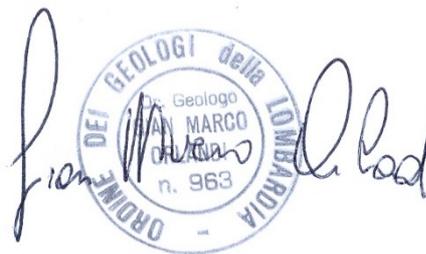




COMUNITA' MONTANA VALLE BREMBANA

Provincia di Bergamo

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO
IDROGEOLOGICO A SCALA DI SOTTOBACINO
IDROGRAFICO DELLA VALLE BREMBANA
RELAZIONE


Geologo
GIAN MARCO
ORLANDI
n. 963
ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA

Committente: C.M. Valle Brembana			Codice Progetto: 24_04_732		
Il tecnico: dr. Gian Marco Orlandi			Data: MARZO 2025		
Data:	Revisione:	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2025	REV00	1 stesura	Orlandi	Bianchi	Bianchi
		Studio Associato di Geologia Spada di Orlandi G.M. e Bianchi S. Via Zuccala Locatelli 3 – 24123 Bergamo (BG) Tel: 035/516090 – fax: 035/513738 – e_mail: info@studiogeospada.it			

INDICE

1.0 PREMESSE E PROGRAMMA DI LAVORO.....	3
2.0 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO E DI PARTENZA	8
3.0 SEGNALAZIONI RACCOLTE	10
4.0 IMPOSTAZIONE E CONTENUTI DELLO STUDIO E DEL SISTEMA INFORMATIVO.....	13
4.1 INSERIMENTO DEI DATI IN UN SISTEMA INFORMATIVO.....	14
4.2 LA TABELLA DEGLI ATTRIBUTI DELLE FRANE	17
5.0 VALUTAZIONE DELLE PRIORITA' DI INTERVENTO	20
6.0 CARTOGRAFIA TEMATICA	25
6.1 CESIMENTO DEI DISSESTI.....	25
6.2 DISSESTI E LITOLOGIA.....	29
6.3 CARTA DELLO STATO DEI BOSCHI.....	32
6.4 CARTA DELLA VULNERABILITA' DEI BOSCHI.....	33
7.0 CONSIDERAZIONI FINALI.....	36
7.1 IMPATTO DEI MUTAMENTI CLIMATICI	37
7.1.1 COLATE DETRITICHE RAPIDE.....	38
7.1.2 DEGRADO DEL BOSCO E RIDUZIONE DELLA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA.....	44
7.2 EFFICACIA DELLE OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	48

1.0 PREMESSE E PROGRAMMA DI LAVORO

La presente relazione tecnico-descrittiva è redatta a supporto degli studi e degli elaborati prodotti nell'ambito del progetto di "Aggiornamento dello studio idrogeologico a scala di sottobacino idrografico della Valle Brembana (CIG B0E33025B3)", commissionato dalla Comunità Montana della Valle Brembana, con sede in Via Don Angelo Tondini 16 - Piazza Brembana (BG), con Determinazione del Responsabile del Servizio Area Tecnica n° 32 in data 23/04/2024.

Il precedente studio idrogeologico era stato predisposto nel dicembre 2009 da un RTP di professionisti con Capogruppo Coordinatore l'ing. Alberto Frassoni e si era occupato di tre tipologie di problematiche: dissesti lungo i versanti, problematiche di carattere idraulico lungo l'asta principale e le valli laterali e le valanghe.

Il presente aggiornamento si occupa solamente dell'aspetto relativo ai dissesti sui versanti.

Come già fatto per il precedente studio, anche per presente lavoro è stato costituito un gruppo di accompagnamento tecnico che ha affiancato gli Scriventi. Il Gruppo è coordinato dalla Comunità Montana Valle Brembana (Settore Area Tecnica) ed ha visto il coinvolgimento di Regione Lombardia (D.G. Territorio e Sistemi Verdi – dr. Andrea Piccin dr.ssa Martina Credali, arch. Fabio Mandozzi, ing. Valentina Nova / D.G. Enti Locali – UTR di Bergamo – dr. Carlo Toffaloni / D.G.) e Provincia di Bergamo (dr.ssa Francesca Lucini).

Il programma di lavoro definito a seguito di una serie di valutazioni e di una riunione del Gruppo di Accompagnamento prevede i seguenti temi ed approfondimenti:

- Aggiornamento in relazione al tempo trascorso. Lo studio vigente è del dicembre 2009 e dopo tale data il territorio della Valle Brembana è stato interessato da alcuni eventi alluvionali /di dissesto importanti (tempesta Vaia del 2018, ottobre 2020, temporali estremi delle estati del 2023 e 2024, ecc.).

Inoltre negli ultimi anni gli stanziamenti di risorse sia Regionali che statali (Ministero degli Interni) hanno consentito di implementare sia la conoscenza con la progettazione sia di intervenire in alcune situazioni.

È quindi molto importante a quasi 15 anni di distanza dal primo documento, procedere ad una sua revisione generale ed aggiornamento, per riallineare la conoscenza allo stato reale.

- Potenziamento ed affinamento della valutazione del grado di priorità degli interventi (basato sul concetto rischio). Nello studio del 2009 molti dissesti erano stati anche classificati in termini di priorità (4 classi) e di range di costi di intervento; per altri dissesti non vi era alcuna attribuzione in tal senso.

Sull'esperienza degli anni trascorsi e sui nuovi dati progettuali, di studio e di intervento disponibili, lo studio dovrebbe cercare di estendere a tutti i dissesti mappati una valutazione di costi e priorità sempre tenendo presente il criterio del "rischio", definendo un punteggio che consenta anche una "graduatoria integrale".

Si tratta di un lavoro importante, che richiede un elevato livello conoscitivo dei dissesti inseriti, da acquisire tramite gli studi ed i progetti disponibili oppure tramite valutazioni autonome del gruppo di lavoro sui vari dissesti.

- Massima possibilità di condivisione e di fruizione dei dati dello studio per Enti e professionisti che operano sul territorio. E' stata prevista la revisione e

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

l'aggiornamento del sistema di raccolta, gestione ed archiviazione dati con l'utilizzo di sistemi GIS, che offrono gli strumenti più appropriati sia da un punto di vista cartografico, di condivisione e fruizione delle informazioni sia da un punto di vista dell'analisi spaziale dei dati. Nel caso specifico si è condiviso l'utilizzo in modo integrato del software Qgis, completamente free per l'utilizzo.

L'area di studio e di approfondimento è l'intero territorio della Valle Brembana, come da immagine seguente.

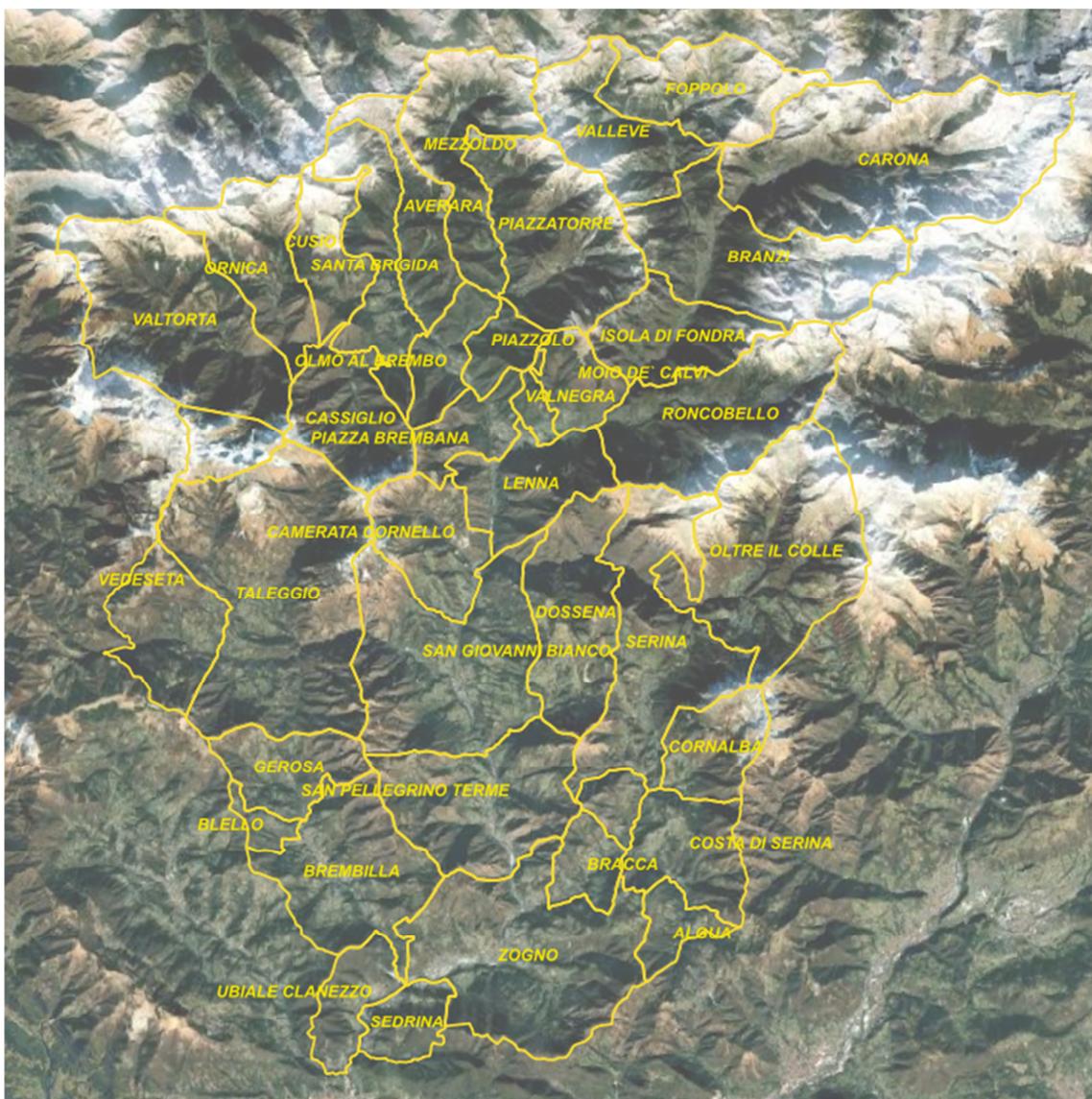


Figura 1: Area di studio (Comunità Montana della Valle Brembana) e Comuni compresi.

Il presente incarico prevede la restituzione del seguente materiale:

1. Relazione tecnico – descrittiva,
2. Cartografie,
3. Tabelle di sintesi,
4. Banca dati in GIS.

Lo studio si è svolto attraverso diverse fasi di lavoro, brevemente di seguito sintetizzate:

- Raccolta di tutta la documentazione disponibile sui dissesti della Valle Brembana (studio di sottobacino del 2009 con relativo GIS, Geoportale di Regione Lombardia ed altri portali tematici sia Regionali che Nazionali quali GeoIFFI ecc., estrazione del database di Regione Lombardia ODSM per la Provincia di Bergamo, e segnalazioni e Rasda UTR Bergamo, archivio progetti della Comunità Montana Valle Brembana, ecc.);
- Creazione di un elenco integrato dei dissesti, con la documentazione di cui sopra e primo lavoro di filtro (accorpamento dissesti indicati più volte, eliminazione situazioni trascurabili perché minimali prive di impatti significativi, conoscenze dirette dei Gruppo di lavoro, ecc.)
- Incontri / colloqui con tutti i Comuni per il controllo dell'elenco integrato dei dissesti, per l'aggiornamento dello stesso (stralcio degli interventi eseguiti, inserimento di nuove criticità, di necessità di studio o/o monitoraggio, ecc.) in base alle specifiche conoscenze territoriali e per la raccolta dei dati disponibili (segnalazioni, stime dei costi di intervento, studi di fattibilità, progettazioni) dei dissesti segnalati;

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

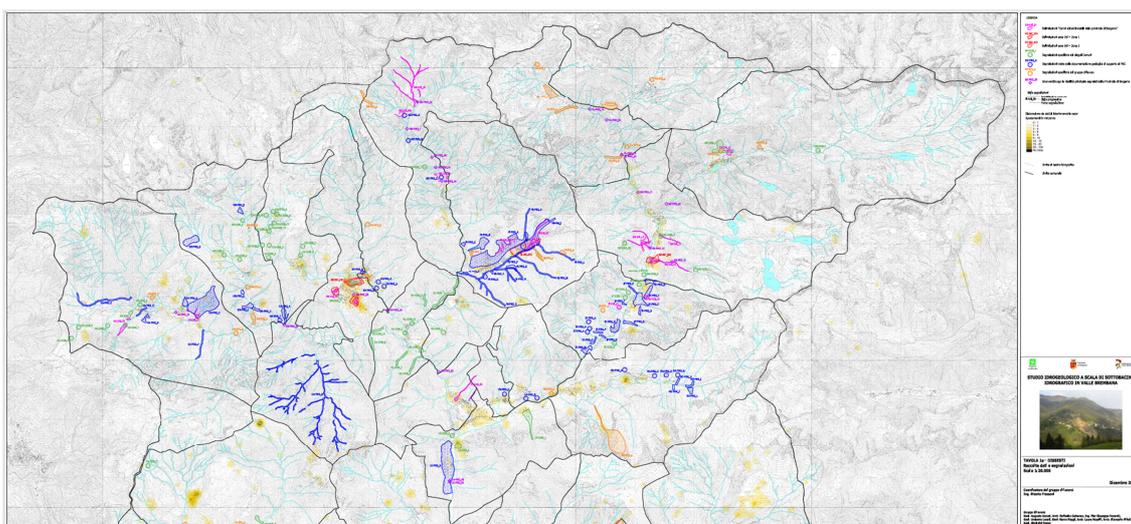
- Sopralluoghi in sito per la verifica delle situazioni di maggiore impatto e/o non conosciute al gruppo di lavoro;
- Revisione, omogeneizzazione, unificazione ed aggiornamento delle schede esistenti sulla base dei dati dei Comuni, dei sopralluoghi e della conoscenza dei luoghi dei Professionisti del Gruppo di lavoro;
- Raccolta ed analisi dei dati disponibili per la stima dei costi dei vari interventi e valutazioni autonome del Gruppo di Lavoro su quelli in cui non vi erano stime di costi;
- Definizione dei criteri basati sul concetto di “rischio” per la valutazione della priorità “integrale” dei vari interventi, con attribuzione di punteggi ed analisi;
- Revisione ed implementazione del sistema GIS, con aggiornamento dello stesso in base al nuovo studio, perimetrazione di tutti i dissesti e relativi attributi;
- Redazione e predisposizione di tutti gli elaborati dello studio (relazione, tabelle di sintesi, cartografie e GIS).

2.0 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO E DI PARTENZA

La base di partenza del presente lavoro è stato chiaramente lo “Studio idrogeologico a scala di sottobacino idrografico in Valle Brembana” del 2009, nel quale oltre ai dissesti di versante venivano affrontate anche altre pericolosità naturali come i fenomeni idraulici e quelli valanghivi (che però, come già indicato al par. 1.0 non sono oggetto del presente aggiornamento).

Tale studio a sua volta è stato alimentato dalle informazioni provenienti dalle cartografie dei piani territoriali di diverso livello (PTCP, PGR e PGT), dalle perimetrazioni PAI e IFFI, dai dati di Regione Lombardia in merito ai centri abitati instabili e dai dati interferometrici allora a disposizione.

L’integrazione di questi dati con le segnalazioni dei tecnici comunali e con le conoscenze autonome dei membri del RTP aggiornate alla data dello studio (anno 2009) e con le informazioni provenienti da studi specifici relativi ai casi locali ha prodotto due tavole relative ai dissesti di versante: Tavola 1A e 1B (figura 2).



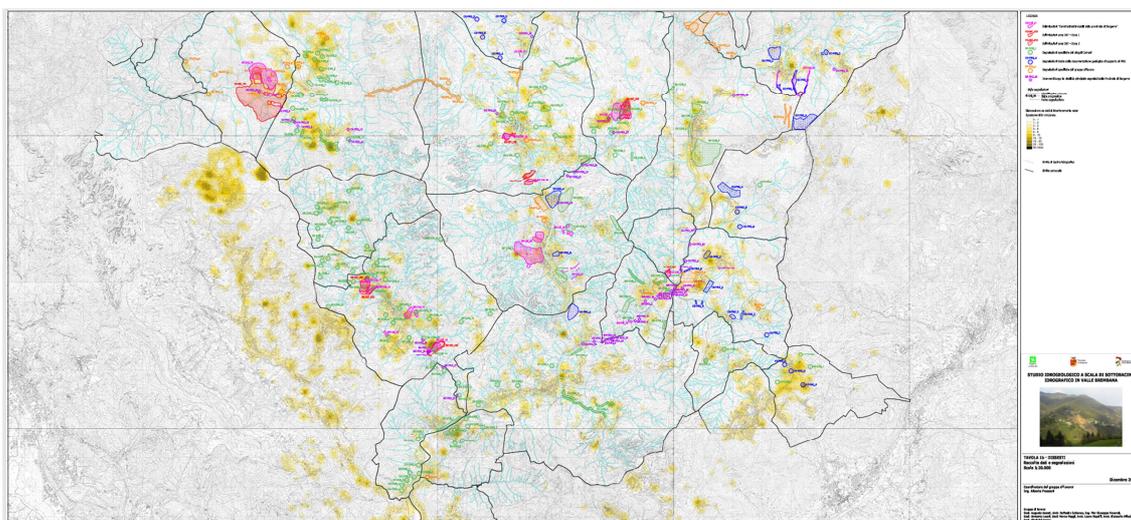


Figura 2: Tavole 1A (sopra) e 1B (sotto) dello “Studio idrogeologico a scala di sottobacino idrografico in Valle Brembana “ della Comunità Montana del 2009.

Per la maggior parte dei fenomeni di dissesto riportati in carta è stato definito un foglio di sintesi che contiene le seguenti informazioni: identificativo dissesto, potenziale interferenza con edifici, infrastrutture e corsi d’acqua, interventi già eseguiti, interventi da eseguire, priorità di intervento per gruppi (da priorità 1 a priorità 4), costo di intervento stimato (solo per le priorità 1 e 2 con quattro classi distinte sulla base degli importi di 50.000, 150.000 e 500.000 euro).

Lo studio ha previsto anche un’elaborazione GIS con la creazione di shapefiles, con geometrie di tipo puntuale, lineare o poligonale a seconda dei casi.

Il presente aggiornamento dello studio si raccorda in linea generale alla metodologia utilizzata per il lavoro del 2009, apportando gli aggiornamenti nella mappatura dei dissesti sulla base della situazione dei versanti al 2024 ed introducendo alcune novità dell’ambito dell’analisi dei dati e della cartografia prodotta.

Oltre allo studio di cui sopra dal punto di vista documentale si è cercata tutta la documentazione che potesse essere utile all'aggiornamento tra il 2009 ed il 2024 del quadro dei dissesti e quindi:

- verifica ed aggiornamento, ove necessario, della documentazione utilizzata nel precedente studio ed indicata al par. 2.1 della relazione (in particolare tutto il materiale disponibile sui geoportali tematici di riferimenti, sia a carattere Regionale, che Nazionale);
- segnalazioni / progettazioni caricate sul portale Regionale ODSM;
- database delle segnalazioni / schede Rasda / sopralluoghi fornito da Regione Lombardia UTR Bergamo;
- database / segnalazioni / archivi degli altri Enti territoriali coinvolti.

Dopo questa fase di raccolta dati si è passati all'assemblaggio di un database complessivo, al primo filtraggio delle segnalazioni ed alla definizione della versione finale da andare a verificare e discutere con le Amministrazioni Comunali interessate dallo studio.

3.0 SEGNALAZIONI RACCOLTE

A seguire è stata effettuata una specifica fase di verifica delle segnalazioni sui dissesti presenti nel territorio e di raccolta dati presso i Comuni facenti parte del territorio della Comunità Montana Valle Brembana.

Nella quasi totalità dei casi è stato effettuato un incontro presso la sede Municipale alla presenza di un rappresentante dell'Amministrazione (Sindaco, Vice Sindaco o Assessore delegato al territorio o Tecnico Comunale) ed in molti casi l'incontro è stato

seguito anche da un sopralluogo congiunto per vedere insieme alcune situazioni particolarmente critiche e/o di nuova attivazione.

I qualche caso i contatti sono stati, su specifica indicazione dell'Amministrazione, con Professionisti Tecnici esterni con elevata conoscenza delle problematiche di dissesto del territorio del Comune.

In generale si è avuta una notevole collaborazione da parte delle Amministrazioni, che hanno messo a disposizione del gruppo di Lavoro le conoscenze di dettaglio, anche storiche, del proprio territorio, fornendo spesso documentazione tecnica sulle criticità segnalate.

Nella maggior parte dei casi si tratta di schede RASDA per segnalazione dissesti, soprattutto relativi ad eventi di nuova attivazione e/o di aggravamento e peggioramento durante il 2023 ed il 2024.

In molto casi sono state però rese disponibili e fornite (integralmente o per le parti di interesse per il presente studio) progettazioni di vario grado per opere di mitigazione del rischio sui dissesti segnalati.

Nel precedente studio del 2009 era segnalata la disponibilità di pochissimi studi / progetti di difesa del suolo.

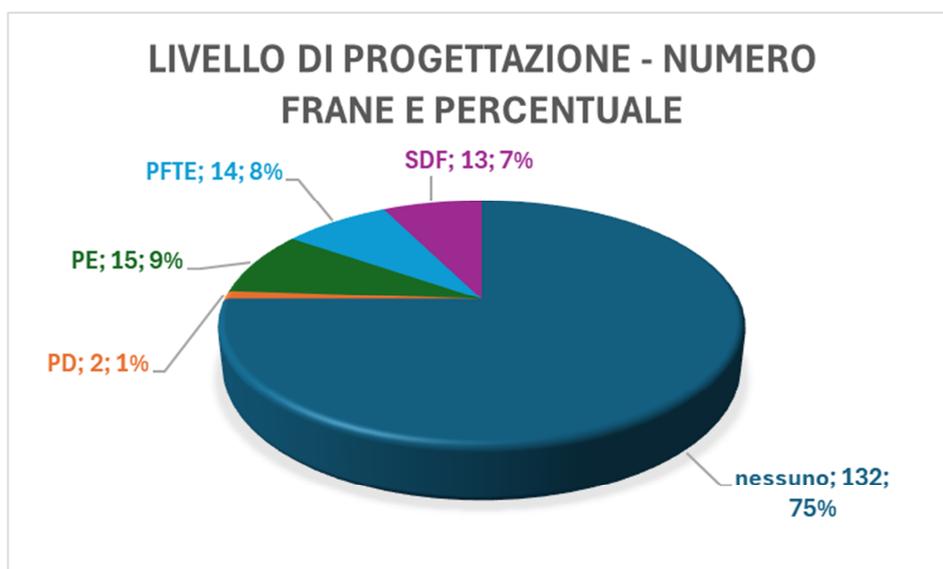
In questa fase di aggiornamento si è riscontrata una attenzione alla tematica notevolmente aumentata, con molte progettazioni fatte predisporre dalle Amministrazioni, al fine di richiedere agli Enti superiori le risorse economiche per gli interventi.

Nello specifico su un totale finale di 176 schede di dissesto censite nel presente studio, sono disponibili n° 2 progetti definitivi, n° 15 progetti esecutivi, n° 14 PFTE e n° 13 studi di fattibilità.

Si tratta complessivamente di 44 progettazioni pari al 25% del totale dei dissesti censiti, un dato certamente significativo per il tema della difesa del suolo.

Riepilogo dei dati relativi alle progettazioni disponibili:

nessuno	132
PD	2
PE	15
PFTE	14
SDF	13



4.0 IMPOSTAZIONE E CONTENUTI DELLO STUDIO E DEL SISTEMA INFORMATIVO

L'attività di raccolta, analisi e gestione delle informazioni è proseguita con l'ordinamento, la catalogazione e la rappresentazione dei dati integrati.

In questa fase di lavoro sono stati curati due aspetti fondamentali:

- la localizzazione e la mappatura dell'area interessata dal fenomeno franoso;
- la predisposizione e la compilazione di una tabella dove catalogare tutti i dati raccolti e sintetizzare le caratteristiche di maggiore interesse ai fini dello studio.

La mappatura ha comportato il disegno su base CTR georeferenziata (cartografia definita per il presente studio, in analogia a quanto fatto nel 2009) del perimetro di tutte le frane censite.

Per la progettazione della tabella degli attributi sono stati presi in considerazione diversi aspetti della frana, dalle caratteristiche fisiche alla presenza nei documenti di piano territoriale, agli interventi di mitigazione ed altri ancora, descritti approfonditamente di seguito.

L'elemento cartografato è identificato con una sigla univoca che consente di collegarlo agli attributi della tabella tramite collegamento (link), pertanto consultabili sia attraverso documento excel sia in ambiente GIS.

Lo studio si completa con una ricca documentazione fotografica, una serie di cartelle contenenti gli studi, i progetti ed i dati raccolti per ogni Comune e una serie di carte tematiche realizzate al fine di aggiornare e arricchire il quadro conoscitivo dell'intero territorio della Valle Brembana e per supportare la comprensione del fenomeno di dissesto lungo i versanti.

4.1 INSERIMENTO DEI DATI IN UN SISTEMA INFORMATIVO

Le informazioni geografiche relative alle diverse frane individuate sono state acquisite, gestite ed archiviate tramite un Sistema Informativo Territoriale; in particolare, per rendere totalmente compatibili gli output alle richieste del committente, è stato utilizzato Quantum Gis (Qgis Desktop versione 3.34.10).

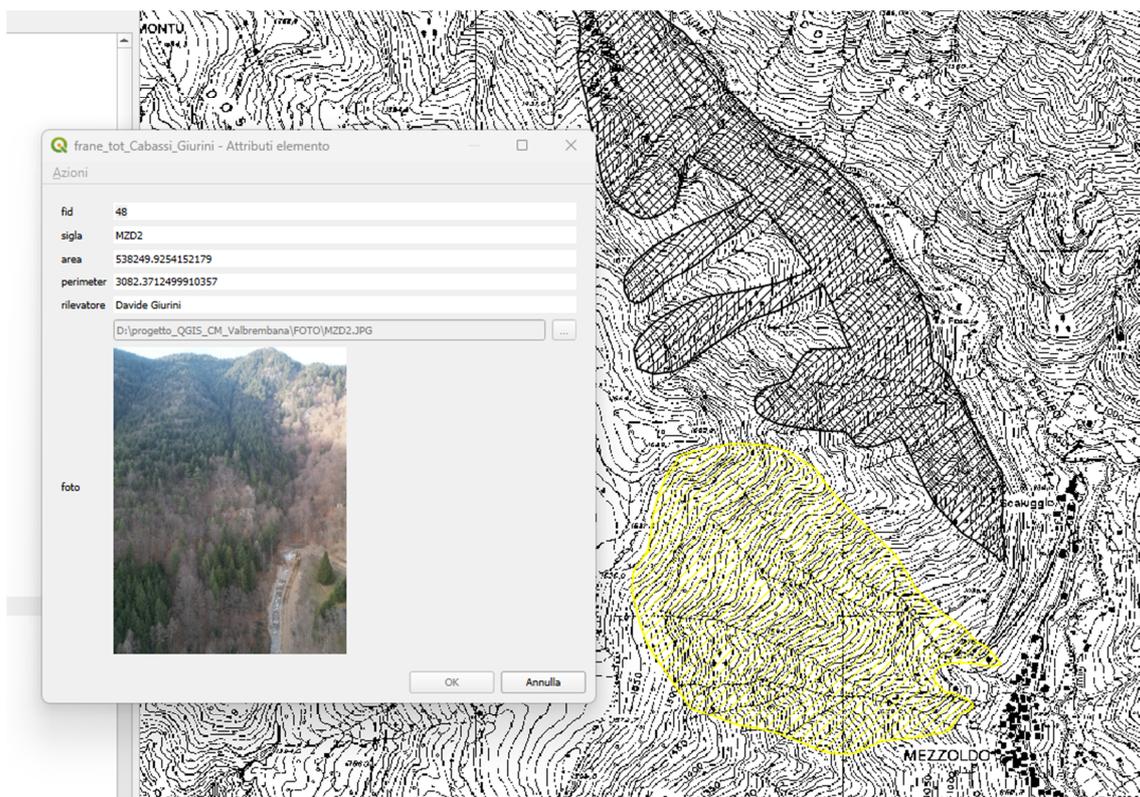
Tutte le frane pertanto sono state disegnate e archiviate in uno shapefiles con geometria di tipo poligonale, poiché è stato possibile definire un'area cartografabile in tutti i casi.

Le basi topografiche utilizzate sono la Carta Tecnica della Regione Lombardia alla scala nominale di 1:10.000 e diverse immagini satellitari e ortofoto, rese disponibili dalla Regione Lombardia fino al 2021 e consultate da Google, fino al 2024.

Lo shapefile delle frane è unico e costituito da tutti gli elementi geometrici (poligoni) corrispondenti ai siti (aree) interessati da frane (figura 3).

Al poligono sono associate delle informazioni di base che costituiscono una tabella di attributi che comprendono i seguenti campi (figura 3):

- sigla: costituisce l'identificativo della frana, è univoco e consente di collegare lo shp ad altre tabelle con ulteriori informazioni relative alla frana)
- area e perimetro del poligono;
- rilevatore: nome del curatore del rilievo della frana;
- foto: è presente il percorso dove sono state archiviate le foto e predisposto per richiamare la foto a seguito di interrogazione nel GIS, attraverso funzioni di hyperlink.



sigla	area	perimeter	rilevatore	foto
MOC1	11409.5660515...	642.263713134...	Stefania Cabassi	D:\progetto_QGIS_CM_Valbrembana\FOTO\MOC1.JPG
MOC2	102466.654280...	2047.06735270...	Stefania Cabassi	D:\progetto_QGIS_CM_Valbrembana\FOTO\MOC2.JPG
MZD1	612478.889989...	7089.97158954...	Davide Giurini	D:\progetto_QGIS_CM_Valbrembana\FOTO\MZD1.JPG
MZD2	538249.925415...	3082.37124999...	Davide Giurini	D:\progetto_QGIS_CM_Valbrembana\FOTO\MZD2.JPG
OLM1	26515.8805643...	1814.37576210...	Stefania Cabassi	D:\progetto_QGIS_CM_Valbrembana\FOTO\OLM1.jpg
OLM2	5947.89871849...	325.357871873...	Stefania Cabassi	D:\progetto_QGIS_CM_Valbrembana\FOTO\OLM2.jpg

Figura 3: Esempio di poligono della frana MZD2 e della tabella degli attributi associati.

La sigla è costruita come acronimo di tre lettere del Comune, come riportato nella tabella seguente e un numero intero progressivo.

COMUNE	SIGLA	COMUNE	SIGLA	COMUNE	SIGLA	COMUNE	SIGLA
ALGUA	ALG	CUSIO	CUS	PIAZZA BREMBANA	PZB	UBIALE CLANEZZO	UBC
AVERARA	AVE	DOSSENA	DOS	PIAZZATORRE	PZT	VAL BREMBILLA	VAB
BLELLO	BLL	FOPPOLO	FOP	PIAZZOLO	PZL	VALLEVE	VAL
BRACCA	BRA	ISOLA DI FONDRÀ	IDF	RONCOBELLO	RNC	VALNEGRA	VNG
BRANZI	BRZ	LENNA	LEN	SAN GIOVANNI BIANCO	SGB	VALTORTA	VLT
CAMERATA CORNELLO	CAM	MEZZOLDO	MZD	SAN PELLEGRINO TERME	SPT	VEDESETA	VED
CARONA	CAR	MOIO DE' CALVI	MOC	SANTA BRIGIDA	SBR	ZOGNO	ZOG
CASSIGLIO	CAS	OLMO AL BREMBO	OLM	SEDRINA	SED		
CORNALBA	COR	OLTRE IL COLLE	OLC	SERINA	SER		
COSTA DI SERINA	CSS	ORNICA	ORN	TALEGGIO	TAL		

Tabella delle sigle utilizzate per identificare il comune in cui si localizza la frana.

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

comune	sigla	frana 1	frana 2	frana 3	frana 4	frana 5
ALGUA	ALG	ALG1	ALG2	ALG3	ALG4	ALG5

Esempio di nomenclatura delle frane presenti in un Comune (nel caso riportato Algua).

In alcuni casi, quando le frane sono particolarmente vicine e accumulate da tipologia di versante, unità geologica coinvolta e meccanismo di movimento ma le aree possono essere mappate separatamente per situazioni differenti di impatto, vulnerabilità ecc. , è stata introdotta una ulteriore codifica, utilizzando la lettera minuscola progressiva dell'alfabeto: es. CAS2a e CAS2b.

In alcuni casi invece il fenomeno (per esempio caduta massi) era distribuito su più poligono, ma tutti con medesime caratteristiche, impatti ecc., allora è stata predisposta un'unica scheda di censimento, in cui ricadono più poligoni areali.

Un caso particolare riguarda la nomenclatura di alcune frane nel Comune di Ubiale Clanezzo (UBC1_2A1, UBC1_2A2, UBC1_2B, UBC2_B1) la cui sigla è più articolata di quella standard e riporta ulteriori riferimenti per richiamare una serie di progettazioni già molto avanzate (in genere PE) già predisposte dal Comune per la mitigazione del rischio.

La sigla consente la correlazione (mediante l'istruzione join) con la banca dati delle diverse informazioni relative alle frane, raccolte in una tabella alfanumerica (file excel o formati compatibili).

Tali collegamenti potranno essere richiamati in ambiente GIS e fornire le basi per elaborazioni ulteriori e visualizzazioni diversificate in funzione degli attributi presenti nei vari campi.

4.2 LA TABELLA DEGLI ATTRIBUTI DELLE FRANE

Le informazioni relative alle diverse frane mappate (poligoni) sono raccolte, oltre che nella tabella associata all'elemento geometrico vista sopra, in una banca dati ricca ed eterogenea che è stata organizzata e sintetizzata in un file excel per consentirne la consultazione.

Tale banca dati è stata anche integralmente stampata, per poterne facilitare la consultazione, ed è riportata in allegato 1 al presente studio.

Il foglio di excel è organizzato in modo da suddividere i dati in tematiche generali:

- caratterizzazione della frana,
- vulnerabilità e rischio associati,
- perimetrazione nei piani territoriali,
- interventi di mitigazione del rischio.

Caratterizzazione della frana

I campi di questa sezione comprendono:

- comune: nome del comune dove è localizzata la frana;
- sigla, che consente il link di tutte le informazioni con l'elemento geometrico;
- località: specifica il luogo all'interno del comune dove si localizza la frana;
- tipo: specifica se la frana è di versante (VER), se vi è una componente idraulica (CI), o se è una tematica che riguarda anche il degrado / dissesto del bosco (BO);
- movimento: tipo di movimento gravitativo ovvero crollo in roccia, colate di vario tipo, sprofondamento, frane complesse ecc.; Per questo elemento sono state inserite due voci. la prima contiene una descrizione estesa del fenomeno,

nelle sue varie componenti individuate. La seconda fa ricadere il fenomeno in una serie di tipologie standardizzate

- litologie – formazioni geologiche coinvolte: unità geologiche coinvolte nel movimento;
- descrizione: sintesi descrittiva della situazione;
- analisi storica: informazioni su movimenti passati;

Vulnerabilità e rischio associato

I campi di questa sezione comprendono:

- effetti indiretti: danni conseguenti al fenomeno, ad esempio isolamento abitazioni, interruzione di servizi, ecc.;
- elementi esposti: presenza di infrastrutture, edifici, ecc.;
- rischio: classificazione del rischio (da R1 – grado minimo ad R4 – grado massimo) sulla base di documenti di piano vigenti, delle eventuali valutazioni progettuali di dettaglio esistenti o in base a valutazioni di massima e prima approssimazione del Gruppo di Lavoro.

Perimetrazione nei piani territoriali

I campi di questa sezione comprendono la verifica della congruenza totale o parziale oppure della non corrispondenza tra il dissesto censito nello studio e quelli riportati nel PAI nonché la classe di fattibilità geologica nel PGT.

In molti casi l'areale dei dissesti comprende più tipologie di fenomeni o classi di fattibilità ed in questo caso sono indicate tutte.

Un ultimo campo, “segnalazione”, specifica la fonte dell’informazione dell’esistenza della frana, eventualmente ribadendo il piano territoriale oppure indicando una fonte diversa.

Interventi

I campi di questa sezione comprendono:

- intervento nuovo: SI/NO,
- intervento di completamento: SI/NO,
- manutenzione: SI/NO,
- monitoraggio: SI/NO,
- livello di progettazione disponibile: nessuno, studio di fattibilità o assimilabile (SDF), progetto di fattibilità tecnico economica, progetto definitivo (vecchia normativa) o progetto esecutivo,
- stima costi: risorse economiche necessarie per l’intervento. La stima indicata è ripresa dalla progettazioni ove disponibili, dalle schede RASDA (se possibile validate) o, in assenza di elementi già disponibili, da stime autonome del gruppo di lavoro sulla base della tipologia di opere e degli areali interessati;
- tipologia di interventi: descrizione delle opere e delle azioni previste e/o programmate per la mitigazione del rischio o per il monitoraggio o per la verifica dell’efficacia delle opere nel tempo.

In ultimo è presente un campo compilato SI/NO in base alla condivisione e verifica dei risultati con il Comune.

Generalmente è SI, ma in qualche sporadico caso i dissesti sono stati inseriti in seguito agli incontri, quindi senza preventiva condivisione con il Comune.

5.0 VALUTAZIONE DELLE PRIORITA' DI INTERVENTO

Uno degli obiettivi del presente aggiornamento dello studio idrogeologico era quello di affinare la definizione delle priorità di intervento per le opere di mitigazione del rischio idrogeologico connesso ai dissesti censiti, con l'attribuzione di una serie di punteggi, al fine di ottenere, oltre ad suddivisione in classi di priorità anche una sorta di "graduatoria integrale".

Tale graduatoria che potrebbe essere utile, oltre che avere una prima percezione dello stato complessivo e delle necessità urgenti / molto urgenti, anche, abbinando l'aspetto economico (stima dei costi totali di intervento, compresi anche di IVA e somme a disposizione dell'Amministrazione) per la predisposizione di un piano delle opere prioritarie di difesa del suolo della Comunità Montana Valle Brembana o per consentire alla Comunità Montana stessa di partecipare ai bandi di richiesta fondi nell'ambito della mitigazione del rischio idrogeologico avendo un documento di riferimento, in cui "attingere" i progetti prioritari da sottoporre.

Per poter effettuare una valutazione delle priorità di intervento nell'ambito della difesa del suolo e della mitigazione del rischio idrogeologico (in linea con quanto già fatto nel 2009 nonché con le indicazioni del Gruppo di Accompagnamento), è necessario fare assolutamente riferimento al concetto di "RISCHIO" ed alla sua entità (cui il concetto di priorità di intervento è direttamente connesso), che si basa sulla seguente relazione:

$$\text{RISCHIO} = \text{PERICOLOSITA}' * \text{VALORE} * \text{VULNERABILITA}'$$

In cui:

Pericolosità: probabilità che un determinato evento si verifichi in un'area circoscritta e in un preciso intervallo di tempo. Rappresenta una caratteristica intrinseca del

territorio e del dissesto e non comprende valutazioni relative a possibili danni indotti. E' funzione sia della tipologia dell'evento considerato che dell'intensità dello stesso.

Valore: nel caso specifico è fornito dal numero di persone, costruzioni, infrastrutture, reti tecnologiche, risorse ambientali potenzialmente interessate dal dissesto.

Vulnerabilità: la percentuale del valore che probabilmente verrà perduto nel corso di un determinato evento.

Chiaramente al fine di definire una graduatoria complessiva è necessario attribuire alle voci di cui sopra dei punteggi, in modo da fare una stima complessiva, per ogni intervento, del rischio e conseguentemente della priorità.

Da questo punto di vista si è fatto riferimento, in via prioritaria, al DPCD 27/09/2021 "Aggiornamento dei criteri, delle modalità e dell'entità delle risorse destinate al finanziamento degli interventi in materia di mitigazione del rischio idrogeologico", che all'allegato 1 - par 2.4 riporta lo schema di attribuzione dei valori per i criteri di selezione dei progetti Regionali di difesa del suolo.

In questa tabella gli aspetti di pericolosità, vulnerabilità e valore sono schematizzati e suddivisi in categorie e classi differenti, con un diverso peso ed un relativo punteggio.

Per il presente incarico, sulla base della realtà territoriale della Valle Brembana (ed in generale delle vallate montane) e dell'esperienza in materia di difesa del suolo dei membri del presente Gruppo di lavoro, sono state fatte alcune modifiche / aggiustamenti alla tabella ed ai punteggi, al fine di renderla maggiormente calcante per il contesto specifico.

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

Nell'immagine seguente la tabella elaborata dagli Scriventi ed utilizzata per definire le priorità di intervento del presente progetto.

Si tratta chiaramente di una proposta, suscettibile di osservazioni e/o modifiche.

CAMPO	PESO	CLASSIFICAZIONE	PUNTEGGI	VALORI PESATI
PRIORITA' MASSIMA DEL COMUNE (in base a esigenze, criticità e conoscenza territorio)	10	UNICO	1	10
VALUTAZIONE PRIORITA' GRUPPO DI LAVORO (valutazioni più generali tecniche e territoriali)	20	ALTA	2	20
		MEDIA	1	10
		BASSA - NULLA	0	0
INTERVENTO DI COMPLETAMENTO	10	SI (anche se parziale)	1	10
		NO	0	0
PERSONE A RISCHIO	30	>100 (abitato principale - grandi frazioni)	4	30
		100-10 (piccole frazioni / + di 2 edifici)	3	22,5
		10-1 (1-2 edifici)	1	7,5
BENI A RISCHIO	30	0 (nessun edificio)	0	0
		STRATEGICI, CENTRI RESIDENZIALI ECC.	3	30
		INFRASTRUTTURE MINORI, CASE SPARSE	2	20
VELOCITA' FENOMENO	30	ALTRO	1	10
		ALTA (caduta massi - colate rapide)	3	30
		MEDIA - BASSA (frane, sprofondamenti, colate detritiche)	1	10
ATTUAZIONE MISURA DI PIANO (PAI, PGRA, IFFI)	10	NULLA (degrado bosco)	0	0
		TOTALE	2	10
		PARZIALE (molta differenza di perimetrazione / fenomeno segnalato differente)	1	5
CLASSE FATT. GEOLOGICA	10	NO	0	0
		4 (anche se parziale)	2	10
		3 (anche se parziale)	1	5
EFFETTI INDIRETTI (isolamento non solo per interruzione viabilità ma anche per servizi essenziali quali per es acquedotto)	30	2-1 (uniche classi)	0	0
		MOLTO GRAVI (isolamento 2 o + comuni)	3	30
		GRAVI (isolamento 1 comune)	2	20
MONITORAGGIO	10	MEDI (isolamento case sparse, 1 o + frazioni)	1	10
		LIEVI O ASSENTI (nessun isolamento significativo)	0	0
		SI	1	10
		NO	0	0

Tabella per l'attribuzione dei punteggi ai fini della valutazione della priorità di intervento

Il criterio di priorità Regionale, che consente di attribuire dei punti al progetto in base a valutazioni di ordine tecnico e territoriale, è stato suddiviso in due voci: priorità del Comune e valutazione del gruppo di lavoro.

Nel primo caso è stato ritenuto di attribuire al Comune la facoltà di definire in maniera autonoma l'intervento prioritario nel proprio territorio (1 solo dissesto per ogni Comune). La seconda parte consente invece al gruppo di lavoro di definire una priorità generale all'intervento, in base a criteri tecnici e di visione più generale del territorio della Comunità Montana.

Il punteggio attribuito al grado di progettazione è stato stralciato, perché si sta facendo una valutazione tecnica delle criticità, non in relazione alla possibile velocità di

esecuzione e cantierizzazione. Inoltre spesso comuni piccoli, con problematiche territoriali importanti, sono in difficoltà economica a finanziare le progettazioni in autonomia (anche se da questo punto di vista i fondi progettazione messi a disposizione da Regione e Ministero degli Interni negli ultimi anni hanno aiutato i Comuni).

La voce “completamento / intervento nuovo” (che privilegia i primi) è stata mantenuta.

La voce delle persone a rischio diretto è stata rimodulata in termini di numeri, considerando la realtà territoriale specifica.

Per i beni a rischio sono state circa mantenute le varie tipologie, salvo un contenuto adeguamento dei punteggi.

Per il parametro specifico del fenomeno, lo studio è per i dissesti sui versanti e quindi si è fatto riferimento alla velocità di movimento, mantenendo la distinzione “rapida” (caduta massi e colate rapide) – “lenta” (tutti gli altri dissesti, compresi gli sprofondamenti che nei casi analizzati non ha mai dato adito in passato a sprofondamenti improvvisi in assenza di segnali).

E’ stata confermata la parte in relazione all’attuazione delle misure di pianificazione, dividendo in due: PAI e fattibilità geologica ed attribuendo diversi valori al grado di protezione normativa del territorio in funzione di nuovi interventi urbanistici.

E’ stato anche confermato il punteggio premiante per il tema monitoraggio (inteso sia come verifica e studio dei fenomeni, che come controllo delle opere e della relativa efficacia).

Altri parametri, assolutamente complessi da valutare in uno studio a questa scala territoriale (riduzione percentuale del numero di persone a rischio dopo le opere, per es.), sono stati stralciati.

E' stata invece introdotta la categoria del danno indiretto, molto importante in questa realtà territoriale perché già in passato dissesti localizzati, di entità media non hanno impattato su edifici o centri abitati ma hanno interessato la viabilità o le infrastrutture principali in punti nevralgici, non by-passabili, causando il blocco della viabilità o dei servizi per intere porzioni della Comunità Montana.

Sono quindi state individuate delle classi semplificate di valutazione, con un punteggio complessivo molto importante (30 punti).

Tutti i valori sono stati attribuiti sulla base degli elementi raccolti per ogni dissesto e riportati nelle schedature (il valore massimo totalizzabile è di 190 punti).

Da questi dati si è passati (utilizzando un diverso foglio xls semplificato, per una migliore lettura del tutto) all'attribuzione dei punteggi.

Il punteggio complessivo è stato ottenuto sommando tutti i valori pesati e questa attività è stata effettuata per ognuno dei 176 dissesti censiti nel piano.

Ne è quindi uscita una "graduatoria" complessiva, in cui al punteggio maggiore corrisponde la priorità maggiore.

Per una classificazione generale sono state individuate 5 classi di priorità, secondo il seguente schema:

- 150-190: PRIORITA' MOLTO ALTA - 1
- 110-150: PRIORITA' ALTA - 2
- 40-110: PRIORITA' MEDIA - 3
- 30-70: PRIORITA' BASSA - 4
- 0 – 30 PRIORITA' MOLTO BASSA - 5

6.0 CARTOGRAFIA TEMATICA

Lo studio condotto ha prodotto anche una serie di carte tematiche che hanno lo scopo di descrivere i fenomeni franosi censiti, inquadrandoli all'interno del contesto geologico e focalizzando sullo stato del territorio e sulla sua vulnerabilità relativamente a nuove condizioni dei versanti rispetto al 2009, anno del lavoro sistematico precedente.

In questo ultimo caso ci si riferisce in particolare agli effetti della tempesta Vaia e della diffusione del Bostrico che hanno interessato diffuse porzioni di bosco compromettendone le funzioni di stabilizzazione dei versanti e aumentando la vulnerabilità ai fenomeni franosi stessi.

A questo aspetto sono state dedicate alcune analisi specifiche, come di seguito descritto e come illustrato dettagliatamente in seguito al par. 7.1.2.

Le mappe sono state estese all'intero territorio della Comunità Montana della Valle Brembana, alla scala 1:20.000 in due strisciate (tavola A – zona nord / tavola B – zona sud).

Di seguito una veloce illustrazione delle cartografie prodotte.

6.1 CESIMENTO DEI DISSESTI

La carta dei dissesti di versante nel territorio della Comunità Montana della Valle Brembana rappresenta la prima sintesi del presente lavoro (figura 4).

Sono stati cartografati puntualmente tutti i dissesti censiti, a seguito di tutte fasi di lavoro in precedenza illustrate.

Il rilevamento e il controllo dei poligoni sono stati eseguiti sul campo e attraverso le tecniche di fotointerpretazione, utilizzando le immagini più recenti disponibili, nonché le perimetrazioni già disponibili dagli studi geologici comunali, dal PAI, ecc..

I singoli poligoni sono identificati con una sigla riportata in carta che consente di accedere alle informazioni associate a ciascuna frana.

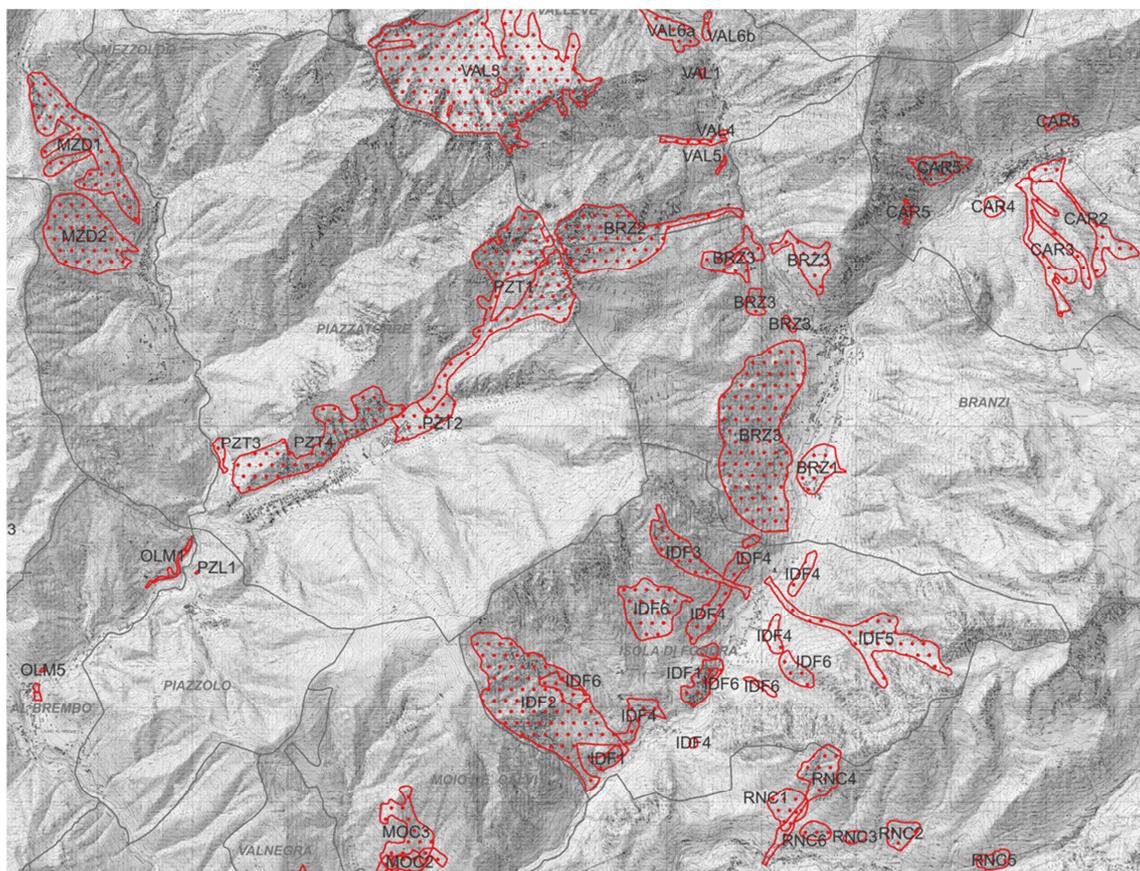


Figura 4: Stralcio della carta dei dissesti di versante della Comunità Montana Valle Brembana, al 2025.

Tutti i Comuni sono interessati da fenomeni franosi il numero totale di frane è 176.

Il comune con il numero maggiore di frane è Zogno con undici situazioni distinte censite (anche se mediamente di piccola / modesta entità), a seguire San Pellegrino Terme, Ubiale Clanezzo e Val Brembilla con otto dissesti censiti, quindi Cusio, Roncobello, San Giovanni Bianco, Santa Brigida, Valleve e Valtorta con sette.

Sono state censite 133 frane di versante, 7 frane di versante influenzate dallo stato di degrado del bosco e 36 frane di versante con componente significativa di carattere idraulico (sono escluse le esondazione, i fenomeni di alluvionamento e le erosioni

spondali fluviali, stante la tematica focalizzata sui dissesti di versante del presente studio).

Il Comune con la maggiore estensione di area in frana è Isola di Fronda con circa 2.7 kmq di area in frana, corrispondente a circa il 21% del territorio comunale (figura 5). In tali aree sono però ricomprese anche significative superfici interessate dalla problematiche del bosco.

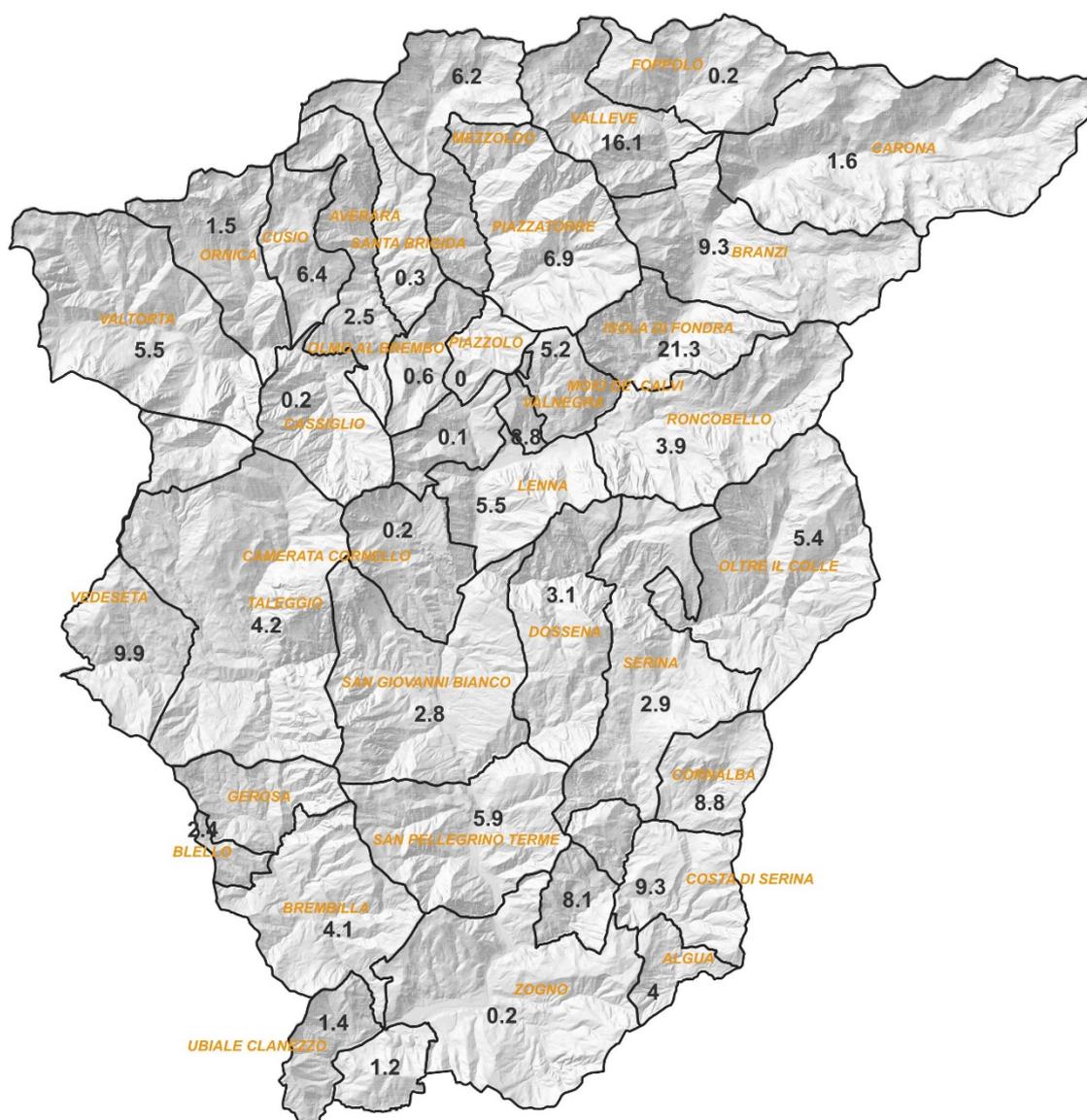


Figura 5: Percentuale di area in frana sul totale del territorio di ciascun Comune.

La tipologia dei movimenti è piuttosto ampia e va da crolli in roccia, alle colate, agli scivolamenti e ai movimenti complessi (più modalità).

Nel territorio in esame il fenomeno più diffuso è la caduta massi (39%), seguito dalle frane di scivolamento (24%), dalle colate detritiche (13%) e da una serie minore di altre modalità di movimento (figura 6).

Si segnala la presenza non trascurabile di fenomeni di sprofondamento (6%).

Tipologia di fenomeno	N° di dissesti censiti
caduta massi	69
colate detritiche	23
colate rapide	11
degrado del bosco	7
frane complesse - composite - DGPV	9
frane di scivolamento	42
frane superficiali diffuse	5
sprofondamenti	10
Totale complessivo	176

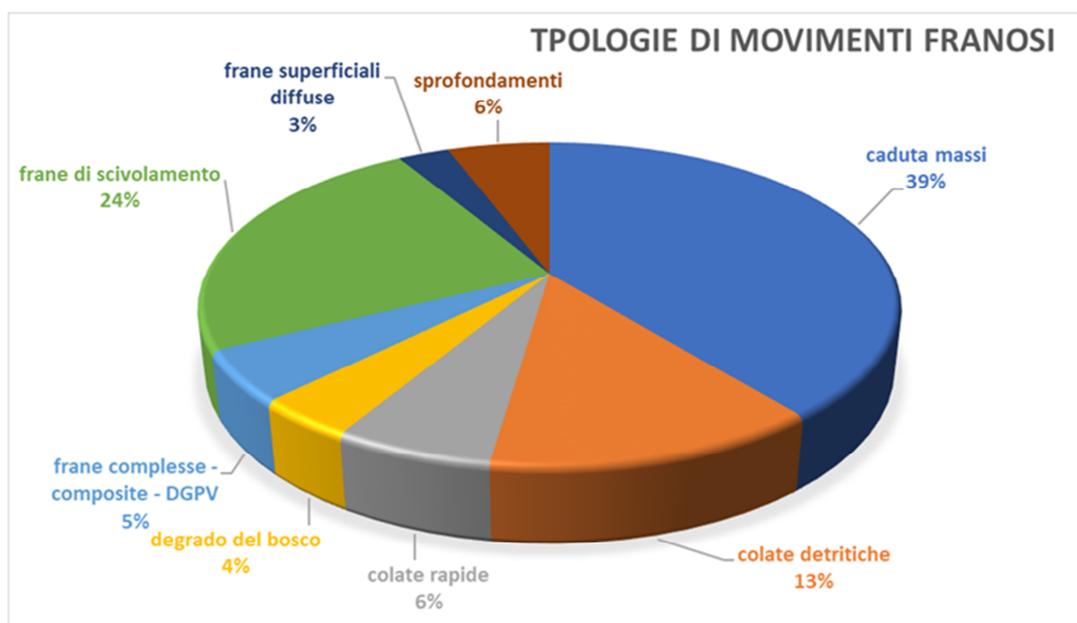


Figura 6: Tipologie di movimenti franosi, numero e loro percentuale sul totale delle frane censite.

I dissesti censiti che sono stati oggetto di interventi di mitigazione del rischio in passato sono 96, pari al 56%, quindi una percentuale molto importante che conferma il grande lavoro nel campo della difesa del suolo messo in campo negli ultimi anni.

I dissesti privi di interventi pregressi sono 80, pari al 45%, percentuale in cui ricadono sia dissesti già noti ma in cui non sono stati realizzati interventi, sia quelli di nuova attivazione sia alcuni in cui sono previsti studi – monitoraggi iniziali per poter meglio conoscere la situazione.

Per quanto riguarda il censimento dei dissesti sono state predisposte tre cartografie:

Tavola 1: Censimento dei dissesti

Tavola 2: Censimento dei dissesti con sovrapposizione delle aree dei Centri Abitati Instabili e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato del PAI

Tavola 3: Carta dei dissesti distinti per tipologia

6.2 DISSESTI E LITOLOGIA

La carta geolitologica si basa sulla Carta Geologica al 250.000 della Regione Lombardia in formato vettoriale.

Il file originale, che riporta le unità geologiche e la litologia corrispondente, è stato elaborato e le numerose voci di legenda delle litologie sono state accorpate in classi litologiche che potenzialmente possono presentare un comportamento diverso in relazione ai movimenti di versante.

Al fine di aggiungere altre informazioni riguardo agli elementi geologici che possono influire il fenomeno, sono stati rappresentati anche i lineamenti strutturali (faglie e sovrascorrimenti) e le giaciture degli strati (tratte dal geoportale della Regione Lombardia) (figura 7).

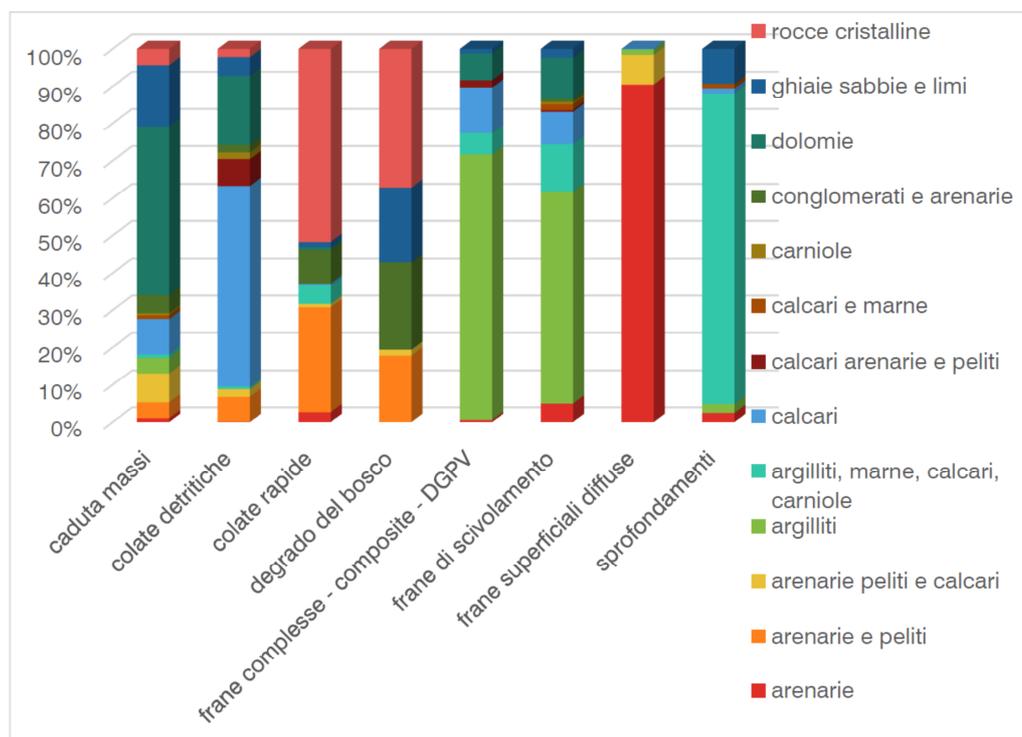
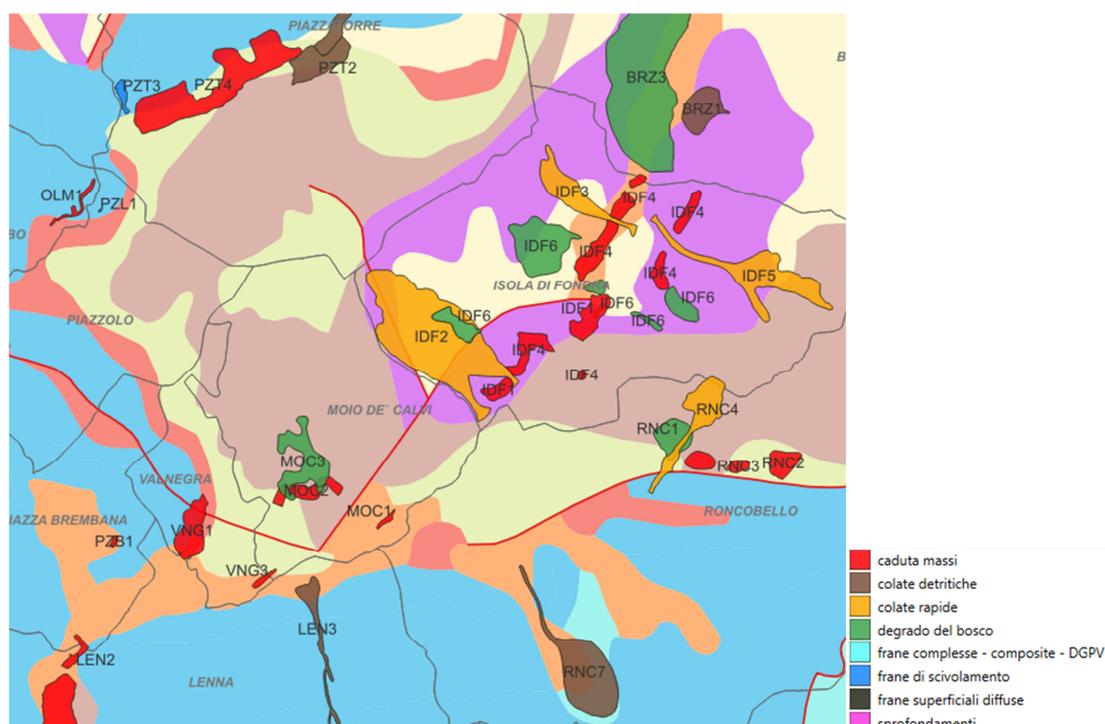


Figura 8: Stralcio schematico della “Carta litologica” a cui sono sovrapposte le frane classificate in base alla tipologia di movimento (sopra); grafico in cui sono messi a confronto i litotipi presenti nelle aree di dissesto e la tipologia di movimento nell’intero territorio in esame (sotto).

- le frane complesse e quelle di scivolamento hanno un comportamento simile e si situano in corrispondenza di un substrato prevalentemente argillitico;
- le frane superficiali diffuse hanno una stretta relazione con il substrato arenaceo;
- gli sprofondamenti sono strettamente legati a un substrato misto (argilloso, marnoso e calcareo) con la presenza determinante di gessi, anidriti e carnirole (di seguito indicati solamente come “carniole”).

A questo aspetto è stata dedicata la seguente tavola:

Tavola 4: Censimento dei dissesti su carta litologica

6.3 CARTA DELLO STATO DEI BOSCHI

Considerato, come indicato in precedenza, che una delle situazioni nuove (rispetto al 2009) di vulnerabilità idrogeologica è quella dei boschi (ci si riferisce in particolare agli effetti della tempesta Vaia e della diffusione del Bostrico che hanno interessato diffuse porzioni di bosco compromettendone le funzioni di stabilizzazione dei versanti e aumentando la vulnerabilità ai fenomeni franosi stessi) si è ritenuto opportuno dedicare a questo aspetto alcune analisi ed alcune valutazioni.

Questa parte del lavoro è stata coordinata dal dr. for. Davide Giurini, che ha fatto parte del presente Gruppo di lavoro e che da anni si occupa della tematica in Valle Brembana ed ha portato alla produzione della seguente cartografia:

Tavola 5: Censimento dei dissesti su carta forestale

La carta deriva dalla carta forestale della Regione Lombardia e rappresenta le categorie forestali principali costituenti il bosco nel territorio della Comunità Montana della Valle Brembana.

Nella carta sono anche state riportate le aree boschive colpite dalla tempesta Vaia e dal Bostrico, tratte dal geoportale della Regione Lombardia, verificate a campione ed elaborate dal gruppo di lavoro (figura 9).

La carta è propedeutica per la Carta della vulnerabilità dei boschi e consente di consultare il dato originale da cui deriva.

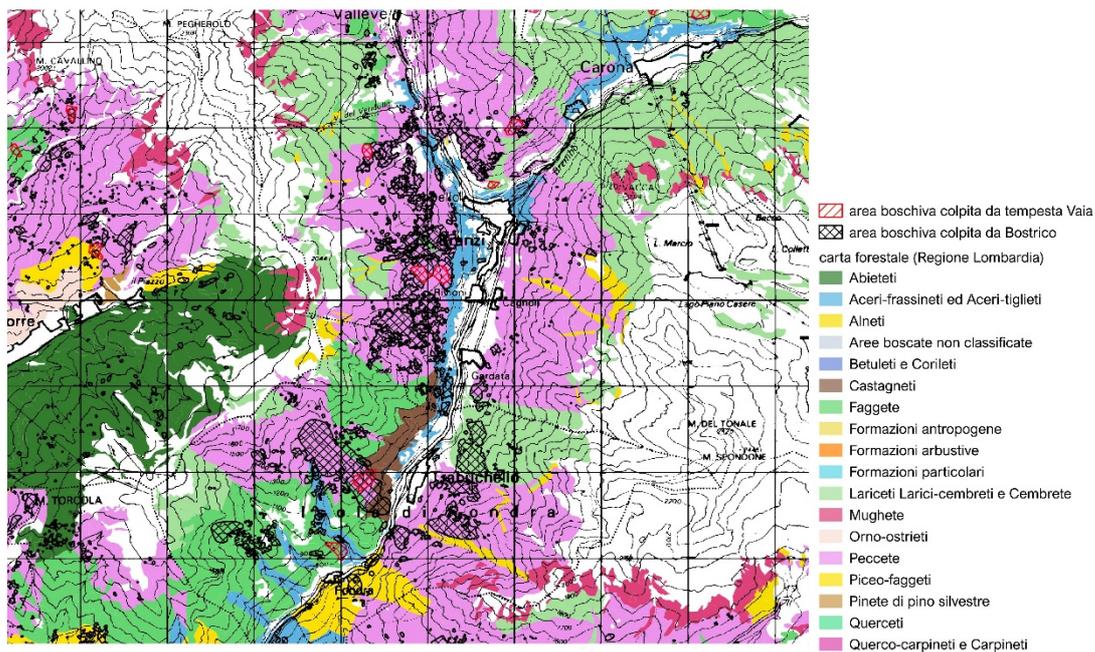


Figura 9: Stralcio semplificato della “censimento dei dissesti su carta forestale”

6.4 CARTA DELLA VULNERABILITA' DEI BOSCHI

La carta della vulnerabilità dei boschi è ricavata dalla carta precedente, con alcune elaborazioni aggiuntive, ed esprime il grado di perdita dell'effetto di contrasto che la vegetazione svolge contro i fenomeni di dissesto dei versanti.

I parametri che sono stati considerati sono: la tipologia di piante dominanti, la pendenza dei versanti, le aree danneggiate dalla tempesta Vaia e dal Bostrico e la vicinanza a impluvi e corsi d'acqua.

Le diverse categorie forestali, così come definite nella carta forestale di Regione Lombardia, sono state classificate in base a un livello intrinseco di vulnerabilità del bosco (tabella sotto), che si riflette direttamente sul dissesto di versante.

A piante ad alto fusto, che risentono maggiormente dei venti di tempesta e facilmente attaccabili dal Bostrico è attribuita la massima vulnerabilità (5); a piante basse e cespugliose e resistenti o immuni all'attacco del Bostrico è attribuita la minima vulnerabilità (1).

tipologia di pianta	vulnerabilità	tipologia di pianta	vulnerabilità
Abieteti	3	Orno-ostrieti	1
Aceri-frassineti ed Aceri-tiglieti	3	Peccete altimontane	3
Alneti di ontano verde	1	Peccete di sostituzione e azonali	5
Altre formazioni particolari	1	Peccete montane	5
Arbusteti	1	Peccete secondarie	5
Aree boscate non classificate	1	Piceo-faggeti	3
Betuleti e Corileti	1	Pinete di pino silvestre montane	2
Carpineti	1	Querceti di cerro	1
Castagneti	2	Querceti di rovere	1
Faggete altimontane	2	Querceti di roverella	1
Faggete montane	2	Querceto-carpineti	1
Faggete non classificabili	2	Rimboschimenti recenti	4
Faggete primitive	2	Robinieti misti	1
Faggete submontane	2	Robinieti puri	1
Lariceti	1	Saliceti	1
Mughete	1		

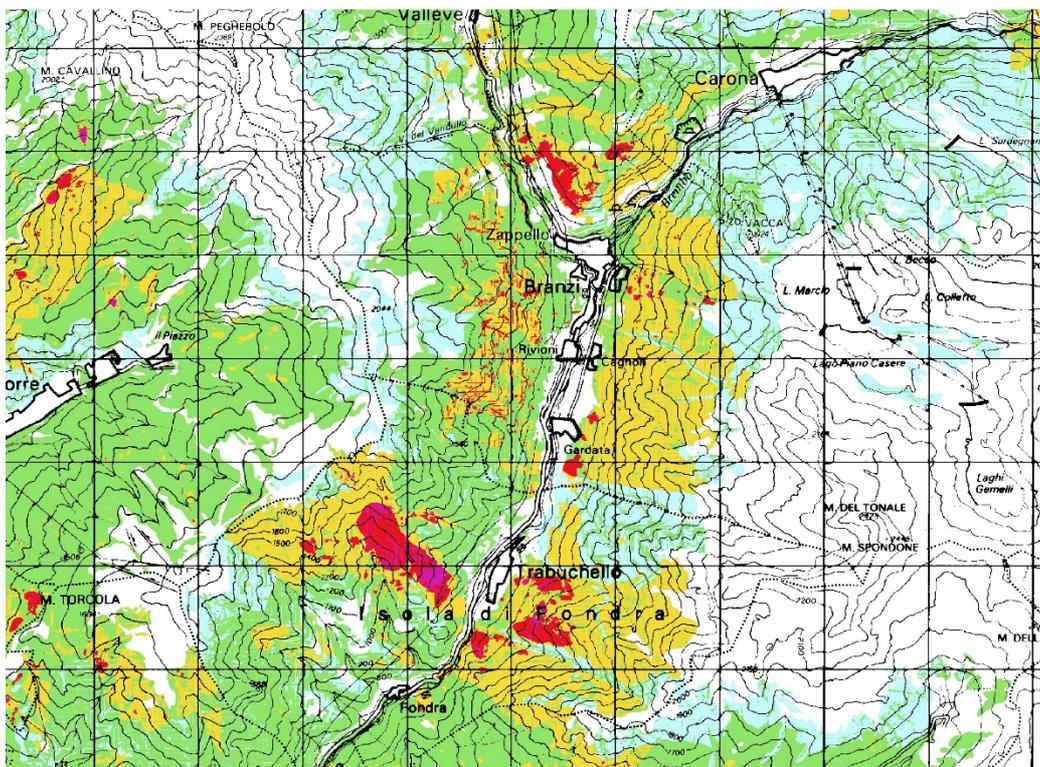
Le pendenze dei versanti sono state ricavate dal DTM 5x5 della Regione Lombardia; i valori sono stati suddivisi in 3 classi sulla base degli intervalli: pendenza < 30°, 30°<pendenza<50° e pendenza >50°, a cui sono stati assegnati i livelli di vulnerabilità rispettivamente di 1, 2 e 3.

Alle aree colpite dalla tempesta Vaia e a quelle colpite dal Bostrico (dati derivati dal geoportale Regionale) è stato attribuito un valore di vulnerabilità pari a 5.

La vicinanza di un impluvio o di un corso d'acqua è stato considerato un fattore che può destabilizzare la copertura boschiva e quindi aumentarne la vulnerabilità. Al buffer di

10 metri del reticolo idrografico minore e al buffer di 20 metri del reticolo idrografico principale è stato assegnato un valore di vulnerabilità 1.

I diversi livelli informativi sono stati sovrapposti per calcolarne la somma pesata ed ottenere infine 5 classi di vulnerabilità complessiva (1 – vulnerabilità minima / 5 vulnerabilità massima) delle aree boschive (figura 10).



Vulnerabilità delle aree boschive

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Figura 10: Stralcio semplificato della “Carta della vulnerabilità dei boschi”.

A questo aspetto è stata dedicata la seguente tavola:

Tavola 6: Carta della vulnerabilità forestale alla perdita della funzione di protezione idrogeologica

7.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente incarico è relativo all'“Aggiornamento dello studio idrogeologico a scala di sottobacino idrografico della Valle Brembana” e ci è stato commissionato dalla Comunità Montana della Valle Brembana.

Il precedente studio idrogeologico era stato predisposto nel dicembre 2009 da un RTP di professionisti con Capogruppo Coordinatore l'ing. Alberto Frassoni e si era occupato di tre tipologie di problematiche: dissesti lungo i versanti, problematiche di carattere idraulico lungo l'asta principale e le valli laterali e le valanghe.

I tre principali obiettivi dello studio, come definiti con il Gruppo di accompagnamento ed esplicitati nell'allegato tecnico del contratto di incarico sono:

1. Aggiornamento dello studio in relazione al tempo trascorso dal 2009;
2. Potenziamento della valutazione del grado di priorità degli interventi di mitigazione del dissesto idrogeologico, basato sul concetto rischio, con attribuzione di specifici punteggi di valutazione ad ogni intervento;
3. Massima possibilità di condivisione e di fruizione dei dati dello studio per Enti e professionisti che operano sul territorio con utilizzo di un sistema di raccolta, gestione ed archiviazione dati con l'utilizzo di sistemi GIS free.

Tutte queste attività sono state ampiamente illustrate e dettagliate nei paragrafi precedenti (nonché nelle cartografie e negli allegati del presente studio), cui si rimanda, e precisamente:

1. Aggiornamento dello studio: paragrafi 2-3-4-6, cartografia tematica ed allegati;
2. Valutazione priorità di intervento: paragrafo 5.0, cartografia tematica;
3. Condivisione dati - GIS: paragrafo 4.0 e materiale digitale allegato allo studio.

Nelle indicazioni del Gruppo di accompagnamento era emerso il suggerimento di utilizzare lo studio per effettuare alcune valutazioni in merito a:

- Impatto sul territorio dei mutamenti climatici in corso
- Efficacia delle opere di mitigazione del rischio idrogeologico

Si tratta chiaramente di due tematiche di grandissima complessità, che necessiterebbero di studi ed analisi di ben altro livello per essere affrontate anche solo in modo parziale.

E' stato comunque effettuato un tentativo di effettuare alcune considerazioni sulla base dei dati raccolti, delle conoscenze dirette dei membri del presente Gruppo di Lavoro e di eventuali studi disponibili ad oggi, il tutto relativamente alla situazione del territorio della Comunità Montana della Valle Brembana.

7.1 IMPATTO DEI MUTAMENTI CLIMATICI

Il cambiamento climatico nell'ultimo periodo, ha comportato un incremento in termini di frequenza ed intensità di colate detritiche ed esondazioni (che però esulano dal presente studio), in particolare in aree montuose o in ragione con terreni instabili.

Nanni et. al. (2008) hanno osservato, infatti, che negli ultimi 120 anni in Italia le precipitazioni di carattere più intenso sono aumentate rispetto agli eventi meno intensi, riscontrando quindi un incremento degli eventi meteorici che causano l'innescio dei fenomeni di colata detritica.

Un altro elemento relativo al tema del dissesto idrogeologico che si è posto con forza negli ultimi anni e che non era per nulla presente al momento dello studio del 2009 è quello del degrado e del dissesto del bosco (con relativa riduzione della protezione del terreno oltre con rischi diretti per schianti piante ed instabilizzazione sassi / massi e terreno).

In Valle Brembana si è innescato con forza a seguito della tempesta Vaia (evento particolare e certamente legato alle mutate condizioni climatiche) e poi sta proseguendo con il problema del bostrico (mutate condizioni ambientali).

Di seguito si formulano alcune veloci valutazioni in merito a queste due tematiche.

7.1.1 COLATE DETRITICHE RAPIDE

Valutazioni in ordine generale

A parte le considerazioni climatiche sopra riportate e l'unanime conferma che le mutate condizioni climatiche, con aumento della temperatura media, hanno comportato una differente distribuzione delle precipitazioni piovose, con una maggiore frequenza di eventi brevi ed intensi (forti temporali o “bombe d’acqua” come vengono spesso definite da stampa e televisione”) non è stato possibile reperire studi meteorologici di dettaglio su questo aspetto per le aree Alpine e nemmeno mappe o dati elaborati sull’area di intervento, che consentissero valutazioni puntuali in questo senso.

Certamente le colate rapide sono un tema di particolare interesse, proprio perché direttamente connesse a fenomeni meteorologici di forte intensità, anche se di breve durata, proprio come quelli a cui si assiste con frequenza crescente negli ultimi anni.

A causa della pericolosità di questi fenomeni, dei danni e delle vittime che causano nelle zone propense al loro accadimento in Italia e in numerose altre località di tutto il mondo, le colate detritiche rapide sono da anni ampiamente studiate da Università ed enti di ricerca per identificarne le cause di innesco e descriverne il comportamento al fine di prevenirle, riconoscere le aree di pericolo, costruire sistemi di allerta e individuare strumenti e opere che possano ridurre i rischi e i danni causati da questi eventi naturali.

Ad oggi il fenomeno ha molti aspetti non interamente compresi a causa della sua complessità e delle innumerevoli variabili che lo governano.

Presso l'Università degli Studi di Milano Bicocca è attivo il gruppo di ricerca dedicato alle colate che sta sviluppando una metodologia avanzata di valutazione del rischio per quantificare l'impatto delle colate detritiche sulle strutture nel contesto dei cambiamenti climatici.

Il lavoro integra differenti scale (macro, meso e piccola scala) con esperimenti di laboratorio in canaletta ed analisi numeriche che utilizzano la fluidodinamica computazionale CFD (Computational Fluid Dynamics) per calibrare i parametri in scala ed eseguire successive predizioni in scala reale. Si tratta quindi di complesse attività di ricerca.

In un recente bando Cariplo sul tema del dissesto idrogeologico, l'Università Bicocca con altri partner istituzionali e di ricerca, ha avuto finanziato un progetto in cui sono ricomprese anche queste tematiche delle colate detritiche rapide e la Comunità Montana Valle Brembana è stata inserita tra gli Enti territoriali coinvolti.

Valutazioni specifiche desunte dal presente studio

La categoria delle colate rapide è stata espressamente individuata tra le tipologie di dissesto censite dal presente studio, anche se sugli eventi del passato le dinamiche (colate detritiche lente, colate detritiche veloci, esondazioni di acque fangose, frane evolute in colate fangose) sono spesso molto difficili da catalogare.

Di seguito le risultanze delle analisi e della valutazioni condotte in base ai dati raccolti con il presente lavoro.

Gli eventi recenti più eclatanti sono quelli che hanno interessato il territorio di Isola di Fondra con l'evento meteorologico del 24/07/2023 nelle Valli degli Zappelli e Caprioletto e con l'evento del 10/06/2024 nella valle del Ponte.

In entrambe le situazioni a seguito di due eventi temporaleschi eccezionalmente intensi e concentrati (dati pluviometrici "artigianali" indicano nei due casi precipitazioni inferiori all'ora dell'ordine di 100 mm – ma chiaramente non certificati), si sono sviluppate delle colate detritiche veloci, in grado di trasportare anche massi di parecchi mc di volume unitario, che hanno ostruito la strada provinciale di fondovalle e lambito alcune abitazioni.

I fenomeni sono stati improvvisi e rapidissimi ed in alcuni filmati girati durante gli eventi si possono vedere auto passare alcuni istanti prima della colata e poi, pochissimi secondi dopo la strada ostruita ed un'auto fermarsi.

I due eventi hanno bloccato la strada di fondovalle che soprattutto nell'evento del 2023 è rimasta chiusa ed il traffico dell'alta valle completamente bloccato per parecchie ore stante l'assenza di percorsi alternativi.

Nel presente studio sono stati censiti complessivamente 13 fenomeni di questo tipo (pur con i limiti di classificazione sopra esposti) nei Comuni di Isola di Fondra, Mezzoldo, Roncobello, Santa Brigida e San Giovanni Bianco.

Questi dissesti coinvolgono i depositi delle coperture (alluvionali, glaciali e di versante) e soprattutto le formazioni silico-clastiche e miste (terrigene e carbonatiche) del substrato quali il Verrucano Lombardo, la Formazione di Collio, le Arenarie di Val Sabbia e la Formazione di San Giovanni Bianco e le rocce cristalline.

Le potenziali criticità sono state sopra illustrate nel caso degli eventi di Isola di Fondra del 2023 e 2024.

La formazione di una colata detritica rapida *debris flow* (Varnes 1978 - un flusso ad alta velocità composta da miscele di acqua e sedimenti a diversa granulometria) è legata al contemporaneo verificarsi di tre condizioni (Ferro, 2006):

- Presenza di materiale detritico non consolidato;
- Apporto di acqua sufficiente per la mobilitazione dei sedimenti (le sorgenti di acqua più comuni sono le precipitazioni intense);
- Adeguata pendenza del fondo alveo.

Di seguito una veloce disamina delle principali caratteristiche considerate per la valutazione di eventuali condizioni predisponenti alla luce di quanto sopra: pendenza, esposizione, natura geologica, stato di degrado e vulnerabilità del bosco.

Pendenza

I valori medi di pendenza di ciascuna frana censita sono piuttosto variabili e vanno da circa 16° fino a 45°, con una media di 33°.

Esposizione

Anche l'esposizione è piuttosto variabile compresa tra circa 70° e 260°, con una certa convergenza verso direzioni Est, Sud e Ovest.

Natura geologica

Come sopra anticipato, si è osservato che le colate rapide spesso avvengono prevalentemente in un contesto di depositi sciolti (alluvionali, di versante o glaciali), poggianti su un substrato costituito da rocce cristalline o silico-clastiche. In ambiente

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

GIS, la sovrapposizione tra le frane di colamento rapido e la carta geologica ha restituito le seguenti correlazioni:

sigla	movimento	Unità	litologia
IDF2	colate rapide	"Verrucano Lombardo"	conglomerati, arenarie
IDF2	colate rapide	Fmz. di Collio	arenarie, siltiti, argilliti
IDF2	colate rapide	rioliti ("Porfidi quarziferi" Auct.)	rioliti + o - alcal., daciti e subord. trachiti e latiti
IDF3	colate rapide	Fmz. di Collio	arenarie, siltiti, argilliti
IDF3	colate rapide	Fmz. di Collio	arenarie, siltiti, argilliti
IDF3	colate rapide	morenico Wurm	ghiaie, blocchi e limi
IDF3	colate rapide	rioliti ("Porfidi quarziferi" Auct.)	rioliti + o - alcal., daciti e subord. trachiti e latiti
IDF5	colate rapide	"Verrucano Lombardo"	conglomerati, arenarie
IDF5	colate rapide	Fmz. di Collio	arenarie, siltiti, argilliti
IDF5	colate rapide	rioliti ("Porfidi quarziferi" Auct.)	rioliti + o - alcal., daciti e subord. trachiti e latiti
MZD1	colate rapide	rioliti ("Porfidi quarziferi" Auct.)	rioliti + o - alcal., daciti e subord. trachiti e latiti
MZD1	colate rapide	Sc.di Edolo/Fill.di Ambria/Micasc. di Maniv	filladi e micascisti filladici "filladi quarzifere" Auct.
MZD1	colate rapide	Fmz. di Collio	arenarie, siltiti, argilliti
MZD2	colate rapide	rioliti ("Porfidi quarziferi" Auct.)	rioliti + o - alcal., daciti e subord. trachiti e latiti
MZD2	colate rapide	Sc.di Edolo/Fill.di Ambria/Micasc. di Maniv	filladi e micascisti filladici "filladi quarzifere" Auct.
MZD2	colate rapide	"Verrucano Lombardo"	conglomerati, arenarie
MZD2	colate rapide	Fmz. di Collio	arenarie, siltiti, argilliti
RNC4	colate rapide	"Servino"	arenarie, marne, siltiti, argilliti, calcari; siderite
RNC4	colate rapide	Calcare di Prezzo / Calcare di Angolo	calcari
RNC4	colate rapide	"Verrucano Lombardo"	conglomerati, arenarie
SBR6	colate rapide	Fmz. di San Giovanni Bianco	argilliti, marne, calcari, carniole
SBR6	colate rapide	Calcare di Prezzo / Calcare di Angolo	calcari
SGB1	colate rapide	Depositi terrazzati (Alluvium medio)	ghiaie, sabbie e limi

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

SGB1	colate rapide	Arenaria di Val Sabbia	arenarie
SGB1	colate rapide	Fmz. di San Giovanni Bianco	argilliti, marne, calcari, carniole
SGB1	colate rapide	Depositi terrazzati (Alluvium medio)	ghiaie, sabbie e limi
SGB1	colate rapide	Arenaria di Val Sabbia	arenarie
SGB1	colate rapide	Fmz. di San Giovanni Bianco	argilliti, marne, calcari, carniole
SGB2	colate rapide	Arenaria di Val Sabbia	arenarie
SGB2	colate rapide	Fmz. di San Giovanni Bianco	argilliti, marne, calcari, carniole
SGB4	colate rapide	Arenaria di Val Sabbia	arenarie
SGB4	colate rapide	Fmz. di San Giovanni Bianco	argilliti, marne, calcari, carniole

Vulnerabilità del bosco

La sovrapposizione tra le frane di colata rapide con il livello informativo della vulnerabilità del bosco (si veda sopra) evidenzia che il livello di vulnerabilità entro la perimetrazione delle frane di colata rapida è pressochè basso (tra 1 e 2) e solo in zone limitate si sovrappone ad aree del bosco colpite dal Bostrico. Da un punto di vista della tipologia di pianta del bosco incluso all'interno delle aree delle colate rapide si osserva una netta dominanza delle faggete montane e delle peccete altimontane e montane, seguite da aceri-frassineti ed aceri-tiglieti. Tale distribuzione sarebbe influenzata verosimilmente dall'altitudine, dall'esposizione del versante e dalla natura del terreno, mentre il totale di superficie associata al tipo di pianta dipende dall'estensione della stessa frana.

Le colate rapide censite non sono un campione statistico significativo e ciò richiede una estrema cautela per considerare come predisponenti le caratteristiche delle condizioni associate a tale fenomeno viste sopra.

È emerso che non vi è una chiara correlazione tra pendenza, esposizione dei versanti e vulnerabilità del bosco mentre per la natura geologica appare evidente una ricorrenza delle colate rapide in corrispondenza di alcune unità/litologie e anche di tipologie di bosco ben precise.

Tale correlazione, tuttavia, potrebbe essere stata influenzata dalla localizzazione degli eventi meteorologici che hanno attivato le colate, eventi brevi ed eccezionalmente intensi con localizzazione estremamente puntuale (le valli limitrofe a quelle interessate dagli eventi del 2023 e 2024 ed Isola di Fondra non hanno evidenziato criticità particolari).

Allo stato attuale quindi non sono state evidenziate condizioni specifiche predisponenti, ma stante le variazioni climatiche in corso e l'aumento di frequenza delle precipitazioni molte intense, che possono comportare fenomeni di questo tipo, sarebbe di grande importanza, nella fase di analisi e pianificazione geologici a supporto dei PGT, effettuare delle specifiche valutazioni, soprattutto nei territori già colpiti, e valutare adeguati accorgimenti, anche di tipo urbanistico (esclusione dall'edificazione) per la futura gestione delle aree limitrofe a boschi in sofferenza o comunque con vulnerabilità alta.

7.1.2 DEGRADO DEL BOSCO E RIDUZIONE DELLA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA

Come indicato in precedenza un altro elemento relativo al tema del dissesto idrogeologico che si è posto con forza negli ultimi anni e che non era per nulla presente al momento dello studio del 2009 è quello del degrado e del dissesto del bosco, con relativa riduzione della protezione idrogeologica del terreno (maggiore precipitazione

diretta al suolo, assenza di rinforzi radicali nel suolo, riduzione numero di piante in grado di arrestare parzialmente le cadute massi, ecc) oltre che effetti critici diretti, come per esempio gli schianti di piante ad alto fusto e la conseguente instabilizzazione di sassi, massi o porzioni di terreno.

In Valle Brembana il tema del degrado del bosco si è innescato con forza a seguito della tempesta Vaia, e poi sta proseguendo con il problema del Bostrico (mutate condizioni ambientali).

Si tratta certamente di un tema complesso ed ampio che probabilmente in parte esula dal presente studio.

E' una problematica però che in alcune aree dell'alta valle si presenta in maniera molto forte ed impattante, con elementi di criticità diretti ed indiretti (come sopra indicati) si è ritenuto importante affrontarla, anche perché del presente gruppo di lavoro fa parte il dr. for. Davide Giurini, che conosce la situazione da anni, in diverse zone dei territori maggiormente colpiti.

Il tema è stato sollevato con forza durante gli incontri da almeno due Comuni: Branzi, che ha anche reso disponibile un corposo studio sul tema (con vari lotti di intervento per affrontare la tematica, di cui il primo è stato inserito nel presente studio) ed Isola di Fondra, che ha dovuto affrontare molteplici criticità relative allo schianto delle piante, con crollo del materiale e dei tronchi sulla strada e con anche il danneggiamento di barriere paramassi e quindi si è ritenuto opportuno affrontarlo.

Le condizioni fitosanitarie dei soprassuoli forestali, con particolare riferimento alle cenosi dominate o partecipate dall'abete rosso, risentono fortemente delle condizioni

che si sono create in seguito ai dissesti forestali avvenuti in occasione della tempesta Vaia.

Nel territorio della Comunità Montana numerose aree forestali sono state interessate da schianti e sradicamenti in occasione degli eventi calamitosi dell'ottobre 2018; in particolare le aree più colpite sono state nella porzione più a nord-est della Comunità Montana ed in particolare nei Comuni di Roncobello, Branzi, Isola di Fondra, Valleve, Carona e Piazzatorre.

A seguito degli schianti e sradicamenti e nonostante numerose aree siano state bonificate dalle piante crollate, nella stagione estiva 2020 si è assistito ad una gravissima e diffusa esplosione di focolai di bostrico.

La diffusione dello scoltide ha interessato sia zone bonificate da schianti Vaia, sia zone non ancora bonificate ma anche aree non direttamente interessate dagli schianti dell'ottobre 2018.

La virulenza del bostrico si è mostrata elevata nel 2020 e purtroppo davvero impressionante nelle successive stagioni estive 2021, 2022 e 2023, con la crescita dei nuclei già evidenti nel 2020 e la comparsa di numerosi nuclei composti da poche piante fino a centinaia e quindi migliaia di piante.

I nuclei di piante bostricate interessano in alcuni casi porzioni estese di versanti e insistono in zone direttamente a monte di aree abitate o infrastrutture viarie, con evidenti criticità in ordine alla sicurezza del territorio.

Nel presente lavoro si è tentata la redazione di una carta della vulnerabilità del bosco in relazione a tali fenomeni.

La carta è ricavata dalla carta dello stato dei boschi ed esprime il grado di perdita dell'effetto di contrasto che la vegetazione svolge contro i fenomeni di dissesto dei versanti. I parametri che sono stati considerati sono: la tipologia di piante dominanti, la pendenza dei versanti, le aree danneggiate dalla tempesta Vaia e dal Bostrico e la vicinanza a impluvi e corsi d'acqua. Maggiori dettagli su questo aspetto sono contenuti nei par. 6.3 e 6.4.

Tale carta vuole essere uno strumento conoscitivo della situazione, per poter individuare le maggiori criticità. Questi elementi di vulnerabilità andranno poi incrociati con gli elementi esposti direttamente o indirettamente (viabilità, edificati, reticolo idrico, ecc.) e verificati con rilievi e riscontri indiretti al fine di programmare / pianificare eventuali interventi.

Parallelamente sono state anche perimetrate, sulla base delle segnalazioni dei comuni e delle conoscenze del Gruppo di Lavoro, una serie di aree ritenute particolarmente colpite da tali fenomeni e particolarmente delicate per la loro funzione di protezione del territorio.

Tali aree sono quindi state perimetrate e trattate come gli altri dissesti, anche se con alcune considerazioni specifiche in merito all'evoluzione dei fenomeni, ai possibili danni, ecc..

Anche questo è certamente un argomento da approfondire e quello apportato nel presente studio vuole essere un primo contributo concreto.

Nelle aree perimetrate (interessate dalla presenza di schianti e di estesi focolai di bostrico, con condizioni morfologiche sfavorevoli e potenzialmente interferenti con aree urbanizzate o infrastrutture) è stata indicata la possibilità di effettuare interventi di

bonifica forestale, mediante il taglio, l'allestimento e il successivo esbosco (da realizzare con le modalità più appropriate in relazione alle condizioni locali).

Per quanto attiene a eventuali interventi successivi di rimboschimento si ritiene di escluderli in generale, soprattutto nelle aree più estese.

Andrà valutata l'opportunità di effettuare rimboschimenti in prossimità degli abitati o della viabilità, utilizzando specie locali che possano accelerare la ripresa della copertura forestale.

Anche per queste tipologia di "dissesti" è stata effettuata una stima di costo per le opere di mitigazione e quindi per questi interventi di bonifica forestale.

7.2 EFFICACIA DELLE OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Il tema dell'efficacia delle opere di mitigazione del rischio idrogeologico è sicuramente un argomento di grande interesse e complessità, su cui valutazioni generalizzate a scala di sottobacino sono ancora più difficili.

La realizzazione delle opere di difesa del suolo, in maniera abbastanza "estensiva" è prerogativa molto recente (ultimi decenni); in passato tali opere erano riservate solamente a situazioni di particolare gravità e complessità e generalmente dopo l'evento di dissesto.

Sicuramente, anche in relazione all'esperienza diretta degli Scriventi, soprattutto negli ultimi anni, anche per disponibilità di significativi fondi (PNRR ed altro) ma anche per una maggiore sensibilità ambientale in genere, la realizzazione di opere di mitigazione, sia durante che post dissesto, ma anche in via preventiva, ha subito un'accelerazione.

Come evidenziato in precedenza il 55% dei dissesti censiti nel presente studio è già stato oggetto in passato di opere di mitigazione, generalmente parziali o non definitive. Inoltre, molti dei dissesti indicati nello studio del 2009 sono stati stralciati per l'avvenuta esecuzione delle opere.

È chiaro che in queste condizioni il tema della valutazione dell'efficacia delle opere di mitigazione è fondamentale, ma è anche molto complesso da verificare.

Prima di tutto perché questa tipologia di opere viene “testata” in caso di eventi avversi e quindi per la maggior parte dei casi, trattandosi di opere “recenti”, non hanno ancora supportato tale verifica oppure sono stati impattati da eventi con criticità minore rispetto a quella per cui sono progettati.

La valutazione dell'efficacia è quindi ancora limitata alla fase di progettazione ed alle relative verifiche ed analisi.

Dopo il 2009 la Valle Brembana ha subito numerosi eventi meteorici avversi, soprattutto con precipitazioni brevi ed intense, anche di eccezionale entità ma con effetti molto localizzati; l'ultimo evento esteso ed importante risale al 2002 e molte delle opere di difesa del suolo sono proprio successive a tale evento.

La verifica dell'efficacia delle opere è quindi connessa ad attività di controllo e monitoraggio, che però sono estremamente puntuali ed a carattere locale.

In sintesi, ad oggi non è possibile fare delle considerazioni sull'efficacia delle opere di difesa del suolo realizzate, stante la quasi totale assenza di casistiche significative.

Certamente però su questo aspetto, la mentalità di tutti deve crescere: ad oggi domina l'idea che realizzata l'opera il problema è superato; il tema della verifica dell'efficacia dell'opera e, conseguentemente ed obbligatoriamente, della manutenzione della stessa

resta veramente secondario (escluse poche situazioni, che rappresentano l'eccezione e non la regola).

Nel presente studio si è quindi ritenuto, anche in accordo con le Amministrazioni coinvolte per territorio a seguito dei confronti e dei colloqui intercorsi, di inserire, per molte situazioni significative in aree a grave rischio idrogeologico (oggetto in passato di importanti interventi di mitigazione e che oggi paio prive di particolari segnali di attività, come per es. Brembilla, San Giovanni Bianco, San Pellegrino Terme, Santa Brigida, ecc.), oggi prive di vero controllo, attività di studio e monitoraggio, proprio con lo scopo di stimolare la tematica.

Un caso interessante è certamente quello dell'area a grave rischio idrogeologico di Vedeseta, che era stata oggetto in passato di uno studio di dettaglio degli spostamenti con tecnica radar da satellite e successivamente, sulla base di tale studio, di una serie di opere mirate di mitigazione del rischio. In questa situazione potrebbe essere assolutamente interessante attivare / riattivare un sistema di monitoraggio tradizionale, ma anche rifare un monitoraggio radar da satellite nei prossimi anni, da confrontare con quello pre-opere, per verificare l'evoluzione della situazione.

Queste attività generalmente (monitoraggio di vario tipo, verifica, controllo e gestione delle opere realizzate), sono mediamente poco costose in relazione ad interventi ed opere e possono da un lato consentire di verificare lo stato di attività ed evoluzione dei dissesti oggetto di intervento e dall'altro di acquisire informazioni sulla funzionalità delle opere di difesa del suolo nei vari contesti, migliorando gli standard di progettazione, esecuzione e realizzazione per il futuro.

E' certamente auspicabile una loro priorità nell'ambito dei finanziamenti di difesa del suolo o comunque l'inserimento abituale e di default nei programmi di difesa del suolo.

In questo tipo di attività è stata prevista anche una componente di controllo e manutenzione delle opere, per cercare di sviluppare anche questa tematica, ad oggi ancora parecchio trascurata e spesso ritenuta secondaria dagli Enti che hanno realizzato le opere.

Con gli standard moderni, tutti i progetti sono dotati di uno specifico piano di manutenzione delle opere, spesso inapplicato (durante le attività del presente studio non sono state formulate specifiche richieste relative alle attività di manutenzione, con indicazione dei relativi costi. Quelle inserite sono state una proposta del Gruppo di lavoro).

La manutenzione è fondamentale per le opere ordinarie e quindi lo è molto di più per quelle di mitigazione del rischio idrogeologico, che vanno ad impattare non solo con il naturale invecchiamento delle opere ma anche con un contesto ambientale difficile, spesso instabile e che quindi accentua danneggiamenti e deterioramenti.

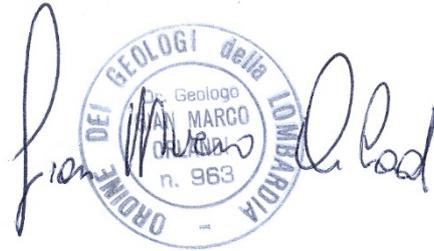
In questo senso potrebbe essere interessante che un Ente sovracomunale promuovesse, coordinasse ed incentivasse questo tipo di attività, per esempio supportando gli Enti locale nella predisposizione di appositi piani di manutenzione, perché sarà un tema sempre più importante stante il crescente numero di opere di difesa del suolo.

Anche in questo caso si tratta di cifre economicamente limitate, ma che possono avere efficacia pari o superiore a quella di nuovi interventi.

La presenza di opere non correttamente funzionanti o danneggiate è potenzialmente più deleteria dell'assenza di opere, perché può dare una falsa sensazione di sicurezza e fare

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

ridurre misure di tutela e protezione, che invece verrebbero attuate in assenza delle opere stesse.



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Gian Marco Orlandi'. Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA' around the perimeter, 'Geologo' at the top, 'GIAN MARCO ORLANDI' in the center, and 'n. 963' at the bottom.