



**COMUNE DI PONTE DI LEGNO (Provincia di Brescia)**

**COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI  
GOVERNO DEL TERRITORIO IN AGGIORNAMENTO ALLO STUDIO  
GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI SUPPORTO AL PRG  
in attuazione dell'art. 57 della L.R. n. 12 del 11 marzo 2005 e s.m.i. e sulla base  
dei criteri della D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Gennaio 2014

**INDICE**

1. PREMESSA	pag. 3
2. DOCUMENTAZIONE, STUDI E LAVORI PREGRESSI	pag. 5
3. FASE DI ANALISI	pag. 9
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO	pag. 9
3.2 CARTA GEOMORFOLOGICA	pag. 11
3.3 MAPPA STORICA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	pag. 43
3.4 DESCRIZIONE DEI CONOIDI IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI	pag. 51
3.5 DESCRIZIONE DELLE FRANE IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI	pag. 95
3.6 AREE DI VALANGA IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI	pag. 99
3.7 AREE DI ESONDAZIONE LUNGO I CORSI D'ACQUA PRINCIPALI IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI	pag. 99
3.8 FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI	pag. 101
3.9 PROCESSI GEOMORFOLOGICI AGGIUNTI IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI	pag. 102
4. FASE DI SINTESI	pag. 103
4.1 CARTA DI SINTESI	pag. 103
4.2 ASPETTI RELATIVI ALLA SISMICITA'	pag. 114
4.2.1 Zona sismica di appartenenza	pag. 114
4.2.2 Applicazione del 1° livello - Carta della Pericolosità Sismica Locale – PSL	pag. 115
4.3 CARTA DEI VINCOLI	pag. 121
5. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI	pag. 125
6. FASE DI PROPOSTA	pag. 127
6.1 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	pag. 127
6.2 NOME GEOLOGICHE DI PIANO	pag. 129
7. PROCEDURE PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA GEOLOGICA DI PIANO	pag. 156

– Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà (Allegato 15 DGR n. IX/2616 del 30/11/2011)

**ALLEGATI:**

- Allegato 1a, 1b: Schede per il censimento delle frane principali.
- Allegato 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h, 2i, 2l, 2m, 2n, 2o, 2p: Schede per il censimento delle sorgenti e dei pozzi per la captazione di acqua destinata al consumo umano erogata a terzi mediante impianto di acquedotto, che riveste carattere di pubblico interesse.
- Allegato 3a, 3b, 3c, 3d: Schede per il censimento dei conoidi per i quali si propone una revisione o una nuova zonazione della pericolosità.
- Documentazione fotografica.

**ELENCO TAVOLE:**

- TAVOLA 1a-1b-1c-1d-1e-1f-1g-1h -1i - CARTA GEOMORFOLOGICA – scala 1:2.000
- TAVOLA 2a-2b-2c-2d-2e-2f-2g – CARTA DI SINTESI - scala 1:5.000
- TAVOLA 3a - 3b – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PSL 1° LIVELLO – scala 1:10.000
- TAVOLA 4a-4b-4c-4d-4e-4f-4g - CARTA DEI VINCOLI - scala 1:50.000
- TAV. 5a-5b-5c-5d-5e-5f-5g – CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – scala 1:5.000
- TAV. 6a-6b-6c-6d-6e-6f-6g-6h-6i – CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – scala 1:2.000
- CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI – scala 1:10.000 (a-b)

## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica, unitamente alla cartografia prodotta e alle norme geologiche di piano, costituisce la documentazione tecnica che compone lo studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Ponte di Legno.

Il presente lavoro, redatto per incarico del Responsabile del Servizio Lavori Pubblici e Territorio del Comune di Ponte di Legno con Determinazione n. 028 del 6 maggio 2010, rappresenta **UN AGGIORNAMENTO** dello Studio Geologico del territorio comunale redatto nel 1999 dal Dott. G. Fasser e dalla Dott. L. Rossi a supporto della pianificazione urbanistica (PRG) del Comune di Ponte di Legno e di ulteriori studi geologici sia generali che di dettaglio redatti negli anni successivi (2002, 2004, 2009), a supporto di ripermetrazioni sia di aree PAI (conoidi PAI e conoidi ex aree PS-267), sia di aree a pericolosità da esondazione e dissesti morfologici lungo il Fiume Oglio, di aree esondabili dei Torrenti Frigidolfo, Narcanello e del Fiume Oglio e di aree in classe 4 di fattibilità geologica (frane, valanghe).

Al momento dell'affidamento dell'incarico (6 maggio 2010) era in vigore la D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005 n. 12 e s.m.i. Durante lo svolgimento del lavoro la D.G.R. del 2008 sopra menzionata venne sostituita dalla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 (e dalla sua ulteriore Errata Corrige pubblicata sul BURL il 19/1/2012), che contiene alcune modifiche rispetto alla D.G.R. del 2008. La DGR/2011 prevederebbe che " Gli studi geologici affidati dalle Amministrazioni Comunali successivamente alla data di pubblicazione sul BURL dei presenti criteri devono essere espletati secondo le modalità qui descritte" e di conseguenza gli studi geologici affidanti antecedentemente alla DGR/2011 possono essere redatti sulla base della DGR/2008 precedente. Poiché lo studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT di Ponte di Legno si è protratto per numerosi mesi, durante i quali è entrata in vigore la D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011, nel presente lavoro si fa riferimento a quest'ultima normativa.

Lo studio svolto è la base fondamentale ed insostituibile per la pianificazione urbanistica che si attua attraverso la prevenzione del rischio idrogeologico connesso alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio di Collebeato.

Per quanto riguarda la cartografia tematica poiché lo studio geologico originale di supporto al Piano Regolatore Generale era già dotato di tale cartografia, si è provveduto alla redazione di una tavola di dettaglio (Carta Geomorfológica in scala 1:2.000) rimandando allo studio pregresso per la consultazione più generale.

Il presente lavoro ha previsto il rilevamento sul terreno nell'estate 2010 degli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici che caratterizzano il territorio comunale, e a

seguito del quale è stato possibile aggiornare ed integrare i lavori e i dati bibliografici esistenti attraverso la redazione della seguente nuova cartografia tematica:

- TAV.1 - *Carta Geomorfologica (zona urbanizzato scala 1:2.000)*;
- TAV. 2 - *Carta di Sintesi (scala 1:5.000)*;
- TAV. 3 - *Carta della Pericolosità Sismica Locale – PSL 1° livello (scala 1:10.000)*;
- TAV. 4 - *Carta dei Vincoli (scala 1:5.000)*;
- TAV. 5 - *Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano (scala 1:5.000)*;
- TAV. 6 - *Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano (scala 1:2.000)*;
- *Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (scala 1:10.000)*.

La nuova cartografia geologica è stata redatta utilizzando come base topografica l'elaborato finale del DB topografico consegnato dalla Provincia di Brescia Area Innovazione e Territorio, Settore Cartografia e GIS all'Unione dei comuni dell'Alta Valle Camonica e dall'Unione dei Comuni dell'Alta Valle Camonica ai vari comuni dell'alta valle nel Giugno 2013, in scala 1:10.000, 1:5.000 e 1:2.000.

La cartografia vettoriale è più recente e non coincide con la base topografica raster-vettoriale utilizzata fino ad oggi.

Inoltre avendo rivisto alcune aree in dissesto (frane, conoidi, valanghe) è stata modificata la *Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI*.

Infine come previsto dalla D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011 è stata redatta la nuova Carta della Pericolosità Sismica Locale di 1° livello in quanto la componente sismica non era ancora obbligatoria nella normativa precedente.

Nella documentazione cartografica sono state recepite le zonazioni delle aree in dissesto definite sulla base di studi geologici specifici di dettaglio ed approvati dagli enti competenti. I contorni di queste aree possono essere state leggermente modificate per adattarle alla nuova base topografica.

Per l'attribuzione delle aree in dissesto alle classi di fattibilità geologica e alle voci di legenda PAI si è fatto obbligatoriamente riferimento alle Tabelle 1, 2 e 3 della DGR IX/2616 del 30 Novembre 2011, tabelle non sempre applicate sia nello studio geologico originale a supporto del PRG che negli studi geologici di dettaglio, in quanto successive agli studi geologici stessi.

## 2. DOCUMENTAZIONE, STUDI E LAVORI PREGRESSI

Nel seguito è riportato l'elenco della documentazione bibliografica di base consultata:

- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 – Sezioni D2d3 Sondalo Est, D2e3 Passo Gavia, D2e4 Ponte di Legno Nord, E2a4 Monte Tonale, D2e5 Ponte di Legno, E2a5 Passo del Tonale, D3e1 Valle D'Avio.
- Rilievo aerofotogrammetrico comunale “vecchio” in scala 1:2.000 fornito dall'Ufficio Tecnico Comunale.
- Mappe catastali fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale.
- Fotogrammi aerei volo 2000 e 2009.
- Sistema Informativo Territoriale (SIT) regionale – Consultazione dei database per l'acquisizione dei dati litologici, della carta inventario dei dissesti (GEOIFFI) e delle valanghe (SIRVAL).
- Carta Geologica Foglio Ponte di Legno n. 041 del Progetto CARG predisposta dalla Struttura Analisi ed Informazioni Territoriali della Regione Lombardia (bozza, 2009-2010) e i relativi metacover.
- Carta inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia formato raster (luglio 2002)
- Modifiche ed integrazioni al progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Elaborato 2 dell'Allegato 4 “Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici” - Foglio 041 Sez. I, II, III, IV e Foglio 058 Sez. I e IV, in scala 1:25.000 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Di seguito si riporta l'elenco dei vari studi e lavori consultati che sono stati prodotti negli anni passati e che hanno consentito di definire e delineare più in dettaglio alcuni elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici che caratterizzano il territorio comunale. Il presente studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT comunale ha anche avuto lo scopo di riunire tutti questi lavori sparsi ed alcuni anche con iter burocratico non concluso, in un unico lavoro complessivo.

- 1) Studio Geologico del Territorio Comunale ai sensi della L.R. 41/97 – Novembre 1999, redatto dal Dott. G. Fasser di Brescia e Dott. L. Rossi, sulla base dei contenuti della D.G.R: del 18/05/93 n. 5/36147 e dei Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale secondo quanto disposto dall'art. 3 della L.R. n. 41/97, D.G.R. 06/08/98 n. 6/37918 -19-20 e D.G.R. 6/40996. Approvato dalla Regione Lombardia con parere n. prot. Z1.2002.36093 del 7/8/2002.

- 2) Studio per l'individuazione delle aree esondabili dei Torrenti Frigidolfo, Narcanello e del Fiume Oglio redatto a cura del prof. Ing. Mauro Mancini dell'Ottobre 2001 (Relazione tecnica, Elaborazioni idrauliche, Calcolo delle portate, Carta delle aree esondabili torrente Narcanello, Carta delle aree esondabili confluenza torrenti e Fiume Oglio, Carta delle aree esondabili torrente Frigidolfo). Approvato dalla Regione Lombardia con parere favorevole n. prot. Z1.2002.36093 del 7/8/2002.
- 3) Studio Geologico del Territorio Comunale – Relazione Integrativa del Febbraio 2002 (Dott. G. Fasser e Dott. L. Rossi), per armonizzare i risultati dell'analisi sul territorio eseguita nel 1999 con tutti gli studi e le normative emanati successivamente, tra cui anche lo studio per l'individuazione delle aree esondabili di cui al punto 2 e i lavori di sistemazione idraulica eseguiti lungo alcuni corsi d'acqua). Il lavoro ha comportato il rifacimento della Carta di Fattibilità per le Azioni di Piano in scala 1: 2.000 relativamente alla parte urbanizzata e di un intorno significativo del territorio comunale, e delle relative norme geologiche di attuazione. I capitoli 7 e 8 della relazione del febbraio 2002 sostituiscono e integrano i rispettivi capitoli della relazione geologica, a cura del Dott. G. Fasser datata novembre 1999. Il lavoro ha avuto parere favorevole della Regione Lombardia n. 36093 del 7/8/2002.
- 4) Aggiornamento dello Studio Geologico del Territorio Comunale ai sensi della L.R. 41/97 e L. 183/89 (PAI) del Novembre 2002 (Dott. G. Fasser e Dott. L. Rossi) con revisione della Carta Geomorfológica in scala 1:5.000, della Carta litologica e della dinamica geomorfologica (scala 1:2.000), della Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano in scala 1:2000, della Carta della pericolosità con studio di dettaglio di alcune conoidi (Torrente del Rio-Val Massa, torrente senza nome al confine con Temù, torrente senza nome nell'abitato di Ponte di Legno, conoide di Precasaglio, di Zoanno, Vallicella, Val del Lares e Rio Vallazza), con redazione della Carta del PAI e revisione delle norme geologiche di attuazione relative alle varie classi e sottoclassi di fattibilità geologica (approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 48 e 49 del 13/12/2002 e successiva DCC n. 8 del 5/4/2004 e parere favorevole della Regione Lombardia del 6/2/2003 n. 6643 (chiusura iter PAI).
- 5) Proposta di modifica di perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato (Dott. G. Zaina, marzo 2003) individuata dal Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – codice area 036-LO-BS (conoide loc. Sozzine) per il quale è stato espresso parere favorevole con alcune prescrizioni (lettera della Regione Lombardia prot. n. Z1.2003.0020979 del 13

- Maggio 2003 e n. Z1.2007.13689 del 6 Luglio 2007). Le prescrizioni sono state recepite nel presente lavoro.
- 6) Indagine geognostica per la definizione della pericolosità ai fini della pianificazione urbanistica di un'area di ex discarica di inerti (Dicembre 2003 Dott. L. Rossi) (parere Regione Lombardia prot. n. Z1.2004.0046376 del 20/12/2004).
  - 7) Aggiornamento nel 2004 della tavola d) ed e) della Carta di Fattibilità per le Azioni di Piano in scala 1:2.000 dello Studio Geologico del Territorio Comunale e della Tavola B del PAI (Dott. G. Fasser e Dott. L. Rossi) per recepire le proposte di ripermetrazione delle aree di dissesto indicate ai punti 5) e 6). Questo aggiornamento non è mai stato inviato alla Regione Lombardia per avere un parere.
  - 8) Caratterizzazione delle zone esposte al pericolo valanghe in località denominata "Case Mondini" (1710 m s.l.m.) – Valle di Viso in Comune di Ponte di Legno del 25/9/2006 dal Dott. C. Leoni e A. Tedoldi. Approvata con parere della Regione Lombardia prot. n. Z1.2006.30374 del 21/12/2006 e iter concluso con variante urbanistica del PRG approvata con Delibera del Consiglio Comunale n. 31 del 13/9/2007 e pubblicata sul BURL Serie Inserzioni e Concorsi n. 43 del 24/10/2007.
  - 9) Indagine geognostica per la definizione della pericolosità ai fini della pianificazione urbanistica di un'area in località Meda (Dott. L. Rossi – 27/2/2008) approvata nella variante urbanistica al PRG con Delibera del Consiglio Comunale n. 28 del 4/6/2009 pubblicata sul BURL Serie Inserzioni e Concorsi n. 36 del 9/9/2009.
  - 10) Proposta di aggiornamento Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano in località Acquaseria (13/10/2008 Dott. G. Fasser e Dott. L. Rossi), approvata con parere della Regione Lombardia prot. n. Z1.2009.7881 del 20/04/2009 e recepita con D.C.C. n. 8 del 31/3/2010.
  - 11) Proposta di ripermetrazione della pericolosità della conoide del Torrente Rovina e della conoide del Torrente Ferera (2008, Dott. G. Fasser e Dott. L. Rossi), approvata con parere della Regione Lombardia prot. n. Z1.2009.15629 del 3/08/2009 e recepita con D.C.C. n. 8 del 31/3/2010.
  - 12) Ripermetrazione della pericolosità del conoide Valle Asponazza (al confine Temù-Ponte di Legno) (Dott. L. Rossi, 2008), per la quale la Regione Lombardia espresse parere favorevole (anche se non di sua competenza) con lettera prot. n.Z1.2009.025927 del 23/12/2009 e recepita nella variante n. 49 al PRG approvata con Delibera del Consiglio Comunale del Comune di Temù n. 37 del 3 Agosto 2009.

- 13) Studio relativo ad “Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio da Ponte di Legno ad Incudine” (Dott. G. Zaina - Dott. Ing. P. Bertoni – Febbraio 2001) approvato dalla Regione Lombardia con deliberazione n. VII/9787 del 12 luglio 2002.
- 14) Studio relativo ad “Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio da Ponte di Legno ad Incudine” – Faldone “A” Comune di Ponte di Legno (Dott. Bertoni della Multiproject Engineering, Dott. Arch. G. Setti e Dott. Zaina della Geo.Te.C.– Gennaio 2008 e aggiornamento Gennaio 2009) approvato dalla Regione Lombardia con lettera Protocollo Z1.2009.0024398 del 02/12/2009.
- 15) Documento di Polizia Idraulica del Comune di Ponte di Legno (Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore) (Dott. S. Albini e Dott. Ing. A. D Pasquale, novembre 2012).
- 16) Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Temù (Dott. S. Albini, giugno 2013).
- 17) Indagine geologica per la realizzazione di un nuovo fabbricato in Via Fratelli Calvi (Dott. L. Rossi, marzo 2006).
- 18) Relazione geologica per nuove autorimesse interrato in Via Nino Bixio – mapp. 123 foglio 47 e mapp. 172 foglio 46 (Dott. M. Sterli, settembre 2007).
- 19) Relazione geologica e geotecnica per la costruzione di nuova autorimessa interrata del committente Associazione Vicinia (Dott. I. Faustinelli, aprile 2008).
- 20) Rapporto geotecnico relativo alla campagna integrativa di indagini geognostiche per il parcheggio interrato di Piazzale Europa (Coleselli & P., dicembre 2008).
- 21) Relazione geologica e geotecnica per la realizzazione edificio ad uso residenziale in località Sumanì - mappale 395 sub 92 foglio 58 (Dott. L. Rossi, maggio 2011).
- 22) Relazione geologica per la ricostruzione di edificio esistente ad uso civile abitazione dei committenti Signori Bezzi Martino e Marco (Dott. I. Faustinelli, giugno 2011).

## 3. FASE DI ANALISI

### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

Il comune di Ponte di Legno si trova all'estremità dell'alta Valle Camonica e rappresenta l'ultimo e, per estensione territoriale, il più grande comune, con una superficie di circa 97 km<sup>2</sup>. Si trova al confine con la Provincia Autonoma di Trento tramite il Passo del Tonale (quota 1883 m s.l.m.) e tramite il Passo Gavia (quota 2618 m s.l.m.) tra le provincie di Brescia e Sondrio.

Il territorio comunale è caratterizzato da 5 vallate principali che si sviluppano lungo i 5 corsi d'acqua principali che sono: il Torrente Frigidolfo che scorre nella Valle delle Messi a nord-ovest, il Torrente Arcanello che scorre nella Valle di Viso a nord-est, il Torrente Narcanello che scorre a sud-est in Val Sozzine, il Torrente Ogliolo che scorre ad est a partire dal Passo del Tonale ed il Torrente Acquaseria che scorre in Valle Seria-Valbione a sud. Il Torrente Frigidolfo, dopo l'immissione dell'Arcanello in località Ponte dei Buoi, prosegue con andamento nord-sud attraversando l'abitato di Ponte di Legno. Alla confluenza del Torrente Frigidolfo con il Torrente Narcanello che avviene nel centro abitato di Ponte di Legno si origina il Fiume Oglio propriamente detto, il quale quindi scorre con andamento nord-est sud-ovest solamente per poche centinaia di metri nel comune di Ponte per poi proseguire verso il Comune di Temù.

Le frazioni principali che compongono il comune sono Pezzo, che si trova isolata e sopraelevata in corrispondenza della confluenza tra i torrenti Frigidolfo e Arcanello, Precasaglio e Zoanno poste poco più a nord del capoluogo lungo il versante destro del Torrente Frigidolfo e la frazione di Poia che costituisce la propaggine occidentale sempre del capoluogo, lungo la sponda sinistra del Fiume Oglio.

Altri abitati minori si trovano nella Valle di Viso del Torrente Arcanello (Case di Viso), nella Valle delle Messiso del Torrente Frigidolfo (S. Apollonia), in Val Sozzine del Torrente Narcanello (Sozzine) e nella Valle Seria del Torrente Acquaseria (Valbione).

La quota minima è di 1200 m s.l.m. in corrispondenza del fondovalle del Fiume Oglio al confine con Temù e la quota massima è di 3359,80 m s.l.m. del Corno dei Tre Signori situato a NE, al confine tra Ponte di Legno, Sondrio e la Provincia Autonoma di Trento.

Dal punto di vista morfologico il territorio è suddiviso in due settori ben distinti:

- il **settore montuoso** forma un anello tutto attorno lungo il confine ed è formato oltre che da versanti boscati anche da cime molto aspre e accidentate tipiche dei paesaggi di alta montagna. Partendo dal Fiume Oglio nell'abitato di Ponte di Legno e spostandosi in senso orario le vette più elevate e i passi che si incontrano sono: la Punta di Monticelli, la Cima Monticello, la Punta di Pietra Rossa, il Passo di

Pietra Rossa, la Cima di Savoretta, la Punta Valmalza, il Monte Gavia, il Passo Gavia, il Monte Gaviola, il Corno dei Tre Signori, la Montagna di Ercavallo, il Passo di Ercavallo, la Punta di Montozzo, la Bocchetta di Montozzo, la Forcellina di Montozzo, il Passo dei Contrabbandieri, la Cima Casaiola, il Monte Tonale Occidentale, la Cima di Cadì, il Passo del Tonale, il Monticello Superiore, il Passo del Paradiso, la Punta del Castellaccio, il Passo del Castellaccio, Il Gendarme, il Passo di Casamadre, il Corno di Casamadre, il Corno di Lago Scuro il Passo di Lago Scuro, la Punta Pisgana, il Passo Pisgana, il Passo Tre Denti, il Monte Mandrone, il Passo della Valletta, il Monte Venezia, il Passo Venezia, il Monte Narcanello, il Passo della Tredcesima, la Punta del Venerocolo, il Passo del Venerocolo, il Monte dei Frati, la Calotta, la Bocchetta della Calotta, la Bocchetta di Salimmo, Cima di Salimmo, la Bocchetta di Valbione, la Bocchetta dei Buoi, la Punta dei Buoi, il Monte Castablo, la Bocchetta di Casola ed infine il Corno Marcio, ridiscendendo poi fino al Fiume Oglio. Il primo tratto del confine comunale Ponte-Temù fino alla Punta di Monticelli non segue i crinali ma passa a mezza costa lungo il pendio.

- il **settore di fondovalle** costituito da fasce longitudinali lungo le quali scorrono i principali corsi d'acqua. A partire da nord troviamo il Torrente Frigidolfo nella Valle delle Messi che forma un braccio con andamento NO-SE, poi il Torrente Arcanello in Valle di Viso che forma una diramazione con andamento NE-SO, poi ancora il Torrente Frigidolfo con andamento N-S fino all'abitato di Ponte di Legno, poi il Torrente Ogliolo con andamento E-O a partire dal Passo del Tonale, il Torrente Narcanello in Val Sozzine con andamento SE-NO, il Torrente Acquaseria in Valbione con andamento S-N ed infine il tratto iniziale del Fiume Oglio che nasce alla confluenza tra il Torrente Frigidolfo e il Torrente Narcanello nell'abitato di Ponte e prosegue verso Temù con andamento NE-SO.

L'azione di ghiacciai locali e di quella del più vasto sistema collegato al ghiacciaio dell'Adamello (del quale la Vedretta del Pisgana alla testata della Val Sozzine rappresenta un lembo terminale) ha sicuramente condizionato l'attuale morfologia dei luoghi. Valbione rappresenta un bell'esempio di valle sospesa, interrotta in due punti da gradoni in roccia (Fotografia 1) o in detrito (zona Baita di Pozzuolo e Rifugio Valbione). Inoltre a seguito dello sbarramento operato dalle cerchie moreniche frontali nella zona del Rifugio Valbione si è creata una ampia valle a tergo (Fotografia 2), occupata in passato da un lago retroglaciale con acqua quasi stagnante (da cui i depositi lacustri limoso argillosi grigi e nerastri con orizzonti carboniosi e livelli più sabbioso-ghiaiosi). Cosa analoga si è verificata in corrispondenza della confluenza Narcanello-Frigidolfo dove i cordoni morenici frontali (in corrispondenza di Via F.lli Calvi e Via IV Novembre-Via Villini) hanno ostacolato il deflusso

delle acque creando anche qui una zona lacustre retroglaciale con i tipici depositi lacustri argilloso-limoso-sabbiosi e torbosi, che arrivava fino alla statale, a sud del Muncipio e alle Scuole di Via Vicolo Fontana.

Tutta la zona del Tonale è costituito da un vasto ripiano glaciale che arriva subpianeggiante fino alla Colonia dei Vigili del Fuoco prima del salto di pendenza verso la sottostante Val Sozzine.

Le zone del Rifugio Buozzi e dei Laghetti di Montozzo, la zona dei Laghi di Ercavallo (Fotografia 3a), la zona del Lago di Caione, la zona del Lago Nero (Fotografia 3b) e la vallata del Bivacco Linge (Fotografia 3c) rappresentano tutte conche o ripiani glaciali connessi a ghiacciai recenti annidati alla testata delle valli, sopraelevati rispetto alla valle sottostante e quindi separati da essa da salti in roccia.

### **3.2 CARTA GEOMORFOLOGICA (Tavola 1)**

Il rilievo geologico sul terreno è stato eseguito a partire dall'estate 2010 utilizzando come base topografica la bozza del database topografico che era in corso di realizzazione da parte della Provincia di Brescia per l'Unione dei Comuni dell'Alta Valle Camonica.

Dato che la superficie territoriale di Ponte di Legno è vastissima (circa 100 km<sup>2</sup>) e dato che il presente lavoro rappresenta un aggiornamento di uno studio geologico esistente, il rilievo si è concentrato soprattutto nelle zone urbanizzate ed in particolare nel fondovalle e nelle fasce ad esso immediatamente adiacenti.

Sulla base dei dati rilevati è stata redatta la Carta Geomorfologica utilizzando come base topografica la copertura del DTB in scala 1:2.000 e 1:5000 assemblate.

Dovendo comunque redigere anche la cartografia di sintesi relativa a tutto il territorio comunale, il rilievo della parte restante del territorio è stato eseguito fin dove è stato possibile utilizzando le strade esistenti (strada per il Passo Gavia, strada sterrata in Val Sozzine, strada per il Corno D'Aola) e poi seguendo i vari sentieri che si diramano da esse (sentiero per il Rifugio Buozzi, sentiero per il Rifugio Valmalza ed il Bivacco Linge, sentiero fino alla testata di Valbione, sentiero dentro la Val Sozzine, sentieri nella Valle di Serodine), cercando quindi di osservare tutti i versanti delle valli principali quali la Valle delle Messi fino al Lago Negro, al Passo Gavia, alla Punta Monticelli, alla Punta di Pietra Rossa, alla Coma di Savoretta e al Monte Gavia, la Valle di Viso fino alla Cima delle Graole, Cima di Caione, Corno dei Tre Signori, Ercavallo, Punta di Montozzo e Cima Casaiolo, la Val Sozzine fino alla Vedretta del Pisgana, al Monte dei Frati, alla Cima Venezia, al Monte Mandrone, alla Punta Pisgana e alla Punta del Castellaccio, la Valle Seria in Valbione fino alla Cima di Salimmo e la Valle di Serodine fino alla Cima Bleis e al Monte Tonale Occidentale. Per questa parte del territorio comunale, essendo quasi disabitata e costituita da aspre cime montuose, creste, versanti acclvi e ghiacciai, il rilievo è stato integrato dall'osservazione

delle fotografie aeree e delle ortofoto digitali (volo 2000 e 2009) reperite in Provincia di Brescia Ufficio Cartografia e GIS, e utilizzate dalla stessa per produrre il database topografico finale.

La Carta Geomorfologica riporta non solo gli elementi geomorfologici più importanti rilevati, ma anche la rappresentazione della distribuzione areale delle varie formazioni geologiche affioranti, partendo dai dati del progetto CARG (Carta Geologica Ponte di Legno – bozza 2009-2010) opportunamente verificati sul terreno.

### **Substrato roccioso**

La roccia affiora generalmente a partire dalla parte medio alta dei versanti fino ai crinali sommitali. Quando la roccia risultava affiorante in maniera discontinua o ricoperta da uno spessore ridotto di depositi (1-2 m) è stata indicata come sub-affiorante.

Importante da sottolineare è la presenza proprio all'interno del territorio comunale di Ponte di Legno dei due domini tettonici più importanti della geologia italiana e cioè il dominio tettonico delle Alpi Meridionali ed il dominio tettonico delle Alpi Settentrionali (o Austroalpino), separati tra loro dal lineamento tettonico denominato Linea del Tonale.

Nel primo ricade il Basamento cristallino delle Alpi Meridionali composto dall'Unità degli Scisti di Edolo (Pre-Permiano). Si tratta di filladi quarzifere e micascisti filladici di colore grigio scuro, sericitico cloritici, talora a biotite e granato. Localmente e in livelli lenticolari all'interno dell'unità principale affiorano quarzoscisti, filladi con livelli grafitici, anfiboliti e scisti carbonatici con livelli di marmi. L'unità è presente a sud della Linea del Tonale che attraversa da ovest verso est il territorio comunale a partire da Valbione, vero la parte bassa della Val Sozzine e il Passo del Tonale.

Al dominio tettonico dell'Austroalpino appartengono invece l'Unità del Tonale della Falda del Tonale (Austroalpino superiore) e l'Unità di Pejo della Falda Ortles-Campo (Austroalpino medio).

L'Unità del Tonale (Pre-Permiano) è in contatto tettonico con l'Unità degli Scisti di Edolo (attraverso la Linea del Tonale) ed interessa una fascia orientata SO-NE che attraversa l'abitato di Ponte e si allarga verso NE interessando le località Vescasa Bassa, Vescasa Alta, Monte Serodine, Cima Bleis e il Monte Tonale Occidentale. Tale unità è formata da paragneiss a due miche a grana variabile da fine a grossa spesso con sillimante in fibre e granato, localmente migmatitici e talora quarzosi. All'interno sono presenti livelli di anfiboliti, metapegmatiti e marmi.

L'Unità del Tonale inoltre è sovrascorsa sull'unità posta più a nord (Unità di Pejo della Falda Ortles-Campo dell'Austroalpino medio) lungo il sovrascorrimento denominato Linea di Pejo che rappresenta il limite tettonico tra le due unità. Tutta la porzione settentrionale del comune (valle del Torrente Frigidolfo, Valle delle Messi e Valle di Viso) fino ai crinali sommatiali ricade quindi nell'Unità di Pejo (Pre-Permiano). L'unità è composta da micascisti e

paragneiss a bande di colore grigio-marrone, con granato, staurolite e sillimanite in fibre o cristalli. L'unità è formata anche da paragneiss a bande a grana medio-fine a scistosità più o meno marcata con muscovite, spesso granatiferi, sillimanite in fibre, andalusite e cloritoide, da paragneiss biotitici (dove la biotite è predominante sulla muscovite), da paragneis sillimanitici, paragneis albitici, da micacisti a mica bianca, granato, quarzo, biotite cloritizzata, plagioclasio. A sud del Lago Nero, nella zona del Passo del Gavia e di Ercavallo sono presenti invece degli ortogneiss chiari a granato, quarzo, feldspati e mica bianca. All'interno di tutta l'Unità di Pejo sono presenti in corpi allungati di spessore metrico-decametrico metapegmatiti, anfiboliti, marmi e quarziti.

I versanti del settore sud del territorio comunale (parte medio alta della Val Sozzone e della Valle di Valbione), posti al di fuori della carta geomorfologica sono costituiti dalle tonaliti del Complesso Plutonico dell'Adamello e del Plutone Val d'Avio. Si tratta di rocce molto compatte che tendono a suddividersi in blocchi di grosse dimensioni lungo le principali linee di frattura. I versanti risultano molto acclivi e le coperture detritiche si limitano a qualche ghiaione posto ai piedi delle pareti rocciose, dove si trovano gli apparati glaciali del ghiacciaio dell'Adamello (Vedretta del Pisgana e del mandrone).

### **Depositi continentali neogenico-quadernari**

Dove la roccia è ricoperta da depositi con spessori maggiori di circa 2 m sono state rappresentate in carta le diverse facies dei depositi continentali neogenico-quadernari e non il substrato roccioso sottostante.

Durante la massima espansione glaciale (MEG, Maximum Glacial Expansion) tutta l'area rilevata, tranne le creste più alte, era ricoperta da un ghiacciaio molto esteso.

Le creste rocciose, che risultano piuttosto affilate, costituiscono ancora oggi le testate di una serie di circhi glaciali relativamente ben conservati, e oggi ben visibili a est e sud del territorio comunale, con i ghiacciai del Presena, della Vedretta del Pisgana e della Vedretta del Mandrone che costituiscono i famosi ghiacciai del Monte Adamello (Fotografia 4).

Della presenza di un esteso ghiacciaio, ora limitato alle quote al di sopra dei 2500 m s.l.m., sono conservati depositi glaciali più o meno continui, morene, rocce montonate e laghi circolari. I forti processi erosivi infatti, indotti da un assetto strutturale alquanto complesso che determina un'energia di rilievo elevata, hanno prodotto un'intensa rielaborazione dei sedimenti glaciali. Tali depositi risultano individuabili e ben conservati solo in corrispondenza dei pianori e dei versanti meno acclivi.

I depositi glaciali cartografati appartengono (in base alla recente suddivisione delle unità riportate nella cartografia CARG) all'Unità dei Bacini dell'Adda e dell'Oglio – Supersistema dei Laghi – Sistema di Cantù. Si tratta di depositi del Pleistocene sup. (e quindi di età più antica rispetto agli altri depositi quadernari descritti successivamente) e sono formati da diamicton massivi a supporto di matrice con blocchi di dimensioni anche metriche,

ricoperti da un suolo poco evoluto di spessore massimo 1,5 m (Fotografia 5). Si tratta cioè di depositi connessi al ghiacciaio dell'Adamello e ghiacciai locali che a partire da circa 13000 anni fa riempivano tutte le vallate e ricoprivano i versanti di Ponte di Legno. In prossimità del Tonale lungo il versante a sud della strada è stata distinta l'Unità dei bacini del Sarca e dell'Adige – Sistema del Garda - Subsistema di Malè. Si tratta sempre di depositi glaciali (diamicton massivi a supporto dimatrice con blocchi) relativi a fasi di avanzata dei ghiacciai locali dopo il ritiro del ghiacciaio principale.

Lungo i versanti del Torrente Frigidolfo la quota massima alla quale si rinvennero depositi glaciali estesi e relativamente continui è attorno ai 2000-2100 m s.l.m., lungo la valle del Torrente Arcanello è a circa 1800-1900 m s.l.m., lungo Valbione è attorno ai 1800 m s.l.m. Il Tonale è quasi interamente formato da depositi glaciali (Fotografia 4) con depositi che arrivano mediamente a quota 2000-2100 m s.l.m. con plaghe anche fino a 2400 m s.l.m. sul versante destro in zona Monte Serodine. In Val Sozzine i depositi glaciali sono molto scarsi essendo prevalenti le falde di detrito che ricoprono i pendii.

Memoria della presenza del ghiacciaio è data dai cordoni morenici. Quelli più evidenti si trovano alla confluenza del Torrente Arcanello nel Frigidolfo zona Molino Maculotti allungati in senso NNE-SSO, quelli nell'abitato di Ponte di Legno alla terminazione del Torrente Narcanello e quelli alla terminazione della piana di Valbione (che determinarono uno sbarramento e la creazione di un lago a tergo), il cordone al castello di Ponte in loc. Poia e soprattutto tutti i cordoni nella zona della piana del Tonale tra la Casa Cantoniera e il Villaggio Alpini orientati ENE-OSO e quelli lungo il versante sinistro nei pressi della Funivia Paradiso.

Oltre ai cordoni sono stati cartografati anche i dossi, che pur non avendo uno sviluppo in lunghezza come i cordoni, sono indice del passaggio del ghiacciaio. Allineamenti significativi di dossi sono presenti sempre in zona Molino Maculotti e a Case di Viso (Fotografia 6) nella zona del Cimitero di Guerra, ad indicare la presenza di depositi glaciali.

Abbinati ai depositi glaciali alle volte sono presenti anche gli orli di scarpata glaciale che segnano evidenti cambi di pendenza del terreno (zona Molino Maculotti, pendio a monte del Ponte dei Buoi e sotto la Valle di Coen, a Ponte zona Via Villini).

Successivamente all'azione del ghiacciaio e quindi di età più recente rispetto ai depositi glaciali si formarono tutti gli altri depositi, connessi all'azione della gravità e delle acque di scorrimento superficiali; essi risultano di età Olocenica ed appartengono al Sistema del Po.

Tra i più estesi vi sono le **falde di detrito** (diffusi ovunque nell'area rilevata) e i **debris-flow**. I detriti di falda sono connessi all'alta energia di rilievo che contraddistingue questo territorio comunale, responsabile della mobilitazione di grandi quantità di materiali lapidei lungo i versanti; il risultato è la formazione di estese plaghe di depositi costituiti da ciottoli, blocchi e ghiaie, spigolosi, localizzati principalmente alla base di pareti rocciose. Dove

l'accumulo di blocchi ha assunto una forma conica a causa della presenza di un canale di alimentazione a monte che termina in una piana frontale, tali depositi sono stati cartografati come **coni di detrito**, ma la genesi è sempre la medesima (Fotografia 7).

I **debris-flow** invece sono sempre depositi di origine gravitativa, ma che presentano anche una componente legata alle acque di scorrimento; essi derivano da colate improvvise di acqua e detrito, e sono caratterizzati da un deposito caotico, non selezionato, con elementi spigolosi di granulometria variabile dai limi ai blocchi. Spesso si riconosce un solco centrale creato dal flusso principale delimitato da due dossi laterali (argini); alle volte sono presenti anche numerosi canali secondari dove scorrono le colate (Fotografia 8a e 8b).

I depositi di debris-flow sono molto diffusi. Quelli attivi sono presenti prevalentemente alle testate delle valli principali essendo connessi alla continua alimentazione proveniente dalle cime montuose più elevate e quindi più esposte, come in Val Malza (Fotografia 8b), alla testata del Monte Gaviola-Cima di Caione-Passo delle Graole, nella parte alta della Valle di Viso soprattutto lungo il versante sinistro, lungo il versante tra il Rifugio Buoizzi e Cima Bleis (Fotografia 8a), lungo il versante destro della Valle del Narcanello fino alla località Sozzine e alla testata della Valbione. Essi sono estesi anche centinaia di metri, spesso coalescenti tra loro a formare fasce lunghe anche alcuni chilometri. Un debris-flow attivo molto evidente è quello a Case degli Orti che causa periodicamente l'interruzione della strada per la Val Malza (Fotografia 9 e Allegato 1a).

I debris-flow quiescenti e inattivi invece, molto meno evidenti e quindi riconoscibili, si rinvencono a quote molto inferiori, e rappresentano i residui dell'azione di valli ormai poco attive; essi si trovano alla base dei versanti principalmente lungo le fasce adiacenti ai corsi d'acqua (lungo il Torrente Frigidolfo, lungo l'Arcanello a Case di Viso, lungo il Frigidolfo tra Precasaglio e Ponte di Legno, lungo il Torrente Narcanello tra Ponte di Legno e la loc. Sozzine, e lungo il versante tra la Colonia Vigili del Fuoco ed il Tonale. Adiacente e a margine (lato nord) rispetto al debris-flow attivo di Case degli Orti è stato cartografato anche un debris-flow quiescente alimentato principalmente dal Fosso degli Orti che scorre più a nord rispetto alla zona in frana. Attualmente un dosso, non molto evidente, separa la parte attiva dalla parte quiescente di questi debris, ma non si può escludere che eventuali colate di detrito del debris attivo migrino verso nord unendosi a quelle alimentate dal Fosso degli Orti, come sicuramente avvenne in passato.

Debris-flow e conoidi alluvionali sono molto simili e quindi è stato difficile distinguere sul terreno la genesi prevalente, se l'azione della gravità oppure quella dell'acqua. I debris-flow infatti sono flussi gravitativi ad alta viscosità, composti da una miscela di detriti eterometrici, fango e acqua. Non è da considerare un errore quindi l'aver scambiato un conoide per un debris o viceversa. Generalmente i debris-flow sono composti da più processi quali una frana che si innesca nel detrito nella zona sorgente, una colata detritica che interessa la parte mediana dove il detrito, per la presenza di acqua, viene trasformato in

fluido viscoso e scorre all'interno di uno o più canali, e un conoide nella parte distale dove avviene il deposito del materiale trasportato (non sempre presente o ben sviluppato), o anche a fasi dove l'azione della gravità e quella delle acque si alternano o dove l'una è prevalente rispetto all'altra.

Connesse sempre alla gravità vi sono le **frane** sia a matrice che a blocchi prevalenti, sia attive che quiescenti che inattive. Escludendo le aree a franosità superficiale diffusa, dove il dissesto è molto superficiale e legato spesso alla presenza di emergenze d'acqua o di ruscellamenti, ed escludendo anche le vastissime e diffusissime aree di alta quota dove le pareti e gli affioramenti rocciosi sono continuamente soggetti ad erosione e degradazione alimentando estese falde di detrito, le frane importanti (per estensione e per elementi esposti al rischio) non sono diffusissime nel Comune di Ponte di Legno. Di queste sono state compilate le relative schede tecniche.

La frana attiva più evidente e importante è quella in prossimità dei tornanti della S.P. n. 300 per il Passo Gavia, a quota circa 2000 m s.l.m. (Fotografia 10 e Allegato 1a). Qui il versante formato da depositi sciolti ha subito una forte erosione ad opera del ruscellamento delle acque che hanno messo a nudo la roccia sottostante, formando un'ampia nicchia di distacco (circa 300 m di lunghezza e 200 di larghezza) che si è progressivamente estesa realmente. Si tratta di una frana scivolamento che evolve in una colata di detrito (debris-flow), in materiale prevalentemente ghiaioso e sabbioso con dei blocchi che derivano dal substrato roccioso fratturato. Durante le forti piogge l'acqua erode e mobilizza il materiale che cola verso valle, formando il debris-flow sottostante. Durante questi eventi di trasporto in massa non vi è un solo e singolo canale attivo, ma se ne formano numerosi che divagano su tutto il corpo del debris colmando anche quelli formati in fasi precedenti. Testimonianza dello stato attivo del debris è la morfologia a dossi e conche su tutto il corpo, ricoperta dalle colate di ghiaia e sabbia più recenti. Il debris regolarmente (annualmente) ostruisce la strada per Case degli Orti-Val Malza ed arriva fino al Torrente Frigidolfo.

Un'altra frana attiva importante, a blocchi prevalenti, si osserva molto bene (dato il colore rossastro) mentre si sale lungo la statale da Ponte di Legno verso la Val Sozzine. È alimentata dal crollo continuo di blocchi dal versante roccioso occidentale della Costa di Casamadre-Castellaccio, arrivando fin quasi al torrente Ogliolo (Allegato 1b). Non vi sono elementi antropici esposti a rischio.

Dinamica molto simile ha dato origine alla frana attiva in roccia alla testata di Valbione lungo il versante esposto a est del Corno Marcio (il nome è significativo) formata sia dal crollo in massa che dal crollo diffuso di singoli blocchi di roccia (Fotografia 11)

Sempre in Valbione, lungo il versante sinistro, è stata cartografata come frana di scivolamento in roccia, una vasta area interessata da rilasci e sprofondamenti del versante, delimitati in sommità da alcune nicchie di distacco. Ancora una frana di scivolamento in

roccia si trova lungo il versante destro di Valbione tra la Chiesetta dell'Aola e la Baita del Pastore, all'interno di un dissesto gravitativo molto più vasto (DGPV, v. dopo).

Altra frana attiva di crollo invece è quella generata dal distacco della roccia da Punta Monticelli; il materiale franato arriva incanalato fino alla base del pendio di fronte al Rifugio Val Malza (Fotografia 12)

Sono state cartografate altre zone con crolli di massi importanti ed estesi il cui accumulo, essendo più distribuito, assume quasi la connotazione di falda di detrito (Cima Bleis-Cima le Sorti, S.S. n. 300 del Gavia – Fotografia 13a e 13b).

Un altro esteso accumulo di blocchi si trova ad ovest di Pezzo tra la località S. Apollonia e Case da Giuoco, formato da blocchi sparsi ed instabili, diffusissimi lungo tutto il pendio, senza una evidente parete rocciosa a monte, connessi ad un dissesto molto più vasto descritto successivamente (DGPV).

Tra le frane quiescenti quelle maggiormente estese si trovano una in località ad ovest di Pezzo e l'altra tra il Rifugio Corno d'Aola e la Val Sozzine, con la relativa nicchia di distacco. Sono entrambe costituite prevalentemente da blocchi, ed essendo ormai l'accumulo ricoperto dal bosco non sono immediatamente riconoscibili. Entrambe sono riportate anche nel "Geoportale della Regione Lombardia applicativo GeoIFFI - Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici".

Sempre in riferimento al GeoIFFI si segnala che dal rilievo sul terreno non è stata riconosciuta la frana di scivolamento rotazionale/traslato indicata di fronte a Case da Giuoco (codice 0170305300000) che coinvolgerebbe tutto il versante a partire da Cima Bleis di Somalbosco fino al Torrente Frigidolfo, ed anche la frana in Valle di Viso (codice 0170230200000) che scenderebbe da Punta di Montozzo. Anziché da frane questi versanti sono coinvolti da debris-flow e soprattutto da valanghe. La somma di questi fenomeni rende questi versanti altrettanto pericolosi.

La frana inattiva più estesa si trova lungo il versante a valle della S.S. n. 300 del Gavia, in località Plaz Bel-Baite di Colone. Dal rilievo in sito si osserva un versante piuttosto regolare solcato da impluvi e con dei ghiaioni sparsi.

Merita una nota particolare la descrizione del dissesto che investì la Valle delle Messi a S. Apollonia il 17 giugno 1784.

Da un manoscritto (senza data) del reverendo don Bortolo Veclani, economo della chiesa di S. Lucia di Pezzo risalente ai primi del novecento avente titolo "Il lago in Val delle Messi" è scritto quanto segue:

*"In quel giorno il temporale continuava sempre più fortemente. Poi andò sempre crescendo in modo che sembrava un finimondo. In modo che scatenò una gran frana in cima al Bosco e portò via tutto il gregge: 276 pecore e qualche capra e due maiali e tre pastori. Uno si salvò per causa del mal di corpo, era infatti un po' distante della baita. La frana in*

*fondo valle fermò il fiume ed allagò tutto quel piano di S. Apollonia che costò tanta fatica ed onori per asciugare il lago e aprire la comunicazione da parte dei montanari. Ma il gran temporale non cessò nella valle de'el Messi e passò sopra Pezzo, in cima al bosco Planta e andò a scaricarsi in cima al Gras Grande, alla testata del Serodine e giù nel pendio fino ai Martinoli. In modo che il rigagnolo detto Bonùm cambiò letto rovinando tanta campagna e portò via sei ponti: uno di Bonùm, l'altro di mezzo, quello delle Posse, quello delle Gioie e quello di Martino Maculotti e quello del fabbro Veclani. Nel transitare lungo la valle portò via quattro mulini con dentro un giovane mugnaio, certo Sossi Giacomino che mai più lo troveranno. Solo qualche piccolo resto degli abiti e una tibia che si crede si asua. Di quei mulini non si conosce più traccia. Solo quando, dopo la guerra '15-18 han fatto la strada bassa, hanno trovato due macine. Esistono tuttora agli occhi di tutti i passanti.*

*Queste memorie sono state scritte da Don Bortolo Vesclani, pure di Pezzo, uomo serio, economo di Pezzo”.*

Un altro documento che conferma la data della frana del 17 giugno 1784 è quello che va sotto il titolo “La Tempesta” di Remigio Maculotti, che si trova trascritto nel libro *Cronache di Pezzo (1889-1893). La vita di una comunità alpina di fine Ottocento*. Il libro cita:

*“Dopo due giorni di caldo eccessivo, essendo il termometro a gradi 14 quattordici sopra agelo (molto eccezionale per questo clima), la sera del 17 giugno 1784 alle ore ventuna cadde all'improvviso grossa pioggia per lo spazio di mezz'ora in sembianza di temporale, cessò ma oh Dio! Era appena l'avviso d'un grande spettacolo.*

*Raggiravasi per tutta la sera dopo la pioggia caduta nubi le più oscure, e tenebrose, che sembrava una scena infernale,*

*Venuta la mezz'ora di notte diede il tempo principio alla grande tragica scena.*

*Se fecero sentire i tuoni più terribili, sembravano a loro grande strepito volessero atterrare i monti: si videro lampi i più luminosi e balenanti, che chi fosse stato fisso a rimirarne uno intieramente sarebbe caduto a terra per la pioggia e parte di tempesta aperte sembravano le cateratte del cielo tanto cadeva dirottamente, e in breve furono piene le strade di rivi d'acqua che ognuno dei quali bastar poteva per un edificio; il vento imperversava anche lui ma non tanto infierito.*

*All'ora di notte fu il sommo strepito; udivansi il vento, la pioggia, i tuoni ed i lampi, strettamente legati che sembrava avvicinarsi il giorno del giudizio finale.*

*I tuoni in particolare mutoli tremolanti ed insieme forti, che io non ne avevo mai sentiti più di simili, ed allora appunto che udivansi tali tuoni principiò la terra quasi strepida al rimbombo di così strepitosi tuoni e peregrini staccarsi dai monti quasi in cerca di fuggir tanto strepito ed a seppellirsi non so dove per fuggire alla vista di sì orribili lampi portare rovine (come esporrò qui sotto) grandissime non so se per rimproverare a mortali la loro caducità o la mostruosità delle loro colpe”.*

Il testo poi qui si interrompe.

Anche il testo di Giuseppe Berruti “Levandosi i fiumi sopra le rive” riporta per il 17 giugno 1784 che:

*“La zona meridionale dell’estesa piana alluvionale di Sant’Apollonia viene interessata da un vasto movimento franoso di scoscendimento che coinvolge gran parte del versante orientale della cima Bleis di Somalbosco.*

*L’effetto più rilevante della frana fu l’interruzione del corso del torrente Frigidolfo che scorre lungo la valle delle Messi e la conseguente formazione di un lago temporaneo”.....*

*“L’evento presenta un preciso motivo di interesse se si tiene conto che esattamente nella medesima zona la notte del 25 Luglio 1992 si ripeté lo stesso fenomeno con le medesime conseguenze, salvo che l’interruzione del corso del torrente Frigidolfo venne tempestivamente evitata dall’azione delle ruspe.*

*La zona origine della frana è tuttora riconoscibile a NE della cima Bleis di Somalbosco, ove affiorano i litotipi della Formazione di cima Rovaia (prevalentemente micascisti a due miche). I massi, i detriti e il fango sono stati convogliati – nel 1992 - lungo tre distinti canali di erosione che si uniscono in un unico canalone a SW della Baita di Somalbosco a quota 2050 m circa.*

*Nella fascia basale del versante in questione (ove tra l’altro è collocata la nota fonte di acqua ferruginosa di S. Apollonia, il cui edificio originario venne appunto distrutto dalla frana del 1784) si riconoscono conii di deiezione antichi stabilizzati.*

*La frana della fone del sec. XVIII può quindi collocarsi tra i movimenti di versante a carattere “quiescente”.*

Osservando la cartografia esistente, le ortofoto e dai rilievi sul posto si può dire che il dissesto del 1784 non è stato un evento di frana in s.s., ma un fenomeno di debris-flow. Si è trattato cioè dell’azione dei tre impluvi che hanno inciso (e incidono tuttora) il versante NE di Cima Bleis di Somalbosco. Queste valli hanno eroso il pendio producendo enormi quantitativi di materiale detritico. A seguito delle piogge della sera del 17 giugno il materiale venne preso in carico e trasportato dalle acque e dalla gravità; a valle della Baita Bleis di Somalbosco i detriti si concentrarono in un unico canalone che giunto in fondovalle scaricò con violenza tutto il materiale dopo il ponte di S. Apollonia e dell’attuale Albergo Pietra Rossa, ostruendo il Torrente Frigidolfo (Fotografia 14a e 14b). La strettoia presente subito a valle del ponte di S. Apollonia dovuta ai versanti ripidi e alla valle stretta, occupata interamente dal materiale franato, non ha consentito al Frigidolfo di crearsi un deflusso alternativo e quindi ha causato il completo sbarramento del corso d’acqua. Di conseguenza a causa dello sbarramento, a monte si formò un lago temporaneo che in base alla carta topografica del Regno Lombardo-Veneto del 1833 aveva dimensioni di circa 450 m in lunghezza e 200 m in larghezza ed era

chiamato lago Silissi; il nome deriva dal toponimo Silizzi riferito al gruppo di edifici rurali tuttora esistenti. In una successiva mappa del 1839 le dimensioni dell'invaso erano pari a circa 310 m di lunghezza e 150 m di larghezza.

La piana oggi paludosa e torbosa di S. Apollonia (Fotografia 14c) è quel che resta oggi di quel lago, poi interrato, che si originò a causa della frana/debris-flow del 1784 che ostruì la valle e che arrivava fino alla località Silizzi

Anche la fonte minerale ferruginosa S. Apollonia presente poco a monte del ponte della statale e dell'Albergo Pietra Rossa fu sommersa dal lago e rimase inutilizzata fino al completo prosciugamento dello stesso.

La situazione oggi non è stabilizzata in quanto il versante NE di Cima Bleis di Somalbosco è in continua erosione attiva ad opera degli impluvi che lo incidono. Tendenzialmente il materiale si arresta nella conca presso la Baita Bleis di Somalbosco in quanto il pendio si spiana, ma nulla vieta che in casi eccezionali possa proseguire verso valle superando la soglia a quota circa 1900 m s.l.m. che delimita la conca.

Nella Carta Geomorfologica del presente lavoro quindi è stato indicato un debris-flow (non un corpo di frana) che arriva fino al Torrente Frigidolfo; il debris è indicato come quiescente in quanto può in qualsiasi momento riattivarsi.

Tra i dissesti molto vasti ed estesi rilevati vi sono le **Deformazioni Gravitative Profonde del Versante (DGPV)**.

Tre sono le DGPV rilevate: una lungo il versante destro del Torrente Narcanello (tra Cima Le Sorti e Vescasa Alta-Bassa – Fotografia 15a,15b,15c), una che coinvolge il versante destro di Valbione e il versante sinistro del Narcanello (tra il Corno D'Aola, la Val Sozzine e la Valle Acquaseria, Fotografia 16a,16b,16c) e la terza ad ovest di Pezzo (tra Cime delle Graole e il Torrente Frigidolfo Fotografia 17a-m).

Si tratta di movimenti gravitativi lenti che coinvolgono l'ammasso roccioso fino a profondità elevate. Le cause sono principalmente la fratturazione della roccia stessa (micascisti e paragneiss) dovuta alla vicinanza con il corpo intrusivo costituito dal plutone dell'Adamello. Questi dissesti tendono a scomporre e disarticolare il versante in sub-unità caratterizzate da una morfologia molto disturbata e irregolare.

In superficie, soprattutto nella zona sommitale sono visibili rilasci, trincee, contropendenze, depressioni, dossi, fenomeni franosi attivi localizzati, ecc. Sui manufatti si possono osservare crepe negli edifici, cedimenti lungo le strade, ecc. In prossimità delle cime (soprattutto zona Rifugio Corno d'Aola) le creste rocciose sono sdoppiate, disarticolate, fratturate e rilasciate (da non confondere con le trincee militari presenti sempre nella zona del Rifugio Corno d'Aola). Anche in località Vescasa Alta e Bassa numerose sono le depressioni ben visibili nel terreno orientate longitudinalmente al pendio, che sembrerebbero delimitare un dissesto più evidente contenuto all'interno della DGPV più estesa delimitata

anch'essa da una lunga trincea. Nella DGPV ad ovest di Pezzo invece non sono state rilevate trincee delimitanti il dissesto, ma delle depressioni all'interno del corpo della DGPV, moltissimi affioramenti rocciosi apparentemente in posto, ma in realtà crollati/ruotati/basculati e abbondanti accumuli di enormi blocchi sparsi. Caso vuole che lungo il limite occidentale della DGPV, che passa in prossimità dei tornanti della S.S. n. 300 del Gavia, vi sia un allineamento di sorgenti.

Alla base di questa DGPV il progetto GEOIFFI regionale riporta tre frane di scivolamento rotazionale/traslato (loc. Case da Giuoco, S. Apollonia e poco ad ovest di Pezzo) per le quali non è noto lo stato di attività. Sul terreno non sono state osservate nicchie di distacco, ma aree interessate da crolli di massi e una frana di scivolamento a blocchi prevalenti, che corrisponde quindi a quelle riportate dalla Regione Lombardia.

Gli indizi della presenza di una DGPV sono quasi sempre dati da una morfologia "mossa" del versante, con nella zona medio-basale un pendio apparentemente regolare con roccia apparentemente affiorante ed in realtà costituita da enormi blocchi disarticolati, accumulati in maniera sparsa e spesso senza una parete rocciosa che li alimenta a monte.

Nel complesso questi dissesti non presentano sintomi evidenti di attività e segni di movimento generalizzato (nuove trincee aperte, alberi inclinati, crolli recenti di massi), ma possono essere riattivati anche solo parzialmente e non necessariamente dalle loro cause originali. Le possibili cause di riattivazione possono essere: scarico dovuto all'erosione laterale e/o al piede, eventi sismici, assetto stratigrafico e strutturale del substrato impermeabile, variazioni repentine del livello delle acque che scorrono all'interno del versante, variazioni della quantità di acqua che può infiltrarsi e che può creare deflussi in pressione e quindi l'insorgenza di fasce fluido-plastiche di debolezza, ecc.

Queste DGPV rilevate si collocano in una situazione intermedia tra uno stato di attività quiescente e uno stabilizzato. Nella cartografia PAI sono state inserite nella classe delle frane stabilizzate e nella cartografia della fattibilità geologica in classe 3, con norma stabilità dal professionista più restrittiva rispetto ad una classe 2.

Due dei tre dissesti non vennero individuati nello studio geologico del territorio comunale precedente (DGPV al Corno d'Aola e a ovest di Pezzo), nonostante nel progetto "GEOIFFI - Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici" della Regione Lombardia, fosse già stata indicata una DGPV relitta ad ovest di Pezzo (codice identificativo 0171940200000). La DGPV in località Vescasa invece venne cartografata nello studio geologico precedente come frana inattiva, mentre il progetto GEOIFFI in loc. Vescasa riporta quattro singole aree di frana di scivolamento rotazionale/traslato separate e non un unico dissesto esteso, come invece interpretato dalla scrivente, data la presenza di numerose trincee e contropendenze evidenti sul terreno.

In corrispondenza della DGPV del Rifugio Corno d'Aola (che secondo la scrivente coinvolge entrambi i versanti sia quello rivolto in Val Sozzine che quello verso Valbione come

se i versanti si allontanassero aprendosi “a fiore” sul crinale) il GEOIFFI riporta lungo il versante verso Valbione alcune frane di scivolamento coalescenti (codice identificativo 0170305501000 e 0170305502000) delle quali una (quella con codice n. 0170305501000) è stata cartografata anche nel presente lavoro (anche se in posizione un po' traslata verso sud) come frana di scivolamento in roccia, caratterizzata da una nicchia attiva ben visibile dai campi da golf. Verso il Torrente Narcanello il GEOIFFI riporta una frana (per la verità ubicata più a nord rispetto alla DGPV del Rifugio Corno d'Aola), avente codice identificativo 0170206700000. Quest'ultima corrisponde al corpo di frana quiescente a blocchi prevalenti situata ad est del Rifugio Corno d'Aola, riportato nella Carta Geomorfologica del presente lavoro e descritto sopra.

In aggiunta, il progetto GEOIFFI riporta una DGPV relitta ad est di Pezzo, lungo il versante destro del Torrente Arcanello (codice identificativo 0171940500000). Di questo dissesto sul terreno non sono stati rilevati indizi (né un versante con andamento irregolare, né accumuli anomali di blocchi, né andamenti anomali degli impluvi). Solamente dalle Ortofoto del 2011 sono visibili alcuni allineamenti (trincee?) a quota circa 2300 m s.l.m. orientate trasversalmente al versante. Pertanto tale dissesto riportato nella bibliografia regionale è stato stralciato.

In sintesi tra i dissesti rilevati nel presente lavoro (frane e DGPV) e i dissesti riportati nel “Geoportale applicativo GeoIFFI – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici” della regione Lombardia c'è buona corrispondenza, con la particolarità che alcune delle frane indicate nel GeoIFFI, nel presente lavoro sono invece state inglobate nelle DGPV oppure interpretate come debris-flow attivi.

Sempre nell'ambito dei depositi legati alla gravità, dove non è stato possibile attribuirli nello specifico ad una facies piuttosto che ad un'altra (falda, debris-flow, frana), sono stati cartografati come depositi di versante in senso generale.

Tra Precasaglio e Zoanno e di fronte a Precasaglio, lungo il versante sono stati cartografati **depositi di origine mista** non essendo stato possibile differenziare la genesi prevalente, se legata principalmente all'azione glaciale o alla gravità, trattandosi di depositi glaciali molto rimaneggiati. Così anche il deposito lungo l'impluvio che passa al Ponte del Moro, sono di origine mista in quanto al processo di trasporto dovuto alle acque sono abbinati processi di accumulo gravitativo di materiale.

Oltre ai depositi legati alla gravità sono presenti i **depositi alluvionali** legati all'azione delle acque di scorrimento superficiale.

Quelli maggiormente evidenti si rinvencono lungo le aste dei principali corsi d'acqua (torrenti Frigidolfo, Arcanello, Narcanello e Fiume Oglio), dove l'ampiezza dell'alveo consente localmente la divagazione del corso d'acqua e quindi la deposizione del materiale. I depositi sono formati prevalentemente da ciottoli e blocchi, arrotondati, in matrice ghiaiosa e

sabbiosa. Questi depositi si rinvennero non solo all'interno dell'alveo attuale, ma anche nelle aree ad esso adiacenti, più o meno estese a seconda di quanto in passato il torrente si spostava. Lungo il Frigidolfo vi sono ampie aree alluvionali che formano le piane di fondovalle come quella nella Valle delle Messi (Fotografia 18), a monte di S. Apollonia e a monte del Ponte dei Buoi, lungo il torrente Arcanello al Molino Maculotti e a Case di Viso, lungo il Fiume Oglio a valle di Poia e lungo il Narcanello la vastissima piana alluvionale su cui ricade parte dell'abitato di Ponte tra la Val Sozzine e la piazza di Ponte di Legno.

Numerosissimi sono i depositi di **conoide alluvionale** s.s. (attivi, quiescenti e inattivi), presenti allo sbocco di valli secondarie nelle piane (Fotografia 19a-19b), come nella parte medio-alta della Valle delle Messi (Conoide Case Silizzi, Case Predazzo, Case da Giuoco e di fronte a Case degli Orti), nella Valle di Viso, in Val Sozzine e nella zona del Tonale. Anche lo sbocco del Torrente Ogliolo nel Torrente Narcanello diede origine ad un ampio conoide oggi quiescente. Caratteristica è la granulometria dei materiali: nella porzione apicale dei conoidi prevalgono i massi di dimensione metrica, mentre verso la parte distale si assiste, con la riduzione dell'acclività e della velocità di trasporto delle acque, alla riduzione della granulometria.

I conoidi attivi sono caratterizzati da alta pericolosità e si trovano uno lungo il versante destro del Frigidolfo di fronte a Case degli Orti, numerosi altri coalescenti sono lungo il versante sinistro dell'Arcanello a valle dei Case di Viso, ed infine nella zona vicino all'urbanizzato in Val Sozzine lungo il Torrente Ferera, il Torrente Rovina e il torrente che scende da Vescasa Alta. Conoidi alluvionali quiescenti, con la tipica forma a ventaglio molto evidente sono quelli lungo il Torrente Frigidolfo a Case Silizzi e a Case Pradazzo.

Per alcuni conoidi è stata applicata in passato la procedura per la perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità, come previsto dai criteri regionali vigenti all'epoca della stesura dei vari lavori. La descrizione dei conoidi ripermetrati e non, è riportata nel capitolo 3.4.

E' risultato piuttosto complesso differenziare i depositi di conoide alluvionale da quelli di debris-flow in quanto la forma è molto simile e la genesi non è sempre legata ad un unico fenomeno. Il criterio utilizzato è stato principalmente quello di considerare la tipologia del torrente che li attraversa. Sono stati cartografati come conoidi quelli generati per trasporto in massa di materiale da parte delle acque e quindi sono solcati da corsi d'acqua continui o perenni. Sono stati cartografati invece come debris-flow quando il materiale trasportato è prevalentemente dovuto alla gravità e quindi sono solcati da impluvi spesso asciutti e che si riattivano solo temporaneamente quando scorre la colata di detrito che si innesca per eventi piovosi intensi. Anche la forma è stata alle volte considerata per la distinzione: i conoidi hanno una caratteristica forma a ventaglio con pendenze basse, mentre i debris possono essere più allungati e più pendenti.

Dove sono ancora riconoscibili gli accumuli delle colate più o meno recenti o il canale con gli argini laterali, sono stati cartografati come **debris-flow lineari** nella Carta Geomorfologica; essi si trovano a Case degli Orti (Fotografia 20), a Precasaglio lungo la Valle Aperta, di fronte a Precasaglio-Zoanno lungo le valli di Dusine, del Calò e Mezzana, e lungo il Rio Rovina verso la Val Sozzine

Nei depositi alluvionali ricadono anche i **depositi lacustri** che sono stati cartografati solamente nell'abitato di Ponte di Legno alla confluenza tra il Torrente Narcanello e il Torrente Frigidolfo e a Valbione in corrispondenza del laghetto artificiale per l'innevamento. Si tratta di depositi legati alla presenza di laghi retroglaciali che si formarono a tergo di sbarramenti dovuti a cordoni morenici frontali. La forma arcuata dei cordoni ancora riconoscibili nei rilievi arrotondati esistenti tra Via F.lli Calvi e Via IV Novembre in piazza a Ponte di Legno e alle stazioni degli impianti di sci a Valbione, indica che vi era uno sbarramento, a tergo del quale l'acqua non riusciva a defluire, che creava quindi dei laghetti retrostanti. Questi depositi sono caratterizzati da alternanze di sabbie e ghiaie con passate più fini (limi e argille).

Questo dato è confermato dalle numerose indagini geotecniche e sondaggi eseguiti a partire dal dicembre 2004 al maggio 2008 in piazza Europa a Ponte di Legno: durante la realizzazione del parcheggio sotterraneo sotto la piazza si verificarono notevoli cedimenti e grossi danni agli edifici adiacenti all'area di scavo (municipio compreso).

Le indagini condotte indicano che, a partire dalla quota del piano campagna (quota Piazzale Europa indicativamente 1245,0m s.l.m.) è presente un primo strato di terreno incoerente, localmente ricoperto da materiali di riporto per uno spessore variabile tra 4,0÷5,0 m fino a 7,0 m. Al di sotto i sondaggi hanno indicato la presenza di un deposito di limo sabbioso e limo argilloso, di spessore variabile tra 3,0 m e 4,0 m e quindi presente fino a circa 7-10 m di profondità dal piano campagna. I sondaggi hanno mostrato come questo strato tenda ad abbassarsi di quota e diminuire leggermente di spessore verso Nord-Est (lato Torrente). Lungo la stessa direzione si osservano anche un discreto aumento della componente sabbiosa e un cambiamento di colore, passando dal grigio scuro al marrone-nocciola.

Al di sotto della formazione di terreno limoso si trova un potente deposito di terreno incoerente costituito prevalentemente da sabbie e ghiaie localmente alternate a strati decimetrici di sabbie fini limose. Si tratta di terreni ben assortiti, dotati di buone caratteristiche meccaniche e di elevata permeabilità. Il tetto di questo strato si trova ad una profondità variabile tra 10 e 12 m dal p.c. e lo spessore è variabile tra 8,0 m e 12,0÷14,0 m.

Al di sotto delle ghiaie ricomincia un secondo strato limoso di colore grigio scuro, il cui tetto è posto ad una profondità variabile tra 19 e 23 m dal p.c. di spessore almeno 15 m. Le indagini svolte indicano in particolare che nella porzione a Nord-Nord Ovest (lato Municipio) il tetto del suddetto strato tende a risalire.

Anche in località Valbione sono stati eseguiti sondaggi attorno alla zona del laghetto artificiale dai quali è emersa la presenza fino a 12 m di profondità dal piano campagna di continue alternanze di strati da metrici a decimetrici di sabbie, ghiaietto, limi sabbiosi e limi argillosi (sia giallastri che grigi e nerastrati). In sommità è sempre presente uno strato sottile di humus-torba di spessore 0,5-1,5 m.

Quanto sopra descritto è quindi riconducibile alla genesi lacustre dove appunto vi erano fasi durante le quali i corsi d'acqua che alimentavano i laghetti (Narcanello e Acquaseria) portavano il materiale più grossolano a seguito anche di eventi di piena e quindi a maggiore energia di trasporto, alternate a fasi di magra dove veniva trasportato materiale fine dalle acque a bassa energia.

E' interessante segnalare che il Torrente Narcanello, quando si creò lo sbarramento in zona via IV Novembre, trovò uno sbocco verso il Fiume Oglio passando alla base del versante sinistro (a sud dell'attuale S.S. n. 42 del Tonale), curvando poi verso Nord (zona oggi di Via F.lli Calvi e dei campi da tennis) per l'ostacolo dovuto al conoide del Torrente Acquaseria e confluendo infine verso il Fiume Oglio. Questa ipotesi deriva dalla presenza di un antico paleoalveo riconosciuto sul terreno con l'andamento sopra descritto, anche se in più punti parzialmente obliterato dalle opere antropiche.

Può anche essere che i depositi fini limoso-argillosi rilevati in piazza a Ponte di Legno derivino dal deposito nelle zone marginali (quindi verso N-NE) di questo antico corso d'acqua che scorreva più spostato alla base del versante.

Anche il torrente Acquaseria deviò sicuramente il suo corso by-passando lo sbarramento dei cordoni morenici frontali, spostandosi verso est, dove scende tutt'ora fino alla piana sottostante (dove passa la statale) e dove creò un ampio conoide, prima di immettersi nel Fiume Oglio.

Infine sono stati cartografati i **depositi paludosi-torbosi**. Nelle zone di testata delle conche vallive e in corrispondenza di ampie aree concave adiacenti ai corsi d'acqua sono presenti sedimenti limosi e torbosi, depositati dalle acque stagnanti e di piccoli laghi che occupavano queste zone depresse.

Una ampia zona torbosa la si trova in loc. S Apollonia, a monte della strettoia sul Torrente Frigidolfo all'altezza dell'Albergo Pietra Rossa, dove sicuramente in passato si creò un lago che si estendeva verso monte fino in loc. Silizzi. Ancora oggi tutta la piana è ricoperta dalla tipica vegetazione delle zone umide (Fotografia 14c).

Un'altra zona paludosa la si trova in una conca sospesa presso la Casa Alpina nell'abitato di Ponte, dovuta al ristagno di acque in una zona depressa formatasi a tergo del cordone morenico di Via Villini.

Infine vaste aree paudose sono presenti al Tonale, in corrispondenza delle aree subpianeggianti presenti sia a destra che a sinistra della S.S. n. 42. Si tratta di zone depresse con consistenti ristagni d'acqua e quindi con vegetazione da zone umide che si riconoscono a distanza anche per il tipico colore verde intenso-giallastro. Questi depositi (Fotografia 21) sono dovuti alla presenza di una fittissima rete di ruscelletti molto ramificati che solcano il versante destro del Tonale, soprattutto in zona Malga Cadi.

Molto numerosi, sparsi ovunque nel territorio comunale e in continuo aumento sono i **riporti di materiale ed i rimodellamenti antropici**. Data l'estensione e gli spessori elevati sono stati cartografati come se fossero unità geologiche a sé stanti. Si tratta di materiale proveniente da sbancamenti eseguiti in varie parti e successivamente ricollocati in zone subpianeggianti specialmente lungo il Torrente Frigidolfo (zona Ponte dei Buoi – Fotografia 22), oppure riporti eseguiti per creare piazzali (zona casa Alpina Montecatini, in Via Cesare Battisti, alla Colonia Vigili del Fuoco) o ancora riporti per realizzare infrastrutture (strada statale fino alla Val Sozzine e strada al Tonale). Moltissimi riporti sono legati alla creazione delle piste da sci, dei laghetti di innevamento artificiale e degli impianti di risalita (zona Tonale e zona Valbione). Per le piste spessissimo si è trattato dell'esecuzione di sbancamenti del versante verso monte e del riporto del materiale sbancato a valle (piste che dal Tonale scendono in Val Sozzine e piste a Valbione-Corno d'Aola). Tutti questi interventi hanno fortemente alterato e cancellato la morfologia originaria.

A questi si aggiungono i depositi sparsi di materiale vario (principalmente inerte) molto localizzati e quindi cartografati come elementi puntuali (zona val Sozzine, pungola starda per Valbione, lungo la sponda destra del Torrente Frigidolfo, nella piana alla confluenza della Val Mezzana nel Frigidolfo, tra la S.S. n. 300 del Gavia e il Torrente Frigidolfo poco prima del Ponte dei Buoi, lungo la sponda destra del Frigidolfo poco a monte del Ponte dei Buoi).

Con un'opportuna simbologia sono riportate sulla cartografia le **valanghe** che sono state suddivise in valanghe già avvenute a pericolosità elevata o molto elevata (rilevate) e valanghe potenziali a pericolosità media o moderata (da foto interpretazione).

Per la delimitazione di tali aree si è fatto riferimento integralmente al database regionale esistente (SIRVAL - Sistema Informativo Regionale Valanghe Ed. 2002) con limitati aggiornamenti. La cartografia regionale si basa su rilevamenti di terreno e interviste in loco effettuati nel luglio 1991 dai dott. Roberto Nevini e Gianpaolo Sommaruga, professionisti incaricati dalla Regione Lombardia Direzione Generale Territorio e Urbanistica tramite il Centro Nivo-Meteorologico di Bormio. La delimitazione di tali aree potrà essere aggiornata e modificata a seguito dell'applicazione degli studi di approfondimento delle valanghe con le metodologie previste nell'Allegato 3 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011. Si rammenta che le riperimetrazioni delle aree conseguenti all'esecuzione degli studi di dettaglio

diverranno efficaci una volta recepite nello strumento urbanistico mediante variante allo stesso.

La delimitazione della valanga in località Case Mondini (Fotografia 23) deriva da uno studio nivologico eseguito nel 2006 a supporto del progetto di recupero di alcuni fabbricati ed approvato sempre nel 2006 dalla Regione Lombardia.

Nelle tavole sono state cartografate 177 valanghe avvenute (delle quali 168 derivano dal database regionale e 9 dal rilievo in sito o da informazioni raccolte in loco) e 45 valanghe potenziali, pertanto un numero elevatissimo, sia incanalate nei principali impluvi che distribuite lungo i versanti quasi sempre privi di copertura boschiva ad alto fusto.

Rispetto a quelle indicate nel database SIRVAL alle volte è stata leggermente modificata la forma alla testata, sui fianchi e in fondovalle, per renderle più coerenti con la nuova cartografia topografica. Si rammenta che il database riporta anche per ciascuna valanga una scheda descrittiva con le principali caratteristiche morfometriche e i dati relativi ai vari eventi (moto, danni, sistemi di difesa, ecc.) e pertanto si rimanda a tali schede essendo piuttosto esaustive e non essendoci nulla da aggiungere.

Nel cartografare le valanghe ci si è soffermati maggiormente su quelle potenzialmente interferenti con le malghe, gli abitati e le infrastrutture. Le correzioni, che riguardano soprattutto l'estensione della parte finale delle valanghe (l'estensione indicata non riguarda solamente la componente della neve, ma anche l'effetto dello spostamento d'aria), sono state apportate a seguito dei rilevamenti e delle notizie raccolte in loco, ma soprattutto delle preziose indicazioni e spiegazioni fornite dal Sig. Erminio Faustinelli di Ponte di Legno, in qualità di esperto nazionale valanghe e membro della commissione valanghe del Comune di Ponte di Legno nel 1985 (commissione oggi non più esistente). Queste hanno riguardato ad esempio la piccola valanga a nord di Case degli Orti che non è indirizzata verso le case sottostanti, ma più verso sud-ovest (nella scheda del censimento valanghe viene detto invece che nell'inverno '51-'52 venne distrutta una casa), la valanga che termina nella piana del Frigidolfo a nord di S. Apollonia e che è più estesa rispetto a quella da bibliografia avendo coinvolto una malga (Fotografia 24), la valanga lungo il debris-flow di S. Apollonia che si estende maggiormente verso sud (nel 1975 l'accumulo si divise in tre parti sfiorando la chiesetta e le abitazioni senza fare danni), la valanga della Valle di Coen (Fotografia 25) che è più ampia verso nord e ha risalito il versante opposto fino alla S.S. n. 300, la valanga a Precasaglio che scende dalla Valle Aperta e negli anni '60 (prima della costruzione del muro deviatore in sponda destra negli anni '70) ha abbattuto una casa arrivando fino al parco giochi Santello e al Torrente Frigidolfo, la valanga di fronte a Zoanno (Fotografia 26) che da Cima Le Sorti scende lungo la Val Mezzana e che nel 1917 e nel 1982 è arrivata fino alla chiesa di Zoanno (testimonianza del Sig. Rizzi di casa Paradiso) e nel 1980 ha raggiunto la S.S. n. 300 per il Gavia oltrepassandola e arrestandosi sulla strada soprastante (valanga nubiforme), le valanghe coalescenti a Case di Viso (Fotografia 27a-27b) che hanno coinvolto

praticamente tutte le baite, fabbricati, il bar-rifugio (l'evento del 28/02/1977 ha distrutto 8 costruzioni rurali, danneggiandone altre 5 e la parte anteriore del bar-rifugio, gli eventi del '75 e del '86 danneggiarono il tetto del bar, l'evento del 1/2/1986 causò la distruzione di 10 costruzioni rurali e il danneggiamento di 6 baite), la valanga in Val Malza che nel 2009-2010 distrusse un manufatto di derivazione dell'acqua (Fotografia 28), l'inserimento della nuova valanga a Case dei Monti avvenuta recentemente (inverno 2009-2010) che ha abbattuto il muro di monte di una cascina (ora già ristrutturata), la nuova valanga nel Rio Vallazza a nord della Cantoniera del Tonale causata da due sciatori fuoripista (2009?), la piccola valanga avvenuta circa 10 anni fa nella valle in località Casa Alpina e le valanghe coalescenti alla testata di Valbione che sono arrivate fino al Torrente Acquaseria.

Per quanto riguarda le valanghe di Case di Viso, un proprietario di una baita ha dato notizie che gli eventi peggiori si sono verificati nel 1977 e nel 1986, a seguito dei quali si sono gravemente danneggiate tutte le case della vallata a causa non tanto della neve, ma dello spostamento d'aria. La valanga più pericolosa è quella che scende in sponda sinistra dell'Arcanello a monte delle baite e quella in sponda destra che arriva al Laghetto di Viso, spesso fermandosi allo specchio d'acqua, ma travolgendo le baite per lo spostamento d'aria.

Anche la valanga ad ovest della Loc. Case Pirlì, secondo il censimento della Regione Lombardia SIRVAL, il 14/01/1977 causò la distruzione di 4 cascine e danni al bosco. E' scesa anche nel 1979 e nel 1986. Secondo il Sig. Faustini invece non vi furono danni alle baite. Poco più avanti, prima di Case di Viso, un'altra valanga scese sempre dal versante destro nel 1977 e nel 1986 causando la distruzione di una piccola costruzione.

Un'altra valanga che causò danni nel 1979 è quella incanalata lungo l'impiuvio sotto la Loc. Vescasa, e che arrivò fino alla S.S. del Tonale oltrepassandola. Venne realizzato un paravalanghe passivo in metallo. Lungo questo tratto della strada del Tonale sono numerose le valanghe (7) strette e allungate, concentrate in canali, che ogni tanto interessano oltrepassano la statale.

L'estesa valanga che occupa il versante SO di Cima Cadì il 13/2/1988 arrivò alla Malga Serodine di Dentro.

Infine nel 1977 la valanga che arriva a Case Silizzi distrusse un fabbricato adibito a deposito del latte. Scese anche nel 1986.

Da ricordare tra le tante la valanga vi sono quelle che causarono dei morti. Una avvenne il 22/12/1979 e raggiunse, danneggiandolo e provocando la morte di una persona, l'edificio di partenza della funivia Paradiso al Tonale. A seguito di questo evento vennero realizzate opere passive di rallentamento tra quota 1920 e 1950 m s.l.m. (piramidi di sassi – Fotografia 29) e periodicamente viene fatta franare con esplosivi (Catex).

Un'altra molto vecchia (evento del 24/02/1935) che da Cima Cadì causò un morto che stava controllando una discesa scialpinistica e travolse altre persone.

Una valanga nel 1957 che dal Monte Gaviola scende verso SO interessando la S.S. n. 300, provocò la morte di 2 sciatori.

Un'altra si staccò dal Monte Tonale Occidentale verso il Laghetto di Bleis il 18/1/1980 dove morì una persona e vennero travolte 2 persone.

Il 12/1/1986 la valanga della Valle di Calò (di fronte a Precasaglio) che arriva al fiume travolse 3 sciatori di cui 2 morirono ed 1 rimase illeso.

Durante la guerra del '15-'18 morirono numerosi alpini della IV Compagnia a causa della valanga che dal passo Lagoscuro scende verso la valle del Narcanello lungo il canale che viene chiamato appunto "canalone della IV".

Ancora durante la Grande Guerra, nell'inverno '16-'17 la valanga che dalla Loc. Baita di Forgnucolo-Rocce di Pagani scende verso est, travolse delle baracche militari e provocò 40 vittime.

Anche per quanto riguarda le valanghe potenziali si è fatto riferimento alla cartografia regionale esistente (SIRVAL) che, mediante fotointerpretazione, ha individuato alcuni siti potenzialmente soggetti a caduta valanghe, anche se storicamente non segnalati. Si tratta di ambiti che per acclività, esposizione, mancanza di vegetazione possono dare adito a valanghe in caso di eccezionali nevicate.

### **Elementi geomorfologici, idrogeologici e antropici**

Oltre alle unità geologiche (rocce e depositi) e ai fenomeni geologici più evidenti (frane, conoidi, valanghe), nella Carta Geomorfologica sono stati cartografati vari elementi geomorfologici, idrogeologici e antropici.

Fenomeni di **decorticamento, soliflusso, frane superficiali non fedelmente cartografabili** sono variamente sparse e diffuse in tutto il territorio comunale (Fotografia 30a, 30b, 30c, 30d). Si tratta di dissesti puntuali di entità limitata, di piccole dimensioni e poco profondi, legati a movimenti della coltre superficiale e/o del suolo, sia per cause naturali che antropiche.

Dove questi singoli fenomeni risultavano molto ravvicinati, nella Carta di Sintesi e della Fattibilità Geologica sono stati riuniti in aree a franosità superficiale attiva diffusa.

Il soliflusso è un fenomeno geomorfologico caratterizzato da un lento movimento della parte più superficiale del terreno causato principalmente dalla gravità. Esso avviene su versanti costituiti da sedimenti argillosi o argilloso limosi in presenza di pendenze anche modeste (fino a 5°) e soprattutto in presenza di acqua che satura i depositi. Il movimento si origina in seguito all'assorbimento dell'acqua, attraverso le crepe che si formano durante i periodi siccitosi, ed interessa la profondità di terreno raggiunta dall'imbibizione, generalmente non superiore ai 2 metri. Il movimento è lento e può evolvere in vere e proprie frane da colamento se le acque riescono a raggiungere profondità maggiori e se le caratteristiche meccaniche degli materiali interessati sono scadenti. Diffuso soliflusso si trova

lungo il versante destro e sinistro del torrente Frigidolfo al Ponte dei Buoi e al Molino Maculotti, a Precasaglio e qualcosa a Zoanno.

Le aree denudate e decorticate sono caratterizzate da una copertura instabile o potenzialmente instabile; alle volte sono dovute a processi erosivi intensi (sotto la strada per Case di Viso a Case dei Monti, a Case Pirli, a monte del Ponte dei Buoi, lungo le piste da sci a Valbione e che dal Tonale scendono in Val Sozzine, in loc. Vescasa e lungo tutto il versante destro al Tonale) ed alle volte sono innescate per cause artificiali quali sbancamenti stradali e movimenti terra (lungo le stradine sterrate che attraversano il versante tra Precasaglio e Zoanno, lungo la strada che dalla statale sale a Valbione).

Anche le franette superficiali, che non sono frequentissime, sono spesso localizzate in corrispondenza degli sbancamenti stradali (Pezzo, strada per Case di Viso, strada per il Tonale, nel versante a monte di Zoanno, strada che sale al Rifugio Corno d'Aola).

Aree a franosità superficiale attiva si trovano anche lungo le valli caratterizzate da erosione laterale molto intensa come ad esempio quella che da Vescasa Alta scende in Val Sozzine. Questo dissesto è stato tratto integralmente dalla Carta Geomorfologica di dettaglio allegata allo studio di "Proposta di modifica di perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato (036-LO-BS) individuata dal progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" del Marzo 2003 redatto dallo studio Geo.Te.C di Darfo Boario Terme. In questo lavoro, che riguardava la ridelimitazione delle aree a differente grado di pericolosità del conoide che si è formato alla terminazione della valle all'altezza del tornante stradale in Val Sozzine, è stata correttamente studiata e rilevata tutta l'asta torrentizia anche a monte del conoide, fin sopra la S.S. 42; pertanto lo studio indica anche i fenomeni geologici che caratterizzano tale tratto, tra cui le aree interessate da instabilità delle coltri superficiali a maggiore probabilità di franamento (attive) e minore probabilità di franamento (quiescenti).

In corrispondenza delle frane superficiali, sia quelle non fedelmente cartografabili che delle aree a franosità superficiale diffusa, alle volte sono evidenti le zone delle nicchie di distacco attive, quiescenti e inattive, che delimitano e coronano il settore dove da dove si è innescato il movimento.

Analogamente alle frane superficiali sono stati rilevati anche i **crolli localizzati** (Fotografia 31a e 31b). Si tratta non di estese frane di crollo, ma di distacchi di singoli blocchi rocciosi, per i quali quindi la rappresentazione è solo puntuale e non areale. Sono stati cartografati in corrispondenza di alcuni affioramenti rocciosi sopra e ad ovest di Pezzo, dall'affioramento sopra la malga Palazzo, a monte della stradina in sponda sinistra del torrente Arcanello che da Case di Viso scende verso il Molino Maculotti, lungo la stradina a monte di Precasaglio e la stradina che dal tornante della strada del Tonale attraversa tutto il versante sinistro del Frigidolfo, dagli affioramenti sopra la stradina in sponda sinistra nella

piana del torrente Narcanello, dagli affioramenti lungo il versante sinistro di Valbione e lungo la stradina che da Valbione sale al Rifugio Corno d'Aola.

Sempre in merito agli sbancamenti sono state individuate anche le scarpate instabili, incise nei depositi generalmente di versante o glaciali e/o nel substrato roccioso, lungo le quali sono attivi fenomeni di degradazione che portano ad una progressiva erosione del detrito o alla frammentazione del materiale roccia, materiale che si stacca e si accumula al bordo strada. Lungo tali scarpate possono quindi verificarsi piccole franette e fenomeni di crollo con rotolamento di sassi. Si tratta in genere di scarpate originate da sbancamenti eseguiti per la realizzazione delle varie strade e stradine (strada del Tonale, stradina per il Rifugio Corno d'Aola, stradina lungo i versanti destro e sinistro del Frigidolfo tra Precasaglio e Zoanno) e anche da sbancamenti per realizzare le piste da sci (Tonale e Valbione).

Per quanto riguarda i fenomeni legati alle acque superficiali, che interferiscono negativamente con il territorio e gli elementi antropici, vi sono i **ruscellamenti concentrati e diffusi**. Si tratta di ambiti dove o per la presenza di sorgenti a monte o di zone di ristagno delle acque o per l'azione delle acque meteoriche, le acque stesse tendono poi a ruscellare liberamente lungo il pendio in maniera incontrollata, spesso senza recapito finale. In alcuni casi si hanno ruscellamenti anche in corrispondenza delle piane torrentizie dove a causa della poca pendenza il corso d'acqua non ha un solo un tracciato (piana del Torrente Frigidolfo a nord della loc. S. Apollonia e piana del Torrente Narcanello a monte e a valle dell'abitato di Val Sozzine). Tra le zone di ruscellamento più critiche si segnala quella a Ponte di Legno a monte di Via Dalegno che interessa un tratto di pendio per una lunghezza di circa 130 m e potrebbe interferire con alcuni edifici posti a valle (Fotografia 32). Sono presenti inoltre numerosi ruscellamenti alimentati da sorgenti libere lungo il versante a nord di Precasaglio che possono interferire con la strada comunale verso il Ponte dei Buoi e altri ruscellamenti che attraversano la S.S. n. 300 del Gavia tra il Ponte dei Buoi e S. Apollonia.

Sempre molto critico è il ruscellamento a Case Silizzi in Valle delle Messi dove il torrente della Valle Valvallè che scende dal pendio, in corrispondenza della piana presso l'area pic-nic esistente forma una curva a gomito e segue la strada sterrata prima di incanalarsi nello scarico che si immette nel torrente Frigidolfo. Nonostante gli operai del Parco dello Stelvio mantengano pulito il tracciato è molto facile che in caso di eventi alluvionali intensi l'acqua anziché deviare a 90° prosegua diritta allagandola zona pic-nic (Fotografia 33).

Anche di fronte a Case Silizzi vi è un ruscellamento esteso, ma non essendoci case o infrastrutture la cosa non crea problemi.

In loc. Case degli Orti sono numerose le tracce di ruscellamenti alimentate da sorgenti e ristagni, che lambiscono malghe, ruderi e una stradina sterrata.

In Valle di Viso i ruscellamenti principali si trovano a partire da Case dei Barc verso valle; essi solcano il pendio e proseguono lungo la strada sterrata in sponda sinistra del torrente Arcanello. Sempre a Case di Viso sono stati indicati anche i tracciati dei deflussi delle acque superficiali che attraversano con andamento irregolare la piana dell'Arcanello prima di immettersi nel corso d'acqua principale.

Altri ruscellamenti si hanno lungo il versante di fronte a Precasaglio e a Precasaglio stesso, sia all'inizio della frazione alimentati da sorgenti libere e che possono lambire alcuni edifici, che al termine del paese.

Numerose tracce di ruscellamenti d'acqua sono state rilevate lungo la stradina che sale a Valbione e nel pendio, ed anche lungole piste da sci.

Altri ruscellamenti incidono la base del versante sinistro del torrente Narcanello interferendo con la stradina sterrata che costeggia la sponda sinistra del corso d'acqua.

Infine diffusissimi ed estesissimi ruscellamenti di acqua incidono il versante destro dell'Ogliolo zona Tonale, a partire dalla Caserma dei Vigili del Fuoco risalendo fino a Case dei Poi e Case Scarsi ed entrambi i pendii al Tonale zona Malga Cadì (Fotografia 34) e zona Albergo Savoia-Funivia Paradiso. In questo settore la presenza di una enorme quantità di acqua che satura i terreni, si raccoglie in ruscelli che solcano il pendio scorrendo liberamente verso valle senza alvei ben definiti.

Dove l'acqua non è presente costantemente, ma agisce a seguito di fenomeni piovosi intensi erodendo ed incidendo il terreno (successivamente anche depositando materiale) si sono creati i **solchi di erosione**. I più evidenti sono stati rilevati lungo la stradina sterrata tra Vescasa Alta e Vescasa Bassa che ha creato dei tagli nella strada profondi alcuni decimetri, lungo il pendio di fronte a case Silizzi e lungo la stradina e l'alveo a Valbione a monte delle case.

Sempre connessi all'azione delle acque superficiali sono state riportate in carta le **aree allagabili dai torrenti Frigidolfo e Narcanello e quelle allagabili dal Fiume Oglio**.

Le aree allagabili lungo il torrente Frigidolfo e Narcanello derivano dallo "Studio per l'individuazione delle aree esondabili dei Torrenti Frigidolfo, Narcanello e del Fiume Oglio in Comune di Ponte di Legno" redatto dal Prof. Marco Mancini nell'ottobre 2001. In questo studio idraulico vennero delimitate aree di esondazione calcolate per eventi di piena con Tempo di Ritorno  $T_r = 50, 200$  e  $500$  anni. Nello studio vennero considerate come sezioni trasversali del corso d'acqua non solo la sezione arginata, ma anche la piana alluvionale tra il corso d'acqua e la linea isoipsa corrispondente al livello idrico per la portata di calcolo, con anche gli insediamenti abitativi che costituivano ostruzioni al moto della corrente. In base ai profili così determinati vennero individuate come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del piano campagna risultavano minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate. Nei calcoli il moto della corrente venne

considerato permanente (cioè sempre la stessa portata massima continua nel tempo), a favore della sicurezza, ottenendo quindi un'estensione delle aree allagate maggiore di quella che si sarebbe ottenuta impiegando il modello dinamico (che considera invece le perdite energetiche della corrente). Inoltre i calcoli considerarono anche il trasporto solido e quindi vennero ricalcolato il profilo di rigurgito in ipotesi di fondo fisso ed introducendo invece per le sezioni soggette a sovralluvionamento uno spessore di sedimenti che ne modificava la geometria e i relativi livelli idraulici della corrente. Sulla base di tutte queste premesse vennero quindi calcolate le portate al colmo di piena per tempi di ritorno di  $T=50,100,200$  e  $500$  anni, i corrispondenti livelli idrici di moto permanente e le aree potenzialmente allagabili risultanti dove i valori del livello idrico era maggiore delle sponde arginali.

I risultati di questo studio vennero recepiti nella Carta di fattibilità geologica a scala 1:2.000 dello Studio Geologico del territorio comunale dal Dott. Fasser nel marzo 2002. Tale studio geologico, unitamente allo studio idraulico, venne presentato alla Regione Lombardia per ottenere il parere di competenza.

La Regione Lombardia Direzione Generale Territorio ed Urbanistica con lettera protocollo n. Z1.2002.36093 del 7/8/2002 trasmise al Comune di Ponte di Legno il parere inerente lo studio geologico comunale che era composto anche dallo studio idraulico. La Regione considerò lo "studio idraulico realizzato per la definizione delle aree di esondazione esauriente presentando un grado di approfondimento in linea con quanto previsto dall'Allegato 3 della DGR n. 7/7365 del 11/12/2001".

I punti maggiormente critici individuati sono le sezioni idrauliche del torrente Frigidolfo e del torrente Narcanello in corrispondenza della loro confluenza nel centro del paese, dove si origina il Fiume Oglio (Fotografia 35), dove il rischio di esondazione è elevato esondando già la portata di  $Tr=50$  anni a partire da monte del Ponte di Via Carrettoni e coinvolgendo via XI Febbraio e Via IV Novembre, le sezioni del Frigidolfo in corrispondenza dei vecchi ponti stradali esistenti in zona Via Favallini a Zoanno e sotto Precasaglio (Fotografia 36). Anche tutta la piana in loc. S. Apollonia (che ha una funzione naturale di zona di espansione e laminazione delle acque – Fotografia 14c) è a rischio di allagamento a causa del restringimento del ponte sulla S.S. n. 300, in quanto le sezioni idriche sono insufficienti sia per la portata di  $50, 200$  e  $500$  anni. Le acque sormontando il ponte si riverserebbero sulla strada con ovvie capacità di trasporto di questa data la elevata pendenza che assume subito a valle del ponte.

Altre zone a rischio medio-basso (sezioni insufficienti per  $Tr=200$  e  $500$ ) si trovano lungo il Frigidolfo nell'ultimo tratto di Via C. Battisti, a monte e a valle del ponte di Via Trento (Fotografia 37), tra il Ponte Zuelli e Piazza XXVII Settembre (Fotografia 38a e 38b).

Per quanto riguarda il Narcanello alla data di stesura dello studio idraulico del Prof. Mancini (2001) erano in corso i lavori di realizzazione di un bacino di sedimentazione a monte dell'abitato in Val Sozzine (Magistrato per il Po, Lavori di riassetto idraulico e recupero

ambientale del Fiume Oglio ed affluenti Narcanello e Frigidolfo in comune di Ponte di Legno: Relazione Idrologica, Moteco ed al., 1992), e per i calcoli idraulici in questo settore venne considerato il bacino come funzionante. Lo studio di Mancini verificò che lungo il torrente Narcanello, fino alla confluenza nel Frigidolfo, le sponde del corso d'acqua erano sufficienti per contenere le portate di piena.

Nell'ottobre 2007 vennero terminati in Val Sozzine consistenti lavori di sistemazione idraulica da parte della ditta Plona Costruzioni S.r.l., con la formazione di una enorme briglia di trattenuta (Fotografia 39a) del materiale proveniente da monte e del relativo bacino di accumulo a tergo (Fotografia 39b), con formazione di soglie e scogliere spondali e di un ponte carrabile a valle. Anche se a seguito di tali lavori la morfologia dell'alveo venne modificata rispetto ai rilievi dello studio di Mancini (2001), le aree di esondazione non sono state cambiate nella cartografia del presente lavoro in quanto se già nello studio del 2001 il torrente Narcanello non esondava con i diversi Tempi di Ritorno, a maggior ragione avendo allargato la sezione di deflusso e realizzato la briglia selettiva a monte, le acque restano contenute all'interno dell'alveo. L'ottimo funzionamento di tali opere e la correttezza delle aree di esondazione è testimoniata dall'evento alluvionale verificatosi a fine agosto 2010 a seguito del quale la briglia ha trattenuto il materiale alluvionale (e anche alberi, tronchi – Fotografia 40a), evitando che arrivasse fino all'abitato di Ponte. Gli unici danni furono l'erosione delle sponde del Narcanello a monte della briglia (zona Val Sozzine-Albergo Tana dell'Orso) con rottura dell'acquedotto che passa nel rilevato in sponda destra del torrente (Fotografia 40b).

Per quanto riguarda le aree di esondazione lungo il Fiume Oglio riportate nella cartografia della presente Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT comunale, queste sono state tratte dal lavoro "Studio per la ridefinizione della pericolosità da esondazioni e dissesti morfologici nei comuni di Ponte di Legno, Temù, Vione e Incudine" redatto per conto dell'Unione dei Comuni dell'Alta Vallecamonica dallo studio Multiproject Engineering di Brescia (Dott. Ing. P. Bertoni e Dott. Arch. G. Setti) e dalle Geo.Te.C. di Darfo Boario Terme (Dott. G. Zaina) nel gennaio 2008-gennaio 2009. Questo studio riguarda un aggiornamento di un precedente studio eseguito dai medesimi professionisti nel 2001, dato che dal 2001 al 2008 l'AIPO eseguì sul Fiume Oglio alcuni lavori di sistemazione idraulica. Si rese pertanto necessario ridelimitare e rivedere alcune di queste aree a pericolosità di esondazione lungo il fiume. Lo studio ha preso in considerazione il Fiume Oglio a partire dal Ponte di Via Carrettoni essendo quello posto immediatamente a monte della confluenza Frigidolfo-Narcanello; la prima sezione topografica utilizzata nei calcoli idraulici è il Ponte di Via Salimmo e il tempo di ritorno utilizzato nei calcoli è stato  $T_r=200$  anni.

Le esondazioni del Fiume Oglio riportate nel presente lavoro sono state tratte da quest'ultimo lavoro (2008-2009) in quanto è più recente rispetto allo studio idraulico del Prof.

Mancini (2001) e soprattutto perché ha tenuto conto di opere ed interventi di sistemazione idraulica eseguiti sul corso d'acqua.

La Regione Lombardia Direzione Generale Territorio e Urbanistica inoltre con lettera protocollo n. 21.2009.0024398 del 2/12/2009 ha ritenuto conforme questo studio alle metodologie indicate nei criteri attuativi della legge regionale 11/3/2005 n. 12 (DGR 22/12/2005 n. 1566 e aggiornamento DGR 28/5/2008 n. 7374 in vigore in quel momento).

Con il presente lavoro sono state raccordate le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello tratte dallo studio del Prof. Mancini (2001) con quelle del Fiume Oglio tratte dallo studio Bertoni-Zaina (2008-2009) in corrispondenza del ponte di Via Salimmo. Quindi a monte del ponte sono state recepite le esondazioni calcolate nello studio Mancini del 2001 e a valle del ponte sono state recepite le esondazioni riportate nello studio Bertoni-Zaina del 2008-2009. Questo in quanto a monte del ponte dal 2001 ad oggi non sono state fatte opere idrauliche di sistemazione e quindi la situazione è rimasta invariata (le prime opere di sistemazione eseguite da AIPO e le sezioni idrauliche variate iniziano in loc. Poia) e lo studio del Prof. Mancini è più dettagliato e conservativo calcolando anche le esondazioni per  $Tr=50$  anni. A valle del ponte è stato utilizzato il lavoro più recente con il parere regionale più recente (2008-2009).

In sponda destra tra il ponte di Via Salimmo e il ponte di via Carrettoni lo studio di Mancini era leggermente meno cautelativo avendo un'area di esondazione calcolata per  $Tr=200$  anni leggermente più ristretta rispetto a quella indicata dello studio 2008-2009 (Bertoni-Zaina) che riporta un'allagamento per  $Tr=200$  anni a pericolosità media o moderata che arriva fino ad un muro in un prato vicino al corso d'acqua, mentre per lo studio di Mancini l'esondazione terminava una decina di metri prima. In sponda sinistra la linea di esondazione dello studio Mancini per  $Tr=200$  anni si aggancia perfettamente a quella dello studio Bertoni-Zaina al ponte di Via Salimmo.

Nonostante i due lavori siano stati eseguiti in tempi diversi, da professionisti diversi e con procedure diverse, i due lavori sono molto ben raccordabili tra loro.

A queste aree di esondazione sono state attribuite le seguenti classi di pericolosità (riportate poi nelle carte di Sintesi, dei Vincoli, della Fattibilità Geologica e del PAI):

- le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello calcolate per eventi di piena con  $Tr=50$  anni corrispondono alle aree a pericolosità molto elevata Ee del PAI;
- le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello calcolate per eventi di piena con  $Tr=200$  anni corrispondono alle aree a pericolosità elevata Eb del PAI;
- le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello calcolate per eventi di piena con  $Tr=500$  anni corrispondono alle aree a pericolosità media o moderata Em del PAI;

Le aree di esondazione del Fiume Oglio nel lavoro Bertoni-Zaina vennero già assegnate alle classi Ee, Eb, Em del PAI, trattandosi dello studio per la ridefinizione della pericolosità da esondazioni del Fiume Oglio.

La presenza di molte **opere di difesa idraulica** lungo i principali corsi d'acqua, soprattutto nel tratto che attraversa l'abitato di Ponte (quali muri, scogliere spondali, argini, gabbioni, briglie, soglie, ecc. Fotografia 41) riduce sicuramente la pericolosità di esondazione delle acque.

Sono state fatte opere di regimazione idraulica anche lungo corsi d'acqua minori come le palificate in legname lungo il torrente della valle Guasta per creargli un nuovo andamento all'interno del PL Sumanì e le palificate sempre in legname lungo il torrente Ferera a valle della S.S. n. 42 del Tonale.

Gli studi idraulici non hanno interessato tutte le aste idriche presenti nel comune di Ponte; pertanto dove sono state riconosciute sul terreno situazioni potenzialmente critiche connesse al deflusso delle acque superficiali (per la presenza di paleoalvei riattivabili, o di fenomeni di esondazione avvenuti in passato, o di alvei sovralluvionati, o di restringimenti delle sezioni di deflusso o di sponde basse o addirittura inesistenti, ecc.) sono state indicate come **aree allagabili individuate con criteri geomorfologici e/o interessate da fenomeni torrentizi**.

Queste aree coinvolgono ad esempio un tratto del torrente Frigidolfo verso nord, in prosecuzione della piana di S. Apollonia a monte dell'area pic-nic, tutta la piana del Frigidolfo dal suo sbocco a quota 1700 m s.l.m. fino a Case Pradazzo (Fotografia 42a e 42b), tutta la piana di Valbione (area golf) dallo sbocco del torrente Acquaseria a quota 1550 m s.l.m. fino alla zona del laghetto artificiale (Fotografia 43a e 43b) coinvolgendo anche alcune case, al Molino Maculotti lungo il torrente Arcanello (Fotografia 44), due aree disabitate in sponda destra e sinistra del torrente Ogliolo alla confluenza nel Narcanello e alcune altre poco estese. Trattandosi di ambiti allagati in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili per eventi con tempi di ritorno elevati (> 100 anni) e con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità degli edifici e delle infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche, sono state inserite nella classe 3b della carta di fattibilità geologica e nella classe Eb del PAI (pericolosità elevata).

Associati alle aree allagabili individuate con criteri geomorfologici vi sono i **punti di possibile tracimazione delle acque**, dove a causa di criticità della sezione del corso d'acqua (sponde basse, materiale in alveo, punti di debolezza, ecc.) le acque potrebbero fuoriuscire. I punti critici si trovano lungo il torrente Frigidolfo dove già lo studio idraulico del Prof. Mancini del 2001 evidenziava le aree di esondazione (zona Ponte dei Buoi, zona sotto Precasaglio al ponte dell'ex Molino oggi Ristorante lungo la statale – Fotografia 45, al Molino Maculotti (Fotografia 44) dove le sponde dell'Arcanello sono molto basse ed infine nella

piana di Valbione (Fotografia 43a e 43b) sia a monte, dove il Torrente Acquaseria entra nella piana senza più un un alveo con sponde alte ed incise e sia verso le case dove il torrente scorre all'incirca alla stessa quota della stradina adiacente (con la possibilità di seguire la strada anziché l'alveo).

Altri due punti di possibile tracimazione in corrispondenza di corsi d'acqua minori si trovano a sud di Case di Viso a causa dell'intersezione dei torrenti con la strada sterrata che scende in sponda sinistra dell'Arcanello, in Val Sozzine a causa del corso d'acqua che scende dalla Colonia dei Vigili del Fuoco che, non avendo un alveo ben definito nel tratto terminale, tende a spagliare, e infine al Tonale lungo il torrente della valle del Grifone nella piana a monte della nuova stazione della funivia (Fotografia 46).

Da non dimenticare anche i punti di possibile tracimazione lungo il torrente della Valle del Lares, il torrente Rovina e quello a monte del tornante della Val Sozzine che sono ricompresi nel fenomeno più complesso del trasporto in massa lungo i conoidi (descritti successivamente).

Legati sempre all'azione delle acque superficiali sono stati cartografati gli **alvei sovralluvionati**. Si tratta di porzioni di corsi d'acqua caratterizzati dalla presenza di una notevole quantità di materiale depositato formato da blocchi e ciottoli, che potrebbero essere presi in carico e trasportati a valle dalle acque.

Il più consistente si trova lungo il torrente Narcanello, a partire dalla confluenza del torrente Ogiolo fino alla zona tornante in Val Sozzine (Fotografia 47). In questo punto è stata realizzata nell'ottobre 2007 una enorme briglia di trattenuta con un bacino di accumulo a monte che ha la funzione di fermare il materiale che periodicamente viene trasportato lungo la valle.

L'altro corso d'acqua sovralluvionato si trova lungo il Torrente Acquaseria, a monte della piana di Valbione, dove una elevata quantità di materiale alluvionale è depositata in alveo (Fotografia 48).

Un altro tratto sovralluvionato, anche se di modesta entità, ma pericoloso essendo poco a monte della S.S. n. 42 del Tonale, si trova lungo il torrente Rovina. Qui la presenza di numerosissime franette lungo le sponde dovute alla forte capacità erosiva del corso d'acqua, causa l'accumulo in alveo di abbondante materiale detritico di pezzatura medio-grossolana il quale tende ad aggirare le briglie/soglie esistenti ed incanalarsi lungo la stradina sterrata in sponda destra con il pericolo di riversarsi poi direttamente sulla statale (Fotografia 49).

Altri limitati sovralluvionamenti interessano tre impluvi di fronte a Precasaglio e il Torrente Frigidolfo quando arriva nella piana a monte del tornante della S.S. n. 300 del Gavia a causa della riduzione della pendenza del corso d'acqua.

Numerose e variamente sparse nel territorio comunale sono le **zone di ristagno delle acque**. Si tratta di zone per lo più subpianeggianti o poco inclinate dove le acque superficiali provenienti dai versanti defluiscono con difficoltà per la riduzione della pendenza oppure

quelle sotterranee affiorano, e poi ristagnano; i terreni risultano saturi d'acqua e ciò comporta uno scadimento delle caratteristiche geotecniche degli stessi. Le zone maggiormente estese si trovano al Tonale nella fascia medio-bassa di entrambi i versanti adiacenti alla statale (Fotografia 50-51), in località Vescasa Alta, nella piana di Valbione in prossimità dei laghetti alimentati da sorgenti (Fotografia 52) e lungo una depressione a sud del Molino Maculotti. Inoltre in corrispondenza del Rio Asponazza al confine con Temù a monte della strada Via Dalegno è presente una sorgente che in parte disperde le acque lungo il pendio sottostante creando una zona di ristagno ed in parte è drenata con delle tubazioni che convogliano le acque nella fognatura in via Belvedere. Analogamente, a monte di Via Dalegno-Via Brichetti nella zona delle Suore Canossiane, emerge dell'acqua da una conca e crea una vasta zona di ristagno (Fotografia 32); l'acqua poi scorrendo verso valle dà origine al Rio Balza che in corrispondenza dell'abitato si intuba e scarica in fognatura vicino alla santella all'incrocio Via Dalegno-Via Brichetti-Via Belvedere-Via Marconi-Via Bulferi.

Un'altra vasta zona di ristagno si trova in località Zoanno, a nord della frazione, per la presenza di una sorgente che poi alimenta un ruscelletto il quale inizialmente scorre a cielo aperto e poi, a monte di Via Bonicelli, è intubato per andare a scaricare nella fontana vicino alla chiesa di Via S. Giovanni.

Un centinaio circa sono le **sorgenti** presenti nel territorio comunale, per lo più non captate, concentrate nella fascia medio-bassa di tutti i versanti all'interno dei depositi sciolti, sia nella Valle delle Messi, nella Valle di Viso, nella valle del Frigidolfo, del Narcanello e al Tonale.

Si riporta di seguito l'elenco aggiornato al dicembre 2013 delle sorgenti e delle prese da corso d'acqua superficiale, per la captazione di acqua destinata al consumo umano erogata a terzi mediante impianto di acquedotto, che riveste carattere di pubblico interesse.

Per le sorgenti e i pozzi sono state compilate le relative schede tecniche descrittive (Allegati da 2a a 2p).

Sorgenti che alimentano l'acquedotto comunale di Ponte di Legno o di pubblico interesse:

Nr.	Località	Quota m s.l.m.	Note
1	Palazzo	1770 m	1 bottino di presa versante dx impluvio Case Silizzi
2	Case da Giuoco	1640 m	1 bottino di presa
3	Arcanello - Valle di Viso	1840 m	4 prese zona alveo torrente Arcanello
4	Valle di Viso	1787 e 1798 m	2 prese versante sx Valle di Viso
5	Vescasa Bassa	1587 e 1648 m	1 presa in alveo e 1 in sponda sx Valle Guasta (tubo rotto)

6	Valle del Larice o Lares	2200 e 2160 m	4 prese, 2 lungo il ramo sx e 2 lungo il ramo dx della Valle del Lares
7	Valle Vallazza	2125 e 2130 m	2 prese, 1 in sponda destra e 1 in zona alveo Valle Vallazza
8	Pra de l'Ort o Plaz de l'Ort	Tra 1745 e 1755 m	Campo sorgenti con 4 bottini di presa e relativi manufatti di sbarramento e raccolta, in sponda dx torrente Narcanello
9	Pra de l'Ort o Plaz de l'Ort	Tra 1745 e 1760 m tra 1855 e 1885 m Tar 1925 e 1935 m	3 + 3 + 3 drenaggi suborizzontali lunghezza variabile 10-40 m in sponda dx T. Narcanello
10	Cà de Poi	1715 m	Presa da corso d'acqua superficiale alveo a ovest del Torrente Ogliolo
11	Corno d'Aola	2030 m	Valbione loc. Baia Pozzuolo. La sorgente alimenta il Rifugio Corno d'Aola per uso pubblico
12	Valbione	1560 e 1595 m	2 captazioni che alimentano il Rifugio Ristorante Valbione e alcune case sparse

Sono riportate in elenco anche le sorgenti che pur non essendo allacciate all'acquedotto comunale, sono captate per scopo potabile ad uso pubblico, alimentando due rifugi (Corno D'Aola e Valbione).

Per le sorgenti di Pra de l'Ort la particolarità è che le acque sono captate, raccolte e inviate per alimentare una centralina idroelettrica della società idroelettrica Pra de l'Ort S.r.l., situata in Val Sozzine. Le acque di scarico dell'impianto idroelettrico sono immesse poi nella rete dell'acquedotto. Queste sorgenti sono state denunciate presso la Provincia di Brescia (faldone 1560 ID Pratica 0114271992).

Le sorgenti della valle del Lares, della Valle Vallazza, di Pra de l'Ort, di Case di Viso, di Case da Giuoco e di Vescasa Bassa hanno una regolare autorizzazione provvisoria al proseguimento delle utilizzazioni in atto, in pendenza del relativo procedimento istruttorio di concessione in sanatoria, ottenuta con Decreto del Direttore generale n. 25798 del 23/12/2002 (sanatoria di piccole derivazioni).

Oltre alle sorgenti anche due pozzi alimentano l'acquedotto comunale. Di seguito l'elenco:

Nr.	Località	Quota m s.l.m.	Note
13	Val Sozzine	1340 m	In prossimità dell'alveo in sponda sx torrente Narcanello
14	Passo del	1875 m	Ex Società Paradiso

	Tonale		
--	--------	--	--

Il pozzo della ex Società Paradiso venne ceduto al comune perché di poco interesse per la società emungendo solo 4 l/s. Il pozzo è del 1995, ha una profondità di 45 m, con diametro della colonna 110 mm (4"), il livello statico era a 20 m dal p.c. alla data della perforazione e l'impianto di emungimento è costituito da una elettropompa sommersa ad asse verticale (KSB UPA 150S-12/6) installata a circa 20 m dal p.c. I dati sono stati tratti dalla relazione tecnica allegata all'istanza di concessione trentennale per l'uso delle acque depositata in Provincia di Brescia (faldone 6795 ID Pratica 01111512000). Il pozzo posto sul mappale n. 26 Foglio 68 ha una regolare concessione per il prelievo di acqua (Decreto Direttore Generale n. 24546 del 5 dicembre 2002) di durata 30 anni dalla data del decreto (scadenza 2032).

Per il pozzo in Val Sozzine (mappale n. 127 Foglio 65) è stata rilasciata una regolare autorizzazione allo scavo da parte della Provincia di Brescia (Provvedimento n. 452 del 13/02/2007); mancherebbe invece ancora il decreto finale di concessione per il prelievo delle acque.

In loc. S. Apollonia infine sono presenti 1 pozzo e una sorgente, entrambi di acqua ferruginosa. Si trovano a quota circa 1585 m, nella piana in sponda sinistra del Torrente Frigidolfo di fronte all'Albergo Pietra Rossa. Il pozzo è inattivo e venne perforato circa negli anni 2003-2004 e raggiunse una profondità di 80 m.

La fonte minerale si trova all'interno di un manufatto in legno ed è molto antica (Fotografia 53). Di essa tanto si è parlato e scritto (v. libro "La fonte e lo stabilimento di S. Apollonia" di Mario Berruti, 2009). La sorgente venne sepolta dalla frana (debris-flow) del 1784 (v. paragrafo relativo alle frane) che creò uno sbarramento e la formazione di un lago a tergo. Solo a seguito del prosciugamento del lago nel 1857 la fonte venne nuovamente alla luce. Negli anni successivi vi furono una serie infinita di acquisizioni della concessione, passaggi di proprietà, tentativi (sempre falliti) di sfruttamento, sviluppo e rilancio della fonte, non solo a fini terapeutici, ma anche per la produzione di acqua minerale. Venne costruito anche lo stabilimento per ospitare turisti e villeggianti. Alla fine comunque lo sfruttamento non decollò mai.

Molte altre sorgenti (una decina) sono captate da privati spesso per alimentare cascine, malghe per usi vari. E numerose altre (circa 70) emergono in superficie e non essendo captate si disperdono liberamente.

Sono stati rilevati anche **lesioni ad edifici e manufatti vari** oltre che **cedimenti e crepe lungo i tratti stradali**. A partire dalla Valle delle Messi i più evidenti e concentrati sono in prossimità della Loc. Case da Giuoco dove alcuni pali del telefono che costeggiano la stradina sterrata sono inclinati (Fotografia 171) e alcuni edifici a monte e a valle della

stradina hanno crepe evidenti (Fotografie 17 h-i). Si tratta di lesioni connesse alla DGPV che coinvolge tutto il versante a nord di Pezzo i cui lenti movimenti profondi si riflettono sui questi manufatti che si trovano nella parte distale del dissesto. E' molto probabile che anche il cedimento della sede stradale per Pezzo, in prossimità del campo da calcio, siano connessi alla DGPV, così come i cedimenti e le crepe della strada in prossimità del 4° e 6° tornante lungo la strada del Gavia siano un richiamo della DGPV.

Sempre a Pezzo, a causa di movimenti superficiali connessi ai lenti movimenti profondi della DGPV, si sono verificati nel recente passato lesioni a fabbricati e strade. In particolare nel settembre 1977 si verificò un movimento superficiale del versante di dimensioni circa 30 m x 100 m, che coinvolse tre strade (Via Viso, Via S. Apollonia e Via Berni) e tre fabbricati disposti lungo la linea di massima pendenza del versante. La causa scatenate il dissesto venne attribuita all'innalzamento del livello della falda che provocò lo sprofondamento dell'edificio più a valle (via Berni), con conseguente indebolimento del piede della scarpata sovrastante e quindi l'innescò di smottamenti superficiali di richiamo a monte. Il programma di intervento proposto si concentrò nella parte più a valle del versante con l'esecuzione di due serie drenaggi profondi: la prima a valle di Via Berni con 6 dreni radiali lunghi al massimo 30 m e la seconda in via Berni con 4-6 dreni radiali lunghi fino a 20 m. Oltre ai dreni vennero realizzati lungo via Viso e Via Berni dei micropali per una lunghezza di circa 17 m allo scopo di sostenere le strade strade affinché i carichi transitanti non gravassero direttamente sul pendio e sulle case.

Successivamente, nell'agosto 2001, i proprietari dell'edificio sito in Via Apollonia ai numeri civici 14, 16, 18 e 20 (quello più in alto già coinvolto nel dissesto del 1977) segnalano all'Amministrazione Comunale la formazione di crepe in diversi punti del fabbricato e difficoltà nell'apertura e chiusura di alcuni serramenti. La causa del movimento fu ricondotta anche in questo caso all'aumento e alla protrazione nel tempo della circolazione d'acqua nei depositi di versante, conseguente al periodo di piogge eccezionali avvenuto nell'autunno 2000. A sostegno del piede del versante a monte della casa lesionata e per evitare che i carichi pesanti dovuti al transito stradale gravassero sulla casa stessa vennero prolungati i micropali già esistenti per circa 10 m verso est e verso ovest, con il rifacimento del muro di sottoscarpa.

Numerose crepe sono state rilevate lungo la S.S. n. 300 del Gavia nel tratto con i tornanti tra il Ponte dei Buoi e Pezzo e anche numerose lesioni al muretto in pietra che costeggia la stradina sterrata tra Pezzo e il Molino Maculotti.

Alcuni cedimenti evidenti interessano la banchina di valle della strada per Case di Viso (Fotografia 54a) e crepe nei muri di controripa.

A Precasaglio, in corrispondenza della sommità della scarpata ad elevata acclività su cui è impostata la frazione, sono evidenti alcune crepe sulla sede stradale (Fotografia 54b), su un edificio e ad un muretto. Recentemente (Novembre 2012) è crollato il muro di

sostegno della strada sotto la chiesa di Precasaglio, causando il franamento di parte del piccolo e antico cimitero adiacente. Il muro poi è stato ricostruito.

Alcune crepe e cedimenti sono presenti anche lungo le strade di Zoanno e alcuni altri molto limitati lungo la strada al Tonale e in Valle del Lares.

Infine in Loc. Vescasa Alta vi sono alcune cascine con delle crepe nei muri in pietra (Fotografia 15c); trattandosi di cascine appena ristrutturata poste all'interno del corpo della DGPV di Vescasa, si tratta di lesioni connesse al lento movimento profondo del versante, similmente a quel che avviene a Case da Giuoco, e i cui effetti "a spot" si osservano in superficie soprattutto in corrispondenza degli elementi rigidi.

Infine come **opere di sistemazione e consolidamento dei versanti e opere di bonifica a difesa di edifici** sono state cartografate le barriere paramassi, le terre rinforzate, le berlinesi, le palificate in legno, le reti metalliche in aderenza e le opere paravalanghe.

Lungo il tratto di S.S. n. 300 del Gavia, dove la strada passa in una strettoia della valle poco prima di S. Apollonia, è presente una lunga barriera paramassi che venne realizzata a difesa della strada da eventuali crolli di massi da monte.

Alcune palificate in legno si trovano lungo il pendio sotto Case Pirlì verso la Valle di Viso, barriere paramassi, terre rinforzate e consolidamenti vari si trovano a tergo di edifici a Pezzo, a Precasaglio, a Zoanno, realizzati a seguito degli sbancamenti eseguiti a monte, per sostenere il versante e a difesa degli edifici (Fotografia 55a-b).

A Ponte di Legno è stata rifatta la sponda sinistra del Torrente Frigidolfo con terre armate molto alte (circa 20 m) creando un parcheggio in sommità (Fotografia 55c).

Spesso le scarpate di monte e di valle delle piste da sci sono consolidate con palificate in legno, terre armate e reti in aderenza (a Valbione, piste del Tonale, pista che dalla Val Sozzine sale al Tonale – Fotografia 55d), a seguito dei tagli lungo il versante e per sostenere il materiale sbancato.

Per quanto riguarda le reti in aderenza queste sono frequenti lungo le scarpate stradali di monte per evitare crolli di piccoli massi sulla strada. In particolare si trovano lungo la statale n. 42 che sale al Tonale, lungo la stradina sterrata/pista Val Sozzine-Tonale e lungo la statale n. 300 del Gavia (Fotografia 55e)

Infine sono state cartografate anche le opere paravalanghe: un muro si trova lungo il lato sinistro della Valle Aperta a Precasaglio (Fotografia 55f), un paravalanghe in metallo si trova lungo la S.S. n. 42 del Tonale sotto la Loc. Vescasa realizzato a seguito di una valanga che causò danni nel 1979 e che arrivò fino alla S.S. del Tonale oltrepassandola, paravalanghe in metallo si trovano lungo il versante destro a difesa della seggiovia vicino al tornante stradale di Case Sparse. Infine a tergo dell'edificio di partenza della Funivia Paradiso, tra quota 1920 e 1950 m s.l.m., vi sono opere passive di rallentamento formate da piramidi di sassi (Fotografia 29), realizzate a seguito di una valanga che il 22/12/1979 raggiunse il fabbricato, danneggiandolo, e provocando la morte di una persona.

### 3.3 MAPPA STORICA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Data l'assoluta importanza dei fenomeni geologici che condizionano lo sviluppo del territorio comunale di Ponte di Legno si è voluto riportare anche nella presente relazione l'elenco dei dissesti che interessarono in passato il territorio comunale e che vennero già elencati nella relazione dello studio geologico a supporto del PRG del novembre 1999.

Dai documenti storici possono essere ricavati importantissimi elementi di valutazione ed indicazioni che, integrati con i "dati geologici di rilevamento" litologici, strutturali e morfologici, permettono l'individuazione delle zone soggette a rischio idrogeologico. I dati forniti dalla ricerca storica, infatti, rappresentano un precedente utile al riconoscimento della tipologia e, entro certi limiti, dell'entità e della distribuzione territoriale della pericolosità.

E' solo dalla metà circa del secolo XVIII che iniziano ad essere annotate, ad opera di alcuni Autori, vicende meteorologiche e relativi effetti in termini sufficientemente sistematici; tuttavia è possibile osservare accenni anche in documenti riferiti ad epoche precedenti.

I dati riportati di seguito sono stati tratti dal testo di G. Berruti "Levandosi fiumi sopra le rive" – Ed. Grafo (1998).

*Secolo XVI*

**1520 fine agosto**

*Inondazioni diffuse ed eventi franosi, dopo insistenti piogge, interessano pressoché l'intera Valle Camonica. A Pontedilegno è gravemente lesionata la strada principale che collega la località con il resto della Valle.*

*Secolo XVII*

**1614 25 ottobre**

*Inondazioni estese e frane diffuse con effetti in taluni casi molto pesanti caratterizzano tutti i comuni della Valle.*

*Secolo XVIII*

**1738 dal 18 ottobre ai primi di novembre**

*Tutte e tre le principali Valli bresciane vengono contemporaneamente investite da una serie di inondazioni che si susseguono per circa quindici giorni. In alta Vallecamonica i comuni colpiti sono Vezza d'Oglio, Vione, Temù e Pontedilegno.*

**1739 5-6 dicembre**

*Il fiume Oglio inonda partendo da Pontedilegno il territorio di molti Comuni. Sono soprattutto le strade e i ponti ad essere lesionati ma non mancano i campi coperti da coltri di ghiaia.*

**1757 30-31 agosto**

*Si registrano effetti devastanti: "rovinati 30 campi, prati, pascoli e boschi . I ponti totalmente distrutti sono 4 mentre altri 2 risultano gravemente lesionati. Sotto la chiesa di Precasaglio il terreno non regge e si apre una notevole frana. Viene cancellato l'argine di un mulino nella frazione di Poia."*

**1784 17 giugno località Sant'Apollonia**

*La zona meridionale dell'estesa piana alluvionale di Sant'Apollonia viene interessata da un vasto movimento franoso di scoscendimento che coinvolge gran parte del versante orientale della cima Bleis di Somalbosco.*

*L'effetto più rilevante della frana fu l'interruzione del corso del torrente Frigidolfo che scorre lungo la valle delle Messi e la conseguente formazione di un lago temporaneo.*

.....  
*L'evento presenta un preciso motivo di interesse se si tiene conto che esattamente nella medesima zona la notte del 25 Luglio 1992 si ripeté lo stesso fenomeno con le medesime conseguenze, salvo che l'interruzione del corso del torrente Frigidolfo venne tempestivamente evitata dall'azione delle ruspe.*

*La zona origine della frana è tuttora riconoscibile a NE della cima Bleis di Somalbosco, ove affiorano i litotipi della Formazione di cima Rovaia (prevalentemente micascisti a due miche). I massi, i detriti e il fango sono stati convogliati – nel 1992 - lungo tre distinti canali di erosione che si uniscono in un unico canalone a SW della Baita di Somalbosco a quota 2050 m circa.*

*Nella fascia basale del versante in questione (ove tra l'altro è collocata la nota fonte di acqua ferruginosa di S. Apollonia, il cui edificio originario venne appunto distrutto dalla frana del 1784) si riconoscono coni di deiezione antichi stabilizzati. La frana della fone del sec. XVIII può quindi collocarsi tra i movimenti di versante a carattere "quiescente.*

Notizie storiche su fenomeni alluvionali e movimenti gravitativi: studio eseguito dalla Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale (A. Belloni, N. Padovan, N. Lovere, F. Novello, M. Presbitero) e dall' I.R.P.I. C.N.R. – Torino (F. Luino).

**1882 (autunno)**

*Archivio Ministero LL.PP., s. d.:*

*Richiesta di sovvenzione al Ministero a causa dei danni a strade e ponti provocati dalla piena dell'Oglio.*

*[1 145126]*

**1929 (3 gennaio d.d.)**

*Archivio Comunale di Ponte di Legno*

*3 gennaio 1929*

*Lettera inviata dal Podestà ad una speciale Commissione per la sistemazione degli argini del fiume Oglio, nella quale si legge che "Già da diversi anni, in seguito a riempimento del suo letto dovuto al continuo ed incessante trasporto di detriti, il torrente Narcanello durante la stagione delle piene rigurgita dal suo letto naturale e invade la piana coltivata a prateria, denominata Cida. I danni che continuamente ne derivano sono ingenti, tanto più che data la struttura dell'alveo, durante le piene, il fiume a regime torrentizio travolge ponti, argini e opere di difesa. Un maggior danno ne subisce una vasta località già adibita a vivaio ... Si pensi che per parecchi tratti gli argini di tale fiume, in tempo di massima magra, sopraelevano dal pelo dell'acqua appena di pochi centimetri è facile comprendere quale sia l'imponenza del rigurgito delle acque durante le piene".*

*[1 145135]*

**1935 (3-5 ottobre)**

*Archivio Comunale di Ponte di Legno*

*14 novembre 1935*

*Opere danneggiate o distrutte dall'alluvione del T. Narcanello e Figidolfo.*

*[1 145125]*

**1936** (29 maggio)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

29 maggio 1936

*Lettera del Podestà nella quale si legge che "... il T. Narcanello tutti gli anni in occasione di abbondanti piogge straripa arrecando gravi danni alla campagna, ai manufatti esistenti sul torrente stesso, allagando parte dell'abitato (Via Bixio) e quando le piene sono di una certa entità minaccia seriamente anche il gruppo di case site alla confluenza con il torrente Frigidolfo. Soluzione radicale e nel contempo economica in quanto, verrebbero evitati ulteriori danni e spese per riparazioni, sarebbe quella di provvedere alla sistemazione del bacino del torrente suddetto".*

[1 145/37]

**1939** (9-13 luglio)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

14 luglio 1939

*Lettera del Podestà in cui si comunicava che "le piogge torrenziali dei giorni 9-13 c.m. hanno causato danni vari (ostruzione di un tombino, di un tratto di strada, franamento di un tratto di muro e vari altri danni) alla strada ex militare svolta Sozzé-Bivio-Maculotti, in modo da interromperne la viabilità".*

[1 1451381]

**1940** (agosto)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

14 agosto 1940

*Comunicazione del Podestà alla Prefettura di Brescia nella quale segnalò che "in seguito ai violenti nubifragi dei giorni scorsi il torrente Narcanello si è talmente ingrossato che uscito dal suo alveo ha gravemente minacciato due case del Capoluogo in vicinanza della confluenza con il Frigidolfo. L'alveo è stato talmente eroso e le sponde danneggiate che una nuova piena non potrebbe essere contenuta..."*

[1 145/39]

**1940** (settembre)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

6 settembre 1940

*Lettera del Prefetto al Podestà di Ponte di Legno nella quale si sottolineò che il Fiume Oglio era classificato come da sistemare a cura e spese dello Stato con R.D. 31 ottobre 1929 n. 9122 per l'articolo 39 del R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267. Si segnalò altresì che "le due case danneggiate durante l'evento dell'agosto 1940 erano state costruite proprio sulla sponda, anzi con fondamenta d'acqua, che ad ogni più piccolo aumento di portata sono investite per urto e per allagamento. Detti privati che scientemente hanno male costruito non possono che imputare a sé stessi la condizione in cui vengono a trovarsi ad ogni piena e quindi devono essi provvedere a difendersi dal pericolo in cui si sono messi, tanto più che sono di loro pertinenza certe opere, destinate ad antiche derivazioni, ora non più utilizzate, che con i loro resti costituiscono dei veri repellenti, causa di danni dall'una e dall'altra sponda, a causa di restringimento d'alveo. Nel tratto in parola inoltre sono necessarie opere di allargamento, di rettifica e di difesa di sponda con robuste murature..."*

[1 145/40]

**1942** (27 settembre)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

10 novembre 1942

*Piena inaudita del T. Narcanello: danni a briglie arginature, strade*

[1 145/24]

**1947** (7 novembre, d.d.)

Archivio del Genio Civile di Brescia

7 novembre 1947

Lavori di manutenzione alle opere idrauliche del Fiume Oglio. In loc. Sozzé, un vecchio muro di sponda ed una antica briglia ivi esistente (ed intestata a sinistra nel detto muro), ambedue in struttura mista di legname e pietrame a secco, erano in disastrose condizioni di stabilità, cioè pendenti verso valle da 60 cm a 1 m, sull'altezza di 1,5 m la seconda, e 1,7 m il primo (continua).

[1 14515]

**1948** (4 settembre)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

24 ottobre 1948

In seguito a prolungate precipitazioni si produsse una piena di grande violenza in Vai Sozzine. Le acque del T. Narcanello, trasportando grandi volumi di materiale solido, "oltre a moltissimi e gravi danni ai boschi comunali e alle proprietà private, provocarono il crollo e l'asportazione e/o danni a ponti, ponticelli, tratti di strada, briglie, arginature. Il disalveamento coinvolse alcune abitazioni che furono urgentemente evacuate". [1145/41]

**1949**

Archivio del Genio Civile di Brescia

2 marzo 1949

Le piogge torrenziali dei primi giorni di settembre 1948 hanno provocato gravi danni lungo il T. Narcanello in Vai Sozzine. Tale corso d'acqua, ingrossato oltre misura, provocava il crollo di briglie, arginature e ponticelli, lesionando gravemente la spalla del ponte in c.a. in loc. Cida e danneggiando alcune case private alla periferia dell'abitato nella parte inferiore di Via IV Novembre. Lungo le strade comunali del Gas, dei Bagotti di Ronco-Confetteria e di Cida vennero demoliti i muri di sostegno in vari tratti interrompendo il transito.

[1 14517]

**1949**

Archivio del Genio Civile di Brescia

24 marzo 1949

Richiesta di sovvenzione per lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria alle opere idrauliche lungo l'Oglio, in base al R.D. 9122 del 31/10/1929 e alla L. 3267 del 30/11/1933, che avevano classificato suddetto fiume fra quelli da sistemare e mantenere a cura e spese dello Stato.

[1 145/12]

**1950**

Archivio Provveditorato Regionale alle OO.PP. Per la Lombardia

10 gennaio 1950

Sussidio di £. 6.587.000 (Pari al 50% della spesa occorrente) per lavori di riparazione e ripristino pile, spalle ed arginature lungo il T. Narcanello, in Vai Sozzine, in dipendenza delle alluvioni del 1948".

[1 14516]

**1951** (31 agosto)

Archivio Comunale di Ponte di Legno

15 novembre 1951

"Le piogge torrenziali del 31 agosto hanno aumentato la portata in modo tale da provocare prima il crollo della diga di sbarramento in pietrame e tronchi di legname a quota 1.700 m e poi quello delle briglie a secco lungo il corso d'acqua. Le acque hanno invaso la sede stradale comunale denominata "La Balza", ingombrandola con materiale alluvionale, investendo parzialmente anche alcune abitazioni situate ai piedi del pendio".

[1 14519]

### **1951**

Archivio Comunale di Ponte di Legno

28 novembre 1951

*In località Balza le intense precipitazioni della fine di agosto provocarono, una piena che danneggiò strade e fognature e sfiorò alcune abitazioni.*

[1 145/42]

### **1952**

Archivio del Genio Civile di Brescia

26 aprile 1952

*Il Torrente La Balza, sovrastante la parte sud-occidentale del concentrico, ingrossatosi eccezionalmente provocò l'asportazione di parte di una grande briglia in struttura mista (pietrame e legname) posta a monte del corso d'acqua, il ribaltamento di 10 briglie in muratura, trasportando a valle ingente quantità di materiale che parte si riversò sulla sede stradale e parte investì alcune abitazioni situate ai piedi del pendio. Fu chiesto il contributo da parte dello Stato a norma e sensi della L. 293 del 30 giugno 1904 (vedere quale è).*

[1 14518]

### **1954**

Archivio Comunale di Ponte di Legno

21 agosto 1954

*Relazione illustrativa del progetto di sistemazione montana del T. Narcanello in applicazione della L. 29 aprile 1949. In essa si sottolineava che "il letto del torrente e dei suoi piccoli affluenti è in completo dissesto e ciò a causa della forte pendenza e del luogo da cui il torrente trae la sua origine, costituito da morene glaciali e detrito di falda. Il trasporto solido, costituito da elementi litoidi anche molto voluminosi, ha sovente deviato il corso naturale del torrente, generando nel tempo un fondovalle solcato da vari letti occasionali che hanno invaso boschi e prati, arrecando loro gravi danni.*

[1 145/43]

### **1960 (17-18 settembre)**

Archivio Comunale di Ponte di Legno

17 settembre 1960

*telegramma inviato dal sindaco alla Prefettura di Brescia nel quale si segnalò che le "Comunicazioni erano interrotte; nel capoluogo erano crollate le case e le arginature in fregio al torrente; in frazione di Sozzíne la zona era allagata, le arginature e i ponti crollati".*

[1 145147]

### **1960**

Archivio Comunale di Ponte di Legno

settembre 1960

*"La notte del 17 settembre, dopo copiose ed intense precipitazioni atmosferiche durate ininterrottamente per tre giorni, abbattutesi su terreni già saturi di acqua caduta nella piovosa e fredda estate o in quota ancora ricoperti da abbondante neve invernale non ancora sciolta, si generò una piena di violenza inaudita, per cui il torrente, dopo aver fatto crollare e gravemente danneggiato briglie, arginature, tratti di strada, ponticelli e lesionato anche due ponti in cemento armato, disalveò inondando la piana immediatamente contigua all'autoparcheggio e autostazione comunale, facendo crollare un fabbricato di quattro piani in fase di ultimazione, ponendo in pericolo di crollo altre case poste alla periferia del Capoluogo, in Via IV Novembre e Via XI Febbraio.*

[1 145/50]

**1960**

Archivio Comunale di Ponte di Legno

20 settembre 1960

Fonogramma inviato all'ufficio del Genio Civile di Brescia nel quale si segnalò che erano crollati vari tratti di arginature del fiume Oglio e del T. Narcanello. Erosioni spondali in diversi punti del suddetto torrente e minaccia per alcuni fabbricati che erano stati cautelativamente sgomberati. Danni notevoli alla strada di Vai Sozzine ed a quella ex militare di Pegrà. Danni alle opere pubbliche per circa 80-100 milioni.

[1 145/48]

**1960**

Archivio Comunale di Ponte di Legno

20 settembre 1960

Elenco dei danni causati dall'alluvione:

- Distruzione di 20 m circa di arginatura in sponda destra del Fiume Oglio, sotto l'albergo Alpi.

- Sottoscalzamento per 50 m circa dell'argine in sponda destra del F. Oglio, fra gli alberghi Garden e Alpi.

- Esportazione di quattro metri dell'argine di fondazione dell'albergo Garden, ove è stato consigliato lo sgombero dell'ala prospiciente il fiume.

- Erosione per una lunghezza di tre metri delle gabbionate poste al di sotto delle scuole.

- Cedimento e esportazione di 25 m d'argine in sponda sinistra T. Narcanello, nel tratto di Via XI Febbraio (di fronte all'imbocco di Via F.lli Calvi).

- Erosione in sponda destra Narcanello, presso le abitazioni poste fra Via IV Novembre, il torrente e il nuovo ponte della strada Vai Sozzine.

- Distruzione delle arginature in sponda sinistra Narcanello presso l'abitazione del Sig. Lorati, la cabina S.E.B., sino alla spalla del nuovo ponte della strada di Vai Sozzine.

- Erosione in sponda sinistra Narcanello presso l'Autoparcheggio "Cida" e Via XI Febbraio.

- Crollo del ponte sul Narcanello, all'altezza del trampolino gigante e esportazione di 25 m della nuova strada di Vai Sozzine.

- Danni per circa 500 m strada loc. case Sgaria.

[1 145/49]

**1963**

Archivio del Genio Civile di Brescia

20 febbraio 1963

Un fabbricato fu distrutto dalla piena del T. Narcanello.

[1 145141]

Archivio Comunale di Ponte di Legno

"L'impeto dell'acqua, ristretta in alvei tortuosi ed a forte pendenza provocò negli alvei stessi l'asportazione di tratti di muro, il franamento di scarpate naturali e l'aggiramento di opere di attraversamento, il crollo di ponticelli e lesionamento delle relative spalle di sostegno. L'onda di piena che si è riversata in parte sulla rete stradale ha determinato il crollo di parecchi muri di sostegno e di controripa, asportando tratti di massicciata stradale e trasformando le strade in alvei torrentizi".

[1 145154]

**1964**

Archivio del Genio Civile di Brescia

27 aprile 1964

In base alla L. 3 del 31/11/1963, il Comune richiese l'intervento del Ministero LL.PP. per la "ristrutturazione delle strade: a) Case Ferrari-Zoanno-Precasaglio-Ponte dei Buoi; b) per

*Villa d'Allegno nel tratto di Via Bulferi; c) di Vai Sozzine-Trampolino-Autoparcheggio". Progetto approvato per un importo totale di £. 19.930.000.*

[1145/10]

**1966**

Archivio del Genio Civile di Brescia

8 ottobre 1966

*Notevoli danni alle strade, fognature e ponti nel territorio comunale.*

[1 14513 e 1 14511 1]

**1966 (4 novembre)**

Archivio del Genio Civile di Brescia

15 maggio 1967

*Un albergo situato a Pezzo, frazione di Ponte di Legno, fu danneggiato da una frana. (continua..).*

[1 14512]

**1967 (4 aprile)**

Archivio del Genio Civile di Brescia - Verbale seduta

4 aprile 1967

*"... è stata effettuata un'ispezione in loco per valutare la situazione del torrente Oglio Narcanello con particolare riferimento alla Valsozzine. Da un attento esame dei luoghi si è constatata la possibilità di un serio e grave pericolo di alluvione della zona in cui sono sorte varie costruzioni, permane in conseguenza del grande fenomeno morenico dovuto all'ablazione glaciale per il quale centinaia di migliaia di metri cubi di materiale, per lo più costituito da detriti fluvioglaciali, formano un conoide la cui attività si è manifestata particolarmente esaltata dagli eventi alluvionali che si sono succeduti dal 1960 ad oggi. Dal ghiacciaio provengono infatti massi e detriti nella valle quando si verifica un rialzo della temperatura contemporaneo a forti piogge. La grande quantità di massi e pietrame esistente nella valle e che non impedisce il deflusso delle acque del torrente, perché di questa portata potrebbe causare, qualora aumenti considerevolmente il livello delle acque medesime, un pericoloso ingorgo, data la ... dell'alveo, con conseguente allagamento della zona interessando ... le adiacenti case anche quelle del vicino centro abitato". Si consigliò di: 1) rimuovere i massi e detriti presenti nell'alveo del torrente, 2) sistemare tali massi sulle sponde a protezione delle aree allagabili ...senza l'esecuzione di tali opere il pericolo non potrà essere eliminato. La soluzione prospettata non contempla imprevedibili ed eccezionali fatti meteorologici di rilievo tali da superare ogni previsione, e per i quali non sarebbe possibile adottare alcuna misura preventiva né alcuna opera difensiva, sia per l'apporto abnorme di materiale morenico, sia per piene catastrofiche. Per quanto concerne il pericolo incombente sulle abitazioni.... "*

[1 14511]

Da tutto l'elenco sopra riportato se ne deduce che le maggiori criticità si verificarono in passato lungo la val Sozzine a causa del fortissimo trasporto solido in alveo che avviene durante gli eventi alluvionali.

Nell'ottobre 2007 la ditta Plona Costruzioni S.r.l. di Sonico eseguì in Val Sozzine consistenti lavori di sistemazione idraulica con la formazione di una enorme briglia di trattenuta del materiale proveniente da monte e del relativo bacino di accumulo a tergo, con formazione di soglie e scogliere spondali, e la realizzazione del ponte carrabile a valle. L'ottimo funzionamento di tali opere è testimoniata dall'evento alluvionale verificatosi a fine agosto 2010 a seguito del quale la briglia ha trattenuto il materiale alluvionale evitando che

arrivasse fino all'abitato di Ponte. Gli unici danni furono l'erosione delle sponde del Narcanello a monte della briglia (zona Val Sozzine-Albergo Tana dell'Orso) con rottura dell'acquedotto che passa nel rilevato in sponda destra del torrente.

### 3.4 DESCRIZIONE DEI CONOIDI IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI

Nell'aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale redatto dal Dott. G. Fasser nel 2002 vennero eseguiti studi di perimetrazione della pericolosità per i seguenti conoidi, a partire dal confine con Temù e andando in senso orario: Torrente del Rio-Valle Massa, Valle Asponazza, Rio Balza-Canossiane, Valle Aperta a Zoanno, torrente senza nome che scende da Somalbosco a Precasaglio, Rio Vallicella o Valle Sezzo di fronte a Zoanno, Valle Ferera, Valle del Lares e Rio Vallazza coalescente con la Valle del Lares.

Successivamente venne redatto dal Dott. G. Zaina uno studio di dettaglio (2003) per l'area ex PS 267 relativa al conoide Val Sozzine (approvato dalla Regione Lombardia con prescrizioni), uno studio di dettaglio nel 2008 dei conoidi Ferera e Rovina dai Dott. L. Rossi e G. Fasser (approvato dalla Regione Lombardia), uno studio di dettaglio nel 2008 del Torrente Acquaseria dai Dott. L. Rossi e G. Fasser (approvato dalla Regione Lombardia) e uno studio di dettaglio sempre nel 2008 della Valle Asponazza (al confine Temù-Ponte di Legno) dai Dott. L. Rossi e G. Fasser (approvato dalla Regione Lombardia).

Con il presente lavoro sono stati recepiti i contenuti dei lavori sopra citati, apportando limitate modifiche alla zonazione della pericolosità connessa alle colate di detrito e trasporto in massa lungo i conoidi, modifiche che hanno riguardato adeguamenti grafici dovuti alla variazione della base topografica (da raster a vettoriale).

Queste limitate modifiche grafiche hanno riguardato il conoide Rio Balza-Canossiane, il conoide Valle Aperta di Zoanno e Valaperta di Precasaglio, il conoide del Rio Vallicella o Valle Sezzo (di fronte a Zoanno), il conoide del Torrente Ferera, il conoide della Val Sozzine e il conoide del Torrente Acquaseria. I dati morfometrici dei bacini riportati nell'aggiornamento dello studio geologico comunale del 2002 e negli studi di dettaglio successivi, e i dati idraulici (pluviometria, portate al colmo, valori di Magnitudo, ecc.) relativi a questi conoidi ovviamente non sono variati dato che i bacini idrografici dei torrenti che hanno generato i conoidi non sono variati. Si rimanda pertanto a quanto contenuto nei vari lavori del passato (2002 e s.m.i.) di studio di dettaglio dei conoidi.

Proprio perché si è messo mano ad ambiti già oggetto di ripermetrazioni precedenti, è stata mantenuta il più possibile invariata la ripermetrazione fatta negli studi di dettaglio approvati, adattandola alla base topografica più recente. La modifica ha riguardato per lo più le classi a pericolosità molto alta e alta (H5 ed H4) essendo quelle caratterizzate dalle norme più restrittive, mentre per le classi a pericolosità media, bassa e molto bassa (H3, H2, H1), trattandosi di ambiti dove la normativa geologica (attuale e pregressa) comunque non implica vincoli di inedificabilità, non ci si è discostati troppo dalle perimetrazioni già approvate in passato, proprio per evitare incongruenze eccessive e in considerazione anche del fatto che ad oggi sono già state rilasciate (o non rilasciate) in tali ambiti concessioni edilizie.

Per i conoidi Valle Massa o Torrente Rio e Valle Asponazza, essendo posti al confine con il Comune di Temù, sono stati recepiti i contenuti dei singoli studi di dettaglio riportati nello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e sismica del Comune di Temù del giugno 2013, approvata dalla Regione Lombardia con parere favorevole con prescrizioni n. Z1.2013.0012925 del 19/7/2013.

Invece per i conoidi dove a seguito del rilievo geomorfologico diretto di terreno sono stati rilevati significativi, importanti e sostanziali elementi geomorfologici e antropici innovativi rispetto al quadro conoscitivo pregresso del dissesto è stata proposta una ripermetrazione della pericolosità di ambiti già oggetto di pregresse perimetrazioni, applicando le procedure previste nell'Allegato 2 della DGR n. IX/2616 del 2011.

Queste modifiche consistenti hanno riguardato il conoide della Valle del Lares e delle valli adiacenti, il conoide della Valle Vallazza e il conoide del Torrente Rovina. Per questi conoidi quindi oltre alle modifiche grafiche è stata presa in considerazione anche la presenza di elementi naturali e antropici rilevati in sito (strade, muri, edifici, riporti, dossi, depressioni, ecc.) che condizionano la reale esposizione delle aree alla pericolosità per trasporto in massa e flusso di detrito lungo un conoide, e che hanno portato ad una zonazione significativamente diversa da quanto rappresentato nei lavori pregressi.

Essendo state apportate modifiche significative ai dati morfometrici di questi conoidi (modifica di alcune quote degli apici dei conoidi, delle superfici, presenza di nuove opere di sistemazione, ecc.) sono state rifatte le schede descrittive dei conoidi e riportate come allegati alla relazione (Allegati 3a, 3b, 3c).

A quanto sopra si aggiunge una nuova perimetrazione relativa al conoide del Torrente Ogliolo, mai stato in passato oggetto di zonazione della pericolosità. Anche per questo si allega alla relazione la scheda conoidi (Allegato 3d).

Per i rimanenti conoidi, per i quali non vennero mai eseguiti studi di dettaglio di zonazione della pericolosità e anche con il presente lavoro non viene proposta una zonazione, sono stati recepiti i limiti dei conoidi così come riportati negli studi pregressi, adattandoli alla nuova cartografia. In più ne sono stati aggiunti di nuovi sulla base del rilievo geomorfologico, dell'osservazione delle fotografie aeree e delle ortofoto, ed effettuando una valutazione della pericolosità di tutto il corpo del conoide sulla base dello stato di attività osservato (attivi, quiescenti o inattivi). Questa casistica riguarda per lo più conoidi localizzati lungo i pendii disabitati, nelle porzioni più impervie delle vallate, esterni alle zone urbanizzate, per i quali quindi non vi è alcun interesse ad una perimetrazione di dettaglio della zonazione della pericolosità.

Il quadro complessivo della zonazione della pericolosità lungo i conoidi è riportato nella Carta di Sintesi in scala 1:5.000.

Si sottolinea che per tutti i conoidi, sia quelli oggetto di una nuova perimetrazione contenuta nel presente lavoro (Torrente Ogliolo) sia quelli oggetto di una revisione della

zonazione della pericolosità di ambiti già oggetto di pregresse perimetrazioni (Valle del Lares, Rio Vallazza e Torrente Rovina) sia per quelli perimetrati in studi pregressi e non oggetto di ulteriori proposte di zonazione con il presente lavoro e infine sia quelli per i quali non vennero mai eseguiti studi di dettaglio di zonazione della pericolosità e anche con il presente lavoro non viene proposta una zonazione, è stata applicata la Tabella 2 della DGR n. IX/2616 del 30/11/2011 per la correlazione tra classi di pericolosità, classi di fattibilità geologica e voci legenda PAI. Pertanto le classi H5 e H4 sono state attribuite alla voce Ca del PAI (mentre nella DGR ante 2006 le H4 erano attribuite alle Cp del PAI). La classe H3 è stata assegnata alla Cp o alla Cn del PAI (per i conoidi recepiti senza modifiche dai lavori pregressi la classe H3 è stata mantenuta in Cn del PAI per non discostarsi da quanto già approvato), e le classi H2 e H1 sono state assegnate alla voce Cn del PAI.

L'attribuzione della classe H4 alla Ca del PAI non comporta modifiche o restrizioni normative in ambiti precedentemente già approvati in quanto negli studi pregressi per i settori a pericolosità H4 vigevano già norme più restrittive rispetto a quelle previste per la classe Cp del PAI.

Si sottolinea il concetto differente tra un fenomeno geomorfologico (frana, conoide, ecc.) e la pericolosità dovuta a quel fenomeno. Pertanto possono esserci delle differenze tra la rappresentazione di un conoide nella Carta Geomorfologica e quella della pericolosità del medesimo conoide nella Carta di Sintesi.

### **Conoide Valle del Lares e conoidi coalescenti delle valli adiacenti**

Per la conoide della Valle del Lares esiste già uno studio di dettaglio eseguito dai Dott. L. Rossi e G. Fasser e riportato nella Relazione Geologica del novembre 2002 (in aggiornamento di un precedente studio geologico del territorio comunale 1999) dove venne elaborata la carta della pericolosità secondo le direttive DGR del 29/10/2001 n. 7/6645 e DGR del 11/12/2001 n. 7/7365. Si trattava di due direttive che fornivano l'una le procedure per la redazione degli studi geologici a supporto dei PRG e l'altra le procedure per l'attuazione in campo urbanistico del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) che nell'agosto 2001 l'Autorità di Bacino del Fiume Po rese obbligatorio e vincolante. Con il presente lavoro si propone un'aggiornamento della perimetrazione della pericolosità del 2002, in quanto sono stati introdotti sostanziali elementi innovativi relativi al quadro conoscitivo del contesto e del dissesto. In particolare sono stati inglobati due impluvi adiacenti all'asta principale del Lares in destra idrografica che hanno contribuito alla formazione del conoide principale (e che nello studio precedente non erano stati considerati) ed inoltre è stata considerata anche la presenza nella parte distale della conoide di opere relativamente recenti che hanno modificato il grado di pericolosità in caso di colate di detrito.

Pertanto con il presente lavoro si propone una revisione con estensione della zonazione della pericolosità della Valle del Lares. Trattandosi di una modifica sostanziale

della pregressa zonazione, avendo rivisto quasi completamente tale ambito, sono state applicate le correlazioni tra classi di pericolosità-classi di fattibilità -classi PAI della Tabella 2 della DGR n. IX/2616 del 30/11/2011.

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche della conoide Valle del Lares e delle valli laterali (Allegato 3a)***

La conoide della Valle del Lares e delle valli laterali adiacenti si trova lungo il versante destro della valle del Torrente Ogiolo, nella parte medio-alta del Tonale, tra le quote 1830 m e 1775 m (apici) e 1570 m (zona distale).

Nel "Progetto GEOIFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi" tale ambito è indicato come conoide quiescente con codice identificativo 170907300 mentre l'asta centrale è indicata come colata attiva con codice 0171448306000.

L'insieme dei conoidi (quella principale e quelle minori coalescenti) ha una superficie di circa 0,33 km<sup>2</sup> con una lunghezza massima di 1100 m, una larghezza massima di 1300 m e una pendenza media del 24%. Solo la valle del Lares ha una lunghezza massima di 900 m e una larghezza di 400 m.

Il canale attualmente attivo della Valle del Lares solca la conoide in posizione centro-destra ed ha una lunghezza di 840 m con una pendenza media del 20%. L'apice si trova circa 400 metri a monte della strada statale n. 42 del Tonale. La zona dell'apice è ampia (circa 15-20 m) ed è caratterizzata da un alveo sovralluvionato con detriti (ghiaie e blocchi) delimitato verso monte da alti versanti. A partire dall'apice (quota 1830 m sl.m.) in corrispondenza di una brusca curva destrorsa, l'alveo si divide in due rami principali. Poco a valle da entrambi gli alvei si dipartono numerose diramazioni minori che continuano a riunirsi e dividersi, creando isole sovralluvionate, ma rimanendo sempre all'interno dei versanti laterali. La fascia centrale è formata da blocchi e vegetazione arbustiva giovane ad indicare lo stato attivo della conoide nella parte centrale. La dimensione massima del materiale in zona di apice è 0,5 m<sup>3</sup>

A quota 1790 m s.l.m. dall'alveo principale si stacca un ramo laterale destro che scende con andamento abbastanza rettilineo, a ridosso del versante e pensile rispetto alla zona centrale dove scorre la Valle del Lares. In corrispondenza di questo ramo vi è anche una canalina per una presa d'acqua.

Poiché in corrispondenza della biforcazione non c'è nulla che separi la valle del Lares che poi scorre più incisa dall'impluvio che invece scorre pensile sulla destra, in caso di trasporto di materiale lapideo proveniente da monte, questo non necessariamente seguirebbe solamente la Valle del Lares, ma potrebbe incanalarsi anche nella fascia compresa tra i due corsi d'acqua e quindi nei prati centrali, oltrepassando una stradina che taglia trasversalmente il versante ed entra nella successiva valletta laterale destra.

Qui il flusso tenderebbe a separarsi in quanto proprio in corrispondenza della curva della stradina a quota circa 1760-1770 m è presente un grosso accumulo di blocchi che forma un dosso allungato che corre adiacente alla stradina fino ad arrivare a delle baite sottostanti di quota 1740 m. Quindi in caso di trasporto in massa a causa della presenza di questo dosso parte del materiale si incanalerebbe lungo i prati tra il dosso e la Valle del Lares e parte lungo i prati tra il dosso e la valletta laterale in destra, ed anche lungo la stradina sterrata che si trova lungo la massima pendenza, fino alle baite sottostanti. Due dei tre edifici esistenti verrebbero coinvolti dal flusso (quelli più ad est verso la valle) non avendo nessuna protezione od ostacolo a monte. Questa zona quindi è stata inserita in classe di pericolosità alta (H4).

Seguendo la valle principale del Lares questa prosegue in un alveo ampio e inciso, delimitato da sponde abbastanza alte sia a monte della S.S. n. 42 (formate da muri in pietrame e selciato di fondo – Fotografia 56a) che a valle. Anche il ponte ad arco sulla statale ha una ampia sezione di deflusso (H max 2,4 m H min 1,8 e L 4 m).

Il deflusso delle acque soprattutto nel tratto a valle della strada statale è spesso molto ridotto o addirittura assente a causa della elevata permeabilità dei depositi ghiaioso-sabbiosi che costituiscono il fondo del torrente e che quindi facilitano l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque rispetto al ruscellamento superficiale.

Il punto critico della valle del Lares è rappresentato dal guado in pietrame di quota 1704 (Fotografia 56b), trattandosi di un attraversamento a raso della stradina laterale vicino alla pista da sci, e la sottostante curva a gomito destrorsa che forma il corso d'acqua a quota 1688,9 m. Nonostante la presenza di due briglie ed una soglia realizzate tra la statale e il guado per ridurre la velocità del flusso, dalle sponde vi è una continua alimentazione di blocchi e ghiaia essendo in erosione attiva. Il materiale trasportato dalle acque in corrispondenza del guado potrebbe disperdersi lateralmente mancando le sponde.

Poco a valle del guado è stato realizzato recentemente un laghetto artificiale per l'innevamento invernale delle piste da sci. Questo laghetto è stato realizzato con terre armate e scogliere, a ridosso della sponda sinistra della Valle del Lares. Si tratta di un enorme rilevato, alto anche 10 m (lato di valle) che oggi, in caso di trasporto in massa di materiale dalla valle, costituirebbe una barriera al deflusso ed una protezione per le cascate sottostanti, in località Case de Poi.

Il tratto della Valle del Lares che costeggia il rilevato del laghetto è stato totalmente rifatto realizzando scogliere e 10 tra briglie e soglie, allo scopo di mantenere centrale il deflusso (Fotografia 56c).

Un'eventuale fuoriuscita del flusso a partire dalla curva destrorsa del torrente avverrebbe in destra idrografica (la sinistra è altissima essendo il rilevato del laghetto) e scenderebbe lungo i prati seguendo la massima pendenza parallelamente alla valle principale.

Le zone a diverso grado di pericolosità della conoide (H5, H4, H3, H2, H1) delimitate nel precedente studio (Fasser-Rossi 2002) sono state modificate con il presente studio. In particolare la classe H5 era stata tracciata CON CRITERIO GEOMETRICO COME DISTANZA PARI A 10 m dalle sponde del torrente della Valle del Lares e quindi applicando il concetto di “fascia di rispetto geometrica del reticolo idrico”. Invece nello studio proposto è stata correttamente considerata la pericolosità connessa al fenomeno del trasporto in massa lungo il conoide che non segue regole geometriche. Poi a questo fenomeno è stato sovrapposto il vincolo, di diverso significato, relativo alla fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore (pari a 10 m di larghezza per ciascun lato del corso d’acqua), indicato con un sovrassegno nella Carta della Fattibilità Geologica. Nel presente studio le classi di pericolosità sono state delimitate verificando la reale situazione geomorfologica e soprattutto antropica esistente, interrompendole in corrispondenza del rilevato del laghetto che funge da barriera trasversale.

Il canale principale e la fascia parallela in destra idrografica sono state mantenute a pericolosità molto alta (H5) ed alta (H4) fino alla confluenza nel Torrente Ogliolo e con andamento praticamente identico alla zonazione pregressa (Ca del PAI). Anche l’andamento della classe H3 e H2 del conoide principale della Valle del Lares è stato mantenuto praticamente identico alla zonazione precedente.

La zonazione in sinistra idrografica a monte del laghetto per l’innevamento artificiale, non è praticamente cambiata e deriva dallo studio di dettaglio pregresso approvato (è stato accorpato alla zona H2 solamente un piccolo settore prima ricadente in H3 a monte del laghetto in quanto costituisce la continuità verso valle della zona a pericolosità bassa H2 e non può essere la fascia di propagazione di una eventuale colata proviene dalla zona H4).

Ritornando alla zona dell’apice della conoide principale della Valle del Lares, l’impluvio secondario che si stacca in destra idrografica a quota 1790 m, confluisce poi in una seconda valletta laterale destra (senza nome) a monte della località Case Bezzi. La conoide di quest’ultima valletta ha origine poco sopra la confluenza a q. 1775 m, e si unisce a quella generata dalla derivazione laterale destra della Valle del Lares e alla conoide stessa della Valle del Lares.

La presenza lungo la valletta senza nome di un versante destro che sale rapidamente e di un dosso sempre in destra idrografica che delimita l’impluvio, aiuta a proteggere le Case Bezzi poste più a ovest (più a rdosso del pendio) da eventuali trasporti in massa di detriti, che verrebbero quindi solamente lambite.

Tutto questo settore connesso all’impluvio secondario che si stacca dalla valle del Lares e alla valletta laterale destra senza nome, che danno origine a un conoide coalescente, è stato classificato a pericolosità media (H3). Questo in quanto dal bacino a monte della valletta senza nome non vi è un trasporto solido rilevante e per quella che si stacca dalla valle del Lares la pericolosità maggiore si concentra lungo l’impluvio, mentre la

parte rimanente costituisce un settore con moderata probabilità di essere esposto a fenomeni alluvionali e trasporto di materiali a granulometria medio-piccola.

L'attraversamento della stradina per Case Bezzi di quota 1725 m da parte del canale avviene praticamente a raso e anche quello sotto la S.S. del Tonale (1712 m) non è particolarmente inciso.

Nella zona mediana di questa conoide coalescente, a valle della S.S. n. 42, il canale è pensile, largo al massimo 50 cm e soprattutto senza sponde. Poiché non scorre in senso N-S seguendo la massima pendenza, ma verso l'immissione a ovest nella Valle Grifone, è facilissimo che acqua e ghiaietto possano fuoriuscire invadendo i prati sottostanti. Per questo motivo la fascia a prato compresa tra la S.S. n. 42 e la pista da sci è stata indicata come area a pericolosità media (H3) di conoide trattandosi di un ambito con moderata probabilità di essere esposto a fenomeni alluvionali (esondazione) per deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi.

Il volume massimo dei massi presenti sulla conoide nella parte mediana è di 0,3 m<sup>3</sup>.

Il corso d'acqua infine si immette nella Valle del Grifone (asciutta) e continua il suo corso verso sud-ovest dove presenta numerosi punti critici: il piccolo tombotto di attraversamento della stradina a quota 1664,6 m, il disalveamento nei prati a quota 1660,9 m e il recente intubamento a quota 1646 m per l'attraversamento della zona degli impianti del Tonale intermedio. Tale tubazione percorre un tratto di circa 100 m verso ovest e termina a valle del tornante della S.S. n. 42 di quota 1632,8 m.

La Valle del Grifone è un antico conoide ora inattivo (Cn del PAI) che quindi non è stata riprogettata, ed è coalescente anch'essa con quella del Lares e le sue secondarie.

Data l'assenza di opere di regimazione efficaci nella parte apicale della conoide principale del Lares si può verosimilmente prevedere, in caso di eventi alluvionali intensi, un trasporto di materiale ad opera del canale laterale destro che si stacca dalla valle del Lares a q. 1790 m, da cui la zona a pericolosità alta (H4) indicata nella cartografia (Ca del PAI).

La zona a pericolosità media (H3) è legata sia ad un eventuale trasporto di materiale dalla valle laterale destra senza nome, sia all'eventuale trasporto del materiale residuo da parte della valletta che si stacca dalla Valle del Lares, sia alla fuoriuscita di acqua dal torrentello sotto la S.S. n. 42 a valle delle Case Bezzi.

Avendo rivisto tutta la zonazione della pericolosità della Valle del Lares e avendola ampliata per inglobare anche le vallette laterali che danno origine ai conoidi coalescenti, alla classe H3 (sia dovuta all'impluvio principale che alle valli laterali) è stata assegnata la classe Cp del PAI (e non la Cn come nei lavori pregressi), data l'assenza di ostacoli a monte che potrebbero ridurre l'effetto delle colate detritiche e quindi l'esposizione di tutto questo settore ai potenziali deflussi con altezze idriche ridotte e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi.

Infine le aree a pericolosità bassa (H2) e molto bassa (H1) mostrano fin dove si estendevano le antiche conoidi della Valle del Lares e delle valli coalescenti, ora inattive (Cn del PAI).

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche del bacino***

Il bacino della Valle del Lares e delle valli adiacenti in destra idrografica si estende per una superficie di 1,62 km<sup>2</sup> tra la quota massima di 2627,8 m s.l.m. (corrispondente alla Cima Bleis sopra la località Serodine) e la quota minima di circa 1830 m (punto di chiusura del bacino in corrispondenza dell'apice della conoide). L'alveo principale ha un andamento N-S; esso si estende per 2 km sul versante a monte della strada statale del Tonale n. 42 verso Malga Serodine di Fuori ed ha una pendenza media del 38%. La rete idrografica si sviluppa complessivamente per 3,6 km con una densità di drenaggio pari a 2,54 km/km<sup>2</sup>.

La testata delle valli è racchiusa tra il Monte Serodine, Cima Bleis e Cima le Sorti, ed è interamente a prato senza alberi ad alto fusto. Le cime sono tutte in affioramenti di roccia mentre tutta la conca è caratterizzata da estesi depositi di versante alla base degli affioramenti rocciosi, depositi glaciali e cordoni morenici, zone torbose di ristagno delle acque e aree interessate da crolli di massi, con sporadici affioramenti lungo gli impluvi. La valle è percorsa da due torrenti che a quota 2110 m, in corrispondenza dell'attraversamento di una mulattiera, confluiscono in un unico ramo. A monte della confluenza (dove sono presenti manufatti di sorgenti che alimentano l'acquedotto comunale) entrambe le aste torrentizie hanno profondamente inciso il versante (altezza anche 10 m) con evidenti fenomeni di erosione attiva delle sponde il cui franamento alimenta il materiale detritico accumulato sul fondo, di pezzatura medio-grossolana. Il bacino quindi mostra una viva dinamica morfologica dovuta all'erosione al piede esercitata dai torrenti in progressivo approfondimento.

Per permettere l'attraversamento della mulattiera di q.2110 m sono state realizzate, sia monte sia a valle della strada, delle briglie in pietre centinate e il tratto compreso tra le briglie è stato trasformato in un guado. Tra quota 2110 e circa 1830 m (apice della conoide) il tratto d'asta ha sezioni molto ampie ed è sovralluvionato (pezzatura medio-grossolana). Per ridurre la velocità della corrente di piena ed il trasporto di materiale sono state realizzate lungo questo tratto diciassette briglie in gabbioni lunghe 8 m ed alte 1 m. A quota circa 1950 m in destra idrografica, alla confluenza con una valletta laterale caratterizzata da una frana attiva è stata realizzata per circa 50 m una scogliera con massi ciclopici non cementati con lo scopo di evitare l'erosione al piede della zona in dissesto e quindi la continua alimentazione del materiale mobilizzato.

Al di sotto di q. circa 1830 m s.l.m. la pendenza dei versanti si addolcisce e la roccia subaffiorante scompare sotto una potente coltre glaciale: è in questo tratto che inizia infatti ad alimentarsi la conoide.

E' da ricordare che lungo la Valle del Lares non si ha solo un dissesto connesso al trasporto di materiale detritico, ma un altro molto gravoso connesso alla caduta di valanghe. Nel 1986 una valanga attraversò la S.S. n. 42 del Tonale, distruggendo la baita che sta in sinistra idrografica (per lo spostamento d'aria) e arrestandosi su alla strada sterrata sottostante.

Dal rilevamento eseguito emerge che vi sono consistenti contributi, continui ed inarrestabili, al trasporto solido dal bacino della valle del Lares. Data l'estensione, gli unici interventi di regimazione realizzabili possono essere limitati al tratto apicale della conoide, tra quota 1830 e 1790 m s.l.m. dove si stacca l'impluvio laterale che scende verso destra. Si suggeriscono i seguenti interventi:

- risagomatura e approfondimento dell'alveo fino a quota 1790 circa ed eventuale formazione di soglie con massi reperiti in loco;

- formazione di una difesa spondale/scogliera in sponda destra circa a quota 1790 per separare l'impluvio principale della Valle del Lares da quello minore laterale per mantenere l'eventuale trasporto solido verso l'asta principale più incassata evitando che scenda liberamente lungo i prati in destra idrografica;

- risagomatura e approfondimento dell'alveo sotto la statale fino alla confluenza con la Valle del Grifone per evitare possibili tracimazioni delle acque ed allagamento dei prati sottostanti.

### ***Caratteristiche delle colate detritiche***

Poiché sono cambiati i dati morfometrici della conoide e sono stati inglobati anche gli impluvi laterali, è stato rifatto anche il calcolo della Magnitudo e delle portate, come di seguito illustrato.

Il rilevamento di dettaglio effettuato lungo le aste torrentizie ha consentito di stimare la magnitudo (cioè il volume massimo di materiale detritico mobilizzabile durante un evento di trasporto in massa o misto su conoide) dei fenomeni tipo debris flow. Tale valore è di circa 30000 m<sup>3</sup> ed è stato ricavato dai quantitativi di materiali detritici visibili entro il canale attivo.

Questo dato viene confrontato con i risultati di formule empiriche di vari Autori, come indicato dalla Regione Lombardia in "La zonazione della pericolosità generata da colate di detrito e trasporto in massa lungo le conoidi alpine" – Allegato 2.2.4 della DGR 2616/2011.

I valori ottenuti con i differenti metodi empirici sono riassunti nella seguente Tabella 1.

Per il bacino in esame le formule utilizzate forniscono valori compresi tra 13500 m<sup>3</sup> e 59000 m<sup>3</sup>. Il valore massimo è sicuramente sovrastimato in quanto i calcoli sono basati sulla

estensione totale del bacino idrografico come se l'intero bacino fosse effettivamente interessato all'apporto di materiale solido.

Il calcolo della portata di picco della colata viene effettuato in base alle relazioni proposte dalla Regione Lombardia nell'Allegato 2 alla DGR sopra citata e i risultati sono riportati nella seguente Tabella 1:

Tabella 1 - Valori di magnitudo (M) per il conoide della Valle del Lares e dei conoidi coalescenti laterali

AUTORI	PARAMETRI	VALORE PARAMETRO	MAGNITUDO (m <sup>3</sup> )
verifica su terreno in base a stima materiali in alveo			40000
Bottino Crivellari Mandrone 1996 $M=21241 \cdot Ab^{0,28}$	Ab = area del bacino (km <sup>2</sup> )	1.62	24313
Crosta, Ceriani, Frattini, Quattrini 2000 $M=K \cdot Ab \cdot Mb^{0,8} \cdot Scl\_c \cdot I\_F^2 \cdot 1000$	bed load e debris flood K=3, debris flow K=5,4	5.4	32128
	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab =	1.62	
	indice di Melton $Mb=(Hmax-Hmin)/Ab^{0,5}$	0.68	
	pendenza del collettore sul conoide Scl_c (%)	20	
	indice di frana IF	2	
D'Agostino et al. 1996 $M1=39 \cdot Ab \cdot Scl^{1,5} \cdot IG \cdot IT^{0,3}$ $M2=36 \cdot Ab \cdot Scl_1^{1,5} \cdot IG \cdot (1+CS)$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab	1.62	M1 59199
	pendenza asta principale Scl (%)	38	M2 54645
	indice dei litotipi costituenti il bacino IG	4	
	indice di trasporto IT	1	
	coeff. di sistemazione CS	0	
Tropeano & Turconi 1999 $M=(0,542 \cdot Ae + 0,0151) \cdot 0,019 \cdot h \cdot tgF$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ae	1.62	13576
	h spessore medio materiale mobilizzabile	2	
	tg Φ pendenza media del bacino	0.4	

La **portata liquida massima** per la Valle del Lares più le valli coalescenti in destra idrografica secondo la formula di Anselmo (1985) è di circa **12 m<sup>3</sup>/s**; la portata massima della colata (solido + liquido) risulta di **131 m<sup>3</sup>/s** (v. Tabella 2).

La portata totale liquida è stata calcolata anche con la formula del metodo razionale, utilizzando per l'altezza critica di pioggia le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica relative ai tempi di ritorno di 200 anni calcolate nella pubblicazione della Provincia di Brescia "Studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente" (anni 1951-1982) per la stazione di Temù (unica disponibile vicino al sito in esame); tale calcolo dà un valore di portata liquida di circa **5 m<sup>3</sup>/s** che è circa la metà di quella calcolata con il metodo di Anselmo.

Poiché la Magnitudo risultante è < a 50000 m<sup>3</sup> non è stata calcolata la sezione di deflusso A e l'area inondata B (secondo la formula empirica di SCHILLING & IVERSON (1997) proposta nella DGR/2011).

Tabella 2 - Valori di portata massima della colata (Q<sub>df</sub>) per la conoide della Valle del Lares e delle conoidi coalescenti laterali

AUTORE	PARAMETRI	
Anselmo 1985 $q=200/(S+28)+0,6$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) S	1.62
	portata di picco specifica liquida (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ) q	7.352194
Armanini, 1996 $Q_{df}=Q_l*(C_x/(C_x-C_{df}))$ $C_{df}=0,9*C^x$	concentrazione della colata C <sub>df</sub>	0.63
	C <sup>x</sup> = da 0,65 a 0,75	0.7
	portata massima liquida m <sup>3</sup> /s Q <sub>l</sub>	11.91056
	portata massima della colata m <sup>3</sup> /s Q <sub>df</sub>	119.1056
	Portata massima colata liquida + solida m <sup>3</sup> /s = Q <sub>l</sub> + Q <sub>df</sub> m <sup>3</sup> /s	131.0161

### **Conoide Rio Vallazza**

Per la conoide del Rio Vallazza (Fotografia 57) esiste già uno studio di dettaglio eseguito dai Dott. L. Rossi e G. Fasser e riportato nella Relazione Geologica del novembre 2002 (in aggiornamento di un precedente studio geologico del territorio comunale 1999) dove venne elaborata la carta della pericolosità secondo le direttive DGR del 29/10/2001 n. 7/6645 e DGR del 11/12/2001 n. 7/7365.

Con il presente lavoro si propone un'aggiornamento della perimetrazione della pericolosità del 2002 in quanto a seguito della realizzazione delle piste da sci nella zona della Cantoniera del Tonale sono state eseguite opere di sistemazione idraulica sul corso d'acqua e la morfologia dei luoghi ha subito delle modifiche rispetto al 2002 e di conseguenza è variato anche il grado di pericolosità in caso di colate di detrito. Pertanto con il presente lavoro sono stati introdotti elementi innovativi relativi al quadro conoscitivo del contesto e del dissesto che hanno portato ad una riduzione delle classi di pericolosità H5 e H4 nel settore occidentale del conoide (sponda destra del torrente).

### **Caratteristiche geologiche-geomorfologiche della conoide (Allegato 3b)**

Il conoide del Rio Vallazza si trova lungo il versante destro della valle del Torrente Ogliolo, nella parte medio-alta del Tonale, tra le quote 1850 m (apice) e 1680 m (zona distale).

Nel "Progetto GEOIFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi" tale ambito (anche se cartografato più a valle) è indicato come conoide quiescente con codice identificativo 170953301000 e annesso conoide relitto (codice identificativo 0170953302000).

La conoide ha una superficie di circa 0,21 km<sup>2</sup> con una lunghezza massima di 1000 m, una larghezza massima di 600 m e una pendenza media del 18%.

Il canale attualmente attivo del Rio Vallazza solca la conoide in posizione destra ed ha una lunghezza di 1080 m con una pendenza media del 17%. L'apice si trova circa 350 metri a monte della strada statale n. 42 del Tonale.

Nello studio del 2002 la classe H5 era stata tracciata CON CRITERIO GEOMETRICO COME DISTANZA PARI A 10 m dalle sponde del torrente Rio Vallazza e quindi applicando il concetto di "fascia di rispetto geometrica del reticolo idrico". Invece nello studio proposto è stata correttamente considerata la pericolosità connessa al fenomeno del trasporto in massa lungo il conoide che non segue regole geometriche. Poi a questo fenomeno è stato sovrapposto il vincolo, di diverso significato, relativo alla fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore (pari a 10 m di larghezza per ciascun lato del corso d'acqua), indicato con un sovrassegno nella Carta della Fattibilità Geologica. Nel presente studio le classi di pericolosità sono state delimitate verificando la reale situazione geomorfologica e soprattutto antropica esistente.

L'apice del conoide comprende la biforcazione del torrente a q. 1835 m, dove i due rami sono divisi da un alto dosso centrale in corrispondenza della confluenza. Entrambi gli alvei all'apice sono delimitati da alti versanti, posti distanti rispetto all'alveo. A partire dall'apice (quota 1850-1860 m sl.m.) il corso d'acqua è sovralluvionato con materiale di pezzatura media (dimensione massima circa 0,08 m<sup>3</sup>). Inizialmente ha un andamento rettilineo e a q. 1815 curva verso destra, poco a monte della malga esistente.

Il canale attivo lungo la conoide è caratterizzato da normali fenomeni erosivi di sponda e processi di trasporto in alveo e pertanto è stata inserita in classe di pericolosità molto alta (H5 = Ca del PAI) solo la fascia dell'alveo fino alla base dei versanti.

In corrispondenza della curva di q. 1815 m il versante sinistro, in erosione attiva, termina bruscamente e l'alveo resta delimitato per il primo tratto solamente da una sponda molto bassa (altezza 10-20 cm). Questo costituisce sicuramente un punto estremamente critico per fuoriuscita del flusso liquido e solido che si unirebbe al flusso proveniente dalla zona dell'apice in sinistra idrografica (q. 1840 m) e scenderebbe direttamente senza ostacoli

seguendo la massima pendenza fino alla malga sottostante, all'Hotel Bezzi e alla statale. I due edifici rappresentano un ostacolo trasversale alla colata detritica, deviandola a destra e a sinistra e fungendo da protezione parziale al settore a valle dei fabbricati. Questa fascia è stata classificata a pericolosità alta (H4 = Ca del PAI).

In corrispondenza dell'Hotel Bezzi la colata detritica si fermerebbe nel piazzale e nel prato adiacente dato che il terreno diventa sub-pianeggiante.

In destra idrografica invece la sponda resta alta (> 5 m) fino a q. 1790 m. per poi abbassarsi bruscamente in prossimità del tratto dove una stradina sterrata si avvicina al corso d'acqua. Anche questo rappresenta un punto di possibile tracimazione e fuoriuscita di acqua e detriti a pericolosità alta (H4), che nello studio pregresso era stato indicato come pericolosità media (H3). La colata scenderebbe senza ostacoli fino all'Hotel Alpino situato in adiacenza al corso d'acqua in corrispondenza della statale, incanalandosi anche nel passaggio tra l'hotel e la casa privata esistente a ovest, e terminando nel piazzale di fronte all'hotel. L'edificio dell'hotel, essendo esposto su tutti i lati dalla potenziale colata detritica (a monte, a valle, a destra e sinistra) a pericolosità alta, ricade interamente in classe H4. Questo ambito a pericolosità alta H4 non prosegue lungo i prati sotto la statale dato che l'energia maggiore si esaurisce contro il fabbricato dell'hotel, in corrispondenza della strada e del piazzale pianeggiante di fronte all'Hotel Alpino, dove il materiale più grossolano verrebbe depositato.

Il ramo della colata deviato dalla malga e compreso tra il canale attivo e la malga stessa, proseguirebbe lungo la massima pendenza attraversando la statale e fermandosi poco sotto in corrispondenza della pista da sci (H4), dove il pendio diventa subpianeggiante.

Rispetto allo studio pregresso del 2002 le fasce a pericolosità alta H4 e molto alta H5 in destra idrografica sono variate e terminano poco a valle della Strada Statale n. 42 in quanto sono state eseguite opere di difesa idraulica sia a monte che a valle della strada ed è variata la morfologia a valle della strada per la presenza delle nuove piste da sci. In particolare sono state realizzate scogliere in massi per una lunghezza di circa 50 m con soglie in pietrame e legname a monte della strada che consentono di ridurre la velocità di flusso e il deposito del materiale eventualmente trasportato. Pertanto la H4 precedentemente individuata a partire dalla statale sotto l'Hotel Alpino non c'è più. Anche subito a valle della statale e poco prima del tratto dove il torrente passa incanalato sotto una copertura in legno, sono state realizzate scogliere in destra e sinistra per mantenere il flusso dentro le sponde. Dal punto di vista morfologico, la presenza sempre in destra idrografica di un rilevato alto circa 6 m di materiale di riporto che forma il piazzale adiacente all'edificio posto a valle della statale, mantiene il flusso all'interno dell'alveo.

La fascia H5 è stata chiusa in corrispondenza dell'imbocco del tratto coperto con assi in legno del corso d'acqua, in quanto a valle della statale il pendio si addolcisce considerevolmente, il materiale solido si deposita e prosegue solo il deflusso liquido.

Le aree H3 individuate a monte della statale, che sono quelle a moderata probabilità di essere esposte a fenomeni alluvionali e deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi, compendono una fascia nella parte apicale della conoide in destra idrografica nell'ipotesi che parte del flusso possa uscire dal ramo destro della biforcazione e incanalarsi lungo la stradina sterrata che sale. A questa si aggiungono i due fabbricati più esposti (malga e Hotel Bezzi) che verrebbero direttamente coinvolti dal flusso non avendo nessuna protezione a monte, e il settore a valle della malga, nell'ipotesi che il flusso, anche se con minore energia, si espanda lateralmente nella zona sotto l'edificio. Sotto l'Hotel Bezzi invece essendo il fabbricato più lontano e più alto, il settore in ombra risulta meno esposto e quindi ricade in classe di pericolosità H2.

Sotto la statale, man mano che la potenziale colata procede verso valle, ovviamente l'energia di deflusso diminuisce, il materiale trasportato si deposita e il grado di pericolosità si riduce. Per questo motivo sono state delimitate in successione le aree a pericolosità bassa (H2) e molto bassa (H1) a partire dal fronte della colata che coinvolge l'Hotel Alpino fino alla confluenza nel Torrente Ogliolo o fino al laghetto artificiale per l'innervamento a Case dei Poi che interrompe la zona H1 (v. descrizione conoide Valle del Lares). Le aree a pericolosità bassa (H2) e molto bassa (H1) consentono di osservare fin dove si estendeva l'antica conoide ora inattiva della valle del Rio Vallazza.

Verso ovest il conoide del Rio Vallazza è stato ostacolato dalla presenza dei depositi di conoide della Valle del Lares che lo hanno deviato verso il Torrente Ogliolo (settore a prato compreso tra la Statale n. 42 e la pista da sci e a valle della pista da sci), mentre verso est risulta ostacolato dai depositi glaciali che sono più in rilievo.

Il volume massimo dei massi presenti sulla conoide nella parte mediana è di 0,05 m<sup>3</sup>.

Nella parte distale invece il deflusso è praticamente solo liquido e sono presenti paleoalvei inattivi che fungono da drenaggio delle acque di scorrimento superficiale.

Sarebbe necessario un intervento di risagomatura dell'alveo a monte dei due fabbricati (malga e Hotel Bezzi) per ricreare l'incisione dell'impluvio, oggi inesistente.

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche del bacino***

Il bacino della Valle Vallazza si estende lungo il versante destro del Torrente Ogliolo, con forma stretta e allungata per una superficie di 1,98 km<sup>2</sup> tra la quota massima di 2693,6 m s.l.m. (Monte Tonale Occidentale) e la quota minima di 1860-1850 m (chiusura del bacino in corrispondenza dell'apice della conoide). L'alveo principale ha un andamento all'incirca N-S e si estende per 3 km lungo il versante a monte della strada statale del Tonale n. 42 verso la Malga Serodine di Dentro e il Laghetto di Bleis con una pendenza media del 28%. La rete idrografica si sviluppa complessivamente per 4,4 km con una densità di drenaggio pari a 2,23 km/km<sup>2</sup>.

La testata è delimitata da est a ovest da Cima Cadì, dal Monte Tonale Occidentale, da Cima Bleis e dal Monte Serodine che la divide dalla valle del Lares adiacente, ed è interamente a prato senza alberi ad alto fusto.

Le cime sono tutte in affioramenti di roccia mentre tutta la conca è caratterizzata da estesi falde di detrito alla base degli affioramenti rocciosi, depositi glaciali e cordoni morenici, zone torbose di ristagno delle acque e aree interessate da crolli di massi, con sporadici affioramenti lungo gli impluvi.

Il torrente Rio Vallazza nasce a q. 2485 m ed ha una lunghezza lungo il bacino di circa 3 km con pendenza media el 28%.

La valle è percorsa da due torrenti che a quota 2145 circa m confluiscono in un unico ramo. Anche qui, come nella Valle del Lares, a monte della confluenza (dove sono anche presenti manufatti di sorgenti che alimentano l'acquedotto comunale) entrambe le aste torrentizie hanno profondamente inciso il versante (altezza anche 10 m) con evidenti fenomeni di erosione attiva delle sponde il cui franamento alimenta il materiale detritico accumulato sul fondo, di pezzatura medio-grossolana. Il bacino quindi mostra una viva dinamica morfologica dovuta all'erosione al piede esercitata dai torrenti in progressivo approfondimento.

A quota 1850-1860 m il torrente ha originato una conoide quiescente di 0,16 km<sup>2</sup>, larga circa 360 m e lunga 1100 m.

Il canale attivo lungo la conoide è caratterizzato da normali fenomeni erosivi di sponda e processi di trasporto in alveo.

Nel 2002 a seguito di intense precipitazioni (16-17 Novembre) si verificò l'ostruzione del ponte di attraversamento della S.S. n. 42 (ponte ad arco L=4 m e H=1,2 m) presso l'Hotel Alpino, con fuoriuscita di materiale e acqua che si riversò sulla strada. Sul lato di valle della strada si innescò anche un franamento superficiale del materiale di riporto che costituisce il parcheggio dell'Hotel e la formazione di un solco di erosione incanalata.

A seguito di questo evento vennero realizzate le opere di regimazione (scogliere e soglie) che oggi vediamo a monte e a valle della statale.

Per ridurre ulteriormente la pericolosità connessa alla possibile fuoriuscita di materiale liquido e solido andrebbero realizzati i seguenti interventi:

- formazione di una difesa spondale/scogliera in sponda sinistra a quota circa 1810 m per evitare che una colata possa scendere fino alla malga e all'Hotel Bezzi;

- formazione di una difesa spondale/scogliera in sponda destra a quota circa 1840 m per evitare che una colata possa scendere fino all'Hotel Alpino e sulal S.S. n. 42.

- risagomatura e approfondimento dell'alveo sotto la statale per aumentare la sezione di deflusso del corso d'acqua.

#### **Caratteristiche della colata detritica**

Poiché con il presente lavoro nulla è cambiato per quanto riguarda le caratteristiche quantitative della colata detritica, si riporta di seguito quanto venne scritto nel lavoro di perimetrazione del 2002.

Venne stimato il valore di Magnitudo (M) cioè di volume massimo mobilizzabile durante un evento di trasporto in massa su conoide con diversi metodi ottenendo valori compresi tra 3400 m<sup>3</sup> e 55489 m<sup>3</sup>. Veniva poi ritenuto attendibile il valore di 16702 m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il calcolo della **portata liquida massima** secondo la formula di Anselmo (1985) venne ricavata una portata liquida specifica di **7 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>** a cui corrisponde una portata liquida di **3,53 m<sup>3</sup>/s** e una portata massima della colata (miscela solido + liquido) risulta di **74,9 m<sup>3</sup>/s** (metodo di Armanini).

### **Conoide Torrente Rovina**

La pericolosità connessa al conoide del Torrente Rovina deriva da uno studio di dettaglio eseguito dai Dott. L. Rossi e G. Fasser nel 2008 applicando la metodologia vigente in quel momento (Allegato 2 DGR 22/12/2005 n. 1566). Per questo studio la Regione Lombardia espresse parere favorevole con lettera n. Z1.2009.15629 del 3/8/2009 e il Comune lo approvò con D.C.C. n. 8 del 31/3/2010.

I risultati di questo studio vennero inseriti nella Carta di fattibilità redatta sempre dai medesimi professionisti datata 2009.

Con il presente lavoro si propone un'aggiornamento della perimetrazione della pericolosità del 2008, in quanto sono stati osservati sostanziali elementi innovativi relativi al quadro conoscitivo del contesto e del dissesto. In particolare il lavoro ha portato ad una maggior estensione delle classi di pericolosità H5 e H4 (Ca del PAI). Inoltre la modifica della morfologia del sito avvenuta dopo il 2008 a seguito dei lavori di ristrutturazione dell'edificio che confina con il lato ovest della conoide, ha comportato anche la variazione del grado di pericolosità in caso di colate di detrito nella parte occidentale e distale della conoide.

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche della conoide (Allegato 3c)***

La conoide del Torrente Rovina si trova lungo il versante destro nella parte terminale della Val Sozzine, poco a monte del centro abitato di Ponte di Legno, tra le quote 1356 m (apice) e 1283 m (zona distale). Essa è coalescente con il conoide del Torrente Ferera che scorre immediatamente ad ovest.

Ha una superficie di circa 0,02 km<sup>2</sup> con una lunghezza massima di 240 m, una larghezza di 190 m e una pendenza media del 30%.

Il canale attualmente attivo solca la conoide in posizione sinistra ed ha una lunghezza di 160 m con una pendenza media del 35%. A q. 1300 m il canale è assente e l'acqua e i detriti spagliano.

L'apice si trova a circa 30 metri a monte della strada statale n. 42 del Tonale; poco prima del 2008 venne sistemata con due soglie e scogliere spondali in massi a monte della statale. In corrispondenza del sottopasso della S.S. n. 42 c'è una briglia. Anche il tratto appena a valle della statale venne sistemato per circa 30 m di lunghezza attraverso una risagomatura della sezione a forma trapezia (base maggiore larga 5 m) con scogliere laterali in massi ciclopici e due briglie in legname e pietrame posizionate per dissipare l'energia della corrente.

La zona dell'apice non è molto ampia ed è caratterizzata da un alveo sovralluvionato con detriti spigolosi di pezzatura medio-grossolana (da centimetrici fino a 50 cm circa). Nella zona a monte dell'apice il corso d'acqua è caratterizzato da fenomeni erosivi attivi che interessano sia il fondo che le sponde.

A valle delle sistemazioni l'alveo scorre sul bordo sinistro della conoide all'interno di scarpate in erosione attiva basse (50-60 cm). A quota 1300 m non esiste più la traccia definita del canale che spaglia nei prati sottostanti.

Lungo il canale, a valle delle scogliere, sono stati individuati almeno quattro punti di possibile fuoriuscita di acqua e materiale in destra idrografica, segnati in cartografia come debris-flow lineari. Questi tracciati indicati da solchi possono essere sede di colate detritiche che si disperdono verso valle. Il solco principale ha un andamento rettilineo e spaglia a ventaglio, mentre quello più a monte ha un andamento lineare che devia nettamente verso destra e la direzione di propagazione della colata è diretta verso un vecchio edificio esistente. Questo solco, che inizia a monte del traliccio della corrente, passa a ridosso del versante molto acclive in destra e arriva direttamente alla vecchia cascina; l'eventuale colata detritica, non avendo ostacoli lungo il tracciato, coinvolgerebbe la cascina che si trova sulla sua linea di flusso, il rudere a sinistra e arriverebbe nel cortile antistante la nuova casa passando attraverso il passaggio tra la cascina e il rudere e scenderebbe lungo la stradina di accesso alle case. Questa colata laterale si unisce alle altre colate che scendono direttamente verso valle creando, data l'assenza di ostacoli naturali o antropici, un'unica vasta area dove il materiale detritico potrebbe disperdersi.

Difformemente da quanto riportato nello studio di dettaglio della conoide del 2008 sul terreno non sono stati individuati tre tracciati ben definiti lungo i quali sicuramente le colate detritiche si concentrerebbero e rimarrebbero contenute; le stesse seguirebbero percorsi diversi di volta in volta, quindi non individuabili in tracciati definiti.

Pertanto nella proposta di ripermetrazione del presente lavoro tutta la zona che ingloba il canale attivo e le tracce più evidenti delle colate avvenute in passato (accumulo

dei detriti ancora visibili) sono state inserite in classe di pericolosità molto alta (H5 = Ca del PAI).

Tutta la parte rimanente compresa tra la stradina che sale alle case e il canale attivo è stata inserita in classe a pericolosità alta (H4 = Ca del PAI) in quanto non si possono distinguere le tracce separate delle colate (come invece indicava il lavoro del 2008), ma un'unica area esposta al trascinarsi e deposito dei detriti.

La casa ristrutturata e il settore a valle sono esterni alla zonazione della pericolosità del conoide del Torrente Rovina in quanto la colata detritica (H4) proveniente dalla zona a tergo del rudere scenderebbe lungo la stradina di accesso alla casa, seguendo questa come via preferenziale di scorrimento essendo molto pendente.

Man mano che la potenziale colata procede verso valle, ovviamente l'energia di deflusso diminuisce, il materiale trasportato si deposita e il grado di pericolosità si riduce (da H4 a H3). Per questo motivo sono state classificate a pericolosità media (H3) l'area a valle della scarpata della stradina di accesso alla casa (nel caso in cui la colata non scendesse tutta lungo la stradina) e la parte subpianeggiante del conoide a destra della stradina, fino alla statale. Trattandosi di aree a prato, senza ostacoli a monte e quindi potenzialmente esposte alle colate (sia per deflussi con altezze idriche ridotte che trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi), sono state attribuite alla voce Cp del PAI e non alla Cn del PAI come nei lavori pregressi.

Data la tipologia dell'alveo principale caratterizzata dall'assenza nella parte distale di un canale attivo e di una singola traccia con una confluenza (ma lo spaglio lungo i prati) e l'assenza di ostacoli sul conoide a monte, non sono state individuate zone a pericolosità bassa e molto bassa (H2 e H1) e quindi aree ricadenti in classe 3f e 2a di fattibilità geologica.

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche del bacino***

Riprendendo quanto riportato nella relazione del 2008 di perimetrazione della conoide del Torrente Rovina risulta che il bacino ha una superficie di 0,46 km<sup>2</sup> chiuso all'apice della conoide (q. 1356 m). Il bacino si estende in direzione NE/SO lungo le pendici sud-occidentali di Cima le Sorti a partire da quota 2390 m.

La valle ha un tipico profilo che indica un approfondimento per erosione torrentizia, impostata in gran parte su un esteso corpo di frana antico caratterizzato da un lento e profondo movimento (DGPV) la cui nicchia di distacco si trova a oltre 2000 m di quota.

Il reticolo idrografico è costituito da una sola asta principale che si individua a partire da q. 1810 m circa. Il torrente ha una lunghezza di 1100 m lungo il bacino con una pendenza media del 40% circa.

Dal punto di vista morfologico è possibile suddividere il bacino in tre settori.

Il primo settore, a monte della quota 1810 m che ricade nella parte alta della DGPV, è caratterizzato dall'assenza di un alveo definito; qui le acque di scolo in parte si infiltrano nei depositi ed in parte defluiscono concentrandosi nelle depressioni esistenti. Sono assenti fenomeni erosivi e dissesti.

Il secondo settore, compreso tra q. 1810 m e la Strada Statale n. 42 a q. 1550 m è caratterizzato invece da un alveo poco inciso (impostato sempre nel corpo di frana) che poi scendendo di quota diventa più inciso. Lungo l'asta vi sono fenomeni di erosione di sponda che possono coinvolgere la stradina che sale a Vescasa Bassa. Lungo i versanti sono visibili fenomeni di decorticamento e distacco di massi dalle pareti di roccia. IL tratto appena a monte della statale è stato sistemato con argini, fondo e soglie in pietrame. L'attraversamento della strada è costituito da un tombotto a sezione quadrata con a monte una griglia di protezione.

Il terzo settore è compreso tra la Strada Statale n. 42 di q. 1550 m e l'apice della conoide. Esso è caratterizzato da un impluvio ben definito ed inciso con altezza delle sponde e larghezza delle sezioni da 1 a 3-4 m. Il corso d'acqua è caratterizzato da fenomeni erosivi attivi sia sul fondo che lungo le sponde; l'erosione al piede esercitata dal torrente in progressivo approfondimento dà origine all'abbondante materiale detritico di pezzatura medio-grossolana che si accumula in alveo.

Questo terzo settore è caratterizzato da elevata acclività dei versanti dovuta alla presenza della roccia subaffiorante. Qui la copertura detritica ha spessore ridotto (0,5-1,5 m) e sui lati dell'asta torrentizia è spesso coinvolta (unitamente alla parte sommitale alterata e disgregata della roccia) in numerose piccole frane di scivolamento dovute al ruscellamento ed erosione ad opera delle acque che inducono un arretramento del coronamento dei dissesti e quindi il continuo scivolamento in alveo del materiale. Non si esclude che la vegetazione ad alto fusto possa cadere in alveo e provocare l'ostruzione anche totale del deflusso e del materiale trasportato, con conseguente effetto diga.

Di conseguenza il Torrente Rovina può essere coinvolto da eventi di piena che innescano il fenomeno del trasporto in massa sotto forma di colate detritiche e fangose.

### ***Caratteristiche della colata detritica***

Poiché con il presente lavoro nulla è cambiato per quanto riguarda le caratteristiche quantitative della colata detritica, si riporta di seguito quanto venne scritto nel lavoro di perimetrazione di dettaglio del 2008.

Venne stimato il valore di Magnitudo (M) cioè di volume massimo mobilizzabile durante un evento di trasporto in massa su conoide con diversi metodi ottenendo valori compresi tra

4600 m<sup>3</sup> e 17090 m<sup>3</sup>. Dalle osservazioni in sito veniva ritenuto attendibile il valore di 17000 m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il calcolo della **portata liquida massima** secondo la formula di Anselmo (1985) venne ricavata una portata liquida specifica di **6,88 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>** a cui corrisponde una portata liquida di **3,16 m<sup>3</sup>/s** e una portata massima della colata (miscela solido + liquido) risulta di **53,2 m<sup>3</sup>/s** (metodo di Armanini).

### **Conoide valle Torrente Ogliolo**

Per il conoide del Torrente Ogliolo che confluisce nel Torrente Narcanello in Val Sozzine, la perimetrazione della pericolosità nei lavori pregressi non venne mai proposta. Esiste solo una individuazione come conoide attivo non protetto (Ca) nella Tavola del PAI "Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - FOGLIO 041 SEZ. II - Ponte di Legno". Questa conoide venne successivamente indicata nella tavola "Delimitazione delle aree in dissesto PAI" degli aggiornamenti degli studi geologici del territorio comunale sia del 2002 che del 2004 (Dott. L. Rossi e G. Fasser) come area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn del PAI), senza motivazione e senza applicare nessuno studio di approfondimento e di dettaglio. Nel presente lavoro quindi è stata fatta chiarezza eseguendo uno studio di dettaglio con una perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità della conoide del Torrente Ogliolo, come previsto al punto 2.2.4 dell'Allegato 2 della DGR n. 9/2616 del 30 Novembre 2011.

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche della conoide (Allegato 3d)***

La conoide del Torrente Ogliolo si trova nel tratto finale della valle che scende dal Tonale, tra le quote 1440 m (apice) e 1320 m (punto distale alla confluenza nel Torrente Narcanello in Val Sozzine). Nella porzione medio apicale e distale della conoide si trovano alcune case della località Sozzine, e le strade di accesso.

La conoide è formata dall'accumulo di materiale derivante dal trasporto solido ad opera delle acque del Torrente Ogliolo e non dall'accumulo gravitativo di massi.

La conoide ha una superficie di 0,12 km<sup>2</sup>, una lunghezza massima di circa 1 km e una larghezza massima di circa 300 m con una pendenza media del 12%, quindi piuttosto bassa.

La realizzazione della pista da sci che dal Tonale scende in Val Sozzine e arriva al Torrente Narcanello ha in gran parte obliterato la morfologia della conoide, oggi poco riconoscibile (Fotografia 58).

Il canale attualmente attivo si trova in sinistra idrografica, in posizione completamente disassata rispetto alla bisettrice della conoide, tagliando trasversalmente il debris-flow della

Val Sozzine. Il canale ha una lunghezza di 640 m e una pendenza media del 25%. Nella posizione apicale e medio alta risulta ben inciso, mentre nel tratto mediano inferiore fino alla confluenza con il torrente Narcanello è poco inciso.

In corrispondenza dell'apice la soglia è costituita da materiale incoerente e l'alveo è ben delimitato tra due versanti acclivi distanti tra loro circa venti di metri. In corrispondenza dell'apice e a valle l'alveo risulta meno inciso entro gli stessi depositi di conoide ed i versanti si spianano nettamente. In sinistra idrografica infatti si interseca il debris-flow del Torrente Narcanello che proviene da sud e scende verso nord, mentre in destra si hanno i depositi del conoide stesso.

In corrispondenza dell'apice in sponda destra, immediatamente a valle del ripido versante, venne realizzato un muro in pietrame di lunghezza di circa 100 m e altezza circa 2 m avente lo scopo di impedire alle acque di fuoriuscire dall'alveo. Il muro è efficiente e quindi tutta l'area in destra idrografica che rappresentava l'apice della conoide attiva è ora occupata da blocchi e massi depositati in passato e incisa da paleoalvei. Un tempo il corso d'acqua poteva uscire in destra idrografica e scaricava il materiale non lungo la massima pendenza, ma verso l'attuale località Sozzine Alte essendo ostruito in sinistra dal debris-flow che scendeva lungo il Torrente Narcanello.

L'alveo è tipicamente quello di un corso d'acqua di montagna con blocchi e massi molto arrotondati, senza argini tipici dei debris flow. Il blocco di massime dimensioni ha un volume di 0,6 m<sup>3</sup>.

Se anche dovesse uscire l'acqua dall'alveo questa tenderebbe a disperdersi lungo i solchi dei paleolavei presenti nella parte apicale della conoide e rientrare nell'alveo attuale. Inoltre a seguito dei lavori di realizzazione della pista da sci che passa adiacente (in destra idrografica) al Torrente Ogliolo, è stato realizzato un canale di gronda che taglia la zona dell'apice della conoide e che intercetterebbe le acque provenienti da monte reimmettendole nell'alveo attuale.

In posizione mediana, a valle del ponte di legno di quota 1390 m il canale è caratterizzato dal passaggio da un alveo mediamente inciso ad un alveo poco inciso, con sponde che via via si riducono in altezza fin quasi a scorrere a raso dei prati (soprattutto in sinistra idrografica). Questo comunque non comporta alcun problema in quanto non sono presenti elementi a rischio.

Scendendo ulteriormente verso quota 1370-1360 sempre in destra idrografica il Torrente Ogliolo forma due nettissime curve, prima sinistrorsa poi destrorsa, in corrispondenza delle quali vi è una zona ribassata bordata da un argine boscato sopraelevato di alcuni metri. Si tratta di un settore dove il torrente scorreva in passato probabilmente durante le fasi in cui il debris flow del Narcanello trascinava materiale a valle spostando il deflusso dell'Ogliolo verso nord.

Nella zona mediana sono stati misurati in alveo blocchi di volume massimo 0,3 m<sup>3</sup>.

A quota 1346 m il Torrente Ogliolo confluisce nel Torrente Narcanello. Il canale nella zona distale ha sempre un alveo poco inciso che si mantiene di larghezza relativamente costante (circa 10 m). Nella zona distale la dimensione massima dei blocchi raggiunge i 0,15 m<sup>3</sup>.

Vista la morfologia attuale dell'alveo e considerando una disponibilità di materiale mobilizzabile in corrispondenza dell'apice per la presenza di una grossa frana a blocchi lungo il versante sopra la sponda sinistra, si ipotizza una dinamica di innalzamento dell'alveo lungo tutta l'asta torrentizia, con migrazione dell'alveo verso il centro.

Per la conoide del Torrente Ogliolo la zona a pericolosità molto elevata (H5) ed elevata (H4) corrispondente alla classe Ca del PAI è concentrata lungo l'asta attuale e nelle fasce depresse immediatamente adiacenti solamente in destra idrografica, in quanto in sinistra è presente il debris-flow del Torrenet Narcanello.

Data la presenza della difesa spondale (muro in pietrame) nella zona dell'apice, tutte le antiche zone di allagamento per fuoriuscita e divagazione del corso d'acqua, rientrano ora nell'ambito a pericolosità media (H3), dove se caso si avrebbero deflussi idrici con altezze ridotte e trasporto di materiale medio-fine. Trattandosi di una fascia stretta e allungata che si origina dall'apice del conoide e scende lungo i prati seguendo la massima pendenza senza ostacoli, nell'ipotesi che il muro di sponda possa subire lesioni o essere scavalcato da colate detritiche particolarmente forti, per maggior tutela la classe H3 è stata attribuita alla voce Cp del PAI.

Le fasce ancora più laterali e tutta la località della Val Sozzine che formano l'antico conoide inattivo, ricadono invece negli ambiti a pericolosità bassa (H2) e molto bassa (H1) corrispondenti alla Cn del PAI.

### ***Caratteristiche geologiche-geomorfologiche del bacino***

Il bacino del Torento Ogliolo è molto vasto (11,3 km<sup>2</sup>) in quanto racchiude tutta la zona del Tonale fino ai crinali in destra e sinistra idrografica, tra la quota minima di 1440 m (corrispondente all'apice del conoide) e la quota massima di 3026 m raggiunta al Passo del Dito.

L'alveo principale ha un andamento prevalentemente ENE-OSO, con tratto iniziale SE-NO. L'inizio del torrente non è dato da un'asta unica, ma da una serie di impluvi che scendono lungo il versante NO del Passo del Paradiso e si uniscono in un unico ramo a quota 1700 m circa. L'Ogliolo si estende per 3,1 km ed ha una pendenza media del 21%. La rete idrografica si sviluppa complessivamente per 20 km con una densità di drenaggio pari a 1,82 km/km<sup>2</sup>.

La superficie del bacino è quasi interamente costituita da rocce affioranti e subaffioranti, prive di copertura vegetale se si eccettuano brevi tratti di versante meno acclive; le rocce del versante sinistro sono tonaliti biotitiche del plutone dell'Adamello (Val D'Avio-Val di Genova), mentre quelle di versante destro sono principalmente paragneiss e marmi della Falda del Tonale dell'Austroalpino superiore.

Estesi depositi glaciali sono invece presenti nella vallata del Tonale e nella parte medio-bassa di entrambi i versanti. Alla base delle pareti rocciose sono presenti per lo più falde di detrito alimentate dai continui distacchi di materiale lapideo dagli affioramenti di roccia.

Nel bacino sono presenti fenomeni geomorfici attivi connessi alla gravità, all'azione delle acque superficiali, ai cicli di gelo e disgelo e alla caduta di valanghe. Fenomeni di erosione e trasporto solido legato alle acque incanalate sono presenti lungo alcune aste torrentizie soprattutto quelle esposte a S (Valle del Lares e Rio Vallazza). Lungo tali impluvi e anche lungo gli estesi versanti esposti a NO si verificano cadute di vanghe che in epoca storica hanno raggiunto la strada statale n. 42 del Tonale, il torrente Ogliolo e alcuni edifici. A tergo dell'edificio della funivia Paradiso (tra quota 1920 e 1950 m) a seguito dell'evento del 22/12/1979 che lo danneggiò e del successivo evento del 18/11/1984, vennero realizzate opere passive di rallentamento (piramidi di sassi).

I fenomeni di erosione e trasporto solido sono favoriti dalla elevata pendenza degli alvei, dalla disponibilità di materiali detritici e dalla bassa permeabilità del substrato roccioso che favorisce il deflusso superficiale delle acque a discapito dell'infiltrazione. Anche la scarsità di copertura vegetale aumenta il deflusso superficiale delle acque ed espone maggiormente i versanti alla erosione.

Date le elevate quote del bacino frequentissimi sono i dissesti favoriti dai cicli di gelo e disgelo che causano distacchi di massi dalle pareti rocciose esposte soprattutto a nord, che poi si accumulano alla base (versante NO tra Punta del Castellaccio e Monticello Superiore).

Un grosso dissesto di origine gravitativa è la frana di crollo che dal Castellaccio scarica continuamente blocchi e massi che si accumulano lungo il versante NO, arrivando poco a monte dell'apice della conoide el Torrente Ogliolo.

### ***Caratteristiche della colata detritica***

Il rilevamento di dettaglio effettuato lungo l'asta torrentizia ha consentito di stimare la magnitudo (cioè il volume massimo di materiale detritico mobilizzabile durante un evento di trasporto in massa o misto su conoide) dei fenomeni tipo debris flow. Tale valore è stato valutato in circa 70000 m<sup>3</sup> ed è stato ricavato dai quantitativi di materiali detritici visibili entro il canale attivo.

Questo dato viene confrontato con i risultati di formule empiriche di vari Autori, come indicato dalla Regione Lombardia in “La zonazione della pericolosità generata da colate di detrito e trasporto in massa lungo le conoidi alpine” – Allegato 2.2.4 della DGR 2616/2011.

I valori ottenuti con i differenti metodi empirici sono riassunti nella Tabella 3 sotto riportata.

Per il bacino in esame le formule utilizzate forniscono valori variabili tra 42000 m<sup>3</sup> e 170000 m<sup>3</sup>. Il valore massimo è sicuramente sovrastimato in quanto i calcoli sono basati sulla estensione totale del bacino idrografico come se l'intero bacino fosse effettivamente interessato all'apporto di materiale solido, cosa che invece è concentrata nella parte medio bassa per la presenza della frana lungo il versante sinistro. La media comunque della magnitudo ottenuta dalle formule è pari a quella osservata in sito e quindi circa 70000 m<sup>3</sup>.

Tabella 3 - Valori di magnitudo (M) per la valle del Torrente Ogiolo

AUTORI	PARAMETRI	VALORE PARAMETRO	MAGNITUDO (m <sup>3</sup> )
verifica su terreno in base a stima materiali in alveo			70000
Bottino Crivellari Mandrone 1996 $M=21241 \cdot Ab^{0,28}$	Ab = area del bacino (km <sup>2</sup> )	11.3	41883
Crosta, Ceriani, Frattini, Quattrini 2000 $M=K \cdot Ab \cdot Mb^{0,8} \cdot Scl_c \cdot I \cdot F^2 \cdot 1000$	bed load e debris flood K=3, debris flow K=5,4	5.4	73185
	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab =	11.3	
	indice di Melton $Mb=(Hmax-Hmin)/Ab^{0,5}$	0.35	
	pendenza del collettore sul conoide $Scl_c$ (%)	25	
	indice di frana IF	3	
D'Agostino et al. 1996 $M1=39 \cdot Ab \cdot Scl_1^{1,5} \cdot IG \cdot IT^{0,3}$ $M2=36 \cdot Ab \cdot Scl_1^{1,5} \cdot IG \cdot (1+CS)$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab	11.3	M1 169641
	pendenza asta principale $Scl_1$ (%)	21	M2 156592
	indice dei litotipi costituenti il bacino IG	4	
	indice di trasporto IT	1	
	coeff. di sistemazione CS	0	
Tropeano & Turconi 1999 $M=(0,542 \cdot Ae + 0,0151) \cdot 0,019 \cdot h \cdot tgF$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ae	11.3	118987
	h spessore medio materiale mobilizzabile	2	
	$tg \Phi$ pendenza media del bacino	0.51	

Una volta determinata la Magnitudo (M) poiché le volumetrie sono maggiori di 50000 m<sup>3</sup> è stata calcolata la sezione di deflusso A = 85 m<sup>2</sup> e l'area inondata B = 340000 m<sup>2</sup> (secondo la formula empirica di SCHILLING & IVERSON (1997) proposta nella DGR/2011).

Il calcolo della portata di picco della colata viene effettuato in base alle relazioni proposte dalla Regione Lombardia nell'Allegato 2 alla DGR sopra citata e i risultati sono riportati nella seguente Tabella 4.

Tabella 4 - Valori di portata massima della colata ( $Q_{df}$ ) per la valle del Torrente Ogliolo

AUTORE	PARAMETRI	
Anselmo 1985 $q=200/(S+28)+0,6$	area del bacino ( $km^2$ ) S	11.3
	portata di picco specifica liquida ( $m^3/s/km^2$ ) q	5.689059
Armanini, 1996 $Q_{df}=Q_l*(C_x/(C_x-C_{df}))$ $C_{df}=0,9*C^x$	concentrazione della colata $C_{df}$	0.63
	$C^x=$ da 0,65 a 0,75	0.7
	portata massima liquida $m^3/s$ $Q_l$	64.28636
	portata massima della colata $m^3/s$ $Q_{df}$	642.8636
	Portata massima colata liquida + solida $m^3/s$	707.15

La **portata liquida massima** per la valle del Torrente Ogliolo secondo la formula di Anselmo (1985) è di **64  $m^3/s$** ; la portata massima della colata (solido + liquido) risulta di **707  $m^3/s$** .

La portata totale liquida è stata calcolata anche con la formula del metodo razionale, utilizzando per l'altezza critica di pioggia le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica relative ai tempi di ritorno di 200 anni calcolate nella pubblicazione della Provincia di Brescia "Studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente" (anni 1951-1982) per la stazione di Temù; tale calcolo dà un valore di portata liquida di circa **37  $m^3/s$**  che è circa la metà di quella calcolata con il metodo di Anselmo, come per il caso della Valle del Lares.

**Descrizione delle altre conoidi oggetto di studi di dettaglio di zonazione della pericolosità già approvati e per le quali non viene proposta una revisione della zonazione.**

**Conoide Valle Massa o Torrente del Rio**

Il conoide si trova principalmente in Comune di Temù, al confine con Ponte di Legno. I risultati dello studio di riperimetrazione (a cui si rimanda in toto) sono riportati nello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT di Temù del Giugno 2013 per il quale la Regione Lombardia, con lettera n. Z1.2013.0012925 del 19/7/2013 ha espresso conformità ai contenuti della verifica di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI con prescrizioni.

Vengono di seguito forniti gli elementi di giudizio che sono stati presentati nell'integrazione allo studio della Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT di Temù inviata alla Regione Lombardia nel settembre 2013 in risposta al parere con prescrizioni espresso con lettera n. Z1.2013.0012925 del 19/7/2013. Questi nuovi elementi di giudizio erano atti a suffragare la proposta di riperimetrazione della pericolosità riportata nel lavoro del giugno 2013 relativo al Comune di Temù. Le aree a diverso grado di pericolosità vennero tracciate nello studio per il PGT di Temù in base all'esistenza di elementi geomorfologici e antropici rilevati, innovativi rispetto al quadro conoscitivo pregresso e di seguito descritti.

Nello studio geologico del territorio comunale di Temù del 2002-2004 e s.m.i. la classe H5 era stata tracciata CON CRITERIO GEOMETRICO COME DISTANZA PARI A 10 m dalle sponde del Torrente Valle del Rio-Valle Massa e quindi applicando il concetto di "fascia di rispetto geometrica del reticolo idrico". Invece nello studio della Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT di Temù del giugno 2013 è stata correttamente considerata la pericolosità connessa al fenomeno del trasporto in massa lungo il conoide che non segue regole geometriche. Poi a questo fenomeno è stato sovrapposto il vincolo, di diverso significato, relativo alla fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore (pari a 10 m di larghezza per ciascun lato del corso d'acqua), indicato con un sovrassegno nella Carta della Fattibilità Geologica.

Sono state modificate le classi a pericolosità molto alta (H5) e inseriti nuovi ambiti a pericolosità alta (H4) in considerazione dell'esistenza di punti critici, di edifici, delle strade, dei ponticelli, delle pendenze del terreno, ecc. L'apice è ben evidente a q.1354 m al termine della valle stretta e incassata in corrispondenza dell'ultima casa di Via IV Novembre. Le zone più esposte ad un eventuale trasporto solido sono le fasce adiacenti al torrente. Il corso d'acqua è caratterizzato da sponde delimitate da muretti e recinzioni o da sponde naturali che tendono a salire rapidamente. La pericolosità H5 risulta quindi stretta e allungata, e coinvolge le fasce ribassate adiacenti alle case.

Un primo punto di possibile disalveo si trova al ponte di Via IV Novembre a q. 1345,7 m dove il flusso uscirebbe in sinistra idrografica incanalandosi lungo la strada principale che scende rapidamente (H4).

A q. 1333,9 m (in prossimità di un campo da tennis a valle di Via IV Novembre) vi è un passaggio stradale estremamente critico costituito da un tombotto recentemente realizzato troppo piccolo (50 cm x 40 cm circa). In caso di ostruzione del manufatto il deflusso non continuerebbe lungo il torrente (interruzione della H5), ma scavalcherebbe il tombotto e si riverserebbe sulla strada Via Monte Coleazzo (H4). Il flusso poi seguirebbe tutta la strada di Via Monte Coleazzo in discesa avendo una pendenza molto elevata, anche lungo i tornanti. Il flusso si arresterebbe dove la strada si spiana, in corrispondenza dell'intersezione con l'ingresso all'edificio della Casa vacanza un tempo dei Frati Fatebenefratelli, spagliando su un piazzale costituito dal tetto dei garage di un'abitazione (q.1283,4 m).

Proseguendo lungo il corso d'acqua dal ponte di q.1333,9 m al ponte subito a valle del tornante di quota 1307,2 m l'alveo presenta modeste e discontinue arginature costituite dai muretti di recinzione delle case, ma di contro il disalveo è limitato per la buona pendenza del torrente e il trasporto solido ridotto per la presenza di piccoli salti naturali che rallentano il deflusso. La possibilità di disalveo avverrebbe principalmente in destra idrografica; il flusso comunque resterebbe concentrato lungo una fascia allungata che segue l'andamento del torrente secondo la massima pendenza dato l'andamento molto rettilineo del corso d'acqua e la pendenza abbastanza elevata dello stesso.

Il tratto a valle del ponte sotto il tornante di quota 1307,2 m rappresenta un punto critico dove il flusso potrebbe nuovamente fuoriuscire dall'alveo a causa della sponda destra molto bassa (50 cm circa). La sinistra invece è costituita inizialmente da un muro in pietrame e cls alto 2 m circa.

La nuova fascia a pericolosità alta (H4) oltre a quella lungo via Monte Coleazzo, è l'area boscata in sponda sinistra a tergo dell'edificio dei frati (q. 1278,6 m) nel tratto a valle del tornante di q. 1307,2 m. Qui il corso d'acqua, dopo il tombotto di attraversamento stradale di monte e alla terminazione del muro in pietrame e cls ha una sponda sinistra di altezza modesta (circa 50 cm) per contenere l'eventuale materiale trasportato. Il flusso quindi potrebbe uscire, scendere lungo la massima pendenza e in corrispondenza del muro di sostegno a monte dell'edificio dei frati rientrare nell'alveo.

Tra l'edificio dei frati (q. 1278,6 m ) e la foce nel Fiume Oglio il torrente scorre incassato in sponde alte e incise (altezza 3-4 m), senza quindi problematiche. Gli attraversamenti stradali (Via Piazza, Via Valeriana e Via Roma) sono ponti con volta a botte larghi da 3 a 5 m e alti 2,5 m Quindi la pericolosità molto alta H5 è limitata alla fascia lungo l'alveo contenuta generalmente all'interno delle sponde.

La terza e ultima nuova fascia H4 individuata è dovuta alla scaletta pedonale in legno di accesso alla nuova Casa di Riposo di Temù che attraversa il corso d'acqua

immediatamente a monte della strada comunale Via Roma (q. 1205 m). Questo passaggio è un punto critico perché è troppo basso (circa 50 cm) rispetto all'alveo e quindi rappresenta sicuramente un punto di ostruzione dove il materiale trasportato dal torrente si arresterebbe causando la fuoriuscita a tergo del flusso che, per motivi di pendenze, si incanalerebbe verso ovest seguendo la strada comunale Via Roma-Via Alta Valle, arrestandosi dove questa risale leggermente (q.1191,6 m).

Le classi di pericolosità H3, H2 ed H1 corrispondono all'incirca a quelle già tracciate nelle versioni dei lavori precedenti e sono tracciate sulla base della morfologia del conoide. E' stata estesa la zona distale: verso est si allunga maggiormente verso Via Roma e Via Calvelli mentre e verso ovest arriva fino alla S.S. n. 42.

Dal punto di vista vincolistico il presente lavoro è più restrittivo rispetto ai lavori pregressi (nuovi ambiti H4 a cui si sovrappongono le fasce del RIM).

### **Conoide Valle Asponazza**

Anche questo conoide si trova al confine tra il Comune di Temù e Ponte di Legno. La sua ripimetrazione è già stata oggetto di numerose valutazioni e approvazioni da parte della Regione Lombardia con lettere n. Z1.2009.1917 del 28/1/229, Z1.2009.0025927 del 23/12/2009, Z1.2010.0030171 del 22/11/2010 e Z1.2013.0012925 del 19/7/2013.

La perimetrazione della pericolosità del conoide (poi approvata dalla Regione Lombardia) venne redatta dalla Dott. L. Rossi nel 2008 e recepita nella variante al PRG approvata con Delibera del Consiglio Comunale del Comune di Temù n. 37 del 3 Agosto 2009.

Il presente lavoro recepisce quanto contenuto nello studio della Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT di Temù del giugno 2013 a cui si rimanda (e per il quale la Regione Lombardia con lettera n. Z1.2013.0012925 del 19/7/2013 ha espresso conformità ai contenuti della verifica di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI con prescrizioni).

Nello studio geologico del PGT di Temù vennero leggermente modificati i contorni delle aree H2 ed H1 per adeguarli alla nuova base topografica rispetto ai lavori pregressi 2002-2004-2009. Soprattutto per la parte che ricade nel comune di Ponte di Legno è stato ampliato il conoide in base alla morfologia tentando di riconoscerlo nella porzione che ricade nell'urbanizzato.

Per quanto riguarda la zona dell'apice si sottolinea che non si tratta di un conoide attraversato da un torrente, ma di una conca prativa (Fotografia 59) dove vi sono numerose emergenze d'acqua e sorgenti le quali poi si raccolgono alla base del muro della strada alta che collega Ponte di Legno a Villa Dalegno.

Queste acque sono state intubate in due canali principali, l'uno che passa lungo il confine con Temù e l'altro che passa in mezzo alle case della frazione Cà del Rio, e si

congiungono in via Piazza scaricando poi le acque nella fognatura comunale di Via Valeriana.

Si tratta quindi di un antico conoide inattivo, per il quale lo studio di dettaglio del 2008 ha individuato come porzione a pericolosità alta e molto alta solo la zona dell'apice, fino alla strada Ponte-Villa, ed a pericolosità media la zona sotto la strada, dove attualmente esiste un nuovo fabbricato.

Poiché si tratta di un lavoro approvato dalla Regione Lombardia, non ci si è discostati da questa scelta sia per quanto riguarda l'individuazione del conoide che per la zonazione della pericolosità.

### **Conoide Rio Balza - Canossiane**

Il conoide si trova in sponda idrografica destra del Fiume Oglio e interessa una porzione dell'abitato di Ponte di Legno. Nel presente lavoro è stata recepita integralmente la zonazione della pericolosità oggi vigente e definita nello studio di dettaglio del 2002 del Dott. G. Fasser ("Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale ai sensi della L.R. 41/97 e L. 183/89 PAI") approvato con Delibera C.C. n. 48 del 13/12/2002.

Venne presentato successivamente uno studio di ripermetroazione del Rio Balza che però ebbe parere negativo da parte della Regione Lombardia con lettera n. 12250 del 18/6/2009.

Il torrente nasce a monte del conoide (q. 1760 m) e verso q. 1510 si infiltra nel sottosuolo lasciando in superficie una conca arrotondata a prato e colonizzata dalla vegetazione. Il corso d'acqua si delinea chiaramente solamente nella parte bassa del conoide, a partire da quota 1300 m s.l.m. a seguito della concentrazione del deflusso delle acque; in tutta la parte a monte (tra 1350 e 1300 m) l'acqua è visibile come sorgenti, emergenze idriche, ruscellamenti e ristagni (Fotografia 32 e 60b). Dissesti e fenomeni erosivi non sono presenti all'interno del bacino.

Il corso d'acqua che attraversa l'abitato è stato regimato tra il 2009 e il 2010 da privati, con sponde realizzate in palificate di legno (Fotografia 60a) e imponendogli un andamento non naturale (due curve a gomito) in prossimità di alcuni edifici.

Giunto all'incrocio vicino alla santella e all'edificio delle Canossiane tra Via Dalegno-Via Brichetti-Via Belvedere-Via Marconi-Via Bulferi il corso d'acqua è intubato e scarica in fognatura.

Gli interventi eseguiti sul corso d'acqua non si configurano come opere di mitigazione del rischio e quindi non è stata proposta con il presente lavoro una revisione della zonazione della pericolosità del conoide. Pertanto le zone a pericolosità molto alta (H5), alta (H4) e media (H3) sono state recepite dal lavoro approvato del 2002; quella a pericolosità molto alta (H5) ha una forma geometrica di ampiezza circa 10 m da entrambe le sponde rispetto all'andamento del corso d'acqua pre-interventi. Il contorno di tale zona non è stato modificato

anche perché ingloba comunque il nuovo tracciato sinuoso del corso d'acqua e tutta la zona a monte con i ruscellamenti e le emergenze idriche.

Le zone H2 e H1 a pericolosità bassa e molto bassa in sponda destra sono state ristrette data la presenza evidente nella parte apicale del conoide di un dosso acclive che non poteva certo essere scavalcato dalle colate detritiche.

### **Conoide Valle Aperta – Zoanno**

Come per il conoide precedente anche per questo (Fotografia 61a-61b), che si trova in sponda idrografica destra del Torrente Frigidolfo, è stata recepita integralmente la zonazione della pericolosità definita nello studio di dettaglio del 2002 del Dott. G. Fasser ("Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale aisensi della L.R. 41/97 e L. 183/89 PAI") approvato con Delibera C.C. n. 48 del 13/12/2002, non essendo stati prodotti con il presente lavoro elementi innovativi relativi al quadro conoscitivo e analitico del dissesto.

La traccia dell'impluvio inizia a q. 1780 m circa e l'alveo è caratterizzato da materiale detritico di pezzatura media, ma il torrente è asciutto. Verso valle il fondo diventa arrotondato e colonizzato dalla vegetazione. A partire dalle baite di q. 1490 circa non vi è più traccia dell'impluvio e a q. 1430 m circa iniziano delle emergenze idriche che alimentano il ruscellamento. A quota 1390 m circa è presente una sorgente che origina un rigagnolo poco inciso caratterizzato da altezze delle sponde modestissime (massimo 20 cm) e lungo il quale vi sono zone di ristagno d'acqua. In corrispondenza di Via Bonicelli il ruscelletto è intubato e le acque scaricano nella fontana vicino alla chiesa di Via S. Giovanni.

Nella relazione del 2002 viene detto che la conode è percorsa da un secondo impluvio, anch'esso costituito da un rigagnolo poco inciso che a q.1362 m si intuba (diametro 300 mm) e finisce nella fognatura che passa lungo Via S. Giovanni.

Viene detto anche che le sezioni di entrambe le tombinature di entrambi i rigagnoli appaiono insufficienti rispetto alla possibilità di smaltire il deflusso di una colata.

Esattamente come per il conoide precedente anche per questo è stata mantenuta la fascia a pericolosità molto alta (H5) riportata nel lavoro approvato del 2002, di forma geometrica e di ampiezza pari a circa 10 m lungo entrambi i tracciati degli impluvi, che ingloba tutta la zona con i ruscellamenti e le emergenze idriche.

Le zone H4, H3 e H2 a pericolosità alta, media e bassa in sponda destra sono state ristrette data la presenza evidente nella parte apicale del conoide di un dosso acclive che non può essere scavalcato dalle colate detritiche e tende a indirizzare la colata lungo la massima pendenza e non ad aprirsi a ventaglio lateralmente.

Verso valle invece le classi H2 e H1 a pericolosità bassa e molto bassa sono state maggiormente estese seguendo la morfologia del conoide fino alla sommità della scarpata di incisione torrentizia del Torrente Frigidolfo.

### **Conoide Valaperta – Precasaglio**

Come per il conoide precedente anche per questo, che si trova in sponda idrografica destra del Torrente Frigidolfo, è stata recepita integralmente la zonazione della pericolosità definita nello studio di dettaglio del 2002 del Dott. G. Fasser (“Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale aisensi della L.R. 41/97 e L. 183/89 PAI”) approvato con Delibera C.C. n. 48 del 13/12/2002, apportando nel presente lavoro limitate modifiche.

Il torrente nasce a q. 1950 m ed è caratterizzato da assenti o poco rilevanti fenomeni erosivi. Le altezze delle sponde sono modeste e le larghezze delle sezioni variano da 1 a qualche metro. A tratti l'acqua scompare infiltrandosi nel sottosuolo. Lungo la conoide (che si origina a q. 1550 m circa) il canale è poco inciso e a q. 1440 circa scompare infiltrandosi nei depositi.

La zonazione della pericolosità riportata nel presente lavoro deriva dallo studio di dettaglio del 2002, rivisto e aggiornato sulla base di rilievi geologici e geomorfologici in sito di dettaglio.

Essa comprende una fascia a pericolosità molto alta H5 lungo la traccia dell'impluvio che è asimmetrico rispetto alla conoide essendo spostato verso nord (Fotografia 62), e arriva fino alle case a monte di Via Valle delle Messi. Per maggior tutela la zona H5 comprende anche il tratto terminale dove il canale è inesistente, nel caso avvenga una riattivazione dello stesso. La zona H4 a pericolosità alta è stata ampliata rispetto allo studio del 2002 verso valle e lateralmente. Difatti un'eventuale colata detritica proveniente da monte si aprirebbe a ventaglio sotto la strada Via Valle delle Messi fino alla piana sottostante del Torrente Frigidolfo, non essendo presenti ostacoli od ostruzioni in grado di deviarla o bloccarla.

Tutte le zone a diverso grado di pericolosità (H4, H3, H2), sia in destra che sinistra idrografica, non tendono a chiudersi verso l'impluvio come rappresentato nel lavoro del 2002, ma al contrario ad aprirsi verso l'esterno.

La zona H1 infine, che risulta asimmetrica essendo presente solo in sponda destra, ha un'ampiezza maggiore rispetto a quanto indicato nel precedente lavoro (2002) poiché inizierebbe dall'apice del conoide e scenderebbe seguendo la massima pendenza fino al Frigidolfo tagliando la parte nord dell'abitato di Precasaglio.

All'azione del conoide si sovrappone l'effetto della valanga che negli anni '60 (prima della costruzione del muro deviatore in destra idrografica negli anni '70) ha abbattuto una casa arrivando fino al Torrente Frigidolfo.

Tra il conoide di Zoanno e quello di Precasaglio è presente una valle lungo la quale è stato cartografato nel presente lavoro un debris-flow inattivo. Si tratta di un'antica colata, lunga e stretta, il cui accumulo si intravede nella parte terminale mentre la valle a monte

risulta svuotata. E' inattivo in quanto non vi è nessuna traccia di un impluvio attivo e soprattutto di materiale mobilizzabile alla testata della valle che potrebbe essere trasportato.

### **Conoide Rio Vallicella o Valle Sezzo**

Questo conoide si trova in sponda idrografica sinistra del Torrente Frigidolfo di fronte a Zoanno (Fotografia 63). Anche per questo conoide venne definita la zonazione della pericolosità per colate di detrito sulla base dello studio di dettaglio del 2002 redatto dal Dott. G. Fasser ("Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale aisensi della L.R. 41/97 e L. 183/89 PAI") approvato con Delibera C.C. n. 48 del 13/12/2002).

Non essendo stati prodotti con il presente lavoro elementi innovativi relativi al quadro conoscitivo e analitico del dissesto, è stata recepita integralmente tale zonazione, apportando solo limitate modifiche per adeguarla alla nuova base topografica,

L'apice del conoide è stato allungato facendolo iniziare più a monte, a q. circa 1415 m, e di conseguenza anche le fasce a pericolosità molto alta H5, alta H4 e media H3 iniziano più a monte e sono solo in sponda destra dato che in sinistra idrografica l'impluvio è confinato da un versante molto acclive che sale rapidamente.

Il torrente nasce a q. 1900 m ed è caratterizzato da fenomeni erosivi sia di fondo che laterali. A seguito di piogge intense del novembre 2002 si innescarono frane di scivolamento lungo i fianchi della valle che alimentarono il trasporto solido riattivando il conoide e dando origine ad alla formazione di una colata di detrito nella parte centrale del conoide.

La strada della Tonalina a q. 1473 funzionò come soglia rallentando il deflusso della colata che depositò parte del materiale il quale interruppe la strada stessa. A valle della strada altro materiale franato si aggiunse a quello proveniente da monte e giunto nella parte distale seguì come via preferenziale di deflusso un paleoalveo trasformato in sentiero e completamente colonizzato dalla vegetazione, arrivando fino alla strada statale n. 300 del Gavia. Qui ha depositato ingenti quantità di materiale a pezzatura medio-grossolana interrompendo la circolazione.

La zona a pericolosità molto alta (H5) comprende quindi l'asta attiva del canale e il paleoalveo riattivato, mentre spostandosi verso l'esterno si ha una diminuzione graduale della pericolosità (da H4 a H3). La zona a pericolosità bassa (H2) è stata individuata nel lavoro 2002 nella parte distale in destra idrografica del conoide e comprende un settore al di sotto di una scarpata fino alla piana del torrente Frigidolfo sottostante, dove sono presenti due fabbricati.

### **Conoide Torrente Ferera**

Questo conoide si trova in sponda idrografica destra del Torrente Narcanello, al termine dell'abitato di Ponte di Legno verso la Val Sozzine.

La pericolosità del conoide generata dal Torrente Ferera venne già analizzata nello studio di dettaglio del 2002 del Dott. G. Fasser ("Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale aisensi della L.R. 41/97 e L. 183/89 PAI") approvato con Delibera C.C. n. 48 del 13/12/2002. Successivamente (2008) a seguito di nuovi elementi emersi rispetto allo studio effettuato nel 2002 venne redatto un nuovo studio di dettaglio da parte della Dott. L. Rossi per rivedere la pericolosità del conoide, redatto sulla base dell'Allegato 2 della DGR 22/12/2005 n. 1566 e di una relazione idrologica/idraulica a firma del Dott. Ing. Luca Mondinelli.

Per questo studio la Regione Lombardia espresse parere favorevole con lettera n. Z1.2009.15629 del 3/8/2009 e il Comune lo approvò con D.C.C. n. 8 del 31/3/2010.

La zonazione della pericolosità riportata nel presente lavoro coincide con quella definita nel lavoro 2008 a meno di modestissimi adattamenti grafici alla nuova base topografica.

La classe a pericolosità molto alta H5 (corrispondente alla Ca del PAI) è una lunga e stretta fascia che comprende il solo corso d'acqua, dato che il torrente, nel tratto compreso tra i due attraversamenti della S.S. n. 42 del Tonale tra q. 1350 m e q. 1280 è stato interamente regimato. In particolare tra q. 1350 (S.S. n. 42 alta) e q. 1320 venne fatta una risagomatura della sezione del torrente realizzando scogliere in massi e 7 briglie in massi di altezza circa 1 m per ridurre la velocità della corrente (Fotografia 64a). A q. 1320 circa vi è il passaggio di una strada forestale dove l'attraversamento è un guado in pietrame largo 5,3 m. Da q. 1320 circa a q. 1280 (S.S. n. 42 bassa) dove il torrente costeggia il lato orientale del P.L. Sumani, la risagomatura della sezione di forma rettangolare è stata effettuata con palificate in legname lungo le sponde (Fotografia 64b) inframmezzate da contrafforti in massi ciclopici (secondala scrivente la sezione finale imposta al torrente è comunque troppo ristretta). Nel tratto finale, dall'attraversamento della S.S. n. 42 bassa fino alla confluenza nel Torrente Narcanello, il torrente è tombinato; il tombotto in calcestruzzo (Fotografia 64c) ha sezione rettangolare di 1,5 m x 1,0 m che secondo la relazione del 2008 è in grado di garantire il passaggio della portata liquida e del materiale flottante della portata solida.

La classe a pericolosità alta H4 (corrispondente alla Ca del PAI) comprende una sottile fascia in sinistra idrografica nei pressi del guado di q. 1320 m che potrebbe essere interessata da deflusso idrico proveniente dalla strada forestale. Non c'è più invece l'area H4 nella parte distale del conoide vicino alla S.S. n. 42 proveniente dalla colata del Torrente Rovina (v. descrizione conoide Torrente Rovina).

Le classi H3, H2, H1 (attribuite alla classe Cn del PAI) comprendono le aree in destra e sinistra idrografica che hanno moderata e bassa probabilità di essere esposte a fenomeni alluvionali essendo via via più lontane dal collettore, e sono rimaste invariate rispetto allo studio del 2008.

### **Conoide Val Sozzine**

Questo conoide si trova in sponda idrografica destra del Torrente Narcanello, all'inizio della Val Sozzine, in corrispondenza del tornante della S.S. n. 42 del Tonale.

La pericolosità di questo conoide riportata nel presente lavoro deriva esattamente dallo studio "Proposta di modifica di perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato individuata dal Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – codice area 036-LO-BS (conoide loc. Sozzine)" redatto nel marzo 2003 dal Dott. G. Zaina.

Per questo lavoro è stato espresso parere favorevole dalla Regione Lombardia con alcune prescrizioni (lettera prot. n. Z1.2003.0020979 del 13 Maggio 2003 e n. Z1.2007.13689 del 6 Luglio 2007).

Le prescrizioni riguardavano la richiesta di correggere l'errata attribuzione delle classi di pericolosità del conoide alle classi di fattibilità geologica e alle voci di legenda PAI. Queste correzioni dal 2007 ad oggi non vennero mai attuate.

Il presente lavoro recepisce tali prescrizioni avendo applicato obbligatoriamente la Tabella 3 della DGR n. IX/2616 del 30 novembre 2011.

In particolare le classi H5 e H4 sono state assegnate alla classe 4g di fattibilità geologica "Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI) per trasporto in massa lungo i conoidi a pericolosità molto alta (H5) ed alta (H4)" e alla voce PAI Zona 1 (ex area PS 267).

La classe H3 è stata assegnata alla classe 3e di fattibilità geologica "Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI) per trasporto in massa lungo i conoidi a pericolosità media (H3)" e alla voce PAI Zona 2 (ex area PS 267).

La classe H2, per la quale non vige nessun obbligo, è stata assegnata alla classe 3f di fattibilità geologica "..... Aree a rischio idrogeologico molto elevato ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI per trasporto in massa lungo i conoidi a pericolosità bassa (H2) non ricadenti nella Zona 1 e 2" e alla voce Cn del PAI.

In base al quadro geologico e geomorfologico descritto nel lavoro del 2003 il bacino di alimentazione del conoide è caratterizzato da depositi superficiali incoerenti facilmente erodibili e di estese aree in precarie condizioni di stabilità e il torrente, avendo una forte pendenza, ha una forte capacità erosiva. Pertanto possono verificarsi piene con elevato trasporto solido e fenomeni di trasporto in massa sotto forma di colate detritico-fangose che possono facilmente raggiungere le zone distali del conoide. Un evento alluvionale avvenne nel Novembre 2000 e causò la fuoriuscita di materiale detritico (ciottoli, ghiaie e tronchi di alberi) dalle sponde e nelle anse del corso d'acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche del canale attivo, sulla base dello studio del 2003 e del rilievo in sito nel 2011, si sottolinea che l'alveo attuale presenta una brusca deviazione verso est nella zona dell'apice nel conoide (q. 1360 m circa – Fotografia 65). In passato

sicuramente il torrente proseguiva diritto come testimoniato dalla presenza di una depressione riconducibile ad un alveo abbandonato che da q. 1360 m circa scende fino al tornante della S.S. n. 42. E' molto probabile inoltre che l'eventuale colata detritica, dal punto di possibile fuoriuscita di q. 1360 m, possa proseguire verso valle seguendo una stradina che dal tornante sale costeggiando le case ad ovest.

Oggi il canale si sviluppa nel settore idrografico sinistro del conoide (l'andamento quasi certamente non coincide con quanto indicato nella base topografica, ed è di difficile definizione mancando dei punti di riferimento).

Il canale ha una sezione trapezia con sponde e fondo in erosione attiva e lungo l'alveo sono presenti briglie e soglie in c.a. e gabbioni oltre che sponde in gabbioni (Fotografia 65b).

All'intersezione con una stradina sterrata a q. 1320 circa il corso d'acqua è stato intubato. Secondo lo studio del 2003 l'alveo prosegue rettilineo intubato fino alla confluenza nel Narcanello. Durante l'evento alluvionale del novembre 2002 il tratto intubato tra la stradina sterrata e Via Case Sparse "scoppiò" in quanto la sezione non era sufficiente a contenere la portata di massima piena.

Secondo la scrivente invece non avendo rilevato lo scarico nel Narcanello è possibile che il torrente segua intubato Via Case Sparse verso ovest fino al tornante della S.S. 42 dove è presente un tombotto di incerta provenienza e poi prosegue a cielo aperto immettendosi nel Narcanello (se così fosse questo tratto ricadrebbe comunque nella classi già individuate a pericolosità alta e molto alta).

Nella proposta di zonazione dello studio del 2003, e qui recepito, all'alveo attuale e a quello abbandonato nel settore occidentale del conoide è stata assegnata la classe H5, il primo in quanto sede del deflusso costante delle acque, il secondo come potenziale interessato dal deflusso della colata detritica. Al raggiungimento della sede stradale la colata tende ad ampliarsi e propagarsi nei settori a valle della sede stradale fino ad arrestarsi nella depressione all'interno del rilevato stradale.

E' stata assegnata pericolosità H4 ai settori di conoide ritenuti raggiungibili dalla colata detritica secondo i risultati dei calcoli riportati nella relazione del 2003. Con una magnitudo calcolata di 25000 m<sup>3</sup> sulla base della morfologia del conoide un'eventuale colata detritica incanalata lungo l'asta del torrente, una volta raggiunto l'apice del conoide, si propagherebbe percorrendo preferibilmente l'alveo abbandonato in destra idrografica e, secondo la scrivente, soprattutto la stradina sterrata che scende costeggiando le case fino al tornante della S.S. n. 42. Considerando la distanza di arresto che venne calcolata pari a 260 m a partire dal punto di rottura del pendio, e poiché le colate potrebbero avvenire per impulsi successivi i cui accumuli potrebbero deviare le colate successive, non viene esclusa l'espansione delle stesse sull'intera area di conoide. Per questo motivo la classe H4 interessa quasi interamente tutta la superficie del conoide.

Nelle restanti aree di conoide vennero state assegnate le classi di pericolosità H3 in riferimento ai percorsi preferenziali di deflusso delle acque di esondazione ed in funzione della morfologia e della quota locale delle aree.

### **Conoide Acquaseria**

Si tratta dell'ultimo conoide per il quale venne in passato proposta la zonazione della pericolosità, sulla base dello studio di dettaglio "Proposta di aggiornamento carta della fattibilità geologica per le azionidi piano in località Acquaseria" dell'ottobre 2008 da parte della Dott. L. Rossi.

Per questo lavoro è stato espresso parere favorevole dalla Regione Lombardia con lettera prot. n. Z1.2009.7881 del 20 Aprile 2009 ed è stato approvato con Delibera C.C. n. 8 del 31/3/2010.

Il conoide si trova in sponda idrografica sinistra del Fiume Oglio, poco a monte della frazione Poia e si origina a q. 1300 m circa, alla base di un salto in roccia caratterizzato da una cascata.

Il torrente invece si origina da una serie di affluenti che nascono dalla testata di Valbione e superata una soglia glaciale a q. 2000 m, alla base di questa si delinea un unico alveo. Da qui il corso d'acqua prosegue fino alla piana di Valbione spesso con deflusso idrico assente.

Dalla base della soglia glaciale fino a q. 1570 m circa l'alveo è ampio, poco pendente e sovralluvionato, trasportando materiale di pezzatura grossolana (40-50 cm). Non essendoci urbanizzazioni o altro non crea nessun problema anche in caso di uscita dell'acqua.

A valle della fascia sovralluvionata (q. 1570 m circa) la valle si spiana ulteriormente e si apre moltissimo creando la piana di Valbione, dove è sorta l'area golf; il torrente scorre prevalentemente sulla sinistra della piana in un alveo delineato anche se caratterizzato da sponde molto basse (< 1 m).

Numerosi sono i tratti con sponde in erosione, sia in destra che sinistra idrografica, parzialmente consolidate con la posa di gabbioni, soprattutto tra q. 1570 m e 1540 m. Nonostante le opere di sistemazione sono stati individuati numerosi punti di possibile tracimazione delle acque, all'inizio della piana a q. 1570, in corrispondenza dell'attraversamento di un nuovo ponticello a q. 1552, dell'attraversamento di una stradina a q. 1548 m e soprattutto poco prima delle case di Valbione a q. 1520 m dove l'alveo è a raso della strada sterrata che lo costeggia.

A causa di tutti questi punti critici della rete idrografica a cui si aggiunge il contributo del materiale solido mobilizzabile e accumulato a monte, tutta la piana di Valbione è stata inserita come area allagabile individuata con criteri geomorfologici e/o interessata da fenomeni torrentizi.

Come specificato anche nello studio del 2008 nonostante “la temporaneità del flusso idrico superficiale, all’inizio della stagione estiva e in concomitanza di precipitazioni prolungate, alcune parti della piana tendono rapidamente a saturarsi e il torrente può anche esondare. La piana alluvionale di Valbione ha una influenza notevole sull’attività torrentizia della valle Acquaseria in quanto in caso di eventi alluvionali il corso d’acqua diminuisce sensibilmente la sua energia e tende a depositare il trasporto solido grossolano. Inoltre potendo facilmente ssondare si ha un notevole effetto di laminazione delle piene”.

La piana di Valbione è caratterizzata da numerose zone di ristagno delle acque.

L’andamento reale del corso d’acqua tra il laghetto artificiale per l’innevamento e la pista da sci a valle è diverso da quello segnato sulla base topografica, costeggiando inizialmente il lato ovest della pista e successivamente il lato est della stessa. A valle della pista l’incisione torrentizia diventa marcata (q. 14010 m circa) per la presenza di affioramenti di roccia in alveo e lungo i versanti, fino al arrivare all’apice del conoide (q. 1300 m circa) dove è presente una cascata.

Lo studio che venne redatto nel 2008 ebbe lo scopo di proporre la modifica della classe 4a di fattibilità geologica “Aree di pertinenza del corso d’acqua” relativamente al tratto di torrente compreso tra Via Nazionale e la strada comunale di Valbione. Questo in quanto dai rilievi topografici eseguiti per la realizzazione di un complesso edilizio vicino al corso d’acqua, risultò che il tracciato del torrente Acquaseria riportato nella cartografia aerofotogrammetria, non coincideva con il reale percorso del torrente.

A tale scopo quindi venne eseguito uno studio di dettaglio sul conoide applicando i criteri dell’Allegato 2 della DGR 28/5/2008 n. 7374 che consentì di zonare la pericolosità generata da colate e trasporto in massa lungo la conoide.

Tale zonazione è stata integralmente recepita nel presente lavoro, apportando modifiche solo relativamente all’estensione verso valle del conoide, che termina non alla S.S. n. 42 del Tonale, ma in Via Acquaseria.

In base allo studio del 2008, supportato anche da una relazione idraulica a firma dell’Ing. Giuliano Guerini, lungo il torrente Acquaseria passa una portata liquida di 75 mc/s mentre il valore della miscela liquido-solida risultante dai calcoli ideologici della conoide è pari a 86 mc/s. Dai risultati dei calcoli idraulici, dall’assetto morfologico della conoide, dalle caratteristiche del collettore e delle opere di regimazione idraulica presenti è stata delimitata la classe H5 (Ca del PAI) che comprende solamente la sottile striscia dell’alveo attuale fino alla terminazione del conoide (che in base allo studio 2008 terminava alla S.S. n. 42 mentre in base al presente studio arriva un po’ più a valle fino a Via Acquaseria, senza comunque arrivare al Fiume Oglio).

A questa classe di pericolosità H5 nel presente lavoro si sovrappone la fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore di ampiezza pari a 5 m dalla sommità della scarpata per ciascun lato entro l’abitato e pari a 10 m per il tratto esterno all’abitato, indicata nella nuova

Carta della fattibilità geologica. Poiché a valle della S.S. n. 42 il torrente si divide, la fascia del reticolo idrico è stata tracciata su entrambi i rami del torrente, mentre la zona ad elevata pericolosità H5 è stata delimitata solamente su un ramo come indicato nello studio originario del 2008 e approvato.

Esternamente all'alveo vi è solo la classe H1 (Cn del PAI) che comprende le aree con bassa probabilità di essere raggiunte dalla colata in quanto le sistemazioni dell'alveo hanno messo in sicurezza tutta la zona. Il canale che solca il conoide infatti nel tratto tra la strada comunale di Valbione e la S.S. n. 42 è stato recentemente (2008) allargato e regimato con consistenti opere idrauliche quali scogliere in massi e soglie di fondo sempre in massi (Fotografia 66a e 66b); queste sistemazioni hanno interessato anche il tratto a valle della statale dove il corso d'acqua si divide in due rami per poi riunirsi nuovamente in un unico tracciato prima della confluenza nel Fiume Oglio.

Rispetto alla zonazione indicata nel lavoro approvato del 2008 è stata ampliata la classe H1 anche a valle della statale per inglobare la parte distale del conoide, coerentemente con quanto indicato nella Carta Geomorfologica dove secondo la scrivente in base alla morfologia rilevata in sito, il conoide si estendeva ricoprendo i depositi glaciali più antichi. Questo ampliamento non determina vincoli ulteriori, ma semplicemente rappresenta una coerenza tra la pericolosità del conoide e il conoide morfologico.

**Descrizione dei conoidi per i quali non vennero mai eseguiti studi di dettaglio di zonazione della pericolosità e anche con il presente lavoro non viene proposta una zonazione.**

Si tratta di conoidi e di colate di detrito (debris-flow) per lo più situati nelle zone esterne agli abitati e alle testate delle vallate. E' stato fatto un confronto con quanto contenuto nella cartografia precedente (Carta del PAI redatta dal Dott. G. Fasser del 2002) e sono state apportate, dove necessario, modifiche geometriche alle forme e ai contorni di questi elementi essendo disponibile una base topografica molto più precisa (DB topografico) rispetto alla Carta Tecnica Regionale utilizzata nel lavoro pregresso.

Inoltre, avendo rilevato sul terreno e avendo utilizzato anche le ortofoto aggiornate, è stato rivisto e aggiornato lo stato di attività dei singoli conoidi (attivi, quiescenti, inattivi).

Rispetto alla Carta PAI del 2002 alcuni ambiti interessati da fenomeni di debris-flow sono stati cartografati in questo studio come conoidi anziché come frane, trattandosi di trasporti in massa e colate di detrito. I debris-flow sono infatti flussi gravitativi ad alta viscosità, composti da una miscela di detriti eterometrici, fango e acqua. Questa differente interpretazione non è da considerare un errore in quanto generalmente i debris-flow sono composti da più processi sovrapposti quali una frana che si innesca nel detrito nella zona sorgente, una colata che interessa la parte mediana dove il detrito, per la presenza di acqua, viene trasformato in fluido viscoso e scorre all'interno di uno o più canali, e un conoide nella parte distale dove avviene il deposito del materiale trasportato (non sempre presente o ben sviluppato), o anche a fasi dove l'azione della gravità e quella delle acque si alternano o dove l'una è prevalente rispetto all'altra.

Nel presente lavoro quindi sono stati assegnati alla voce PAI "conoidi" anche i processi di debris-flow, anche se questi ultimi sono fenomeni dove la componente legata all'azione delle acque (conoidi s.s.) si mescola a quella connessa alla gravità (e quindi frane). Poiché però le voci della legenda PAI non prevedono processi "misti" si è dovuto scegliere a quale fenomeno attribuirli, in accordo con le indicazioni regionali. Infatti la Regione Lombardia nel dettare i criteri per la zonazione della pericolosità per le conoidi alpine (Allegato 2 della DGR n. IX/2616 del 2011), accorpa in questa categoria anche i fenomeni di trasporto solido e/o in massa (*bed load, debris flood, debris flow, debris torrent*) e le colate detritiche tipo *debris flow* e *debris avalanche*.

Lungo il versante destro del Torrente Frigidolfo sono stati rappresentati numerosi conoidi/debris flow: due inattivi a Zoanno e Precasaglio, quello quiescente a S. Apollonia (questo è stato ampiamente descritto a pag. 17 essendo connesso al dissesto che investì la Valle delle Messi a S. Apollonia il 17 giugno 1784 – Fotografie 14a-14b-14c).

A Case del Toss è stato cartografato un nuovo debris-flow quiescente a cui si sovrappone una valanga molto pericolosa, ed è stata corretta la forma di quello poco più a nord caratterizzato da alcune colate attive (Fotografia 67).

E' riconfermato il conoide attivo di fronte a Case degli Orti, ampliandolo maggiormente verso nord (Fotografia 68).

E' stato ridimensionato il conoide del Rio di Ponticelli, all'inizio della Val Malza, che è separato (e non coalescente) da quello posto più a nord da un versante regolare boscato e senza impluvi.

Proseguendo in Valle delle Messi-Val Malza fino alla testata della valle e continuando lungo il versante sinistro del Frigidolfo nella zona del Gavia, sono stati rappresentati tutti come debris-flow attivi, a partire da quello di fronte al Rifugio Val Malza generato dal torrente Val Malza. Quelli rappresentati ricalcano le zone cartografate come frane attive nella Carta PAI del 2002; questo in quanto si tratta delle falde di detrito alla base dei versanti che secondo l'interpretazione precedente sono ambiti in frana mentre con l'interpretazione utilizzata nella stesura del presente lavoro si tratta di detrito che viene mobilizzato anche dall'acqua oltre che dalla gravità innescando colate improvvise. Dalle ortofoto si rilevano infatti molto bene i canali attivi che solcano e mobilizzano i detriti alimentati di continuo dalle pareti rocciose a monte.

Nella parte bassa del versante sinistro si osserva il loc. Case Pradazzo il conoide quiescente caratterizzato da una evidentissima tipica forma a ventaglio (Fotografia 19a), con annesso piccolo conetto laterale.

Verso sud si incontra l'importantissimo e pericoloso debris-flow attivo di Case degli Orti (Fotografia 69) che periodicamente scarica materiale ostruendo la strada per la Val Malza, arrivando fino alla piana del Torrente Frigidolfo. Nella Carta PAI 2002 una piccola parte venne cartografata come frana attiva e la parte rimanente più ampia come frana quiescente. Anche per questo ambito valgono le medesime considerazioni espresse sopra e cioè che non è un errore considerare i debris-flow come una somma di fenomeni di frana e di trasporto dovuto alle acque. Il debris infatti è alimentato a monte da una importante frana attiva molto evidente con la relativa nicchia di distacco in prossimità dei tornanti della S.P. n. 300 per il Passo Gavia, a quota circa 2000 m s.l.m. Qui il versante formato da depositi sciolti che ricoprono la roccia ha subito una forte erosione da parte di alcuni canali che lo solcavano, e si è progressivamente estesa realmente (circa 300 m di lunghezza e 200 di larghezza). Si tratta di una frana di scivolamento in materiale prevalentemente ghiaioso e sabbioso, con dei blocchi che derivano dal substrato roccioso molto fratturato il quale localmente ora risulta esposto. Durante le forti piogge l'acqua erode e trasporta il materiale a valle, causando l'alimentazione del debris-flow sottostante il quale regolarmente ostruisce la strada per Case degli Orti-Val Malza ed arriva appunto fino al Torrente Frigidolfo.

A Case Silizzi è presente un conoide quiescente con una evidentissima forma a ventaglio (Fotografia 70), generato dall'impluvio attivo (scorre sempre acqua) della Valvallè. Non può assolutamente essere una zona di frana attiva come cartografato nei lavori pregressi, ma appunto un conoide quiescente. Il canale scorre sul bordo destro del conoide in un alveo poco inciso. In corrispondenza della strada e della piana presso l'area pic-nic il torrente è addirittura pensile e forma una curva a gomito (Fotografia 33) seguendo la strada sterrata prima di incanalarsi nello scarico che si immette nel Frigidolfo. Nonostante gli operai del Parco dello Stelvio mantengano pulito il tracciato è molto facile che in caso di eventi alluvionali intensi l'acqua anziché deviare a 90° prosegua diritta allagando la zona pic-nic.

Gli ultimi debris-flow riportati lungo il torrente Frigidolfo sono quelli della Valle di Dusine, Valle del Calò e Valle Mezzana.

In Val di Dusine (Fotografia 71) è stata riconosciuta la parte attiva, quiescente e inattiva del debris, all'incirca come nel lavoro pregresso (la parte quiescente non era stata rilevata precedentemente mentre quella inattiva è meno estesa in quanto in base alla morfologia non può comprendere la porzione distale della valletta che scende dal Molino Maculotti).

Verso la Valle di Calò sono stati rappresentati nuovi piccoli conoidi coalescenti quiescenti.

La Valle di Calò è stata rilevata tutta come debris-flow quiescente e comprende anche i due impluvi che la formano a partire dalla strada della Tonalina; nel lavoro pregresso invece il conoide quiescente era delimitato solo nella parte distale e a monte era indicata una frana quiescente. Sul terreno sono ancora ben visibili i cordoni dovuti alle colate avvenute in passato e che formano dei dossi. I punti critici rilevati lungo l'asta torrentizia sono a quota 1360-1365 m a causa dell'assenza delle sponde (Fotografia 73a) e dell'alveo che passa praticamente a raso rispetto alla stradina adiacente. In caso di fuoriuscita dell'acqua e del materiale detritico, che avverrebbe soprattutto in sinistra idrografica, il flusso scenderebbe nei prati sottostanti (Fotografia 73b) seguendo l'andamento del pendio lungo la massima pendenza e la stradina sterrata esistente.

Infine la Val Mezzana, precedentemente indicata come frana stabilizzata (Carta PAI 2002) in realtà è anch'essa sede di un debris-flow quiescente (Fotografia 74). Il debris, che inizia incassato a valle della strada della Tonalina, si apre a ventaglio nella parte distale. In destra idrografica si riconoscono le antiche colate di detrito di forma allungata, sia adiacenti al corso d'acqua che più lontane, oggi visibili come dossi (Fotografia 75a). Il disalveo avverrebbe principalmente in sinistra idrografica, circa a q. 1325 m, a causa del canale pensile (senza sponde). L'acqua e il materiale arriverebbero senza problemi a coinvolgere alcune recinzioni e le stradine esistenti (Fotografia 75b).

A Ponte di Legno lungo il Torrente Narcanello sono confermati in riferimento alla cartografia pregressa il conoide inattivo della Valle Guasta che interessa il P.L. Sumanì. Il

conoide si sviluppa principalmente in destra idrografica essendo coalescente con quello del Torrente Ferera e il corso d'acqua è stato risagomato e modificato nel suo andamento (Fotografia 76) per consentire la realizzazione del P.L. (non si condivide la scelta). Si conferma anche il debris-flow quiescente (e non inattivo) di fronte, in sinistra idrografica del Narcanello.

Risalendo la Val Sozzine, escludendo i conoidi già oggetto di zonazione della pericolosità, il conoide inattivo indicato nella cartografia pregressa in corrispondenza delle case di Sozzine è stato individuato in realtà un po' più spostato verso sud.

Si riconferma il debris-flow che scende dal Castellaccio, con la colata attiva concentrata solamente lungo l'asta torrentizia e la parte quiescente che arriva fino alla strada di Prà de l'Ort. Non c'è invece il conoide attivo più a monte di raccordo con i debris-flow attivi posti ancora più a monte (che scendono dalla cima Il Gendarme) e che era indicato arrivare fino al campo sorgenti. Lungo questo tratto di versante il processo prevalente è la vanalga.

E' stato inserito come debris-flow attivo tutto il tracciato del Torrente Narcanello a partire dalla testata fino all'intersezione con il Torrente Ogliolo. Infatti tutto il fondovalle e ampie fasce adiacenti all'asta torrentizia sono caratterizzate da enormi quantità di detrito che viene mobilizzato dalle acque innescando colate (Fotografia 77). Nella parte distale è stata inserita come porzione attiva tutta la fascia in destra idrografica oggi boscata, ma che potrebbe essere coinvolta dalle colate di detrito mancando una protezione a monte.

A questo si aggiungono i debris-flow presenti lungo il versante destro del Narcanello che, come nella Valle delle Messi, si originano dalla mobilizzazione del detrito di falda. Questi debris erano indicati come frane attive nella Carta PAI del 2002 trattandosi dei detriti alla base dei versanti e che secondo il presente lavoro invece si tratta di detrito che viene mobilizzato anche dall'acqua oltre che dalla gravità innescando colate improvvise e quindi conoidi-debris-flow. Dalle ortofoto si rilevano infatti molto bene i canali attivi che solcano e mobilizzano i detriti alimentati di continuo dalle pareti rocciose a monte.

Analoga situazione (debris-flow attivi cartografati nel presente lavoro corrispondenti alle frane attive nel lavoro pregresso) si ha alla testata di Valbione, presso la Malga Pozzuolo (Fotografia 78).

Poco più a valle in destra idrografica del Torrente Acquaseria è stato mantenuto il conoide quiescente con il suo canale attivo che scende dall'anticima del Corno d'Aola, già indicato nella cartografia pregressa, estendendolo leggermente verso nord. Di fronte, in sinistra idrografica è stato individuato un debris-flow attivo anziché una frana quiescente.

Infine, poco a monte della piana di Valbione dove precedentemente era indicato un conoide attivo e uno quiescente, è stata rilevata la traccia di due piccoli debris-flow coalescenti ormai inattivi. Dalle vallette a monte infatti non c'è più alimentazione di materiale e la parte distale è formata da prati stabili.

Il conoide riportato nella Cata PAI del 2002 poco a monte delle case di Valbione lungo il versante sinistro non può esistere in quanto si troverebbe in corrispondenza di un normalissimo pendio boscato e senza impluvi a monte.

Al Tonale, escludendo i conoidi ripерimetrati, sono stati aggiunti rispetto alla cartografia pregressa debris-flow inattivi coalescenti a ovest della Valle del Lares, un debris-flow quiescente e uno inattivo in prossimità della Valle Vallazza. Si tratta di antiche colate di detrito oggi caratterizzate da una traccia poco evidente o addirittura assente del canale di alimentazione.

Infine sono stati cartografati due debris-flow attivi alla base delle pareti rocciose tra il Passo del Dito e il Passo del Paradiso, dove sono nettamente evidenti i canali che mobilizzano il detrito di falda. Nella cartografia pregressa erano indicati come frane attive.

Alla testata della Valle di Viso e lungo tutta la fascia alla base del crinale tra il Monte Tonale Occidentale e il Rifugio Buozzi sono stati cartografati debris-flow attivi coalescenti (Fotografia 8a), al posto delle frane attive come nella cartografia pregressa. Le motivazioni sono già state dette e cioè perché si tratta di vaste fasce di detrito di falda, alimentate dalla disgregazione delle pareti rocciose a tergo, che vengono mobilizzate anche dalle acque di scorrimento oltre che dalla gravità, creando colate di detrito.

Sempre alla testata della Valle di Viso in prossimità della Malga del Forgnucolo è stato cartografato un conoide attivo, molto evidente, con la tipica forma a ventaglio. E' indicato attivo (e non inattivo come nella cartografia pregressa) in quanto è solcato da due impluvi che si separano a q. 2120 m e che possono divagare trasportando materiale su tutta la superficie. La malga è protetta lateralmente da eventuali deflussi da uno sperone in roccia. Il conoide si interrompe all'incirca in corrispondenza della stradina che sale alla malga e non arriva assolutamente alla piana del Torrente Arcanello (come invece precedentemente cartografato) in quanto la fascia bassa del pendio, tra la stradina e il corso d'acqua, è costituita da depositi glaciali con dossi e non da depositi di conoide.

Proseguendo verso valle, lungo il versante sinistro poco prima del nucleo abitato, le colate detritiche dei debris-flow (Fotografia 79) sono state classificate come attive e non quiescenti o inattive come nello studio del 2002, data la presenza di evidenti canali di alimentazione e di materiale detritico in alveo. Il conoide lungo il versante sinistro a Case di Viso alimentato dalla Valle del Pedrasso che arriva all'altezza del Cimitero della Guerra è stato cartografato come quiescente anziché inattivo (Fotografia 80).

Il conoide di Case Mondini ricalca invece quello del lavoro pregresso, sempre quiescente.

A questo si aggiunge il piccolo debris-flow quiescente con il suo canale centrale attivo di Case dei Barc, alimentato da una frana di scivolamento alla testata dell'impluvio (Fotografia 81).

In destra idrografica del Torrente Arcanello i fenomeni prevalenti sono le valanghe e non i debris-flow o i conoidi. Solamente nella fascia bassa del pendio tra il Laghetto di Viso e Case di Viso sono presenti dei piccoli debris-flow inattivi coalescenti.

Infine, a sud di Case Mondini lungo il versante sinistro dell'Arcanello, si riconfermano i conoidi attivi della Valle Contessa (o di Val Mazza da IGM), del Rio di Gras Grande e della Valle Pizzo, già riportati nella cartografia PAI del 2002, opportunamente corretti come geometria in base alla reale morfologia rilevata in sito. L'ultimo conoide (valle Pizzo) è attivo e non quiescente avendo le medesime caratteristiche di quelli precedenti. Tutti questi conoidi in serie sono caratterizzati alle volte da ulteriori piccoli conoidi nella parte distale, alla confluenza delle valli nell'Arcanello. Sono stati cartografati come conoidi e non come debris-flow quanto hanno un'evidente forma a ventaglio con superficie convessa incisa da impluvi nei quali scorre sempre acqua (Fotografia 82).

Infine dopo la Valle Pizzo è stato aggiunto un ultimo conoide inattivo data l'assenza del canale sul corpo del conoide, e dove il fenomeno della valanga è predominante.

### 3.5 DESCRIZIONE DELLE FRANE IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI

Per quanto riguarda gli ambiti di frana, negli studi pregressi non vennero mai proposti studi di zonazione della pericolosità e anche con il presente lavoro non si propongono studi di dettaglio per la zonazione della pericolosità dato che i settori in frana non interferiscono con gli abitati e quindi non vi è nessun interesse a definire con dettaglio la pericolosità dovuta a frane di scivolamento o a crolli di roccia.

La differenza più rilevante tra quanto riportato nel presente lavoro e la cartografia pregressa (Carta PAI 2002) riguarda tutte le estessissime e diffusissime aree presenti alla testata delle valli (Valle delle Messi, Gavia, Valle di Viso, Tonale e Val Sozzine) dove vennero indicate come frane attive le aree di affioramento della roccia e soprattutto le falde di detrito alla base degli affioramenti.

Fondamentale per capire le differenze rilevate è stato il rilevamento in sito e l'osservazione delle ortofoto.

Nel presente studio tali settori non sono stati cartografati come frane attive, trattandosi invece di aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di affioramenti rocciosi fratturati e di zone con rotolamento e accumulo di blocchi, connessi al normale processo di disaggregazione della roccia.

Non si tratta quindi della presenza di un'infinità di frane in senso stretto dove è avvenuto un distacco dall'ammasso roccioso, improvviso e ancora in atto.

Inoltre molti di questi settori precedentemente cartografati come frane attive (come è già stato spiegato nei paragrafi precedenti) sono stati attribuiti nel presente lavoro a debris-flow attivi. Si tratta del detrito alla base dei versanti che viene mobilizzato anche dall'acqua oltre che dalla gravità innescando colate improvvise. Dalle ortofoto si rilevano molto bene i canali attivi che solcano e mobilizzano i detriti alimentati di continuo dalle pareti rocciose a monte, e non le nicchie di frana con i relativi accumuli alla base, come dovrebbe essere per un corpo di frana.

Per tutti questi ambiti classificati come frane attive nella Carta PAI del 2002 non si è trattato di dover rivedere la zonazione della pericolosità, quindi con l'obbligo di applicare l'Allegato 2 della DGR/2011 per una proposta di ripermimetrazione; secondo l'interpretazione qui adottata tali processi geomorfologici sono assenti o sono stati attribuiti ad una genesi diversa (debris flow-conoidi).

Nonostante i debris-flow siano processi dove la componente legata all'azione delle acque (conoidi s.s.) si mescola a quella connessa alla gravità (e quindi frane), in questo lavoro si è scelto di attribuirli alla categoria dei conoidi. Questa interpretazione (differente ad esempio rispetto a quanto riportato nello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT del Comune di Temù) non è da considerare un errore in quanto i debris-flow sono formati da più componenti: da una frana che si innesca nella zona sorgente, da

una colata che avviene nella parte mediana dove il detrito per la presenza di acqua scorre all'interno di uno o più canali, e dal conoide nella parte distale dove avviene il deposito del materiale trasportato. I debris-flow sono infatti flussi gravitativi ad alta viscosità, composti da una miscela di detriti eterometrici, fango e acqua, e si formano per fasi/impulsi successivi dove l'azione della gravità e quella delle acque si alternano o dove l'una è prevalente rispetto all'altra.

Poiché le voci della legenda PAI non prevedono processi "misti" si è dovuto scegliere a quale fenomeno attribuirli, e quindi si è scelto di attribuirli ai conoidi in accordo con le indicazioni regionali. La Regione Lombardia infatti nel dettare i criteri per la zonazione della pericolosità per le conoidi alpine (Allegato 2 della DGR n. IX/2616 del 2011), accorpa in questa categoria anche i fenomeni di trasporto solido e/o in massa (*bed load, debris flood, debris flow, debris torrent*) e le colate detritiche tipo *debris flow* e *debris avalanche*.

Le frane rappresentate nella cartografia del presente studio (sia quelle nuove introdotte che quelle tratte dagli studi pregressi e riviste) derivano dal rilievo geomorfologico eseguito, dall'osservazione delle fotografie aeree e delle ortofoto; esse sono state suddivise in base al reale stato di attività osservato (attive, quiescenti o inattive).

In tutto il territorio comunale sono state rilevate soprattutto frane di crollo attive, alcune delle quali ricalcano più o meno a quelle già individuate in precedenza, ma sono state delimitate con maggior precisione avendo a disposizione come base il DB topografico anziché la cartografia raster.

In Valle delle Messi un distacco evidente di roccia è quello dalla Punta di Monticelli di fronte alle Baite di Valmalza (Fotografia 12), i crolli lungo il versante sinistro del Frigidolfo tra la strada del Gavia (Fotografia 13b), le Baite di Caione e il fondovalle del torrente, a Case Pradazzo, a Case degli Orti e alla Cascina Palazzo, e tutta la fascia bassa tra Pezzo e case da Giuoco.

Due vaste aree di frana quiescente l'una a blocchi prevalenti e l'altra a fini prevalenti, si trovano a ovest di Pezzo, a monte e a valle del paese.

Una vasta frana attiva di scivolamento è quella a valle della strada del Gavia, vicino ai tornanti stradali e che alimenta il debris-flow attivo di Case degli Orti (Fotografia 10 e Allegato 1a).

Rispetto alla cartografia pregressa sono state inserite due frane stabilizzate, l'una sotto la strada del Gavia lungo il Fosso degli Orti e l'altra a ovest di Pezzo.

Quest'ultima deriva da un processo geomorfologico un po' particolare. Si tratta infatti di una Deformazione Gravitativa Profonda del Versante (DGPV) e non si tratta di una "classica" frana di scivolamento o di crollo. Questo fenomeno è stato descritto in dettaglio nel capitolo 3.2. (Fotografia 17a-b-c-d-e). Si tratta di un dissesto molto profondo ed estremamente lento, che

nel complesso non presenta sintomi evidenti di attività e segni di movimento generalizzato, ma che può essere riattivato anche solo parzialmente, e non necessariamente dalle sue cause originali.

Le tre DGPV rilevate (Pezzo, Corno D'Aola e Vescasa- Fotografie 15-16 e 17) si collocano in una situazione intermedia tra uno stato di attività quiescente e uno stabilizzato. Nella cartografia PAI sono state inserite nella classe delle frane stabilizzate e nella cartografia della fattibilità geologica in classe 3, con norma stabilita dal professionista più restrittiva rispetto ad una classe 2.

La frana stabilizzata indicata nella cartografia 2002 tra S. Apollonia e la Valle di Coen è stata stralciata in quanto non esistente. Lungo questo versante i fenomeni reali rilevati sono le valanghe attive che avvengono lungo la Valle di Coen (Fotografia 25) e la valle a monte di Case dei Toss a S. Apollonia (Fotografia 24) e il debris-flow quiescente di S. Apollonia (Fotografia 14a-14b). Anche la cartografia del progetto CARG non riporta nessuna frana in questo settore. Forse la rappresentazione del 2002 voleva far riferimento al famoso dissesto avvenuto nel giugno 1784 a S. Apollonia (debris-flow/frana) che da Cima Bleis di Somalbosco arrivò fino al Torrente Frigidolfo, ostruendolo e creando uno sbarramento con il lago a tergo (Fotografia 14a-14b-14c). Il versante non ha assolutamente una morfologia da accumulo di frana; se fosse avvenuta una frana di tale estensione avrebbe sicuramente spostato il tracciato del torrente Frigidolfo, cosa che invece non è avvenuta.

Anche le tre aree di frana attiva in destra e sinistra del torrente Frigidolfo a sud delle Baite di Valmalza sono state stralciate perché inesistenti; al loro posto sono state cartografate valanghe a pericolosità molto alta e sono presenti evidenti affioramenti di roccia.

Altra frana attiva stralciata è quella compresa tra il Fosso degli Orti e la Valle Valvallè a Case Silizzi; i due impluvi sono caratterizzati rispettivamente da un debris-flow quiescente e attivo e da un conoide quiescente, ma il versante compreso tra i due è regolarissimo e non presenta segni di dissesto.

In Valle di Viso le frane attive in destra idrografica a nord di Malga Forgnucolo e tra la malga e il Laghetto di Viso indicate nella Carta PAI del 2002 sono anch'esse inesistenti. Al loro posto è presente invece roccia affiorante o sub-affiorante, senza crolli o addirittura zone con depositi glaciali stabili.

All'inizio della Valle di Viso nella parte alta, ad ovest del Monte Tonale Occidentale non ci sono le due frane attive cartografate nei precedenti lavori; l'una è un versante regolare boscato e l'altra un settore con roccia subaffiorante senza falde di detrito.

È stata cartografata invece una nuova fascia di frana attiva dovuta a crolli dal crinale tra Cima Bleis e Cima le Sorti.

Le due frane attive nella parte alta della Valle del Calò sono state stralciate; è presente piuttosto un settore con crolli di roccia poco più a valle.

La valle del Calò e la Val Mezzana sono interessate da debris-flow quiescenti (Fotografia 72 e 74) e non da frane quiescenti e inattive come riportato nella cartografia pregressa.

Al Tonale sono state ridimensionate le due frane attive lungo la Valle del Lares e la Valle Vallazza; i settori di frana di scivolamento attivi sono molto più contenuti e localizzati lungo le sponde, mentre lungo le aste il fenomeno rilevato è l'alveo sovralluvionato.

Sempre al Tonale, alla base dei crinale Passo del Paradiso-Monticello Superiore, le falde di detrito attive precedentemente indicate come frane attive ed ora come aree a pericolosità potenziale per crolli e zone di accumulo di blocchi, terminano più a monte.

Si riconferma invece, seppur con una forma diversa e più precisa, la frana di crollo attiva indicata nella Carta PAI del 2002, che interessa in versante NO del Castellaccio fino al Torrente Ogliolo (Allegato 1b).

Spostandosi in Val Sozzine ritroviamo le due vaste aree di DGPV corrispondenti a frane stabilizzate, l'una in loc. Vescasa (è già individuata nello studio 2002) e l'altra, nuova, in loc. Corno d'Aola che coinvolge entrambi i versanti, sia verso la Val Sozzine che verso Valbione aprendosi "a fiore" sul crinale (Fotografia 16a-b-c).

Al bordo di questa è stata cartografata una nuova vasta frana a blocchi prevalenti quiescente, che probabilmente costituisce una porzione riattivata in passato del dissesto più ampio della DGPV.

Tutte le altre zone di frana attiva cartografate nel lavoro 2001 all'altezza di Pra de l'Ort (4 in destra e 1 in sinistra idrografica del Torrente Narcanello), in realtà sono ambiti interessati da valanghe a pericolosità molto elevata.

L'ultima area indicata come frana attiva nella cartografia precedente e situata sul versante sinistro di Valbione a q. circa 1600 m di fronte a una frana di crollo, è in realtà un pendio solcato da un impluvio, dove si incanala una valanga, testimoniata dalla presenza di vegetazione giovane (prato e arbusti).

Le frane attive ed effettivamente esistenti si trovano l'una, di crollo, alla testata di Valbione sotto il Corno Marcio e che arriva fino al fondovalle (Fotografia 11) e le altre, di scivolamento in roccia, poco a monte di Valbione sia lungo il versante destro che sinistro in prossimità degli impianti di risalita e delle piste da sci di Valbione e del Corno D'Aola.

Tutta la parte urbanizzata di Ponte di Legno non è interessata da frane di scivolamento e di crollo tali da richiedere studi di dettaglio di zonazione. I processi gravitativi rilevati riguardano per lo più franosità superficiali della copertura (attive e potenziali) per piccole erosioni, decorticamenti e soliflussi, scarpate in erosione anche connesse a sbancamenti antropici e distacchi di singoli blocchi da pareti rocciose specialmente lungo i tagli stradali.

Oltre alle frane in s.s. sia di scivolamento che di crollo, nel presente lavoro sono stati cartografati separatamente i settori interessati da franosità superficiale diffusa attiva o potenziale, individuati dal rilievo geologico di terreno eseguito nell'estate 2010. Per questi

ambiti non è plausibile applicare le procedure per la zonazione della pericolosità da frana previste dalla D.G.R. n. IX/2616 del 2011, trattandosi di processi molto superficiali, di limitata estensione e che possono consolidarsi in brevissimo tempo anche senza interventi di sistemazione.

### **3.6 AREE DI VALANGA IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI**

Rispetto allo Studio Geologico a supporto del PRG (2002) le valanghe riportate nella presente Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT, sono di tipo areale e non più di tipo lineare.

Esse sono state suddivise in valanghe già avvenute a pericolosità elevata o molto elevata (rilevate) e valanghe potenziali a pericolosità media o moderata (da foto interpretazione).

Le valanghe a pericolosità alta e molto alta riportate nelle carte sono 177, delle quali 168 derivano dal database "SIRVAL" della Regione Lombardia e 9 invece derivano dal rilievo di terreno e da informazioni raccolte in sito. Le valanghe a pericolosità media sono 45 e derivano da fotointerpretazione.

Rispetto a quelle indicate nel database SIRVAL alle volte è stata leggermente modificata la forma alla testata, sui fianchi e in fondovalle, per renderle più coerenti con la nuova cartografia topografica

### **3.7 AREE DI ESONDAZIONE LUNGO I CORSI D'ACQUA PRINCIPALI IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI**

Nella cartografia della presente Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT le aree allagabili lungo il torrente Frigidolfo e Narcanello derivano dallo "Studio per l'individuazione delle aree esondabili dei Torrenti Frigidolfo, Narcanello e del Fiume Oglio in Comune di Ponte di Legno" redatto dal Prof. Marco Mancini nell'ottobre 2001. In questo studio idraulico vennero delimitate aree di esondazione calcolate per eventi di piena con Tempo di Ritorno  $T_r = 50, 200$  e 500 anni.

Invece le aree di esondazione lungo il Fiume Oglio derivano dal lavoro più recente "Studio per la ridefinizione della pericolosità da esondazioni e dissesti morfologici nei comuni di Ponte di Legno, Temù, Vione e Incudine" redatto per conto dell'Unione dei Comuni dell'Alta Vallecamosonica dallo studio Multiproject Engineering di Brescia (Dott. Ing. P. Bertoni e Dott. Arch. G. Setti) e dalle Geo.Te.C. di Darfo Boario Terme (Dott. G. Zaina) nel gennaio 2008-gennaio 2009. Il tempo di ritorno utilizzato nei calcoli è stato  $T_r=200$  anni.

Le esondazioni del Fiume Oglio riportate nel presente lavoro sono state tratte da quest'ultimo lavoro (2008-2009) in quanto più recente rispetto allo studio idraulico del Prof.

Mancini (2001) e anche perchè ha tenuto conto di opere ed interventi di sistemazione idraulica eseguiti negli ultimi anni sul corso d'acqua.

Alle aree di esondazione sono state attribuite le seguenti classi di pericolosità (riportate poi nelle carte di Sintesi, dei Vincoli, della Fattibilità Geologica e del PAI):

- le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello calcolate per eventi di piena con  $Tr=50$  anni corrispondono alle aree a pericolosità molto elevata Ee del PAI;
- le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello calcolate per eventi di piena con  $Tr=200$  anni corrispondono alle aree a pericolosità elevata Eb del PAI;
- le aree di esondazione dei torrenti Frigidolfo e Narcanello calcolate per eventi di piena con  $Tr=500$  anni corrispondono alle aree a pericolosità media o moderata Em del PAI;

Le aree di esondazione del Fiume Oglio nel lavoro Bertoni-Zaina vennero già assegnate alle classi Ee, Eb, Em del PAI.

Nel presente lavoro i contorni delle aree Ee, Eb ed Em lungo il Frigidolfo e il Narcanello sono identiche a quelle dello studio originario del Prof. Mancini del 2001 in quanto essendo georeferenziate sono state recepite senza modifiche sulla nuova base topografica vettoriale.

Rispetto allo studio geologico del 2002 invece le variazioni sono più consistenti, non solo a causa della variazione della base topografica, ma anche in relazione ai contenuti. Nella Carta PAI del 2002 (e quindi anche la versione riportata nel Geoportale) ad esempio, lungo il Torrente Frigidolfo non vennero riportate le aree a pericolosità media o moderata "Em" nonostante lo studio del Prof. Mancini del 2001 le individuasse. Anche lungo il Torrente Narcanello non vennero mai riportate tutte e tre le fasce a diversa pericolosità individuate dal prof. Mancini (tra l'altro i contenuti della Carta PAI 2002 e del Geoportale differiscono) e sul Fiume Oglio in sponda sinistra vennero indicate tutte le fasce mentre in sponda destra no, nonostante lo studio sempre del 2001 le indicasse.

Un'altra variazione rispetto allo studio geologico del PRG del 2002 riguarda le aree della "linea di energia" che nel presente lavoro sono state eliminate; si tratta infatti di una linea che non ha una grande rilevanza fisica e soprattutto un significato connesso ad una pericolosità idraulica. Essa rappresenta il livello teorico che avrebbe l'acqua se fosse ferma (cosa che non avviene perché l'acqua in realtà è in moto).

Successivamente (2004) venne redatta dai dott. geol. G. Fasser e L. Rossi una versione ulteriore della Carta PAI (mai approvata dalla Regione Lombardia) che ha corretto alcune cose, ma che conteneva sempre grossolani errori nell'individuazione delle aree Ee, Eb, Em rispetto agli studi originari.

Altra differenza macroscopica tra la presente Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT e lo studio geologico pregresso a supporto del PRG, non imputabile a errori, riguarda il Fiume Oglio, dal ponte di Via Carrettoni-Via Salimmo fino al Confine con

Temù; il presente lavoro ha recepito infatti i contenuti dello studio più recente sul Fiume Oglio (2008) che non esisteva quando venne redatto lo studio geologico per il PRG e che quindi non considerava gli interventi che vennero poi realizzati da AIPO sul fiume.

Con il presente lavoro quindi si è voluto far chiarezza riprendendo esattamente i contenuti dello studio del Prof. Mancini del 2001 per i torrenti Frigidolfo e Narcanello a monte della confluenza nel Fiume Oglio e quello più recente del 2008 (Bertoni-Zaina) per il Fiume Oglio a partire dal ponte di Via Carrettoni-Via Salimmo.

Esistendo già questi studi idraulici di dettaglio non aveva senso redigere nuovi studi non essendo variata la situazione idraulica dei corsi d'acqua dal 2001-2008 ad oggi.

### **3.8 FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI**

Nella cartografia della fattibilità geologica degli studi precedenti la classe 4a comprendeva l'“Area di pertinenza di corso d'acqua esondabile in concomitanza di piene ordinarie e/o soggetta a fenomeni erosivi collegati all'attività idrica, pari ad almeno 10 m dal ciglio di scarpata d'erosione e/o dall'argine dei corsi d'acqua non effimeri, fasce fluviali corrispondenti a piene ordinarie con tempi di ritorno di 50-200 anni (Ee – Eb del PAI)”.

Si trattava quindi di una classe che accorpava, senza distinzione, aree aventi un significato molto differente: l'uno connesso al vincolo normativo di “polizia idraulica” - R.D. n. 523/1904 relativo ai corsi d'acqua e alle fasce di rispetto, l'altro connesso invece a problematiche di tipo idraulico e geologico quali esondazioni, allagamenti ed erosioni spondali.

Nel presente lavoro della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT si è fatta la scelta di scorporare le fasce di rispetto dei corsi d'acqua individuate nello studio del Reticolo Idrico del 2012 (Documento di Polizia Idraulica del novembre 2012 approvato dalla Regione Lombardia Sede Territoriale di Brescia con parere favorevole condizionato n. 256 del 20/02/2013) dalle classi di fattibilità geologica, rappresentandole con una retinatura sovrapposta alle classi di fattibilità geologica, in modo da poter visualizzare separatamente il vincolo normativo dal fenomeno geologico.

Come già scritto nella relazione del reticolo idrico, le fasce di rispetto per il Reticolo Idrico Minore sono state tracciate con criterio geometrico, pari a 10 m per lato misurati dalla sommità della sponda per i corsi d'acqua a cielo aperto posti al di fuori della zona urbanizzata e 5 m per i corsi d'acqua a cielo aperto posti internamente alla zona urbanizzata.

Per i corsi d'acqua del Reticolo Idrico Principale (Fiume Oglio, Torrente Frigidolfo, Torrente Narcanello e Torrente Ogliolo) la fascia di rispetto ha un'ampiezza pari a 10 m per lato sia all'interno che all'esterno dell'urbanizzato.

Per i tratti coperti/tombinati, compresi i drenaggi sotterranei, le trincee drenanti e gli scolli, la fascia ha una larghezza di 1 m per ciascun lato dal bordo esterno del manufatto. La fascia di rispetto dei corsi d'acqua coperti è finalizzata a garantire la possibilità di accesso per ispezioni e/o manutenzioni.

Quindi nella Carta di Fattibilità Geologica si vede dove termina la fascia di rispetto del corso d'acqua e dove termina la classe di fattibilità geologica sottostante, di qualunque classe (2, 3 o 4).

Dal punto di vista normativo a seconda di dove ricade la zona di intervento, andrà applicata la norma più restrittiva (quella del Reticolo Idrico o quella dello Studio Geologico).

### **3.9 PROCESSI GEOMORFOLOGICI AGGIUNTI IN RAFFRONTO AGLI STUDI PRECEDENTI**

Oltre alle frane e ai conoidi numerosi sono i fenomeni aggiunti rispetto alla cartografia precedente. Le principali sono le aree in erosione per ruscellamento delle acque (classe 4f di fattibilità geologica) variamente sparse ovunque sul territorio comunale, le zone a pericolosità potenziale per crolli e accumuli di blocchi (classe 4h), le aree allagabili individuate con criteri geomorfologici (classe 3b) e soprattutto le vaste aree con riporti di materiale (classe 2c) distribuite su tutto il territorio comunale.

Per le aree allagabili quelle principali sono in Valle delle Messi lungo il Torrente Frigidolfo (Fotografia 42) e a Valbione lungo il Torrente Acqueseria (Fotografia 43). Entrambe queste aree, non derivando da studi idraulici specifici, sono state delimitate su base geomorfologica e quindi correttamente classificate in maniera differente (classe 3b) rispetto a quelle dove gli allagamenti derivanti da calcoli idraulici (classe 4a, 3c).

Per i riporti si tratta di zone dove sono state accumulate consistenti volumetrie di materiale inerte (generalmente misto a ghiaie, ciottoli e sabbie), derivante soprattutto da scavi edili e zone rimodellate a seguito sempre di interventi antropici (creazione delle piste da sci). I riporti più consistenti si trovano adiacenti alle sponde lungo il Frigidolfo (Fotografia 22) e al Narcanello, nella zona degli impianti di risalita per Valbione lungo la S.S. n. 42, tutta la fascia del Tonale fino alla zona dalla Caserma dei Vigili del Fuoco.

Con la stesura del presente lavoro si è trattato quindi di effettuare una revisione consistente e generale di tutto il lavoro pregresso (ormai datato), basandosi su rilievi in sito.

## 4. FASE DI SINTESI

---

### 4.1 CARTA DI SINTESI (Tavola 2a-2b-2c-2d-2e-2f-2g)

E' stata redatta per tutto il territorio comunale in scala 1:5.000 e rappresenta le aree a maggiore pericolosità e vulnerabilità connesse ai diversi fenomeni geologici che hanno modellato il territorio.

Questa cartografia riunisce tutti gli elementi e i processi geologici individuati e definiti nelle cartografie pregresse, alcuni poi corretti e aggiornati a seguito di studi specifici e rilievi di dettaglio. Pertanto ingloba i risultati di tutti i lavori svolti nel passato.

Per la compilazione della carta sono state applicate le direttive della D.G.R. n. IX/2616 del 2011 e quindi sono state distinte aree pericolose dal punto di vista della dell'instabilità dei versanti, aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico, aree con caratteristiche geotecniche scadenti, ecc.

In questo modo sono risultati diversi poligoni ciascuno dei quali delimita una porzione di territorio caratterizzato da una pericolosità omogenea per la presenza di fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale per il grado di vulnerabilità idrogeologica e idraulica, per la presenza di valanghe, per interventi antropici consistenti.

In molte zone del territorio si ha la sovrapposizione di più ambiti a diversa pericolosità e vulnerabilità, dando origine a dei poligoni misti per pericolosità determinata da più processi agenti. Nella delimitazione dei poligoni sono state considerate anche le aree di influenza dei fenomeni geologici.

In sostanza è una carta derivata dalla carta geomorfologica, a cui si sono aggiunti i risultati ottenuti da studi pregressi, soprattutto relativi alla zonazione della pericolosità dovuta a conoidi, di frane di scivolamento e di crollo e allagamenti.

Di seguito vengono elencati gli ambiti di pericolosità e di vulnerabilità individuati e riportati nella Carta di Sintesi, relativi agli aspetti geologici, idrogeologici, idraulici, geomorfologici e antropici.

Per la descrizione di dettaglio di ogni singolo fenomeno si rimanda al paragrafo della Carta Geomorfologica.

#### **Aree pericolose per instabilità dei versanti**

##### **◆ Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di affioramenti rocciosi fratturati, di zone di rotolamento e accumulo di blocchi (Crp)**

In questa categoria rientra la quasi totalità delle creste montuose e dei versanti rocciosi che compongono le testate delle valli. A causa della elevata acclività, dell'esposizione agli agenti meteorici e alla presenza di più o meno diffusi sistemi di

fratturazione, sono ambiti potenzialmente soggetti a distacchi di blocchi. Le aree di influenza rispetto ai settori di distacco sono stimate in base all'estensione delle falde di detrito e alla morfologia del versante e sono quelle dove avviene il rotolamento e l'accumulo dei blocchi.

◆ **Aree interessate da crolli attivi di massi (distacco e accumulo) (Cr)**

Sono indicate le aree caratterizzate da affioramenti rocciosi fortemente fratturati e/o cataclasati dai quali si verificano distacchi improvvisi dell'ammasso roccioso con accumulo dei blocchi crollati nelle zone sottostanti, lungo il pendio. Non si tratta della "normale" degradazione della roccia, dove costantemente e continuamente, avviene il crollo localizzato di singoli blocchi che alimentano la falda sottostante, ma di fenomeni improvvisi dove avviene il distacco in un unico evento di grosse masse di roccia, che possono ripetersi frequentemente nel tempo.

◆ **Aree di frana (Fa, Fq, Fi, Fsa, Fsp)**

Si tratta di aree interessate da frane di scivolamento, sia in detrito che in roccia, suddivise in base allo stato di attività osservato durante il rilievo di terreno. Quelle attive mostrano evidenti sintomi di attività, quali rigonfiamenti, decorticamenti del suolo, superfici di movimento non alterate, fratture aperte, vegetazione assente o abbattuta, ecc.

Quelle quiescenti attualmente non presentano sintomi di attività, ma possono essere riattivate, anche non necessariamente dalle loro cause originarie.

Le frane inattive sono ormai settori che non presentano più sintomi di attività.

In questa categoria sono state inserite anche le aree a franosità superficiale attiva e potenziale. Si tratta di aree variamente sparse su tutto il territorio comunale, interessate, anche potenzialmente, da dissesti entità limitata, di piccole dimensioni e poco profondi, legati per lo più a movimenti della coltre superficiale e del suolo, a causa principalmente della presenza di acqua che satura i terreni (soliflusso, creep).

Nella delimitazione di questi ambiti sono state inglobate anche le zone di possibile influenza e non solo quelle con le evidenze del dissesto.

◆ **Aree in erosione accelerata (ruscellamenti, solchi) (Er)**

Sono tutte quelle aree dove, a causa della presenza di sorgenti a monte o per l'azione delle acque meteoriche, le acque stesse tendono poi a ruscellare liberamente lungo il pendio in maniera incontrollata, spesso non incanalate e senza recapito finale. Gli effetti visibili sono l'erosione del terreno e la formazione di solchi e incisioni anche profonde lungo i pendii.

### ◆ **Aree interessate da deformazioni gravitative profonde e rilasci di versante (DGPV)**

Questo fenomeno interessa l'intero versante a Ovest di Pezzo, quello in Località Vescasa e quello in Loc. Corno D'Aola che coinvolge entrambi i versanti rispetto al crinale. Ogni dissesto ha un'estensione complessiva di oltre 1-2 kmq.

Si tratta di dissesti molto profondi ed estremamente lenti, che nel complesso non presentano sintomi evidenti di attività e segni di movimento generalizzato, ma che possono essere riattivati anche solo parzialmente, e non necessariamente dalle loro cause originali. Le possibili cause di riattivazione possono essere lo scarico dovuto all'erosione laterale e/o al piede, gli eventi sismici, l'assetto stratigrafico e strutturale del substrato impermeabile, le variazioni repentine del livello delle acque che scorrono all'interno del versante, le variazioni della quantità di acqua che può infiltrarsi e che può creare deflussi in pressione e quindi l'insorgenza di fasce fluido-plastiche di debolezza, ecc.

Questi dissesti tendono a scomporre e disarticolare il versante in sub-unità caratterizzate da una morfologia molto disturbata e irregolare. In superficie sono spesso ben visibili rilasci, trincee, contropendenze, depressioni e dossi, fenomeni franosi localizzati, ammassi rocciosi apparentemente in posto, ma in realtà crollati/ruotati/basculati. Sui manufatti si possono osservare crepe negli edifici, cedimenti lungo le strade, ecc.

Le DGPV rilevate si collocano in una situazione intermedia tra uno stato di attività quiescente e uno stabilizzato. Pertanto nella cartografia PAI sono state inserite nella classe delle frane stabilizzate e nella cartografia della fattibilità geologica in classe 3, con norma stabilità dal professionista più restrittiva rispetto ad una classe 2 di frana inattiva.

### ◆ **Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide/debris-flow non perimetrato (Ca, Cq, Ci)**

Si tratta delle aree di conoide alluvionale e delle vastissime aree interessate da colate di detrito (debris-flow) presenti soprattutto alle testate delle valli ed esterne alle zone urbanizzate. Sono state classificate in base allo stato di attività rilevato in sito e dall'osservazione delle ortofoto aggiornate. Alcuni ambiti interessati da fenomeni di debris-flow sono stati cartografati in questo studio come conoidi anziché come frane. Questa differente interpretazione non è da considerare un errore in quanto i debris-flow sono flussi gravitativi ad alta viscosità, composti da una miscela di detriti eterometrici, fango e acqua, e sono dovuti a più processi sovrapposti (da una frana che si innesca nel detrito in sommità, da una colata che coinvolge il detrito nella parte intermedia e dal conoide nella parte distale dove avviene il deposito del detrito) o

anche a fasi dove l'azione della gravità e quella delle acque si alternano o dove l'una è prevalente rispetto all'altra.

Trattandosi di settori che non coinvolgono insediamenti abitativi non è stata applicata la procedura di zonazione della pericolosità (Allegato 2 della DGR n. IX/2616 del 30/11/2011).

◆ **Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide perimetrato**

Si tratta di aree dettagliatamente descritte nel paragrafo 3.4 relativo alla descrizione di tutte le conoidi cartografate.

A seguito di studi specifici di dettaglio della zonazione della pericolosità per colate e flussi di detrito lungo le conoidi alpine, redatti sia in passato che con il presente lavoro, sono stati individuati settori a pericolosità differente, come di seguito descritto.

**Pericolosità molto bassa (H1):** area più distali dal collettore che per caratteristiche morfologiche ha basse o nulle probabilità di essere interessata dai fenomeni di dissesto;

**Pericolosità bassa (H2):** area mai interessata nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o area protetta da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi, con bassa probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto;

**Pericolosità media (H3):** area interessata in passato da eventi alluvionali e da erosioni di sponda documentati su base storica; area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione) e ad erosioni di sponda; in particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi;

**Pericolosità alta (H4):** comprende le aree con alta probabilità di essere interessate da fenomeni di erosioni di sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale, con danneggiamento di opere e manufatti;

**Pericolosità molto alta (H5):** comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze, pari ad almeno 10 m dalla sponda, ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena ed eccezionalmente porzioni di conoide.

Per gli ambiti di frana, sia di scivolamento che di crollo, non interferendo con le zone urbanizzate, non sono stati proposti studi di zonazione della pericolosità né in passato né con il presente lavoro.

◆ **Aree con versanti da debolmente a mediamente acclivi (<15°), boscate e a prato, stabili (Avd)**

Si tratta di aree che nelle condizioni attuali non presentano particolari problemi dovuti a dissesti o instabilità in atto e, data la modesta acclività della superficie topografica che le caratterizza, sono in grado di consentire interventi antropici anche consistenti. Tuttavia la loro collocazione spesso in ambiti di pregio paesaggistico suggerisce un'attenta valutazione delle tipologie di intervento, preferendo ovviamente quelle a basso impatto ambientale.

◆ **Aree con versanti da mediamente a molto acclivi (>15°), di pregio paesaggistico, potenzialmente soggette a fenomeni di dissesto (Avi)**

Si tratta di aree che nelle condizioni attuali non presentano particolari problemi dovuti a dissesti o instabilità in atto, che tuttavia, data l'elevata acclività che le caratterizza, sono particolarmente vulnerabili e poco adatte a sostenere interventi antropici consistenti. Anche dove si hanno condizioni stabili, interventi antropici errati potrebbero rompere l'equilibrio esistente e indurre situazioni di dissesto o provocare modifiche significative all'ambiente.

◆ **Aree di valanghe rilevate (Va)**

Per la delimitazione di tali aree si è fatto riferimento obbligatoriamente alla cartografia regionale esistente (SIRVAL - Sistema Informativo Regionale Valanghe Ed. 2002) con limitati aggiornamenti grafici della forma per renderle più coerenti con la nuova base topografica. La cartografia regionale si basa su rilevamenti di terreno e interviste in loco effettuati nel luglio 1991 dai dott. Roberto Nevini e Gianpaolo Sommaruga, professionisti incaricati dalla Regione Lombardia Direzione Generale Territorio e Urbanistica tramite il Centro Nivo-Meteorologico di Bormio. La delimitazione di tali aree potrà essere aggiornata e modificata a seguito dell'applicazione degli studi di approfondimento delle valanghe con le metodologie previste nell'Allegato 3 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011. Nella stesura del presente lavoro non sono state applicate tali metodologie in quanto non necessario.

In passato (2006) venne redatto uno studio nivologico per la perimetrazione della valanga in loc. case Mondini a supporto del progetto di recupero di alcuni fabbricati che venne approvato sempre nel 2006 dalla Regione Lombardia. Per questo motivo nella cartografia di Sintesi sono riportate 177 valanghe a pericolosità molto elevata non perimetrate (delle quali 168 che derivano dal database regionale e 9 dal rilievo in sito o da informazioni raccolte in loco), e due ambiti, zona rossa e zona blu, rispettivamente ad elevata pericolosità e a moderata pericolosità, relativi alla zonazione della pericolosità da valanga in loc. Case Mondini.

Le valanghe a Case di Viso sono le più frequenti e più pericolose e così anche quelle lungo il versante sinistro del Tonale nella zona della funivia Paradiso.

Si rammenta che il database regionale riporta anche per ciascuna valanga una scheda descrittiva con le principali caratteristiche morfometriche e i dati relativi ai vari eventi avvenuti in passato (moto, danni, sistemi di difesa, ecc.) e pertanto si rimanda a tali schede essendo piuttosto esaustive e non essendoci nulla altro da aggiungere.

#### ◆ **Aree di valanghe da fotointerpretazione (Vp)**

Anche per questa categoria si è fatto riferimento al data-base regionale esistente (SIRVAL) che appunto, mediante fotointerpretazione, ha individuato settori potenzialmente soggetti a caduta di valanghe, anche se storicamente non segnalati. Si tratta di siti che per acclività, esposizione, mancanza di vegetazione possono dare origine a valanghe in caso di eccezionali nevicate e quindi a pericolosità potenziale. Nelle tavole sono state cartografate 45 valanghe potenziali, pertanto un numero elevatissimo, sia incanalate nei principali impluvi che distribuite lungo i versanti, quasi sempre privi di copertura boschiva ad alto fusto.

#### **Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

#### ◆ **Aree a pericolosità di inondazione del Fiume Oglio (tempo di ritorno uguale a 200 anni (Ee, Eb, Em))**

Si tratta delle aree allagabili lungo il Fiume Oglio tratte dal recente lavoro "Studio per la ridefinizione della pericolosità da esondazioni e dissesti morfologici nei comuni di Ponte di Legno, Temù, Vione e Incudine" redatto per conto dell'Unione dei Comuni dell'Alta Vallecamonica dallo studio Multiproject Engineering di Brescia (Dott. Ing. P. Bertoni e Dott. Arch. G. Setti) e dalle Geo.Te.C. di Darfo Boario Terme (Dott. G. Zaina) nel gennaio 2008-gennaio 2009, e approvato dalla Regione Lombardia nel dicembre 2009. Questo studio riguarda un aggiornamento di un precedente studio (2001) eseguito dai medesimi professionisti, dato che dal 2001 al 2008 l'AIPO eseguì sul Fiume Oglio alcuni lavori di sistemazione idraulica. Si rese pertanto necessario ridelimitare e rivedere alcune di queste aree a pericolosità di esondazione lungo il fiume. Lo studio ha preso in considerazione il Fiume Oglio a partire dal Ponte di Via Carrettoni essendo quello posto immediatamente a monte della confluenza con i torrenti Frigidolfo-Narcanello e la prima sezione topografica utilizzata nei calcoli idraulici è il Ponte di Via Salimmo. Il tempo di ritorno utilizzato nei calcoli è stato  $T_r=200$  anni.

A monte del ponte di Via Salimmo sono state recepite nel presente lavoro le aree esondabili individuate nello studio idraulico del Prof. Mancini del 2001, essendo le uniche disponibili.

A valle del ponte di Via Salimmo sono state recepite le aree di esondazione riportate nello studio del 2008-2009, suddivise in pericolosità molto elevata (Ee) elevata (Eb) e media o moderata (Em).

◆ **Aree a elevata probabilità di inondazione dai Torrenti Frigidolfo e Narcanello per eventi di piena con tempo di ritorno uguale a 50 anni (aree Ee) e Zona B-Pr (ex area PS 267)**

Si tratta delle aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili ( $T_r=50$  anni). Queste aree derivano esattamente da uno specifico studio idraulico (redatto nel 2001 dal Prof. Mancini) che ha interessato il Torrente Frigidolfo in corrispondenza della piana di S. Apollonia e il tratto tra il primario tornante della Strada Statale del Gavia n. 300 e la confluenza nel Fiume Oglio (ponte di Via Salimmo), e il Torrente Narcanello, nel tratto compreso tra il torrente Ogliolo e la confluenza nel Fiume Oglio (ponte di Via Salimmo).

I contenuti e i risultati di questo studio sono stati dettagliatamente descritti nel paragrafo relativo alla Carta Geomorfologica.

Le aree individuate corrispondono a quelle coinvolgibili dalle piene molto frequenti dei due torrenti (tempi di ritorno di 50 anni).

Alla confluenza nel Fiume Oglio ci si è ricordati alle aree "Ee" derivanti dal più recente studio approvato "Esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio del Fiume Oglio da Ponte di Legno a Incudine" del gennaio 2009 redatto dai Dott. Ing. Bertoni e Dott. Zaina (Multiproject Engineering e Geo.Te.C.).

Nella carta PAI queste aree sono state classificate come aree Ee.

In questa categoria è stata inserita anche un'area in Val Sozzine, di forma rotondeggiante, tratta dall'Allegato 4-1 dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici della cartografia PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, tavola "036-LO-BS 1-2" area a rischio idrogeologico molto elevato (area ex PS-267) denominata Zona B-Pr.

Anche in questo caso si tratta di un'area interessata da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni (quindi molto frequenti).

Come riportato nelle norme PAI, per i fenomeni di inondazione che interessano i territori di pianura le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono identificate per il reticolo idrografico principale e secondario rispettivamente dalle seguenti zone:

*ZONA B-Pr in corrispondenza della fascia B di progetto dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel Piano stralcio delle Fasce Fluviali e nel PAI: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni;*

*ZONA I: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.*

Il Torrente Narcanello appartiene al Reticolo Idrografico Principale (DGR del 25 Ottobre 2012 n. IX/4287) con codice BS022 e rientra nella tavola del PAI (non nella Fascia B di progetto dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle Fasce Fluviali dato che queste ultime riguardano il Fiume Oglio a partire dal Comune di Sonico – BS) e quindi la zona di inondazione è classificata come B-Pr.

Per questo ambito non vi è mai stata la necessità di una ripermutazione (né con studi pregressi né con il presente lavoro) trattandosi di una zona disabitata e quindi non “interessante” dal punto di vista urbanistico.

Alla Zona B-Pr andrebbe applicato l'art. 51 comma 2 della NTA del PAI e andrebbe assegnata la classe 3 di fattibilità geologica. Con il presente lavoro però si è fatta una scelta di maggior tutela di tale ambito, trattandosi di un settore mai stato oggetto di studi di dettaglio di perimetrazione e soprattutto critico essendo situato alla confluenza tra il Torrente Ogliolo e il Narcanello, dove sono evidentissimi fenomeni di elevato trasporto solido. Pertanto si è optato per classificarla in classe 4 di fattibilità geologica e, trattandosi di un'area a rischio idrogeologico molto elevato (area ex PS-267), si è preferito assegnare le norme del comma 3 art. 51 delle NTA del PAI (valide per la Zona I) più restrittive rispetto alle norme del comma 2, e non in contrasto con le norme generiche della classe 4 di fattibilità geologica.

◆ **Aree a moderata probabilità di inondazione dai Torrenti Frigidolfo e Narcanello per eventi di piena con tempo di ritorno uguale a 200 anni (aree Eb)**

Si tratta di aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali, con minor frequenza delle precedenti. Anche tali aree, come le precedenti, derivano dall'analisi idraulica del Prof. Mancini del 2001 che ha interessato i tratti dei torrenti Frigidolfo e Narcanello che scorrono entro la zona urbanizzata fino alla confluenza con il Fiume Oglio. Esse corrispondono alle aree coinvolgibili dalle piene con tempi di ritorno di 200 anni (piene meno frequenti). Nella carta PAI queste aree sono state classificate come aree Eb.

Alla confluenza nel Fiume Oglio (ponte di Via Salimmo) queste aree sono state interrotte dovendosi ricordare al più recente studio approvato “Esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio del Fiume Oglio da Ponte di Legno a Incudine” del gennaio 2009 redatto dai Dott. Bertoni e Dott. Zaina (Multiproject Engineering e Geo.Te.C.), che al ponte di Via Salimmo ha individuato aree a pericolosità molto elevata (Ee) e media o moderata (aree Em) di inondazione e non le aree a pericolosità elevata di inondazione (Eb).

◆ **Aree a bassa probabilità di inondazione dai Torrenti Frigidolfo e Narcanello per eventi di piena con tempo di ritorno uguale a 500 anni (aree Em)**

Anche queste aree, come le precedenti, sono state tracciate sulla base di una specifica analisi idraulica che ha interessato il tratto che scorre entro l'urbanizzato dei torrenti Frigidolfo e Narcanello fino alla confluenza nel Fiume Oglio. Esse corrispondono alle aree coinvolgibili dalle piene con tempi di ritorno di 500 anni (piene catastrofiche).

Alla confluenza nel Fiume Oglio ci si è ricordati alle aree "Em" derivanti dal più recente studio approvato "Esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio del Fiume Oglio da Ponte di Legno a Incudine" del gennaio 2009 redatto dai Dott. Ing. Bertoni e Dott. Zaina (Multiproject Engineering e Geo.Te.C.).

Nella carta PAI queste aree sono state classificate come aree Em.

◆ **Aree allagabili individuate con criteri geomorfologici e/o interessate da fenomeni torrentizi (Am)**

In tale classe rientrano principalmente due aree, l'una individuata lungo il Torrente Frigidolfo e l'altra lungo il Torrente Acquaseria, esterne rispetto alle zone urbanizzate. La delimitazione deriva da criteri geomorfologici, senza specificare quindi né tempi di ritorno né altezze raggiunte dalle acque in caso di esondazione. Il rilevamento sul terreno ha consentito di delimitare tali aree sulla base della morfologia del terreno, dei percorsi dei paleoalvei, delle criticità dovute a punti di possibile tracimazione, della presenza di sezioni di deflusso insufficienti, ecc.

Queste aree nella carta PAI sono state classificate come aree Eb.

◆ **Aree interessate da fenomeni di erosione spondale (Es)**

Sono state delimitate delle fasce strette e allungate in corrispondenza dei tratti di corsi d'acqua caratterizzati da sponde in erosione attiva connessa all'attività idrica, e presenti lungo il Frigidolfo, il Narcanello e alcuni corsi d'acqua minori.

◆ **Aree con alvei sovralluvionati (As)**

Come per la voce precedente si tratta anche in questo caso di strette fasce individuate lungo alcuni tratti di corsi d'acqua, caratterizzati da un consistente deposito in alveo di materiale alluvionale (blocchi, ciottoli, ghiaia e sabbia), che avviene dove si ha una riduzione improvvisa della pendenza del corso d'acqua. La più evidente si trova lungo il torrente Narcanello, a partire dalla confluenza del torrente

Ogliolo fino alla zona tornante in Val Sozzine. In questo punto è stata realizzata nell'ottobre 2007 una enorme briglia di trattenuta con un bacino di accumulo a monte che ha la funzione di fermare il materiale che periodicamente viene trasportato lungo la valle.

### **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

#### **◆ Aree con emergenze idriche (Ei)**

Sono aree dove l'acqua emerge liberamente e spesso diffusamente, anche in più punti ravvicinati. Non sono state inserite in questa categoria le sorgenti che alimentano l'acquedotto comunale trattandosi di acque captate per le quali è già prevista per legge una zona di tutela (Zona di Tutela Assoluta). Quelle invece captate da privati sono state inserite in questa categoria in quanto si tratta sempre di aree vulnerabili idrogeologicamente, nell'ottica anche che in un futuro possano non essere più utilizzate e quindi emergere liberamente.

Anche la sorgente ferruginosa di S. Apollonia è stata qui inserita a tutela della risorsa idrica.

#### **◆ Aree di fondovalle a medio-bassa soggiacenza della falda (< 15 m) (Af)**

In questa categoria rientrano le fasce di fondovalle e le piane alluvionali lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello. Queste aree presentano problematiche di vulnerabilità alta della falda freatica a causa della medio-bassa profondità della stessa rispetto al piano campagna abbinata alla permeabilità medio-alta dei depositi soprastanti.

### **Aree con riporti e aree con scadenti caratteristiche geotecniche**

#### **◆ Aree con scadenti caratteristiche geotecniche (Scg)**

Sono aree dove, o per la presenza naturale di terreni a granulometria molto fine (argille e limi) o per la presenza di acque che ristagnano nel terreno saturandolo, si ha uno scadimento delle caratteristiche geotecniche e quindi una limitata capacità portante dei terreni.

#### **◆ Aree con riporti di materiale e rimodellamenti antropici (R)**

Si tratta di settori dove sono stati riportati volumi considerevoli di materiale proveniente da scavi o zone dove sono stati fatti rimodellamenti antropici di spessori consistenti, specialmente lungo le piste da sci. Si tratta di aree generalmente stabili, dove il materiale che compone i riporti ha una granulometria molto variabile, potendo quindi risultare sia addensato sia poco consolidato.

## 4.2 ASPETTI RELATIVI ALLA SISMICITA'

### 4.2.1 Zona sismica di appartenenza

Con l'emanazione dell'Ordinanza n. 3274 da parte della Presidenza del Consiglio dei Ministri in data 20/03/2003 (modificata con la O.P.C.M. n. 3316/2003 e prorogata con le successive O.P.C.M. n. 3379/2004, n. 3431/2005, n. 3452/2005, n. 3467/2005 e n. 3519/2006) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" tutto il territorio nazionale è classificato come sismico e suddiviso in quattro zone (Zona 1, Zona 2 Zona 3 e Zona 4), con la Zona 1 considerata la più pericolosa.

Per l'identificazione della zona sismica in cui ricade ciascun comune italiano bisogna far riferimento (punto C2.7 della Circolare esplicativa delle NTC/2008 n. 617 del 2/2/2009) alla classificazione regionale (D.G.R. n. 7/14964 del 7/11/2003) che ha recepito in via transitoria e fino a nuova determinazione, gli elenchi delle zone sismiche della OPCM/3274, mantenendo il Comune di Ponte di Legno in Zona 4.

La sismicità del territorio bresciano è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria. Poiché il territorio comunale di Ponte di Legno è distante rispetto a tale margine la sismicità in questo settore è quindi molto bassa (da cui la Zona 4).

Per quanto riguarda la normativa tecnica associata alla classificazione sismica nazionale è in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", al quale è obbligatorio attenersi per la progettazione esecutiva delle opere in presenza anche dell'azione sismica. Tra le novità più importanti di queste norme vi è il fatto che la stima della pericolosità sismica, in fase di progettazione, non viene più definita riferendosi alle 4 zone sismiche riportate nella sopra citata OPCM/2003 e s.m.i. (dove ad ogni Zona era associato uno specifico valore di accelerazione  $a_g$  e quindi uno spettro di progetto standard), ma bensì sito per sito (detto approccio "sito dipendente") fornendo una mappa di pericolosità sismica nazionale determinata per ogni sito in Italia secondo una griglia regolare di nodi per ognuno dei quali sono stati calcolati i parametri che descrivono la pericolosità sismica (picchi di accelerazione, accelerazioni spettrali, disaggregazione, ecc.), tutti calcolati per diverse probabilità di accadimento in 50 anni.

Quindi ai fini della pianificazione il Comune di Ponte di Legno ricade in Zona 4 mentre ai fini della progettazione di qualunque opera dovranno essere adottati i valori di accelerazione e i parametri sismici specifici del sito di indagine. La Tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14/1/2008 fornisce tali parametri per 10751 punti di un reticolo base di riferimento.

Ai sensi della legge regionale n. 12 del 2005 (art. 57) e s.m.i. i comuni, ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, devono dotarsi nel Piano di Governo del Territorio (PGT) di strumenti atti ad individuare la pericolosità sismica del loro territorio. I criteri per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito finalizzati alla definizione della pericolosità sismica nei PGT sono descritti nell'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011. "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 22/12/2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374".

#### **4.2.2 Applicazione del 1° livello – Carta della Pericolosità Sismica Locale – PSL (Tavola 3a-3b)**

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è contenuta nell'Allegato 5 della DGR IX/2616 del 2011 e prevede 3 livelli di approfondimento progressivo in funzione della zona sismica di appartenenza e di scenari di pericolosità sismica individuati sul territorio; i primi due sono obbligatori in fase di pianificazione, il terzo solo in fase progettuale e solo in presenza di precise situazioni.

Il 1° livello di approfondimento si basa su un approccio qualitativo e comporta la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), direttamente derivata dai dati contenuti nelle carte di inquadramento geologico e geomorfologico.

La pericolosità sismica di un sito è il risultato della sovrapposizione della pericolosità di base del sito alla quale si sommano gli effetti locali (instabilità e amplificazioni) dovuti a particolari condizioni morfologiche e geologiche del sito stesso in seguito ad un evento sismico.

Il 1° livello di approfondimento consiste nel riconoscere tali aree passibili di amplificazione sismica, sulla base delle osservazioni di tipo geologico e di dati esistenti. Questo livello ha previsto la redazione della *Carta della pericolosità sismica locale – PSL* (Tavola 3) nella quale sono rappresentate le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali, secondo quanto indicato nella tabella seguente:

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

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

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

- Nel caso di *versanti in equilibrio precario* (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.
- Nel caso di *aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici* quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.
- Nel caso di *terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche* si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di

acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

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

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

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

- *gli effetti di amplificazione topografica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- *effetti di amplificazione litologica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare una esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

In base ai criteri indicati nell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 2011 è stata redatta, per tutto il territorio comunale, la carta degli scenari di Pericolosità Sismica Locale (PSL) in scala 1:10.000.

Per il Comune di Ponte di Legno sono stati riconosciuti i seguenti scenari dove potrebbero verificarsi effetti di instabilità e amplificazione sismica locale. Si tratta di scenari che reagiscono in modo differente alle sollecitazioni sismiche, modificando la pericolosità sismica di base in relazione alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno.

- Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi (instabilità). In questa categoria rientrano i fenomeni franosi attivi già individuati come tali nelle pregresse carte geomorfologica, di sintesi e del PAI, rappresentati dalla zona di distacco e da quella di accumulo.
- Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti (instabilità).
- Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana (instabilità). Comprende sia le poche aree localizzate, a franosità superficiale potenziale, sia le vastissime zone a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di affioramenti rocciosi fratturati, di zone di rotolamento e accumulo di blocchi e quindi soggette a periodici distacchi di massi, alimentati dalla progressiva disgregazione delle pareti rocciose soprastanti. E' stata inserita qui anche un'estesa area in sponda sinistra del Torrente Ogliolo, alla base di una frana di crollo molto ampia che scende dal Castellaccio.
- Z2 - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale, depositi compressibili tipo torbe) che possono indurre cedimenti. In questa categoria rientrano alcune zone con consistenti riporti antropici di materiale, sia come volumetrie che come spessori, variamente sparse in tutto il territorio. In aggiunta, a favore della sicurezza, sono stati inseriti anche quei settori caratterizzati da terreni aventi caratteristiche geotecniche scadenti che potrebbero subire dei cedimenti, anche se il grado di sismicità atteso per il comune di Ponte è molto basso.
- Z3a e Z3b - Zona di ciglio  $H > 10$  m e zona di cresta e/o di cocuzzolo (amplificazione topografica). Sono state individuate con un simbolo lineare alcune scarpate e le creste dei cordoni morenici, che soddisfano i requisiti geometrici necessari per produrre un effetto di amplificazione topografica, ricadenti solo nelle zone urbanizzate. Data la peculiarità del comune di Ponte di Legno, che comprende vastissime aree di alta montagna caratterizzate da pareti in roccia subverticali, e quindi scarpate rocciose, nicchie di distacco, zone di creste e/o cocuzzolo, sarebbe stato un lavoro inutilmente gravoso delimitare infinite singole linee di ciglio dove potrebbero verificarsi amplificazioni topografiche, tra l'altro poste esternamente

all'urbanizzato. Questo nell'ottica che comunque l'eventuale approfondimento sismico previsto dalla normativa per le zone ricadenti in PSL Z3 (e Z4) è obbligatorio solamente per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, che si collocano entro l'urbanizzato.

- Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (amplificazione litologica). In quest'area ricadono i fondovalle di tutti i corsi d'acqua principali quali i torrenti Frigidolfo, Arcanello, Narcanello, Ogliolo, Acquaeria e il Fiume Oglio. Si tratta in genere di terreni granulari, a granulometria medio-grossolana (ghiaie e ciottoli) con locali lenti di sabbie. Solamente nella piana del Narcanello, poco a monte della confluenza nel Fiume Oglio i depositi alluvionali sono più fini (prevalentemente sabbie)
- Z4b – Zona pedemontana di falda di detrito e conoide alluvionale/debris-flow (amplificazione litologica). Si tratta della tipologia di deposito più diffusa sul territorio di Ponte di Legno in quanto costituisce le fasce lungo tutti i versanti al raccordo tra le creste e i fondovalle. In questi contesti i depositi possono superare anche la decina di metri di spessore. In questa categoria sono anche state incluse le falde di detrito e i debris-flow, che si sono formati alla base delle pareti rocciose e che spesso raggiungono estensioni notevoli e spessori significativi (alcuni metri) tali da poter essere soggetti ad amplificazione sismica.
- Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (amplificazione litologica). Rientrano in questa categoria i versanti montani prospicienti i fondovalle dell'Oglio e dei torrenti Arcanello, Frigidolfo, Ogliolo, la vasta area del Tonale e dei locali apparati morenici di alta quota. Si tratta in genere di terreni granulari, localmente sovraconsolidati, di spessore molto variabile da pochi metri fino ad alcune decine di metri.
- Z5 - Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti (comportamenti differenziali). Con un tratto viola sono stati evidenziati i contatti stratigrafici, principalmente quelli tra roccia affiorante-subaffiorante e i depositi sciolti, essendo quelli caratterizzati da consistenti differenze nel comportamento reologico e quindi sismico. Si deve assolutamente tener presente che le linee tracciate rappresentano il limite in superficie tra le diverse unità, ma in profondità il contatto stratigrafico prosegue con andamento più o meno sconosciuto: sarà quindi necessario valutare puntualmente, caso per caso, in funzione anche della tipologia di intervento edificatorio eventualmente previsto, l'andamento di questo limite in profondità per evitare che possa interferire con le fondazioni delle strutture.

Per il Comune di Ponte di Legno, ricadendo in Zona sismica 4, nelle aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità e cedimenti e pertanto quelle identificate come "Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi - Z1a", "Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti - Z1b", "Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana - Z1c" e "Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti - Z2", è obbligatoria l'applicazione diretta del 3° livello di approfondimento previsto dalla normativa regionale, senza passare attraverso il 2° livello, in fase di progettazione di edifici ed opere strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui alla D.d.u.o. regionale n. 19904/2003).

Per le fasce "Z5 - Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti" non è prevista la valutazione quantitativa del 3° livello in quanto secondo la D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011 "tale scenario esclude la possibilità di edificare a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione potrà essere superata qualora si operi in modo tale da ottenere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio".

Per tutti gli altri scenari di pericolosità sismica individuati (Z3 e Z4) è obbligatoria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 della DGR IX/2616 del 2011 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui alla D.d.u.o. regionale n. 19904/2003). Il 2° livello consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione.

**Poiché il Comune di Ponte di Legno nell'ambito della stesura del presente PGT non ha in previsione edifici ed opere strategiche e rilevanti, in questa fase si è proceduto solamente alla redazione della Carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL - 1° livello), rimandando l'obbligo dell'applicazione del 2° livello di approfondimento in fase pianificatoria in caso di varianti urbanistiche al PGT con previsione di edifici o infrastrutture strategiche e rilevanti ricadenti negli scenari PSL Z3 e Z4. L'applicazione del 3° livello di approfondimento è prevista in fase di progettazione delle opere strategiche e rilevanti solo se ricadenti nelle aree indagate con il 2° livello caratterizzate da un valore di  $F_a >$  valore della soglia comunale.**

Nella stesura della cartografia PLS, per renderla più leggibile e soprattutto applicabile per l'eventuale approfondimento di 2° livello, sono state evitate le sovrapposizioni degli scenari nelle aree caratterizzate dalla coesistenza di più situazioni (ad esempio frana quiescente Z1b con falda di detrito Z4b, o anche zona potenzialmente franosa Z1c con zona morenica Z4c); pertanto è stato di evidenziare lo scenario di pericolosità sismica locale più gravoso (ad esempio la presenza di un movimento frana rispetto alla presenza di un deposito morenico o alluvionale). Infine sono state stralciate le aree molto piccole (che data

la scala della carta non sarebbero state sufficientemente visibili), e per le quali quindi gli effetti sismici sarebbero ininfluenti.

### 4.3 CARTA DEI VINCOLI (Tavola 4a-4b-4c-4d-4e-4f-4g)

La carta dei vincoli riporta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, dal contenuto prettamente geologico, idrogeologico e idraulico, quali:

- Vincoli sovraordinati derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/1989.
- Vincoli di Polizia Idraulica (R.D. n. 523 del 25/7/1904).
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.

I vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ricadenti nel territorio comunale di Ponte di Legno non sono altro che le aree in dissesto che derivano dall'aggiornamento della cartografia PAI originaria, ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI e cioè:

- Aree di frana attiva (Fa), perimetrate e non perimetrate (cioè di piccole dimensioni).
- Aree di frana quiescente (Fq), perimetrate e non perimetrate (cioè di piccole dimensioni).
- Aree di frana stabilizzata (Fs) perimetrate.
- Aree a pericolosità molto elevata (Ee), elevata (Eb) e media o moderata (Em) per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, sia perimetrate (se di estensione significativa) che non perimetrate (è indicata solo la traccia dell'asta in erosione). Ricadono in questo ambito le aree allagate e potenzialmente allagabili, sia eccezionalmente che periodicamente, del Fiume Oglio, dei Torrenti Frigidolfo e Narcanello (in quanto per questi corsi d'acqua non esistono le fasce fluviali A, B, C, definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po), le aree allagabili individuate con criteri geomorfologici (torrenti Acquaseria e Frigidolfo), le aree coinvolte da trasporto di materiale solido oltre che da scorrimento d'acqua in occasione di forti precipitazioni piovose lungo i torrenti montani e le fasce caratterizzate da solchi di erosione lungo i versanti.
- Zona B-Pr a rischio idrogeologico molto elevato (ex aree PS 267) interessata da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni. Si tratta di un'area in Val Sozzine, alla confluenza tra il Torrente Ogliolo e il Torrente Narcanello, non oggetto di ripermetrazione e quindi derivata integralmente dalla cartografia originaria PAI.
- Aree interessate da trasporto in massa lungo i conoidi: ricadono in questo ambito i conoidi alluvionali e i debris-flow individuati, suddivisi in base allo stato di attività: attivo non protetto (Ca), attivo parzialmente protetto (Cp), non recentemente attivatosi o completamente protetto (Cn).

- Area di conoide a rischio idrogeologico molto elevato (ex aree PS 267 codice area 036-LO-BS) Zona 1 e Zona 2. Si tratta del conoide in Val Sozzine riperimetrato a seguito dello studio di dettaglio redatto nel marzo 2003 dal Dott. G. Zaina, e per il quale è stato espresso dalla Regione Lombardia parere favorevole con alcune prescrizioni (lettera prot. n. Z1.2003.0020979 del 13 Maggio 2003 e n. Z1.2007.13689 del 6 Luglio 2007). Le prescrizioni sono state recepite nel presente lavoro.
- Aree interessate da valanghe, a pericolosità molto elevata o elevata (Ve) e a pericolosità media o moderata (Vm). Ricade in questo ambito anche l'area di valanga in loc. Case Mondini in Valle di Viso oggetto di uno studio di dettaglio di ripermetrazione redatto nel 2006 dai Dott. C. Leoni e A. Tedoldi e approvato con parere della Regione Lombardia prot. n. Z1.2006.30374 del 21/12/2006 e iter concluso con variante urbanistica del PRG approvata con Delibera del Consiglio Comunale n. 31 del 13/9/2007 e pubblicata sul BURL Serie Inserzioni e Concorsi n. 43 del 24/10/2007

Avendo rappresentato nella cartografia l'intero quadro del dissesto PAI relativo a tutto il territorio comunale (e non solo alcune aree) NON sono state rappresentate le aree in dissesto riportate nei lavori pregressi ed in vigore fino all'approvazione della presente Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT di Ponte di Legno, rendendo in questo modo la carta più leggibile.

Il vincolo di Polizia Idraulica deriva dal R.D. n. 523 del 25/7/1904. Esso si applica ai corsi d'acqua classificati come "acque pubbliche" e regola le attività vietate e quelle consentite, che necessitano di autorizzazione, lungo i corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto.

Il lavoro di riferimento dal quale sono stati tratti i corsi d'acqua e le relative fasce di rispetto è il "Documento di Polizia Idraulica" redatto dalla scrivente in collaborazione con il Dott. Ing. A. Di Pasquale del Novembre 2012.

Il Comune di Ponte di Legno in passato non si era mai dotato di uno studio del Reticolo Idrico. Come scritto nella relazione descrittiva del lavoro le fasce di rispetto per il Reticolo Idrico Minore sono state tracciate con criterio geometrico ed hanno un'ampiezza di 10 m per lato dalla sommità della sponda per i corsi d'acqua a cielo aperto e i relativi specchi d'acqua, posti esternamente al limite della "zona urbanizzata" così come identificata negli allegati grafici del Documento di Polizia Idraulica e di 5 m per lato dalla sommità della sponda per i tratti posti internamente al limite della "zona urbanizzata".

Per i tratti coperti/tombinati, compresi i drenaggi e gli scoli, la fascia ha una larghezza di 1 m per ciascun lato dal manufatto; le distanze devono essere misurate in pianta a partire dal bordo esterno del manufatto che costituisce il tombotto o la copertura. La fascia di rispetto dei corsi d'acqua coperti è finalizzata a garantire la possibilità di accesso per ispezioni e/o manutenzioni.

La competenza sul Reticolo Idrico Minore per le funzioni di Polizia Idraulica di cui al R.D. 523/1904 (rilascio nulla-osta idraulici/concessioni, riscossione e introito dei canoni di polizia idraulica) è del Comune.

Per i corsi d'acqua del Reticolo Idrico Principale (Fiume Oglio, Torrente Narcanello, Torrente Frigidolfo e Torrente Oglionello) la fascia di rispetto ha un'ampiezza pari a 10 m per lato. Per questi corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto l'Autorità Idraulica competente è la Regione Lombardia.

Le fasce di polizia idraulica definiscono ambiti all'interno dei quali alcune attività sono vietate ed altre consentite, previa autorizzazione, ed hanno una triplice funzione:

- evitare che nuovi edifici vengano realizzati a ridosso dei corsi d'acqua, laddove, in occasione di eventi di piena di carattere eccezionale, i fenomeni erosivi e gli episodi di esondazione sono più probabili;
- consentire l'accesso ai corsi d'acqua per i necessari interventi di pulizia e di manutenzione;
- lasciare lungo i corsi d'acqua uno spazio con significato ambientale - paesistico, in accordo con l'obiettivo del P.A.I. di assicurare il progressivo miglioramento non solo delle condizioni di sicurezza, ma anche della qualità ambientale e paesistica del territorio.

Le fasce di rispetto sono state definite con criterio geometrico: esse non debbono essere confuse con le aree di esondazione dei corsi d'acqua (aree allagate e allagabili riportate nel presente studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT) il cui significato non è legato ad esigenze di manutenzione, rinaturazione e tutela degli argini e delle sponde, ma ad esigenze di tutela delle aree da rischi alluvionali. Quindi le aree storicamente soggette ad esondazione non sono state considerate ai fini della definizione dell'ampiezza delle fasce di rispetto, in quanto sono ambiti aventi un significato differente, connesso a fenomeni di pericolosità idraulica, e per i quali esistono le norme geologiche di piano che definiscono le attività vietate e quelle consentite.

Per lo studio del Reticolo Idrico la Regione Lombardia Sede Territoriale di Brescia ha già espresso parere favorevole condizionato n. 256 in data 20/2/2013 con lettera n. AE03.2013.0001389 del 5/3/2013.

Come richiesto al punto a) del parere regionale sono stati inviati su supporto informatico in data 5/7/2013 i files in formato .shp predisposti secondo le procedure dell'allegato B) "Criteri per l'esercizio dell'attività di polizia idraulica di competenza comunale" della d.g.r. n. 4287 del 25/10/2012. Le richieste indicate ai punti b) e c) del parere regionale (invio tavola di PGT con individuazione delle fasce di rispetto e stralcio carta di fattibilità dello studio geologico) potranno essere evase una volta adottato/approvato lo studio di PGT.

Le aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee destinate ad uso idropotabile, che alimentano l'acquedotto comunale, sono individuate in base all'art. 94 del D.Lgs n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. e si distinguono in:

- Zona di Tutela Assoluta (ZTA), che deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente all'utilizzo e alla manutenzione dell'opera di presa e delle infrastrutture di servizio, e quindi è soggetta a restrizioni maggiori rispetto alla zona di rispetto.
- Zona di Rispetto (ZR), che ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione.

Il D.Lgs/2006 e s.m.i. definisce le norme e le attività vietate all'interno delle aree di salvaguardia dei punti di captazione delle acque sotterranee che alimentano l'acquedotto comunale (commi 3, 4, 5 e 6 dell'art. 94).

L'acquedotto comunale è alimentato da 9 zone di sorgente composte da un totale di 29 punti di captazione, da 2 pozzi (uno in Val Sozzine e 1 al Tonale) e da 1 presa da corso d'acqua superficiale in loc. Cà de Poi. L'elenco è riportato nella descrizione della Carta Geomorfologica. A queste sorgenti è stata aggiunta anche la sorgente alla testata di Valbione che alimenta il Rifugio Corno d'Aola essendo ad uso pubblico.

## 5. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI (Tavola A e B)

Rispetto alla cartografia originaria approvata nel 2001 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po (pubblicazione del d.p.c.m. del 24 maggio 2001 sulla G.U. n. 183 del 8 agosto 2001) la Carta del dissesto PAI ha subito alcune modifiche ed aggiornamenti a seguito della stesura di studi geologici redatti in passato a supporto del PRG (Studio geologico Dott. G. Fasser, 2002) e di studi di dettaglio, approvati e non, di ripermetrazione di aree in dissesto in ambiti specifici di conoidi, aree di esondazione, aree a rischio idrogeologico molto elevato (aree ex PS 267), quali la ripermetrazione dei conoidi attorno all'abitato di Ponte (Dott. G. Fasser novembre 2002), la delimitazione delle aree allagabili lungo il Fiume Oglio e i torrenti Frigidolfo e Narcanello (studio idraulico Mancini, 2001), l'individuazione delle aree esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo il Fiume Oglio (studio Dott. Bertoni della Multiproject Engineering, Dott. Arch. G. Setti e Dott. Zaina della Geo.Te.C.– Gennaio 2008 e aggiornamento Gennaio 2009), la ripermetrazione del conoide n Val Sozzine ex area PS 267 (studio di dettaglio Dott. G. Zaina, 2003).

Vista la presenza di numerosi lavori sparsi mai integrati tra loro, con la stesura della presente Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT comunale si è voluto accorpate tutto quanto fino ad oggi prodotto, approvato e non approvato, riunendolo in un'unica carta redatta ex-novo. La Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI quindi deriva sia dai lavori pregressi, sia dagli elementi contenuti nell'elaborato dalla Carta di Sintesi e attribuiti ai diversi ambiti di dissesto come imposto dalla Tabella 2 e Tabella 3 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011.

In particolare sono stati indicati con apposita simbologia i seguenti fenomeni:

- Frane attive (Fa), quiescenti (Fq) e stabilizzate (Fs), perimetrare e non.
- Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, perimetrati e non, a pericolosità molto elevata (Ee), elevata (Eb) e media-moderata (Em).
- Trasporto in massa sui conoidi attivi non protetti (Ca), parzialmente protetti (Cp), non recentemente riattivatisi o completamente protetti (Cn).
- Valanghe a pericolosità molto elevata o elevata (Ve) e media-moderata (Vm).
- Aree a rischio idrogeologico molto elevato (aree ex PS 267) per esondazioni (Zona B-Pr) e per trasporto in massa sui conoidi (Zona 1 e 2) che si trovano solo in Val Sozzine.

Le aree di conoide a pericolosità elevata e molto elevata H4 e H5 ricadono nell'area Ca.

Le aree di conoide a pericolosità H3 ricadono o nell'area Cp o Cn a seconda che si tratti di conoidi oggetto di una proposta di ripermimetrazione oppure zonazioni recepite da studi pregressi.

Le aree di conoide a pericolosità H2 e H1 in ricadono nell'area Cn.

L'area a rischio molto elevato per esondazione lungo il Torrente Narcanello (ex-PS 267) ricade in Zona B-Pr.

L'area a rischio idrogeologico molto elevato (ex-PS 267) in Val Sozzine per trasporto in massa e flusso di detrito lungo il conoide avente codice 036 LO-BS che nella ripermimetrazione ricadeva in classe di pericolosità H5 e H4 è stata assegnata obbligatoriamente alla Zona 1 e quella in classe di pericolosità H3 alla Zona 2 del PAI (Tab. 3 della DGR/2011). Con questa assegnazione sono state recepite le prescrizioni della Regione Lombardia che erano rimaste fino ad oggi sospese, e riportate nella lettera n. Z1.2007.13689 del 6 Luglio 2007.

La Carta PAI dovrà essere approvata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Le norme che regolano gli interventi ammessi e non ammessi nelle aree in dissesto sono contenute nell'art. 9 e nel Titolo IV art. 50 e 51 delle Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) oltre che nelle norme geologiche riportate nel capitolo 6.2 della presente relazione.

## 6. FASE DI PROPOSTA

---

### 6.1. CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA (Tavole 5a-5b-5c-5d-5e-5f-5g e 6a-6b-6c-6d-6e-6f-6g-6h-6i)

La carta di fattibilità geologica riprodotta nelle Tavole 5 in scala 1:5.000 e nelle Tavole 6 in scala 1:2.000, è stata ricavata dalla sovrapposizione delle problematiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e Idrogeologiche riportate nelle precedenti carte di analisi e sintesi. Queste aree, sulla base delle limitazioni di tipo geologico in esse riscontrate, sono state attribuite a quattro classi. All'interno di ciascuna classe sono presenti differenti situazioni (sottoclassi) che sono state distinte in base al tipo di fenomeno che caratterizza l'ambito e che quindi ne condiziona la limitazione alla modifica della destinazione d'uso.

Laddove si aveva una sovrapposizione di due o più sottoclassi, si è fatto prevalere il fenomeno più gravoso, più evidente, più rilevante e/o quello caratterizzato da norme più restrittive (ad esempio tra un'area di frana in classe 4f e un'area soggetta a crolli potenziali in classe 4h, prevale la classe 4f).

Si è preso atto anche della zonazione della fattibilità riportata nei lavori pregressi approvati, opportunamente corretta e modificata per tenere conto degli adattamenti dei limiti dei conoidi, delle frane, delle esondazioni e delle valanghe sulla nuova base topografica, effettuati con il presente lavoro.

**Per la correlazione tra le classi di pericolosità (relativamente ai fenomeni franosi, al trasporto in massa lungo le conoidi e ai fenomeni di esondazione) con le classi di fattibilità geologica e le classi del PAI si è fatto obbligatoriamente riferimento alla Tabella 2 della D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, e localmente dando anche attribuzioni più restrittive rispetto a quanto indicato nella DGR.**

Per quanto riguarda i conoidi si rammenta che dovendo adeguare tutti i lavori pregressi alle direttive contenute nella D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011, le aree a pericolosità molto alta H5 sono state unite a quelle a pericolosità alta H4 (Tabella 2 della DGR/2011), assegnandole obbligatoriamente alla classe 4c di fattibilità geologica e alle aree "Ca" del PAI con norme del PAI. Questo quindi ha comportato nel presente lavoro una modifica di assegnazione delle aree rispetto ai lavori precedenti dove le aree H5 invece erano in classe Ca del PAI, le H4 in Cp del PAI, le H3 e le H2 in Cn del PAI. Ora invece per tutti i conoidi oggetto di una nuova proposta di zonazione le aree a pericolosità H3 (e classe 3 di fattibilità geologica - 3d) sono state assegnate alla Cp del PAI mentre quelle derivanti da studi pregressi sono state mantenute nella zona Cn del PAI. Le aree a pericolosità H2 ricadono in classe 3f di fattibilità geologica e Cn del PAI. Le aree a pericolosità H1 ricadono in classe 2a di fattibilità geologica e nelle zone Cn del PAI.

Per quanto riguarda l'attribuzione delle aree di esondazione alle classi di fattibilità e alle classi PAI si è adottato il seguente criterio:

- nella classe 4a di fattibilità geologica rientrano per il Fiume Oglio le aree di esondazione Ee, Eb che derivano dallo studio "Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio da Ponte di Legno ad Incudine" (Dott. G. Zaina della Geo.Te.C. e Dott. Ing. P. Bertoni della Multiproject Engineering – Gennaio 2009)" approvato dalla Regione Lombardia con lettera Protocollo Z1.2009.0024398 del 02/12/2009. Per i torrenti Frigidolfo e Narcanello nella classe 4a ricadono invece le aree allagabili con  $Tr=50$  anni e  $Tr=200$  anni che derivano dallo studio idraulico del 2001 dell'Ing. Mancini.

Le aree Em lungo il Fiume Oglio e le aree allagabili con  $Tr=500$  anni lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello, tratte dai lavori sopra citati, ricadono invece nella classe 3c di fattibilità geologica.

Le aree Ee, Eb, Em lungo il Fiume Oglio sono ovviamente state cartografate come tali anche nella Carta PAI, mentre lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello le aree allagabili con  $Tr=50$ , 200 e 500 anni sono state attribuite rispettivamente alle zone Ee, Eb ed Em nella Carta PAI.

Nella cartografia pregressa invece lungo il Fiume Oglio e lungo i torrenti Narcanello e Frigidolfo (oltre che lungo il torrente Arcanello, Ogliolo e tutti gli altri corsi d'acqua) la classe 4a venne tracciata con criterio geometrico individuando una fascia di ampiezza pari a 10 m per lato (facendo quindi riferimento al concetto di fascia di rispetto del Reticolo Idrico - RD 523/1904). Dove poi lo studio idraulico del prof. Macini individuava zone con allagamenti lungo il Fiume Oglio, Narcanello e Frigidolfo calcolate per portate con  $Tr=50$  e 200 anni che eccedevano rispetto all'ampiezza della fascia dei 10 m, queste erano inglobate nella classe 4a di fattibilità geologica. Nella Carta del PAI le aree allagabili con  $Tr=50$  anni ricadevano nelle Ee e quelle con  $Tr=200$  anni nelle Eb del PAI. Le aree allagabili calcolate con  $Tr=500$  anni sempre lungo i medesimi corsi d'acqua individuate dallo studio idraulico del 2001, vennero inserite in classe 3d della fattibilità geologica e nelle zone Em del PAI.

In sintesi nel presente lavoro sono state mantenute le medesime corrispondenze (Ee ed Eb alla classe 4a ed Em alla classe 3) per non modificare quanto già approvato.

Per quanto riguarda le valanghe nel presente lavoro sono state riportate come aree anziché elementi lineari come nei lavori pregressi. Solamente per le aree di valanga (classe 4d) è stata mantenuta la sovrapposizione tra questa classe di fattibilità geologica e le altre classi di fattibilità (4a, 4c, 4f, ecc.), in quanto sono il fenomeno più diffuso su tutto il territorio comunale e far prevalere unicamente questo, avrebbe comportato la cancellazione quasi totale di tutti gli altri processi esistenti che in realtà agiscono unitamente alle valanghe. Gli ambiti di valanga derivano dalla cartografia regionale esistente (SIRVAL - Sistema Informativo Regionale Valanghe Ed. 2002) che riporta le valanghe avvenute e le valanghe

potenziali; essa si basa su rilevamenti di terreno e interviste in loco effettuati nel luglio 1991 dai dott. Roberto Nevini e Gianpaolo Sommaruga professionisti incaricati dalla Regione Lombardia e coordinati dal Centro Nivo-Meteorologico di Bormio. La delimitazione di tali aree in caso di necessità può essere aggiornata e modificata a seguito dell'applicazione degli studi di approfondimento delle valanghe con le metodologie previste nell'Allegato 3 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011 (come per esempio è stato fatto per la perimetrazione della valanga in loc. Case Mondini nel 2006). Pertanto nel presente lavoro avendo tracciato le aree di valanga per lo più sulla base di dati bibliografici si è preferito lasciare la sovrapposizione con le altre tipologie di dissesto, rimandando a studi di dettaglio a supporto dei progetti delle opere, la valutazione del dissesto prevalente, la ripermimetrazione del fenomeno valanghivo, la valutazione dell'effettiva pericolosità e della compatibilità degli interventi con tutte le tipologie di dissesto presenti.

Rispetto alla cartografia della fattibilità geologica precedente, con il presente lavoro si sono voluti mantenere distinti i fenomeni e i processi geologici, idrogeologici e idraulici dai vincoli derivanti dalla normativa sovraordinata. **Pertanto alle classi di fattibilità geologica sono stati sovrapposti con uno specifico retino (e non più come una classe di fattibilità geologica) gli ambiti soggetti ai vincoli sovraordinati per la presenza delle sorgenti comunali (D. Lgs. 3/4/2006 n. 152) e dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore e Principale (Documento di Polizia Idraulica - D.G.R. n. IX/4287 del 25/10/2012).**

## 6.2. NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Le norme geologiche sotto riportate non tengono conto di altri vincoli esistenti (vincolo ambientale e/o paesaggistico, parco dell' Adamello, ecc.).

Di seguito si descrivono le classi di fattibilità geologica ricavate dalla cartografia di sintesi e riportate nelle carte di fattibilità geologica e le relative norme geologiche di attuazione, prendendo spunto anche da quanto stabilito nelle precedenti versioni approvate, e sulla base delle quasli sono già state rilasciate o negate concessioni edilizie.

### CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

In queste aree, data l'elevata pericolosità dei fenomeni di dissesto individuati, vi sono gravi limitazioni per l'urbanizzazione e la modifica della destinazione d'uso del territorio.

All'interno di questa classe la DGR n. 2616/2011 impone che venga esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica

per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) e c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie all'adeguamento per la normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio.

**A tal fine, ogni intervento ammesso dovrà essere necessariamente subordinato, in base alla specifica problematica che caratterizza l'ambito, alla redazione di uno studio geologico/geotecnico/geomeccanico/idrogeologico/idraulico (corredato se necessario da specifica indagine geotecnica/geomeccanica in sito e/o in laboratorio), finalizzato ad acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area di interesse e delle condizioni al contorno. Questi studi risultano propedeutici alla pianificazione degli interventi e alla progettazione degli stessi in quanto devono definire o meno la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico in essere, le eventuali opere di bonifica, di sistemazione e di mitigazione del rischio, le tipologie e le modalità costruttive più idonee. In relazione alle specifiche problematiche esistenti, dovranno quindi essere prodotti studi specifici relativi alla stabilità dei versanti, al rischio da valanghe, ai problemi di tipo idraulico, ecc.**

**Gli studi e gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 (e dal D.M. 11/3/1988 e s.m.i.).**

Si rammenta che per ridurre la pericolosità dovuta al trasporto in massa sui conoidi, alle frane e alle esondazioni e quindi ridurre il rischio per la pubblica incolumità, per le strutture, le infrastrutture, i manufatti, ecc., sarebbe necessario realizzare opere di sistemazione idraulica e idrogeologica che interessino l'intero ambito in dissesto. Singole sistemazioni per la messa in sicurezza di specifici ambiti, non è detto che riducano la pericolosità dell'ambito in dissesto, e anzi potrebbero risultare disomogenei, scoordinati, non efficaci, e magari negativi, tali da compromettere la sicurezza delle aree circostanti.

Inoltre, a tutela della pubblica incolumità, dovrebbe essere predisposto un sistema di allarme che consenta l'evacuazione delle persone in caso di eventi alluvionali che possono comportare il trasporto in massa lungo le conoidi e le esondazioni dei corsi d'acqua, soprattutto nei tratti di attraversamento dell'abitato.

**4a - Aree ripetutamente allagate in occasione di eventi alluvionali avvenuti in passato o frequentemente inondabili (Tr=50 anni – Aree Ee del PAI) e aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minor frequenza (Tr=200 anni – Aree Eb del PAI) lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello. Aree interessate da esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio a pericolosità molto elevata ed elevata lungo il Fiume Oglio (= Aree Ee ed Eb del PAI). Aree soggette a fenomeni erosivi collegati all'attività idrica. Alvei sovralluvionati.**

Si tratta di aree comprendenti l'alveo attuale dei corsi d'acqua principali (Frigidolfo e Narcanello) con le loro pertinenze e le aree periodicamente allagate in occasione di eventi alluvionali avvenuti in passato (sia frequentemente Tr=50 anni che con minor frequenza Tr=200 anni), derivanti da uno specifico studio idraulico approvato dalla Regione Lombardia (Prof. Mancini, 2001). Sono aree soggette a problematiche di tipo idraulico quali fenomeni di esondazione e trasporto solido, unitamente a processi erosivi con possibile erosione e arretramento delle sponde. Questi ambiti corrispondono rispettivamente alle aree Ee ed Eb del PAI.

Sono comprese in questa classe anche le aree di esondazione del Fiume Oglio e quelle interessate da dissesti morfologici connesse all'attività idrica, per eventi di piena con Tr = 200 anni, a pericolosità molto elevata ed elevata, già individuate come Ee ed Eb del PAI nello studio di dettaglio eseguito per conto dell'Unione dei Comuni dell'Alta Val Camonica nel Febbraio 2001 e aggiornato nel 2009 (e quindi più recente rispetto a quello del Prof. Mancini), e approvato dalla Regione Lombardia.

L'attribuzione nel presente lavoro alla classe 4 anziché alla classe 3 delle aree di esondazione Eb lungo l'Oglio e quelle allagate con Tr=200 anni lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello (corrispondenti alle Eb del PAI) deriva dal fatto che già nello Studio Geologico pregresso a supporto del PRG (Dott. G. Fasser) tali ambiti erano stati inseriti in classe 4a (per inciso la classe 4a nel lavoro precedente era molto più estesa rispetto a quella riportata nel presente lavoro in quanto si trattava della fusione tra la fascia di rispetto dei corsi d'acqua R.D. n. 523/1904 ampia 10 m e le aree allagate con Tr=50 e 200 anni). Nel presente lavoro quindi è stata mantenuta questa scelta per una maggior tutela sia dei corsi d'acqua che delle opere ad essi adiacenti, anche in considerazione del fatto che su questi corsi d'acqua (Fiume Oglio, Torrente Frigidolfo e Narcanello) non sono stati eseguiti altri nuovi studi idraulici di dettaglio.

In questa sottoclasse si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 5 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI valide per le aree Ee del PAI (che si estendono anche alle aree Eb del PAI):

Sono esclusivamente consentiti:

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

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

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- non sono consentiti scavi e riporti di materiale;
- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idraulica dei siti;
- è altresì vietata qualsiasi installazione di magazzini, manufatti leggeri, prefabbricati, camper, roulotte, case mobili, anche adibiti ad abitazioni temporanee, ecc. che potrebbero essere travolti dalle piene;
- non sono ammessi parcheggi, piazzali, aree di deposito, accumuli di materiale di qualsiasi natura, ecc. che potrebbero essere travolti dalle piene.

Si rammenta che le opere consentite non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua e/o un aggravio della pericolosità idraulica; i progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il fenomeno di esondazione, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio. Dovranno quindi essere definite le eventuali opere da eseguire sia per la difesa, la protezione, la tutela del corso d'acqua e delle aree ad esso adiacenti, sia per la difesa degli interventi in progetto, senza che queste comportino un peggioramento del fenomeno di esondazione.

Per evitare il danneggiamento dei beni si raccomanda di non realizzare aperture/finestre/porte/rampe di accesso/scivoli/ingressi rivolti verso la direzione di provenienza della corrente, così anche di realizzare le finestre al di sotto del livello di piena a tenuta stagna, di progettare la viabilità in modo da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità, di favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

Alla classe 4a si sovrappongono (anche se non coincidono) le fasce di rispetto del reticolo Idrico Principale individuate nello studio Documento di Polizia Idraulica del Novembre 2012 e approvato dalla Regione Lombardia - Ster di Brescia con parere n. 256 del 20/2/2013.

Pertanto per gli interventi vietati o ammessi lungo i corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al "Regolamento dell'attività di Polizia Idraulica sul Reticolo Idrico"

Dove vi è la sovrapposizione tra la classe 4a e la fascia di rispetto andrà applicata ovviamente la normativa più restrittiva.

**4b - Aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempi di ritorno inferiore o uguale a 50 anni = Aree a rischio idrogeologico molto elevato ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI – Zona B-Pr.**

Si tratta di un'area posta in corrispondenza della confluenza tra i torrenti Narcanello e Ogliolo, individuata in origine nel Piano Straordinario 267 ad elevato rischio idrogeologico per fenomeni di inondazione con tempi di ritorno inferiore o uguale a 50 anni ed ora riportata nell'Allegato 4-1 del PAI - Tavola 036 LO-BS 1 di 2. Per questo settore non è mai stato eseguito uno studio di dettaglio ed anche con il presente lavoro non viene proposto, trattandosi di un ambito al di fuori delle zone urbanizzate. Trattandosi di una zona critica essendo alla confluenza tra i due corsi d'acqua dove sono evidenti i fenomeni di trasporto di materiale solido, questa è stata assegnata alla classe 4 di fattibilità geologica anziché alla 3 (come consentirebbe la DGR/2011 paragrafo 5.1).

In questa sottoclasse andrebbero applicate le norme previste al comma 2 art. 51 del Titolo IV delle Norme di Attuazione del PAI valide per le Zone B-Pr. Avendo però adottato la scelta più restrittiva di inserire tale ambito in classe 4 di fattibilità geologica anziché in classe 3, per coerenza non possono essere applicate norme meno restrittive rispetto a quelle previste per la classe 4. Quindi verranno applicate le norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (area ex PS-267) del comma 3 art. 51 delle NTA del PAI (valide per la Zona I) che sono più restrittive rispetto alle norme del comma 2 (Zona B-Pr), e non in contrasto con le norme generiche della classe 4 di fattibilità geologica.

In questa sottoclasse sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione, senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo degli edifici così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i., senza aumenti di superficie o volume;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- non sono consentiti scavi e riporti di materiale;
- è altresì vietata qualsiasi installazione di magazzini, manufatti leggeri, prefabbricati, camper, roulotte, case mobili, anche adibiti ad abitazioni anche solo temporanee, ecc. che potrebbero essere travolti dalle piene;
- non sono ammessi parcheggi, piazzali, aree di deposito, accumuli di materiale di qualsiasi natura, ecc. che potrebbero essere travolti dalle piene;
- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idraulica dei siti.

Trattandosi di un'area che comprende l'alveo e le sponde dei torrenti Narcanello e Ogliolo

dovranno essere rispettate anche le norme vigenti riportate nel Regolamento dell'attività di Polizia Idraulica sul Reticolo Idrico.

Si rammenta che le opere consentite non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua e/o un aggravio della pericolosità idraulica; i progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il fenomeno di esondazione, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio. Dovranno quindi essere definite le eventuali opere da eseguire sia per la difesa, la protezione, la tutela del corso d'acqua e delle aree ad esso adiacenti, sia per la difesa degli interventi in progetto, senza che queste comportino un peggioramento del fenomeno di esondazione.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

#### **4c - Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito lungo i conoidi perimetrati (in studi pregressi e con il presente lavoro) a pericolosità molto alta (H5) e alta (H4) e aree di conoidi e debris-flow attivi non perimetrati (= Aree Ca del PAI).**

Sono compresi in questa sottoclasse tutti i conoidi ripерimetrati nello studio geologico del PRG (2002) e quelli ripерimetrati con studi di dettaglio successivi e con il presente lavoro (Valle del Rio e Valle Asponazza al confine con Temù, Valle Ferera e Rovina, Valle Torrente Ogliolo, Valle del Lares e valli adiacenti, Valle Vallazza e Valle Acquaseria). A questi si aggiungono i conoidi e i debris-flow attivi, non perimetrati, presenti soprattutto nella parte alta dei versanti, alla testata delle vallate. Si tratta di aree o già coinvolte o con probabilità molto alta e alta di essere interessate da trasporto in massa con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti e fenomeni di erosione di sponda (classe di pericolosità molto alta H5 e alta H4).

In questa sottoclasse si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 7 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI:

In questa sottoclasse sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i.;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idraulica/idrogeologica dei siti;
- è altresì vietata qualsiasi installazione di magazzini, manufatti leggeri, prefabbricati, camper, roulotte, case mobili, anche adibiti ad abitazioni anche solo temporanee, ecc. che potrebbero essere travolti dalle piene o essere invasi dal materiale trasportato lungo il conoide;
- non sono ammessi parcheggi, piazzali, aree di deposito, accumuli di materiale di qualsiasi natura, ecc. che potrebbero essere travolti dalle piene o essere invasi dal materiale trasportato lungo la conoide.

Si rammenta che le opere consentite non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua che alimenta il conoide e/o un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità. I progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il fenomeno di trasporto in massa lungo il conoide, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio. Nello studio dovranno essere definite anche le eventuali opere da eseguire sia per la difesa, la protezione, la tutela del corso d'acqua, sia per la mitigazione del rischio, la messa in sicurezza dei siti, la protezione e la difesa degli interventi in progetto.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

#### **4d - Aree interessate da valanghe a pericolosità elevata o molto elevata e aree di valanga ripериметrate - Zona rossa (Loc. Case Mondini) (= Aree Ve del PAI).**

Rientrano in questa classe le aree identificate come "valanghe rilevate" dalla Regione Lombardia (Cartografia SIRVAL - Sistema Informativo Regionale Valanghe Ed. 2002). Si tratta di aree periodicamente soggette a fenomeni valanghivi più o meno importanti. La delimitazione di tali aree è stata leggermente e localmente modificata, soprattutto per quelle potenzialmente interferenti con le malghe, gli abitati e le infrastrutture. Le correzioni, che hanno riguardato soprattutto l'estensione della parte finale delle valanghe (la rappresentazione non riguarda solamente la componente della neve, ma anche l'effetto dello spostamento d'aria), sono state apportate a seguito dei rilevamenti e delle notizie raccolte in loco, e soprattutto sulla base delle preziose indicazioni e spiegazioni fornite dal Sig. Erminio Faustinelli di Ponte di Legno, in qualità di esperto nazionale valanghe e membro della commissione valanghe del Comune di Ponte di Legno nel 1985 (commissione oggi non più esistente).

La delimitazione delle valanghe può sempre essere aggiornata e modificata a seguito dell'applicazione degli studi di approfondimento delle valanghe con le metodologie previste nell'Allegato 3 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011. Tale procedura venne già applicata alla valanga in Loc. Case Mondini nello studio di dettaglio del 2006 redatto dai dott. Leoni e Tedoldi e approvato dalla Regione Lombardia.

Nella stesura del presente lavoro si è preferito lasciare la sovrapposizione con le altre tipologie di dissesto in quanto essendo la valanga il fenomeno più diffuso su tutto il territorio comunale, farlo prevalere avrebbe comportato la cancellazione quasi totale di tutti gli altri processi esistenti e che in realtà sono presenti unitamente alle valanghe.

In questa sottoclasse si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 10 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI:

In questa sottoclasse sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione, senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni.
- Nella zona rossa della valanga ripериметrate di Case Mondini (in base alle norme contenute nello studio di dettaglio della valanga e approvate dalla Regione Lombardia) non sono autorizzate nuove costruzioni, non è autorizzata la ricostruzione di edifici già

esistenti, le modifiche ad abitati esistenti sono permesse quando ciò permette la riduzione del rischio (le migliorie devono essere eseguite rispettando le norme di edificazione per la costruzione in zona valanghiva con l'adozione di specifici accorgimenti quali il rinforzo strutturale o misure costruttive di protezione) e deve essere previsto un piano di evacuazione e di allerta. Inoltre in base ai contenuti dell'Allegato 3 della DGR/2011 sono da escludere i cambi di destinazione d'uso e più in generale ogni modificazione all'uso del suolo che comporti un aumento del numero di persone esposte al pericolo. E' consentita la realizzazione di volumi tecnici qualora gli stessi assolvano a funzioni di pubblica utilità e sia comunque dimostrato che la loro realizzazione non sia fonte di aumento di rischio. Tali volumi tecnici non dovranno implicare la presenza umana stabile nelle stagioni favorevoli al manifestarsi di attività valanghiva e dovranno essere realizzati con tecniche costruttive in grado di resistere agli effetti attesi di eventi valanghivi con tempi di ritorno adeguatamente cautelativi. Dovrà inoltre essere verificato che l'effetto dei volumi tecnici sul moto delle masse nevose non produca possibili estensioni delle aree potenzialmente interessate dalle valanghe; in caso affermativo, e qualora non sia possibile ubicare i volumi tecnici in una differente posizione, si dovrà procedere alla ripermetrazione delle aree esposte al pericolo di valanga.

Gli interventi consentiti di cui sopra sono subordinati quindi ad una relazione tecnica che risponda a quanto richiesto dalle norme, e accerti la compatibilità tra l'intervento con le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente. Tale relazione deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

#### **4e - Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali, a pericolosità media o moderata = Aree Vm del PAI.**

Rientrano in questa classe le aree riconosciute come potenzialmente a rischio valanghe individuate da fotointerpretazione, tratte dalla Cartografia SIRVAL - Sistema Informativo Regionale Valanghe (Ed. 2002). Si tratta di aree potenzialmente soggette a fenomeni valanghivi più o meno importanti.

In questa sottoclasse oltre agli interventi di cui alla classe 4d si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 11 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI.

In questa sottoclasse, sono esclusivamente consentiti:

- interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i.;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonché l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purché compatibili con lo stato di dissesto esistente;
- le opere di protezione dalle valanghe.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- è consentita la realizzazione di impianti di risalita e piste da sci, opportunamente protette

(o con opere paravalanghe o con sistemi di allarme con chiusura delle piste in caso di pericolo), subordinando comunque tali interventi all'esecuzione di studi specifici che valutino la compatibilità delle opere con lo stato di dissesto ed il rischio esistente in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso.

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra, sono subordinati ad una relazione tecnica volta ad accertare la compatibilità tra l'intervento in progetto, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda i possibili aggravii delle condizioni di dissesto presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale relazione deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

#### **4f - Aree di frana attiva di crollo e di scivolamento (= Aree Fa del PAI). Aree a franosità superficiale attiva e soggette a fenomeni di instabilità superficiale (scivolamenti, soliflusso, scarpate in erosione). Aree in erosione per ruscellamento.**

Si tratta di versanti interessati da estesi fenomeni franosi attivi, sia di scivolamento che di crollo, comprendenti le zone di distacco e di accumulo. Questi ambiti corrispondono alle aree Fa del PAI.

In questa sottoclasse sono state inserite anche le aree coinvolte da diffusi fenomeni di instabilità superficiale, i settori interessati da soliflusso, le scarpate in erosione attiva e i fenomeni di ruscellamento intenso, concentrati o diffusi, che causano l'erosione dei versanti (non è stato inserito in questa sottoclasse il normale ruscellamento delle acque che non causa dissesti). Data la limitata estensione e superficialità di questi processi, questi non sono stati assegnati alle aree Fa del PAI, ma solamente alla classe 4f.

In questa sottoclasse si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 2 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI.

In questa sottoclasse sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione, senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a), 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i.;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei fenomeni franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- sono auspicabili gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica dei siti.
- è consentita la realizzazione di parcheggi, aree di sosta, solo per l'adeguamento funzionale degli edifici esistenti.

I progetti degli interventi consentiti dovranno essere corredati da studi geologici/geotecnici/geomeccanici/idrogeologici volti a verificare la compatibilità tra le opere in progetto e le condizioni di dissesto esistenti, sia in relazione a possibili peggioramenti delle condizioni di instabilità, sia in relazione alla sicurezza degli interventi stessi, anche in prospettiva sismica nel caso di progettazione di edifici strategici e rilevanti (applicazione del 3° livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011). Dovranno quindi essere verificate le condizioni locali di stabilità dei pendii, delle scarpate naturali o artificiali, dei fronti di scavo, ecc. Dovranno inoltre essere definite le eventuali opere di bonifica, di consolidamento, di sistemazione dei versanti, di regimazione delle acque superficiali, di mitigazione del rischio da frana, di messa in sicurezza dei siti, di protezione e di difesa degli interventi in progetto. Le opere comunque non devono comportare un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

Le aree di frana attiva (crolli e scivolamenti) sono collocate per lo più nelle zone medio-alte dei versanti, per le quali quindi interventi diretti di sistemazione risulterebbero poco attuabili. Nelle aree con franosità superficiale diffusa e con ruscellamento concentrato potrebbero essere facilmente realizzate opere di sistemazione idrogeologica quali la captazione, il drenaggio e la raccolta delle acque e il consolidamento dei versanti con opere di ingegneria naturalistica (palificate, fascinate, ecc.).

#### **4g - Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI) per trasporto in massa lungo i conoidi a pericolosità molto alta (H5) ed alta (H4) = Zona 1**

Si tratta di un'area in Val Sozzine, individuata originariamente nel Piano Straordinario 267 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ed ora ricadente nell'Allegato 4.1 del PAI (codice area 036 LO-BS 1 di 2), ad elevato rischio idrogeologico per fenomeni di trasporto in massa lungo i conoidi, per la quale venne eseguito uno studio di dettaglio nel marzo 2003 dal Dott. G. Zaina approvato dalla Regione Lombardia con lettere prot. n. Z1.2003.0020979 del 13 Maggio 2003 e n. Z1.2007.13689 del 6 Luglio 2007. Questo studio ha consentito di riperimetrare in modo più preciso ed esatto le zone di dissesto effettive, caratterizzando l'ambito che ricade in questa sottoclasse con un grado di pericolosità da alto (H4) a molto alto (H5).

Nel parere regionale vennero formulate alcune prescrizioni relative alla necessità di assegnare tali ambiti alle corrette classi di fattibilità geologica e in particolare di utilizzare le correlazioni contenute nella tabella 3 della D.G.R. n. 8/1566/2005 e quindi di assegnare le aree a pericolosità alta (H4) e molto alta (H5) alla Zona 1 del PAI e non alla Cp e Ca del PAI (come invece era stato fatto nello stralcio della carta PAI dello studio di dettaglio del 2003). Tali prescrizioni sono state quindi recepite nella stesura del presente lavoro.

Secondo il comma 1 Art. 50 del Titolo IV delle NTA del PAI nelle aree ricadenti in questa sottoclasse, contrassegnata come Zona 1, sono esclusivamente consentiti:

- interventi di demolizione, senza ricostruzione;
- interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo degli edifici così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i., senza aumenti di superficie e di volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- le azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere;
- per gli edifici già gravemente compromessi nella stabilità strutturale per effetto dei fenomeni di dissesto in atto sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli temporanei volti alla tutela della pubblica incolumità.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idraulica/idrogeologica dei siti;
- è altresì vietata qualsiasi installazione di magazzini, manufatti leggeri, prefabbricati, camper, roulotte, case mobili, anche adibiti ad abitazioni anche solo temporanee, ecc. che potrebbero essere travolti e invasi dal materiale trasportato lungo il conoide;
- non sono ammessi parcheggi, piazzali, aree di deposito, accumuli di materiale di qualsiasi natura, ecc. che potrebbero essere travolti e invasi dal materiale trasportato lungo il conoide.

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra sono subordinati ad una specifica relazione geologica/geotecnica/geomeccanica/idrogeologica/idraulica esaustiva rispetto alla problematica di conoide, volta ad accertare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia in relazione a possibili peggioramenti del dissesto, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso, anche in prospettiva sismica nel caso di progettazione di edifici strategici e rilevanti (applicazione del 3° livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011).

Si rammenta che gli interventi consentiti non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua che alimenta il conoide e/o un aggravio delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità. I progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il fenomeno di trasporto solido lungo il conoide, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio. Dovranno essere definite quindi le eventuali opere da eseguire per la bonifica, il consolidamento, la regimazione delle acque superficiali, la mitigazione del rischio, la messa in sicurezza dei siti, la protezione e la difesa degli interventi in progetto. Tali opere comunque non devono comportare un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

**4h - Aree a pericolosità potenziale per crolli di massi a causa della presenza di affioramenti rocciosi fratturati, di zone di rotolamento e accumulo di blocchi. Aree a franosità superficiale potenziale.**

Si tratta dei settori con pareti rocciose esposte e fratturate e dei versanti dove affiora la roccia, potenzialmente soggetti a distacco e crollo di massi, presenti principalmente alle testate di tutte le valli. Questa sottoclasse comprende anche le aree di influenza sottostanti alle pareti di roccia dove si avrebbe il rotolamento e l'accumulo dei blocchi, e le aree a

franosità superficiale, potenzialmente instabili a causa della concentrazione di acqua che tende a destabilizzare i depositi.

Poiché questi ambiti sono classificati in classe di fattibilità geologica 4, si applicano le norme geologiche previste per la classe 4 dalla DGR n. IX/2616 del 2011.

Secondo la DGR n. IX/2616 del 30/11/2011 sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) comma 1 dell'art. 27 della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo;
- gli interventi per le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico (e quindi anche gli interventi per la manutenzione delle esistenti), solo se non altrimenti localizzabili;
- realizzazione di opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti;
- sono auspicabili gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica.

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra sono subordinati ad una relazione tecnica (geologica/geotecnica/geomeccanica) che deve essere allegata al progetto dell'intervento, volta ad accertare la compatibilità tra lo stesso e le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili peggioramenti delle condizioni di instabilità, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso, anche in prospettiva sismica nel caso di progettazione di edifici strategici e rilevanti (applicazione del 3° livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011).

Dovranno inoltre essere definite le eventuali opere di bonifica, di consolidamento dei versanti, di mitigazione del rischio da frana di crollo, di messa in sicurezza dei siti, di protezione e di difesa degli interventi in progetto. Tali opere comunque non dovranno comportare un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

**4i - Aree di frana quiescente di scivolamento e di crollo (= Aree Fq del PAI).**

Si tratta di dissesti che nel complesso non presentano sintomi di attività e non presentano segni di movimento generalizzato, ma che possono essere riattivate, anche solo parzialmente, sia dalle loro cause originarie che da altri fattori innescanti. Tuttavia sulla loro superficie possono essere presenti fenomeni franosi localizzati, morfologie irregolari, emergenze idriche o ruscellamenti d'acqua, ecc.

Poiché questi ambiti sono classificati in classe di fattibilità geologica 4, si applicano le norme geologiche previste per la classe 4 dalla D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011 e non quelle del PAI, essendo le prime più restrittive sulle norme dell'art. 9 comma 3 del PAI relative alle frane quiescenti (Fq).

Secondo la D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011 sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) comma 1 dell'art. 27 della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo;
- gli interventi per le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico (e quindi anche gli interventi per la manutenzione delle esistenti), solo se non altrimenti localizzabili;
- realizzazione di opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti;
- sono auspicabili gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica.

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra sono subordinati ad una relazione tecnica (studi geologici/geotecnici/geomeccanici) che deve essere allegata al progetto dell'intervento. Tale verifica deve accertare la compatibilità tra l'intervento e le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili peggioramenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso, anche in prospettiva sismica nel caso di progettazione di edifici strategici e rilevanti (applicazione del 3° livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011).

Dovranno quindi essere verificate le condizioni locali di stabilità dei pendii, delle scarpate naturali o artificiali, dei fronti di scavo, ecc. Dovranno inoltre essere definite le eventuali opere di bonifica, di consolidamento dei versanti, di regimazione delle acque superficiali, di mitigazione del rischio da frana, di messa in sicurezza dei siti, di protezione e di difesa degli interventi in progetto. Tali opere comunque non dovranno comportare un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

### **CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

L'utilizzo e la trasformazione d'uso delle aree che ricadono in questa classe è subordinato alla realizzazione di specifici studi geologici/geotecnici/geomeccanici/idrogeologici/idraulici (supportati se necessario da indagini quali l'esecuzione di campagne geognostiche, prove in sito e/o in laboratorio), finalizzati ad acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area di interesse e delle condizioni al contorno, propedeutici alla pianificazione degli interventi e alla progettazione degli stessi. Gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini geologiche e geotecniche previste dal D.M. 11/3/1988 e s.m.i. e dal D.M. 14 Gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Tali studi ed indagini dovranno definire le destinazioni d'uso più idonee, indicare le tipologie e le modalità costruttive più opportune, individuare le opere di difesa, di sistemazione e di bonifica per il superamento e/o la mitigazione delle condizioni di pericolosità e degli effetti negativi connessi ai fenomeni di dissesto.

In questa classe sono comprese anche le zone montane caratterizzate da valenze ambientali ed emergenze paesaggistiche che meritano di essere tutelate e valorizzate.

#### **3a - Aree con versanti da mediamente a molto acclivi (>15°) e/o di pregio paesaggistico, potenzialmente soggette a fenomeni di dissesto.**

In questa sottoclasse si hanno consistenti limitazioni alla modifica della destinazione d'uso derivanti dalla presenza di versanti mediamente acclivi e potenzialmente soggetti a fenomeni di instabilità. Si tratta di aree prevalentemente a bosco di conifere e latifoglie e a pascolo che hanno un notevole pregio naturalistico. Comprende anche aree storicamente soggette ad instabilità e aree degradate a seguito dell'abbandono delle attività agro-silvo-pastorali.

I versanti ad acclività più elevata sono talvolta interessati da circoscritti fenomeni di instabilità quiescenti o attivi, e la tendenza al dissesto, per lo più di tipo superficiale, viene accelerata e riattivata dal ruscellamento delle acque meteoriche che lungo gli impluvi e i versanti acclivi induce fenomeni erosivi.

In queste aree si riconoscono limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso legate al fatto che, anche dove si hanno condizioni stabili, interventi antropici errati potrebbero rompere l'equilibrio esistente e indurre situazioni di dissesto o provocare modifiche significative all'ambiente.

In questa sottoclasse sono consentiti:

- nuovi interventi edificatori;
- interventi di ristrutturazione, con ampliamenti in elevazione e in planimetria;
- interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo degli edifici;
- impianti di risalita e piste da sci;
- strutture ed infrastrutture turistiche;
- nuove infrastrutture e sistemazione delle esistenti.

Si raccomanda in ogni caso di non modificare il naturale scorrimento delle acque meteoriche, di ridurre al minimo gli sbancamenti e i riporti di materiali, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio.

Nel caso debbano essere eseguiti degli scavi dovrà essere valutata la necessità di realizzare opere provvisorie e/o definitive di sostegno degli stessi, per garantire la stabilità dei fronti di scavo e dei manufatti esistenti al contorno.

Dovranno inoltre essere previsti adeguati sistemi di drenaggio delle acque di filtrazione e meteoriche.

Poiché questa classe riguarda ambiti montani gli interventi dovranno essere eseguiti mantenendo il più possibile la naturalità dei siti e quindi con il minimo impatto ambientale.

Tali interventi devono sempre essere corredati da una relazione geologica/geotecnica/geomeccanica/idrogeologica che verifichi la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area, con particolare attenzione alle condizioni di stabilità dei versanti e di regimazione delle acque superficiali.

Tutte le opere ammesse dovranno comunque essere realizzate anche in ottemperanza delle normative di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

### **3b - Aree allagabili individuate con criteri geomorfologici (= Aree Eb del PAI).**

In questa classe rientrano le aree allagabili individuate con criteri geomorfologici lungo i principali corsi d'acqua (torrenti Frigidolfo, Arcanello e Acquaseria), trattandosi di settori non interessati dagli studi idraulici di dettaglio redatti in passato.

Le aree sono state delimitate tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento quali tratti di sponde basse o in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità, ecc.

Quelle più evidenti sono le vaste aree di piana in Valle delle Messi e a Valbione dove i torrenti, in caso di fuoriuscita dalle sponde, hanno la possibilità di divagare liberamente.

Queste aree sono state attribuite alla classe 3 anziché 4 in quanto le altezze d'acqua e i fenomeni erosivi sarebbero limitati e tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità delle opere e delle infrastrutture.

In questa sottoclasse si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 6 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI.

In questa sottoclasse, oltre agli interventi ammessi per la classe 4a, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i., senza aumenti di superficie e di volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il PAI validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis delle NTA del PAI.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- è vietata qualsiasi installazione di magazzini, manufatti leggeri, prefabbricati, camper, roulotte, case mobili, anche adibiti ad abitazioni solo temporanee, ecc.;
- è vietato il deposito e lo stoccaggio di materiale di qualsiasi natura (materiale di risulta derivante da lavorazioni edili, escavazioni, di scarto, ecc.);

Trattandosi di aree adiacenti ai corsi d'acqua e alle relative fasce di rispetto, si rimanda anche ai contenuti del "Regolamento dell'attività di Polizia Idraulica" redatto nel novembre 2012 nell'ambito della stesura del Documento di Polizia Idraulica, per verificare le attività

ammesse e quelle vietate.

Si rammenta che le opere consentite non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua e/o un peggioramento della pericolosità idraulica. I progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio idraulico che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il possibile allagamento, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio. Dovranno quindi essere definite le eventuali opere da eseguire sia per la difesa, la protezione e la tutela del corso d'acqua, sia per la protezione delle aree ad esso adiacenti e degli interventi in progetto, senza che queste comportino un aggravio del fenomeno di esondazione.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

### **3c - Aree allagate per piene catastrofiche lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello (Tr=500 anni) e aree interessate da esondazione a pericolosità media o moderata lungo il Fiume Oglio (= Aree Em del PAI). Aree con emergenze idriche.**

Si tratta delle aree soggette ad allagamenti per piene catastrofiche (Tr=500 anni) individuate lungo i torrenti Frigidolfo e Narcanello dallo studio idraulico del Prof. Mancini (2001) e riportate già nel pregresso Studio geologico del PRG approvato (2002).

Per il Fiume Oglio invece è stato recepito lo studio più recente eseguito per l'Unione dei Comuni dell'Alta Val Camonica e approvato dalla Regione Lombardia "Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio da Ponte di Legno ad Incudine" (Dott. G. Zaina - Dott. Ing. P. Bertoni) aggiornato nel gennaio 2009; in questo lavoro sono riportate le aree a pericolosità media o moderata (Em del PAI) per esondazione e dissesti morfologici connessi all'attività idrica.

In aggiunta sono state inserite le emergenze idriche (sorgenti) libere che si trovano variamente sparse lungo i versanti. Pur trattandosi di fuoriuscite d'acqua localizzate, per garantire comunque una loro tutela è stata delimitata un'area circolare attorno al punto di emergenza di ampiezza di 5 m di raggio. Sono state inserite in classe 3 anziché 4 in quanto non provocano dissesti lungo i versanti e possono essere facilmente intercettate con opere di modesta entità.

#### In questa sottoclasse sono consentiti:

- interventi relativi a nuove edificazioni;
- interventi di ricostruzione e ristrutturazione, con ampliamenti in elevazione e in planimetria;
- gli interventi riguardanti la viabilità pubblica e privata; si consiglia di progettare la viabilità minore in modo da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso di scorrimento delle acque;
- opere di urbanizzazione e reti tecnologiche.
- aree di fruizione, parco giochi, ecc.

Tutti gli interventi sono subordinati ad uno specifico studio idraulico/idrogeologico che accerti se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il fenomeno di esondazione, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio e anche per migliorare la condizione idraulica. Dovranno quindi essere definiti i particolari accorgimenti da attuare sia a protezione e tutela del corso d'acqua, sia a difesa delle opere in progetto nei confronti delle acque di esondazione o per evitare l'interferenza delle opere con le emergenze idriche (ad esempio evitare i piani interrati e realizzare le superfici abitabili al di sopra del livello di piena di riferimento, evitare le aperture sul lato rivolto verso la direzione di provenienza della corrente, drenare e regimare le acque stagnanti, ecc.).

Gli interventi consentiti comunque non dovranno comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua e un peggioramento delle condizioni idrauliche/idrogeologiche.

Tutte le opere comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

Trattandosi di aree adiacenti ai corsi d'acqua e alle relative fasce di rispetto, si rimanda anche ai contenuti del "Regolamento dell'attività di Polizia Idraulica" redatto nel novembre 2012 nell'ambito della stesura del Documento di Polizia Idraulica, per verificare le attività ammesse e quelle vietate.

### **3d - Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito lungo i conoidi perimetrati con il presente lavoro (T. Ogliolo, T. Rovina, Rio Vallazza e Valle del Lares con valli adiacenti) a pericolosità media (H3) e aree di conoidi e debris-flow quiescenti non perimetrati (= Aree Cp del PAI).**

In questa sottoclasse si hanno consistenti limitazioni alla modifica della destinazione d'uso derivanti dal grado di pericolosità valutato nello studio di dettaglio eseguito con il presente lavoro su alcuni conoidi, alcuni dei quali già oggetto di studi pregressi di zonazione della pericolosità, altri mai oggetto di di zonazione.

Si tratta in particolare delle aree a pericolosità media (H3) interessate in passato da fenomeni di trasporto in massa e/o esondazione con moderata probabilità di essere esposte a fenomeni alluvionali con altezze idriche ridotte (20-30 cm) e trasporto di materiale medio-fine (sabbioso-ghiaioso), anche se localmente protette da opere di difesa idraulica.

La differenza rispetto agli altri conoidi a pericolosità media (H3) della parte restante del territorio comunale (classe di fattibilità 3f) deriva dal fatto che la perimetrazione pregressa di questi conoidi (2002) e approvata, venne definita sulla base della normativa regionale in vigore a quella data (D.G.R. n. 7/6645 e 7/7365 del 2001) dove alla classe H3 di conoide era assegnata la classe 3 di fattibilità e la classe Cn del PAI, e quindi ad ambiti con normativa geologica meno restrittiva.

Ad oggi la normativa regionale (D.G.R. n. IX/2616 del 2011) impone invece che alla pericolosità H3 corrisponda la classe di fattibilità 3 e la zona Cp del PAI e quindi una normativa geologica più restrittiva. Pertanto ai conoidi che sono stati oggetto con il presente lavoro di un nuova proposta di zonazione della pericolosità, sono stati applicati i criteri contenuti nella normativa più recente (DGR/2011).

Quindi nel presente lavoro non è stato possibile unire fra loro aree di conoide a pericolosità H3 caratterizzate però da normative geologiche differenti (Cp e Cn), in considerazione anche del fatto che nel passato sono già state rilasciate o non rilasciate autorizzazioni edilizie.

Si rammenta che per ridurre la pericolosità dovuta al trasporto in massa sui conoidi e quindi il rischio per la pubblica incolumità, per le strutture, le infrastrutture, i manufatti, ecc., è necessario realizzare opere di sistemazione idraulica e idrogeologica che interessino l'intero ambito del dissesto; singole sistemazioni per singoli e specifici interventi, non è detto che riducano la pericolosità ed anzi potrebbero risultare disomogenei, sconsiderati, non efficaci, e magari tali da compromettere la sicurezza delle aree circostanti.

In questa sottoclasse si applicano obbligatoriamente le norme previste al comma 8 art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI.

In questa sottoclasse, oltre agli interventi ammessi per la classe 4c, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i., senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- sono consentiti piazzali, parcheggi, aree sosta, ecc.;
- è consentita la realizzazione di aree di fruizione, parco giochi, ecc.;
- sono consentite le coltivazioni, piantumazioni, ecc.;
- non è ammesso il deposito e lo stoccaggio di materiale di qualsiasi natura (materiale di risulta derivante da lavorazioni edili, escavazioni, di scarto, ecc.).

Gli interventi consentiti devono essere corredati da uno studio di dettaglio che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e il fenomeno di trasporto di materiale solido lungo i conoidi, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio.

Dovranno essere definiti anche gli eventuali accorgimenti da attuare per la messa in sicurezza dei siti, per la protezione e la difesa degli interventi in progetto dalle acque e dal trasporto solido.

Si rammenta che le opere consentite non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua che alimenta il conoide e/o un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

### **3e - Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI) per trasporto in massa lungo i conoidi a pericolosità media (H3) = Zona 2.**

Si tratta di un'area in Val Sozzine, individuata originariamente nel Piano Straordinario 267 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ed ora ricadente nell'Allegato 4.1 del PAI (codice area 036 LO-BS 1 di 2), ad elevato rischio idrogeologico per fenomeni di trasporto in massa lungo i conoidi, per la quale venne eseguito uno studio di dettaglio nel marzo 2003 dal Dott. G. Zaina approvato dalla Regione Lombardia con lettere prot. n. Z1.2003.0020979 del 13 Maggio 2003 e n. Z1.2007.13689 del 6 Luglio 2007. Questo studio ha consentito di ripermire in modo più preciso ed esatto le zone di dissesto effettive, caratterizzando l'ambito che ricade in questa sottoclasse con un grado di pericolosità medio (H3).

Nel parere regionale vennero formulate alcune prescrizioni relative alla necessità di assegnare tali ambiti alle corrette classi di fattibilità geologica e in particolare di utilizzare le correlazioni contenute nella tabella 3 della D.G.R. n. 8/1566/2005 e quindi di assegnare le aree a pericolosità media (H3) alla Zona 2 del PAI e non alla Cn del PAI (come invece era stato fatto nello stralcio della carta PAI dello studio di dettaglio del 2003).

Tali prescrizioni sono state quindi recepite nella stesura del presente lavoro.

Secondo il comma 3 Art. 50 del Titolo IV delle NTA del PAI nelle aree ricadenti in questa sottoclasse, contrassegnata come Zona 2, oltre agli interventi indicati per la sottoclasse 4g (Zona 1), sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i.;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-funzionale, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
- la realizzazione di nuove attrezzature e infrastrutture rurali compatibili con le condizioni di dissesto presente; sono comunque escluse le nuove residenze rurali;
- gli interventi di adeguamento e ristrutturazione delle reti infrastrutturali.

In aggiunta a tali norme si precisa quanto segue:

- non sono consentiti piazzali, parcheggi, aree sosta, ecc. ad esclusione degli adeguamenti funzionali agli edifici esistenti;

- non è ammesso il deposito e lo stoccaggio di materiale di qualsiasi natura (materiale di risulta derivante da lavorazioni edili, escavazioni, di scarto, ecc.).

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra sono subordinati ad uno studio specifico volto a verificare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia in relazione a possibili peggioramenti del dissesto, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso.

Si rammenta che gli interventi consentiti non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua che alimenta il conoide e/o un aggravio della pericolosità.

I progetti degli interventi devono essere corredati da uno studio che verifichi se vi è compatibilità tra le opere in progetto e i fenomeni di trasporto in massa lungo il conoide, e che fornisca indicazioni o prescrizioni per la mitigazione del rischio.

Dovranno quindi essere definite le eventuali opere per la bonifica, il consolidamento, la sistemazione del corso d'acqua, per la messa in sicurezza dei siti. Tali opere comunque non devono comportare un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

**3f - Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito lungo i conoidi perimetrati in studi pregressi a pericolosità media (H3) e bassa (H2), lungo i conoidi perimetrati con il presente lavoro (T.Ogliolo, Rio Vallazza e Valle del Lares con valli adiacenti) a pericolosità bassa (H2) e aree di conoidi e debris-flow inattivi non perimetrati (= Aree Cn del PAI). Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI) per trasporto in massa lungo i conoidi a pericolosità bassa (H2) non ricadenti nella Zona 1 e 2.**

Si tratta di aree che nel passato non sono mai state interessate da fenomeni alluvionali documentati su base storica o di aree protette da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi, con bassa probabilità (pericolosità bassa - H2) di essere interessate da fenomeni di esondazione e trasporto in massa lungo i conoidi oggetto di ripermetrazione con il presente lavoro (T. Ogliolo, Rio Vallazza e Valle del Lares con valli adiacenti).

In questa sottoclasse ricadono anche i conoidi a pericolosità media (H3) e bassa (H2) della parte restante del territorio comunale la cui pericolosità venne valutata da studi di dettaglio precedenti, classificandoli come aree Cn del PAI e tutti gli altri conoidi e debris-flow inattivi mai oggetto di studi di zonazione della pericolosità. Si tratta sia di aree interessate in passato da deflussi idrici e trasporto di materiale medio-fine, sia di aree con bassa probabilità di essere interessate da fenomeni alluvionali o anche aree protette da opere di difesa idraulica.

In questa sottoclasse rientra inoltre l'area ad elevato rischio idrogeologico per fenomeni di trasporto in massa sui conoidi (ex PS 267 ora Allegato 4.1 del PAI) presente in Val Sozzine (per la quale venne eseguito uno studio di dettaglio nel 2003, Dott. G. Zaina), avente un grado di pericolosità basso (H2) e quindi non compresa nella perimetrazione delle Zona 1 e Zona 2.

In questa sottoclasse sono consentiti:

- nuovi interventi edificatori;
- interventi di ristrutturazione, con ampliamenti in elevazione e in planimetria;
- interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo degli edifici;
- impianti di risalita e piste da sci;

- strutture e infrastrutture turistiche;
- interventi di nuove infrastrutture e di sistemazione delle esistenti, realizzazione di aree di sosta, parcheggi, aree di fruizione, ecc.

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra sono subordinati all'esecuzione di uno specifico studio geologico/idrogeologico/idraulico, esaustivo rispetto alla problematica connessa al trasporto in massa lungo i conoidi, da allegare al progetto dell'intervento, al fine di accertare la compatibilità tra le opere in progetto e le condizioni di dissesto esistenti.

Dovranno inoltre essere definite sia le opere da realizzare per la bonifica, il consolidamento, la regimazione delle acque superficiali, sia gli eventuali accorgimenti da attuare per la protezione e la difesa degli interventi in progetto dalle acque, la messa in sicurezza dei siti, la mitigazione del rischio dal trasporto solido (ad esempio si consiglia di evitare i piani interrati e di realizzare le superfici abitabili al di sopra del livello di piena di riferimento, di evitare aperture sul lato rivolto verso il corso d'acqua, ecc.).

Gli interventi comunque non devono comportare una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua che alimenta il conoide e/o un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Tutte le opere comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

### **3g - Aree interessate da deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) (= Aree Fs del PAI).**

Si tratta di dissesti molto profondi che nel complesso non presentano sintomi evidenti di attività e segni di movimento generalizzato essendo caratterizzati da velocità e tempi di evoluzione estremamente lenti (per questo motivo sono stati inseriti in classe 3 anziché 4), ma che possono essere riattivati anche solo parzialmente, e non necessariamente dalle loro cause originali. Le possibili cause di riattivazione possono essere: scarico dovuto all'erosione laterale e/o al piede, eventi sismici, assetto stratigrafico e strutturale del substrato impermeabile, variazioni repentine del livello delle acque che scorrono all'interno del versante, variazioni della quantità di acqua che può infiltrarsi e che può creare deflussi in pressione e quindi l'insorgenza di fasce fluido-plastiche di debolezza, ecc.

Questi dissesti tendono a scomporre e disarticolare il versante in sub-unità caratterizzate da una morfologia molto disturbata e irregolare. In superficie sono spesso ben visibili rilasci, trincee, contropendenze, depressioni e dossi, fenomeni franosi localizzati, ammassi rocciosi apparentemente in posto, ma in realtà crollati/ruotati/basculati. Sugli edifici e le strade si possono osservare crepe, cedimenti, fratture, ecc.

Questi settori si trovano in una condizione intermedia tra uno stato di attività quiescente e uno inattivo; nella cartografia PAI sono stati indicati come aree di frana stabilizzata (Fs) con noma stabilita dal professionista.

#### In questa sottoclasse sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, di ristrutturazione degli edifici esistenti, così come definiti alla lettera a), b), c) e d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 e s.m.i.;
- gli ampliamenti degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio del dissesto;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione di infrastrutture lineari e a rete esistenti; gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere;

- sono consentiti, ma fortemente sconsigliati, nuovi interventi edificatori, nuovi sottoservizi, nuove urbanizzazioni, ecc., trattandosi di interventi esposti nel tempo a un potenziale dissesto. Nel caso in cui vengano comunque realizzati, il Comune è tenuto ad informare i soggetti attuatori e utilizzatori di tali interventi riguardo alle limitazioni derivanti dalla classificazione della fattibilità geologica assegnata. Inoltre dovrà essere obbligatoriamente richiesto ai soggetti interessati alla realizzazione di tali interventi la sottoscrizione di un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'Amministrazione Pubblica in ordine ad eventuali e futuri danni a cose e persone comunque derivanti dal dissesto segnalato e la sottoscrizione di una polizza assicurativa a tutela del rischio. L'atto liberatorio di cui sopra dovrà essere obbligatoriamente allegato agli atti di compravendita degli immobili interessati e agli atti connessi alle pratiche urbanistiche/edilizie.

Per questa sottoclasse si aggiunge quanto segue:

- non è consentita la realizzazione di nuovi impianti a fune, condotte forzate, elettrodotti, gasdotti, ecc. che in caso di reinnescio o accentuazione del dissesto potrebbero subire danni.

Tutti gli interventi ammessi sono subordinati ad uno specifico studio geologico/geotecnico/geomeccanico/idrogeologico che verifichi la compatibilità dell'intervento con le condizioni di dissesto del versante e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili peggioramenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso.

Dovranno quindi essere verificate le condizioni locali di stabilità dei pendii, delle scarpate, dei fronti di scavo, ecc. Dovranno inoltre essere definite sia le eventuali opere di bonifica, di consolidamento dei versanti, di regimazione delle acque superficiali, sia gli eventuali accorgimenti da attuare a protezione e difesa degli interventi in progetto, per la messa in sicurezza dei siti, per la mitigazione del rischio.

Tali opere comunque non devono comportare un peggioramento delle condizioni di dissesto esistenti e della pericolosità dell'ambito stesso.

Sono auspicabili gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. e NTC/2008.

### **3h - Aree con terreni aventi scadenti caratteristiche geotecniche: depositi limoso-argillosi, zone di ristagno delle acque, torbose e paludose.**

Si tratta di zone dove i terreni presenti hanno una granulometria molto fine, prevalentemente limoso-argillosa, limoso-sabbiosa e con argille organiche, con scadenti parametri geotecnici. Spesso il drenaggio delle acque è difficoltoso e le stesse ristagnano a causa della bassa permeabilità dei depositi causando lo scadimento delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni e quindi anche una limitata capacità portante degli stessi. Le aree più estese si trovano alla testata della Valle delle Messi, al Tonale e nel centro abitato di Ponte, immediatamente a monte della confluenza del Torrente Narcanello nel Frigidolfo. In quest'ultimo settore infatti, durante la realizzazione di un parcheggio interrato in adiacenza al Municipio, si sono verificati dei grossissimi problemi di stabilità che hanno coinvolto numerosi edifici nell'intorno del parcheggio in costruzione. Lo spessore di questi depositi è dell'ordine dei 3-4 m e può arrivare anche a 8-9 m (Valbione).

In questa sottoclasse è consentito qualunque intervento.

La realizzazione degli interventi è subordinata all'esecuzione di un'attenta indagine geologica e geotecnica che definisca la natura, le caratteristiche e gli spessori dei depositi presenti, e che valuti la compatibilità degli interventi stessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito.

Tutte le opere comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. e NTC/2008.

### **3i - Aree di valanga riperimstrate a moderata pericolosità - Zona blu (Loc. Case Mondini)**

Si tratta dell'area di valanga in Loc. case Mondini in Valle di Viso, oggetto di uno studio di dettaglio di perimetrazione della pericolosità eseguito nel 2006 dai dott. Leoni e Tedoldi e approvato dalla Regione Lombardia.

In base alle norme geologiche riportate nello studio di dettaglio approvato, in questa sottoclasse sono consentiti:

- la realizzazione di volumi accessori alla residenza funzionalmente connessi ad essa, quali piccole autorimesse o piccoli depositi, la ristrutturazione e/o l'ampliamento più consistente dei fabbricati esistenti, parziali cambi di destinazione d'uso o la realizzazione di nuovi edifici nelle zone meno esposte e con indici di densità edilizia particolarmente ridotti (non superiori a 0,2 mc/mq) è considerata ammissibile solo se sussistono le seguenti condizioni: - nelle analisi propedeutiche alla redazione dello strumento urbanistico sia dimostrata ed espressamente dichiarata l'impossibilità di localizzare i previsti interventi in contesti territoriali diversi; - i nuovi fabbricati, le ristrutturazioni e gli ampliamenti siano realizzati con caratteristiche costruttive tali da garantire la resistenza agli effetti attesi di eventi valanghivi a carattere eccezionale, con riferimento alle pressioni previste nella zonazione blu corrispondente. Tali caratteristiche andranno certificate da specifiche relazioni tecniche; - nel piano di monitoraggio, allertamento ed evacuazione siano definite le procedure di emergenza relative ai nuovi edifici ed a quelli interessati da ampliamento o ristrutturazione;

Per questa sottoclasse si aggiunge quanto segue:

- sono comunque da escludersi la realizzazione o il potenziamento di insediamenti e/o infrastrutture implicanti utilizzi collettivi quali scuole, alberghi, residence, rifugi, ristoranti, campeggi, impianti sportivi, ecc.

Tutti gli interventi consentiti di cui sopra, sono subordinati ad una relazione tecnica volta ad accertare la compatibilità tra l'intervento in progetto, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda i possibili aggravii delle condizioni di dissesto presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale relazione deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.

Tutte le opere ammesse comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

## **CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI**

La classe 2 comprende tutte quelle zone per le quali lo studio ha evidenziato modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni.

Anche per gli interventi ricadenti in questa classe è necessario effettuare specifici studi e indagini geologiche/geotecniche/idrogeologiche esaustive rispetto alle specifiche problematiche presenti nell'area (in ottemperanza anche al D.M. 11/03/88 e s.m.i. ed NTC/2008) per caratterizzare il contesto geologico nel quale si andrà ad operare, definendo la morfologia, la profondità, la consistenza e le caratteristiche geotecniche del substrato locale per consentire il corretto dimensionamento delle strutture di fondazione, e per verificare che gli interventi in progetto non comportino un peggioramento della situazione geologica/geotecnica/idrogeologica esistente.

**2a - Aree con versanti da debolmente a mediamente acclivi (<15°), stabili. Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito lungo i conoidi perimetrati (in studi pregressi e con il presente lavoro) a pericolosità molto bassa (H1) (= Aree Cn del PAI). Aree di frana si scivolamento stabilizzata (=Aree Fs del PAI).**

In questa sottoclasse si hanno modeste limitazioni alla modifica della destinazione d'uso derivanti dal basso grado di pericolosità per il fenomeno di trasporto in massa lungo alcuni conoidi, valutato nei vari studi di dettaglio. Si tratta in particolare di aree che hanno probabilità basse o nulle di essere interessate da fenomeni di dissesto e/o esondazione (classe di pericolosità H1).

Ricadono in questa sottoclasse le numerose aree distribuite in prevalenza al raccordo tra i versanti e il fondovalle, con pendii in genere poco acclivi. I terreni di copertura, con caratteristiche geotecniche da mediocri a buone, possiedono spessori anche notevoli e poggiano sul substrato roccioso.

Questa sottoclasse comprende anche l'area di frana inattiva presente lungo il versante che sale verso il Gavia.

Sono consentite tutte le tipologie di intervento subordinandole ad uno specifico studio geologico/geotecnico/idrogeologico. Poiché questa classe riguarda per lo più ambiti montani gli interventi dovranno essere eseguiti mantenendo il più possibile la naturalità dei siti e quindi con il minimo impatto ambientale.

Tutte le opere comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza delle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

**2b - Aree di fondovalle, stabili, a morfologia subpianeggiante, caratterizzate da una soggiacenza della falda medio-bassa e/o con acque di subalveo.**

Rientrano in questa classe le aree subpianeggianti distribuite nel fondovalle dei torrenti Frigidolfo e Narcanello e del Fiume Oglio. I terreni sono costituiti da depositi alluvionali generalmente ghiaioso-sabbiosi, di spessore anche notevole, in genere con caratteristiche geotecniche buone e caratterizzati da alta permeabilità, con suoli da sottili a moderatamente profondi (<50 – 100 cm).

La profondità della falda è variabile da 5 a 15 m circa; pertanto considerando la soggiacenza non bassissima della falda e la presenza di suolo che agisce da filtro, queste aree sono state assegnate alla classe 2 anziché alla 3.

Sono consentite tutte le tipologie di intervento subordinandole ad uno specifico studio

geologico/geotecnico/idrogeologico al fine di valutare attentamente le caratteristiche geotecniche dei terreni anche mediante indagini geognostiche puntuali.

Data la bassa soggiacenza della falda dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti per evitare l'interferenza tra le opere in progetto e la falda sottostante. Si sconsiglia fortemente di realizzare interrati sotto falda.

Per gli insediamenti produttivi e le attività potenzialmente inquinanti dovrà essere ovviamente evitata qualsiasi immissione nel sottosuolo di sostanze inquinanti e dovrà essere redatta un'indagine idrogeologica di dettaglio che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

Tutte le opere comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

## **2c- Aree con riporti di materiale, aree colmate, ricaricate, rimodellate.**

Si tratta di quei settori dove in passato sono state eseguite ricariche e riporti di materiale derivanti soprattutto da sbancamenti. Sono stati cartografati quelli caratterizzati da un'estensione e uno spessore consistente, che nel Comune di Ponte di Legno sono molto diffusi, soprattutto lungo i corsi d'acqua. Questo materiale ha ovviamente alterato e modificato la morfologia originaria dei luoghi.

In aggiunta sono state inserite in questa sottoclasse le aree rimodellate, principalmente quelle legate alla realizzazione delle piste da sci, dove il materiale sbancato a monte è stato ricollocato a valle della pista.

In genere comunque il materiale che costituisce i riporti, anche se può non essere addensato e consolidato, è arido e a granulometria medio-grossolana e quindi con discreta capacità portante (perciò è stato classificato in classe 2 anziché 3).

Sono consentite tutte le tipologie di intervento; per le aree con i riporti dovrà essere accertata la compatibilità tra gli interventi in progetto e le caratteristiche specifiche geotecniche e geochimiche dei materiali riportati, l'estensione, lo spessore e la stabilità degli stessi, in relazione soprattutto a possibili fenomeni di cedimento del terreno e di conseguenza delle sovrastrutture, anche in prospettiva sismica nel caso di progettazione di edifici strategici e rilevanti ricadenti nelle aree Z2 della Carta della Pericolosità Sismica Locale 1° livello (applicazione del 3° livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011).

Tutte le opere comunque devono essere realizzate anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11/3/1988 e s.m.i. ed NTC/2008.

Dato il contesto geologico e geomorfologico molto articolato e complesso di montagna del territorio comunale di Ponte di Legno non vi sono aree che ricadono in classe 1, per le quali non esistono controindicazioni di carattere geologico per l'urbanizzazione o la modifica della destinazione d'uso.

- ❖ Per quanto riguarda le norme da applicare sul Reticolo Idrico Principale e Minore e nelle relative fasce di rispetto si rimanda interamente allo studio Documento di Polizia Idraulica redatto nel Novembre 2012 e approvato dalla Regione Lombardia.
  
- ❖ Per quanto riguarda le norme da applicare nella Zona di Tutela Assoluta delle opere di captazione delle acque superficiali o sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse (comunale e non), il riferimento normativo sovraordinato è il D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94 comma 3), che deriva dal D.P.R. 236/88, dal D.Lgs 152/1999, dal D. Lgs 258/2000 e dalla D.G.R. 6/15137 del 27/6/1996). Con riferimento alle disposizioni di legge le sorgenti sono delimitate da una zona recintata chiusa, di ampiezza pari ad almeno 10 m, adibita esclusivamente all'opera di presa e ai manufatti di servizio.

L'art. 94 comma 3 del D.Lgs 152/2006 cita:

*La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa in caso di acque sotterranee, e ove possibile per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio".*

- ❖ Per quanto riguarda le norme da applicare nella Zona di Rispetto delle opere di captazione delle acque a scopo idropotabile erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse (comunale e non), il riferimento normativo sovraordinato è sempre il D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94 commi 4, 5 e 6), che deriva dal D.P.R. 236/88, dal D.Lgs 152/1999 aggiornato dal D. Lgs 258/2000 e dalla D.G.R. 6/15137 del 27/6/1996). Con riferimento alle disposizioni di legge vigenti è stata individuata sulla cartografia la zona di rispetto dei pozzi e delle sorgenti con criterio geometrico, corrispondente ad cerchio e un settore di cerchio di raggio pari a 200 m verso monte, dal punto di captazione.

L'art. 94 commi 4,5,6 del D.Lgs 152/2006 cita:

*Comma 4. La zona di rispetto e' costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può' essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;*
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di*

*tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*

- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;*
- e) aree cimiteriali;*
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- h) gestione di rifiuti;*
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- m) pozzi perdenti;*
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*

*Comma 5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dall'entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:*

- a) fognature;*
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;*
- c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;*
- d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.*

*Comma 6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.*

Per quanto riguarda gli interventi o le attività elencate al comma 5 del citato D.Lgs. 152/2006 il riferimento sono le "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto" contenute nell'Allegato 1 alla D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693.

Le Norme Geologiche sopra riportate non tengono conto di altri vincoli esistenti quali ad esempio il Vincolo Ambientale (ex L. 8 agosto 1985 n. 431), il Vincolo Idrogeologico (R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267) ed i vincoli connessi al Parco dell'Adamello.

## 7. PROCEDURE PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA GEOLOGICA DI PIANO

Il presente studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT, in aggiornamento ai vari studi geologici precedenti, costituisce uno strumento per la pianificazione territoriale e non può essere utilizzato per i singoli interventi che dovranno essere analizzati puntualmente secondo le precisazioni contenute in queste Norme Geologiche e nel rispetto del D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Le indagini e gli approfondimenti prescritti per gli interventi consentiti ricadenti nelle classi di fattibilità 2, 3 e 4 devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi stessi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa. Si ricorda che tali approfondimenti NON sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini geologiche e geotecniche previste in fase esecutiva dal D.M. 14 Gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui alla normativa nazionale.C

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05, art. 14), di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38) o di presentazione della denuncia di inizio attività (L.R. 12/05, art. 42).

Si rammenta inoltre che le aree riportate nella carta del quadro del dissesto (Carta PAI) vengono trasmesse, tramite la Regione Lombardia, all'Autorità di Bacino del Fiume Po, per l'aggiornamento cartografico dell'Elaborato 2 del PAI.

Inoltre:

- Se il Comune intende proporre successivi ulteriori aggiornamenti/modifiche alla Carta del PAI e quindi all'Elaborato 2 del PAI, dovranno essere predisposti studi di dettaglio condotti secondo le metodologie di cui agli Allegati 2 – Parte 2, 3 e 4 alla DGR n. IX/2616 del 30/11/2011 comprendenti la carta di fattibilità modificata con le relative norme geologiche di piano e la nuova perimetrazione con legenda uniformata a quella del PAI per gli ambiti oggetto di modifica. Tali studi dovranno essere inviati alla Regione Lombardia unitamente a due copie cartacee della Carta del dissesto PAI e ad una copia su supporto informatico in formato ArcView compatibile, al fine della verifica di coerenza con le metodologie di cui agli Allegati 2 sopra indicati e della trasmissione all'Autorità di Bacino della proposta di aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI, nonché dell'aggiornamento del Sistema Informativo Territoriale Regionale. La trasmissione all'Autorità di Bacino del Fiume Po da parte della struttura regionale avverrà una volta completato l'iter amministrativo di adeguamento dello strumento di

pianificazione comunale alle risultanze dello studio geologico secondo le procedure di cui alla L.R. 12/2005 e s.m.i.

- Se il Comune intende proporre successive modifiche/aggiornamenti che riguardano esclusivamente la Carta di Fattibilità Geologica, queste sono ammesse, sempre però sulla base di studi di dettaglio condotti secondo le metodologie di cui agli Allegati 2 – Parte 2, 3 e 4 alla DGR n. IX/2616 del 2011, e non è necessario il parere Regionale, ma solamente l'approvazione da parte dell'Amministrazione Comunale.

I professionisti che redigono gli studi di dettaglio sopra indicati hanno l'obbligo di rilasciare al Comune una dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà comprovante la congruità tecnica dello studio ai criteri della DGR n. IX/2616 del 30/11/2011, utilizzando la scheda di cui all'Allegato 15 («Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi dell'art. 47, d.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445»).

L'art. 18 delle N.d.A del PAI prevede la possibilità di modificare le perimetrazioni delle aree in dissesto (frane, conoidi, esondazioni torrentizie, valanghe come definite dall'art. 9 delle N.d.A) e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (come definite dal Titolo IV delle N.d.A), soprattutto a seguito della realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, effettivo e/o potenziale.

Le proposte di ripermetrazione dovranno essere redatte secondo le metodologie di cui agli Allegati 2 - Parte 2, 3 e 4 della D.G.R. n.IX/2616 del 30/11/2011. Gli studi a supporto di tali proposte dovranno prendere in esame la totalità dell'area perimetrata e non potranno in ogni caso riguardare singole particelle catastali. Per particolari tipologie di dissesto potranno essere condotti approfondimenti su porzioni più limitate, purché le stesse non siano influenzate dal dissesto nel suo insieme e purché la scelta venga adeguatamente motivata.

La Regione Lombardia specifica inoltre che non sono ritenute ammissibili le proposte di ripermetrazione delle aree a "rischio idrogeologico molto elevato", che sono già state oggetto di precedenti modifiche a seguito di studi di dettaglio, non giustificate dalla predisposizione di opere di mitigazione del rischio. Lo studio di supporto alla proposta di ripermetrazione dovrà, al minimo, contenere la descrizione della tipologia, delle caratteristiche tecniche, del dimensionamento e dell'esatta ubicazione delle opere previste. Non sono ritenute ammissibili anche le proposte di ripermetrazione delle aree in dissesto PAI (ivi comprese quelle all'interno delle revisioni di studi geologici dell'intero territorio comunale) che sono già state oggetto di precedenti modifiche a seguito di approfondimenti redatti sulla base delle direttive tecniche in vigore al momento della stesura degli

approfondimenti, che non contengano sostanziali elementi innovativi relativi ai quadri conoscitivo e analitico del dissesto.

Le proposte di ripermetrazione divengono efficaci una volta recepite nello strumento urbanistico mediante variante allo stesso.

Brescia, Gennaio 2014

Dott. Simona Albini