
**STUDIO GEOLOGICO- IDROGEOLOGICO DEL
TERRITORIO COMUNALE DI PUSIANO (CO) DI
SUPPORTO AL PIANO REGOLATORE GENERALE**

AGGIORNAMENTO MAGGIO 2003

Committente: Comune di Pusiano

Relatore: Dott. Tavecchio Geol. Walter

SOMMARIO

1. *PREMESSA*
2. *INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E TOPOGRAFICO*
3. *INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE*
4. *CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI*
 - 4.1 *Litologia dei terreni*
5. *INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO*
 - 5.1 *Analisi della permeabilità superficiale e delle caratteristiche delle falde acquifere sotterranee*
 - 5.2 *Studio della vulnerabilità degli acquiferi*
 - 5.3 *Analisi dei corsi d'acqua esistenti*
 - 5.4 *Descrizione delle aree soggette ad allagamento*
 - 5.5 *Descrizione dell'area della ex-cava di pietra*
6. *INQUADRAMENTO METERELOGICO E CLIMATICO*
7. *FORMAZIONE DI RUSCELLAMENTI TEMPORANEI*
8. *FATTORI ANTROPICI*
9. *FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO E CONCLUSIONI*

APPENDICE A

VALUTAZIONE E ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA COLATE DI DETRITO E TRASPORTO IN MASSA SULLE CONOIDI DEI TORRENTI CAMPORA, BANCHET E VIGNOLA, RITENUTE ATTIVE DAL PAI

APPENDICE B

NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI - art.9

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pusiano (CO), quale relazione tecnica di supporto alla variante del Piano Regolatore Generale.

A questo scopo è stata condotta una approfondita ricerca e raccolta di dati tecnici riguardanti il territorio comunale, che sono stati integrati dai dati raccolti nel corso della campagna di rilevamento diretto in sito.

L'analisi geomorfologica ed idrogeologica del territorio comunale di Pusiano (CO) è stata condotta attraverso l'approfondimento nel dettaglio dei seguenti punti:

- Inquadramento geomorfologico del territorio comunale;
- Analisi litologica dei terreni affioranti;
- Analisi della permeabilità superficiale e delle caratteristiche idrogeologiche delle falde acquifere;
- Considerazioni sulle qualità delle acque superficiali e sotterranee;
- Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi;
- Studio dei fenomeni di trasporto solido ed indagine inerente la zonazione della pericolosità delle aree di conoidi torrentizie, attenendosi alle direttive contenute nel B.U.R.L. - 3° suppl. straordinario al n°48 - 30 novembre 2001.

Nel presente lavoro abbiamo analizzato, per quanto possibile, lo stato di fatto del territorio comunale, definendo gli interventi necessari e urgenti destinati a difendere e conservare la stabilità dei versanti e l'assetto idrogeologico del territorio comunale.

Il risultato finale è dato dalla redazione di carte tematiche indicanti le caratteristiche geologiche - geomorfologiche dei depositi affioranti nonché le condizioni idrogeologiche ed idrauliche del territorio comunale; il quadro che viene fornito della situazione territoriale risulta di supporto per la programmazione urbanistica.

L'esame dei caratteri ambientali ed antropici dell'area comunale di Pusiano, ha permesso di analizzare l'assetto e la stabilità del territorio legati a fattori di rischio idrogeologico-geomorfologico dell'area.

Fanno parte integrante del presente lavoro:

1	CARTA GEOLITOLOGICA	sc. 1:5.000
2	CARTA GEOMORFOLOGICA	sc. 1:5.000
3	CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA PERMEABILITA'	sc. 1:5.000
4	CARTA DI SINTESI	sc. 1:5000
5	CARTA DELLA FATTIBILITA'	sc. 1:2.000
5a	CARTA DEL DISSESTO	sc. 1:5.000

STUDIO DEI FENOMENI DI TRASPORTO SOLIDO SULLE CONOIDI DEI TORRENTI CAMPORA, BANCHET E VIGNOLA

6	- CARTA MORFOLOGICA DEI BACINI IDROGRAFICI	sc. 1:5.000
7	- CARTA GEOMORFOLOGICA DELLE CONOIDI	sc. 1:2.000
8	- CARTA DELLA PERICOLOSITA'	sc. 1:2.000

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E TOPOGRAFICO

Il territorio comunale di Pusiano (CO) confina con quelli dei Comuni di Cesana Brianza e di Civate ad Est, Canzo a Nord, Eupilio ad Ovest, mentre a Sud è circoscritto dalle acque del Lago di Pusiano.

Il rilevamento geologico-geomorfologico è stato eseguito su una base aerofotogrammetrica, in scala 1:5.000, e sulla tavoletta topografica "ERBA", in scala 1:25.000, dell'I.G.M. F° 32 II quadrante N.O..

Il territorio comunale di Pusiano copre un'area di circa 5 Km² e si colloca sul lato meridionale del "Triangolo Lariano".

La sua morfologia è collinare, dovuta alla copertura morenica ed alluvionale sovrastante l'ossatura rocciosa Prequaternaria subaffiorante.

Lo stile strutturale del substrato è caratterizzato da un sistema costituito da scaglie tettoniche Sud-vergenti, fortemente piegate e raddrizzate.

Il territorio collinare di Pusiano fu ricoperto, nel periodo Quaternario, dai grandi ghiacciai pleistocenici che scendevano dalla Valtellina e dalla Valchiavenna; per questo motivo la zona fu cosparsa di significativi cordoni morenici frontali, laterali e basali e da depositi fluvio-glaciali fini e grossolani.

Le caratteristiche geomorfologiche del territorio sono la diretta conseguenza dell'attività glaciale e fluvio-glaciale, che ha modellato i terreni ai piedi delle Prealpi dando origine alle unità morfologiche che ricoprono il substrato roccioso Cretacico-Miocenico.

Il territorio comunale è delimitato dal Lago di Pusiano a Sud e dai rilievi montuosi costituiti dall'Alpe Carella e dai M.ti. Pesora e Cornizzolo.

La parte centro-meridionale del territorio comunale è caratterizzata dalla presenza dei depositi glacio-lacustri che danno luogo a terrazzamenti visibili in prossimità della statale Como-Lecco e della riva del Lago stesso; ciò risulta più visibile ad Ovest, lungo la Statale, mentre nella porzione

centro-orientale del territorio i terrazzi sono più evidenti a nord del centro abitato.

Lungo la sponda settentrionale del lago di Pusiano l'erosione delle acque ha messo in evidenza, e consente di vedere, i depositi lacustri che caratterizzano l'area con una morfologia sub-pianeggiante.

La parte settentrionale del territorio comunale risulta contraddistinta dalla presenza del substrato calcareo marnoso Cretacico. Tra questi due litotipi si interpongono i depositi morenici che caratterizzano quest'area con dolci collinette, che risultano allineate in senso Est-Ovest e la cui natura si può supporre legata alla presenza di materiali depositati durante le fasi glaciali Plio-Pleistoceniche.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Osservando la foto satellitare della parte settentrionale della Pianura Padana e delle Alpi calcaree meridionali, si possono notare le linee tettoniche a carattere regionale tipiche dell'area lombarda; fra queste è visibile un lineamento orientato in senso Est-Ovest impostato a nord del territorio di Pusiano; questo corrisponde alla linea di Fessura Pedemontana che separa la zona collinare Prealpina da quella dei Laghi Briantei e della Pianura Padana. Per questo motivo la zona è interessata da pieghe e faglie che hanno contribuito a determinare una morfologia complessa soprattutto nella parte settentrionale del territorio comunale, dove la linea di flessura separa i rilievi montuosi dei Monti Pesora e Cornizzolo a Nord dalla zona dei laghi (lago di Pusiano) situata nella parte centro-meridionale del territorio.

Il rilevamento geologico ci ha permesso di caratterizzare con maggiore precisione i terreni affioranti in questa zona. Le formazioni caratteristiche di quest'area sono:

- il Calcarea di Moltrasio del periodo Liassico, caratterizzato da calcari, marne e calcari marnosi notevolmente compatti;
- il Selcifero Lombardo, che stratigraficamente si pone a letto della Scaglia Variegata del Cenozoico, formata da marne argillose nere e calcari nerastri;
- la copertura detritica che interessa gran parte del territorio comunale ed è riferibile a due differenti meccanismi deposizionali:
 - depositi glaciali / morenici
 - depositi alluvionali e lacustri

I primi sono molto eterogenei con tessitura caotica, in cui si riconoscono massi e ciottoli anche di dimensioni metriche, della più diversa natura petrografica, prevalentemente cristallina, immersi in una matrice di fondo, molto spesso prevalente, di natura sabbioso-limosa.

Durante il Pleistocene la regione in esame fu interessata da quattro principali fasi glaciali (in ordine cronologico: Gunz, Mindel, Riss e Wurm), che hanno comportato l'occupazione e il modellamento dell'area in esame ad opera dei ghiacciai discendenti dalle regioni alpine.

In affioramento tuttavia si trovano unicamente i depositi appartenenti alla fase wurmiana, che è stata l'ultima fase di espansione glaciale.

Questi depositi sono presenti nella porzione centrale del territorio e si estendono da quota 270 m a quota 600 m s.l.m..

In queste aree si riconoscono orli di terrazzi morenici che costituiscono generalmente le aree morfologicamente più irregolari, mentre nelle aree più depresse si riscontrano i prodotti derivati dall'erosione e successiva rideposizione delle stesse morene ad opera dell'azione dei torrenti e del lago e degli agenti esogeni in generale.

I depositi alluvionali sono suddivisibili in due sottogruppi:

- I depositi di origine lacustre sono costituiti da sedimenti fini (limi, argille e anche torbe); si trovano nella zona meridionale del territorio comunale in prossimità della sponda settentrionale del Lago di Pusiano. Questi depositi, di età Quaternaria, si sono originati con l'instaurarsi, in tale periodo, di bacini intermorenici di notevole ampiezza; la bassa energia, tipica di questi ambiti deposizionali, ha permesso la sedimentazione di materiale a granulometria fine a bassa permeabilità.
- I depositi di conoide, dei Torrenti Banchet, Campora e Vignola, sono costituiti da sedimenti sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi e sono cartografati, nella parte meridionale del territorio comunale, allo sbocco dei Torrenti nella piana lacustre; essi presentano uno spessore variabile da qualche decimetro a diversi metri (10,00 – 15,00 m).

Le unità stratigrafiche presenti al di sotto di questi terreni evidenziano la presenza di unità geologiche riferibili alla "Scaglia Lombarda".

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Sulla base dello studio della litologia che caratterizza il territorio comunale è stato possibile fare delle valutazioni di massima circa le condizioni geomeccaniche dei terreni affioranti e si è cercato di fornire, nelle zone caratterizzate dalla presenza di sedimenti granulari, un modello geotecnico di massima del sottosuolo.

In particolare, escludendo le aree interessate dalla presenza degli orizzonti rocciosi in superficie o immediatamente al di sotto di una sottile coltre superficiale, abbiamo individuato queste tre zone di riferimento:

- **zona meridionale**, interessata dalla presenza di **depositi lacustri**;
- **zona centrale**, caratterizzata da **depositi glaciali**;
- **zona perimetrale** (al centro urbano di Pusiano), caratterizzata dalla presenza di **depositi di conoide** (fluvio-glaciali) in superficie.

I **depositi lacustri** presenti nella zona meridionale del territorio comunale, lungo la sponda del lago, sono costituiti prevalentemente da limo grigio-verde con livelli sabbiosi subordinati e presenza di resti vegetali.

Questi depositi presentano caratteristiche geotecniche scadenti che richiedono quasi sempre, dopo analisi specifiche ed approfondite, l'adozione di fondazioni profonde (palificazioni). Gran parte degli insediamenti industriali esistenti è fondata su pali.

I **depositi di origine glaciale**, presenti nell'area centrale del territorio comunale, sono costituiti sia da sedimenti morenici veri e propri (massi e ciottoli di varia natura in matrice sabbioso-limosa, con tessitura molto caotica) che costituiscono le aree morfologicamente più irregolari, sia da depositi derivati dall'erosione e dalla rideposizione delle stesse morene depresse lungo i corsi d'acqua (i sedimenti, generalmente privi dei massi di dimensioni maggiori, sono costituiti da limi e sabbie con presenza di

orizzonti argillosi spesso organici, e presentano una certa gradazione deposizionale).

I depositi morenici hanno uno spessore variabile da 1÷2 m a 10÷20 m, talvolta sotto tali depositi si osserva la presenza della Scaglia Lombarda (vedi ad esempio l'area della cava di pietra).

I depositi morenici hanno caratteristiche geotecniche da discrete a buone. Da ultimo si considerano i dati riguardanti i **depositi di conoide** presenti nella zona perimetrale interna al centro urbano di Pusiano. L'area individuata presenta un modello geotecnico del sottosuolo caratterizzato dalla presenza di terreni costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con una scarsa frazione limo-argillosa; tali depositi hanno caratteristiche geotecniche buone.

Il modello proposto non è valido a rigore per tutto il territorio; in alcune aree, caratterizzate dalla presenza di sedimenti fini superficiali, si dovrà valutare l'effettivo spessore dell'unità alluvionale presente con prove in sito ed in laboratorio per valutare con precisione la permeabilità, la presenza d'acqua e, in generale, le caratteristiche geomeccaniche dei sedimenti.

4.1 Litologia dei terreni

L'area in esame è compresa nel F° 32 "COMO" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

Rocce del substrato

Gli affioramenti nell'area in esame sono costituiti da unità calcaree e marnose di età Giurassica, mentre la copertura alluvionale è costituita da depositi quaternari alluvionali, morenici, di conoide e di detrito di falda.

Substrato roccioso prequaternario

Gli affioramenti sono tipici di facies pelagiche e possono essere distinti in:

- Calcario di Moltrasio

E' costituito da calcari selciferi grigio-neri, ben stratificati, in cui sovente si nota la presenza di "slumping" o franamenti sottomarini. Questi litotipi, particolarmente resistenti all'erosione, danno origine alla citata dorsale M.te Pesora - M.te Cornizzolo, che risulta tagliata a Nord dalla Valli dei Torrenti Banchet, Campora e Vignola.

- Rosso Selcifero

Questa formazione consiste di litotipi molto più erodibili dei precedenti e precisamente di marne rosse micacee di limitato spessore con struttura talvolta nodulare (Rosso Ammonitico Lombardo).

In tale formazione sono presenti selci fittamente stratificate di aspetto nodulare, di colore variabile dal rosso al verde; sono talvolta presenti intercalazioni marnose (Radiolariti).

Nella zona sommitale si ha la presenza di litotipi alquanto erodibili, che variano dalle marne, alle marne calcaree, ai calcari marnosi con colorazioni rossastre predominanti (Rosso ad Aptici).

- Scaglia Variegata (Aptiano-Cenomiano)

E' un'unità costituita da due litozone: la prima a sedimentazione marnosa, la seconda flyschoidale.

La porzione basale della prima litozona è caratterizzata dall'alternanza di marne argillose nere o grigie e calcari grigio-nerastri.

Questa litozona nell'ambito dell'unità si presenta di transizione alla Maiolica con caratteri talvolta difficilmente distinguibili sul terreno.

Depositi di copertura Quaternaria

Depositi morenici

Sono i depositi che costituiscono la zona terrazzata che occupa la parte centrale del territorio comunale.

Sono costituiti dai materiali abbandonati dai ghiacciai durante le fasi di ritiro nei periodi glaciali e constano di ghiaie e sabbie limose grigie contenenti frequentemente blocchi e trovanti cristallini di notevoli dimensioni.

Depositi di conoide

Ricoprono il substrato con diversi spessori e sono costituiti da terreni che derivano dalla disgregazione delle pendici montuose soprastanti ad opera degli agenti atmosferici esterni e delle acque dilavanti.

Constano di ciottoli spigolosi, massi e sabbie immersi in una matrice fine più o meno abbondante.

Risultano a volte eteropici e/o frammisti con depositi glaciali e morenici.

Detrito di falda

Ricopre la base delle scarpate rocciose ed è costituito dai materiali che formano le pendici montuose sovrastanti; presentano forme scarsamente arrotondate e sono di natura omogenea con stratificazione inclinata.

Depositi lacustri

Vengono indicati con tale denominazione tutti i depositi adiacenti alla sponda del Lago di Pusiano; risultano strettamente legati alle fasi evolutive del lago. Sono costituiti da limi sabbiosi e argille con un basso grado di permeabilità.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO

La caratteristica prevalente dell'area in oggetto è data dalla grande abbondanza di acqua presente sia sotto forma di bacini lacustri (Lago di Pusiano) sia sotto forma di corsi d'acqua superficiali (Torrente Banchet, Campora e Vignola).

Il Lago di Pusiano, che determina il limite meridionale del territorio, è legato a Nord alla presenza di un alto strutturale del substrato roccioso, che delimita a Sud una conca in cui sono incastonati i laghi alto-briantei (Annone, Alserio e Pusiano) al raccordo tra i primi rilievi prealpini del cosiddetto "Triangolo Lariano" e l'alta pianura lombarda.

La quota topografica del bacino lacustre, una volta unito al limitrofo bacino di Alserio, è di 258 m s.l.m..

I Torrenti Banchet, Campora e Vignola nascono sui rilievi di Alpe Carella e dei M.ti Pesora e Cornizzolo, hanno una direzione di scorrimento prevalente Nord-Sud con un andamento poco sinuoso; la larghezza degli alvei attivi è mediamente di 10m circa e l'alveo si presenta generalmente leggermente depresso rispetto alla superficie topografica.

L'abbondanza di corpi idrici superficiali condiziona l'esistenza di un'abbondante quantità di acqua sotterranea contenuta entro depositi di origine fluvio-glaciale ed alluvionale che, per le loro caratteristiche di elevata permeabilità, costituiscono un acquifero con buone potenzialità.

Nella porzione centrale del territorio comunale di Pusiano la falda è compresa entro i depositi fluvio-glaciali e di conoide; in questa zona il flusso idrico sotterraneo è concentrato lungo le paleovalli dei Torrenti Banchet, Campora e Vignola che solcano il territorio con direzione Nord-Sud.

I terreni presentano perciò caratteristiche di permeabilità che li rendono discreti serbatoi idrici.

I pozzi per l'approvvigionamento idrico del Comune di Pusiano sono ubicati in prossimità della Statale Como-Lecco (vedi cartografia).

5.1 Analisi della permeabilità superficiale e delle caratteristiche delle falde acquifere sotterranee

Durante il presente lavoro sono state esaminate le stratigrafie dei pozzi ad uso potabile ed industriale, trivellati nel territorio comunale di Pusiano. Di seguito riportiamo le stratigrafie dei pozzi esaminati.

Pozzo n° 1 (I.L.T.E.P.)

da m 00,00 a m – 00,20	cemento
da m – 00,20 a m – 07,50	ghiaia in matrice argillosa
da m – 07,50 a m – 13,00	ghiaia e sabbia
da m – 13,00 a m – 18,00	argilla limosa grigia

Pozzo n° 2 I.(I.L.T.E.P.)

da m 00,00 a m – 00,20	cemento
da m – 00,20 a m – 05,25	Terreno vegetale con ghiaia
da m – 05,25 a m – 13,30	sabbia e ghiaia con matrice argillosa
da m – 13,30 a m – 15,00	ghiaia e sabbia con infiltrazioni
da m – 15,00 a m – 18,00	conglomerato
da m – 18,00 a m – 24,50	argilla blu compatta con trovanti
da m – 24,50 a m – 34,00	ghiaia e sabbia con lembi di conglomerati

Pozzo n° 3 (Comunale)

da m 00,00 a m – 00,20	cemento
da m – 00,20 a m – 03,00	terreno vegetale con ghiaia
da m – 03,00 a m – 05,00	ghiaia e ciottoli
da m – 05,00 a m – 08,00	calcari sciolti con ghiaia e sabbia fine
da m – 08,00 a m – 10,00	ghiaia minuta con sabbia
da m – 10,00 a m – 12,50	ghiaia e sabbia argillosa
da m – 12,50 a m – 15,00	conglomerato
da m – 15,00 a m – 16,00	ghiaia pulita

da m – 16,00 a m – 22,00	ghiaia e sabbia argillosa
da m – 22,00 a m – 29,00	ghiaia pulita con ciottoli
da m – 29,00 a m – 34,00	ghiaia minuta e sabbia pulita
da m – 34,00 a m – 35,00	ghiaia e scisti serpentinosi
da m – 35,00 a m – 36,00	ghiaia minuta con argilla
da m – 36,00 a m – 37,20	argilla plastica

Dai dati stratigrafici in nostro possesso si rileva come al di sotto di un esiguo spessore di manto vegetale (circa 1,00 m) si rinvengano due livelli granulometricamente eterogenei (ghiaia e sabbia) che si alternano con depositi morenici fluvioglaciali a scarsa permeabilità.

In termini litologici nelle sezioni esaminate si ha la predominanza di ghiaie e sabbie in matrice argillosa dove si intercalano frequentemente lenti di conglomerato compatto.

L'acquifero ha uno spessore variabile da qualche metro a 10mt circa. La portata dei pozzi oscilla da 1,5lt/sec a 10lt/sec. L'alimentazione dell'acquifero avviene principalmente da monte, ad eccezione dei pozzi siti in prossimità della sponda del lago, che influisce sul livello di falda.

5.2 Studio della vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee è direttamente proporzionale alla permeabilità dei terreni superficiali e inversamente proporzionale alla profondità della falda acquifera; risulta inoltre condizionata dalla idrografia del territorio.

La rete idrica superficiale di Pusiano è caratterizzata dalla presenza dei Torrenti Banchet, Campora e Vignola, che ricevono le acque di tutti gli impluvi che interessano il territorio in esame. Nella maggior parte dei casi sono di scarsa portata e strettamente legati all'entità delle precipitazioni.

Il percorso dei Torrenti è solo debolmente meandriforme; essi risultano incanalati nel tratto finale, lungo l'alveo si evidenziano zone di deposizione e di erosione; in alcune zone sono state effettuate opere di regolamentazione del flusso delle acque (briglie).

Per quanto concerne la permeabilità si è constatato che, dal punto di vista idrogeologico, i terreni affioranti nell'area esaminata presentano due tipi di permeabilità: una permeabilità primaria per porosità ed una permeabilità secondaria per fessurazione.

I depositi superficiali di conoide, che caratterizzano la porzione centro-meridionale del Comune, hanno una permeabilità primaria medio-alta, legata alla costante presenza di sedimenti ghiaiosi sabbiosi, anche se si intercalano talvolta sedimenti fini limoso-argillosi a scarsa permeabilità; i depositi morenici presentano invece dei valori più bassi di permeabilità, soprattutto nei casi in cui la matrice argillosa è abbondante e predomina una granulometria limo-argillosa ricca di trovanti, tipica della classazione legata al trasporto dei ghiacciai quaternari.

Per finire, i depositi lacustri presentano una bassa permeabilità.

Il substrato è invece solo sporadicamente caratterizzato da una permeabilità secondaria dovuta a fratturazione, tale è soprattutto il caso dove affiora la formazione del Selcifero Lombardo, sopra la Chiesa della Madonna della Neve, come pure nell'area dell'ex cava di Pietra; in queste zone il substrato lapideo risulta interessato da fratturazioni e si presenta

con una permeabilità medio-bassa; il substrato roccioso comunque in generale mostra una scarsa permeabilità.

Per maggiore chiarezza è stata redatta una Carta della Permeabilità, in scala 1:5.000, che evidenzia le zone con differente permeabilità.

L'esame evidenzia che l'area in cui sono ubicati i pozzi comunali è caratterizzata da una permeabilità medio-bassa, che comunque interessa il sottosuolo con spessori relativamente modesti (circa 30,00 m), mentre la superficie di falda è estesa intorno al livello del lago che potrebbe essere disperdente e quindi alimentare la falda acquifera stessa.

Per questo motivo occorrerà comunque predisporre un sistema di controllo adeguato di salvaguardia della qualità delle acque (monitoraggio), un esame puntiglioso sugli scarichi civili e industriali, e approntare nuovi progetti per il trattamento e la salvaguardia delle acque sotterranee emunte dai pozzi.

5.3

Analisi dei corsi d'acqua esistenti

I corsi d'acqua principali, che caratterizzano l'idrografia del territorio comunale di Pusiano, sono i Torrenti Banchet, Campora e Vignola; gli alvei seguono tutta la porzione centrale del territorio Comunale sino alla foce del Lago di Pusiano. La portata di questi Torrenti è legata principalmente alle precipitazioni, presentano un percorso molto acclive nel substrato roccioso che tende a diminuire nei depositi di copertura morenica fino a diventare pressochè pianeggiante in quelli lacustri.

Le conoidi centrali sono il risultato dell'espressione morfologico-deposizionale di questi Torrenti.

Il torrentello che ha formato la conoide più occidentale ha invece una portata idrica molto scarsa; la struttura morfologica e la sua genesi devono essere messe in relazione a periodi passati di intense precipitazioni.

Lo studio di dettaglio dei corsi d'acqua è stato effettuato nell'APPENDICE A, alla quale si rimanda.

5.4 Descrizione delle aree soggette ad allagamento

Le aree soggette a fenomeni di allagamento nei periodi di "precipitazioni notevoli" sono ubicate lungo la sponda del Lago, che delimita il confine meridionale del territorio comunale; in particolare si segnalano le seguenti zone:

- area pianeggiante di notevole estensione situata ad Est del territorio Comunale; essa ha una quota media s.l.m. di 260mt ed i terreni che la costituiscono (di natura limo-argillosa, praticamente impermeabili) favoriscono il ristagno delle acque. I canali che attraversano questa zona lungo il confine comunale, e che hanno la sorgente nel territorio comunale di Cesana Brianza, svolgono l'importante funzione di convogliare le acque in eccesso verso il lago e dovranno quindi essere tenuti puliti e controllati;
- area antistante la Chiesa Parrocchiale e parte del tratto di strada statale limitrofo, interessati dai fenomeni di esondazione dell'autunno 2002, con livelli liquidi di circa 1mt;
- porzioni di sponda sotto la strada statale nel tratto da Erba a Pusiano, ubicate a quota inferiore a 261 mt s.l.m., livello raggiunto nel periodo di pioggia dell'autunno 2002.

5.5 Descrizione dell'area della ex-cava di pietra

La "Cava di Pietra" è posta alla quota di circa 340 mt. s.l.m. sul versante meridionale del Monte Cornizzolo, che sovrasta con i suoi 1241mt il Lago di Pusiano.

L'area risulta allungata per circa 350mt parallelamente alle isoipse ed è lambita ad Ovest dal Torrente Vallone (Campora) e ad Est dal Torrente Banchet; i due corsi d'acqua scorrono a meno di 20mt di distanza dalle pareti laterali della cava e, scendendo dal versante in direzione Nord-Sud, si immettono nel Lago di Pusiano, delimitando ad oriente e ad occidente l'ex-Cava ed il centro abitato.

Il nucleo storico di Pusiano sorge a valle della ex-Cava, lungo la linea di massima pendenza sul conoide alluvionale leggermente degradante verso Sud, formatosi ad opera dell'accumulo di materiali generato proprio da questi due torrenti.

Morfologia dell'area della ex-cava

L'esame delle pareti subverticali della ex-Cava, che raggiungono altezze comprese tra 25 e 115mt di altezza, mette in evidenza la presenza di aree instabili e di sorgenti, testimonianza della notevole circolazione idrica che si instaura all'interno dei depositi calcarei interessati da linee di frattura; l'elevata permeabilità secondaria legata alla fessurazione della compagine rocciosa potrebbe permettere il collegamento attraverso vie sotterranee dirette di bacini idrici differenti. Ipoteticamente le acque che si accumulano nel bacino della ex-Cava potrebbero alimentare, lungo una direttrice Nord-Ovest-Sud-Est o Nord-Sud, le acque del Lago di Pusiano, oppure lungo le stesse direttrici tettoniche potrebbero essere le acque del Lago del Segrino ad alimentare il bacino della ex-Cava. Ancora è possibile ipotizzare che la risorgiva segnalata alla base della linea di faglia esistente sul lato Est della parete settentrionale della ex-Cava, allineata lungo la direttrice congiungente la fossa con il tratto di monte del T. Banchet, sia alimentata dal corso d'acqua stesso, con aumento delle venute idriche in corrispondenza dei periodi di piena del torrente.

Analisi delle possibili tipologie di intervento

L'area della ex Cava di Pietra è attualmente interessata da un progetto per la realizzazione di un museo, finalizzato alla documentazione della storia delle tecniche estrattive utilizzate in passato sino ai giorni nostri.

Si analizzano in questo paragrafo i possibili interventi da mettere in atto per l'utilizzo in sicurezza della zona.

Il fronte di cava è caratterizzato, come precedentemente descritto, da giunti e da fratture a volte ben evidenziate e continue.

Queste fratture e questi giunti tendono a suddividere e separare l'ammasso roccioso in volumi elementari anche prossimi alla superficie che determinano, in relazione ai parametri di resistenza al taglio che è possibile attribuire alle discontinuità, frequenti situazioni di equilibrio limite.

E' quindi evidente come l'alterazione dei rapporti ecologici, prodotta dall'attività estrattiva durante la coltivazione, richieda delle misure per il risanamento delle condizioni statiche, dalle quali non si può prescindere per il futuro insediamento del museo.

Globalmente, anche ipotizzando una circolazione idrica all'interno dell'ammasso roccioso alimentata, in alcune zone, dal torrente della Val Banchet ed, in altre zone, dalle infiltrazioni meteoriche nel versante sovrastante, non sembrano esistere allo stato attuale delle conoscenze pericoli di instabilità globale su nessuno dei versanti della ex-Cava.

Tuttavia, vista la disomogeneità delle condizioni idrologiche delle pareti rocciose ed in particolare la parziale saturazione di alcune zone e la presenza di altre asciutte, sono invece ipotizzabili possibili distacchi di singoli blocchi dai fronti, con caduta all'interno dell'area di cava stessa.

Si descrivono brevemente nel seguito i possibili interventi di stabilizzazione e protezione delle pareti rocciose.

Il problema dell'instabilità degli ammassi rocciosi con riferimento alla loro sede naturale ed allo sviluppo di fenomeni di distacco e caduta di massi, può essere affrontato mediante:

Metodi di stabilizzazione attiva e/o Opere di difesa passiva

I metodi di stabilizzazione attiva (disgaggio e bonifica; bulloni, chiodi, tiranti di ancoraggio; cavi ancorati e reti; speroni e placcaggi; ecc.) sono volti a ridurre la presenza di massi instabili e sono finalizzati al miglioramento delle condizioni geostatiche degli ammassi rocciosi. Le opere di difesa passiva (valli paramassi, barriere rigide; barriere ad alta deformabilità, ecc.) si attuano ogni qualvolta il ricorso alla stabilizzazione preventiva non sia proponibile sotto i punti di vista tecnico ed economico; esse hanno lo scopo di arrestare gli eventuali massi coinvolti nel processo di crollo.

La tipologia delle opere di difesa passiva può essere definita soltanto sulla base della comprensione delle modalità evolutive del fenomeno di instabilità, attraverso indagini di carattere sperimentale e teorico con rilevazione di dati geomeccanici.

In particolare è importante procedere ad un'analisi dinamica del processo di scivolamento e/o caduta, impatto, scendimento ed arresto di volumi rocciosi elementari, mediante la simulazione ripetitiva, in senso probabilistico, dei tanti percorsi possibili. Alla luce delle caratteristiche geostatiche dell'ammasso roccioso dissestato e delle possibili modalità di distacco dei volumi rocciosi elementari si potrà determinare l'intervento migliore dal punto di vista tecnico economico.

In sintesi, sui pendii si possono suggerire i seguenti interventi-tipo:

- a) Bonifica della superficie dell'ammasso roccioso: - disgaggio - demolizioni**
- b) Contenimento provvisorio con fasciature in fune metallica**
- c) Bullonature e tirantature**
- d) Valli e barriere paramassi**

Nel caso in esame sembra opportuno intervenire tramite Metodi di Stabilizzazione Attiva di tipo a) b) e c) e con la realizzazione di Opere di difesa passiva di tipo d), come descritto nel seguito.

Bonifica della superficie dell'ammasso roccioso: - disgaggio – demolizioni

L'esame del fronte roccioso ha evidenziato che tutta la fascia superiore è piuttosto fratturata e necessita di una protezione con rete appoggiata ancorata ed armata; preliminarmente a questo intervento occorre però procedere alla stabilizzazione dell'ammasso roccioso con la bonifica dello stesso attraverso il disgaggio di massi instabili o non legati sufficientemente con il resto e tali da rappresentare un serio pericolo oggettivo.

E' indicato quindi l'intervento con attrezzatura manuale e/o idraulica su tutti quei massi che per posizione, dimensione e giacitura consigliano sia più pratico ed economico il loro disgaggio; l'intervento deve essere accompagnato dal taglio mirato delle piante il cui apparato radicale, con il tempo, potrebbe indurre nuovi stati di pericolo.

Contenimento provvisorio con posa di reti

Una volta eseguito il lavoro di pulizia superficiale e di disgaggio occorre intervenire con:

- Formazione alla sommità della pendice opportunamente arretrati verso monte rispetto al suo ciglio, ed al piede dell'area da contenere, di ancoraggi passivi, rispettivamente di sostegno e di contenimento, in barra metallica $\phi 22$ mm aventi lunghezza $L=1,50/2,40$ mt e disposti con interasse non superiore a $B=3,0$ mt;
- Distesa, in aderenza alla pendice, di rete metallica, in pannelli con larghezza $B=3.0$ m, fissata alla sommità ad una fune orizzontale di diametro $\phi 16$ mm ed al piede ad una fune, sempre orizzontale, $\phi 12$ mm entrambe passanti attraverso le asole degli ancoraggi rispettivamente di sostegno e di contenimento. I pannelli di rete devono essere uniti tra loro con anelli metallici aventi anima $\phi 6,00$ mm, posti con interasse di 40/60 cm. Nella distesa della rete occorre prestare la massima attenzione al fine di ottenere, per quanto possibili, una perfetta aderenza della stessa alla pendice;

- Formazione lungo la pendice, e per quanto possibile in corrispondenza delle giunzioni dei pannelli di rete, di ancoraggi passivi intermedi sempre in barra metallica $\phi 22\text{mm}$. Questi devono essere disposti secondo una maglia quadrangolare, per quanto possibile uniforme, con lato 3.0mt sull'orizzontale e con lato 3.0mt sulla verticale. Nella realizzazione degli ancoraggi, siano essi di sostegno, intermedi o di contenimento, occorre prevedere l'impiego di attrezzatura di perforazione con peso e caratteristiche tali da non richiedere la formazione di ponteggio di servizio, cioè in grado di operare direttamente ancorata alla pendice;
- Realizzazione di un'orditura verticale e un'orditura romboidale di contenimento, in fune metallica $\phi 12\text{mm}$, ottenute facendo passare le rispettive funi all'interno delle asole degli ancoraggi intermedi. Alla sommità ed al piede le funi di entrambe le orditure, opportunamente tesate, sono saldamente fissate alle asole degli ancoraggi di sostegno e di contenimento.

Bullonature e tirantature

Per volumi rocciosi elementari, costituenti lastre di notevoli dimensioni con fratture evidenti, occorre procedere al fissaggio tramite chiodature profonde lunghe 5-6mt; trattandosi di grosse sezioni di ammassi rocciosi, si potrà intervenire anche con tiranti in barre Diwidag.

Formazione di vallo paramassi con rete di protezione

In base alle osservazioni effettuate in sito ed all'analisi dei fenomeni di caduta massi già avvenuta, si evidenzia che nelle condizioni attuali l'espansione massima dei gravi in caduta si estende sino a circa 30mt dal piede dell'ex-fronte di coltivazione.

In tali condizioni si dovrà provvedere alla protezione dell'area mediante realizzazione di un vallo paramassi opportunamente arretrato, realizzato mediante profilatura di materiale inerte, in parte proveniente dalle operazioni di disaggancio e pulizia generale, in parte fornito appositamente allo scopo. Esso potrà avere un'altezza massima di 3mt e larghezza in sommità di circa 2mt, con scarpa inclinata a 45° - rapporto 1:1.

Per un'ulteriore protezione dell'area occorrerà inoltre procedere alla posa in opera di rete metallica sostenuta da profili HEB in acciaio H=4mt posti ad interasse non superiore a 4mt ed ancorati al substrato roccioso tramite formazione di un micropalo di adeguata lunghezza (6mt), collegati fra loro alla base da un cordolo continuo in calcestruzzo armato di dimensioni indicative 60Bx50H.

Opere complementari di protezione: posa di reti

A completamento degli interventi di stabilizzazione, tenendo presente che lungo il ciglio superiore del fronte roccioso si segnala un notevole movimento di animali domestici e selvatici (prevalentemente capre e qualche cinghiale), si ritiene opportuno prevedere una rete verticale, a protezione dalla caduta di pietre instabili smosse; tale protezione è da estendersi anche alla zona sovrastante il portale della galleria di ingresso al futuro museo.

6. INQUADRAMENTO METEREOLOGICO E CLIMATICO

Il territorio comunale di Pusiano si trova in un'area caratterizzata da piovosità medio-elevata, pari mediamente a circa 1900 mm all'anno; tale dato si basa sull'esame delle isoiete medie annue, riferite al periodo 1950 – 1986, relative alle stazioni di rilevamento pluviometrico più vicine all'area in esame (Asso e Costamasnaga).

In termini generali va precisato che si osserva su scala regionale un incremento piuttosto regolare dell'andamento delle precipitazioni, a partire dalle zone meridionali, nella Pianura Padana vera e propria, a quelle più settentrionali, in corrispondenza del confine con la Svizzera; ciò è determinato dall'influenza dei rilievi montuosi appartenenti all'arco alpino e da quella del Lago di Como, comprendenti anche il territorio settentrionale di Pusiano.

I dati pluviometrici indicano l'esistenza di un ciclo annuale ben definito, con la presenza di due periodi massimi di piovosità concentrati da aprile a giugno e da settembre a novembre e apporti meteorici minimi nei periodi di luglio e agosto e soprattutto da dicembre a febbraio.

Per quanto riguarda gli eventi meteorologici di maggiore intensità, si segnala come in questa zona la precipitazione giornaliera con tempo di ritorno pari ad 80 anni è di poco inferiore a 300 mm, mentre con tempo di ritorno pari a 40 anni tale valore si dimezza (150 mm).

I dati concernenti il regime termico dell'area in oggetto provengono dalle medesime stazioni meteoclimatiche ed indicano anche in questo caso l'esistenza di un ciclo annuale caratterizzato da massimi termici in agosto e minimi in gennaio. La temperatura media annua è di 12°C.

Il regime idrogeologico è di tipo pluviale e segue pertanto un ciclo annuale che è strettamente legato alle precipitazioni.

L'analisi di dettaglio dei dati inerenti le precipitazioni è stata effettuata in APPENDICE A, alla quale si rimanda, ai fini dello studio dei fenomeni di piena.

7. FORMAZIONE DI RUSCELLAMENTI TEMPORANEI

Come appare evidente dalla cartografia allegata, il territorio comunale di Pusiano è interessato da una fitta rete di corsi d'acqua e ruscelli a carattere temporaneo, che in alcuni casi sono stati regolamentati con opere idrauliche di regimazione.

Non si segnalano quindi al momento situazioni particolari che possano inficiare il regolare scorrimento delle acque e tali da innescare fenomeni di ruscellamento temporaneo, fatta eccezione per una limitata porzione di versante a monte della cava di pietra, lungo la strada Carella-Campora.

8. FATTORI ANTROPICI

In questa sede ci limitiamo ad indicare, sulla base dei dati reperiti, integrati con i dati ricavati dalla Carta Tecnica Regionale e controllati direttamente in sito, gli impianti tecnologici ed i fattori antropici intesi come produttori reali o potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei o superficiali.

I principali fattori antropici che caratterizzano l'area del territorio comunale di Pusiano sono:

- attività produttive;
- rete fognaria e depuratori;
- aree cimiteriali.

Attività produttive

Le attività produttive sono essenzialmente concentrate nel nucleo urbano e lungo la Strada Statale Erba-Lecco in vicinanza con il confine comunale di Cesana Brianza; le aziende agricole e zootecniche sono invece concentrate nell'area occidentale e settentrionale del Comune (C.na Campora e Alpe Carella).

Nel Comune di Pusiano non risultano essere presenti attività produttive a rischio (fonte: 1° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile – Regione Lombardia).

Rete fognaria e depuratori

La rete fognaria, che serve sia il Comune di Pusiano che le frazioni, viene recapitata presso il depuratore consortile di Rio Torto situato in Valmadrera.

Aree cimiteriali

Il cimitero comunale di Pusiano è situato a pochi metri dalla strada Statale Como-Lecco, nella zona occidentale del territorio comunale.

9. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO E CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati emersi dalle indagini eseguite si è pervenuti, attraverso la valutazione incrociata degli elementi caratteristici del territorio, alla zonazione del Comune di Pusiano.

In seguito all'indagine geologica, eseguita sui terreni presenti nell'area comunale, ed alla verifica degli elementi di rischio naturale, si è proceduto alla redazione di una carta applicativa mirata a dimostrare la fattibilità geologica del territorio comunale.

Si propone quindi una Carta della Fattibilità per le Azioni di Piano in cui si tiene conto della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico-ambientale.

Con riferimento alla deliberazione della Giunta Regionale del 18 maggio 1993 n° 5/36147, vengono individuate quattro classi di fattibilità dal punto di vista delle condizioni geologiche:

- Classe 1 – FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI
- Classe 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI
- Classe 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
- Classe 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

Nella tavola n° 5 allegata (Carta della Fattibilità per le azioni di Piano) si riconoscono le classi sopra riportate attribuendo, come da indicazioni suggerite dalla Regione per la standardizzazione delle legende allegate agli studi geologici per la pianificazione urbanistica, i seguenti colori: bianco per la classe 1, giallo per la classe 2, arancione per la classe 3 e rosso per la classe 4.

NOTA BENE: La Carta della Fattibilità è stata redatta in scala 1:2.000, analizzando la porzione di territorio comunale interessata dagli insediamenti; per tutte le aree di versante oltre quota 400mt s.l.m., non incluse nell'elaborato grafico, la classe di fattibilità attribuita risulta essere

la quattro, a causa dell'elevata acclività e dei diffusi fenomeni di dissesto evidenziati dallo studio.

Classe 1 – FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

In questa classe rientrano tutte le aree per le quali non sono emerse, dallo studio eseguito, specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso dei suoli.

Si tratta di aree poco acclivi con buone caratteristiche geotecniche dei terreni, con falda freatica che non interferisce con il suolo ed il primo sottosuolo, anche prossime ai corsi d'acqua ma in zone dove questi sono regimati, in assenza di vincoli di qualsiasi tipo.

Ambito territoriale: l'area di riferimento è situata nella zona pianeggiante soprastante il Lago, ove è insediata una porzione del vecchio nucleo abitato di Pusiano.

Prescrizioni: le destinazioni d'uso del territorio dipenderanno da quanto previsto nello strumento urbanistico. Sarà comunque da prevedere che tutte le attività siano dotate di scarichi reflui nella rete fognaria e che per le opere pubbliche e private vengano effettuati preventivamente gli studi previsti dal D.M. 11.03.88 e successive modifiche.

Classe 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rendono necessari approfondimenti di carattere geotecnico ed idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica che non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.

Si tratta di aree moderatamente acclivi (<20°) che non presentano evidenze di fenomeni di instabilità, con buone caratteristiche geotecniche dei terreni, oppure aree pianeggianti in cui vi sono problemi di bassa soggiacenza della falda.

Ambito territoriale: appartengono a questa classe le zone di versante, con pendenze inferiori a 20°, anche prossime ai corsi d'acqua ed ai vincoli ad essi collegati, presenti lungo le sponde idrografiche destra e sinistra dei Torrenti Campora, Banchet e Vignola. Si individuano inoltre aree collinari, di dimensioni limitate, in cui si possono riscontrare problemi legati alla presenza di zone umide per la limitata profondità della falda freatica o per la presenza di terreni impermeabili, come dimostrano le opere agricole eseguite per favorire la bonifica dei luoghi e permettere la coltivazione delle aree in oggetto.

Prescrizioni: le destinazioni d'uso del territorio dipenderanno da quanto previsto dallo strumento urbanistico. Sarà comunque da prevedere che tutte le attività siano dotate di scarichi reflui nella rete fognaria e che per le opere pubbliche e private vengano effettuati preventivamente gli studi previsti dal D.M. 11.03.88 e successive modifiche. Saranno da svolgere, in particolare, studi di carattere geotecnico per la verifica della stabilità del versante e studi di carattere idrogeologico per verificare l'impatto delle nuove opere circa i problemi di vulnerabilità della falda. Le problematiche legate alla vulnerabilità della falda sono particolarmente importanti, tali da richiedere relazioni specifiche molto dettagliate.

Classe 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Questa classe comprende le aree per le quali lo studio ha evidenziato consistenti limitazioni alla modifica della destinazione d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla maggiore conoscenza geologico-tecnica ed idrogeologica mediante supplementi di indagine nell'area e nelle zone limitrofe; si dovranno prevedere campagne geognostiche specifiche con prove in situ e in laboratorio e mediante studi

specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, etc.). Questa maggiore conoscenza del sito consentirà di precisare destinazioni d'uso, volumetrie ammissibili, tipologie costruttive idonee e opere di sistemazione e bonifica.

Per l'edificato dovranno essere previste indagini per la progettazione e realizzazione di opere di difesa idrogeologica, considerando anche eventuali opere che mitigano gli effetti negativi indotti dall'edificato (monitoraggio geologico dell'evoluzione di eventuali fenomeni in atto).

Ambito territoriale: a questa classe appartengono le seguenti aree:

- aree collinari e versanti acclivi posti sopra la strada statale Erba-Lecco e sopra la strada per Eupilio (>20°);
- aree potenzialmente soggette a moderati fenomeni di esondazione del lago e/o a fenomeni di trasporto solido lungo le aste torrentizie, con livelli liquidi modesti e deposito di materiale sabbio-ghiaioso, ubicate lungo le sponde del lago ed anche all'interno del centro abitato;
- fascia di rispetto dei pozzi idrici ad uso potabile;
- aree di caratteristiche geotecniche scadenti, situate nella zona orientale del territorio comunale, in vicinanza del Lago di Pusiano.

Prescrizioni:

Si riassumono sinteticamente le indagini da prevedersi per le differenti zone individuate (vedi carta della fattibilità):

- aree a moderato rischio esondazione: indagini idrauliche finalizzate alla definizione delle zone a rischio di esondazione, con verifiche idrauliche e dell'eventuale trasporto solido;
- aree con caratteristiche geotecniche scadenti: indagini geotecniche in conformità con quanto previsto dal D.M. 11.03.88 e successive modifiche per le opere pubbliche e private;
- aree di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile: per quanto riguarda le zone di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile valgono le prescrizioni contenute nella D.G.R. del 10 aprile 2003 n.7/12693, pubblicata sul B.U.R.L. S.O. n.17 del 22 aprile 2003: "Direttive per la

disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto" (comma 6, art. 21 del D. L.gs 11 maggio 1999, n.152 e successive modificazioni: comma 5 art.5 del D. L.gs258/2000). L'attuazione degli interventi e delle attività elencate, (tra le quali a- fognature, b- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, c- opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, d- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione) entro le zone di rispetto, è soggetta a prescrizioni specifiche ed all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ripermimetrazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da D.G.R. n.6/15137 del 27 giugno 1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee.

Rifacendosi all'attuale Normativa Tecnica, nelle aree ricadenti entro la Classe tre di fattibilità sono pertanto vietate le seguenti attività:

- apertura di nuove cave e discariche pubbliche o private;
- deposito di sostanze pericolose;
- insediamento di impianti di trattamento e/o di smaltimento di rifiuti;
- insediamento di impianti definiti a rischio sulla base della normativa vigente.

Gli insediamenti già esistenti sono da sottoporre a vincoli e a rigorosi controlli, in modo che vengano adottate e rispettate tutte quelle misure atte a prevenire i fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali. In queste aree si deve inoltre verificare che le pratiche agronomiche non prevedano l'uso consistente di fitofarmaci e nutrienti onde evitarne la dispersione nell'acquifero sottostante; deve inoltre essere fortemente limitata la dispersione di liquami zootecnici.

Nelle aree in Classe tre sono invece consentiti:

nel sistema dell'ambiente

- gli interventi di sistemazione idraulica se compatibili con le caratteristiche degli alvei;

- gli interventi volti al ripristino degli equilibri alterati anche dall'influenza antropica.

nel sistema della residenza

- gli interventi di conservazione e di riqualificazione dell'esistente che non comportino un aggravio, anche minimo, delle condizioni idrogeologiche o di equilibrio statico del terreno sottostante.

nel sistema delle attività produttive

- gli interventi di conservazione e di riqualificazione, da favorire nell'ottica di un più corretto impatto con il territorio, devono prevedere l'eliminazione delle attività comprese nelle categorie vietate qualora esistenti nel sistema infrastrutturale;
- la riqualificazione e l'adeguamento delle infrastrutture di interesse regionale e locale esistenti, purché non modificano i fenomeni idraulici locali o comunque tendano ad un loro miglioramento.

Prescrizioni particolari per le aree in classe tre ubicate a valle della strada statale:

Per tutte le aree ubicate a valle della strada statale ed inserite in classe tre di fattibilità, a causa del rischio esondazione del Lago, si prescrive che i progetti di modifica dell'esistente tengano conto della massima quota di esondazione raggiunta, al di sopra della quale dovrà mantenersi la quota di estradosso dei solai destinati ad ospitare attività particolari, attrezzature, depositi o quant'altro.

Normative specifiche: gli strumenti di indirizzo della pianificazione a livello locale ed i progetti degli interventi devono essere corredati da quanto prescritto dalle vigenti normative in materia di progettazione geologico-tecnica.

I progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio di fattibilità idraulica e da uno studio di fattibilità idrogeologica per le modalità di smaltimento delle acque. Dovranno inoltre essere previste, specie ove le caratteristiche pessime del terreno di fondazione lo richiedano, indagini geotecniche specifiche molto approfondite (con

l'esecuzione di sondaggi e prove penetrometriche in numero sufficiente) che serviranno ad una corretta progettazione delle opere di fondazione di eventuali nuovi insediamenti o per le opere di sostegno ad edifici esistenti in via di ristrutturazione (da richiedere indagini geognostiche appropriate anche per gli interventi di ristrutturazione).

Classe 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica d'uso del territorio. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere finalizzate al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente gli interventi definiti dall'Art. 31, lettere a – b – c della Legge 457/1978. Eventuali opere pubbliche dovranno essere valutate puntualmente e dovranno essere corredate da una specifica relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi con la situazione di grave rischio geologico.

Ambito territoriale: in questa classe ricadono le seguenti aree:

- versante acclive del Monte Cornizzolo (da quota 400 mt s.l.m. sino alla sommità), caratterizzato da fenomeni di dissesto e piccole frane;
- impluvio nella porzione orientale del territorio comunale, interessato da una piccola frana nel novembre 2002;
- le zone di esondazione lungo le sponde del Lago di Pusiano;
- la fascia di tutela assoluta dei pozzi idrici ad uso potabile;
- la fascia di rispetto dei corsi d'acqua come da normativa vigente.

Per le zone di tutela assoluta delle captazioni idriche ad uso idropotabile, previste dal D. Lgs 258/2000 art.5 comma 4, aventi un'estensione di almeno 10mt di raggio, esse devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Vincoli Normativi

- fascia di rispetto lacustre e dei Torrenti Campora, Banchet, Vignola: Legge n° 31 del 08.08.1985 e D.G.R. n° 4/12028 del 25.07.1986
- vincolo idrogeologico: R.D. 3267/1923
- D.M. del 11.03.1988 e successive modifiche
- Legge n° 523/1904 Art. 96
- D.P.R. n° 753 del 11.07.1984 Art. 41
- L.R. n° 41 del 24.11.1997
- Legge n° 1497 del 26.06.1939

In base a quanto precedentemente esposto, possono essere tratte le seguenti considerazioni conclusive.

Dal **punto di vista geotecnico** la situazione è da ritenersi senz'altro buona in gran parte del territorio comunale, essendo i depositi superficiali caratterizzati da parametri geotecnici discreti, ad esclusione delle aree lacuali caratterizzate da depositi limosi con torbe; si ritiene tuttavia necessaria, in caso di future edificazioni in qualsiasi area, l'esecuzione di indagini geognostiche mirate alla conoscenza geologica e geotecnica del terreno per meglio definire le tipologie d'intervento (come da normativa vigente, D.M. 11.03.1988).

Le zone che presentano problemi geotecnici tali da porre consistenti limitazioni ai progetti d'intervento, e che pertanto vanno incluse nella Classe tre di fattibilità, sono quelle in cui l'acclività dei versanti è particolarmente accentuata e quelle in cui i terreni presentano parametri geotecnici particolarmente scadenti; in queste aree ogni progetto andrà corredato di studi geotecnici adeguati.

Il **quadro idrografico** del territorio comunale è condizionato dalla presenza del Lago di Pusiano e dei T. Campora, Banchet e Vignola; lo studio di dettaglio dei corsi d'acqua ha permesso l'individuazione di alcune aree a rischio nei confronti di fenomeni di esondazione con trasporto solido lungo le aste torrentizie, inserite in Classe tre di fattibilità, ed altresì l'individuazione delle aree di esondazione del Lago, classificate

rispettivamente in classe tre e quattro a seconda dell'entità dei livelli liquidi raggiunti.

Il **quadro morfologico** generale del territorio è condizionato da:

- presenza dei versanti acclivi del Monte Cornizzolo nella porzione settentrionale del territorio, inseriti in classe quattro di fattibilità, ove si manifestano fenomeni diffusi di dissesto a piccola scala, con erosione degli alvei torrentizi e possibili colate di detrito;
- presenza di terrazzi morenici intermedi inseriti rispettivamente in classe due o tre a seconda dell'acclività e della vicinanza alle aste torrentizie.

Si segnala infine la necessità di provvedere al periodico monitoraggio dei fenomeni di dissesto in atto o potenziali (piccole frane lungo i versanti, erosione lungo le aste torrentizie, ecc.), nonché all'esecuzione di interventi volti alla mitigazione del dissesto (controllo e pulizia degli alvei, rimozione vegetazione, ecc.).

Dott. Tavecchio Geol. Walter

APPENDICE A

**VALUTAZIONE E ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'
GENERATA DA COLATE DI DETRITO E TRASPORTO IN
MASSA SULLE CONOIDI DEI TORRENTI CAMPORA,
BANCHET E VIGNOLA NEL COMUNE DI PUSIANO (CO),
RITENUTE ATTIVE DAL PAI**

SOMMARIO

1. *PREMESSA*

2. *INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO*
 - 2.1 - *CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED IDRAULICHE DEI BACINI*

 - 2.2 - *MORFOLOGIA-IDROGRAFIA E STATO DI FATTO DELLE CONOIDI*

3. *VALUTAZIONE MAGNITUDO*

4. *BACINI IDROGRAFICI - MAX PORTATE SOLIDE E LIQUIDE*

5. *PERICOLOSITA' - INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI CRITICI LUNGO LE ASTE TORRENTIZIE*

6. *CONCLUSIONI*

1. PREMESSA

La presente relazione, che costituisce parte integrante dello studio geologico del territorio comunale di Pusiano redatto ai sensi dell'art.3 della L.R.41/97, contiene l'indagine inerente la zonazione della pericolosità delle aree di conoide torrentizie, attenendosi alle direttive contenute nel B.U.R.L. - 3° suppl. straordinario al n°48 - 30 novembre 2001.

In particolare le conoidi in questione sono quelle della Valle Campora, della Valle Banchet e parzialmente della Valle Vignola nel Comune di Pusiano, che risultano vincolate dal PAI e considerate come conoidi attive.

Lo studio è stato condotto sviluppando i seguenti punti:

- Raccolta di dati storici, eventi catastrofici, ecc.;
- Rilievi in sito di tipo geomorfologico, litologico, idrologico e delle opere idrauliche esistenti;
- Elaborazione e restituzione dei dati come da normative tecniche di cui alla L.267/98.

L'obiettivo finale dell'indagine è quello di giungere ad una perimetrazione delle aree di studio in relazione all'effettivo grado di pericolosità, con la conseguente attribuzione della relativa classe di fattibilità.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Le conoidi oggetto della presente indagine sono ubicate nella parte meridionale del territorio comunale di Pusiano, ed occupano una fascia di larghezza variabile (300-400mt) a debole acclività posta ai piedi del Monte Cornizzolo, con terminazione nel Lago di Pusiano.

Buona parte del nucleo abitato di Pusiano è insediato sulle conoidi, che sono incise in direzione nord-sud da tre corsi d'acqua a carattere temporaneo (T. Campora, T. Banchet e T.Vignola), che costituiscono il reticolato idrografico principale del versante.

L'analisi della cartografia in scala 1:10.000 (CTR) consente di ipotizzare che in passato le aste torrentizie abbiano subito ripetutamente lo spostamento del proprio tracciato sia verso est che verso ovest, mentre attualmente esso risulta ben definito soprattutto nella parte terminale, dove i corsi d'acqua scorrono incanalati all'interno di alvei artificiali (alvei intubati, incassati tra murature di fabbricati o muri di cinta, regimati con gabbioni o muri in pietra) in aree densamente urbanizzate.

Da interviste effettuate in sito è emerso che il solo T. Campora, che attraversa il territorio comunale nella parte occidentale, è stato interessato nel 1938 da fenomeni di piena significativi con invasione di alcune aree spondali, erosione di muri di cinta in pietrame e distruzione di passerelle e ponticelli in legno.

I bacini idrografici dei tre torrenti (considerando la chiusura del bacino nel punto di immissione nel Lago di Pusiano) coprono attualmente le seguenti superfici:

- 800.000 m² (0,8 Km²) - T. Campora;
- 860.000 m² (0,86 Km²) - T. Banchet;
- 875.000 m² - (0,875 Km²) - T. Vignola.

I bacini presentano tutti forma stretta ed allungata, estendendosi dalle sponde del lago lungo il versante del Monte Cornizzolo fino ad una quota massima di 1050 mt s.l.m..

Le aste torrentizie non ricevono acque da ulteriori tributari, ad eccezione del T. Campora, che è stato oggetto di interventi di natura antropica, ovvero il convogliamento delle acque di ruscellamento superficiale e sorgive provenienti dall'area dell'ex-cava presso S. Maria delle Neve e la deviazione delle acque di impluvio del versante nei pressi della località Campora, che originariamente confluivano nel Lago del Segrino attraversando le frazioni di Carella e Mariaga.

2.1 Caratteristiche geomorfologiche ed idrauliche dei bacini

Caratteri geomorfologici del T. Campora: La fascia superiore del bacino, compresa indicativamente tra quota 900mt s.l.m e quota 1100 mt s.l.m., è caratterizzata da uno strato superficiale di depositi eluviali di modesta entità, che ricoprono il substrato roccioso calcareo marnoso (Calcarea di Moltrasio), affiorante in molti punti; l'evidenza del limitato spessore della copertura è testimoniata dalla prevalenza di essenze erbacee ed arbustive e dalla rara presenza di essenze arboree ad alto fusto, che non trovano un substrato idoneo alle proprie caratteristiche.

Procedendo verso valle sino alla località Campora, il substrato roccioso risulta essere ricoperto da depositi morenici di origine glaciale, con spessori variabili (1-2mt), con alveo inciso che tende a formare un evidente impluvio nel versante.

Nei tratti a maggiore pendenza la soglia e le pareti dell'alveo sono completamente in roccia, mentre nei tratti a minore pendenza si hanno accumuli di materiale ghiaio-sabbioso sul quale si sviluppa vegetazione arbustiva.

Nella fascia compresa tra la Fraz. Carella e la parte apicale del conoide, il substrato roccioso è ricoperto mediamente da uno strato di terreno (spessore 1-3mt circa) costituito in prevalenza da depositi glaciali a differente grado di cementazione, ben visibili lungo la strada che da località Carella sale verso località Campora.

Nel tratto di strada che attraversa la località Campora, il corso d'acqua è regimato lateralmente (sponda sinistra) da gabbioni in pietrame posati direttamente sul terreno, dopodiché termina in un piccolo canale artificiale in calcestruzzo di sezione rettangolare 100(B)x50(H)cm; in due punti l'alveo è attraversato da

accessi carrai, in corrispondenza dei quali è stato intubato con n.3 tubi in cemento $\phi 800\text{mm}$.

In questa zona protetta da gabbioni l'alveo presenta una pendenza molto modesta, favorendo il deposito di materiali ghiaio-sabbiosi ricoperti da vegetazione, mentre successivamente il tratto cementato risulta sgombro da detriti.

A valle di questo canale artificiale, superato un ponticello in c.a., è stato realizzato un muro che devia il flusso delle acque all'interno dell'alveo del T. Campora, mentre in passato esse defluivano naturalmente verso ovest andando ad immettersi nel Lago del Segrino passando per le frazioni Mariaga e Carella.

A valle del manufatto deviatore ci si immette in un piccolo impluvio profondamente scavato nei depositi morenici visibilmente instabili, che tendono a franare nell'alveo riempiendolo di materiale eterogeneo di diversa natura e granulometria. Tale tratto di alveo è attualmente interessato da opere di regimazione progettate per diminuire la velocità dell'acqua e ridurre l'effetto di erosione e trascinamento del materiale.

La morena termina a valle del ponte a quota 460 mt s.l.m., e l'impluvio appare nuovamente stretto, con substrato roccioso affiorante. In prossimità del ponte della cava a quota 350 mt s.l.m. il torrente riceve le acque provenienti dalla Cava di Maiolica, dopodichè si ha un canyon con pareti in roccia profonde una decina di metri, che si immette in una valle scavata e a fondo piatto, dove inizia la parte apicale del conoide del T. Campora, descritta nei paragrafi successivi.

Caratteri geomorfologici del T. Banchet: La porzione superiore del bacino del torrente, compresa tra il ponte della strada di accesso alle zone minerarie (quota 360mt s.l.m) e l'anticima del Monte Cornizzolo, denominata Monte Pesora (quota 1100 mt s.l.m.), si sviluppa in aree caratterizzate da forte acclività e dalla presenza di uno strato superficiale di depositi eluviali di spessore variabile, che ricoprono il substrato roccioso calcareo marnoso (Calcarea di Moltrasio), affiorante in molti punti. L'alveo risulta generalmente inciso, presentando nei tratti a maggiore pendenza soglia e pareti in roccia, mentre nei tratti a minore pendenza

si hanno accumuli locali di materiale ghiaioso e sassi talvolta di dimensioni ragguardevoli.

Tali caratteri morfologici risultano ben evidenti lungo il sentiero lastricato che dall'abitato di Pusiano conduce verso S. Maria delle Neve, con un tracciato tortuoso che intercetta il corso d'acqua in più punti.

A protezione di una piccola porzione del suddetto sentiero posta sotto il ponte della strada di accesso alla zona mineraria (quota 360 mt s.l.m.), in prossimità di opere di captazione di acque sorgive, sono state realizzate delle gabbionate, che oltre a sostenere il terreno consentono altresì la deviazione del flusso idrico che viene convogliato tra le due fondazioni del ponte, dove è possibile osservare la presenza di depositi morenici resi instabili dagli interventi antropici effettuati per la realizzazione delle infrastrutture viarie.

A valle di tale zona l'alveo attraversa un'area generalmente meno acclive, in cui lo spessore della copertura aumenta gradualmente celando completamente il substrato roccioso; in questo tratto, in cui la larghezza del torrente, dopo una prima porzione con alveo inciso nella morena, aumenta progressivamente variando da un minimo di 3-4mt ad un massimo di 7-8mt, la sezione di normale deflusso appare come un solco di erosione contenuto, di dimensioni medie 100(B)x50(H)cm.

In prossimità della SS42, in corrispondenza del sottopasso a quota 283 mt s.l.m., sono presenti le prime opere idrauliche significative, consistenti in una prima vasca in calcestruzzo di dimensioni in pianta 10x5mt e profondità di circa 4mt, seguita da una seconda vasca di dimensioni in pianta 4x4mt e profondità di circa 2mt, dalla quale l'acqua viene convogliata in un canale artificiale delimitato da muri e soglia in calcestruzzo di dimensioni 1,6(B)x2,1(H)mt della lunghezza di circa 35mt, al termine del quale il torrente viene intubato in una camicia di calcestruzzo ϕ 100cm.

Immediatamente a monte di questi manufatti l'alveo si presenta notevolmente allargato e con modesta pendenza, compreso tra muri in calcestruzzo che delimitano gli insediamenti residenziali presenti.

A partire da questo punto inizia la parte apicale della conoide del T. Banchet, caratterizzata da alveo interamente artificiale sino allo sbocco nel lago di Pusiano, come descritto nei paragrafi successivi.

Caratteri geomorfologici del T. Vignola: Per quanto riguarda la porzione superiore del bacino del torrente, compresa tra il ponte della strada di accesso alle zone minerarie (quota 376mt s.l.m) e l'anticima del Monte Cornizzolo, denominata Monte Pesora (quota 1100 mt s.l.m.), valgono le considerazioni svolte per il T. Banchet, trattandosi del medesimo versante con caratteri morfologici omogenei.

A quota 450 mt s.l.m. l'alveo del torrente costeggia l'estremità occidentale dell'area mineraria ed è tagliato in due punti dalla sede carraia realizzata per l'accesso alle zone estrattive; si osserva che tali punti di intersezione, qualora dovessero verificarsi movimenti di materiale trasportato dalle acque, costituirebbero delle vie preferenziali di deflusso naturale, che andrebbe a distribuirsi lateralmente occupando le vaste aree create dall'asportazione del calcare.

A valle del ponte a quota 376mt l'alveo attraversa un'area generalmente meno acclive, in cui lo spessore della copertura aumenta gradualmente celando completamente il substrato roccioso; in questo tratto l'effetto di erosione operato dalle acque, che più a monte è reso meno evidente a causa dell'affioramento del substrato che costituisce la soglia naturale del torrente, ha generato un alveo incassato stretto e profondo, con pareti molto acclivi alte 4-5mt ricoperte da essenze arboree ed arbustive, che usufruiscono di un consistente strato di terreno per l'insediamento del proprio apparato radicale.

In prossimità dei primi nuclei abitativi il torrente effettua una brusca variazione di tracciato in direzione NO-SE; tale deviazione si presume essere di natura antropica, testimoniata dalla presenza in sponda destra (dove l'effetto erosivo sarebbe sicuramente evidente a causa delle forze centrifughe in assenza di protezioni) di gabbionate continue poggianti sul terreno naturale ed in sponda sinistra di murature in pietrame. Superato un piccolo ponticello il torrente effettua un secondo cambio di direzione, riportandosi sull'allineamento prevalente N-S che caratterizza la porzione terminale dei tre corsi d'acqua prima dell'immissione nel

Lago di Pusiano; il deflusso delle acque è garantito dalla presenza di un muro in calcestruzzo continuo, che prosegue sino alla SS42; a partire da questo punto inizia la parte apicale del conoide del T. Vignola, caratterizzata da alveo interamente artificiale sino allo sbocco nel lago di Pusiano, come descritto nei paragrafi successivi.

2.2 Morfologia-idrografia e stato di fatto delle conoidi

Conoide del T. Campora: La parte apicale della conoide del T. Campora inizia circa 100mt a valle del ponte privato della Cementeria di Merone, ovvero circa all'altezza del ponte sulla SS42, dove la sezione di deflusso è di circa 40mq; da qui l'asta del torrente curva di circa 90° proseguendo verso valle, con una direzione NE-SO, immettendosi in un'ansa che conduce ad un tratto pavimentato largo 6-9mt, delimitato in sponda destra dal muro di una casa ed in sponda sinistra dal muretto di recinzione delle scuole elementari.

Superato tale tratto, si ha una briglia con salto di circa 1,5mt ed una soglia di fondo con paramento di 1mt, oltre la quale le acque defluiscono sotto il ponte di via Trento (sezione di deflusso 6mq circa).

Oltre tale ponte, per un tratto lungo circa 100mt, l'alveo è compreso tra muri in pietrame e muri perimetrali di edifici con fondo in terreno a pendenza costante, che consente la crescita di fitta vegetazione costituita da arbusti e qualche albero a medio fusto. Proseguendo verso il ponte della SS639 si riscontra la presenza di alcune opere di regimazione, come soglie, lastricature, formazione di solchi per il normale deflusso delle acque con sponde rinforzate in pietrame a secco.

Il corso d'acqua risulta normalmente asciutto, non essendo alimentato da sorgenti perenni; la presenza d'acqua è limitata alle ore successive ad eventi meteorici particolarmente intensi o prolungati.

Conoide del T. Banchet: La parte apicale della conoide del T. Banchet inizia circa all'altezza del ponte sulla SS42, in prossimità delle opere idrauliche descritte ai paragrafi precedenti (vasche di espansione), dalle quali le acque vengono convogliate prima in un canale a sezione rettangolare (35mt circa di lunghezza) e

successivamente in una camicia di calcestruzzo $\phi 100\text{cm}$, per un tratto ancora di circa 35mt in corrispondenza del sottopasso della statale.

Oltre il tratto intubato le acque scorrono all'interno di un percorso lastricato delimitato a destra e a sinistra da muri di cinta e muri perimetrali di edifici, di altezza mai inferiore ad 1,8mt con larghezza variabile mai inferiore ad 1,3mt, per una lunghezza complessiva di circa 125mt. Al termine di questo percorso le acque vengono recapitate tramite una griglia in una tubazione in calcestruzzo di diametro $\phi 120\text{cm}$, che prosegue interrata attraversando una via interna del centro abitato, la strada statale SS639, un'area destinata a parcheggi ed immettendosi infine nel Lago di Pusiano, dopo avere raccolto tramite griglie e caditoie le acque stradali e dei piazzali.

Il corso d'acqua risulta normalmente asciutto, non essendo alimentato da sorgenti perenni; la presenza d'acqua è limitata alle ore successive ad eventi meteorici particolarmente intensi o prolungati.

Conoide del T. Vignola: La parte apicale della conoide del T. Vignola inizia un centinaio di metri a monte della SS42, in prossimità del punto in cui il torrente subisce un cambiamento di direzione, deviato da un muro in calcestruzzo ubicato in sponda sinistra. In questo tratto il corso d'acqua presenta una larghezza di 5-6mt ed è caratterizzato da alveo in terreno naturale a pendenza costante ridotta, con depositi di materiale ghiaioso-sabbioso fittamente colonizzato da vegetazione infestante (rovi, arbusti, ecc.)

In corrispondenza della SS42 le acque vengono convogliate in un tunnel di sezione 1,2x1,2mt, dopodichè scorrono all'interno di un percorso cementato delimitato a destra e a sinistra da muri di cinta e muri perimetrali di edifici, di altezza mai inferiore ad 1,5mt con larghezza variabile intorno ad 1,2mt, fino a sfociare nel Lago di Pusiano dopo avere attraversato in cunicolo la strada statale SS639.

Il corso d'acqua risulta normalmente asciutto, non essendo alimentato da sorgenti perenni; la presenza d'acqua è limitata alle ore successive ad eventi meteorici particolarmente intensi o prolungati.

3. VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO

Ai fini della comprensione dei fenomeni di trasporto solido sulle conoidi risulta fondamentale valutare la magnitudo, intendendosi il volume massimo di detrito rimobilizzabile in occasione di fenomeni di piena particolarmente intensi.

La valutazione è stata condotta considerando una serie di formule empiriche proposte da vari autori ed attraverso le osservazioni effettuate sul campo.

Si riportano di seguito le relazioni che sono state applicate, seguite da una sintesi proposta sotto forma di tabella in cui sono riassunti i valori della magnitudo per i tre bacini idrografici oggetto di studio.

Bottino, Crivellari & Mandrone (1996):

$$M=21.241 \cdot A_b^{0,28}$$

Con

A_b area bacino in Km²

Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000):

$$M=k \cdot A_b \cdot M_b^{0,8} \cdot S_{cl-c} \cdot (I-F)^{-2}$$

Con

$k=3$ per bead load e debris flood, $=5,4$ per debris flow

A_b area bacino in Km²

M_b indice di Melton

S_{cl-c} pendenza del collettore sul conoide (%)

$I-F$ indice di frana (1: grandi frane lungo la rete; 2: frane sui versanti; 3:frane piccole o assenti)

Hampel (1977):

$$M= 150 \cdot A_b \cdot (S_c - 3)^{2,3}$$

Con

A_b area bacino in Km² per aree $<10\text{Km}^2$

S_c pendenza del conoide (%)

Marchi & Tecca (1996)

$$M = 10.000 \cdot A_b$$

Con

A_b area bacino in Km^2 per aree $< 10Km^2$

Rickenmann & Zimmerman (1997)

$$M = (110 - 2,5 \cdot S_c) \cdot L_{cl}$$

Con

S_c pendenza del conoide (%)

L_{cl} lunghezza dell'alveo sul conoide (mt)

Takei (1984)

$$M = 13.600 \cdot A_b^{0,61}$$

Con

A_b area bacino in Km^2

Tropeano & Turconi (1999)

$$M = (0,542 \cdot A_e + 0,0151) \cdot 0,019 \cdot h \cdot tg\theta$$

Con

A_e area effettiva del bacino (Km^2) per aree $< 15Km^2$

h spessore medio del materiale mobilizzabile (mt)

$tg\theta$ pendenza media del bacino

CALCOLO DELLA MAGNITUDO - BACINO T. CAMPORA

AUTORE	MAGNITUDO (m^3)
<u>Bottino, Crivellari & Mandrone (1996)</u>	19.955
<u>Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000)</u>	32.633
<u>Hampel (1996)</u>	14.331
<u>Marchi & Tecca (1996)</u>	8.000
<u>Rickenmann & Zimmerman (1997)</u>	28.875
<u>Takei (1984)</u>	11.869
<u>Tropeano & Turconi (1999)</u>	8.525

CALCOLO DELLA MAGNITUDO - BACINO T. BANCHET

AUTORE	MAGNITUDO (m ³)
<u>Bottino, Crivellari & Mandrone (1996)</u>	20.363
<u>Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000)</u>	37.030
<u>Hampel (1996)</u>	5.227
<u>Marchi & Tecca (1996)</u>	8.600
<u>Rickenmann & Zimmerman (1997)</u>	27.900
<u>Takei (1984)</u>	12.404
<u>Tropeano & Turconi (1999)</u>	11.703

CALCOLO DELLA MAGNITUDO - BACINO T. VIGNOLA

AUTORE	MAGNITUDO (m ³)
<u>Bottino, Crivellari & Mandrone (1996)</u>	20.460
<u>Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000)</u>	32.937
<u>Hampel (1996)</u>	5.317
<u>Marchi & Tecca (1996)</u>	8.750
<u>Rickenmann & Zimmerman (1997)</u>	23.400
<u>Takei (1984)</u>	12.536
<u>Tropeano & Turconi (1999)</u>	12.273

I risultati ottenuti tramite l'applicazione delle formule empiriche devono essere ragionevolmente ridimensionati, per i seguenti motivi:

- una porzione rilevante dell'alveo dei torrenti attraversa aree in cui lo strato di copertura è minimo o addirittura assente (alveo in roccia), dove pertanto l'effetto di trasporto solido è irrilevante;
- i torrenti sono interessati da presenza d'acqua limitatamente ad alcune settimane nel corso dell'anno, in concomitanza di fenomeni meteorici intensi o prolungati, pertanto l'azione erosiva non si esplica in modo continuato e progressivo;

- dall'osservazione diretta effettuata in sito è stato verificato, attraverso valutazioni litologiche, morfologiche e calcoli geometrici, che la quantità di materiale potenzialmente soggetto all'azione di trasporto è complessivamente molto ridotta, con situazioni differenti per i tre corsi d'acqua.

Si ritiene pertanto ragionevole, per una prima formulazione di un modello teorico, escludere i valori di magnitudo calcolati empiricamente superiori a 20.000 m³; i valori medi che si ottengono sono i seguenti:

T. CAMPORA: M=10.680 m³

T. BANCHET: M=9.490 m³

T. VIGNOLA: M=9.720 m³

Si procede a questo punto con la descrizione dello stato di fatto rilevato attraverso l'ispezione dell'alveo dei torrenti, che ha permesso di ridimensionare ulteriormente i valori teorici precedentemente determinati.

T. CAMPORA

Dall'analisi dello stato di fatto condotta tramite ispezione dell'alveo, si è individuata un'area ad elevato contenuto di sedimenti, situata tra la piana della Fraz. Campora ed il ponte di valle, sulla strada Carella-Campora (quota 460 mt s.l.m.).

In questa zona il torrente attraversa una morena, incidendola profondamente, fatto reso evidente dall'assenza di vegetazione e dalla presenza di nicchie di distacco che testimoniano il passato franamento di masse di alcune decine di metri cubi. Attualmente tale tratto di versante è soggetto ad opere di regimazione idraulica longitudinali e trasversali estese alla porzione di alveo compreso tra quota 460mt e quota 550mt, pertanto si ritiene che a lavori ultimati (vedi relazione a cura del Dott. Pierluigi Vercesi - settembre 1998 - Comune di Eupilio) il pericolo che tale area possa essere sorgente di fenomeni di debris flow sarà notevolmente ridotto.

Per quanto riguarda un'eventuale ma poco probabile sorgente nella parte di monte, il materiale perderebbe sicuramente velocità nella parte pianeggiante in località Campora, trovando ostacolo negli accessi carrai che tagliano trasversalmente la ridotta sezione di deflusso.

Un'eventuale evoluzione della torbida verso valle, con elevata probabilità si immetterebbe nell'impluvio in direzione del Lago del Segrino, non essendo efficienti le minime opere di regimazione presenti per lo smaltimento delle portate di massima piena calcolate con tempi di ritorno decennali.

Il volume massimo di detrito mobilizzabile è stato stimato intorno ai 650-700mc.

T. BANCHET

Dall'analisi dello stato di fatto condotta tramite ispezione dell'alveo, non si sono individuate aree potenzialmente soggette a fenomeni di erosione significativi e conseguente trasporto solido per tutta la porzione del bacino a monte del ponte sulla strada di accesso alla zona mineraria (quota 360 mt s.l.m.) caratterizzato, come precedentemente descritto, da alveo prevalentemente in roccia e da modesto strato di copertura.

Ipotizzando comunque un'eventuale ma poco probabile sorgente di debris flow nella parte di monte, il materiale perderebbe sicuramente velocità lungo le balze a monte del suddetto ponte, dove l'alveo intercetta il sentiero che porta verso S. Maria della Neve senza alcuna delimitazione laterale, consentendo la naturale dispersione di materiale.

Un'eventuale evoluzione della torbida verso valle, oppure fenomeni di distacco generati lungo la morena, provocherebbe arrivo di materiale in breve tempo al tratto di valle con pendenza inferiore ed alveo di notevole larghezza, lungo il quale si avrebbe un'ulteriore azione di frenatura ed un arresto definitivo in corrispondenza delle vasche in calcestruzzo ubicate sotto la SS42.

Il volume massimo di detrito mobilizzabile è stato stimato non eccedere i 350-400mc.

T. VIGNOLA

Dall'analisi dello stato di fatto condotta tramite ispezione dell'alveo, non si sono individuate aree potenzialmente soggette a fenomeni di erosione significativi e conseguente trasporto solido per tutta la porzione del bacino a monte del ponte sulla strada di accesso alla zona mineraria (quota 376 mt s.l.m.) caratterizzato, come precedentemente descritto, da alveo prevalentemente in roccia e da modesto strato di copertura.

Ipotizzando comunque un'eventuale ma poco probabile sorgente di debris flow nella parte di monte, il materiale verrebbe sicuramente disperso nei punti in cui l'alveo viene intercettato dal tracciato stradale creato dall'uomo per l'accesso degli autocarri alle zone minerarie, di larghezza notevolmente superiore alle dimensioni dell'alveo del torrente stesso; considerando che l'area di cava ha un'estensione non indifferente, essa costituirebbe una valvola di sfogo nei confronti di quantitativi anche ingenti di materiale, il cui movimento appare peraltro un evento improbabile. Sotto queste ipotesi si escludono evoluzioni della torbida verso valle causata da movimenti con origine nella parte alta del bacino; per quanto riguarda la parte intermedia del corso d'acqua, non sono state riscontrate al momento attuale situazioni particolarmente critiche, che sarebbero resi evidenti da assenza di vegetazione, intasamenti locali dell'alveo, ecc..

Si considera in ogni caso, ipotizzando l'attivazione di fenomeni erosivi nel tratto scavato nella morena, un volume massimo di detrito mobilizzabile intorno ai 350-400mc.

4. BACINI IDROGRAFICI - MAX PORTATE LIQUIDE E SOLIDE

La ricostruzione dei bacini idrografici è stata realizzata basandosi sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, dalla quale sono stati desunti i seguenti dati:

T. CAMPORA

Bacino idrografico	0,8 km ²
Lunghezza asta principale	2,0 Km
Dislivello massimo	490 mt
Pendenza media alveo	11%

T. BANCHET

Bacino idrografico	0,86 km ²
Lunghezza asta principale	2,5 Km
Dislivello massimo	810 mt
Pendenza media alveo	32%

T. VIGNOLA

Bacino idrografico	0,875 km ²
Lunghezza asta principale	2,1 Km
Dislivello massimo	690 mt
Pendenza media alveo	33%

Al fine di individuare la portata di massima piena relativa ai bacini idrografici individuati, è stato effettuato uno studio dettagliato dei dati relativi alle precipitazioni che hanno interessato il territorio comunale.

I dati relativi alle precipitazioni sono stati ricavati elaborando dapprima i dati raccolti dalle stazioni di Como, Bellagio e Lezzeno nel periodo gennaio 1970 - giugno 1977.

Altri dati sono stati raccolti da: "Analisi delle Temperature e Precipitazioni nel Triangolo Lariano nel cinquantennio 1921 - 1970 Stazioni di Como, Bellagio e

Lecco"; e altri ancora sono stati rilevati esaminando le isoiete, riferite al periodo 1950 – 1984, relative alle stazioni di Asso e di Costa Masnaga.

La regimentazione delle precipitazioni nel corso dell'anno, pone in evidenza un massimo principale in maggio, mentre i minimi principali si realizzano nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio.

Il regime delle precipitazioni può essere definito Prealpino, ma l'elemento di discordanza, costituito dal fatto che il minimo estivo è poco marcato rispetto a quello invernale e che inoltre la stazione di Bellagio si discosta dalle altre due per avere il massimo secondario in giugno, induce a proporre l'introduzione di un nuovo regime pluviometrico definibile come "Regime dei Laghi Prealpini".

L'analisi dei fenomeni di piena e dei processi erosivi del terreno richiede un'adeguata conoscenza delle precipitazioni notevoli.

Per questo riportiamo da "Analisi delle precipitazioni" le manifestazioni di maggiore intensità e di breve durata.

Per le stazioni considerate di Como, Lezzeno e Bellagio, gli eventi compresi tra 0,1 e 0,3 mm/min di intensità risultano:

COMO	72%
LEZZENO	75%
BELLAGIO	84%

Gli eventi di intensità maggiore a 0,6 mm/min sono invece:

COMO	7%
LEZZENO	9%
BELLAGIO	4%

Per il calcolo delle reti di convogliamento delle acque meteoriche, con i moderni criteri del volume di invaso, è necessario disporre di una funzione che leghi l'altezza delle piogge (o intensità) alla durata.

Una funzione comunemente usata è:

$$h = aT^n$$

dove:

h = altezza (intensità)

T = durata dell'evento

a, n = costanti caratteristiche delle curva pluviometrica scelta

Per bacini di modesto areale, come quelli in oggetto, rivestono particolare importanza le piogge intense che si verificano nell'ambito giornaliero.

Quindi la curva che inviluppa la serie dei dati ragguagliati all'intero areale può essere la seguente:

$$P = 71 T^{0,43}$$

dove T in questo caso è espresso in h

Precipitazione massime da 1 a 24 h (Stazione di Asso)

1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
71	81	101	141	193

Il tempo di corrivazione rappresenta uno dei parametri di base per lo studio dei fenomeni di piena, in quanto fornisce indicazioni sul tempo necessario per le concentrazioni delle acque di pioggia alla sezione di misura.

E' stata adottata la formula di Gianotti (1937) che è quella più comunemente usata per la valutazione di questo parametro:

$$t_c = \frac{4 \sqrt{S} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{Z}}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione in h

S = area del bacino in Km²

L = lunghezza massima percorsa dalle acque

Z = quota media del bacino riferita alla stazione di misura

Per la valutazione della portata di massima piena si è fatto uso della seguente formula:

$$Q = \frac{\gamma \times PC \times S}{t_c \times 3600} \times 1000$$

$$Q = \frac{1 \times 70 \sqrt{t_c} \times S \times 1000}{t_c \times 3600}$$

dove:

PC= pioggia critica = $70 \sqrt{t_c}$

γ = coefficiente di afflusso da 0,5 a 1

Si riportano di seguito i valori della massima portata liquida per i tre bacini, avendo assunto un coefficiente di afflusso pari a 0,5.

TORRENTE	Q_{maxpiena} (mc/sec)
T. CAMPORA	12,90
T. BANCHET	13,00
T. VIGNOLA	13,30

Per il calcolo della portata solido-liquida di un debris-flow si utilizza la formula empirica di Mizujane, in cui si inserisce il valore del magnitudo effettivo dedotto tramite l'analisi di dettaglio dei corsi d'acqua. Nelle tabelle seguenti si riassumono i risultati dei calcoli effettuati.

FORMULA DI MIZUJANE: $Q_{\text{colata}} = 0,135 \cdot M^{0,78}$ con M magnitudo effettivo

TORRENTE CAMPORA

PORTATA LIQUIDA MASSIMA	12,9 mc/sec
MAGNITUDO MEDIO TEORICO	10.680 mc
MAGNITUDO EFFETTIVO RILEVATO	800 mc
PORTATA TORBIDA MASSIMA	25 mc/sec

TORRENTE BANCHET

PORTATA LIQUIDA MASSIMA	13 mc/sec
MAGNITUDO MEDIO TEORICO	9.490 mc
MAGNITUDO EFFETTIVO RILEVATO	400 mc
PORTATA TORBIDA MASSIMA	14,45 mc/sec

TORRENTE VIGNOLA

PORTATA LIQUIDA MASSIMA	13,3 mc/sec
MAGNITUDO MEDIO TEORICO	9.720 mc
MAGNITUDO EFFETTIVO RILEVATO	300 mc
PORTATA TORBIDA MASSIMA	12 mc/sec

I calcoli effettuati consentono di ipotizzare che, in concomitanza di un evento piovoso particolarmente intenso (tempo di ritorno centennale), l'eventuale verificarsi di fenomeni di distacco provocherebbe una colata di materiale detritico con portate di picco variabili a seconda dei casi da 12 a 25 mc/sec; l'evento avrebbe una durata media inferiore al minuto (30-35sec), con rapido incremento iniziale ed altrettanto rapido decremento finale della portata della colata.

5. PUNTI CRITICI LUNGO LE ASTE TORRENTIZIE SULLE CONOIDI

Come ampiamente descritto in precedenza, il verificarsi di un debris flow nella parte alta dei bacini dei tre torrenti troverebbe comunque dei punti di sfogo localizzati a monte delle aree occupate dalle conoidi, ubicati in genere in zone dove tali fenomeni non provocherebbero danni significativi (presenza sporadica o assenza totale di insediamenti - vedi tav.07).

Risulta a questo punto fondamentale evidenziare la presenza di punti critici lungo le aste torrentizie sulle conoidi, per capire l'evoluzione di un'eventuale colata detritica con origine nella zona intermedia dei corsi d'acqua che dovesse raggiungere il centro abitato.

Nel seguito si espongono le considerazioni relative ai tre corsi d'acqua, e si rimanda alla tav.08 in scala 1:2.000 allegata dove, sulla base delle osservazioni effettuate, sono state individuate sulle aree di conoide cinque classi di pericolosità, di seguito descritte:

- **H1 (Pericolosità Molto Bassa):** area che per caratteristiche morfologiche ha basse o nulle probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto;
- **H2 (Pericolosità Bassa):** area mai interessata in passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica, o area protetta da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi;
- **H3 (Pericolosità Media):** area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali, di media intensità con livelli liquidi massimi di 20-30cm e con trasporto anche di materiale sabbioso e ghiaioso (esondazione);
- **H4 (Pericolosità Alta):** area con alta probabilità di essere interessata da erosioni di sponda e di trasporto in massa e/o trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti;
- **H5 (Pericolosità Molto Alta):** comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze.

T. CAMPORA

Dai rilievi effettuati nell'anno 2001 era stato evidenziato un punto critico in corrispondenza del ponticello su via Trento, nei pressi delle scuole; in questa zona l'argine sinistro del torrente aveva un'altezza estremamente contenuta, di circa 50cm, con sezione di deflusso di circa 8 m²; attualmente l'argine è stato sopraelevato, riducendo il pericolo di esondazione.

La geometria attuale consente lo smaltimento delle portate di regolare deflusso e di eventi di piena, ma non appare comunque in grado di confinare un evento di massima piena liquida o una colata detritica dell'entità ipotizzata nei paragrafi precedenti, che andando ad impattare contro il ponte di via Trento (che ha una modesta capacità di deflusso), potrebbe causare intasamento da detriti e vegetazione e comportare una espansione laterale della colata detritica.

Tale espansione procederebbe incanalata lungo via Trento, che risulta delimitata a destra e sinistra da muri di recinzione e muri perimetrali di fabbricati, perdendo rapidamente velocità ed energia associata al fenomeno di trasporto; realisticamente si può ipotizzare che l'imbocco di via Garibaldi, ubicato più a valle nel punto in cui via Trento effettua un brusca variazione di direzione, potrebbe essere interessato da modesti livelli liquidi.

T. BANCHET

Dai rilievi effettuati non sono stati evidenziati punti particolarmente critici; a monte del sottopasso della statale l'alveo subisce infatti un discreto allargamento, dopodichè confluisce verso due vasche di espansione in calcestruzzo che, in condizioni normali, regolano l'afflusso d'acqua verso la strozzatura di valle.

Tale configurazione dell'alveo provocherebbe un notevole rallentamento della massa solido-liquida in movimento e l'arresto definitivo dei detriti all'interno delle vasche. Si ritiene pertanto poco realistico ipotizzare un'ulteriore evoluzione della torbida verso valle; attualmente i tratti di alveo a valle di tali vasche, con fondo in cemento o lastricato, risultano infatti completamente sgombri da qualsiasi genere di detrito anche a matrice fine, a testimonianza della totale assenza di fenomeni di trasporto solido.

T. VIGNOLA

Dai rilievi effettuati non sono stati evidenziati punti particolarmente critici, anche in relazione all'assenza di fenomeni di erosione o dissesto lungo le sponde del corso d'acqua; a monte del sottopasso della statale l'alveo presenta una discreta larghezza (6-7mt) ed una pendenza molto modesta per un tratto lungo una settantina di metri, pertanto l'evoluzione della torbida verso valle andrebbe ad arrestarsi in modo naturale in questa zona. Si ritiene pertanto poco realistico ipotizzare un'ulteriore evoluzione della torbida verso valle; attualmente i tratti di alveo a valle della SS42, con fondo in cemento o lastricato, risultano infatti completamente sgombri da qualsiasi genere di detrito anche a matrice fine, a testimonianza della totale assenza di fenomeni di trasporto solido.

E' doveroso tuttavia osservare che un eventuale fenomeno di piena di dimensioni eccezionali, che allo stato attuale risulta assolutamente improbabile, potrebbe causare delle esondazioni dei terreni ubicati in sponda destra in corrispondenza della deviazione in curva dell'alveo, attualmente protetti da gabbionate.

6. CONCLUSIONI

Dalla carta della pericolosità redatta sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, si evince che in generale le conoidi non presentano zone esposte a rischi particolarmente elevati, per i seguenti motivi:

- I corsi d'acqua oggetto di studio sono tutti a carattere temporaneo, con portate generalmente modeste anche in occasione di eventi meteorici intensi o prolungati; questo è dovuto alla natura della copertura e del substrato ed all'intensa attività mineraria esercitata in passato, che ha determinato la formazione di bacini che fungono da vasche di raccolta delle acque meteoriche, rilasciate lentamente attraverso le fratture del substrato;
- Lo studio dettagliato dell'alveo dei torrenti ha evidenziato che le quantità di materiale mobilizzabile sono estremamente modeste, e laddove sono più importanti (T. Campora, sul territorio del Comune di Eupilio) sono in atto opere di regimazione volte alla riduzione dei fenomeni erosivi;
- La formazione di colate detritiche nelle parti alte dei corsi d'acqua troverebbe delle naturali vie di sfogo prima di raggiungere il centro abitato;
- Un'eventuale poco probabile evoluzione della torbida fino al centro abitato procederebbe all'interno di canali arginati a debole pendenza, con deposizione graduale del materiale fino al completo arresto, senza evidenti rischi per i manufatti ed i fabbricati prospicienti.

In linea generale si ribadisce comunque la necessità di intervenire periodicamente controllando la stabilità e l'efficienza delle opere idrauliche presenti e migliorando le condizioni delle aste torrentizie, attraverso il taglio e l'asportazione della vegetazione e la rimozione di eventuali detriti in accumulo.

Il tecnico incaricato

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

T. CAMPORA



Foto n.1 – Alveo incanalato artificialmente presso C.na Campora (Comune di Eupilio)



Foto n.2 – Depositi instabili in prossimità del ponte quota 460 mt s.l.m. sulla strada Carella-Campora



Foto n.3 – Opere di regimazione in prossimità del ponte quota 460 mt s.l.m. sulla strada Carella-Campora



Foto n.4 – Alveo in roccia nei pressi della ex-cava della Cementeria di Merone



Foto n.5 – Punto critico in prossimità delle scuole elementari, con argini bassi in sponda sinistra

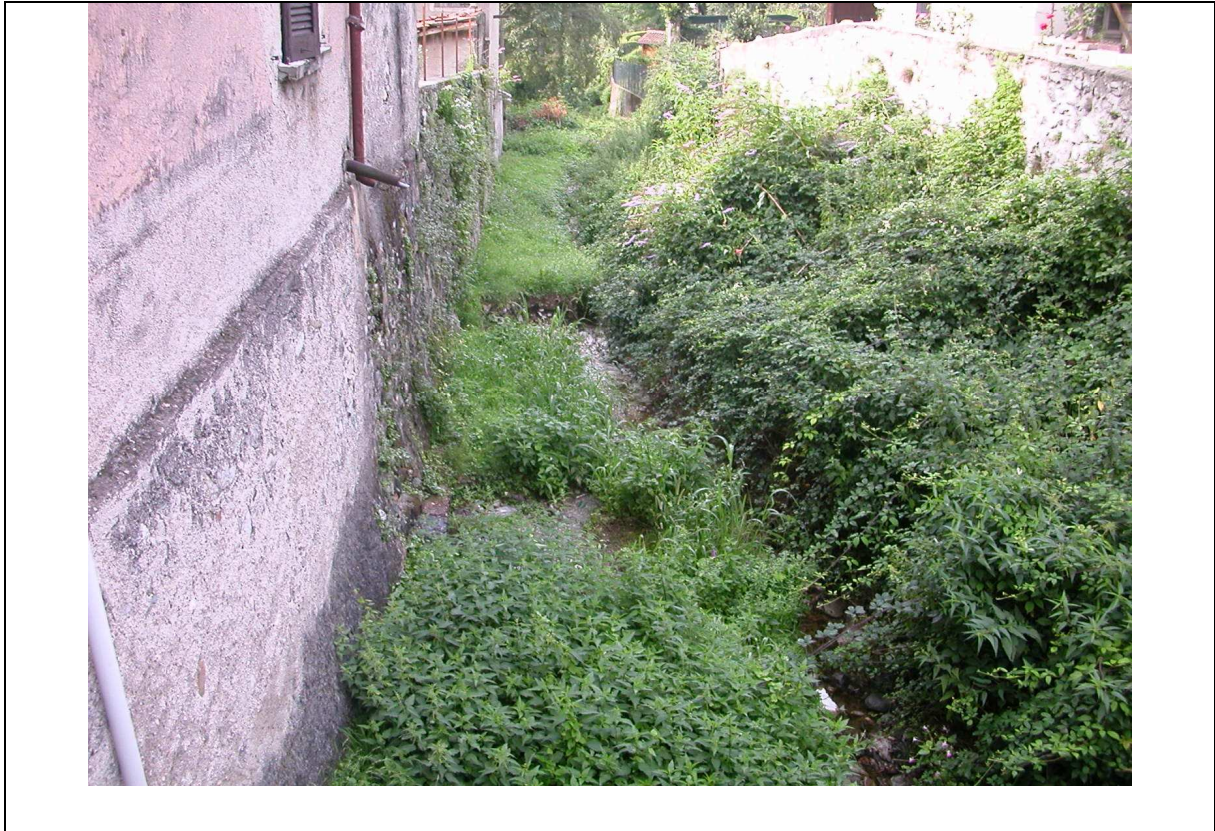


Foto n.6 – Alveo a valle del ponticello di via Trento

T. BANCHET



Foto n.7 – Alveo in roccia con salto di quota su parete subverticale nei pressi della cava



Foto n.8 – Zona di possibile dispersione di materiale conseguente a debris-flow con origine nella parte alta del torrente



Foto n.9 – Alveo in roccia lungo il sentiero che sale verso S. Maria della Neve



Foto n.10 – Vasche di espansione a monte della SS42



Foto n.11 – Alveo a valle della SS42, compreso tra muri di cinta e muri perimetrali di fabbricati



Foto n.12 – Griglia di convogliamento delle acque in tubazione interrata nel centro abitato a monte della SS639



Foto n.13 – Sbocco a lago camicia in calcestruzzo diametro 100cm

T. VIGNOLA

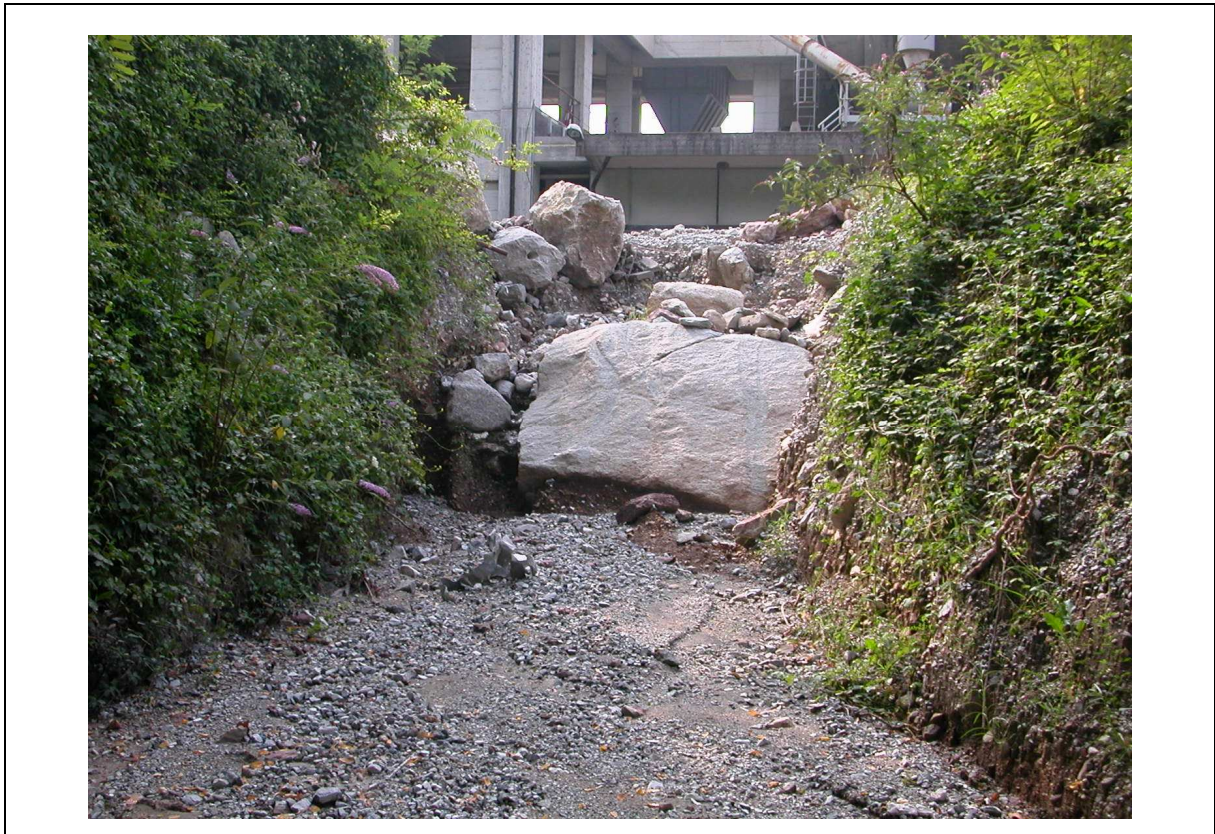


Foto n.14 – Alveo del torrente nei pressi dell'ingresso alla zona mineraria della Cementeria di Merone



Foto n.15 – Imbocco tratto intubato sotto la SS42



Foto n.16 – Alveo nel tratto tra la SS42 e la SS639

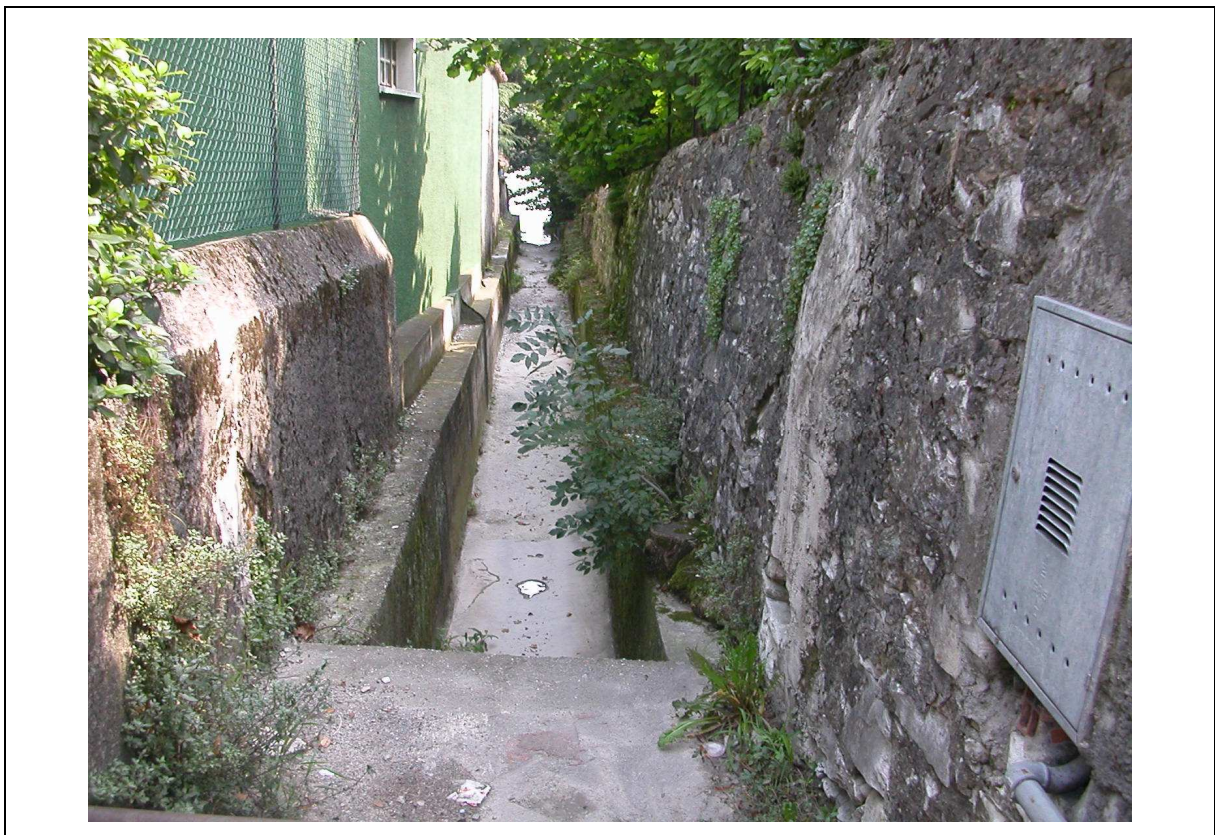


Foto n.17 – Alveo a valle della SS639 prima dello sbocco a lago

APPENDICE B

**NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI - ART.9
LIMITAZIONI ALLE ATTIVITA' DI TRASFORMAZIONE E
D'USO DEL SUOLO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI DI
DISSESTO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO**

Art. 9. Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, così come definiti nell'Elaborato 2 del Piano:

- frane:
 - **Fa**, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),
 - **Fq**, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),
 - **Fs**, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),
- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
 - **Ee**, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
 - **Eb**, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
 - **Em**, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata,
- trasporto di massa sui conoidi:
 - **Ca**, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),
 - **Cp**, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),
 - **Cn**, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa - (pericolosità media o moderata),
- valanghe:
 - **Ve**, aree di pericolosità elevata o molto elevata,
 - **Vm**, aree di pericolosità media o moderata.

2. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, 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.
3. Nelle aree **Fq**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:
- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, 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 alinee 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.

4. 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.
5. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Ee** sono esclusivamente consentiti:
 - 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.
6. Nelle aree **Eb**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5, sono consentiti:
- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
 - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;

- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.

6bis. 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.

1. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Ca** sono esclusivamente consentiti:

- 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, 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.
2. Nelle aree **Cp**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 7, sono consentiti:
- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
 - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
 - la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.
3. Nelle aree **Cn** 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.
4. Nelle aree **Ve** sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni.
5. Nelle aree **Vm**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 10, sono consentiti:
- 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 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 gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonché l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purché compatibili con lo stato di dissesto esistente;
- le opere di protezione dalle valanghe.

Tutti gli interventi consentiti, di cui ai precedenti commi, sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11 marzo 1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale verifica deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.