

COMUNE DI MALONNO



Provincia di Brescia

La componente geologica nella pianificazione comunale

1999 - studio geologico del territorio comunale ai sensi dell'art. 3 della l.r. 24/11/97 con recepimento delle osservazioni della Regione Lombardia del 5 settembre 2000 prot. Z1 2000. 0031151

2002 - valutazione della pericolosità delle aree di conoide ai sensi della d.g.r. 11/12/2001 con recepimento delle osservazioni della Regione Lombardia del 9 giugno 2003 prot. Z1 2003. 0025925

2012 aggiornamento con modifiche e sostituzioni secondo quanto previsto dalla L.R. 11 marzo 2005 n° 12 e s.m.i.

RELAZIONE

Settembre 2003

Allegato 9



Geologia Tecnica Camuna
Studio associato - tel/fax 0364 533637
Via Albera, 3 - Darfo Boario Terme (BS)
E-mail : geotec@intercam.it

Dott. Geol. Gilberto Zaina



INDICE

PREMESSA	pag. 1
<u>FASE D'ANALISI: INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO</u>	
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag. 2
2. ASPETTI GEOLOGICI	pag. 2
2a. <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE</u>	pag. 2
2b. <u>DESCRIZIONI LITOLOGICHE</u>	pag. 4
3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI	pag. 9
3a. <u>FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE</u>	pag. 10
3b. <u>FORME E DEPOSITI GLACIALI</u>	pag. 13
3c. <u>FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI</u>	pag. 15
3d. <u>FORME CRIONIVALI</u>	pag. 19
3e. <u>FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI NATURA ANTROPICA</u>	pag. 20
4. ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI	pag. 22
4a. <u>ASPETTI IDROLOGICI GENERALI</u>	pag. 22
4b. <u>ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI</u>	pag. 27
4c. <u>SISTEMA IDROGRAFICO</u>	pag. 28
4d. <u>SORGENTI</u>	pag. 36
5. CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO CON ELEMENTI LITOLOGICI	pag. 37
<u>FASE DI VALUTAZIONE: SINTESI DEGLI ELEMENTI</u>	
6. LA CARTA DI SINTESI	pag. 40
6. BIBLIOGRAFIA	

La componente geologica nella pianificazione comunale

1999: Studio geologico del territorio comunale – ai sensi dell'art. 3 della l.r. 24/11/97 n. 41 con recepimento delle osservazioni della Regione Lombardia del 5 Settembre 2000 prot. Z1 2000. 0031151

2002: Valutazione della pericolosità delle aree di conoide – ai sensi della d.g.r. 11/12/2001 con recepimento delle osservazioni della Regione Lombardia del 9 Giugno 2003 prot. Z1 2003. 0025925

2012:aggiornamento con modifiche e sostituzioni secondo quanto previsto dalla L.R. 11 marzo 2005 n° 12 e s.m.i

PREMESSA

Il presente studio è stato redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Malonno (Deliberazione della Giunta Comunale n° 292 del 10.11.98) ed è volto all'esame degli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici del territorio comunale allo scopo di valutare le condizioni di pericolosità e di rischio esistenti. La finalità dello studio è la definizione della fattibilità geologica per la pianificazione comunale, in accordo con quanto riportato in "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione territoriale – secondo quanto disposto dall'art. 3 della l.r. 24 Novembre 1997, n. 41". Lo studio, in accordo con le normative di riferimento, ha previsto;

1) FASE D'ANALISI: durante la quale è stata effettuata una raccolta dei dati esistenti (geologici, strutturali, idrogeologici, idrografici ed ambientali) ed una serie di osservazioni dirette di campagna atte alla definizione degli aspetti del territorio. La fase d'analisi ha portato alla stesura delle cartografie d'inquadramento e di dettaglio. Sono state pertanto riprodotte le seguenti cartografie:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| ◆ CARTA GEOLOGICA - scala 1:25.000 | ESTESE A TUTTO IL |
| ◆ CARTA GEOMORFOLOGICA - scala 1:10.000 | TERRITORIO COMUNALE |
| ◆ CARTA IDROGEOLOGICA E IDROGRAFICA - scala 1:10.000 | |
| ◆ CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO
E CON ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI - scala 1:2.000 | PER LE SOLE AREE
INTERESSATE DA
URBANIZZAZIONE |

2) FASE DI VALUTAZIONE: nella fase in esame è stato effettuato l'incrocio e la sovrapposizione degli elementi desunti dalla fase precedente ed in particolare l'individuazione degli elementi significativi, con la predisposizione della

- ◆ CARTA DI SINTESI - scala 1:10.000, estesa a tutta il territorio comunale

2) FASE PROPOSITIVA: attraverso la valutazione critica delle condizioni di pericolosità dei fenomeni rilevati, degli scenari di rischio conseguenti e delle componenti geologico ambientali viene redatta la CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO, nella quale il territorio viene suddiviso in settori omogenei dal punto di vista delle condizioni geologiche riscontrate nelle fasi d'indagine precedenti.

Per la stesura degli elaborati riguardanti l'intero territorio è stata utilizzata la CARTOGRAFIA TECNICA REGIONALE alla scala 1:10.000; in particolare sono state utilizzate le seguenti sezioni:

Sezione D3c2 - EDOLO

Sezione D3c3 - MALONNO

Sezione D3c4 – PAISCO LOVENO

Per la stesura degli elaborati alla scala 1:2.000 ci si è avvalsi del rilievo aerofotogrammetrico messo a disposizione dall'amministrazione comunale e realizzato dalla STAF s.r.l. – *Rilievi aerofotogrammetrici – Parma*, sulla base di una ripresa aerea del Novembre 1988: la cartografia riguarda la porzione di territorio a quote inferiori ed è comprensivo di 12 Mappe denominate con i toponimi delle località comprese nei relativi fogli:

- | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------|---------------------|
| 1. Calzaferro | 2. Lezza | 3. Loritto | 4. Landò |
| 5. Valle di Zazza | 6. Fludena | 7. Malonno | 8. Zazza |
| 9. Odecla | 10. Fienile Fasse | 11. Molbeno | 12. Forno d'Allione |

Valutato lo scopo del lavoro e le relative posizioni delle problematiche e dei territori d'interesse, i fogli della cartografia sono stati composti e suddivisi in ulteriori settori. Nel paragrafo relativo alla bibliografia viene riportato un elenco dettagliato delle fonti consultate per la redazione della presente e ritenuta di fondamentale importanza per la definizione delle condizioni di pericolosità; nel testo sono riportate in corsivo citazioni e riferimenti consultati.

FASE D'ANALISI

INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO

1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il COMUNE di MALONNO (Provincia di Brescia) si trova nel tratto medio superiore della Valle Camonica; il territorio si estende principalmente sul versante destro e sul fondovalle del tratto di solco vallivo, che nel tratto in esame presenta asse disposto sudovest – nordest. Il territorio compreso entro i limiti comunali si sviluppa soprattutto in corrispondenza del versante sinistro e comprende la maggior parte dei bacini delimitati superiormente dal crinale spartiacque con la Valle di Corteno, definito dalle cime Monte Palone del Torsolazzo – Monte Palone di Sopressà – Monte Palone di Bondone– Cima PizTri – Cima Faeto.

Sul versante destro della Valle Camonica è compreso entro i limiti comunali solo una piccola porzione del tratto inferiore di versante, compreso fra l'alveo del Torrente di Zazza ed il ponte di Lorengo sul Fiume Oglio. Il confine segue poi l'alveo del Fiume Oglio sino alla confluenza del Torrente Allione all'altezza di Forno d'Allione posto allo sbocco della Valle di Paisco,

L'intero territorio è compreso nelle Sezioni *D3c2*, *D3c3* e (solo per un settore limitato) *D3c4* della Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. Le varie sezioni sono state unite in un unico elaborato. La superficie del territorio comunale risulta essere pari a 30.78 km².

Per la redazione della cartografia di dettaglio è stata utilizzato il rilievo aerofotogrammetrico effettuato nel 1989 e che interessa il settore del territorio comunale interessato da urbanizzazione.

2 - ASPETTI GEOLOGICI

Attenendosi alle indicazioni riportate nella normativa di riferimento, nella fase di d'analisi è stata redatta la CARTA GEOLOGICO - STRUTTURALE (scala 1:25.000) estesa a tutto il territorio comunale; nell'allegato, valutata la scala grafica, sono rappresentate le litologie lapidee affioranti e/o subaffioranti e la coltre detritica distinta in ragione delle modalità di deposizione attribuitagli; per quanto riguarda la coltre detritica sono state rappresentate quelle caratterizzate da estensione e potenza relativamente rilevanti alla scala della carta. Nella cartografia viene inoltre rappresentato l'assetto strutturale fondamentale del settore in esame.

La cartografia riportata deriva dall'integrazione delle informazioni di carattere geologico riportate nel Foglio N. 19 - "Tirano" della Cartografia Geologica Italiana (alla scala 1:100.000), con quanto desunto durante il rilevamento diretto di campagna.

2a - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

Nel quadro geologico regionale, l'area in esame costituisce la propaggine orientale del complesso Orobico, con litologie del appartenenti alle formazioni metamorfiche del Basamento Sudalpino; per comprendere le successive osservazioni è importante sottolineare come immediatamente a nord del territorio comunale, decorre la Linea del Tonale.

Dal punto di vista tettonico - strutturale, elementi di particolare interesse risultano i sovrascorrimenti (LINEA DELLA GALLINERA a nord; LINEA DEL SELLERO a sud) che si possono seguire trasversalmente al versante e che rappresentano porzioni di linee tettoniche sempre collegate al settore orobico. La LINEA DELLA GALLINERA è stata identificata per la prima volta da Salomon (1910) nella valle omonima e durante il

rilevamento della base del versante sinistro della Valle Camonica, lo stesso autore riporta come "... Lava si trova già su scisti clastici ... in realtà là passa naturalmente la continuazione del corrugamento di Gallinera. È dubbioso qui esso sia realmente verticale..". Sono da ricordare le mineralizzazioni ferrose in concordanza della Linea della Gallinera, all'interno della formazione del Servino ed interessate da sfruttamento fino agli anni 50.

Più a sudest la LINEA DEL SELLERO che secondo Liborio e Mottana sembra andare a ricollegarsi ad ovest con la Linea della Val Canale – Val Bondione. Al Ponte di Lorengo sul Fiume Oglio, al confine con il Comune di Berzo Demo, si può osservare una stretta fascia di Scisti di Edolo in contatto tettonico con le Arenarie del Collio, in parte ricoperti dai terreni della conoide alluvionali della Valle di Molbeno, sotto i quali si ipotizza prosegua tale lineamento per poi ricomparire alla "Corna Marsa". La fascia sedimentaria che accompagna la Linea del Sellero è stata collegata al fianco settentrionale dell'anticlinale di Cedegolo.

Tali superfici tettoniche, immergenti verso nord con un'inclinazione da verticale a subverticale, si possono seguire all'esterno dei limiti comunali, rispettivamente lungo il versante sinistro della Valle dell'Allione (in prossimità dell'abitato di Paisco Loveno), mentre tendono a sovrapporsi in corrispondenza del fondovalle Camuno (sotto la coltre alluvionale), per poi proseguire verso nord est seguendo l'allineamento definito dalla Valle della Gallinera nel comune di Sonico.

All'interno del territorio di Malonno, i lineamenti tettonici (ed in particolare la Linea della Gallinera) sono interessati da delle faglie minori che dislocano in genere verso nord il piano di sovrascorrimento, rilevanti in particolare in corrispondenza degli assi vallivi.

Ai sovrascorrimenti (in carta i triangoli rappresentano la porzione sovrascorsa), sono da collegare i cunei di rocce sedimentarie (appartenenti alle seguenti formazioni rocciose: Verrucano Lombardo; Formazione del Collio e Servino) che risultano essere disposti parallelamente alle linee tettoniche. Attenendosi a quanto riportato, dal punto di vista tettonico strutturale, è possibile suddividere il territorio in esame in tre fasce distinte:

- 1 FASCIA SUPERIORE, compresa fra il crinale spartiacque con la Valle dell'Aprica e la linea della Gallinera;
- 2 FASCIA INTERMEDIA;
- 3 FASCIA INFERIORE a sud della Linea del Sellero.

Nella FASCIA SUPERIORE, affiorano litologie appartenenti al Basamento Cristallino Sudalpino (Scisti di Edolo; Gneiss del Monte Palone di Sopressà). Solo un piccolo lembo di Verrucano Lombardo è presente nella porzione sud occidentale del territorio (Monte Palone del Torsolazzo) - klippe (?). Gli Scisti di Edolo presentano la scistosità con giaciture medie immergenti verso nord, nord – ovest, in accordo con la giacitura del complesso alpino. Variazioni della condizioni giaciture sono da collegare alle differenti fasi di deformazione che hanno interessato il complesso sudalpino e che hanno portato alla formazione di pieghe a varia scala all'interno dello stesso complesso, oltre alla presenza di faglie.

La FASCIA INTERMEDIA, che presenta un'estensione decrescente da sud a nord, è rappresentata dal settore compreso fra i due sovrascorrimenti ed è caratterizzata dalla presenza di litologie sedimentarie in prossimità del settore a ridosso della Linea della Gallinera e micasciti a ridosso della Linea del Sellero. In generale, le rocce presenti nel settore sono contraddistinte da un grado di fratturazione da medio ad elevato. Si sottolinea inoltre come la fascia in esame rappresenta il settore di territorio caratterizzato dalla concentrazione delle mineralizzazioni ferrose (siderite ed ematite nella formazione del Servino) interessate in passato da intense attività estrattive (Miniera della Ferromin)

La FASCIA INFERIORE rappresenta il settore sul quale sono sovrascorse le porzioni rocciose poste ad ovest e comprendono il tratto inferiore del versante sinistro della Valle Camonica all'altezza dello sbocco

della Valle Lovaia (confluente di destra del Torrente Allione – porzione meridionale del territorio comunale), e il settore inferiore del versante destro della Valle Camonica. La disposizione del sovrascorrimento del Sellero nel tratto in esame solo in minima parte è stata desunta dall'osservazione diretta dei contatti tettonici della Formazione del Collio con gli Scisti di Edolo (vedi Ponte di Lorengo), mentre per quanto riguarda l'allineamento lungo il fondovalle è stato definito attenendosi a considerazioni geologiche (vedi Carta Geologica D'Italia) estese al settore esterno al territorio comunale.

Nella carta geologica è stata evidenziata come elemento geologico caratterizzante il territorio il movimento gravitativo di versante presente in corrispondenza del settore settentrionale del versante sinistro della Valle Camonica. Le caratteristiche proprie del fenomeno (scivolamento profondo in roccia) e le dimensioni del fenomeno, rendono lo stesso particolarmente interessante e dominante nelle condizioni geologiche del settore anche se legata all'evoluzione quaternaria. È inoltre da sottolineare come lo scivolamento della massa rocciosa sia legato alle condizioni tettonico strutturali (lineamenti tettonici disposti con direzione parallela al versante) ed alla possibile presenza di orizzonti di debolezza in seno all'ammasso roccioso.

2b - DESCRIZIONI LITOLOGICHE

Attenendosi alle descrizioni riportate nei testi geologici ed a quanto rilevato dagli affioramenti rocciosi ed in corrispondenza di spaccati nella copertura detritica, vengono di seguito riportate le descrizioni delle litologie presenti nell'area di rilievo. Attenendosi alla suddivisione del territorio riportata nel paragrafo precedente, la descrizione delle formazioni litologiche parte dall'esame del Basamento Metamorfico del Sudalpino (Fascia superiore); successivamente vengono descritte le formazioni sedimentarie Permo-Triassiche.

◆ SUBSTRATO ROCCIOSO

BASAMENTO CRISTALLINO SUDALPINO

EDO SCISTI DI EDOLO: con tale termine vengono compresi micascisti e filladi di basso grado metamorfico; la formazione presenta una serie di variazioni laterali legate sia alla variabilità zonale delle tensioni tettoniche che hanno portato alle trasformazioni dei litotipi originari (campi di stress), sia a variazioni litologiche nella serie pelitica originaria. Il litotipo più diffuso e caratterizzante la formazione è un micascisto grigio verde, con superfici di alterazione rugginose, e con una fitta alternanza di letti micacei e quarzoso feldspatici (bianchi). "All'interno della formazione esiste una transizione da filladi, a micascisti, a quarziti dovute ad arricchimenti in qualche minerale caratteristico e al variare del grado metamorfico - LIBORIO & MOTTANA; 1967. Nella formazione sono diffusi i micascisti granatiferi, ad esempio la parete rocciosa insistente sulla strada che porta alla frazione Frai: i granati sono rilevabili diffusamente sulla superficie di scistosità e si presentano di dimensioni di qualche millimetro. La giacitura della scistosità (S_0) presenta in genere un'immersione verso nord ed inclinazione da 20° a subverticale. Locali variazioni della S_0 sono legate alla vicinanza di elementi tettonici di particolare rilevanza. Si sottolinea inoltre come in prossimità del fenomeno gravitativo di versante riportato in carta, gli affioramenti rocciosi risultano intensamente fratturati. Tali litologie caratterizzano la maggior parte del versante insistente sull'abitato di Malonno e le porzioni in quota dal Monte Palone di Bondena sino al fondovalle; affioramenti appartenenti alla formazione sono presenti alla base del versante destro della Valle Camonica. All'interno della formazioni sono riconoscibili (e talora distinti in carta) locali intrusioni porfiriche ed anfiboliche discordanti, come ad esempio lungo il sentiero che dalla Località Fletta sale alla località Bronò; un'intrusione porfirica è stata rilevata anche a valle della Frazione Lezza, lungo la vecchia mulattiera che porta alla località Marcadenti. Lungo il settore di versante a monte della località Vento (zona dei laghetti), si possono riscontrare dei sottili orizzonti milonitici: nerastri, carboniosi ed untuosi al tatto e testimoni di concentrazione di stress tettonici.

GPS GNEISS DEL MONTE PALONE DI SOPRESSA: come appare dalla cartografia in allegato, il settore di territorio compreso fra le quote più elevate del bacino del torrente Molbeno, il Monte Crap per poi chiudersi in maniera lentiforme a valle della Località "Vento/Prà de l'Acqua" è contraddistinto dalla presenza della Formazione geologica denominata Gneiss del Monte Palone di Sopressà, riprendendo il toponimo della cima presente nel settore indagato. I tipi litologici compresi nella formazione racchiusa fra gli Scisti di Edolo, sono essenzialmente gneiss cloritici e granatiferi; dal punto di vista macroscopico si presentano come gneiss verdi a struttura talora occhiadina. "La compattezza della roccia e la sua fratturazione parallelepipedica danno origine ad un paesaggio più aspro di quello proposto dai micascisti, permettendone così il riconoscimento a distanza - LIBORIO & MOTTANA; 1967"; tali evidenze sono favorite dalla ridotta coltre detritica che caratterizza le aree a quote elevate e la relativa acclività dei settori d'affioramento. La definizione del contatto con gli scisti è resa difficoltosa per la convergenza litologica (per aumento della foliazione, patine di alterazione ed arricchimenti in limonite) con le rocce incassanti. Nella formazione è poco evidente una superficie di scistosità definibile con S_0 mentre è riconoscibile nella tessitura gneissica una lineazione riferibile ad un appiattimento dei minerali granulari. Attenendosi ai risultati degli ultimissimi studi effettuati nella zona di affioramento degli gneiss, è stata attribuita alla formazione una probabile origine intrusiva.

PERMO TRIASSICO

La Catena Orobica di cui il territorio analizzato costituisce le propaggini orientali, presenta una tettonica complessa che si manifesta nel settore con sovrascorrimenti; a quest'ultimi sono da collegare i lembi di formazioni sedimentari incuneati nel basamento metamorfico e riscontrabili nelle fasce mediana ed inferiore dell'area in esame. Le litologie sedimentarie rilevate appartengono alle formazioni permo-triassiche del Bacino Lombardo ed in particolare, in ordine di importanza per estensione degli affioramenti, alle formazioni del Verrucano Lombardo, del Servino e della Formazione del Collio.

VER VERRUCANO LOMBARDO (Permiano sup.): nella formazione permiana sono comprese rocce clastiche che vanno da conglomerati medio grossolani, con ciottoli arrotondati di natura quarzosa e porfirica, fino a siltiti dal caratteristico colore vinaceo; fanno da transizione delle arenarie rosse a grana medio – grossolana. Caratteristica comune è la matrice siltosa di colore rossastro che attribuisce alla formazione un elemento rappresentativo. In conseguenza delle intense sollecitazioni tettoniche gli originali orizzonti risultano compressi e laminati tanto da essere trasformati in veri e propri scisti sericitici (ASSERETO & CASATI; 1963). Evidenza palese di tale caratteristica sono gli affioramenti presenti sul versante insistente sul cimitero del capoluogo. Il Verrucano Lombardo, con tutte le sue caratteristiche litologiche sopra riportate, costituisce la maggior parte del bacino della Valle di Molbeno (Rio Zarolli). Il contatto con le rocce metamorfiche del basamento è talora mascherato (Monte Pilone) da una relativamente potente coltre eluviale.

SER SERVINO (Scitico): la Formazione del Servino è cronologicamente superiore alla formazione precedente e nella zona appare in concordanza stratigrafica; costituita prevalentemente da arenarie quarzose – micacee, di colore grigio – rossastre, alternate da dolomie arenacee o dolomie marnose. Seguendo la formazione lungo il sovrascorrimento della LINEA DELLA GALLINERA, si rilevano porzioni rocciose da intensamente a mediamente fratturate, a volte laminate; le porzioni marnose calcaree e dolomitiche passano a dolomie cariate. Un esempio indicativo è nel settore di versante a monte della Località Volpera, lungo la strada per Loritto – Landò. Le lenti di dolomia cariate che si riscontrano seguendo il sovrascorrimento (Località Volpera – alveo Valle Franchina (Rio di Malonno)– Località Castello) sono state interpretate come l'orizzonte lubrificante sul quale è sovrascorso il Basamento metamorfico. Litologie appartenenti alla Formazione del Servino, meno tettonizzate ed esposte, si riscontrano lungo la mulattiera che risale la Valle di Molbeno sino alla malga Campo di Nazio. Lo sfruttamento minerario di cui sono testimonianze le cavità artificiali segnate in cartografia, gli accumuli detritici e le opere

antropiche concentrate nei pressi del Cimitero del Capoluogo (testimonianze della passata attività estrattiva sono diffuse sul territorio – vedi distribuzione delle frazioni), interessava mineralizzazioni nella Formazione in esame. Lo sviluppo delle miniere mette in evidenza una rilevante estensione verticale della formazione a volte in contrasto con quanto rilevabile in superficie ed in accordo con la disposizione subverticale del piano di sovrascorrimento della Linea della Gallinera.

COL COLLIO (Perm. Inf): rappresenta una formazione sedimentario – vulcanica compresa fra il Basamento Cristallino ed il Verrucano Lombardo. La serie tipo della formazione è presente nella Valle Trompia, mentre nel territorio Comunale di Malonno sono presenti solamente pochi e limitati affioramenti significativi (Ponte di Lorengo; Località Cornola; Località Corna Marsa). Tali affioramenti mettono in evidenza una marcata variabilità litologica, legata sia alle caratteristiche proprie della formazione sia alle trasformazioni legate agli stress tettonici a cui la stessa formazione è stata sottoposta – LINEA DEL SELLERO. Si riconoscono infatti: arenarie e siltiti color grigio verde a stratificazione planare, con patine di alterazione giallastre; tufi vetroso cristallini di colore verde con fenocristalli di quarzo con struttura porfirica compatta. All'altezza del Ponte di Lorengo lungo la SS 42, in conseguenza della vicinanza dello sovrascorrimento a cui è legata la loro posizione, le litologie originarie sono trasformate in scisti sericitici e caratterizzate da un medio grado di fratturazione. La Chiesa di San Faustino e la località Cornola sono impostate su rocce appartenenti alla formazione del Collio.

◆ Siti minerari nel Comune di Malonno

Come citato in precedenza, nel Comune di Malonno è stata attiva la coltivazione delle miniere di ferro di cui sono testimonianza sia le strutture collegate all'arricchimento e fusione del minerale, sia le cavità di discreta dimensione che interessano la maggior parte del versante sinistro della Valle Camonica. Ad esse sono da collegare le numerose aperture (imbocchi) rilevati nel territorio e riportati sulla carta geomorfologica. Lo sviluppo urbano del comune di Malonno (frazioni disperse sul versante), è da collegare alla disposizione degli orizzonti mineralizzati. La coltivazione interessava la mineralizzazione della Formazione del Servino; in ragione delle condizioni geologico strutturali esposte in precedenza le lenti di Servino presenti nel territorio sono collegate direttamente alla disposizione della Linea della Gallinera. Le miniere seguono uno sviluppo prevalentemente orizzontale su livelli sovrapposti, collegati fra loro da condotti verticali di cui l'inferiore è posto alla quota della località Ferromin (imbocco ora attrezzato per lo sfruttamento idrico e collegato all'acquedotto comunale). Tale disposizione delle miniere è legato alla concentrazione a livelli del minerale ferroso costituito essenzialmente da siderite ed ematite. Si sottolinea come la facile accessibilità alle miniere del Comune di Malonno, costituisca un potenziale punto di partenza per approfondire le conoscenze in merito alle attività di sfruttamento ed alle condizioni geologico strutturali del settore.

◆ DEPOSITI SUPERFICIALI

Il territorio comunale di Malonno è caratterizzato dalla presenza di un'estesa e spesso non continua coltre detritica; nella cartografia in allegato sono riportate le coltri più estese e potenti, definite sulla base dei dati del rilievo geologico e dall'analisi da fotointerpretazione. I terreni di copertura sono stati raggruppati in funzione delle attribuite modalità di deposizione, attenendosi alle osservazioni dirette di terreno in merito alle caratteristiche granulometriche e tessiturali, ed alle condizioni morfologiche di superficie. Allo scopo di meglio definire le condizioni deposizionali dei terreni di copertura, è stata effettuata una ricostruzione dell'evoluzione morfologica del settore. In ragione della scala adottata per la carta geologica, sono stati distinti i seguenti depositi:

- d** FALDA DETRITICA (non colonizzata; parzialmente colonizzata; colonizzata): con questa voce della legenda sono stati indicati gli accumuli detritici di versante, sia essi colonizzati che non colonizzati dalla vegetazione. I depositi detritici di versante sono dovuti principalmente all'azione della gravità e si originano dall'accumulo, alla base delle pareti rocciose, dei materiali derivanti dal distacco di volumi di

roccia ai quali si sommano i materiali prodotti dall'alterazione in posto provocata dall'azione dei vari agenti esogeni. Essi sono rappresentati da sedimenti sciolti, a supporto clastico o, meno frequentemente a supporto di matrice, costituiti da clasti a spigoli vivi con una percentuale variabile di matrice. Questi depositi appaiono generalmente costituiti da orizzonti, spesso mal definiti, i cui clasti presentano talora il piano contenente gli assi maggiori disposto parallelamente al profilo del versante. Le dimensioni dei clasti aumentano inoltre dalla zona prossimale verso la zona distale del deposito. La dimensione media dei clasti dipende soprattutto dalla composizione e dallo stato di fratturazione degli ammassi rocciosi da cui provengono. I detriti non colonizzati si trovano soprattutto nelle zone poste a quote elevate dove le condizioni climatiche esistenti favoriscono i processi di alterazione determinando una continua alimentazione degli accumuli. La continua alimentazione e, talora, le condizioni climatiche stesse impediscono l'attecchire della vegetazione. Questi materiali sono contraddistinti in genere da una media permeabilità e da discrete caratteristiche meccaniche. In corrispondenza di questi depositi detritici a volte si osserva una locale colonizzazione da parte della vegetazione. Questo aspetto è da mettere in relazione al carattere maggiormente episodico dell'alimentazione di questi accumuli rispetto ai depositi descritti precedentemente. Con l'impostarsi della copertura vegetale la superficie del deposito viene progressivamente interessata dai fenomeni di alterazione connessi alla pedogenesi che determinano la formazione di un vero e proprio suolo. I depositi detritici completamente colonizzati dalla vegetazione sono spesso caratterizzati dalla presenza di un orizzonte superficiale pedogenizzato caratterizzato da una granulometria relativamente fine, con abbondanza di matrice costituita da sabbia, limo e argilla in proporzioni variabili in funzione dell'evoluzione della pedogenesi e della composizione originaria dei clasti. I depositi colonizzati compaiono con maggior frequenza nelle aree situate alle quote inferiori.

ca CONOIDE ALLUVIONALE: i conoidi di deiezione sono depositi alluvionali dalla tipica forma a ventaglio che i corsi d'acqua formano quando incontrano, lungo il loro percorso, una sensibile diminuzione del gradiente topografico e subiscono una diminuzione della velocità e quindi della capacità di trasporto della corrente. Questa situazione si verifica soprattutto alla base dei versanti vallivi alla confluenza dei corsi d'acqua laterali. Si tratta di depositi sciolti, con clasti generalmente arrotondati, le cui dimensioni diminuiscono dall'apice del conoide verso la zona distale, in relazione alla progressiva diminuzione della velocità della corrente. Le dimensioni medie dei clasti dipendono soprattutto dalle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua stessi. Per il prevalente carattere torrentizio dei corsi d'acqua presenti nell'area in esame e per le condizioni geomorfologiche dei relativi bacini, questi depositi sono più legati ad episodi di trasporto in massa, sotto forma di colate, che ad un'azione trattiva della corrente. Gli orizzonti legati ai fenomeni di trasporto in massa sono generalmente costituiti da massi, ciottoli e ghiaia in matrice di sabbia e limo; la percentuale di matrice è variabile e, soprattutto nelle zone distali, può diventare prevalente rispetto ai clasti. Gli orizzonti dovuti ad un'azione trattiva della corrente sono invece a supporto clastico, costituiti in genere da ciottoli e ghiaia con sabbia. Questi materiali sono caratterizzati da una permeabilità variabile da bassa ad elevata in funzione degli aspetti granulometrici e tessiturali; il comportamento meccanico è in genere discreto. La base del versante sinistro della Valle Camonica nel settore in esame è contraddistinto dalla presenza di una serie di conoidi alluvionali coalescenti ed a volte indistinti, legati agli apporti della serie di valli che solcano il versante stesso. Il settore urbanizzato del comune di Malonno si distribuisce lungo la fascia delle conoidi legate agli apporti della Valle di Lava, della Valle della Ferromin, della Valle Franchina, del Torrente Vallaro ed in piccola parte della conoide della Valle di Molbeno. Tale sviluppo è legato essenzialmente alla necessità di sfruttamento delle acque correnti.

aa DEPOSITI ALLUVIONALI DI FONDOVALLE (recenti ed attuali indistinte): i depositi alluvionali costituiscono la coltre detritica che forma la piana alluvionale del Fiume Oglio. Rappresentano pertanto quei materiali depositi durante le divagazioni dell'alveo o in concomitanza delle esondazioni. Le caratteristiche

granulometriche e tessiturali di questi depositi dipendono quindi non solo dalle attuali condizioni idrauliche del corso d'acqua ma anche dal suo comportamento nel passato. Si tratta in genere di depositi clastici sciolti che possono presentare a volte un certo grado di addensamento. Le alluvioni dell'Oglio sono in genere grossolane, costituite in prevalenza da orizzonti di ghiaia e ciottoli, di ghiaia o ghiaia e sabbia. Orizzonti più grossolani, con ciottoli e massi, si possono trovare nei tratti posti immediatamente a valle delle confluenze dei corsi d'acqua tributari. A questi orizzonti, che rappresentano soprattutto il materiale di riempimento dei canali, possono localmente intercalarsi livelli di materiale fine, legati ai fenomeni di esondazione, costituiti da sabbia o da sabbia e limo. Gli orizzonti fini possono presentare a volte una notevole continuità laterale ma sono caratterizzati da uno spessore ridotto, in genere non superiore al metro. In funzione della granulometria le alluvioni recenti possono presentare una permeabilità da media a elevata e discrete caratteristiche meccaniche.

- g** DEPOSITO GLACIALE: questa unità è rappresentata esclusivamente da depositi antichi perché l'area esaminata non comprende zone attualmente interessate dall'attività glaciale. Con il termine di deposito glaciale sono stati indicati sia i depositi glaciali propriamente detti (till), proglaciali, sopraglaciali e subglaciali, sia i depositi di contatto glaciale ed i depositi glaciolacustri o fluvioglaciali, ossia tutti quei materiali legati principalmente all'attività deposizionale dei ghiacciai che hanno occupato in passato il solco vallivo del fiume Oglio e dalle lingue glaciali laterali al ghiacciaio principale che scendevano dai circhi presenti nell'area e che comprendevano il settore superiore della Valle di Molbeno (Valle di Matto) e della Valle Franchina (Val Salina). La scelta di raggruppare in una sola unità sedimenti che in alcuni casi sono molto diversi tra loro è stata condizionata dalla netta prevalenza dei depositi glaciali di ablazione e dalle oggettive difficoltà di rappresentazione cartografica degli altri depositi che, nella maggior parte dei casi, affiorano solo in aree molto limitate, spesso coincidenti con scarpate di erosione molto acclivi. I depositi glaciali di ablazione sono costituiti dai materiali deposti in seguito alla fusione del ghiaccio. Questi sedimenti sono i più tipici materiali di origine glaciale e sono caratterizzati da una forte eterogeneità granulometrica e litologica. Si tratta in genere di diamicton ovvero di sedimenti formati da blocchi, ciottoli e ghiaia in matrice di sabbia, limo e argilla. Possono presentare supporto clastico o supporto di matrice ed i clasti sono in genere poco arrotondati. I depositi glaciali di fondo hanno una composizione granulometrica simile ai precedenti ma essendo stati deposti sotto il ghiacciaio sono caratterizzati in genere da un discreto grado di consolidazione; questi sedimenti si ritrovano spesso sui versanti della valle dell'Oglio. I depositi di contatto glaciale presentano una stratigrafia interna piuttosto complessa perché si formano all'esterno dei cordoni morenici laterali, compresi tra questi ed il versante: in questa posizione si possono sedimentare sia materiali provenienti dal ghiacciaio, come diamicton franati o colati dai fianchi dei cordoni sia materiali provenienti dai versanti ovvero accumuli detritici legati all'azione della gravità o delle acque superficiali. A volte in queste situazioni si possono verificare condizioni favorevoli alla decantazione del materiale fine con la formazione di depositi glaciolacustri costituiti da sottili livelli di materiale prevalentemente limoso. Il comportamento meccanico e la permeabilità di questi materiali variano fortemente in funzione della granulometria, della tessitura e dello stato di addensamento. La copertura glaciale è assai diffusa nell'area anche se la rappresentazione cartografica non rende evidente tale condizione: infatti i depositi glaciali (che in passato occupavano l'intero settore di versante della Valle Camonica) sono stati soggetti ad intense azioni erosive legate alle acque correnti, che hanno inciso gli stessi depositi lasciando solo localmente coltri di limitata estensione.
- r** AREE CARATTERIZZATE DA RISTAGNO D'ACQUA: in relazione alle caratteristiche granulometriche e alle condizioni morfologiche dei siti (avvallamenti e depressioni), nonché alla presenza di venute d'acqua localizzate, sono state rilevate delle aree in cui si registra la presenza di acqua stagnante. Le proprietà meccaniche dei depositi possono quindi subire un notevole scadimento anche se le caratteristiche

granulometriche rimangono invariate. Tali aree appaiono diffuse in corrispondenza del settore di versante compreso fra le località "Vento – Corni delle Fontane – Laghetti di Vento", dove si riconoscono una serie di avvallamenti riempiti parzialmente da depositi colluviali con caratteristiche di permeabilità favorevoli al ristagno d'acqua.

pf ACCUMULO DI PALEOFRANA: viene inteso in questa voce il corpo di paleofrana ("movimento gravitativo di versante") presente sul versante sinistro della Valle Camonica, compreso fra la scarpata che insiste sulla Località "Campasso" ed il fondovalle. Valutate le dimensioni dell'accumulo è stato ritenuto opportuno comprendere lo stesso in un'unica unità geologica, anche se le modalità di movimento del fenomeno (scivolamento in massa) consente di riconoscere le unità originarie.

3 - ASPETTI GEOMORFOLOGICI

La CARTA GEOMORFOLOGICA redatta alla scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale di Malonno mette in evidenza le forme di terreno suddivise in funzione della loro origine, desunta dalle indicazioni fornite dalle forme stesse e dall'inquadramento morfogenetico dell'intero territorio. Allo scopo di facilitare la lettura della carta, si ritiene fondamentale distinguere le forme legate a fenomeni a grande scala (come quelle legate ai trascorsi glaciali del settore oppure le scarpate d'erosione legate al Fiume Oglio) dai fenomeni che hanno interessato una porzione limitata di territorio. Da un punto di vista morfologico, l'intera area può essere divisa in settori, per i quali è possibile definire un agente morfogenetico che in maggior misura ha contribuito alle attuali forme: per tal motivo, successivamente alla descrizione delle singole forme è stata fatta una descrizione interpretativa dei vari settori al fine di contribuire ad una comprensione delle forme e dell'evoluzione delle stesse spesso non evidente dalle semplici indicazioni riportate nell'allegato cartografico. Tale descrizione, inserita nel paragrafo relativo al commento della CARTA DI SINTESI (All. 4), è stata utilizzata per la ricostruzione di scenari di rischio che possono verosimilmente interessare l'area, al fine di offrire una valutazione della pericolosità nei differenti settori di territorio.

Come distinto nella legenda della carta, le forme sono state suddivise in funzione dell'agente morfodinamico principale che le ha generate: non si esclude tuttavia la contemporaneità di eventi che hanno dato origine alle forme. In tal caso viene attribuita una classificazione sulla base dei principali indizi osservati. Quando la definizione dell'origine risulta essere non evidente o per la quale sono intervenuti più agenti concomitanti per i quali non è possibile definire un preciso ordine di importanza, viene attribuita alla forma un'origine complessa. Le forme evidenziate sono state inoltre distinte in ragione dello stato di attività osservato e desunto da implicazioni morfogenetiche;

- a) vengono definite inattive quelle forme e depositi riferibili a condizioni morfodinamiche e climatiche differenti dalle attuali e la cui evoluzione si ritiene completata o non possono più continuare ad evolversi;
- b) sono state considerate quiescenti le forme ed e i depositi per i quali esistono evidenze geomorfologiche o testimonianze di funzionamento nell'attuale sistema morfoclimatico;
- c) vengono ritenute attive le forme ed i depositi legati a processi in atto e o ricorrenti a ciclo breve.

3a - FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

- ◆ ORLO DI SCARPATA DI DEGRADAZIONE E/O DI FRANA: I fenomeni franosi sono rappresentati dai movimenti di masse di terra o di roccia formanti un pendio che avvengono verso il basso e verso l'esterno del pendio stesso. La nicchia di frana rappresenta la superficie di distacco delle masse

interessate dal fenomeno. Le modalità di distacco e di movimento delle masse coinvolte possono essere piuttosto varie in funzione soprattutto delle caratteristiche dei materiali. In questa voce della legenda sono state inserite solamente le nicchie di frana che presentano una larghezza maggiore di 30 m, ovvero quelle riferite agli eventi di maggiore entità, e legate a fenomeni di scorrimento, planare o rotazionale, di colata o alle frane complesse. Le forme legate a fenomeni di crollo o ribaltamento in roccia sono state invece inserite in un'apposita voce della legenda. Nell'area in esame le frane per scorrimento, per colata e le frane complesse coinvolgono soprattutto i depositi superficiali ed interessano ammassi rocciosi molto fratturati. La maggior parte delle frane rilevate è stata causata dalla mancanza di sostegno al piede dei versanti provocata dall'erosione operata dalle acque incanalate. Nella voce in esame sono inoltre comprese gli orli di scarpate interessate da degradazione. In corrispondenza della sponda sinistra della Valle Franchina, nel tratto a monte ed a valle della Località Flodena, sono state localizzate delle scarpate impostate direttamente in roccia, in corrispondenza delle quali si sono verificati fenomeni di degradazione e di frana e sono interessate da crolli e degradazione diffusa. I fenomeni sono collegati alle condizioni di fratturazione del substrato ed alla azione erosiva dal corso d'acqua; si sottolinea come il versante non abbia acquisito una condizione di relativa stabilità (pendenza in accordo con le caratteristiche meccaniche) e pertanto si ritiene che l'orlo della scarpata possa regredire progressivamente. Particolare nota viene riportata in merito alla scarpata attiva presente a valle del sentiero sul versante sinistro della Valle Franchina, che collega Flodena a Moscio, testimonianza di una frana in roccia avvenuta durante i fenomeni alluvionali del Settembre 1960; sulla base di testimonianze locali, in occasione dell'evento alluvionali, lungo il tratto di alveo in corrispondenza della forra a monte dell'abitato, si è registrata una temporanea interruzione del deflusso delle acque. Probabilmente quanto registrato è da collegare ad una parziale ostruzione della sezione di deflusso per gli apporti dal versante. Con tale denominazione è stata indicata la scarpata del movimento gravitativo profondo che insiste sulla località Campasso. Tale scarpata appare localmente interessata da fenomeni di degradazione attivi; tali fenomeni (frane periodiche impostata in roccia, in genere in concomitanza di apporti meteorici di particolare intensità, manifestata da crolli e legata a rilasci tensionali dell'ammasso roccioso fratturato) vanno ad alimentare la porzione di falda detritica sottostante. Il settore di versante posto a valle dei crolli non risulta essere interessato dalle traiettorie di caduta di blocchi rocciosi per la presenza, all'altezza della mulattiera militare Loritto - Campasso, di un rilevato in terra (che riprende la serie di avvallamenti e creste che caratterizzano il settore), probabilmente realizzato in concomitanza alla costruzione della strada (Guerra 1915-1918).

- ◆ CORPO DI FRANA (per crollo o ribaltamento, per colamento, di genesi complessa o di paleofrana). Questa voce della legenda comprende le forme che costituiscono gli episodi deposizionali connessi ai fenomeni franosi. Dove possibile, in ragione della tipologia e delle condizioni dell'accumulo, è stata applicata la classificazione dei fenomeni franosi proposta da Varnes (1978). Quando le informazioni relative sono risultate insufficienti gli accumuli sono stati considerati di genesi complessa. A quest'ultima tipologia sono stati assegnati spesso gli accumuli dovuti a movimenti gravitativi di versante. Gli accumuli relativi ai fenomeni franosi risultano spesso caratterizzati da una mancanza di coesione o di addensamento che può essere a sua volta causa di nuove forme di instabilità o che quantomeno ne favorisce l'erosione. Il rilevamento di campagna ha infatti evidenziato, per la maggior parte dei fenomeni franosi riconosciuti sui versanti delle valli più acclivi o anguste, la mancanza delle rispettive forme d'accumulo. Questo fatto è stato riscontrato soprattutto per le frane dovute a scorrimento o colata di terre o di detrito il cui corpo di frana, costituito da materiale sciolto ed in genere di piccole dimensioni, che è stato rapidamente smantellato dall'erosione, spesso favorita dalla morfologia dei corsi d'acqua che scorrono al fondo delle valli. L'asportazione degli accumuli si è verificata anche per alcune frane interessanti il substrato roccioso: la rimozione dall'alveo di blocchi rocciosi anche di discrete dimensioni è avvenuta durante fenomeni alluvionali quando le portate del torrente consentivano la presa in carico

da parte delle acque anche di volumi rilevanti. Per quanto riguarda invece i fenomeni di crollo, ribaltamento o scivolamento in roccia, si tratta sovente di eventi di entità limitata, seppure continui nel loro sviluppo episodico, che hanno contribuito all'alimentazione degli accumuli detritici posti alla base di pareti rocciose rendendo impossibile il riconoscimento dei singoli episodi. I corpi franosi evidenziati in corrispondenza delle ripide pareti dell'alveo del torrente Valle Franchina sono direttamente collegabili all'azione erosiva al piede esercitata dal corso d'acqua stesso ed alle condizioni geologico-strutturali dei singoli settori. Particolarmente rilevante sono i corpi di frana rilevati lungo l'alveo della Valle Franchina, costituiti da grossi blocchi di forma prismatica, che sicuramente hanno ostruito il normale decorso delle acque. Tale corpo di frana non è stato asportato come sicuramente altri lungo l'alveo per le caratteristiche del materiale di frana. Da "I diari del Bianchi (1600 – 1630), pag. 85, relativamente al DICEMBRE 1614, si legge: *"in quest'anno la Montagna di Malonno in Val Camonica dalle gran piogge si rompe e sgorgando un gran lago arrovina la metà di detta terra con danno notevole"*; a tale fenomeno sono da collegare i morti della famiglia Longhena di cui si riporta nell'Archivio Parrocchiale in date prossime a quella del fenomeno citato. Dalla lettura interpretativa di quanto riportato è possibile collegare il fenomeno alla rottura improvvisa di uno sbarramento del corso d'acqua legato a fenomeni franosi dalle pareti del bacino.

- ◆ FRANA NON FEDELMENTE CARTOGRAFABILE In questa voce sono state inserite le manifestazioni morfologiche relative alle zone di distacco relative ad eventi franosi, dovuti a scorrimento o colata di terra o di detrito, di piccole dimensioni, con una nicchia avente larghezza inferiore a 30 m e che pertanto non potevano essere cartografate fedelmente alla scala del rilievo.

- ◆ CROLLI LOCALIZZATI. I fenomeni franosi inseriti in questa voce sono rappresentati dalle forme di crollo intese in senso lato come distacco di volumi di materiale dalle pareti rocciose. Si tratta quindi sia di fenomeni di crollo vero e proprio che di fenomeni di ribaltamento e, in alcuni casi, di forme di scorrimento planare. Questi fenomeni sono condizionati, nel loro sviluppo e nella loro entità, da un lato dai caratteri litologici dei materiali coinvolti e dall'altro dalle caratteristiche strutturali degli ammassi rocciosi interessati, ovvero dalla presenza di discontinuità, dalla loro geometria e dal loro



comportamento meccanico. I crolli sono favoriti dall'alterazione e dall'azione disgregatrice degli agenti esogeni che provocano un deterioramento progressivo delle caratteristiche meccaniche del materiale roccia e delle superfici di discontinuità. Questi fenomeni sono più frequenti nelle aree poste a quote elevate dove le condizioni climatiche esistenti possono accelerare i processi di alterazione e disgregazione, soprattutto quelli legati all'azione del gelo. Come ben appare dalle caratteristiche distintive del fenomeno, frequenti sono i fenomeni di crollo che coinvolgono le pareti rocciose interessate da fratturazione intensa e quindi in prossimità dei lineamenti tettonici principali.

- ◆ SOLIFLUSSO E CREEP. Il soliflusso ed il creep rappresentano dei movimenti lenti che, sotto l'azione della forza di gravità, coinvolgono i depositi detritici che ricoprono i versanti. Il soliflusso coinvolge in particolare i depositi caratterizzati da matrice limoso-argillosa prevalente che possono imbibirsi di acqua e

diventare plastici, fluendo sotto l'azione della gravità. Questo fenomeno si può verificare anche su pendii a debole inclinazione. Il movimento è relativamente lento, dell'ordine di qualche decimetro l'anno, e determina il formarsi di lobi e ondulazioni sulla superficie dei versanti. A quote elevate il fenomeno può verificarsi in seguito alla saturazione del terreno che avviene in concomitanza del disgelo; in questo caso il movimento viene chiamato geliflusso. Il creep o reptazione è invece un movimento dovuto all'assestamento delle singole particelle che costituiscono i depositi ed avviene anch'esso molto lentamente, con spostamenti dell'ordine di pochi centimetri all'anno, e con velocità decrescenti dalla superficie verso le parti più interne del terreno. Le cause dell'assestamento delle singole particelle sono da ricercare nei cicli di gelo e disgelo, di umidificazione ed essiccazione, di dilatazione e contrazione termica, nell'azione delle radici dei vegetali oppure nell'azione degli animali che scavano il terreno. Può essere provocato anche dall'azione degli animali da pascolo o da attività antropiche come l'aratura. Questo fenomeno si manifesta con piccole scarpatine e decorticazioni del manto vegetale e può causare la crescita di alberi ricurvi che cercano di mantenere una posizione verticale opponendosi all'inclinazione provocata dal movimento del terreno. Sia il soliflusso che il creep possono, in situazioni particolari, evolversi in forme di maggior intensità determinando l'innescarsi di processi erosivi o di frane superficiali. Diffuse evidenze di tale fenomeno si possono osservare in corrispondenza delle porzioni più rilevate del territorio (nei dintorni delle Malghe Campo di Landò e Campo di Nazio) dove interessano la copertura eluviale e la falda di detrito, assai diffusa in queste aree, anche in corrispondenza di pendii ad acclività non accentuata. Sono inoltre da rilevare i fenomeni che interessano i versanti degli alvei insistenti direttamente sull'abitato e le porzioni di versante immediatamente a monte dell'abitato, con coperture detritiche di origine glaciale (versanti insistenti su Via San Faustino e Via Nuova).

- ◆ FALDA DI DETRITO. Le falde di detrito sono forme di deposito legate all'azione della gravità che derivano dall'accumulo, in forma di fasce continue poste alla base delle pareti rocciose, dei frammenti prodotti dalla degradazione dei versanti. Sono pertanto depositi legati alla presenza di un'area di alimentazione abbastanza omogenea ed estesa linearmente oppure generati dalla coalescenza di due o più coni di detrito. Il materiale che si accumula alla base delle pareti si distribuisce in funzione del proprio peso ed i clasti più grossolani raggiungono facilmente il piede dell'accumulo mentre i clasti minori si fermano alla sua sommità. L'inclinazione della superficie dell'accumulo dipende dal reciproco incastro dei clasti ovvero dalla loro forma e dalle loro dimensioni relative; la successiva caduta di materiale può causare l'instabilità dell'accumulo provocando dei fenomeni di franamento. Particolarmente interessanti per estensione e gradodi attività sono le falde a valle del Monte Palone di Sopressa, a nord della malga Campello di Nazio: tale falda detritica, interessata da evidenti movimenti di soliflusso, è stata in passato interessata da interventi mirati alla stabilizzazione mediante la realizzazione di una serie di muretti a secco. La falda detritica alimentata dalla scarpata di frana posta a monte della località Campasso risulta attiva (attualmente alimentata) solamente in alcuni tratti. Le falde detritiche risultano di particolare importanza quando sono poste sui versanti di bacini secondari in quanto rappresentano forme di alimentazione del trasporto solido, in rapida evoluzione per l'attività erosiva svolta al piede.

- ◆ CONTROPENDENZE SIGNIFICATIVE. In corrispondenza di versanti anche non eccessivamente acclivi si può individuare la presenza di contropendenze in roccia, disposte in generale trasversalmente alla



direzione di massima pendenza, spesso riempite da una coltre detritica di varia natura (eluvio-colluviale in genere). Tali forme sono dovute essenzialmente a movimenti gravitativi di porzioni di versante e quindi legate alla presenza di discontinuità in seno al basamento roccioso; è possibile definire tali forme come l'espressione in superficie di fratture beanti che interrompono il normale declivio del versante. Sono dunque da ritenersi come

forme di rottura tipica di materiali che si deformano in maniera rigida per improvvise accelerazioni delle deformazioni (collasso), che fanno assumere al versante un aspetto detto "a dente di sega". E' possibile individuare tali forme soprattutto in corrispondenza del tratto di versante compreso fra le malghe Campo e Campello di Landò (vedi fotografia): gli scopi dell'indagine non consentono di esprimere considerazioni in merito alla pericolosità dei fenomeni osservati, in quanto necessitano osservazioni e rilievi accurati di dettaglio; l'evoluzione dei fenomeni connessi alle contropendenze in roccia non risulta comunque tale da condizionare l'attività urbanistica nel territorio di fondovalle. Si consiglia comunque di realizzare degli approfondimenti d'indagine mirata alla ricostruzione della dinamica del versante anche alla luce degli eventi registrati nel settore quali: scomparsa di sorgenti e corsi d'acqua; fenomeni franosi a valle etc. La contropendenza rilevata sul versante a monte del ponte di Lorengo, in territorio Comunale di Berzo Demo, rappresenta invece un'evidenza di condizioni di instabilità con probabili evoluzioni in tempi brevi.

- ◆ TRINCEA O FESSURA. In corrispondenze di creste rocciose è possibile osservare dei fenomeni di sdoppiamento di cresta o la presenza di vere e proprie valli sospese, legate a fenomeni gravitativi che coinvolgono rocce litoidi a comportamento rigido interessate da lineamenti tettonici. Possono essere inserite in tale categoria lo sdoppiamento di cresta rilevato in prossimità della località Alben. A monte dell'orlo della scarpata legata al movimento gravitativo profondo alla testata del quale è posta la frazione Loritto, sono presenti delle fessure collegate a rilasci tensionali: esse possono essere intese come sintomi di possibili arretramenti della testata per degradazione progressiva.
- ◆ AREA INTERESSATA DA DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE. Vengono intese come "deformazioni gravitative profonde" i fenomeni riconducibili a scivolamenti di masse rocciose coinvolgenti volumi considerevoli e legati essenzialmente. I fenomeni sono in genere inattivi (asestati) e collegati a scivolamenti della massa rocciosa lungo superfici di debolezza per rilasci tensionali in seguito all'asportazione delle condizioni di sostegno al piede. Fra le cause prime sono l'arretramento dei ghiacciai e l'azione erosiva al piede. Nel territorio in esame, evidenze di movimenti gravitativi di versante sono presenti in corrispondenza del versante destro della Valle Camonica, nel tratto compreso fra il fondovalle e la scarpata a monte della località Campasso.

- ◆ CONTROPENDENZE SIGNIFICATIVE. In corrispondenza di versanti anche non eccessivamente acclivi si può individuare la presenza di contropendenze in roccia, disposte in generale trasversalmente alla



direzione di massima pendenza, spesso riempite da una coltre detritica di varia natura (eluvio-colluviale in genere). Tali forme sono dovute essenzialmente a movimenti gravitativi di porzioni di versante e quindi legate alla presenza di discontinuità in seno al basamento roccioso; è possibile definire tali forme come l'espressione in superficie di fratture beanti che interrompono il normale declivio del versante. Sono dunque da ritenersi come

forme di rottura tipica di materiali che si deformano in maniera rigida per improvvise accelerazioni delle deformazioni (collasso), che fanno assumere al versante un aspetto detto "a dente di sega". E' possibile individuare tali forme soprattutto in corrispondenza del tratto di versante compreso fra le malghe Campo e Campello di Landò (vedi fotografia): gli scopi dell'indagine non consentono di esprimere considerazioni in merito alla pericolosità dei fenomeni osservati, in quanto necessitano osservazioni e rilievi accurati di dettaglio; l'evoluzione dei fenomeni connessi alle contropendenze in roccia non risulta comunque tale da condizionare l'attività urbanistica nel territorio di fondovalle. Si consiglia comunque di realizzare degli approfondimenti d'indagine mirata alla ricostruzione della dinamica del versante anche alla luce degli eventi registrati nel settore quali: scomparsa di sorgenti e corsi d'acqua; fenomeni franosi a valle etc. La contropendenza rilevata sul versante a monte del ponte di Lorengo, in territorio Comunale di Berzo Demo, rappresenta invece un'evidenza di condizioni di instabilità con probabili evoluzioni in tempi brevi.

- ◆ TRINCEA O FESSURA. In corrispondenze di creste rocciose è possibile osservare dei fenomeni di sdoppiamento di cresta o la presenza di vere e proprie valli sospese, legate a fenomeni gravitativi che coinvolgono rocce litoidi a comportamento rigido interessate da lineamenti tettonici. Possono essere inserite in tale categoria lo sdoppiamento di cresta rilevato in prossimità della località Alben. A monte dell'orlo della scarpata legata al movimento gravitativo profondo alla testata del quale è posta la frazione Loritto, sono presenti delle fessure collegate a rilasci tensionali: esse possono essere intese come sintomi di possibili arretramenti della testata per degradazione progressiva.
- ◆ AREA INTERESSATA DA DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE. Vengono intese come "deformazioni gravitative profonde" i fenomeni riconducibili a scivolamenti di masse rocciose coinvolgenti volumi considerevoli e legati essenzialmente. I fenomeni sono in genere inattivi (assestati) e collegati a scivolamenti della massa rocciosa lungo superfici di debolezza per rilasci tensionali in seguito all'asportazione delle condizioni di sostegno al piede. Fra le cause prime sono l'arretramento dei ghiacciai e l'azione erosiva al piede. Nel territorio in esame, evidenze di movimenti gravitativi di versante sono presenti in corrispondenza del versante destro della Valle Camonica, nel tratto compreso fra il fondovalle e la scarpata a monte della località Campasso.

3b - FORME E DEPOSITI GLACIALI

- ◆ ORLO DI CIRCO. Rappresentano le porzioni superiori delle nicchie scavate dai ghiacciai sotto i crinali ed erano occupati dalle lingue del ghiacciaio; tali elementi si presentano generalmente di forma semicircolare. Orli di circhi glaciali sono posti alle testate dei bacini principali, quali la Valle di Molbeno e la Valle Franchina; le lingue glaciali discendevano da entrambi i solchi vallivi (con quote differenti dalle attuali), andando ad unirsi al grande ghiacciaio che occupava il fondovalle camuno.
- ◆ ORLO DI SCARPATA DI EROSIONE GLACIALE. Lungo i versanti della Valle di Molbeno e della Valle Franchina, nella loro porzione superiore, si possono notare, nonostante siano state spesso rimodellate dall'attività di ulteriori agenti esogeni, le forme erosive dovute all'azione dei ghiacciai che in passato, a più riprese, hanno occupato il solco vallivo. Le forme più evidenti sono rappresentate dalle scarpate di erosione che delimitano i terrazzi morfologici che caratterizzano il profilo trasversale della valle. La presenza di questi terrazzi è dovuta alla complessa storia glaciale della valle per cui le varie lingue glaciali che si sono succedute hanno di volta in volta approfondito il solco vallivo restringendone la sezione.
- ◆ CORDONE MORENICO. I cordoni morenici rappresentano gli accumuli morfologicamente più evidenti collegati all'attività deposizionale dei ghiacciai. Il profilo trasversale di questi depositi è caratterizzato da una forma triangolare con cresta più o meno aguzza in relazione all'azione erosiva, operata successivamente alla deposizione, da parte degli agenti esogeni e quindi in funzione dell'età del deposito stesso. I cordoni morenici laterali sono caratterizzati da un profilo longitudinale pressoché rettilineo, parallelo ai fianchi della valle, mentre i cordoni morenici frontali presentano un andamento longitudinale arcuato, spesso suddiviso in più lobi tra loro contigui in relazione alla complessità morfologica della fronte glaciale. Tali forme sono particolarmente evidenti lungo la Valle della Salina, dove una serie di cordoni concentrici caratterizzano la morfologia del settore. I cordoni morenici presenti nell'area della testata della Valle di Molbeno sono caratterizzate da accatastamenti di blocchi rocciosi privi di matrice fine.
- ◆ GRADINO DI VALLE SOSPESA. A causa dell'intensa attività erosiva operata dai ghiacciai ed al conseguente approfondimento dei solchi vallivi da essi occupati, numerose valli laterali, che originariamente si raccordavano direttamente al fondovalle, si sono trovate invece, in seguito al ritiro dei ghiacciai, sospese rispetto al fondo del solco principale. In alcuni casi i corsi d'acqua che scorrono in queste valli si raccordano ancora adesso con una cascata al fondo della valle principale ma in genere la variazione del livello locale di erosione provocata dal ritiro dei ghiacciai ha innescato lo sviluppo di intensi fenomeni di erosione lineare regressiva, tuttora attiva, che hanno generato gran parte delle forre riconosciute nel corso del rilievo dell'area in esame. Valli sospese collegate all'azione erosiva del ghiacciaio sono evidenti sia nel settore superiore dei bacini interessati dalle lingue laterali, sia sul versante sinistro della Valle Camonica dove agiva direttamente il ghiacciaio Camuno; a quest'ultimi sono da collegare le cascate dei torrenti che insistono direttamente sul fondovalle.
- ◆ ROCCE MONTONATE. Si definiscono rocce montonate le gobbe rocciose sagomate a dorso di montone secondo la direzione di movimento del ghiacciaio. Spesso tali forme risultano alterate dall'azione di degradazione operata dagli agenti atmosferici e dall'acqua di scorrimento superficiale oppure risultano ricoperte da una coltre di detriti di alterazione superficiale; evidenze dei trascorsi glaciali sono presenti in Località Cornola.
- ◆ MASSO ERRATICO. Per masso erratico si intende un blocco roccioso di discrete dimensioni appartenente al deposito glaciale propriamente detto e che appare in superficie in ragione delle

condizioni di deposizione e delle azioni erosive differenziate legate alla granulometria stessa dei depositi. I massi erratici risultano in evidenza rispetto alle condizioni al contorno anche per la natura litologica del masso che spesso è differente da quella delle rocce presenti nelle aree adiacenti. Particolarmente interessante è il masso erratico presente a nord della Santella lungo la strada sterrata che collega Lava a Malonno (base del versante) all'altezza della Miniera di Ferro abbandonata.

3b - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

- ◆ CONOIDE ALLUVIONALE. I conoidi alluvionali (o di deiezione) rappresentano le forme deposizionali che i corsi d'acqua formano quando incontrano, lungo il loro percorso, una sensibile diminuzione del gradiente topografico che provoca una diminuzione della velocità e quindi della capacità di trasporto della corrente. Questa situazione si verifica soprattutto alla base dei versanti vallivi alla confluenza dei corsi d'acqua laterali. Questi elementi presentano una tipica forma a ventaglio e le dimensioni del materiale deposto diminuiscono dall'apice del conoide verso la zona distale, in relazione alla progressiva diminuzione della velocità della corrente. Lungo le conoidi la posizione dell'alveo dei corsi d'acqua risulta relativamente instabile perché il materiale deposto in corrispondenza dell'apice durante una piena può provocare una diversione del corso d'acqua all'arrivo della piena successiva. Per il prevalente carattere torrentizio dei corsi d'acqua presenti nell'area in esame e per le condizioni geomorfologiche dei relativi bacini, la dinamica di queste forme è più legata al succedersi di episodi di trasporto in massa, sotto forma di colate, piuttosto che ad una continuità d'azione di correnti trattive. In relazione alle condizioni geologiche del bacino di alimentazione i conoidi presenti nell'area rilevata sono collegati al verificarsi di episodi di trasporto in massa particolarmente violenti che coinvolgono grosse quantità di materiale trasportato. Le attività dei corsi d'acqua in corrispondenza delle rispettive conoidi, appaiono differenti in funzione o meno di opere di regimazione (nel tratto superiore) e della libertà di divagazione concessa agli stessi nei tratti inferiori. Partendo da sud possiamo distinguere le seguenti conoidi principali: Valle di Molbeno, Torrente Vallaro, Valle Franchina, Valle di Lava per il versante destro e Valle di Zazza per il versante sinistro.

La conoide alluvionale della VALLE DI MOLBENO risulta essere molto ampia e caratterizzata dalla presenza di paleoalvei che testimoniano sia la mobilità del corso d'acqua nel tratto inferiore del proprio corso, sia le fasi di erosione e di trasporto assunte dal torrente stesso nel raggiungere le attuali condizioni. La capacità di trasporto del corso d'acqua nei periodi di massima piena è testimoniata dalle considerevoli dimensioni dei massi presenti in corrispondenza dell'apice della conoide. Il riconoscere lungo la conoide le tracce di alvei abbandonati posti prevalentemente in destra orografica del corso d'acqua attuale, evidenzia come lo stesso abbia subito notevoli cambiamenti del tracciato prima di raggiungere le condizioni attuali. Gli stessi alvei abbandonati sono delimitati da dei sopralzi di sponda, la cui origine è legata sia ad apporti in massa di notevole entità che hanno condizionato il deflusso delle acque, sia a fenomeni erosivi. La posizione del corso d'acqua appare attualmente ben definita soprattutto nella porzione mediana della conoide, dove il corso d'acqua scorre attualmente all'interno di due sopralzi di sponda: è possibile riconoscere, nei depositi alluvionali, una serie di orli di scarpata associabili a differenti fasi erosive esercitate dal corso d'acqua prima di assumere la posizione attuale. In prima misura è stato possibile correlare fra loro le scarpate stesse, attenendosi alla posizione relativa ed alla quota assunta dagli orli di scarpata: in corrispondenza del settore posto immediatamente a monte del ponte sulla strada comunale Malonno - Paisco sono state individuate delle scarpate esterne inattive il cui orlo è posto ad una quota ben superiore a quella dell'alveo attuale, all'interno delle quali si sviluppa l'attività dinamica attuale del corso d'acqua, intesa come erosione e trasporto. Tali scarpate possono intendersi come argini naturali. In ragione della relativa elevata acclività delle scarpate stesse e della natura prevalentemente sabbiosa della matrice fine dei terreni della conoide esterna entro i quali sono impostate, sono soggette a degradazione meteorica, mitigata dalla presenza di muretti a secco

realizzati al piede delle scarpate stesse. L'evidenza della scarpata inattiva in sponda sinistra, impostata nei terreni di conoide, si interrompe al raccordo del conoide stesso al versante, mentre in sponda destra è possibile seguirla sino alla porzione apicale del conoide e dove per alcuni tratti la scarpata è da ritenersi quiescente. L'alveo attuale è delimitato da delle scarpate d'erosione ritenute quiescenti ed alte circa 2,5 metri nella porzione inferiore; sia a valle che a monte del ponte stradale sono state realizzate delle opere d'arginatura in calcestruzzo, che si raccordano con le spalle dell'opera. La capacità d'esondazione, legata sia agli apporti meteorici stagionali che ai possibili apporti in massa, appare limitata dalla presenza delle scarpate quiescenti, mentre come zone dove appare possibile l'esondazione in casi di eventi eccezionali sono state indicati i siti posti in sponda destra in prossimità del ponticello in legno presente nel settore superiore del conoide, a valle del quale è stata individuata una piccola cascata, dove le acque possono in casi eccezionali incanalarsi secondo la direzione del paleoalveo esistente in prossimità dell'area, e sempre in sponda destra in corrispondenza dell'ansa ad angolo retto presente nel tratto inferiore.

La conoide connessa al TORRENTE VALLARO è posta all'altezza dell'abitato di Borgonuovo, con la porzione apicale posta alla quota di circa 600 metri s.l.m. La conoide è da ritenersi attiva, come testimoniano gli eventi alluvionali del Settembre 1960, quando la massa detritica presa in carico dal corso d'acqua ha invaso gran parte del settore superiore della conoide; l'alimentazione è continua come testimoniato dagli accumuli di materiale detritico che si arrestano in prossimità del tombotto di attraversamento della SS 42. Per contenere la capacità di trasporto è stata di recente realizzata, a monte dell'attraversamento ferroviario, una vasca di sedimentazione (vedi bibliografia).

L'abitato di Malonno si sviluppa principalmente sulla conoide della VALLE FRANCHINA; le condizioni attuali del corso d'acqua ed in particolare gli interventi di regimazione effettuati in corrispondenza della porzione apicale della conoide (loc. San Carlo) permettono di ritenere inattiva (fossile) la porzione meridionale della conoide. L'abitato (ed in particolare il centro storico) si sviluppa prevalentemente in questa posizione (le attività svolte in passato dalla comunità e collegate allo sfruttamento della dinamica delle acque erano collegate a delle derivazioni del corso d'acqua principale) in aree relativamente a condizioni di basso rischio per gli eventi alluvionali e di trasporto solido del corso d'acqua. Il tratto meridionale, coalescente con la conoide del Torrente Vallaro e delimitato verso valle dalla scarpata d'erosione. Il settore di conoide potenzialmente interessato da fasi di attività è quello prossimo al tratto inferiore del corso d'acqua, a valle della cascata di San Carlo: questo settore rappresenta una subconoide collegata alla dinamica recente del corso d'acqua. È da sottolineare come il settore sia relativamente depresso rispetto alla porzione rimanente della conoide.

Anche l'abitato della Frazione Lava si sviluppa sulla conoide del TORRENTE DI LAVA ed ai limiti dello stesso; tale conoide di dimensioni ridotte rispetto ai precedenti, è morfologicamente evidente nel settore di fondovalle in quanto interrompe la continuità di una piana di fondovalle. Gli aspetti caratteristici di tale elemento morfologico (che presenta una evidenza ridotta rispetto alle dimensioni del bacino a cui è sotteso) riconducono ad un'evoluzione legata ad apporti in massa (colate detritiche), con prevalenza di terreni a granulometria fine.

La conoide collegata alla VALLE DI ZAZZA rappresenta l'unico elemento morfologico rilevante presente in corrispondenza della porzione inferiore del versante sinistro del tratto di Valle Camonica compreso entro i limiti comunali. Esso presenta una forma dolce ed è lambito dalle scarpate di erosione quiescente del Fiume Oglio.

- ◆ TRATTO D'ALVEO SOVRALLUVIONATO. I fenomeni di sovralluvionamento avvengono in concomitanza delle piene maggiori, soprattutto nel caso di fenomeni a carattere eccezionale, quando i corsi d'acqua possono depositare ingenti volumi di materiale sia lungo le sponde, creando degli argini naturali, sia in corrispondenza dell'alveo, determinandone la parziale ostruzione o provocando un locale innalzamento

del fondo. L'esistenza di tratti caratterizzati da forme di sovralluvionamento lungo l'alveo di un corso d'acqua può determinare il verificarsi di fenomeni di esondazione all'arrivo delle piene successive. Tali depositi, presenti in corrispondenza della maggior parte degli alvei laterali: la Valle Franchina (nel tratto caratterizzato dalle opere di regimazione); il Torrente Valar; la Valle di Molbeno. I fenomeni di sovralluvionamento nei torrenti laterali interessano i tratti immediatamente a monte di restringimenti dell'alveo per la presenza di opere d'arte (tombinature) a sezione ristretta o da tempo non soggetti ad opera di pulizia. Il tratto di Fiume Oglio compreso entro i limiti comunali presenta una curva di fondo relativamente poco acclive e si trova immediatamente a monte del restringimento definito dal Ponte di Lorengo. Tali caratteristiche favoriscono il depositarsi del materiale detritico preso in carico nella zona a monte: si sottolinea inoltre come la presenza della soglia collegata all'opera di derivazione idroelettrica inattiva, comporta un'ulteriore diminuzione di pendenza favorendo la deposizione del materiale detritico immediatamente a monte.

- ◆ ORLO DI SCARPATA D'EROSIONE FLUVIALE O TORRENTIZIA. L'azione erosiva esercitata dalle acque incanalate si esplica non solo nei confronti del fondo dell'alveo, chiamata erosione di fondo, ma anche nei confronti delle sponde ed in tal caso si parla di erosione laterale. Questa azione provoca l'asportazione di materiale dalle sponde con la formazione di scarpate di erosione. In corrispondenza delle scarpate l'attività può essere continua oppure episodica e legata al succedersi delle fasi di piena e di magra del corso d'acqua. L'erosione esercitata al piede delle sponde può a volte provocare, a causa della rimozione di materiale e quindi della mancanza di sostegno, l'instaurarsi di condizioni di instabilità con conseguente franamento delle sponde. Tali forme attive sono osservabili per taluni tratti del fiume Oglio dove la carenza di opere di difesa spondale rende possibile tale fenomenologia. L'evoluzione quaternaria del settore di versante sinistro della Valle Camonica è contraddistinta da fasi essenzialmente erosive, legate all'approfondimento dei corsi d'acqua laterali in relazione alla variazione delle quote del fondovalle; i versanti dei tratti inferiori degli impluvi costituiscono delle scarpate d'erosione inattive, generalmente impostate in roccia (almeno nei tratti inferiori). L'attività erosive, intesa come approfondimento, è in genere conclusa mentre in alcuni tratti delle scarpate si manifestano dei processi di degradazione legati alla definizione delle condizioni di equilibrio. Particolare interessante per il fondovalle risultano le scarpate d'erosione inattive legate al fiume Oglio: evidente è quella che interessa la porzione distale della conoide della Valle Franchina e si sviluppa a ridosso della Strada Statale 42 "del Tonale e della Mendola". Sulla base di considerazioni di carattere morfodinamico, legate alle condizioni morfologiche del tratto di asse vallivo, non si esclude come tale scarpata d'erosione possa essere collegata ad un fenomeno di svuotamento improvviso di un bacino, la cui origine è collegabile alla presenza di uno sbarramento in prossimità della forra lungo l'Oglio a valle di Lorengo. Tale sbarramento è ipotizzabile per la presenza di movimenti di versante in corrispondenza del tratto versante in destra idrografica a valle del Ponte di Lorengo.
- ◆ ALVEO INTERESSATO DA EROSIONE DI FONDO. I corsi d'acqua possono esercitare un'intensa attività erosiva di fondo ed approfondire in questo modo il proprio alveo. La presenza e l'intensità dei fenomeni erosivi di fondo lungo uno stesso corso d'acqua possono variare nel tempo in funzione delle variazioni del livello di base dell'erosione, relative a fenomeni che hanno un'influenza a scala globale e che sono legate a sensibili variazioni delle condizioni climatiche, oppure delle variazioni del livello locale, legate ad una o più cause naturali o artificiali. Cause naturali di una variazione locale del livello di erosione possono essere lo sbarramento creato dai conoidi alluvionali dei corsi d'acqua affluenti, lo sbarramento dovuto a fenomeni franosi oppure variazioni della topografia conseguenti a fenomeni di diversione mentre cause artificiali possono essere lo sbarramento relativo a dighe o traverse fluviali. Tali fenomeni sono stati riscontrati in corrispondenza dei tratti superiori dei corsi d'acqua, che interessano anche solo parzialmente terreni incoerenti; l'azione erosiva di fondo è presente inoltre in corrispondenza di taluni

tratti di alvei sovralluvionati dove si ha quindi la rimobilizzazione del materiale precedentemente deposto.

- ◆ FORRA. Le forre sono rappresentate da incisioni vallive strette e molto approfondite e costituiscono pertanto delle forme lineari legate all'azione erosiva di fondo dei corsi d'acqua. La notevole attività erosiva esercitata da parte dei corsi d'acqua in corrispondenza delle forre è stata in genere facilitata dalla presenza di zone di relativa debolezza del substrato roccioso, rappresentate da faglie o fratture. In molti casi queste forme si sono sviluppate in conseguenza dell'erosione lineare regressiva lungo i corsi d'acqua secondari le cui incisioni vallive sono rimaste sospese, rispetto al fondo delle valli principali, in seguito al ritiro dei ghiacci. La porzione terminale dei principali torrenti laterali compresi nel territorio di Malonno presentano delle ripide pareti direttamente scavate in roccia in posto in ragione delle caratteristiche meccaniche dei litotipi; particolarmente evidente è la forra della Valle Franchina immediatamente a monte dell'abitato di Malonno; la forra della Valle di Molbeno a monte dell'apice della Conoide e le forre di limitate dimensioni della Valle di Lava e della Valle di Zazza. Tutte le forme presentano direzioni collegate a particolari set di faglie, ai quali sono inoltre da collegare i fenomeni di crollo e degradazione delle pareti rocciose stesse.
- ◆ CASCATA O RAPIDA. Le cascate rappresentano dei salti improvvisi disposti lungo il profilo longitudinale di un corso d'acqua. La presenza di questi elementi morfologici è da ricercare direttamente in forme di erosione differenziale o indirettamente nella sovrapposizione di diversi eventi erosionali. L'erosione differenziale è determinata dalla natura dello stesso substrato su cui scorre il corso d'acqua ed è legata alla presenza di limiti, stratigrafici o tettonici, tra litotipi caratterizzati da differente erodibilità oppure all'esistenza di zone di relativa debolezza come faglie o fratture. Nell'area rilevata la presenza di cascate è però da riferire principalmente alla storia erosionale che è stata fortemente condizionata dall'attività glaciale: l'approfondimento del solco delle valli principali ad opera dell'erosione glaciale ha infatti creato, in seguito al ritiro del ghiacciaio, numerose valli laterali sospese; per questo motivo diversi corsi d'acqua laterali si raccordano con delle cascate al fondo delle valli principali. Per rapide s'intendono tratti del corso d'acqua caratterizzato dalla presenza di elevata velocità di scorrimento in relazione delle dimensionino e della morfologia dell'alveo. La Valle Franchina presenta una cascata impostata nelle rocce del Verrucano, all'interno della forra presente all'altezza della località San Carlo; a valle del ponte sulla valle lungo la strada che porta alle frazioni di Loritto e Landò, il corso d'acqua origina una evidente cascata, che porta le acque del torrente a dirigersi a nord del agglomerato di Malonno. Sulla base di una prima valutazione di carattere morfologico, non si esclude che tale cascata sia legata ad un intervento antropico (eseguito nei secoli scorsi e collegato alla realizzazione degli argini come riportato di seguito) e mirato alla messa in sicurezza dell'abitato dai fenomeni di esondazione del corso d'acqua. Una serie di piccole cascate sono presenti lungo l'intero tratto della Valle di Lava.
- ◆ TRACCE DI RUSCELLAMENTO DIFFUSO. Le tracce di ruscellamento diffuso rappresentano le forme erosive dovute allo scorrimento superficiale delle acque meteoriche non incanalate. Le acque piovane che non si infiltrano direttamente nel terreno iniziano infatti a scorrere sulla superficie in forma di lame, rappresentate da una fitta rete di filetti d'acqua o, per precipitazioni intense o prolungate, a causa dell'aumento di portata e della velocità, in rivoli, concentrate lungo vie di scorrimento preferenziale. Lo scorrimento dell'acqua provoca lo svilupparsi di fenomeni erosivi che interessano la superficie dei versanti ricoperti da depositi sciolti determinando la locale asportazione del materiale. Questi fenomeni si manifestano con intensità differente a seconda della pendenza del versante e della presenza o meno di copertura vegetale e delle sue caratteristiche. In condizioni particolari questi fenomeni possono assumere un carattere areale coinvolgendo porzioni di versante via via più estese. Tali forme sono diffuse nei settori di territorio a ridosso della base del versante o in prossimità delle conoidi alluvionali ed interessano la copertura detritica glaciale; esempi di particolare intensità sono riscontrati sulle

scarpate a monte dell'abitato di Malonno, nel tratto di versante fra Malonno e Lava, sui versanti insistenti sulla conoide della Valle di Molbeno.

- ◆ SOLCO DI EROSIONE CONCENTRATA. I solchi di ruscellamento sono fenomeni erosivi legati all'azione delle acque di scorrimento superficiale che tendono a concentrarsi lungo linee preferenziali. Queste forme erosive possono interessare sia i versanti ricoperti da depositi superficiali sciolti che i versanti privi di copertura ma costituiti da rocce poco coerenti. Con il procedere dell'attività erosiva le incisioni si possono approfondire e presentare un progressivo arretramento della testata che spesso si verifica con la creazione di nuove ramificazioni. Le condizioni morfologiche ed idrogeologiche del versante, associate ad un generale abbandono delle attività agricole svolte lunghi i versanti (con interventi mirati al corretto drenaggio delle acque entro gli impluvi principali), ha portato alla formazione di numerosi solchi d'erosione, in corrispondenza sia dei versanti degli impluvi sia del versante direttamente insistente sulla valle principale. Durante la fase di rilievo, non sempre a tali fenomeni è stata data la dovuta attenzione nell'ubicazione.
- ◆ SORGENTE (captata e non captata). Le sorgenti rappresentano le zone, più o meno ampie, in corrispondenza delle quali avviene l'affioramento delle acque sotterranee. La venuta a giorno delle acque sotterranee siano esse contenute in un mezzo poroso, rappresentato in genere dai depositi superficiali, o contenute in un mezzo permeabile per fratturazione, rappresentato quasi esclusivamente dal substrato lapideo, può avvenire per la presenza di un limite di permeabilità che determina il versamento, il trabocco o la risalita in pressione dell'acqua oppure per la presenza di un'intersezione tra la superficie topografica e la superficie piezometrica.
- ◆ ZONA CON RISTAGNO D'ACQUA. Queste zone sono caratterizzate dalla presenza, stagionale o perenne, di ristagni d'acqua sulla superficie topografica oppure dalla venuta a giorno, in modo diffuso, di acque sotterranee. Il ristagno d'acqua è dovuto in genere alla presenza, nel sottosuolo dell'area, di depositi superficiali o di rocce relativamente impermeabili che non permettono l'infiltrazione delle acque meteoriche oppure è legato all'affioramento della superficie piezometrica della falda superficiale contenuta nei depositi sottostanti. La presenza di acque stagnanti sulla superficie favorisce la decantazione del materiale fine ed in alcuni casi, quando è presente della vegetazione, l'accumulo di sostanza organica ed il formarsi di depositi torbosi. In molti casi queste aree sono pertanto contraddistinte dalla presenza di terreni a granulometria fine e saturi d'acqua che presentano caratteristiche meccaniche scadenti soprattutto per quanto riguarda la loro compressibilità. Particolarmente interessanti sono le zone acquitrinose poste nel settore in quote presso la località "Piana di Vent": tali fenomeni rappresentano testimonianze dell'interrimento di piccoli bacini formati in ambiente proglaciale, in corrispondenza di depressioni morfologiche impostate nel substrato roccioso. La disposizione delle depressioni è da collegare all'assetto tettonico del settore ed all'ablazione glaciale differenziata.
- ◆ CONO COLLUVIALE. L'azione delle acque di scorrimento superficiale esercitata su terreni incoerenti comporta la presa in carico delle porzioni a granulometria più fine dei depositi; la successiva azione di deposizione a breve distanza dall'area di origine comporta la formazione di accumuli di terreni colluviali caratterizzati da granulometrie estremamente fini in relazione alle limitate energie di trasporto.

4c – FORME CRIONIVALI

- ◆ CANALONE DI VALANGA. Durante il verificarsi delle condizioni termiche o meteorologiche favorevoli all'inescarsi della rimobilizzazione in massa della coltre nevosa, la stessa tende ad incanalarsi in corrispondenza di depressioni morfologiche, spesso rappresentate da alvei di torrenti a carattere stagionale o perenne, raggiungendo in tal modo aree poste a valle e causando danni alle opere in ragione della massa nevosa coinvolta (che dipende dalle condizioni clivometriche e morfologiche dei

versanti) e dalla quantità di materiale detritico preso in carico dalla massa in movimento. Lungo gli impluvi presenti nei settori in corrispondenza della testata dei bacini principali (Valle di Molbeno e Valle Franchina) si incanalano periodicamente le masse nevose che raggiungono l'asta principale e tendono successivamente a proseguire verso valle: la distanza d'arresto dipende essenzialmente dalle masse, mentre i fenomeni sono favoriti dall'esposizione dei versanti. In passato masse nevose di particolare volume hanno raggiunto l'apice della conoide di Molbeno.

4d - FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI NATURA ANTROPICA

- ◆ CANALE IDROELETTRICO. Il tratto di versante sinistro della valle Camonica è interessato dalla presenza di un canale idroelettrico (Canale Montedison) che convoglia parte delle acque del fiume Oglio e le acque di numerosi suoi affluenti posti in sinistra idrografica. L'opera, realizzata negli anni '40-50, è provvista di finestre d'ispezione, una delle quali è posta ad una quota di circa 600 metri: da tale apertura, in passato è fuoriuscito un flusso di acqua in pressione causando danni a degli edifici nelle immediate vicinanze. Un secondo canale idroelettrico, disattivato, è evidente sul fondovalle a monte del Ponte delle Capre e prosegue seguendo la porzione inferiore del versante destro, nella porzione distale delle conoidi della valle Franchina e della Valle di Molbeno: l'opera in calcestruzzo, nella quale era incanalata l'acqua prelevata dal Fiume Oglio in prossimità della Località Presa (dove si possono osservare ancora le strutture realizzate per la captazione, è attualmente interessata da interruzioni di continuità per cedimenti della volta e per la realizzazione di opere urbanistiche. In corrispondenza della porzione distale della conoide della Valle di Molbeno, è presente una vasca di carico. Particolarmente interessante è la presenza dell'opera nel settore di fondovalle, in quanto rappresenta una struttura che interrompe la continuità morfologica della piana alluvionale: in passato erano visibili le strutture portanti ad arco che favorivano il deflusso delle acque dei corsi d'acqua presenti sul fondovalle. Tali strutture sono scomparse a seguito del progressivo interrimento naturale ed alle attività antropica eseguite nelle immediate vicinanze.
- ◆ CENTRALI IDROELETTRICHE. In prossimità della Frazione di Nazio è stata realizzata una centralina idroelettrica che sfrutta le acque della sorgente "Bosche"; le acque sono successivamente immesse nell'acquedotto comunale. Nella cartografia, in prossimità della Località Molbeno, è stata indicata inoltre la centralina idroelettrica in progetto che prevede la captazione di parte delle acque della Valle di Molbeno, all'altezza dei Molini di Odecla.
- ◆ ACQUEDOTTI E BOTTINI DI PRESA. Sulla carta morfologica sono indicate le sorgenti captate e non individuate sul territorio.
- ◆ ROTTURA DI COTICA PER SOVRACCARICO (da pascolo o da transito di bestiame). La presenza di animali da pascolo è una delle tante cause della comparsa delle tipiche forme associate al fenomeno del creep superficiale, rappresentate da piccole scarpatine e locali decorticazioni del manto vegetale che vengono anche chiamate impronte d'armenti. Quando un'area è sottoposta ad un eccessivo carico di bestiame queste forme possono assumere un carattere areale ed interessare superfici notevoli in corrispondenza delle quali si verifica la distruzione del manto vegetale ed il rimaneggiamento dell'orizzonte superficiale. In questa situazione le aree interessate si trovano facilmente esposte al rischio di fenomeni erosivi legati alle acque di scorrimento superficiale. Tali forme di degradazione superficiale sono osservabili in prossimità delle malghe o dei pascoli delle zone poste alle quote maggiori.
- ◆ TERRAZZAMENTO AGRARIO. Nell'area esaminata i versanti sono localmente interessati dalla presenza di terrazzamenti artificiali realizzati per diminuire localmente l'originaria pendenza e recuperare in questo modo aree coltivabili. I terrazzamenti artificiali sono in genere sostenuti da muri a gravità realizzati con pietrame a secco e di altezza variabile. Il diffuso abbandono delle attività agricole ha

spesso determinato un progressivo degrado di queste aree testimoniato dall'invasione della vegetazione infestante. La conseguente mancanza di manutenzione delle opere di sostegno presenti è stata in più occasioni la causa del verificarsi di fenomeni franosi che hanno coinvolto i muri di sostegno ed il terreno posto alle loro spalle. Terrazzamenti artificiali in buono stato sono presenti sul versante in prossimità della località Ferromin e del settore a nord di Lava.

- ◆ DISCARICA DI INERTI E COLMATE. Le discariche di inerti rilevate sul territorio sono rappresentate sia da discariche di materiali derivanti da demolizioni, da scavi e sbancamenti o da smarino di galleria. Le dimensioni di questi accumuli variano da poche decine fino a parecchie migliaia di metri cubi. Diffuse sono le colmate realizzate nei settori di fondovalle; in cartografia sono indicate quelle riconosciute nella fase di rilievo e di particolare interesse per le ulteriori considerazioni di carattere geologico.
- ◆ BRIGLIE E/O SOGLIE. Lungo il corso della Valle Franchina sono presenti numerose briglie in muratura, realizzate negli anni 20-30. Le opere risultano sovralluvionate e nel settore superiore presentano segni di dissesto. Si sottolinea la necessità di un rilievo di dettaglio di tutte le opere, di una loro catalogazione in previsione di una intensa opera di bonifica dell'intera asta torrentizia. Briglie isolate sono presenti in lungo alcuni dei corsi d'acqua che hanno causato problemi alla rete stradale in tempi recenti.
- ◆ ARGINI IN RILEVATO E CLS. In destra idrografica della Valle Franchina, all'altezza della località di San Carlo, è presente un argine in pietra realizzato nel 1696; argini sono inoltre presenti, sempre in destra idrografica, a valle del ponte di Cremesia, sempre lungo la Valle Franchina. Nel tratto di Fiume Oglio a monte della Località presa, è presente un argine in muratura, realizzato in continuità dell'opera di derivazione inattiva.
- ◆ CUNETTONE. In cartografia sono inoltre indicati i tratti di corsi d'acqua regimati con cunettoni. In particolare spicca il tratto inferiore della Valle Franchina, in cui il cunettone presenta dimensioni considerevoli (vedi sezioni e verifiche idrauliche in allegato).
- ◆ CORSI D'ACQUA INTUBATI. Nei tratti in corrispondenza degli abitati, alcuni dei corsi d'acqua presenti nel territorio comunale, sono costretti in tubazioni interrate. In cartografia sono state indicati i corsi d'acqua intubati che influenzano le condizioni di rischio del settore in esame, per la possibile interruzione del deflusso delle acque di piena. Fenomeni di esondazione sono inoltre da collegare anche a sezioni dei condotti non idonee alle portate di massima piena.
- ◆ DERIVAZIONE TEMPORANEA. Il Torrente Re, che attraversa il centro storico di Malonno, è stato indicato con una simbologia differente rispetto alla voce precedente in funzione delle caratteristiche di deflusso: infatti, in passato il corso d'acqua, derivazione della Valle Franchina all'altezza del ponte di San Carlo, scorreva in superficie all'interno dell'abitato (alimentava fucine e mulini) con deflusso continuo. Solo recentemente (metà anni '80) è stato oggetto di tombinatura per l'intero tratto. Il deflusso è inoltre regolato da una saracinesca in prossimità della corso d'acqua principale e solo raramente è consentito il regolare deflusso.
- ◆ VASCA DI DECANTAZIONE. Lungo il tratto in conoide del Torrente Vallaro, a monte della ferrovia, è stata recentemente realizzata una vasca di decantazione in calcestruzzo allo scopo di contenere il trasporto solido. Del progetto completo è stata realizzata solo la porzione inferiore, con conseguente ridotta funzionalità dell'opera.
- ◆ IMBOCCO DI MINIERA ABBANDONATA. Numerose sono gli imbocchi di miniera presenti nel territorio di Malonno. Le attività in sotterranee, terminate negli anni '50 nelle Miniere della Ferromin, interessavano sia filoni sideritici nei banchi della Formazione del Servino incassati nel basamento dalla Linea della Gallinera. La distribuzione degli imbocchi (sono riportati quelli riconoscibili dall'esterno e non franati) segue infatti l'allineamento proposto dalla linea della Gallinera. Imbocchi di miniera, legati allo sfruttamento ed a scavi di assaggio, sono localmente distribuiti all'interno del Basamento Cristallino.

4 - ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

4a - ASPETTI IDROLOGICI GENERALI.

La carenza di stazioni pluviometriche e/o pluviografiche attive nel Bacino Camuno, nonché la scarsa diffusione delle informazioni esistenti impone di adottare le interpretazioni effettuate a scala regionale.

In particolare, nel presente paragrafo verranno riassunte le informazioni esistenti e raccolte negli elaborati allegati ai progetti di carattere idraulico effettuati nel territorio in esame e nei settori circostanti.

In particolare:

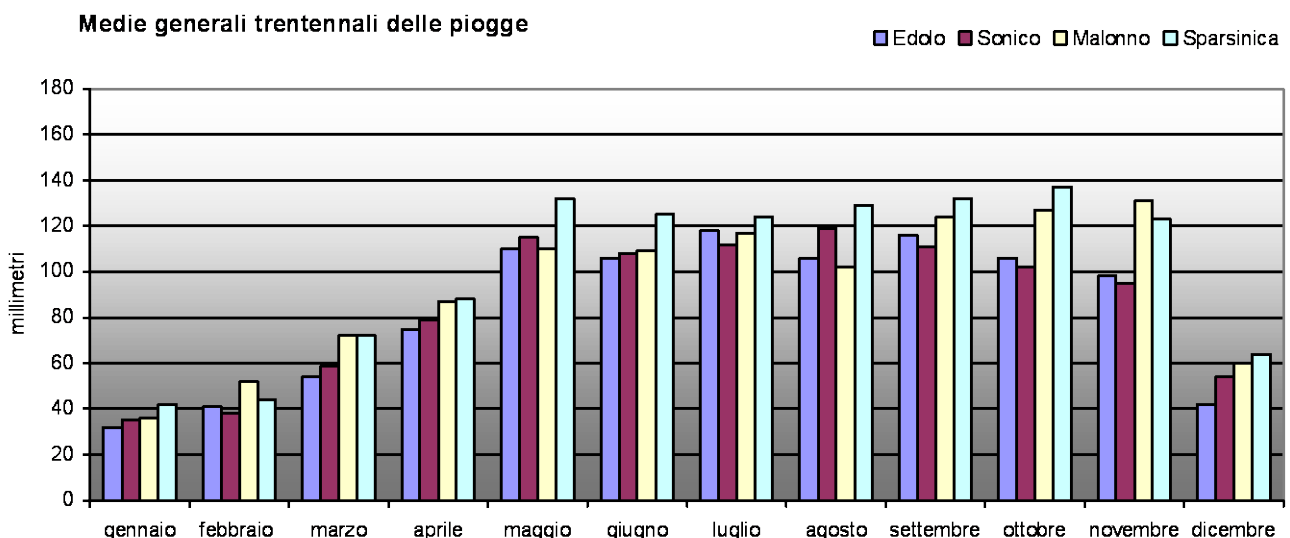
❖ **Piano generale di bonifica montana dell'alto bacino del Fiume Oglio. Amministrazione Provinciale di Brescia, 1967.**

In allegato alla relazione illustrativa del citato lavoro, è riportata la CARTA DELLE ZONE FITOCLIMATICHE E DELLA PRECIPITAZIONE MEDIA ANNUA alla scala 1:50.000 dell'intero Bacino Camuno. La cartografia è stata redatta attraverso l'elaborazione della PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI ED ANNUE PER IL TRENTENNIO 1921-1951. La porzione di fondovalle compresa entro i limiti comunali ricade in un settore di minimo, dove le precipitazioni medie annue raggiungono un valore di circa 1000 mm/anno; l'entità delle precipitazioni aumenta risalendo i versanti. Alla luce dei recenti cambiamenti stagionali, appare evidente come tale cartografia, per il territorio in esame, sia poco rappresentativa. Si riportano comunque nel testo le ulteriori informazioni relative alle stazioni pluviometriche adiacenti al Comune di Malonno, ricavate dal testo consultato: EDOLO, SONICO, MALONNO, LOVENO.

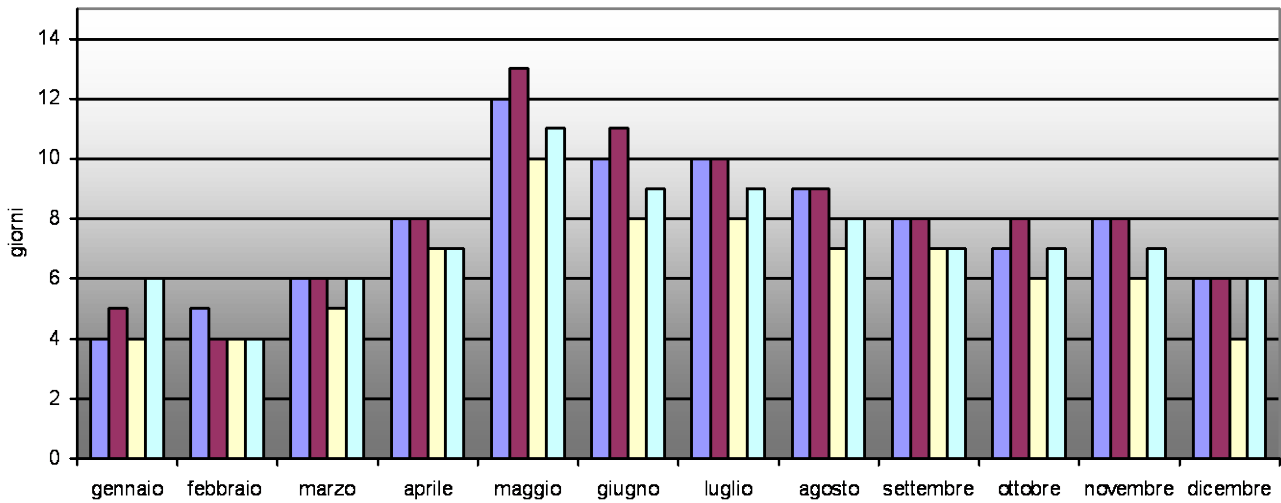
Stazione	Quota (m s.l.m.)	Numero d'anni d'esercizio	Dati geografici	
			latitudine	longitudine
Edolo	690	28	46° 11'	2° 07'
Sonico	1090	23	46° 10'	2° 06'
Malonno	560	25	46° 07'	2° 08'
Sparsinica	1200	23	46° 04'	2° 11'

Dei dati presi in esame sono stati tratti i diagrammi riportati in allegato:

❖ distribuzione delle medie generali trentennali delle piogge;

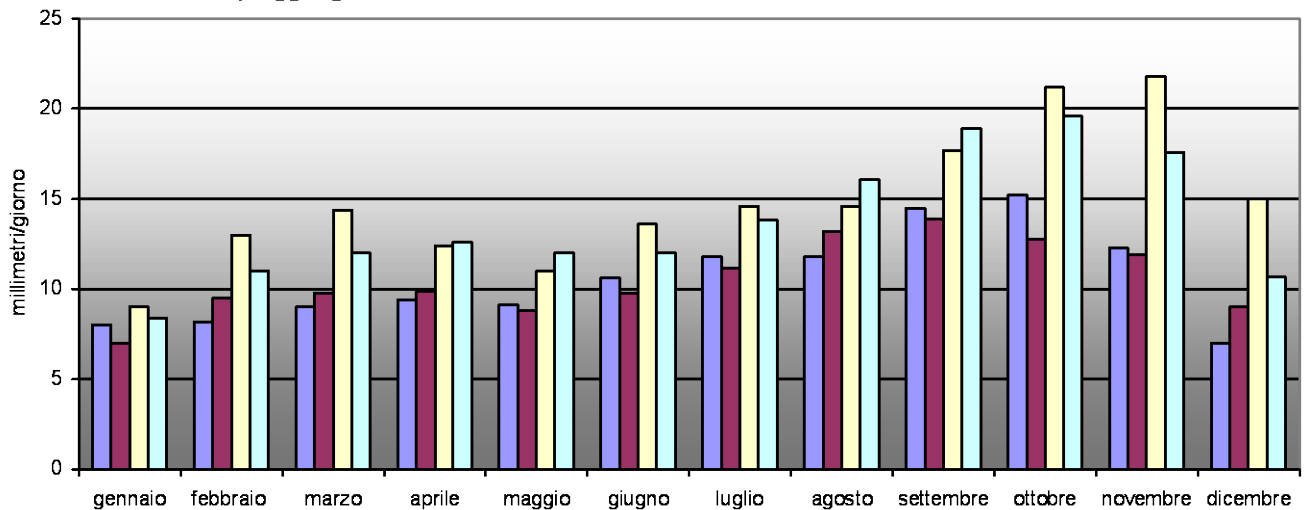


Distribuzione giorni piovosi



❖ medie delle piogge giornaliere;

Media pioggia giornaliera



Da una prima analisi è possibile osservare come:

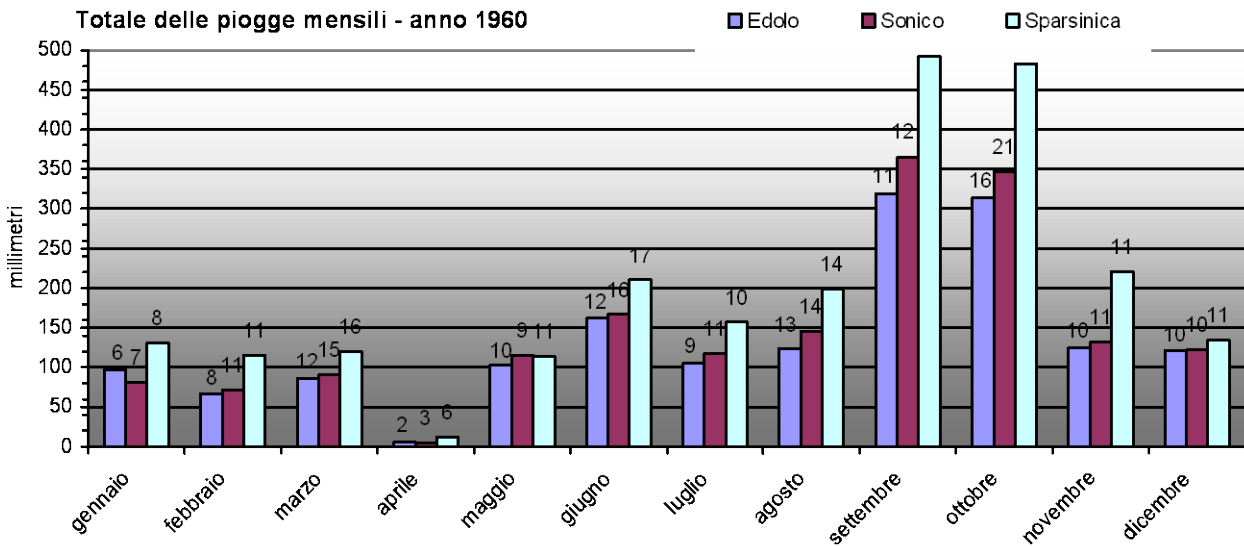
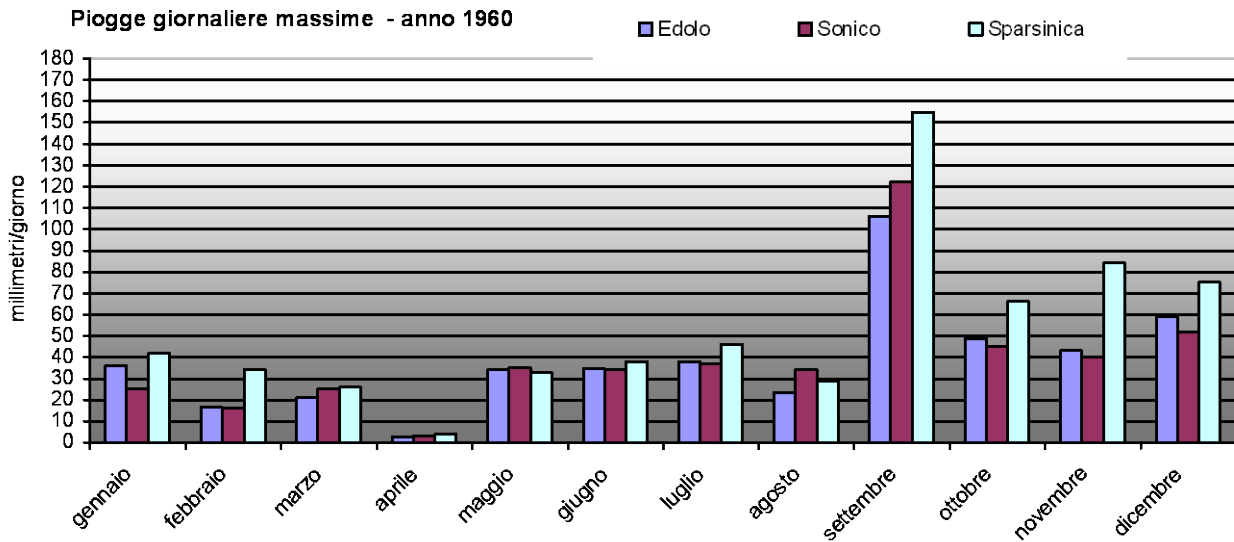
- ❖ il comportamento idrologico del territorio di Malonno (rappresentato dai valori ricavati alla stazione pluviografica posta all'altezza della Località San Faustino) sembra assimilabile a quello della Valle del Torrente Allione (Stazione di Loveno-Grumello), notoriamente conosciuta per l'elevata piovosità;
- ❖ tale comportamento è evidente se si confrontano i valori della pioggia media giornaliera, il cui diagramma rappresentativo risulta indicativo delle piogge intense;
- ❖ piogge di maggiore intensità (quelle alle quali sono in genere associati eventi franosi) si registrano durante la stagione estiva e l'inizio della stagione autunnale, comunque nettamente inferiori rispetto ai valori di pioggia registrati durante gli eventi alluvionali del 1966 e 1960 e quindi non rappresentative di eventi meteorici eccezionali.

Sulla base delle condizioni meteorologiche rilevate negli ultimi anni si ritiene opportuna ritenere significativo le informazioni riportate nella cartografia ERSAL di cui si riporta in allegato la porzione significativa del territorio in esame.

❖ **Annali dei dati pluviometrici riferiti al 1960.**

Vengono di seguito riportati sottoforma di grafici, i dati pluviometrici relativi all'anno 1960, registrati alle stazioni considerate significative per il territorio comunale: EDOLO, SONICO e SPARSINICA. In particolare:

- le piogge giornaliere massime per ogni mese dell'anno;
- totale degli apporti meteorici mensili con indicato il numero di giorni piovosi.



❖ **Elaborazione dei dati idrologici del bacino dell'Oglio. DIREZIONE COSTRUZIONE IMPIANTI IDROELETTRICI DEL GRUPPO EDISON, 1953.**

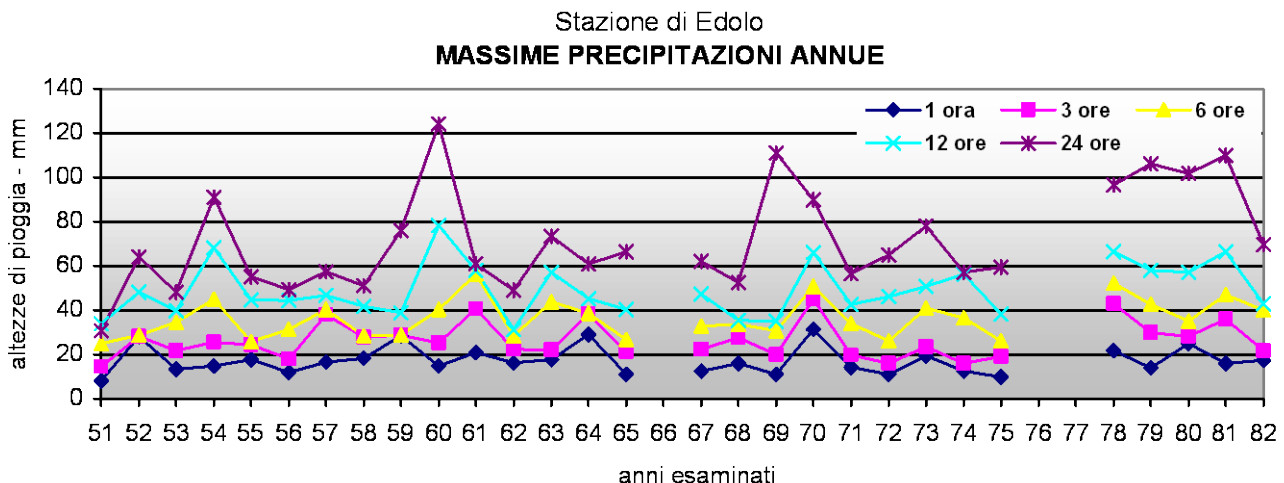
Nel testo consultato è riportata una carta delle piogge medie annue, ricavata dall'elaborazione dei dati relativi alle medie pluviometriche nel periodo 1921-40, ricavate dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico: il risultato ottenuto risulta poco differente dalle indicazioni riportate dalla cartografia in allegato al testo citato nel paragrafo precedente. Sono inoltre riportati i dati relativi ai singoli bacini secondari affluenti del Fiume Oglio sono stati riassunti nelle TABELLE NUMERICHE, di cui si riporta l'estratto relativo al tratto di versante destro della Valle Camonica compreso entro i limiti comunali, indicato con il numero 26.

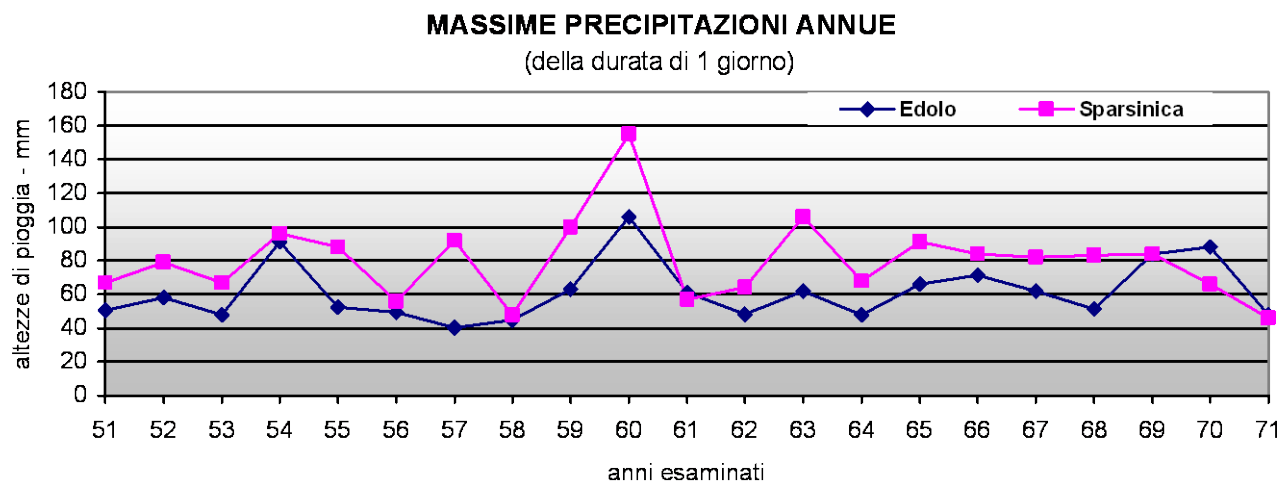
N°	H	h	S ₁	S ₂	p	D _p	D _g	D _t	Q	q
26	1294	4601	35.4	-	1220	38	-	38	1.21	34

- N° = Numero del bacino parziale
- H = Altitudine media – metri s.l.m.
- h = Quota alla sezione di chiusura - metri s.l.m.
- S₁ = Area non glaciale – km²
- S₂ = Area glaciale – km²
- p = Altezza media di precipitazione – mm
- D_p = Deflusso annuo dell'area non glaciale – 10⁶x m³
- D_g = Deflusso annuo dell'area glaciale – 10⁸x m³
- D_t = Deflusso annuo – 10⁶x m³
- Q = Portata alla sezione di chiusura - m³/sec
- q = Contributo unitario medio annuo – l/sec x km²

❖ **Studio delle precipitazioni intense in Provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente. PROVINCIA DI BRESCIA, 1985.**

Si riportano di seguito i grafici relativi alle precipitazioni massime annue registrate nelle stazioni di Edolo e Sparsinica, come riportate nel testo di riferimento. In particolare i grafici illustrano il confronto fra i dati a disposizione relativi alle precipitazioni massime della durata di 1 giorno misurate alle stazioni di Edolo e Sparsinica; nel secondo, riferito alla sola stazione di edolo, viene rappresentato l'andamento delle precipitazioni massime annue con durata rispettivamente 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Tali informazioni sono ritenute di particolare importanza e rappresentative dell'intensità dei possibili eventi meteorici che possono interessare il territorio comunale.





❖ **Piano stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del Bacino del Fiume Po. Autorità di bacino del Fiume Po, 1997.**

Il bacino del Fiume Oglio è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo continentale, con massimi estivi e minimi invernali. Il bacino viene suddiviso in aree pluviometricamente omogenee: il territorio di Malonno è posto nella zona indicata come "Alto Oglio sopralacuale e affluenti minori", per la quale sono definite le curve di possibilità climatica e le altezze di precipitazione per durata pari a 24 ore, come riportato nella seguente tabella riassuntiva.

Numero d'ordine del B.P.O.	Descrizione del BACINO PLUVIOMETRICO OMOGENEO	Curva di possibilità climatica $h = a \cdot t^n$			ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE PER DURATA 24h (mm)	
		h [mm]; t [gg];		n per $t > 1$ giorno n' per $t < 1$ giorno n'	TR = 50 anni	TR = 200 anni
		a	n			
27	Alto Oglio sopralacuale e affluenti minori	$18.170 \cdot \ln(\text{Tr}) + 66.32$	$0.014 \cdot \ln[\ln(\text{Tr})] + 0.428$	$-0.019 \cdot \ln[\ln(\text{Tr})] + 0.378$	137.4	162.6

❖ **Precipitazioni medie annue sul territorio lombardo.**

In allegato è stata riportata la porzione della cartografia E.R.S.A.L. relativa alle medie annue delle precipitazioni elaborata per il territorio lombardo; i dati sono riferiti alle isoiete calcolate sul periodo 1950-1986 relative all'anno mediano (Q50) ed all'anno piovoso (Q90): i valori di precipitazione sono uguali o superiori a quelli riportati in un anno su dieci nel caso di Q90 ed in un anno su cinque per Q50. L'elaborazione è stata eseguita con i dati pluviometrici relativi a 79 stazioni distribuite sul territorio sia in pianura, sia in zone montuose che sul fondovalle.

❖ **Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.**

Nell'allegato relativo agli aspetti idrologici, sono state riportate le isolinee relative ai parametri a e n della curva di probabilità pluviometrica, relativi al tempo di ritorno di 100 anni; tali curve sono state desunte dalla PLANIMETRIA GENERALE IDROLOGICA allegata al PROGETTO DI MASSIMA del Piano per la difesa del suolo e il riassetto idrogeologico della Valtellina e delle zone adiacenti delle provincie di Como, Bergamo e Brescia (Legge n° 102 – 2 maggio 1990) - Interventi della 1ª fase ai sensi della L.R. 1.8.1992 N° 23 e deliberazione G.R. 23.3.1993 N° V/34383.

4b - ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI

La capacità d'infiltrazione ed il deflusso idrico dei terreni (permeabilità della copertura detritica) sono in funzione delle caratteristiche granulometriche e dell'addensamento della coltre; tali proprietà possono essere collegate alle modalità di deposizione dei terreni stessi.

Al comportamento meccanico ed alle caratteristiche mineralogiche del substrato roccioso sono da collegare le caratteristiche di permeabilità: infatti, nelle rocce gneissiche (a comportamento rigido) è favorita l'infiltrazione lungo le linee di fratturazione; per le rocce scistose (micascisti) il deflusso idrico è contenuto negli orizzonti superficiali (regolite) in quanto l'alterazione dei minerali metamorfici determina l'occlusione delle fratture.

Sulla base delle semplici osservazioni riportate si deduce come nel territorio in esame sia favorito il deflusso superficiale sui versanti; la presenza inoltre della Linea della Gallinera e delle numerose cavità realizzate a scopo minerario, condizionano ogni eventuale deflusso sotterraneo, rappresentando delle vere e proprie cavità drenanti (vedasi sorgenti captate nella Miniera della Ferromin). Si sottolinea inoltre come l'immersione verso nord del lineamento tettonico favorisca il deflusso in tale direzione delle acque che raggiungono tale superficie. Ne deriva pertanto una certa difficoltà nel definire le condizioni di deflusso sotterraneo generale, con particolare riferimento alle linee di alimentazione delle sorgenti presenti alle quote inferiori del versante, potenzialmente alimentate anche dai corsi d'acqua superficiali.

Il contatto substrato roccioso-copertura rappresenta un limite di permeabilità; all'altezza di ogni rottura di pendio lungo il versante è possibile osservare diffuse emergenze idriche che spesso originano veri e propri corsi d'acqua, che migrano di posizione al variare delle condizioni stagionali (come ad esempio in corrispondenza dei terrazzi sui quali sono poste le frazioni principali).

Il materasso alluvionale di fondovalle è sede della falda di subalveo, che viene a giorno in corrispondenza delle depressioni morfologiche: la quota piezometrica della falda, nel settore a nord del fondovalle, è mantenuta a quote elevate per la presenza della soglia collegata all'opera di captazione a scopo idroelettrico ormai in disuso. Ne deriva pertanto come in occasione di periodi particolarmente piovosi si assista all'innalzamento della falda che raggiunge la superficie topografica nelle porzioni di fondovalle a quote prossime o leggermente inferiori rispetto a quella dell'alveo del Fiume Oglio. Si sottolinea inoltre come il deflusso nei terreni alluvionali può inoltre essere collegato alla presenza di orizzonti a maggior permeabilità.

Lungo le conoidi alluvionali, la diffusa cotica superficiale e la diffusione degli abitati, è favorevole al deflusso superficiale delle acque; l'infiltrazione è favorita lungo i tratti di alveo con alveo non definito da cunettoni. Le acque d'infiltrazione in parte alimentano la falda di subalveo o vengono a giorno nella porzione inferiore della scarpata d'erosione inattiva presente nella porzione inferiore della conoide di Malonno.

4c - SISTEMA IDROGRAFICO.

L'allegato 3, CARTA IDROGEOLOGICA DEL SISTEMA IDROGRAFICO, mette in evidenza la rete idrografica del territorio comunale, dalla quale è possibile distinguere:

- il versante destro della Valle Camonica, con una rete idrografica sviluppata, in cui si distinguono due corsi d'acqua principali ed una serie di impluvi secondari;
- il versante sinistro, dove la rete idrica risulta meno sviluppata e collegata all'assetto morfologico del versante stesso;
- l'ampio fondovalle, con corsi d'acqua alimentati dalla falda di subalveo e dalle acque di infiltrazione lungo le conoidi;
- le conoidi alluvionali, con i corsi d'acqua intubati in prossimità degli abitati;
- il settore evidenziato in corrispondenza del crinale con la Valle di Corteno ("Piana di Vent"), dove sono presenti numerosi ristagni superficiali d'acqua (da collegare alla morfologia del substrato).

❖ FIUME OGLIO

Sulla cartografia riguardante gli aspetti idrologici ed idrogeologici è riportata la delimitazione delle FASCE FLUVIALI così come riportato nel PROGETTO DI PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) redatto dall'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO ai FOGLIO 057 SEZ.I e SEZ.II, FOGLIO 058 SEZ.IV alla scala 1:25.000. La delimitazione delle fasce fluviali si attenuta alle seguenti assunzioni:

- FASCIA DI DEFLUSSO DELLA PIENA (FASCIA A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 metri/se.
- FASCIA DI ESONDAZIONE (FASCIA B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate al colmo. Assunta come riferimento la portata con un TR di 200 anni, il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- AREA DI INONDAZIONE PER PIENA CATASTROFICA (FASCIA C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (FASCIA B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento. Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni. Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione dell'area soggetta ad inondazione viene eseguita con gli stessi criteri adottati per la fascia B, tenendo conto delle aree con presenza di forme fluviali fossili.

Nella cartografia sono indicate anche la posizione delle sezioni di riferimento utilizzate per i calcoli idraulici. Nella seguente tabella vengono riportati i valori delle quote raggiungibili dai livelli idrici in occasione di eventi di piena calcolati con tempo di ritorno pari a 200 anni per una portata $Q_{200}=780$ mc/sec.

N° sezione	Livello idrico per TR=200 anni (metri s.l.m.)
056	456.81
057	481.54
058	491.10
059	499.75
060	509.88
061	521.41
062	543.55

FOGLIO 058 SEZ. IV: il limite in destra idrografica della Fascia B si estende sino alla Strada Statale 42, nel tratto compreso nel Comune di Sonico (BS); in tale tratto c'è corrispondenza dei limiti della Fascia A e B. all'altezza del limite comunale con Malonno, la fascia di deflusso della piena viene contenuto entro le sponde dell'alveo attuale, il limite in destra orografica della fascia di esondazione è definito dalla SS42 e la fascia di piena catastrofica rimane alla base del versante destro della Valle Camonica.

FOGLIO 057 SEZ. I: il deflusso della portata di piena è contenuto entro le scarpate d'erosione e le arginature. La fascia d'esondazione è definita (in destra idrografica) dalla SS42 nel tratto a monte della Frazione Lava; all'altezza del bivio sulla SS42 per Lava, la fascia d'esondazione devia verso il corso d'acqua per poi decorrere parallelamente al tratto arginato sino al canale idroelettrico disattivato, a valle del quale lambisce i terreni della conoide della Valle Franchina per decorrere poi seguendo il limite inferiore del rilevato stradale della SS42 posta alla base della scarpata d'erosione inattiva impostata nei terreni di conoide. Il limite della fascia di piena catastrofica in destra orografica è stata fatta corrispondere al tracciato della linea ferroviaria Brescia-Edolo che decorre ad una quota pari a circa 526 metri s.l.m. sulla conoide alluvionale.

FOGLIO 058 SEZ. II: nel tratto compreso nel Foglio in esame il corso d'acqua scorre nell'incisione impostata in roccia e le fasce tendono ad essere corrispondenti.

La delimitazione riportata non è ritenuta rappresentativa delle reali condizioni di pericolosità del corso d'acqua di fondovalle per le alterazioni recenti dell'assetto morfologico del tratto di fondovalle e delle opere di regimazione.

Nella fase d'indagine attuale sono stati definiti gli elementi morfologici di rilievo che possono influenzare le condizioni di deflusso delle acque di esondazione, gli elementi morfologici riportati nella CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA, costituiscono le informazioni di base per la redazione delle indagini di approfondimento per la corretta definizione delle aree a rischio idraulico. La mancanza di corrette e più dettagliate verifiche idrauliche su sezioni reali del corso d'acqua (in fase di realizzazione) non consente di avvalorare con certezza le deduzioni riportate, mentre sono indicate in carte le fasce fluviali così come riportate nella Cartografia allegata al Piano stralcio delle Fasce Fluviali definite dal Magistrato del Po.

Le osservazioni di particolare rilevanza per definire le reali condizioni di pericolosità delle aree di fondovalle per fenomeni di esondazione del Fiume Oglio possono essere riassunte nei seguenti punti:

- ♦ La realizzazione delle nuove arginature lungo il tratto di Fiume Oglio compreso nel territorio di Sonico rappresenta un elemento importante nella definizione delle aree soggette a fenomeni alluvionali: infatti ogni possibile fenomeno di esondazione del corso d'acqua di fondovalle è da collegare alle condizioni nel tratto di corso d'acqua all'esterno dei limiti comunali;
- ♦ il deflusso delle acque è stato inoltre condizionato dall'assetto morfologico del fondovalle (presenza del fosso di Lava, che in passato rappresentava una derivazione del corso d'acqua principale, mentre ora è stato in più tratti colmato;

- ◆ a seguito degli eventi alluvionali del 1960 siano state realizzate opere di arginatura che limitano la possibilità di esondazione, mentre sono recenti gli interventi di livellamento (colmate) e la realizzazione di nuovi rilevati nel settore di fondovalle.

In ragione della posizione rispetto al corso d'acqua principale (in corrispondenza di un'ansa) si ritiene che i terreni alluvionali presenti siano caratterizzati da granulometria grossolana prevalente, se si escludono gli orizzonti superficiali dove prevale la frazione sabbiosa) costituiti da ciottoli e ghiaia, anche se non si esclude la presenza di lenti od orizzonti sabbiosi e/o limosi in profondità.

Eventi alluvionali storici: i fenomeni di esondazione del fiume Oglio sono da considerarsi periodici e frequenti. Gli eventi alluvionali recenti (1960) hanno provocato l'allagamento delle aree di fondovalle, poste ad una quota relativamente minore rispetto alle aree circostanti. In relazione alla ridotta presenza di abitazioni, non si sono mai registrati notevoli danni alle strutture: i dati storici riportati di seguito e relativi alle sole citazioni del territorio in esame, annotano considerevoli danni alle colture, dovute al fango depositato dalle acque.

DATA	FONTE	DESCRIZIONE DELL'EVENTO
1520 fine agosto	Raccolta Putelli; Togni Marotta 1772; "Il Camuno", 1.10.1882.	Inondazioni diffuse ed eventi franosi, dopo insistenti piogge, interessano pressoché l'intera Valle Camonica. <i>Malonno</i> . Sono allagati prati e coltivi sino alla stretta di Forno d'Allione.
1614 25 ottobre		Alluvione Fiume Oglio in tutta la Valle Camonica
1738 dal 18 ottobre ai primi di novembre		Alluvione Fiume Oglio in tutta la Valle Camonica
1739 5 e 6 dicembre		Alluvione Fiume Oglio in tutta la Valle Camonica
1757 30 e 31 agosto	Arch. Stato Bs, Cancell. Pref. Super., B.1; Raccolta Putelli.	... il territorio montuoso bresciano .. sono coinvolti in una "crisi" meteorologica di dimensioni catastrofiche soprattutto per quanto riguarda gli effetti che ne derivano. <i>Malonno</i> si registra il crollo di un ponte, oltre a danni diversi ad argini, strade e campi.
1847	"Il Camuno"	Piogge ed alluvioni in Valle
1882 15 settembre	"Il Camuno", 17 e 24.09.1882.	Le insistenti piogge di questi giorni hanno prodotto dei danni rilevanti nella nostra valle, e per ora incanalabili. ...; danni gravi a Malonno.
1960 16 settembre	"La lunga alluvione (1960)", G.S. Pedersoli	Nella piana di Malonno il Fiume Oglio s'era scavato un nuovo alveo, spaccando in due la casa cantoniera...(sita nel comune di Sonico n.d.r - vedi foto). Il Ponte delle Capre tra Malonno e Zazza, con una luce di 65 metri, è crollato e così pure Molbeno, mentre in località Vallaro una grande quantità di materiale portato dal Fiume ha invaso e devastato molta campagna. Osservazioni in merito ai dati storici: l'esondazione del fiume Oglio, con intensi processi erosivi, è avvenuta nel territorio del Comune di Sonico, a nord di Malonno; le acque di esondazione si sono incanalate lungo le depressioni principali presenti nel territorio di fondovalle del comune di Malonno: particolarmente interessato dal fenomeno è stato il fosso presente ai piedi del versante destro a monte di lava e che scorre ai piedi delle conoidi alluvionali sulle quali sono posti gli abitati (Torrente Ogliolo).

Danni potenziali: in ragione delle alterazioni delle condizioni morfologiche del settore di fondovalle (nuovi argini nel territorio di Sonico; accumuli detritici nella depressione entro la quale scorreva il Torrente Ogliolo sul fondovalle) si ritiene esclusa la possibilità del verificarsi di eventi alluvionali con conseguenze paragonabili a quelle del 1960, soprattutto nel tratto ad ovest della strada statale. Solamente nella porzione a margine dell'argine in muratura nei pressi della località Presa possono verificarsi fenomeni di esondazione per superamento degli argini delle acque di piena: tale fenomeno si ritiene possibile per le condizioni attuali del tratto di alveo, in corrispondenza del quale sono depositi volumi relativamente elevati di detriti (alveo sovralluvionato) che comportano un innalzamento della quota del fondo. Si sottolinea pertanto la necessità di effettuare periodicamente degli interventi di pulizia idraulica.

Nel settore superiore si rimanda tuttavia a verifiche idrauliche dettagliate, che tengano conto delle reali condizioni morfologiche del settore (scarpata d'erosione di altezza rilevante, quota del fondo relativamente depressa rispetto ai settori laterali, possibilità d'esondazione in sinistra idrografica); indagini di dettaglio dovranno inoltre valutare la consistenza e l'effettiva capacità di contenimento delle opere di difesa laterali.

❖ OGLIOLO

Nel settore di fondovalle, in prossimità del versante destro è presente un fossato alimentato dalla falda di subalveo; non si esclude inoltre come in passato tale corso d'acqua fosse una derivazione del Fiume Oglio. Nei pressi di Lava il tracciato del corso d'acqua (con portate molto ridotte) è stato troncato dalla realizzazione del nuovo settore urbanizzato. Il corso d'acqua raccoglie le acque dei torrenti che solcano il versante prima di essere convogliato nel laghetto per la pesca sportiva realizzato a sud del canale in rilevato; nel fossato a valle del laghetto confluisce la Valle Franchina. Superata Via Matteotti, il corso d'acqua è stato regimato con cunettone in sassi ammorsati nel cls per un tratto sino alla Piscicoltura Viola, per poi defluire privo di regimazione sino alla confluenza con il Fiume Oglio.

❖ VALLE FRANCHINA

È il corso d'acqua che attraversa l'abitato di Malonno: nel tratto a monte sono presenti numerose briglie in muratura, realizzate negli anni '20-30, che presentano segni di dissesto e risultano colme di detriti, legati sia al trasporto solido del corso d'acqua che ad accumuli da valanga. La pericolosità del corso d'acqua, come testimoniato dalle note storiche riportate di seguito, sono da collegare essenzialmente a fenomeni franosi che hanno interessato i versanti del bacino (vedi carta morfologica all'altezza della località Flodena) con conseguenti sbarramenti parziali e temporanei del deflusso delle acque. Alla rottura dello sbarramento è conseguito un apporto in massa con conseguenti fenomeni di disalveamento nei tratti a valle della forra rocciosa. Nel 1696, allo scopo di contenere tali fenomeni e limitare i possibili dissesti all'abitato, è stato realizzata l'arginatura in pietrame all'altezza della località San Carlo, a valle del ponte, con scavo del nuovo ottobre 1999

alveo direttamente in roccia, e conseguente derivazione del corso d'acqua (Torrente Re) allo scopo di sfruttare la forza idraulica. Il corso d'acqua nel tratto lungo la parte apicale della conoide alluvionale decorre pertanto in un avvallamento che non consente alcuna deviazione; a valle dell'attraversamento ferroviario il corso d'acqua è costretto in un cunettone a sezione trapezia sino alla porzione distale della conoide, al raccordo con i terreni di fondovalle (località Presa). Oltre, il corso d'acqua non è regimato e confluisce al Torrente Ogliolo all'altezza del laghetto adibito a pesca sportiva, attraversando una tubazione a sezione ristretta. Sulla base delle informazioni di carattere morfologico desunte dalla cartografia di base, sono stati valutati i contributi di piena all'altezza per la sezione posta all'altezza della località San Carlo di cui si riportano i valori nella tabella seguente.

STIMA DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA CON TR=200 ANNI

$f(f_i) = 0,0667 + 0,0543 + \ln Tr$		0,354	
Tr (tempo di ritorno) =	200	anni	
hcr (altezza pioggia critica) =	27,96	mm	
a =	35		
n =	0,4		
Tc (tempo di corrivazione) =	0,570	ore	
Area del Bacino =	4,62	kmq	
Lunghezza dell'asta =	4,05	km	
Altezza media	1034,47	metri	
Quota sezione di chiusura	626	m s.l.m.	
GIANDOTTI	55,79	mc/sec	
Gamma =	10		
Lambda =	4		
FORTI	44,19	mc/sec	
qmax =	9,56	mc/sec*kmq	
Alfa =	2,35		
Beta =	0,50		
KRESNIK-VALENTINI	58,03	mc/sec	
qmax =	12,56		
FORTI	59,14	mc/sec	
Alfa =	10,00		
Beta =	0,80		
Hannua	1600	mm	
MYER - BROGINI	38,23	mc/sec	
ISKOWSKI	50,75	mc/sec	
Valore medio	48,87	mc/sec	
SCINEMI	194,2	mc/sec	
qmax=	42,04	mc/sec*kmq	
PAGLIARO	141,6	mc/sec	
qmax=	30,65	mc/sec*kmq	
FRANCOU & RODIER	78,02	mc/sec	
Alfa=	4,40		
ANSEMI			
$q=200/(S+28)+0,28=$	6,731	mc/s/kmq	
$Qs=q*S=$	31,10	mc/s	

DATI STORICI

DATA	FONTE	DESCRIZIONE DELL'EVENTO
1614 25 ottobre	Bianchi, in Guerrini 1930.	"la montagna di Malonno dalle gran piogge si rompì et sgorgando un lago arovina mezza detta terra con danno notevole."
1960	Da notizie raccolte dagli abitanti	Il deflusso della valle s'interruppe per circa 20 minuti (al mulino presso San Carlo non giungeva acqua) per assistere successivamente ad un afflusso in massa. La causa è da ricercare in un fenomeno franoso che ha interrotto il deflusso temporaneamente il deflusso e determinato la formazione di una piccola diga probabilmente a valle di Moscio..
1996	Osservazioni dirette dello scrivente	Esondazione in località "Presa" e al laghetto adibito a pesca sportiva, con conseguente allagamento delle porzioni di territorio limitrofe ("Rasega").

Attraverso il rilievo diretto delle sezioni significative del corso d'acqua, sono state effettuate delle verifiche idrauliche (vedi allegato) considerando una portata idrica dell'ordine di circa 50 m³/sec; i risultati ottenuti mettono in evidenza come:

- la briglia realizzata immediatamente a monte del ponte presso la località San Carlo, mantiene relativamente elevata la quota del fondo dell'alveo, determinando la possibilità di esondazione; il fenomeno si considera contenuto alla porzione superiore della lama d'acqua, che successivamente tende a defluire lungo la strada comunale verso il centro storico;
- le sezioni del tratto di alveo lungo la conoide risultano sufficienti, anche in corrispondenza degli attraversamenti e lungo il tratto a cunettone;
- nella porzione inferiore (località Presa), la diminuzione della pendenza e la riduzione improvvisa della sezione di deflusso (sotto il "canale"), determina la formazioni di rigurgiti e la fuoriuscita del corso d'acqua nelle aree limitrofe;
- oltre il canale le sezioni dell'alveo non risultano sufficienti a sopportare il deflusso delle portate di piena. Soprattutto la costrizione del corso d'acqua nelle tubazioni a sezione ridotta, impedisce il deflusso della piena con conseguente allagamento dei settori a monte.

Si sottolinea inoltre come i tratti di alveo a limitata acclività (sia naturali che artificiali) nel settore a monte dell'abitato favoriscano la deposizione del materiale detritico eventualmente preso in carico dalla corrente.

❖ VALLE DI MOLBENO

Per Valle di Molbeno viene inteso il corso d'acqua che drena le acque dell'ampio bacino sotteso alla

porzione meridionale del tratto di versante destro della Valle Camonica compreso entro i limiti comunale; il corso d'acqua, al quale è collegata l'ampia conoide alluvionale contraddistinta da una morfologia che testimonia attività recente (paleoalvei), è caratterizzato da portate idriche levate associate da apporti detritici con volumi considerevoli, legati soprattutto alle condizioni meccaniche del substrato roccioso (fratturazione) ed ai fenomeni di



valanga che interessano numerosi rami del corso d'acqua stesso. Testimonianze storiche riportano che il "vendul" (valanghe) ha in passato raggiunto l'apice della conoide alluvionale presso la località Molbeno. Valutate le condizioni generali del bacino sotteso, si ritiene che la conoide sia da ritenersi quiescente per la possibilità del verificarsi di ulteriori fenomeni di apporti detritici in massa.

❖ VALLE DI LAVA

È inteso il corso d'acqua che attraversa l'abitato di Lava; il bacino di alimentazione non presenta evidenti dissesti che possono contribuire ad un aumento sensibile del trasporto solido. Tali apporti detritici

tendono a depositare nel tratto a monte dell'abitato, dove una serie di salti naturali riduce l'acclività media. Nel tratto lungo l'abitato il corso d'acqua è costretto in un condotto coperto, il cui imbocco è posto all'altezza della Chiesa ed è protetto da una grata in ferro. Tale condizione è favorevole all'intasamento del condotto con il conseguente deflusso delle acque lungo la strada centrale dell'abitato. Maggior pericolo rimane per possibili interruzioni del deflusso in settori più lontani dell'imbocco del condotto, che potrebbero provocare sovrappressioni con conseguenti danni alla sede stradale. Tale corso è stato recentemente intubato anche per un tratto immediatamente a monte del tombotto sulla Strada Statale, nel settore interessato dai lavori per la realizzazione del P.L.U. – Via Torre, approvato dalla Regione Lombardia; tale condizione è favorevole a fenomeni di rigurgito, con conseguenti allagamenti del settore pianeggianti immediatamente a monte.

STIMA DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA CON TR=200 ANNI

$f (fi) = 0,0667+0.0543+\ln Tr$	0,354
Tr (tempo di ritorno) =	200 anni
hcr (altezza pioggia critica) =	23,82 mm
a =	35
n =	0,4
Tc (tempo di corrivazione) =	0,382 ore
Area del Bacino =	1,89 kmq
Lunghezza dell'asta =	2,37 Km
Altezza media	877,11 m
Altezza minima	550 m
GIANDOTTI	17,41 mc/sec
gamma=	6
lambda=	4
FORTI	18,45 mc/sec
qmax=	9,76 mc/sec*kmq
Alfa=	2,35
Beta=	0,50
FORTI	24,19 mc/sec
Alfa	10,00
Beta	0,80
Hannua	1600 mm
MYER - BROGINI	18,59 mc/sec
ANSELMI	
$q=200/(S+28)+0.28=$	7,291 mc/s/kmq
$Qs=q*S=$	13,78 mc/s
ISKOWSKI	<u>20,76 mc/sec</u>

❖ "VALASEL DE COLE"

Viene indicato con questo toponimo il corso d'acqua che attraversa la porzione meridionale dell'abitato di Malonno: nel tratto lungo la conoide alluvionale, il corso d'acqua scorre intubato, con condotto a sezione quadrato con lato pari a circa 1 metro. Tale condizione, in relazione anche alle caratteristiche del bacino (dissesti in atto e conseguenti fenomeni di trasporto solido) determina il verificarsi di periodici fenomeni di interruzione del deflusso normale delle acque (1976; 1996) con conseguenti disagi sia alla rete stradale che alle abitazioni adiacenti alla strada che diventa normale sede di deflusso delle acque.

Sezione all'imbocco del condotto lungo Via San Lorenzo

Condotta a sezione rettangolare	
Qc (portata massima consentita) =	5,29 mc/sec
Diametro equivalente =	0,56 m
Dimensioni	A B
(m)	1 1
Area =	1,00 mq
Ks =	45
(coefficiente di Strikler)	
i =	0,188
(pendenza)	
STIMA DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA CON TR=200 ANNI	
$f (fi) = 0,0667+0.0543+\ln Tr$	0,354
Tr (tempo di ritorno) =	200 anni
hcr (altezza pioggia critica) =	22,55 mm
a =	35

n =	0,4	
Tc (tempo di corrivazione) =		0,333 ore
Area del Bacino =		0,72 kmq
Lunghezza dell'asta =		1,79 Km
Altezza media		519,8 m
Altezza minima		540 m
GIANDOTTI		7,20 mc/sec
gamma=	6	
lambda=	4	
FORTI		7,09 mc/sec
qmax=	9,85	mc/sec*kmq
Alfa=	2,35	
Beta=	0,50	
FORTI		9,22 mc/sec
Alfa	10,00	
Beta	0,80	
Hannua	1600 mm	
MYER - BROGINI		8,53 mc/sec
ANSELMI		
q=200/(S+28)+0.28=	7,564	mc/s/kmq
Qs=q*S=		13,54 mc/s
ISKOWSKI		7,91 mc/sec

■ **VERSANTE SINISTRO DELLA VALLE CAMONICA**

Il tratto di versante sinistro della Valle Camonica presenta una rete idrografica meno sviluppata rispetto al versante destro. Solo la Valle di Zazza, che nel tratto inferiore scorre in una stretta incisione in roccia, presenta un alveo ben definito, mentre l'intero tratto di versante è caratterizzato dalla presenza di una serie di piccoli corsi d'acqua, spesso stagionali, con alvei a tratti impostati direttamente nel substrato. Le acque di drenaggio superficiale del versante, prima di confluire nel fiume Oglio, sono raccolte nel corso d'acqua detto Valle della Gambarera, che presenta un decorso parallelo a quello della valle principale in quanto impostato in corrispondenza di un avvallamento di origine tettonica. La frazione Zazza – centro storico è posto in corrispondenza di un piccolo terrazzo impostato in roccia; il tratto di versante compreso il nucleo storico e la porzione più a sud, è interessato da piccoli corsi d'acqua che drenano anche le porzioni superiori del versante. Nel tratto meno acclive danno origine a delle zone di saturazione della coltre detritica superficiale per la presenza del substrato a bassa profondità.

4d - SORGENTI

Nella cartografia sono state ubicate sia le sorgenti captate e collegate all'acquedotto comunale che quelle non captate ed individuate durante la fase di rilievo diretto di campagna.

Nella tabella seguente sono elencate le sorgenti captate e collegate all'acquedotto comunale, con le note generali della sorgenti.

	TOPONIMO	QUOTA m s.l.m.	PORTATA MASSIMA l/sec.	PORTATA MINIMA l/sec.	Breve descrizione dell'opera e del quadro idrogeologico
1.	BOSCHE	1750	35 l/sec.	11 l/sec.	Opera di presa realizzata nel 1998: il manufatto è costruito in cemento armato, protetto da porta metallica con lucchetto. L'acqua captata viene costretta sino alla vasca di carico a circa 1570 metri di quota e successivamente condotta alla centralina idroelettrica posta a monte di Nazio Superiore.
2.	DURNA	670	10 l/sec	7 l/sec	Il manufatto è ubicato in una zona a prato a valle della strada comunale Malonno-Odecla, nelle immediate vicinanze della località omonima. L'opera di captazione è stata realizzata nel 1943. Non esiste la zona di tutela assoluta e non sembra sia garantita una adeguata zona di rispetto. La sorgente è da collegare a deflussi nel substrato, in rocce sedimentarie (vedi affioramenti a monte della strada), e l'emergenza è da collegare alla Linea della Gallinera ubicata immediatamente a monte. Attenzione a fenomeni di infiltrazione dal terrazzo morfologico sul quale è posta la frazione di Odecla.
3.	LANDÒ' (Campo di Landò)	1250	8	4	L'opera di captazione è sita nei pressi della località Campello di Landò, realizzata nel 1976.
4.	LORITTO (Bait della Noce)	1160	9 l/sec	6 l/sec	Il bottino di presa è privo di zone di tutela assoluta e di rispetto; l'alimentazione è da collegare al deflusso entro il substrato roccioso fratturato, seguendo le linee di fratturazione: non si esclude dunque un collegamento con le zone del Campaccio.
5.	FERROMIN ALTA		4	2	Opera di presa realizzata negli anni sessanta ed interessata dai lavori di costruzione delle infrastrutture dell'acquedotto (progetto ing. Landrini) nel 1997-98. Le captazioni sono realizzate nelle miniere della Ferromin, i cui accessi principali sono chiusi da cancelli metallici. Non si esclude la possibilità di raggiungere le opere di captazione da altri imbocchi visto il collegamento dei vari cunicoli della miniera. La posizione delle sorgenti ed il complicato assetto strutturale, non consente di definire con esattezza la fascia di protezione ed il bacino di alimentazione. Le acque sono relativamente (rispetto alle altre sorgenti presenti nel territorio) cariche di carbonato per il contatto con le rocce sedimentarie della Formazione del Servino; il deflusso sotterraneo segue in parte la direzione della Linea di sovrascorrimento.
6.	FERROMIN BASSA		13 l/sec.	10 l/sec.	
7.	MIRAVALLE ALTA	620	3 l/sec.	2 l/sec.	Si tratta di un opera in cemento armato realizzata nel 1986 in località Miravalle Ronco.
8.	MIRAVALLE BASSA	560	5	4	Si tratta di un opera in cemento armato realizzata nel 1986 in fianco alla strada comunale che conduce alla Frazione Miravalle, a valle della ferrovia: tale elemento rappresenta dunque una possibile fonte di inquinamento. Entrambe le sorgenti di Miravalle sono da collegare alla presenza del corpo di paleofrana ed al sistema tettonico locale.
9.	ZAZZA Comparte	850	6	4	Il bottino di presa è posto sul versante sinistro della Valle Camonica, all'altezza della frazione di Zazza (quota 850 metri s.l.m.), al limite con il confine comunale con Sonico. La struttura raccoglie le acque sorgive in loco e quelle provenienti dal troppo pieno di un opera di presa in

				comune di Sonico. In esso confluiscono le acque di una vecchia opera di captazione. Priva di zone di tutela assoluta e di fasce di rispetto, la captazione risulta vulnerabile biologicamente soprattutto per le acque captate in loco in quanto derivanti da deflussi al contatto substrato/copertura, quindi a profondità relativamente poco profonde.	
10.	CAMPACCIO	1250	1	0.5	Opera di presa realizzata negli anni '50: l'emergenza è posta ai piedi della falda di detrito che sottende alla scarpata della paleofrana. La sorgente alimenta solamente le cascate presenti nella località Campaccio.
11.	FONTANE DI VENT	1769			L'acquedotto rurale "Vent – Paghera" (1998) capta una serie di emergenze idriche poste a monte della strada sterrata che collega la località Vent e la malga Campello di Lando. Il settore interessato dalle opere di captazione è caratterizzato da una serie di emergenze idriche alimentanti piccoli corsi d'acqua superficiali che prima di confluire in un'unica asta, danno origine a delle zone di ristagno superficiale. Le zone umide e le emergenze idriche presenti nel settore di versante sono da collegare ad un unico sistema acquifero alimentato dagli apporti meteorici e dallo scioglimento delle nevi; le caratteristiche litologiche del substrato roccioso (fratture facilmente occluse) favoriscono il deflusso superficiale delle acque e la venuta a giorno immediatamente a valle del settore d'infiltrazione.

Tutte le sorgenti rilevate, in ragione delle condizioni idrogeologiche, presentano portate direttamente collegate agli apporti meteorici annuali, con tempi di risposta relativamente brevi. Le opere di captazione sono prive di ogni misura di salvaguardia, con conseguente periodica contaminazione delle acque.

Non esiste alcuno studio di dettaglio riguardo la delimitazione delle aree di rispetto; particolarmente interessante sono le captazioni realizzate all'interno delle miniere abbandonate della Ferromin.

5 - CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO CON ELEMENTI LITOLOGICI

L'allegato 4 è stata redatto avvalendosi del rilievo aerofotogrammetrico del territorio comunale alla scala 1:2.000; su tale elaborato sono state riportati gli elementi ritenuti significativi per la definizione nel dettaglio delle condizioni di rischio del territorio urbanizzato o interessato da urbanizzazione.

Nel particolare sono stati indicati gli elementi riportati nella seguente tabella, organizzata tenendo conto delle influenze degli stessi sulle condizioni di rischio del territorio; nella colonna di destra è riportata una breve descrizione, ponendo particolare attenzione alle influenze sulla fattibilità geologica (Allegato 6).

DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI

ELEMENTI RELATIVI ALLE ACQUE SUPERFICIALI	<i>Corsi d'acqua.</i>	<p>♦ Alcuni <u>TORRENTI</u> che solcano il versante possono essere caratterizzati da fenomeni di trasporto solido in massa (in relazione delle condizioni del bacino e della presenza di opere di regimazione che svolgono una attività di rilievo), manifesti in occasioni di eventi alluvionali di particolare rilievo e legati a processi gravitativi lungo i versanti. Le colate fangoso detritiche, incanalate lungo i tratti di alveo sul versante, al raggiungimento dello sbocco sulla conoide o sul fondovalle, tendono ad abbandonare l'alveo e propagarsi nelle aree circostanti. Nei settori urbanizzati del territorio, i corsi d'acqua sono stati IN passato tombinati, dopo essere stati oggetto di interventi mirati alla sottrazione di spazi all'alveo di competenza: gli interventi non hanno previsto l'adeguamento della sezione di deflusso alle portate di piena e ai possibili fenomeni di trasporto solido (sia terreno derivante dalla degradazione dei versanti, sia dovuta ad apporti antropici). Ne consegue che le acque spesso abbandonano le tombinature e scorrono in superfici lungo le direttrici preferenziali (strade). Il disalveamento dei corsi d'acqua può dunque manifestarsi con la divagazione delle colate che si propagano seguendo le condizioni morfologiche locali (Valle di Vallaro), oppure della sola lama d'acqua con trasporto sabbia e ghiaia. Nella frazione di Moscio, è stata recentemente realizzato un tratto di strada forestale lungo l'asta di un piccolo impluvio caratterizzato da fenomeni di trasporto solido; le acque sono costrette in una tubazione interrata a sezione ridotta. La pendenza della strada ed il nuovo fondo favorisce lo scorrimento della massa fangoso sino al raggiungimento dell'abitato.</p> <p>♦ Il <u>FIUME OGLIO</u> presenta un regime torrentizio prevalente, in cui cioè le portate sono direttamente funzione degli apporti meteorici stagionali; inoltre il deflusso è condizionato dalle numerose opere di captazione e stoccaggio (dighe) a scopo idroelettrico presenti nel settore superiore. Ne deriva che l'attività antropica ha condizionato il regime idraulico del corso d'acqua determinando una sensibile variazione nei valori delle portate di piena. Nel tratto in esame scorre in un'incisione nei propri terreni alluvionali di fondovalle, con scarpate d'erosione che raggiungono altezze anche dell'ordine di 4-6 metri nel tratto superiore; la soglia presenta all'altezza dell'opera di presa del canale disattivato, determina una brusca riduzione della pendenza del fondo con conseguente deposizione del materiale detritico all'altezza del tratto arginato.</p> <p>♦ I <u>VERSANTI</u> impostati nei terreni della coltre detritica glaciale (ai piedi dei versanti) caratterizzati da modesta acclività, privi della cotica, sono interessati da fenomeni d'erosione diffusa che determinano l'asportazione della frazione fine sabbiosa. Il fenomeno è risultato particolarmente attivo negli ultimi 20 anni, per effetto della mancata raccolta del fogliame e pulizia del sottobosco: lo strato di fogliame favorisce lo scorrimento superficiale ed un aumento della velocità delle acque.</p> <p>♦ La rete stradale secondaria abbandonata nell'interno della zona boscata, essendo in depressioni, è sede dello scorrimento concentrato delle acque meteoriche drenate dai tratti di versante a monte.</p>
	<i>Confluenza.</i>	
	<i>Corso d'acqua con trasporto solido.</i>	
	<i>Tratto d'alveo adeguato a sede stradale.</i>	
	<i>Direzione di deflusso normale delle acque di piena.</i>	
	<i>Possibile direzione di deflusso della piena, con trasporto di terreni a granulometria fine prevalente.</i>	
	<i>Possibile direzione di propagazione di colate fangoso detritiche.</i>	
	<i>Aree a rischio per fenomeni alluvionali con trasporto solido elevato.</i>	
	<i>Aree a rischio per fenomeni alluvionali con trasporto solido modesto.</i>	
	<i>Alveo sovralluvionato.</i>	
<i>Scarpata d'erosione attiva.</i>		
<i>Solco d'erosione.</i>		
<i>Deflusso concentrato delle acque di scorrimento superficiale.</i>		
<i>Erosione diffusa.</i>		

OPERE DI REGIMAZIONE	<p><i>Argine in rilevato.</i></p> <p><i>Muro d'argine ed opere in c.l.s.</i></p> <p><i>Gabbionate</i></p> <p><i>Sacchi in pietrame.</i></p> <p><i>Scarpata artificiale.</i></p> <p><i>Tombotto insufficiente a smaltire le portate di piena.</i></p> <p><i>Corso d'acqua intubato.</i></p> <p><i>Cunettone.</i></p> <p><i>Sovrappasso ferroviario.</i></p> <p><i>Scogliera.</i></p> <p><i>Briglia.</i></p> <p><i>Soglia.</i></p> <p><i>Derivazione.</i></p>	<p>◆ Delle opere di regimazione e di contenimento dei corsi d'acqua si è parlato nella descrizione della rete idrografica. Nella cartografia in oggetto sono indicate le opere poste nelle immediate vicinanze dell'abitato e che influiscono sulle condizioni di rischio. Particolare attenzione è stata data alle opere di contenimento delle acque lungo la sponda destra del Fiume Oglio e realizzate a seguito degli eventi del Settembre 1960. La definizione della compatibilità delle opere alle condizioni di rischio devono essere valutate attentamente attraverso il rilievo di dettaglio delle sezioni idrauliche del Fiume Oglio.</p> <p>◆ Gli attraversamenti stradali sono spesso con luce non sufficiente a smaltire le portate di piena, soprattutto se caratterizzate da trasporto solido elevato.</p> <p>◆ Sulla cartografia è stato indicato il tracciato dei corsi d'acqua intubati che attraversano gli abitati di Malonno e Lava. Si sottolinea il recente intervento di tombinatura dei corsi d'acqua nei tratti di fondovalle interessati dalle opere di urbanizzazione del Nuovo Piano di Lottizzazione.</p>
ELEMENTI IDROGEOLOGICI SIGNIFICATIVI	<p>Sorgente captata (con indicazione dell'area di rispetto) e non.</p> <p>Vasca d'accumulo collegata all'acquedotto comunale.</p> <p>Imbocco di miniera inattiva = accesso alle opere di captazione in sotterraneo.</p> <p>Ristagni superficiali.</p> <p>Area a bassa soggiacenza della falda</p> <p>Versanti con terreni saturi.</p>	<p>◆ Per le sorgenti comprese nel settore di territorio rappresentato negli allegati, sono state riportate le aree di rispetto definite ai sensi del DPR 236/88, che indica come tale il settore a della fascia circolare di raggio pari a 200 metri e delimitato dall'isoipsa corrispondente alla quota della sorgente. All'interno di tale fasce valgono le limitazioni introdotte dal DPR.</p> <p>◆ Sulla base delle osservazioni di terreno ed attenendosi alla cartografia di dettaglio e delle informazioni raccolte nel tempo, è stata delimitata l'area a bassa soggiacenza della falda nei settori di fondovalle occupati da terreni alluvionali; la variazione dei livelli piezometrici in diretta connessione con la falda di subalveo, determina il raggiungimento di quote prossime al piano campagna per le aree morfologicamente depresse.</p> <p>◆ In prossimità della località Miravalle è stato evidenziato un tratto di versante destro della Valle Camonica caratterizzata dalla presenza di acque divaganti, che determinano la saturazione dei terreni di copertura. Le condizioni sono pertanto favorevoli all'innesco di fenomeni franosi anche di limitate dimensioni soprattutto a seguito di variazioni dello stato dei luoghi (tagli boschivi, apertura di scavi, etc).</p>

<p>ELEMENTI LEGATI ALLA DINAMICA GRAVITATIVA.</p>	<p>Scarpata di frana (attiva, quiescente).</p> <p>Ammasso roccioso interessato da possibili fenomeni di crollo.</p> <p>Crollo localizzato.</p> <p>Aree potenzialmente interessate dalle traiettorie di caduta dei blocchi rocciosi.</p> <p>Sbancamento stradale soggetto a degradazione attiva.</p> <p>Tratto di versante interessato dal crollo di volumi rocciosi in seguito all'asportazione della frazione fine nella massa detritica.</p> <p>Versante dove la stabilità della copertura detritica è collegata alla manutenzione dei terrazzamenti.</p> <p>Struttura lesionata.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Frane attive e/o quiescenti sono state riconosciute nel tratto di versante a monte di Malonno (Via Nuova), legati all'apertura di sbancamenti stradali non contenuti. ◆ Gli affioramenti rocciosi insistenti sull'abitato di Malonno (Cornola e Chiesa di San Faustino) presentano condizioni geometriche favorevoli al distacco di volumi rocciosi, le cui traiettorie di caduta possono raggiungere la base del rilevato ferroviario. ◆ Il tratto di versante a monte del settore più settentrionale della Frazione Loritto (settore interessato da urbanizzazione recente ed in fase di ampliamento) è caratterizzato dalla presenza di blocchi rocciosi in superficie in condizioni precarie di equilibrio; asportazione della frazione fine per effetto dell'azione erosiva superficiale (acque meteoriche) può determinare la mobilitazione dei blocchi ed il loro rotolamento/scivolamento fino ai settori inferiori. ◆ Le condizioni di abbandono dei terrazzamenti (muretti a secco) presenti nei tratti di versante a monte del cimitero (ex area di miniera) e del settore a valle delle frazioni Ronco e One, determinano la progressiva perdita della capacità di contenimento della copertura detritica con il conseguente innesco di processi franosi ed erosivi. ◆ Nella cartografia sono state indicate le strutture lesionate, il cui cedimento potrebbe determinare condizioni di pericolo; non è stato possibile esprimere pareri in merito alle cause delle lesioni (geologiche o strutturali).
<p>ASPETTI GEOTECNICI.</p>	<p>Aree con terreni superficiali a caratteristiche meccaniche scadenti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sulla base della ricostruita dinamica morfologica del settore di fondovalle, avvalendosi delle osservazioni dirette in sito, è stata delimitata un'area dove è ritenuta possibile la presenza di terreni a granulometria fine e caratteristiche meccaniche scadenti.
<p>ELEMENTI DI RILIEVO - morfologici ed antropici - CHE INFLUENZANO LA DINAMICA DEI PROCESSI MORFOLOGICI</p>	<p>Rottura di pendio significativa.</p> <p>Accumulo smarino della Miniera Ferromin.</p> <p>Canale idroelettrico in rilevato.</p> <p>Accumuli d'inerti.</p> <p>Livellamento o colmata con accumulo d'inerti.</p> <p>Rilevato ferroviario.</p> <p>Rilevato stradale.</p> <p>Ruga in roccia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Nella fase di rilievo, nel dettaglio della cartografia, sono state individuati elementi la cui posizione appare significativa per la definizione delle condizioni di rischio dei settori adiacenti. Sono state considerate tali le scarpate d'erosione inattive che possono ricondurre alla dinamica morfologica recente del corso d'acqua e definiscono le direzioni di deflusso delle acque di esondazione; le scarpate sui versanti che separano settori ad acclività sensibilmente differente. ◆ Le alterazioni della morfologia nel settore di fondovalle è legata essenzialmente ad interventi antropici mirati al livellamento delle rughe ed alla colmata di avvallamenti testimoni di paleoalvei (non riattivabili), ma potenzialmente sede di deflusso delle acque di subalveo. Interventi di livellamento (con accumulo di inerti) sono stati spesso realizzati nel settore a margine della SS42 per realizzare edifici con ingressi a quote simili a quelle del piano stradale. Tali interventi sono significativi in quanto sono da considerarsi come interventi di bonifica. ◆ I rilevati stradali e ferroviari risultano significati in quanto in rilevanza morfologica e per tratti risultano interferire con la dinamica dei settori.

FASE DI VALUTAZIONE

SINTESI DEGLI ELEMENTI

6 - LA CARTA DI SINTESI

Per la stesura della CARTA DI SINTESI è stata considerata una serie di elementi emersi dalla fase d'indagine e rappresentati negli elaborati cartografici in precedenza illustrati. Sulla base di una prima interpretazione degli elementi di rischio, eseguita attenendosi alle informazioni raccolte sul terreno oppure emerse dalle fasi d'indagine precedenti e dall'integrazione con ulteriori elementi caratterizzanti il territorio comunale, si sono voluto ricostruire gli scenari di rischio correlabili alla possibile evoluzione delle forme.

Valutato il significato attribuito alla carta di sintesi, allo scopo cioè di realizzare una cartografia nella quale venissero rappresentati gli elementi di particolare interesse desunti dalla fase d'indagine e di rendere più immediata la loro comprensione, senza appesantire gli elaborati o perdere il significato delle forme, la rappresentazione delle informazioni è stata semplificata e talvolta tradotta in informazioni areali (indicando cioè settori omogenei). Sono state inoltre introdotte, per quanto riguarda gli elementi di rischio per le aree urbanizzabili, voci relative alla possibile evoluzione delle forme, passando attraverso la definizione della pericolosità dei principali fenomeni di dissesto.

Per la descrizione della cartografia in esame, piuttosto che procedere alla descrizione delle voci riportate in legenda, si è preferito procedere all'analisi dei corsi d'acqua ritenuti causa di rischio e delle problematiche emerse nella fase d'indagine:

❖ VALLE DI MOLBENO

Rappresenta il corso d'acqua con il bacino più esteso compreso interamente nel territorio in esame. Le condizioni morfologiche dell'intero bacino idrografico (presenza di dissesti attivi e di canali di valanga che raggiungono l'asta principale) determina delle elevate condizioni di pericolosità per eventi di piena con elevato valore del trasporto solido. Le colate restano incanalate lungo l'asta principale per la presenza di una profonda incisione; al raggiungimento dell'apice della conoide non sono escluse possibili riattivazioni degli alvei abbandonati presenti nel settore meridionale della conoide, in destra idrografica: i fenomeni possono verificarsi per interruzione della sezione di deflusso nella porzione apicale. Nel tratto lungo la conoide il corso d'acqua e le zone di possibile esondazione sono delimitate da scarpate di erosione inattive, di altezza pari a circa 8 metri, sufficiente a contenere il deflusso della portata massima di piena sino alla confluenza del Fiume Oglio. La fascia di deflusso della piena è interrotta dal terrapieno del rilevato ferroviario, mentre le quote relative delle sponde favoriscono i fenomeni di esondazione appena a monte della confluenza.

❖ TORRENTE VALLARO

L'asta torrentizia è sede di deflusso di colate fangose legate sia ai processi erosivi laterali che ai processi di degradazione dei versanti dell'impluvio. Le colate, quando non caratterizzate da consistenti volumi, interrompono la loro corsa in corrispondenza dei tombotti degli attraversamenti stradali causando la parziale interruzione del deflusso delle acque; eventi con la messa in gioco di volumi considerevoli possono raggiungere l'apice della conoide e divagare sino al raggiungimento del rilevato ferroviario. A monte del rilevato è stata realizzata una vasca di espansione, che limita che il trasporto solido raggiunga il settore in prossimità delle abitazioni della Frazione Miravalle, causando periodicamente l'intasamento del tombotto lungo la SS42. La



vasca di trattenuta risulta in posizione non idonea in quanto è stato verificata la possibilità di esondazione nella porzione apicale della conoide, in corrispondenza dei tombotti lungo la strada per Cornola.

A valle della SS42 non esiste alcun alveo che favorisca il deflusso sino alla confluenza con il Fiume Oglio. Ne conseguono periodici fenomeni di allagamento delle aree a quote inferiori.

Nella foto a lato, ripresa dalla strada di Cornola (terzo tornante salendo) a seguito degli eventi del settembre 1960, è rappresentativa della pericolosità del corso d'acqua.

CORNOLA-LORITTO invasa dal torrente Valar
-più in là fortuna-

❖ VALZELLO DI COLE



Con il toponimo riportato dalla tradizione locale viene indicato il corso d'acqua che attraversa il settore meridionale dell'abitato di Malonno, è caratterizzato da potenziali fenomeni di trasporto solido, con volumi modesti in relazione alle condizioni di dissesto del bacino, che possono raggiungere il settore superiore dell'abitato nel quale il corso d'acqua è completamente tombinato sino al raggiungimento del settore a valle del rilevato stradale. Tale condizione determina condizioni di rischio per il possibile intasamento del condotto e conseguente deflusso delle acque e detriti lungo la sede

stradale realizzata lungo l'alveo.

Nella fotografia riportata sopra, ritrovata negli archivi comunali, si evidenzia gli effetti del corso d'acqua in esame che ha abbandonato il tratto tombinato divagando lungo Via Europa e poi nei prati a valle del tombotto sulla ferrovia.

Nella stessa fotografia è possibile osservare i settori di fondovalle a valle del Ponte delle Capre interessati dall'esondazione del Fiume Oglio.

❖ VALLE FRANCHINA

Rappresenta il corso d'acqua che attraversa l'abitato di Malonno: le condizioni morfologiche dei siti e la presenza di diffuse opere di regimazione (argini, cunettoni) sono idonee a consentire il deflusso delle portate di massima piena, calcolate in relazione delle condizioni morfologiche del bacino sotteso, così come riportato negli allegati relativi alle verifiche idrauliche. Gli eventi storici citati nel testo e gli elementi riportati nella CARTA MOPRFOLOGICA evidenziano la possibilità del verificarsi di fenomeni di piena per rottura di sbarramenti temporanei del corso d'acqua a seguito di fenomeni franosi dai versanti. Si sottolinea pertanto la necessità di realizzare un censimento delle briglie lungo l'asta torrentizia con verifica della funzionalità e della stabilità. È inoltre da prevedere interventi mirati alla pulizia dell'alveo, con asportazione del materiale di sovralluvionamento. Nel tratto dove si interrompe il tratto a cunettone, per la presenza del sottopasso al canale idroelettrico inattivo a sezione ridotta con riduzione della pendenza, si assiste a fenomeni di esondazione per portate di piena. Nel tratto lungo il fondovalle, riduzioni di sezione e tratti intubati con sezione non adeguata, favoriscono fenomeni di esondazione.

◆ VALLE DI LAVA

Il corso d'acqua nel tratto lungo la conoide è tombinato; le condizioni morfologiche del bacino ed in particolare dell'asta torrentizia (rettilinea e poco ramificata), con salti di fondo naturali nel settore a monte dell'abitato, sono favorevoli a limitare che il trasporto solido raggiunga i settori di fondovalle; ne consegue una modesta pericolosità lungo la conoide, mentre nel tratto sul fondovalle, dove cioè la pendenza risulta notevolmente inferiore, sono possibili fenomeni di esondazione per riduzione della sezione e tratti intubati a sezione non adeguata.

◆ FIUME OGLIO

Le nuove metodologie d'indagine adottate dall'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO' per la definizione delle aree a rischio stabiliscono le linee guida per delimitazione delle fasce d'interesse idraulico, intese come le porzioni di territorio poste ai margini dell'alveo di magra dei corsi d'acqua che concorrono al deflusso delle piene; tali aree sono definite a rischio perché potenzialmente interessate da fenomeni di esondazione in occasione di fenomeni di piena, valutati in funzione di un tempo di ritorno adeguato. Le fasce di esondazione così definite dal Magistrato del Po, sono state riportate nell'allegato 3. Avvalendosi delle informazioni di carattere morfologico desunte dalla fase di rilievo e riportate nella CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA, sono state rilevate condizioni favorevoli ad una loro nuova delimitazione in accordo con le reali condizioni di deflusso. Si sottolinea inoltre la presenza di difese spondali (argini), non considerate nella stesura delle delimitazioni originarie (PAI). Avvalendosi delle informazioni raccolte è stata effettuata una prima delimitazione delle aree ritenute a rischio elevato (aree poi tradotte in **CLASSE 4** nella CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO) restringendole alle aree poste nelle immediate vicinanze del corso d'acqua nei pressi della Località Presa. La possibilità di esondazione nel fondovalle comprese fra la sponda destra del corso d'acqua e la SS42 è considerata limitata dalle opere di regimazione realizzate lungo il tratto di corso d'acqua a monte del confine comunale (territorio Comunale di Sonico), costituite da argini in terra a più ordini. Si sottolinea inoltre la presenza in sinistra idrografica di aree a quote relativamente inferiori rispetto ai settori in destra, dove è favorito il deflusso delle acque di piena.

La possibilità di essere occupate dalle acque di esondazione per le aree poste a valle del Ponte delle Capre è condizionata dalla presenza del restringimento della sezione di deflusso all'altezza della forra su cui è posto il Ponte di Lorengo: tale condizione determina fenomeni di rigurgito con la tendenza delle acque ad occupare le aree nelle comprese fra la sponda destra del corso d'acqua e la rottura di pendio presente a valle delle abitazioni della Frazione Borgonuovo e che segue l'andamento del tratto di Strada Statale.

Vengono di seguito schematicamente riportate le fasi di studio attraverso le quali si dovrà sviluppare l'indagine per la definizione delle *nuove fasce di esondazione* (definite attenendosi alle indicazioni riportate nelle "Norme di attuazione del Piano stralcio delle Fasce Fluviali dall' AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO').. Attenendosi alle indicazioni riportate nella normativa di riferimento, la valutazione delle fasce di rischio procede mediante analisi incrociata delle informazioni di carattere morfologico, idrologico, storico, geometrico, idraulico e strutturale. I primi elementi (morfologico, idrologico, storico) nonché gli aspetti relativi al carattere strutturale del territorio sono stati trattati nella presente indagine.

PROCEDURE DI STUDIO PER LA DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI

I. RILEVAMENTO DELLE CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'ALVEO INCISO

ANALISI	ELABORATO
◆ Andamento planimetrico dell'alveo e modificazioni recenti (ultimi 30-40 anni)	ELEMENTI RIPORTATI NELLA CARTA DELLA DINAMICA MORFOLOGICA
◆ Evidenze morfologiche di antichi alvei abbandonati	
◆ Estensione e caratteristiche delle aree allagate in occasione di eventi di piena recenti e delle modalità di allagamento	
◆ Tendenze evolutive dell'alveo	

II. RILEVAMENTO DELLE CARATTERISTICHE IDROLOGICHE, GEOMETRICHE E IDRAULICHE DEL CORSO D'ACQUA.

ANALISI	ELABORATO
◆ Rilievo topografico di dettaglio di alcune delle sezioni trasversali dell'alveo: <ul style="list-style-type: none">- le sezioni devono essere appoggiate a capisaldi IGM, scelti in modo da consentire di collegare i punti più significativi delle sezioni consecutive al fine di ottenere profili di sponda e di fondo;- devono essere posizionate in modo tale da rappresentare le singolarità presenti e la variazione delle dimensioni dell'alveo;- essere estese per l'intero alveo di piena: fino agli argini, se presenti, o sino al limite del piano golenale inondabile che è sede di deflusso di piena- devono essere comprensive della parte batimetrica ogni qual volta la parte sommersa dell'alveo, nelle condizioni del rilievo, sia superiore a circa 1.00 metri.	RICOSTRUZIONE DI DETTAGLIO DEI <i>PROFILI DI PIENA</i> ATTRAVERSO L'APPLICAZIONE DEGLI OPPORTUNI PROGRAMMI DI CALCOLO (come richiesto dal MAGISTRATO DEL PO)
◆ definizione delle portate di piena di elevato tempo di ritorno (20, 50, 100, 200, 500 anni) sulla base dei dati di riferimento del Magistrato del Po'. <u>I dati della portata di riferimento sono riportati nei paragrafi relativi agli elementi del sistema idrografico.</u>	

III. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DELLE OPERE IDRAULICHE E DELLE INFRASTRUTTURE SIGNIFICATIVE ESISTENTI:

- ◆ Definizione dell'assetto delle opere idrauliche esistenti: argini a difesa di sponda, soglie o traverse di fondo, opere di sponda con funzioni di difesa idraulica.
- ◆ Analisi della funzionalità delle opere in relazione al contenimento delle piene e al controllo delle modificazioni morfologiche dell'alveo.
- ◆ Individuazione delle infrastrutture e degli insediamenti condizionanti l'assetto del corso d'acqua: cave, attraversamenti, viabilità, insediamenti.

IV. DEFINIZIONE DELL'ASSETTO FISICO DEL CORSO D'ACQUA.

Riguarda le seguenti componenti rispetto alle quali l'assetto fisico del corso d'acqua influisce sulla pericolosità d'esondazione:

- ◆ Assetto dell'alveo e relative opere idrauliche di controllo dei fenomeni di divagazione
 - ◆ Limite delle aree inondabili per la piena con TR di 200 anni e insieme delle opere idrauliche di contenimento dei livelli idrici
 - ◆ Forme fluviali abbandonate recenti ed ancora strettamente connesse al corso d'acqua dal punto di vista geomorfologico e idraulico
- ◆ ASPETTI GEOMECCANICI RELATIVI AGLI AFFIORAMENTI ROCCIOSI SIGNIFICATIVI.

I fronti rocciosi che insistono sull'abitato di Malonno (Bs) sono caratterizzati da condizioni geometriche (disposizioni delle fratture) favorevoli a crolli di volumi rocciosi di varia dimensione. L'articolazione della superficie esterna degli affioramenti, la presenza di rientranze e sporgenze, rende complessa la definizione di dettaglio delle possibilità reale dei crolli.

I rilievi meccanici speditivi (giaciture dei set di fratturazione, giacitura della scistosità, esposizione del versante) eseguiti sugli affioramenti rocciosi sono stati tradotti nelle proiezioni stereografiche e polari che illustrano l'effettiva potenzialità dei fenomeni.

Al fine di fornire una valutazione complessiva del comportamento meccanico dell'ammasso roccioso basandosi su misure quantitative di facile valutazione, si è ritenuto utile descrivere le caratteristiche geometrico-strutturali dei vari ammassi in esame secondo la metodologia proposta dalla BASIC GEOTECHNICAL DESCRIPTION (BGD) che permette una sintesi completa degli aspetti fondamentali e consente un confronto significativo tra le diverse condizioni riscontrate.

La BGD prende in esame sei (6) parametri degli ammassi rocciosi che ne orientano il comportamento geomeccanico:

- 1) le caratteristiche mineralogiche del materiale roccia espresse in termini litologici, da cui dipendono sia i parametri fisici che l'alterabilità;
- 2) lo stato di alterazione del materiale roccia (W);
- 3) lo spessore della stratificazione o della scistosità (L);
- 4) l'intercetta delle discontinuità, ovvero la minima distanza tra le discontinuità che pervadono l'ammasso (F);
- 5) la resistenza alla compressione monoassiale del materiale roccia (S);
- 6) l'angolo di resistenza al taglio lungo le superfici di discontinuità (A).

I campi di variazione per i singoli parametri sono riportati nelle seguenti tabelle:

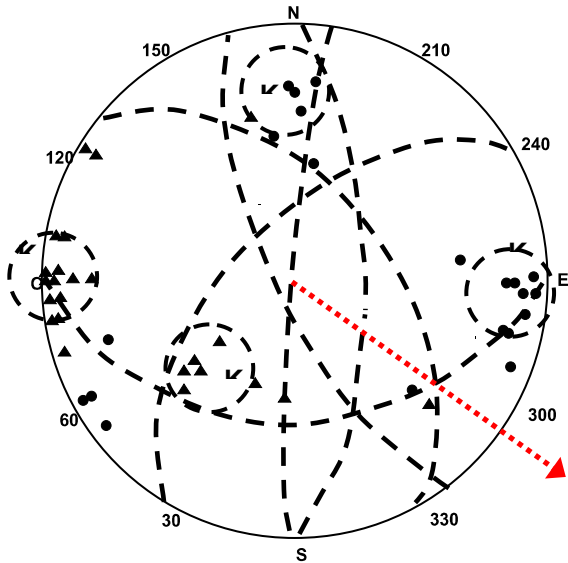
GRADO DI ALTERAZIONE DELL'AMMASSO

SIMBOLO	DESCRIZIONE
W1	Leggera decolorazione della roccia sulla superficie delle discontinuità maggiori.
W2	Decolorazione del materiale roccia e/o delle superfici delle discontinuità.
W3	Meno del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra.
W4	Più del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra.
W5	Tutto il materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra.

SPESSORE STRATI		INTERCETTA		RESISTENZA		ANGOLO DI ATTRITO	
Intervallo (cm)	Simbolo	Intervallo (cm)	Simbolo	Intervallo (kg/cm ²)	Simbolo	Intervallo (°)	Simbolo
assente	L0	assente	F0				
>200	L1	>200	F1	>2000	S1	>45	A1
60-200	L2	60-200	F2	600-2000	S2	35-45	A2
20-60	L3	20-60	F3	200-600	S3	25-35	A3
6-20	L4	6-20	F4	60-200	S4	15-25	A4
<6	L5	<6	F5	<60	S5	<15	A5

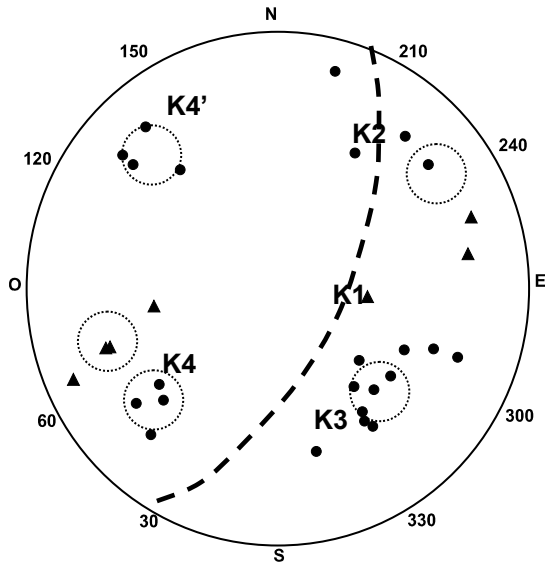
I parametri espressi nella BGD sono stati desunti dall'osservazione degli ammassi condotta durante i rilievi di campagna; in particolare il valore della resistenza a compressione del materiale roccia è stato desunto per confronto con valori riportati in letteratura per litotipi analoghi, mentre il valore dell'angolo di attrito lungo le discontinuità indicato è il minore tra quelli riscontrati in corrispondenza delle principali superfici presenti, dedotto sulla base del parametro Ja della classificazione tecnica di Barton.

Dall'esame delle caratteristiche dei vari ammassi presenti si nota che il grado di alterazione risulta in genere medio-alto, variabile da W2 a W4. La distanza delle superfici di scistosità risulta in genere bassa. L'intercetta delle discontinuità è medio-alta. La resistenza a compressione, generalmente medio-bassa, risente localmente del grado di alterazione, così come l'angolo di attrito, che risulta strettamente legato all'alterazione delle singole discontinuità principali.



BGD n° 1		Arenarie vulcaniche					
CLASSI		5	4	3	2	1	0
PARAMETRI	L						
	F						
	S						
	A						
	W						
descrizione		L ₅ F ₂ S ₂ A ₅ W ₂					

PROIEZIONE STEREOGRAFICA (POLARE E CICLOGRAFICA) DEL RILIEVO GEOMECCANICO EFFETTUATO IN CORRISPONDENZA DELLE PARETI ROCCIOSE INSISTENTI SU VIA GALLENA, A VALLE DELLA CHIESA DI SAN FAUSTINO



BGD n° 2		micascisti					
CLASSI		5	4	3	2	1	0
PARAMETRI	L						
	F						
	S						
	A						
	W						
descrizione		L ₅ F ₃ S ₂ A ₅ W ₃					

PROIEZIONE STEREOGRAFICA (POLARE E CICLOGRAFICA) DEL RILIEVO GEOMECCANICO EFFETTUATO IN CORRISPONDENZA DELLE PARETI ROCCIOSE INSISTENTI SULLA STRADA PRESSO LA LOCALITÀ CORNOLA

L'associazione delle informazioni riportate con gli eventi storici (crolli dalle pareti rocciose) che hanno interessato le stesse pareti rocciose (crolli dalla parete a valle della Località Cornola) mettono in evidenza l'effettiva possibilità del verificarsi di ulteriori fenomeni di crollo in roccia, con la mobilitazione di volumi rocciosi anche considerevoli.

Malonno, giugno 2011

Dr. geol. Gilberto Zaina



SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	1 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine		5 077 150	
	Longitudine		1 593 240	
Nome o località frana	VALLONE VEDETTA		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	VAL VEDETTA
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	CENTRO ABITATO		Comune	GIANICO
Località minacciate indirettamente			Comune	
Data primo movimento	1534		Data ultima riattivazione	1960

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	1160
Larghezza media (m)	400
Larghezza massima (m)	680
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	
ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	2.700
Giacitura media del versante (imm/incl)	300/45
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	E

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	450
Quota testata (m s.l.m.)	1140
Larghezza media (m)	450
Larghezza massima (m)	650
Lunghezza media (m)	1000
Lunghezza massima (m)	1300
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	700.000
Volume (m ³)	10.000.000
Accumulo in alveo	sì
Accumulo rimosso	artificiale

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità	MIM 75				
	litologia principale	Micascisti				
	altre litologie	Gneiss				
	alterazione	Decomposta				
	struttura della roccia	Scistosa				
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile				
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf
	facies	Accumulo di paleofrana				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione	Molto alterata				Molto alterata
	grado di cementazione	Assente				Assente

4 - TIPO DI MOVIMENTO

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

6 - STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVA	<input checked="" type="checkbox"/>	Sintomi di attività				
		Rigonfiamenti			<input checked="" type="checkbox"/>	
		Cedimenti di blocchi superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta			<input checked="" type="checkbox"/>	
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti			<input checked="" type="checkbox"/>	
		fratture aperte			<input checked="" type="checkbox"/>	
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA		per: arretramento estensione laterale avanzamento	Parzialmente		Totalmente	
			Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento	<input checked="" type="checkbox"/>	
Estensione laterale		
Avanzamento		<input checked="" type="checkbox"/>
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

accertati		potenziali		accertati		potenziali
<input checked="" type="checkbox"/>	Centro abitato	<input checked="" type="checkbox"/>			Acquedotti	<input checked="" type="checkbox"/>
	Baite o case sparse	<input checked="" type="checkbox"/>			Fognature	
	Edifici pubblici				Oleodotti	
	Insedimenti produttivi			<input checked="" type="checkbox"/>	Argini o opere di regimazione	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ferrovie				Sbarramento parziale corsi d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>
	Autostrade, SS, SP				Sbarramento totale corsi d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>
	Strade comunali e consortili	<input checked="" type="checkbox"/>			Terreni agricoli	
	Linee elettriche				Boschi	
	Condotte forzate				Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche					
	Dighe					

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	
------------------	--	--------	--	----------	--

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

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

Come rappresentato sulla carta geomorfologica in allegato all'indagine, il fenomeno risulta complesso; le indagini effettuate non hanno permesso la completa conoscenza della tipologia e dell'entità del fenomeno. Le opere di difesa dell'abitato di Gianico, realizzate a seguito dell'evento del 1960, sono da ritenersi insufficienti per la completa messa in sicurezza del paese al verificarsi dello scivolamento della massa giudicata instabile, appartenente ad un corpo frana.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Villa Floriano - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA SULLA ZONA DI GIANICO (Brescia), 1967
Pedersoli . G. S. - LA LUNGA ALLUVIONE (1960). Edizioni Toroselle, 1992

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	2 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	Diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine		5 078 430	
	Longitudine		1 592 860	
Nome o località frana	MERONE		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente			Comune	
Località minacciate indirettamente			Comune	
Data primo movimento			Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	630
Larghezza media (m)	120
Larghezza massima (m)	250
Altezza max. scarpata principale (m)	30
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	330
Quota testata (m s.l.m.)	500
Larghezza media (m)	260
Larghezza massima (m)	300
Lunghezza media (m)	460
Lunghezza massima (m)	580
Spessore medio (m)	30
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	150.000
Volume (m ³)	4.500.000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	320/25
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	E

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO	
Roccia	unità	MIM 75					
	litologia principale	Micascisti					
	altre litologie						
	alterazione	Decomposta					
	struttura della roccia	Scistosa					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	grado di cementazione						
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf	
	facies	Accumulo di paleofrana					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione	Molto alterata				Molto alterata	
	grado di cementazione	Assente				Assente	

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

La scheda si riferisce alla paleofrana quiescente presente a valle della località Merone.

Sul corpo frana, ad una quota di circa 480 metri s.l.m. sono presenti delle nicchie di frana attive collegate allo scivolamento della coltre detritica eluviale ed all'incanalamento della colata conseguente lungo l'impluvio immediatamente a valle; attualmente sono riconoscibili solchi d'erosione attivi. L'innescò del fenomeno è da collegare agli apporti idrici concentrati lungo il versante o da emergenze sepolte. Il fenomeno ha comportato l'insorgere di condizioni di instabilità per la sede stradale sottostante; allo scopo di contenere il processo è stata realizzata una briglia in gabbioni trasversalmente all'impluvio ad una quota di circa 400 metri s.l.m.

Si sottolinea come alcuni degli edifici presenti sul tratto di versante siano caratterizzati da vistose fratturazione nella muratura, collegabili a possibili movimenti dell'intero versante.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	3 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine		5 077 590	
	Longitudine		1 593 400	
Nome o località frana	PRÀ DEL BOSCO - ALTUI		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	ALTUI		Comune	GIANICO
Località minacciate indirettamente			Comune	
Data primo movimento			Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	1335
Larghezza media (m)	300
Larghezza massima (m)	300
Altezza max. scarpata principale (m)	40
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	470
Quota testata (m s.l.m.)	970
Larghezza media (m)	270
Larghezza massima (m)	300
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	950
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	350.000
Volume (m ³)	10.000.000
Accumulo in alveo	X
Accumulo rimosso	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante	4
Presenza di svincoli laterali	e

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO	
Roccia	unità	MIM 75					
	litologia principale	Micascisti					
	altre litologie						
	alterazione	Decomposta					
	struttura della roccia	Scistosa					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	grado di cementazione						
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf	
	facies	Accumulo di paleofrana					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione	Molto alterata				Molto alterata	
	grado di cementazione	Assente				Assente	

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

6 - STATO DI ATTIVITÀ

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

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		X
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

accertati		potenziali	accertati		potenziali
	Centro abitato			Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
	Insedimenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	X
	Autostrade, SS, SP			Sbarramento totale corsi d'acqua	X
	Strade comunali e consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche				
	Dighe				

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	
------------------	--	--------	--	----------	--

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

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

La scheda in esame è volta a descrivere il fenomeno di paleofrana come indicata nella CARTA GEOMORFOLOGICA in allegato; nella porzione inferiore del corpo frana complesso, sono stati rilevati dei processi attivi (gravitativi, erosivi e di degradazione), che se non da intendere come processi relativi al fenomeno paleofrana, possono comportare l'insorgere di condizioni instabilità complessiva anche del corpo di frana.

Gli edifici presenti a monte della nicchia di frana (Prà del Bosco; Prà di Roncazzo) possono essere ritenuti come elementi di controllo dell'attività complessiva del fenomeno: all'atto del rilievo non sono state rilevate fratture nelle murature per i recenti interventi di sistemazione che hanno interessato tutti gli edifici.

Si ritengono necessari approfondimenti d'indagine mirata alla valutazione sia dei processi attivi sia delle possibili evoluzioni del settore, alla luce del quadro geologico geomorfologico illustrato; si sottolinea come quanto esposto derivi dalla sola interpretazione morfologica delle evidenze di terreno.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	4 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	Longitudine		
Nome o località frana	IMPLUVIO A VALLE DI PRA DI RONCAZZO		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	Torrente Re di Gianico		Comune	GIANICO
Località minacciate indirettamente			Comune	
Data primo movimento			Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	1040
Larghezza media (m)	100
Larghezza massima (m)	100
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

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

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante	1
Presenza di svincoli laterali	e

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
		1	2	3	4	
Roccia	unità	MIM 75				
	litologia principale	Micascisti				
	altre litologie					
	alterazione	Decomposta				
	struttura della roccia	Scistosa				
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile				
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
grado di cementazione						
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf
	facies	Accumulo di paleofrana				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione	Debolmente alterato				Molto alterato
	grado di cementazione	assente				assente

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

Il fenomeno di dissesto in oggetto, così come riportato nella CARTA GEOMORFOLOGICA in allegato, nel complesso è da considerarsi come processo di degradazione generalizzata estesa agli interi versanti dell'impluvio; il dissesto si traduce in: frane localizzate (scivolamenti della copertura eluvio-colluviale coinvolgenti la porzione superficiale alterata del substrato – micascisti), fenomeno di crollo, soliflusso accentuato e processi erosivi concentrati e diffusi. Nell'ambito della realizzazione della strada sterrata che conduce al bottino di presa dell'acquedotto sono state realizzate delle opere di sostegno delle scarpate (gabbionate), di limitata entità e di dubbia efficacia in quanto da considerarsi come appesantimento di un versante in condizioni instabili.

Le cause del fenomeno sono da ricercare nelle scarse caratteristiche meccaniche dei materiali coinvolti (terreni e rocce) e nella diffusa presenza di acqua legata alle emergenze localizzate poste nel tratto inferiore dell'impluvio; nel tratto inferiore i fenomeni di dissesto sono da considerarsi ATTIVI, mentre sono stati considerati QUIESCENTI nel tratto superiore.

In destra orografica, ad una quota di circa 620 metri s.l.m. è posto un bottino di presa dell'acquedotto comunale, con vistose perdite legate alle lesioni nelle opere in muratura. Le acque di troppo pieno sono scaricate disordinatamente a valle, innescando processi erosivi concentrati la completa saturazione della coltre detritica superficiale.

Si sottolinea la necessità dell'analisi di dettaglio del fenomeno, nel quadro dei dissesti del bacino del Torrente Re di Gianico, la cui tendenza erosiva può essere considerata come fattore d'innescò di un intensificarsi dei fenomeni e della loro espansione lungo l'intero impluvio.

Gli edifici presenti a monte della nicchia di frana (Prà del Bosco; Prà di Roncazzo) possono essere ritenuti come elementi di controllo dell'attività complessiva del fenomeno: all'atto del rilievo non sono state rilevate fratture nelle murature per i recenti interventi di sistemazione che hanno interessato tutti gli edifici.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

--	--

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	5 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine		5 077 560	
	Longitudine		1 594 100	
Nome o località frana	VALADEL GERE		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	Torrente Re di Gianico		Comune	Gianico
Località minacciate indirettamente	Centro abitato		Comune	Gianico
Data primo movimento			Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	1150
Larghezza media (m)	400
Larghezza massima (m)	600
Altezza max. scarpata principale (m)	70
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	340/35
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	e

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	570
Quota testata (m s.l.m.)	1070
Larghezza media (m)	450
Larghezza massima (m)	550
Lunghezza media (m)	500
Lunghezza massima (m)	600
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	350.000
Volume (m ³)	15.000.000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO	
Roccia	unità	VER					
	litologia principale	Arenarie e conglomerati					
	altre litologie						
	alterazione	Decomposta					
	struttura della roccia	a blocchi					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
grado di cementazione							
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf	
	facies	Accumulo di paleofrana					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione	decomposta				Molto alterato	
grado di cementazione	assente				assente		

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

La scheda compilata si riferisce al fenomeno inteso come paleofrana che si estende dalla località *Scalvini* sino all'alveo del Torrente Re; nel complesso il fenomeno è stato considerato **quiescente**, riattivabile per l'evoluzione dei processi di degradazione **attivi** nel settore inferiore dell'accumulo, lungo l'intero impluvio del *Valadel Gere* e la base del versante, dove sono presenti evidenze di fenomeni franosi, crolli, soliflusso accentuato e processi erosivi concentrati. Questi sono stati considerati come manifestazione di instabilità complessiva del versante; le cause sono da ricercarsi nelle scarse caratteristiche meccaniche dei terreni e delle rocce coinvolti (corpi di paleofrana e terreni eluvio colluviali), dalla diffusa presenza di emergenze idriche non captate (collegate ai sistemi tettonici ed al complesso assetto geologico geomorfologico del settore) che comportano la completa saturazione dei terreni. Tra i fattori d'innescio è da considerare come elemento principale l'azione erosiva svolta dal corso d'acqua al piede del versante.

In asse all'impluvio principale, appena a monte della strada sterrata che segue il fondovalle, è presente il bottino di presa dell'acquedotto comunale; nell'intorno e lungo la strada sono state realizzate opere di contenimento dei processi gravitativi (gabbionate) e vecchie briglie in pietrame lungo gli impluvi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	6 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine		5 077 380	
	Longitudine		1 594 420	
Nome o località frana	PRA DELLE BAITE		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	Pra delle Baite		Comune	Gianico
Località minacciate indirettamente	Torrente Re di Gianico		Comune	Gianico
Data primo movimento			Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	1250
Larghezza media (m)	300
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	50
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	e

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	750
Quota testata (m s.l.m.)	1230
Larghezza media (m)	550
Larghezza massima (m)	600
Lunghezza media (m)	750
Lunghezza massima (m)	800
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	600.000
Volume (m ³)	40.000.000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO	
Roccia	unità	VER					
	litologia principale	Arenarie e conglomerati					
	altre litologie						
	alterazione	Decomposta					
	struttura della roccia	a blocchi					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
grado di cementazione							
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf	
	facies	Accumulo di paleofrana					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione	decomposta				Molto alterato	
grado di cementazione	assente				assente		

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

La scheda compilata si riferisce al fenomeno inteso come paleofrana che si estende dalla località *Pra di Larice* sino all'alveo del Torrente Re; nel complesso il fenomeno è stato considerato **quiescente**, riattivabile per l'evoluzione dei processi di degradazione **attivi** nel settore inferiore dell'accumulo, in sinistra idrografica del corso d'acqua, dove sono presenti evidenze di fenomeni franosi, crolli, soliflusso accentuato e processi erosivi concentrati. Questi sono stati considerati come manifestazione di instabilità complessiva del versante; le cause sono da ricercarsi nelle scarse caratteristiche meccaniche dei terreni e delle rocce coinvolti (corpi di paleofrana e terreni eluvio colluviali), dalla diffusa presenza di emergenze idriche non captate (collegate ai sistemi tettonici ed al complesso assetto geologico geomorfologico del settore) che comportano la completa saturazione dei terreni. Tra i fattori d'innescò è da considerare come elemento principale l'azione erosiva svolta dal corso d'acqua al piede del versante.

In corrispondenza della località Prà delle Baite sono presenti i bottini di presa di tre sorgenti collegate all'acquedotto comunale, i cui scarichi di troppo pieno vanno ad alimentare il corso d'acqua immediatamente a valle, comportando l'innescò di processi erosivi concentrati ed il progressivo apporto di detriti a valle, che alimentano la conoide alluvionale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

--

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	7 - GIANICO		Data di compilazione	Maggio 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto		Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine		5 077 380	
	Longitudine		1 594 680	
Nome o località frana	VALLE DI BONAL		Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA		Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO		Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4		Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	Valle di Bonal		Comune	Gianico
Località minacciate indirettamente			Comune	
Data primo movimento			Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	1600
Larghezza media (m)	720
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	50
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	010/35
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	e

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	910
Quota testata (m s.l.m.)	1560
Larghezza media (m)	650
Larghezza massima (m)	800
Lunghezza media (m)	750
Lunghezza massima (m)	1000
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	500.000
Volume (m ³)	50.000.000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO	
Roccia	unità	VER					
	litologia principale	Arenarie e conglomerati					
	altre litologie						
	alterazione	Decomposta					
	struttura della roccia	a blocchi					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
grado di cementazione							
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf	
	facies	Accumulo di paleofrana					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione	decomposta				Molto alterato	
grado di cementazione	assente				assente		

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

La scheda in esame è riferita ad un fenomeno complesso e multiplo: la massa mobilizzata da fenomeni gravitativi profondi compresa fra la *Valle di Bonal* e l'impluvio a valle della *Malga Campello* è stata interessata da ulteriori fenomeni gravitativi di versante in tempi relativamente recenti. Tali fenomeni (**paleofrane quiescenti**, dovute a scivolamenti) hanno coinvolto le porzioni inferiori del versante e sono testimoniate dalla presenza di rotture di pendio collegate a scarpate di frana. I processi sono collegati all'approfondimento del corso d'acqua principale ed alla progressiva asportazione di sostegno al piede del versante; il top del basamento cristallino (*Micasisti del Maniva*), con immersione Nord, rappresenta il limite di permeabilità lungo il quale scorrono le acque che si infiltrano nella porzione superiore del versante, caratterizzata da litologie permeabili (*Verrucano Lombardo*); tale fenomeno è evidente in corrispondenza del contatto fra le diverse litologie in prossimità della Valle del Bonal. È ipotizzabile dunque, sulla base delle conoscenze acquisite nella fase di analisi, che le masse superiori siano scivolote lungo il top del basamento che rappresenta un "piano lubrificante". La delimitazione delle masse rocciose coinvolte è collegata ai sistemi di faglia che interessano il settore, ai quali sono da imputare anche le direzioni di deflusso delle acque sotterranee. Le condizioni di fratturazione del corpo di frana principale e la circolazione idrica hanno successivamente condizionato la stabilità complessiva e favorito l'innescarsi di ulteriori processi gravitativi in seno alla massa di frana.

Lo stato di attività dei processi gravitativi profondi e delle paleofrane è stato ritenuto quiescente alla luce delle evidenze di terreno registrate in corrispondenza del tratto inferiore del versante, dove sono manifestati processi di degradazione attivi, con frane e scivolamenti della coltre detritica a stratigrafia complessa (sono stati riscontrati orizzonti di origine fluviale lungo la scarpata) e fenomeni franosi di dimensioni relativamente maggiori coinvolgenti il substrato.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	8 - GIANICO	Data di compilazione	Giugno 1999
Rilevatore	Dr. geol. Zaina Gilberto	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate chilometriche italiane (da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine	5 077 380	
	Longitudine	1 594 680	
Nome o località frana	VALLE DI BONAL	Comune	GIANICO
Comunità Montana	VALLE CAMONICA	Provincia	BRESCIA
Bacino	FIUME OGLIO	Sottobacino	TORRENTE RE DI GIANICO
Sigla CTR	D4b4	Nome CTR	PIANCAMUNO
Località minacciate direttamente	Dosso di Gianico	Comune	Gianico
Località minacciate indirettamente		Comune	
Data primo movimento		Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	675
Larghezza media (m)	800
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	40
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	300/30
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	e

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	260
Quota testata (m s.l.m.)	575
Larghezza media (m)	700
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	700
Lunghezza massima (m)	900
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	500.000
Volume (m ³)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO	
Roccia	unità	VER					
	litologia principale	Arenarie e conglomerati					
	altre litologie						
	alterazione	Decomposta					
	struttura della roccia	a blocchi					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)	Variabile					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
grado di cementazione							
Terreno	unità	3 acpf				3 acpf	
	facies	Accumulo di paleofrana					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione	decomposta				Molto alterato	
grado di cementazione	assente				assente		

4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

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

5 - PRESENZA DI ACQUA

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

6 - STATO DI ATTIVITÀ

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

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		X
Rimobilizzazione totale		X
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

accertati		potenziali	accertati		potenziali
Centro abitato			Acquedotti		X
Baite o case sparse			Fognature		
Edifici pubblici			Oleodotti		
Insedimenti produttivi			Argini o opere di regimazione		
Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua		X
Autostrade, SS, SP			Sbarramento totale corsi d'acqua		
Strade comunali e consortili			Terreni agricoli		
Linee elettriche			Boschi		X
Condotte forzate			Allevamenti		
Gallerie idroelettriche					
Dighe					
Canale idroelettrico					
Morti e dispersi			Feriti		
			Evacuati		

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

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

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

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

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

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

12 - NOTE

La scheda in esame è riferita ad un fenomeno complesso e multiplo: la massa mobilizzata da fenomeni gravitativi profondi compresa fra la *Valle di Bonal* e l'impluvio a valle della *Malga Campello* è stata interessata da ulteriori fenomeni gravitativi di versante in tempi relativamente recenti. Tali fenomeni (**paleofrane quiescenti**, dovute a scivolamenti) hanno coinvolto le porzioni inferiori del versante e sono testimoniate dalla presenza di rotture di pendio collegate a scarpate di frana. I processi sono collegati all'approfondimento del corso d'acqua principale ed alla progressiva asportazione di sostegno al piede del versante; il top del basamento cristallino (*Micascisti del Maniva*), con immersione Nord, rappresenta il limite di permeabilità lungo il quale scorrono le acque che si infiltrano nella porzione superiore del versante, caratterizzata da litologie permeabili (*Verrucano Lombardo*); tale fenomeno è evidente in corrispondenza del contatto fra le diverse litologie in prossimità della Valle del Bonal. È ipotizzabile dunque, sulla base delle conoscenze acquisite nella fase di analisi, che le masse superiori siano scivolote lungo il top del basamento che rappresenta un "piano lubrificante". La delimitazione delle masse rocciose coinvolte è collegata ai sistemi di faglia che interessano il settore, ai quali sono da imputare anche le direzioni di deflusso delle acque sotterranee. Le condizioni di fratturazione del corpo di frana principale e la circolazione idrica hanno successivamente condizionato la stabilità complessiva e favorito l'innescarsi di ulteriori processi gravitativi in seno alla massa di frana.

Lo stato di attività dei processi gravitativi profondi e delle paleofrane è stato ritenuto quiescente alla luce delle evidenze di terreno registrate in corrispondenza del tratto inferiore del versante, dove sono manifesti processi di degradazione attivi, con frane e scivolamenti della coltre detritica a stratigrafia complessa (sono stati riscontrati orizzonti di origine fluviale lungo la scarpata) e fenomeni franosi di dimensioni relativamente maggiori coinvolgenti il substrato.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

--

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)	CARTA GEOMORFOLOGICA
Foto	
Sezioni	
Altro	