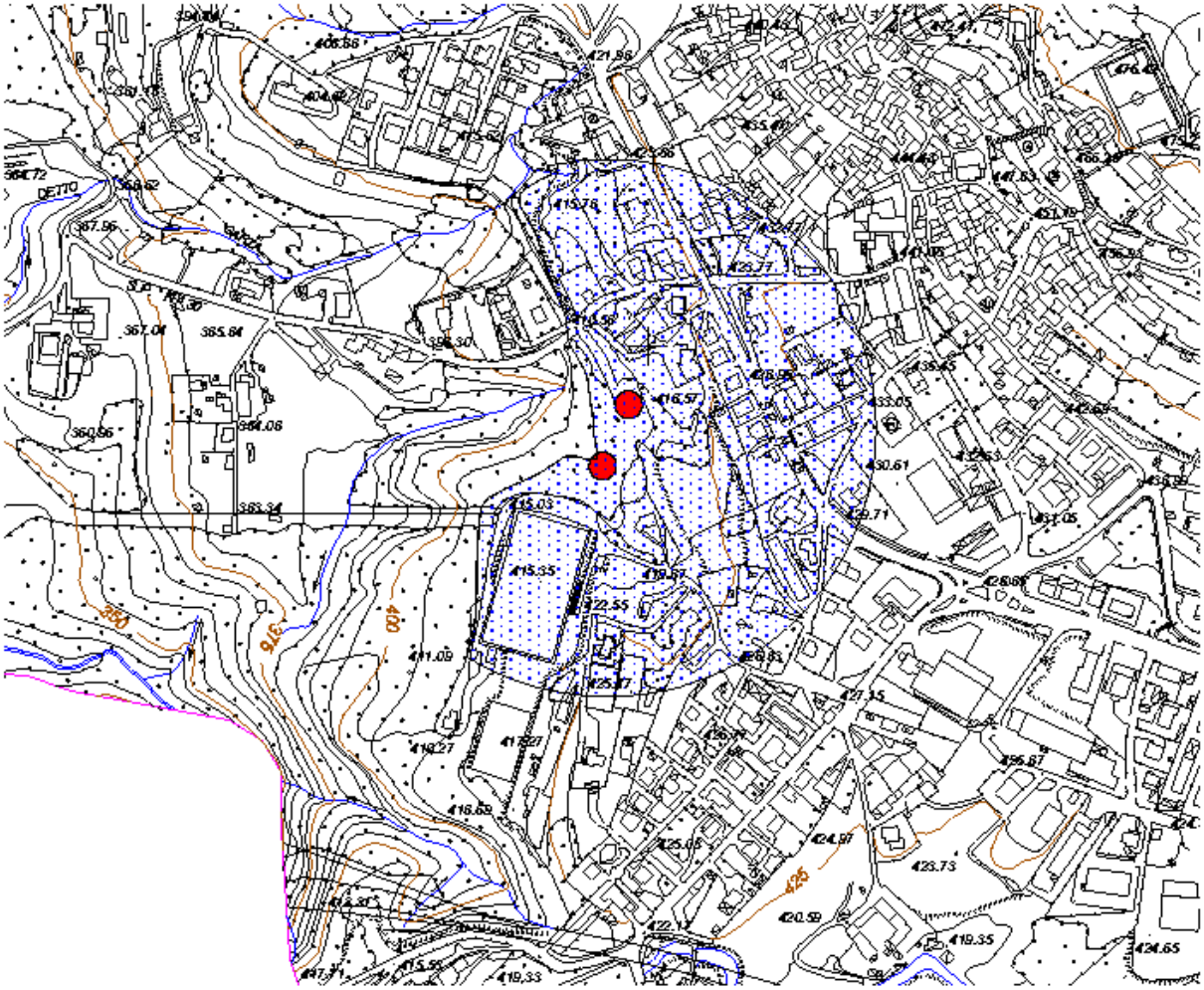


Ghiaie, ciottoli e massi (Depositi glaciali s.l.)

Ciottoli, ghiaie e sabbie (Depositi fluvioglaciali s.l.)

Substrato dolomitico-calcareo

5 - DATI CHIMICO-FISICI (3)

6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA (4)

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)
geometrico