

TITOLO

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI
SOTTOBACINI IDROGRAFICI DEL COMPENSORIO DELLA
C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE DEGLI
INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA**

ELABORATO

R1. RELAZIONE GENERALE

SCALA

/

NOME TORRENTE

/

COMMITTENTE

COMUNITA' MONTANA LARIO ORIENTALE - VALLE SAN MARTINO

Via Vasena, 4 23856 Sala al Barro - Galbiate (LC)

cm.larioorientale_vallesmartino@pec.regione.lombardia.it

PROGETTISTI



PRO.TEA INGEGNERIA associati

Via Martiri 33, 23824 Dervio (LC) - Tel_fax 0341.851176

email: info@proteaingegneria.it http://www.proteaingegneria.it

P. IVA: 03388100137

Dott. Ing. Claudia Anselmini

Dott. Geol. Cristian Adamoli



Studio Tecnico Agostoni

23818 PASTURO - LC - Via Cariole, 7

23900 LECCO - Via G. B. Grassi, 17a

Tel. 0341 955142 - e. mail: studio.agostoni@gmail.com

Dott. Ing. Gabriele Agostoni

P.IVA n. 02261560136

Dott. Geol. Beatrice Leali

via Rivolta n. 42 - 23017 Morbegno (SO)

P.IVA: 00954070140

email: beatrice.leali@gmail.com

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.lgs 82/2005 e norme collegate

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Dicembre 2016	Prima emissione	B.L. - S.C. - G.P.	Cl. A. - Cr. A.	Cl. A. - Cr. A.
2					
3					

1.0	INTRODUZIONE	2
1.1	NOTE ALLA RELAZIONE GENERALE	3
2.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO	4
3.0	CONTENUTI DELLO STUDIO	5
4.0	SOPRALLUOGO – RILIEVO DELLE ASTE PRINCIPALI	7
5.0	STRUMENTI NORMATIVI E DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO	9
5.1	PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	9
5.2	INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI DELLA LOMBARDIA (GEOIFFI).....	10
5.3	PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA).....	11
5.4	PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO	15
5.5	PIANI DI PROTEZIONE CIVILE COMUNALI	15
6.0	ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO DEGLI ATTRAVERSAMENTI	16
7.0	ANALISI DI RISCHIO DELLE SITUAZIONI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO	20
7.1	RETICOLO IDRICO PRINCIPALE	20
7.2	RETICOLO IDRICO MINORE.....	22
8.0	BIBLIOGRAFIA	25



1.0 INTRODUZIONE

La redazione del presente studio idrogeologico a scala di sottobacini ha lo scopo di definire le principali opere di difesa del suolo di interesse strategico, che potranno essere inserite nelle future programmazioni regionali di intervento.

A tal fine sono stati effettuati sopralluoghi lungo le aste del reticolo idrico principale dei bacini in esame, nel periodo intercorso dai mesi di giugno 2016 a settembre 2016, allo scopo di rilevare le caratteristiche morfologiche degli alvei ed identificare eventuali forme di dissesto lungo i corsi d'acqua, classificandole in termini di criticità, nonché lo stato delle opere idrauliche esistenti, la catalogazione e la definizione delle caratteristiche geometriche degli attraversamenti esistenti.

I sopralluoghi hanno avuto lo scopo di identificare le situazioni di dissesto idrogeologico lungo le aste principali investigate, quali erosioni spondali, cedimenti, fenomeni di scivolamento o segni di caduta massi.

Inoltre sono state condotte le verifiche idrauliche degli attraversamenti ricadenti all'interno delle aree di rischio R3 e R4 individuate lungo le aste principali, al fine di verificare la capacità di smaltimento delle portate di piena delle opere allo stato attuale. Tale analisi idraulica ha permesso di individuare l'eventuale livello di insufficienza e il conseguente rischio di esondazione in corrispondenza degli attraversamenti.

Tale verifica idraulica è stata condotta confrontando le portate di piena a diverso tempo di ritorno con quelle smaltibili con l'attuale geometria del ponte, considerando i dettami della Direttiva n.2 PAI.

La presente relazione generale ha lo scopo di esporre la metodologia utilizzata per lo sviluppo del lavoro, mentre i calcoli e le elaborazioni per le singole sezioni sono riportati in apposite monografie, una per ciascun bacino oggetto di studio. In ognuna sono riportati i rilievi, le risultanze dei sopralluoghi, l'analisi geologica ed idrologica del bacino, le verifiche idrauliche considerando i processi di trasporto solido e la conseguente identificazione delle criticità idrogeologiche riscontrate lungo le aste principali.

Il lavoro illustrato costituisce una prima fase dell'incarico professionale, finalizzata all'acquisizione della conoscenza il più possibile approfondita delle criticità di tipo idrogeologico del territorio in esame; vi sarà poi una seconda fase che riguarderà l'individuazione delle aree sensibili e oggetto di intervento ritenute prioritarie (almeno n. 5 interventi di cui n. 4 su reticolo principale e n. 1 su reticolo secondario), in relazione alle effettive criticità riscontrate, approvate dalla committenza. Verranno successivamente predisposti gli elaborati progettuali secondo quanto previsto all'art. 21 del DPR 207/2010 per la progettazione preliminare degli interventi segnalati quali interventi prioritari.

A seguito degli incontri di coordinamento, con i referenti della Comunità Montana C.M.L.O.V.S.M., la Regione Lombardia e la Provincia di Lecco, sono state definite le linee di studio e progettuali alla base dello studio, condividendo la necessità di valutare le principali criticità riscontrate sia dall'analisi della documentazione esistente, che dai rilievi sul campo, e confrontarle con le evidenze riscontrate nel Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) al fine di identificare quei settori a maggior rischio, in maniera da poter definire nella seconda fase eventuali interventi di messa in sicurezza.

Nello specifico è stata posta particolare attenzione ai settori del Reticolo Idrico sia Principale che Minore ricadenti in zone classificate a rischio R3 e R4.

Lo studio si compone di due parti.

- Prima parte generale di illustrazione della impostazione del lavoro, dell'inquadramento territoriale e della metodologa di lavoro e di verifica idraulica.
- Seconda parte composta dalle 11 monografie di bacino.



Ciascuna monografia è strutturata con una parte di inquadramento generale del bacino in oggetto mediante relazione (di inquadramento territoriale, geomorfologico e idraulico/idrologico) e cartografia di bacino (carta della dinamica geomorfologica, tavola degli elementi di rischio da Piano gestione Alluvioni).

Segue una parte di studio specifico relativo al tratto di Reticolo Idrico Principale in oggetto con relazione di sopralluogo e catalogazione di tutti gli attraversamenti con esso interferente, nonché schedatura delle principali criticità sia idrogeologiche che strutturali delle opere esistenti, riscontrate in alveo e breve indicazione dei possibili interventi necessari.

Infine una parte relativa alle verifiche idrauliche di tutti gli attraversamenti esistenti sul tratto di reticolo principale ricadenti nelle aree a rischio classificate come R3 e R4.

Una scheda finale elenca e riassume quanto evidenziato nello studio.

Per ogni bacino infine si consegna su supporto informatico l'intero report fotografico dei sopralluoghi con cartografia indicante ciascun punto di presa.

1.1 Note alla relazione generale

La presente relazione illustra la metodologia di lavoro e i principali documenti bibliografici presi a riferimento, nonché un inquadramento territoriale generale dell'ambito di lavoro.

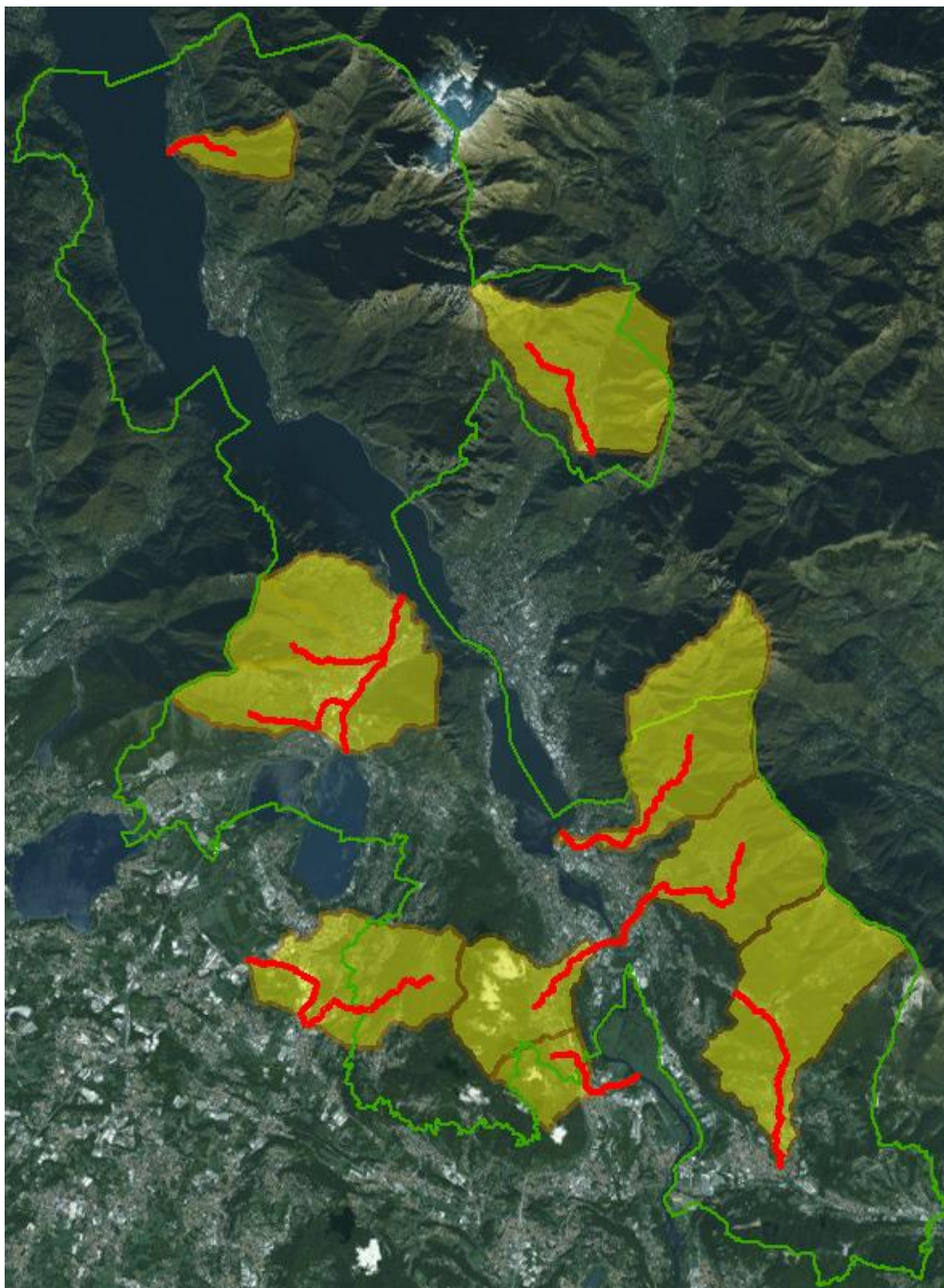
Sono infine riassunti i principali risultati ottenuti dallo studio idraulico effettuato e fornite prime indicazioni in merito agli interventi considerati prioritari.



2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio ha riguardato il territorio sotteso dalle 11 aste fluviali del Reticolo Principale oggetto di studio.

Gran parte del territorio appartiene alla Comunità Montana Lario Orientale – Valle San Martino., ad eccezione di alcune porzioni di bacino che appartengono a comuni limitrofi, i cui limiti amministrativi sono esterni dalla competenza della C.M.L.O.V.S.M.



Limiti amministrativi Comunità Montana Lario Orientale – Valle San Martino (in verde) e inquadramento bacini idrografici oggetto di studio

La maggior parte dei comuni interessati ricadono nella Provincia di Lecco, ad eccezione di Cisano Bergamasco e Caprino Bergamasco che, pur appartenenti alla Comunità Montana L.O.V.S.M., appartengono alla Provincia di Bergamo.

I bacini investigati nel presente studio riguardano territorialmente 28 diversi comuni, alcuni interessati anche da sole piccole porzioni montane.

La tabella seguente riporta l'elenco delle aste appartenenti al Reticolo Idrico Principale oggetto di studio e dei comuni attraversati da tali corsi d'acqua.

RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE		
N. PROGR.	DENOMINAZIONE	COMUNI ATTRAVERSATI
LC003	Torrente Gandaloglio	Colle Brianza, Ello, Galbiate, Dolzago e Oggiono
LC010	Torrente Tolsera	Airuno, Valgrehentino
LC011	Torrente Greghentino	Olginate, Valgrehentino
LC012	Fiume Rio Torto	Civate, Galbiate, Malgrate, Valmadrera
LC013	Torrente Valle di Toscio	Civate, Valmadrera
LC014	Torrente Inferno	Valmadrera
LC050	Torrente Valle Buria	Lierna *
LC051	Torrente Grigna	Ballabio
LC053	Torrente Gallavesa	Calolziocorte, Erve, Vercurago
LC054	Torrente Serta	Calolziocorte, Carenno
LC055	Torrente Sonna	Torre De Busi, Caprino Bergamasco, Cisano Bergamasco

3.0 CONTENUTI DELLO STUDIO

Il presente studio è articolato in tre parti:

1. PARTE GENERALE, composta dai seguenti elaborati:
 - RELAZIONE GENERALE, nella quale vengono spiegati gli obiettivi dello studio e i suoi contenuti, gli strumenti normativi e di pianificazione e la bibliografia a cui si è fatto riferimento.
 - RELAZIONE METODOLOGICA DI VERIFICA IDRAULICA, che illustra quale è stata la metodologia adottata per la determinazione delle caratteristiche morfometriche dei bacini e per la verifica idraulica degli attraversamenti lungo le aste fluviali del reticolo principale.
 - TAVOLA GENERALE DI INQUADRAMENTO, che definisce quali sono le aree di bacino e le aste fluviali nell'ambito del presente studio idrogeologico.
2. MONOGRAFIE PER OGNI BACINO OGGETTO DI STUDIO, ognuna delle quali è composta dai seguenti elaborati:

- RELAZIONE DI INQUADRAMENTO, all'interno della quale vengono riportate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrologiche dell'area di bacino.
- RELAZIONE DI SOPRALLUOGO-RILIEVO, nella quale vengono descritti gli esiti dei sopralluoghi che sono stati condotti lungo le aste fluviali con lo scopo di definire le caratteristiche degli alvei, la geometria degli attraversamenti e le eventuali criticità idrogeologiche presenti.
- SCHEDE IDENTIFICATIVE DEI PONTI: per ogni attraversamento vengono riportate le caratteristiche geometriche e strutturali degli attraversamenti rilevati durante i sopralluoghi dei torrenti, le caratteristiche degli alvei e delle sponde e vengono segnalati eventuali accumuli di materiale fluviale e presenza di vegetazione infestante in corrispondenza della luce dei ponti.
- SCHEDE DI VERIFICA IDRAULICA, redatte solo per quei ponti soggetti a verifica idraulica, riportanti le caratteristiche morfometriche dei bacini sottesi, le caratteristiche di natura idraulica della sezione e l'esito della verifica condotta secondo i dettami della Direttiva 2 PAI.
- SCHEDE DELLE CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE, le quali hanno lo scopo di illustrare per ogni bacino quali solo le criticità di tipo idrogeologico che sono state rilevate durante i pedonamenti delle aste principali (es. fenomeni di erosione spondale, rilevamento di fenomeni di caduta massi ecc.)
- SCHEDE RIASSUNTIVE DELLE CRITICITÀ, orientate a riassumere e dare una visione d'insieme delle criticità per ogni asta fluviale investigata, sia dal punto di vista di insufficienza idraulica delle opere di attraversamento che dal punto di vista delle criticità di origine idrogeologica.
- CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA, realizzata a seguito dell'analisi dei dati contenuti nei database e negli archivi di Regione, Provincia, Comunità Montana, Comuni e altri Enti territoriali (IFFI, ODS, PAI ecc.). Tali cartografie contengono per i bacini oggetto di studio la distribuzione dei dissesti classificati in base alla loro tipologia e il loro presunto stato di attività, la presenza di aree a rischio idrogeologico, la localizzazione di eventuali opere di difesa del suolo.
- TAVOLA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITÀ RILEVATE, che riportano in cartografia gli esiti delle verifiche idrauliche per gli attraversamenti e la localizzazione delle criticità idrogeologiche che si sono riscontrate durante i sopralluoghi, con lo scopo di fornire un quadro d'insieme delle condizioni di criticità lungo le aste fluviali.
- TAVOLA DEGLI ELEMENTI DI RISCHIO, la quale riporta per ogni bacino idrografico oggetto di studio la rappresentazione della classe di rischio associata alle aree interessate da eventi alluvionali (aree R1-R2-R3-R4) e il numero di abitanti esposti a rischio all'interno di tali aree
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA, allegata per ogni bacino oggetto di studio, contenente le fotografie scattate durante i sopralluoghi e i rilievi fotogrammetrici riportanti la numerazione e le viste di ciascuna fotografia.

I dati di base sui quali è stato sviluppato il presente studio sono di seguito elencati:

- carte Tecniche Regionali (CTR) fornite dal Geoportale di Regione Lombardia in coordinate WGS84;
- dati relativi all'uso del suolo (DUSAF), alle opere di attraversamento, alla viabilità presenti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale;
- dati riguardanti i bacini idrografici e il reticolo idrografico all'interno del territorio della Comunità Montana Lario Orientale – Valle San Martino;
- dati riguardanti il dissesto idrogeologico e le aree a rischio idrogeologico (GEOIFFI-PAI);
- dati georeferenziati riguardanti le opere di difesa del suolo (ODS);



- piani di protezione civile comunali;
- studi idrogeologici di dettaglio esistenti;
- studi sulla componente geologica relativa ai PGT per i comuni ricadenti nell'area di studio;
- Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PRGA).

4.0 SOPRALLUOGO – RILIEVO DELLE ASTE PRINCIPALI

Come precedentemente anticipato sono stati effettuati i sopralluoghi lungo le aste principali dei bacini in esame, allo scopo di determinare le caratteristiche geometriche degli attraversamenti, le caratteristiche morfologiche degli alvei ed identificare eventuali forme di dissesto lungo i corsi d'acqua.

Si sono innanzitutto osservate le condizioni dell'alveo in prossimità delle opere di attraversamento, verificando le possibili cause di dissesto spondale.

Per ogni ponte è stata svolta un'osservazione speditiva relativamente allo stato di conservazione dell'opera relativamente alla sua compatibilità idraulica.

Relativamente alla morfologia dell'alveo, sono state rilevate in prossimità dei ponti tre tipologie di andamento dei torrenti in particolare:

- Rettilineo: tracciato all'incirca rettilineo, con indice di sinuosità inferiore a 1,1; in genere è indicativo di situazioni artificiali, in quanto si tratta di una morfologia rara in natura e, quando presente, generalmente non si riscontra per tratti più lunghi di 10 volte la larghezza dell'alveo.
- Sinuoso: tracciato con una certa sinuosità (indice di sinuosità convenzionalmente compreso tra 1,1 ed 1,5).
- Rettilineo o sinuoso a barre alternate: come i due precedenti per quanto riguarda la configurazione e l'indice di sinuosità, ma a differenza di questi è caratterizzato dalla presenza pressoché continua di barre alternate.

Riguardo alla composizione del terreno delle sponde dei torrenti si è stabilito la seguente distinzione: non coesiva (costituita da sedimenti granulari relativamente grossolani quali ghiaia e ciottoli), coesiva (costituita da sedimenti a grana fine con comportamento coesivo), composita (costituita da un livello basale di tipo granulare ed un livello superiore a grana fine) o stratificata (costituita da una successione più o meno irregolare di livelli a granulometria differente).

Per quanto concerne la voce "vegetazione" contenuta nelle schede viene indicata e la tipologia prevalente di essenze arboree vive (assente, erba o arbusti, alberi) e nel dettaglio anche i possibili accumuli di materiale legnoso alla base delle ripe.

Per la determinazione della geometria delle opere di attraversamento è stato eseguito un rilievo del manufatto di attraversamento, utilizzando un disto digitale modello Leica D210, integrato da misure con cordella metrica e metro.

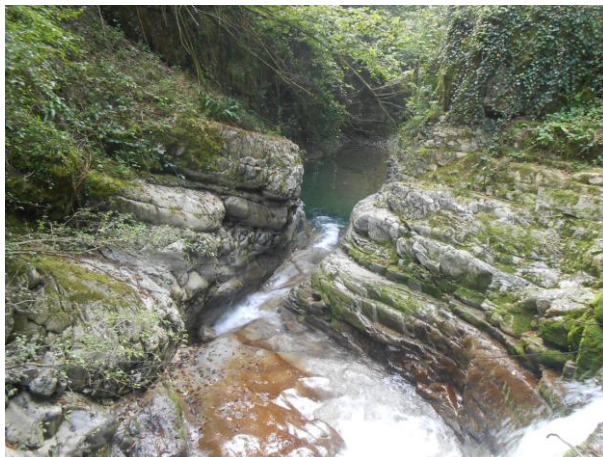
Nel complesso durante i rilevamenti effettuati lungo ogni asta fluviale sono state riscontrate limitate difficoltà di accesso e di camminamento. Tuttavia, le particolari caratteristiche di alcuni tratti dei corsi d'acqua hanno determinato l'interruzione a tratti dei sopralluoghi, a causa ad esempio di:

- assenza di percorsi accessibili;
- presenza di fitta vegetazione;
- franamenti delle sponde e/o delle scarpate in fregio all'asta fluviale;
- presenza di cascate e salti d'acqua che non consentivano il proseguo del camminamento

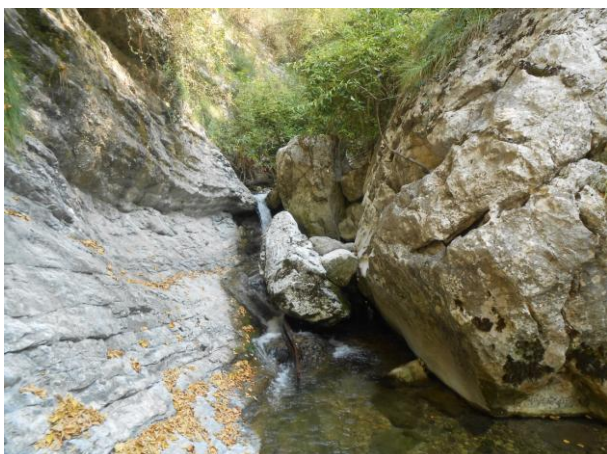
- livello dell'acqua tale da non consentire l'accesso in alveo;
- presenza di vasche naturali impraticabili;
- presenza di tombotti inaccessibili.



Es. tratto del torrente Gandaloglio



Es. tratto del torrente Sonna



Es. tratto del torrente Gallavesa



Es. tratto del torrente Greghentino

5.0 STRUMENTI NORMATIVI E DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO

Tra i supporti di riferimento per il presente studio a scala di sottobacino ampio riferimento è stato fatto agli strumenti esistenti quali in particolare:

- il Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del fiume Po, approvato con DPCM il 24 maggio 2001. Detto strumento costituisce il quadro di riferimento fondamentale per la definizione dell'assetto idrogeologico a scala di bacino, attraverso norme e vincoli specifici di natura idraulica e idrogeologica che possono limitare l'uso del suolo a scopi urbanistici;
- la banca dati GEOIFFI - Inventario dei Fenomeni Franosì della Lombardia - che contiene la distribuzione dei dissesti classificati in base alla loro tipologia (secondo le classificazione maggiormente accettate) ed al presunto stato di attività al momento del rilievo;
- il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PRGA) strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. 49/2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali;
- studi idrogeologici di dettaglio e studi specifici sulla componente geologica e sul reticolo idrico minore relativi ai PRG/PGT reperiti presso gli Uffici Tecnici comunali di competenza.
- Piani di Emergenza di Protezione Civile, in particolare gli scenari a rischio idrogeologico, reperiti presso la Provincia di Lecco.

5.1 PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (o PAI) è uno strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89. Da tal momento viene avviata in ogni regione la pianificazione di bacino. Il PAI ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio.

Obiettivo prioritario del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto. Esso ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli e direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali a esso connessi, in coerenza con le finalità generali e indicate all'art. 3 della legge 183/89 e con i contenuti del Piano di bacino fissati all'art. 17 della stessa legge. Il PAI consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: coordinando le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari (PS 45, PSFF, PS 267), apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere interrelato e integrato proprio del piano di bacino.

Verranno analizzate a scala di sottobacino le seguenti tipologie di fenomeni: frane, esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, sovraincisioni, trasporto di massa), trasporto di massa sui conoidi.

In particolare all'interno di ogni classe rientrano:

- le aree interessate da frane attive (Fa -pericolosità molto elevata) e le aree interessate da frane quiescenti -(Fq- pericolosità elevata);
- le aree di esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità da elevata (Eb) a molto elevata (Ee);
- le aree soggette a trasporto di massa sui conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (Ca- pericolosità molto elevata) e aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette (Cp- pericolosità elevata);
- le aree a rischio idrogeologico molto elevato ZONA 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;
- Le aree a rischio idrogeologico molto elevato ZONA 2: area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti.

5.2 INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI DELLA LOMBARDIA (GEOIFFI)

L'Inventario dei Fenomeni Franosi della Lombardia deriva da una raccolta di dati, studi, analisi e ricerche che Regione Lombardia conduce da diversi anni avvalendosi dell'esperienza di Università ed Enti di ricerca. Il Progetto IFFI rappresenta uno strumento base per la realizzazione di qualsiasi politica di prevenzione e di difesa del territorio ed è un riferimento indispensabile per un qualunque lavoro, studio, progetto che necessiti un confronto con i fenomeni di dissesto idrogeologico e a qualunque scala si operi, da quella comunale a quella regionale.

All'interno del database vengono distinti i principali tipi di frana adottando le classificazioni di Cruden & Varnes (1996).

SCALA DELLE VELOCITA' E DEI DANNI PRODOTTI DALLE FRANE (da IUGS/WGL, 1995)				
CLASSE	DESCRIZIONE	DANNI OSSERVABILI	SCALA DELLE VELOCITA'	
1	ESTREMAMENTE LENTO	Impercettibile senza strumenti di monitoraggio. Costruzione di edifici possibile con precauzioni.	< 16 mm/anno	< 5 10 ⁻¹⁰ m/s
2	MOLTO LENTO	Alcune strutture permanenti possono non essere danneggiate dal movimento.	1,6 m/anno	5 10 ⁻⁸ m/s
3	LENTO	Possibilità di intraprendere lavori di rinforzo e restauro durante il movimento. Le strutture meno danneggiabili possono essere mantenute con frequenti lavori di rinforzo se lo spostamento totale non è troppo grande durante una particolare fase di accelerazione.	13 m/mese	5 10 ⁻⁶ m/s
4	MODERATO	Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute.	1,8 m/h	5 10 ⁻⁴ m/s
5	RAPIDO	Evacuazione possibile. Distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.	3 m/min	5 10 ⁻² m/s
6	MOLTO RAPIDO	Perdita di alcune vite umane. Velocità troppo elevata per permettere l'evacuazione delle persone.	5 m/s	5 m/s
7	ESTREMAMENTE RAPIDO	Catastrofe di eccezionale violenza. Edifici distrutti per l'impatto del materiale spostato. Molti morti. Fuga impossibile.	> 5 m/s	> 5 m/s

CLASSIFICAZIONE DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI FRANA (VARNES, 1978)

TIPO DI MOVIMENTO	TIPO DI MATERIALE		
		TERRENO	
		DETRITO GROSSOLANO	TERRA FINE
CROLLO	CROLLO DI ROCCIA	CROLLO DI DETRITO	CROLLO DI TERRA
RIBALTAMENTO	RIBALTAMENTO DI ROCCIA	RIBALTAMENTO DI DETRITO	RIBALTAMENTO DI TERRA
SCORRIMENTO	ROTAZIONE TRASLATIVO	SCORRIMENTO DI ROCCIA	SCORRIMENTO DI DETRITO
ESPANDIMENTO LATERALE	ESPANDIMENTO DI ROCCIA	ESPANDIMENTO DI DETRITO	ESPANDIMENTO DI TERRA
COLATA	COLATA DI ROCCIA (CREEP PROFONDO)	COLATA DI DETRITO	COLATA DI TERRA
COMPLESSO			

Ogni tipologia viene a sua volta suddivisa a seconda della scala di velocità e dei danni osservabili.



5.3 PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva europea 2007/60/CE per ogni distretto idrografico, nasce con lo scopo di orientare l'azione sulle aree a rischio significativo, definendo gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori.

Le misure del piano si sono concentrate su tre obiettivi principali che sono:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;
- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento.

L'utilizzo di questo strumento si è reso necessario in quanto risulta essere un ottimo aiuto per lo studio dell'interazione tra le principali criticità idrogeologiche censite sul territorio con l'urbanizzato e le principali infrastrutture presenti.

In particolare l'attenzione è ricaduta sulle mappe del rischio che segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato).

INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL PGRA

La Direttiva 2007/60/CE o Direttiva Alluvioni in quanto relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni, introduce per gli stati membri l'obbligo di dotarsi di un quadro coordinato per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e di un Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) per la salvaguardia della vita umana e dei beni esposti e la mitigazione dei danni derivanti dalle alluvioni.

Essa istituisce un quadro omogeneo a livello europeo per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni con la finalità di ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni in tutto il territorio della Comunità.

La Direttiva è stata recepita dal diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, che ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni prevedendo la predisposizione del PGRA nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del D.Lgs. n. 152 del 2006.

Il processo di pianificazione è articolato in 3 fasi:

1. VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI - L'esistenza sul territorio italiano della pianificazione di bacino redatta dalle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ai sensi della Legge 183/89 e, in particolare, la vigenza dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) integrati ai sensi della Legge 267/98 ha portato a decidere a livello nazionale di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di alluvioni ritenendo il livello delle informazioni contenute nei piani adeguato ai requisiti richiesti e di procedere quindi direttamente alla elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni;
2. predisposizione di MAPPE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO DI ALLUVIONI;
3. redazione di un PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI sulla base degli esiti delle mappe di cui al punto precedente.

MAPPATURA DI PERICOLOSITÀ E DI RISCHIO

Le mappe di pericolosità e del rischio alluvioni rappresentano lo strumento di valutazione e di gestione del rischio (art. 6 D.Lgs. 49/2010 e art. 6 Dir. 2007/60/CE).

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP)
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL)

In particolare le mappe della pericolosità riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) distinti con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento. Esse sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato).

Tali mappature sono il risultato finale dell'incrocio fra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti raggruppati in classi di danno potenziale omogenee.

Esse rappresentano una sintesi delle informazioni derivate dalle banche dati regionali, che tuttavia sono risultate significativamente eterogenee fra loro, principalmente per asincronia del momento di rilevamenti dei dati, ma anche per il diverso livello di dettaglio con il quale i dati sono stati rilevati.

Essendo necessario conservare la struttura e l'organizzazione dei dati così come disponibili nelle banche dati regionali e non perdere, quindi, la qualità ed il dettaglio delle informazioni originali, è stato fatto un

accorpamento dalle 78 classi di uso del suolo disponibili per il livello locale, alle 38 a livello di distretto, fino alle 6 macrocategorie definite a livello nazionale ricondotte alle 4 della Direttiva Europea.

Si è così organizzata una struttura dei dati che consente un'interpretazione ai diversi livelli interessati delle informazioni riguardanti gli elementi esposti e una rappresentazione omogenea del rischio a livello di distretto coerente con le indicazioni del D.Lgs. 49/2010 e delle successive Linee Guida del MATTM.

Gli elementi esposti a rischio considerati sono: abitanti, attività economiche, impianti industriali ad elevato potenziale inquinante, aree protette. Dopo di questo sono state acquisite le informazioni relative alla presenza e distribuzione di aree soggette a vincoli di tipo paesaggistico, archeologico e culturale. Le informazioni di base sono state ricavate dai database realizzati dalle Regioni nell'ambito dei Piani paesaggistici, e comprendenti i beni architettonici vincolati, ai sensi del D.Lgs. n. 42 del 2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio. Non sono stati considerati quali elementi vulnerabili le fasce di rispetto previste nei dispositivi vigenti lungo le sponde dei fiumi, dei laghi e del mare in quanto la loro finalità nasce dalla necessità di salvaguardare i processi naturali più che difendersi da questi.

La stima del danno è stata condotta in modo qualitativo e sulla base di un giudizio esperto, attribuendo un peso crescente da 1 a 4 a seconda dell'importanza della classe d'uso del suolo.

Sono stati assegnati i pesi maggiori alle classi residenziali che comportano una presenza antropica costante e pesi decrescenti alle diverse tipologie di attività produttive, privilegiando le attività maggiormente concentrate (attività industriali), rispetto alle attività estensive (attività agricole). Si riportano qui di seguito le attribuzioni della classe di danno relativamente ai diversi elementi poligonali censiti.

CLASSE D4		CLASSE D3		CLASSE D2		CLASSE D1	
1111	Tessuto residenziale denso	133	Cantieri	211	Seminativi	134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso	12124	Cimiteri	1411	Parchi e giardini	231	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
1121	Tessuto residenziale discontinuo	132	Discariche	221	Vigneti	311	Boschi di latifoglie
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	131	Cave	222	Frutteti e frutti minori	312	Boschi conifere
1123	Tessuto residenziale sparso	2113	Culture orticole	223	Oliveti	313	Boschi misti
11231	Cascine	2114	Culture fitto-vivaistiche	3114	Castagneti da frutto	314	Rimboschimenti recenti
1424	Aree archeologiche	2115	Orti familiari	213	Risale	331	Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi
12122	Impianti di servizi pubblici e privati			2313	Marcite	321	Praterie naturali d'alta quota
12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali			1412	Aree verdi incolte	322 - 324	Cespuglieti
12112	Insedimenti produttivi agricoli			2241	Pioppeti	332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione
12121	Insedimenti ospedalieri			2242	Altre legnose agrarie	333	Vegetazione rada
12123	Impianti tecnologici					411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori					3113	Formazioni ripariali
123	Aree portuali					3222	Vegetazione dei greti
12125	Aree militari oblitee					3223	Vegetazione degli argini sopraelevati
124	Aeroporti ed eliporti					511	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
1421	Impianti sportivi					5121	Bacini idrici naturali
1423	Parchi divertimento					5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive					5122	Bacini idrici artificiali
						335	Ghiacciai e nevi perenni

Reti stradali	
D4	Reti primarie: autostrade, strade statali/regionali, strade provinciali
D3	Reti secondarie: strade comunali

Anche per gli elementi puntuali si è utilizzata la stessa metodologia in attesa di poter condurre specifiche analisi di vulnerabilità sui singoli elementi.

La determinazione del rischio è ottenuta dalla combinazione dei parametri vulnerabilità, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice con 4 righe e 3 colonne, ovvero 4 righe e 2 colonne.

Elementi esposti	Danno
Beni culturali vincolati	D 4
Immobili e aree di notevole interesse pubblico	D4
Impianti allegato I del D.Lgs. 59/2005	D4
Aree protette per estrazione acqua ad uso potabile	D4
Struttura ospedaliera	D4
Scuole	D4
Dighe	D4
Depuratori	D3
Inceneritori	D3

Nelle righe sono riportati i parametri danno-vulnerabilità e nelle colonne i livelli di pericolosità associabili agli eventi ad elevata, media e bassa probabilità di accadimento.

L'implementazione di tale matrice ha consentito l'attribuzione di ogni elemento esposto ad una delle classi di rischio previste nei dispositivi nazionali.

Per distinguere l'impatto assai diverso in termini di pericolo per la vita umana e danno per le attività antropiche, in relazione alla diversa intensità e modalità di evoluzione dei processi di inondazione negli ambiti territoriali considerati, si sono utilizzate tre diverse matrici come di seguito esposto.

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 1

- Reticolo principale (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM alpino)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 2

- Aree costiere lacuali (ACL)
- Aree costiere marine (ACM), Reticolo secondario collinare e montano (RSCM appenninico)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

Matrice 3

- Reticolo secondario di pianura (RSP)

5.4 PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Per ciascun Comune si sono raccolti tutti i dati reperibili negli Uffici Tecnici di competenza, in particolare:

- gli studi idrogeologici di dettaglio: studi di carattere locale con approfondimenti specifici su alcune aree comunali particolari o su fenomeni franosi ritenuti ad elevato rischio idrogeologico che prevedono già indicazioni di intervento;
- studi sulla componente geologica e sul reticolo idrico minore relativi ai PRG/PGT che comprendono una prima zonazione della pericolosità idrogeologica. Inoltre, tali studi riportano le principali aree a rischio idrogeologico inserite nel Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del fiume Po, nonché l'individuazione del reticolo idrico minore e relative aree a rischio individuate lungo il medesimo.

5.5 PIANI DI PROTEZIONE CIVILE COMUNALI

Fra il materiale di riferimento utilizzato nella redazione del presente Studio, si sono considerati i dati relativi ai Piani di Emergenza Comunali di Protezione Civile messi a disposizione dalla Provincia di Lecco.

Tale materiale contiene informazioni relative agli scenari di rischio, in particolare idrogeologico e alluvionale, ove presenti sul territorio in esame.



6.0 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO DEGLI ATTRAVERSAMENTI

Come anticipato nei paragrafi precedenti, in relazione alle richieste specifiche della Committenza, parte dello studio si è occupato dell'analisi delle principali criticità idrauliche presenti in corrispondenza degli attraversamenti lungo il reticolo principale nei sottobacini compresi nel territorio della Comunità Montana Lario Orientale – Valle San Martino, che sono risultati essere in totale n. 165.

Ai fini del presente studio è stata condotta la verifica idraulica di **56 attraversamenti**, corrispondenti a quelli che ricadono nelle aree di rischio R3 (aree a rischio elevato) e R4 (aree a rischio molto elevato) nell'ambito della Direttiva 2007/60/CE e tenendo in considerazione anche eventuali segnalazioni di attraversamenti particolarmente critici nella pianificazione d'emergenza comunale; dunque l'obiettivo è stato quello di focalizzare l'analisi sulle situazioni che comportano un maggior rischio.

<i>N. tot di ponti censiti</i>	165
<i>N. ponti non oggetto di verifica idraulica</i>	109
<i>N. ponti oggetto di verifica idraulica</i>	56

Le opere di attraversamento lungo le aste fluviali interessate dallo studio sono state identificate tramite i dati cartografici del Sistema Informativo Territoriale Regionale; si vuole far notare che qualora durante i sopralluoghi sono stati rilevati degli attraversamenti non presenti in tale strato informativo, essi sono stati cartografati manualmente e aggiunti a quelli già presenti.

La verifica puntuale di compatibilità idraulica sulla sezione degli attraversamenti è stata condotta secondo i dettami della Direttiva n.2 del PAI, in riferimento alle portate di piena del corso d'acqua (comprendente del trasporto solido) stimate per un tempo di ritorno pari a 100 anni e 200 anni e mediante il tracciamento del profilo idrico in condizioni di moto uniforme.

Secondo la suddetta direttiva, il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque mai inferiore a 1 m; il valore di tale franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non è rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.

Si riportano di seguito i diagrammi mostranti i risultati, in modo tale da fornire un riassunto dei risultati delle verifiche idrauliche condotte sulle opere di attraversamento.

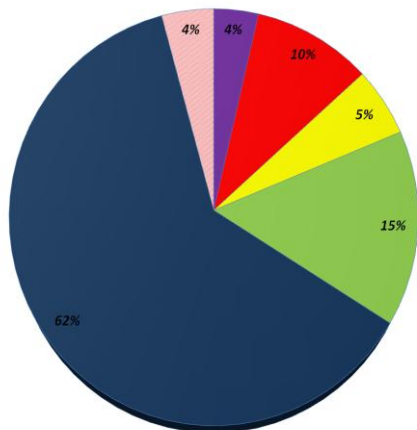


Diagramma risultati verifiche idrauliche (comprensivo di tutti i ponti)

Le caratteristiche geometriche della sezione idraulica non sono sufficienti a garantire il passaggio delle portate di progetto.	6
Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore al franco minimo di 1.00 m.	16
Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente, ma superiore al franco minimo pari a 1.00 m.	9
Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è superiore sia a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e anche al franco minimo pari a 1.00 m. L'attraversamento risulta pienamente verificato.	25
Il ponte non è stato verificato idraulicamente in quanto non ricade nelle aree di rischio R3-R4.	102
Il ponte non è stato verificato idraulicamente in quanto non ricade nelle aree di rischio R3-R4, ma viste le caratteristiche geometriche della sezione e le portate di progetto si ritiene <u>per confronto</u> insufficiente per il passaggio della portata di progetto e dunque non verificato.	7
TOT.	165

Si noti dal grafico che, oltre ad effettuare le verifiche idrauliche dei ponti ricadenti nelle zone di rischio R3-R4, è stato fatto un controllo speditivo anche dei ponti non oggetto di verifica; è risultato che ci sono 7 ponti che, a causa della combinazione delle caratteristiche geometriche della sezione e delle portate di progetto in gioco, si ritengono a priori non verificati.

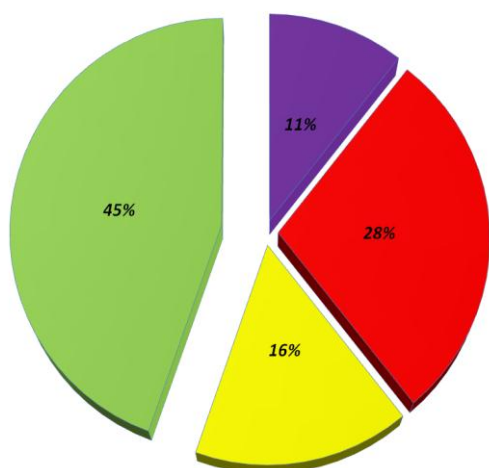


Diagramma risultati verifiche idrauliche (solo ponti oggetto di verifica)

Le caratteristiche geometriche della sezione idraulica non sono sufficienti a garantire il passaggio delle portate di progetto.	6
Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore al franco minimo di 1.00 m.	16
Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente, ma superiore al franco minimo pari a 1.00 m.	9
Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è superiore sia a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e anche al franco minimo pari a 1.00 m. L'attraversamento risulta pienamente verificato.	25
TOT.	56

Dai diagrammi prima riportati si può notare come, sui ponti dei quali si è effettuata la verifica idraulica più della metà sono risultati non verificati. Di questi, è stata fatta una scrematura in tre distinte categorie, sulla base della loro criticità:

- I ponti per i quali le caratteristiche geometriche della sezione non sono sufficienti a garantire il passaggio delle portate di progetto, in quanto il livello idrico calcolato è risultato essere superiore all'altezza della sezione di verifica (in viola nel diagramma).
- I ponti per i quali il passaggio della portata di progetto comporta un franco tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte minore di 1 m, franco minimo che deve essere garantito in ogni caso secondo i dettami della Direttiva 2 PAI.
- I ponti che non sono risultati verificati in quanto il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del manufatto è minore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente, data da $0.5 V^2/2g$, ma superiore al franco minimo di 1 m.

Ciascun risultato qui descritto è stato poi opportunamente cartografato (cfr. LC0XX_T2 – Tavola riassuntiva delle criticità rilevate).

Nondimeno, il grafico a barre qui di seguito rappresenta la proporzione tra il numero di ponti oggetto di verifica idraulica, i cui esiti sono rappresentati con lo stesso cromatismo utilizzato nei grafici precedenti, in funzione al totale dei ponti rilevati nel medesimo corso d'acqua.

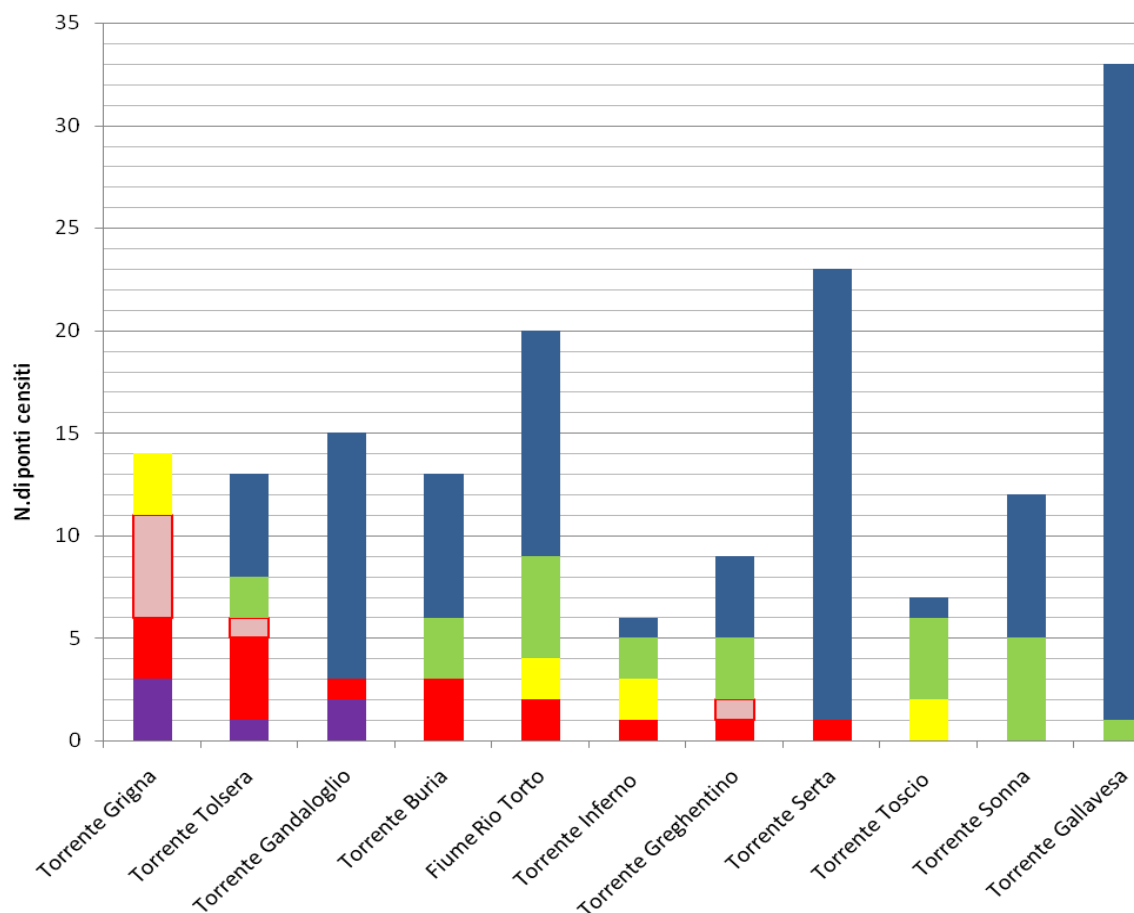
Chiaramente emerge che il Torrente Grigna e il Torrente Tolsera appaiono come i due torrenti con il maggior numero di attraversamenti non verificati sia in termini assoluti che in percentuale. Nello specifico è chiaro **che il Grigna sia il corso d'acqua ove tutti i ponti del tratto di Reticolo Idrico Principale risultano idraulicamente NON verificati.**

Segue il Torrente Tolsera che si presenta in termini assoluti come il secondo corso d'acqua con il maggior numero di ponti non idraulicamente verificati.

Si noti il Torrente Gandaloglio che presenta in totale 3 ponti in zona R3 e R4 nessuno dei quali risulta idraulicamente verificato.

Per quel che concerne i Torrenti Sonna e Gallavesa, presentano ponti in aree classificate nelle classi di rischio R3 e R4, tutti pienamente idraulicamente verificati, cioè che garantiscono sia un franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte superiore sia a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente, che anche il franco minimo geometrico pari a 1.00 m.

Infine, relativamente al Torrente Serta, pur non avendo aree R3 e R4 insistenti lungo il corso d'acqua, è stata svolta una verifica idraulica del ponte ferroviario, in quanto ricade nella classe di rischio R2 e per di più presenta una sezione di deflusso di ridotte dimensioni.



	Le caratteristiche geometriche della sezione idraulica non sono sufficienti a garantire il passaggio delle portate di progetto.
	Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore al franco minimo di 1.00 m.
	Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente, ma superiore al franco minimo pari a 1.00 m.
	Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è superiore sia a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e anche al franco minimo pari a 1.00 m. L'attraversamento risulta pienamente verificato.
	Il ponte non è stato verificato idraulicamente in quanto non ricade nelle aree di rischio R3-R4.
	Il ponte non è stato verificato idraulicamente in quanto non ricade nelle aree di rischio R3-R4, ma viste le caratteristiche geometriche della sezione e le portate di progetto si ritiene <u>per confronto</u> insufficiente per il passaggio della portata di progetto e dunque non verificato.

Relazione tra il numero dei ponti oggetto di verifica idraulica e il totale dei ponti rilevati per ciascun corso d'acqua.

7.0 ANALISI DI RISCHIO DELLE SITUAZIONI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

7.1 Reticolo Idrico Principale

I sopralluoghi effettuati lungo i torrenti facenti parte del reticolo principale oggetto di studio hanno consentito di rilevare le più significative situazioni di criticità dal punto di vista idrogeologico e dello stato delle opere idrauliche esistenti.

Tali criticità sono state opportunamente cartografate per ogni torrente investigato (cfr. LC0XX_T2 – Tavola riassuntiva delle criticità rilevate) e per ognuna di esse è stata compilata una scheda riportante le caratteristiche, la sua localizzazione e un'indicazione riguardante la tipologia di possibile intervento (cfr. LC0XX_E5 – Schede delle criticità idrogeologiche).

Le suddette situazioni di dissesto lungo le aste fluviali sono state suddivise in tre macrocategorie:

- FENOMENI DI EROSIONE – CEDIMENTO SPONDE, che possono comportare l'arretramento delle sponde fluviali con molteplici conseguenze tra le quali danni a strutture ed infrastrutture adiacenti all'alveo, possibile coinvolgimento di rilevati arginali e conseguenti rischi di esondazione indotti, possibile sedimentazione di grandi volumi di materiali derivanti da tali processi a valle del sistema fluviale.
- FENOMENI DI SCIVOLAMENTO SUPERFICIALE, ossia processi di distacco di terreno e di sviluppo del "soil slip", con conseguente scivolamento in alveo di materiale.
- FENOMENI DI CROLLO, ossia distacchi di massi da pareti rocciose particolarmente acclivi che possono finire in alveo, ostacolando il passaggio della corrente.

Nella tabella seguente si riporta la quantificazione numerica delle criticità idrogeologiche riscontrate lungo le aste fluviali del R.I.P., descritte negli appositi elaborati.

Per ogni corso d'acqua sono state conteggiate le criticità idrogeologiche suddivise in funzione dell'area di rischio alluvioni nella quale ricadono.

- criticità idrogeologiche che ricadono nell'area di rischio R4 (area a rischio molto elevato);
- criticità idrogeologiche che ricadono nell'area di rischio R3 (area a rischio elevato);
- criticità idrogeologiche ricadenti nelle aree di rischio R2;
- criticità idrogeologiche ricadenti nelle aree di rischio R1;
- criticità idrogeologiche ricadenti in nessuna area di rischio.

Si sottolinea che la classe a nessun rischio è stata ragionevolmente discretizzata in due sotto classi in funzione se la criticità compare in ambito urbano o meno.

Per ambito urbano si intendono le criticità idrogeologiche relativamente vicine ad edifici, strade principali e secondarie, attraversamenti, che per certi versi, possono essere influenzate dagli effetti dei fenomeni di dissesto.

Tabella riepilogativa delle criticità idrogeologiche del Reticolo Idrico Principale

Reticolo Idrico Principale		Area di rischio P.G.R.A.						Totale delle criticità per ciascun corso d'acqua
		R4	R3	R2	R1	Nessun rischio		
						Ambito urbano	Ambito non urbano	
LC051	Torrente Grigna	2	0	0	0	1	0	3
LC003	Torrente Gandaloglio	1	0	0	0	1	3	5
LC010	Torrente Tolsera	1	0	0	0	1	1	3
LC011	Torrente Greghentino	1	0	0	0	0	0	1
LC013	Torrente Valle di Toscio	1	0	0	0	0	0	1
LC054	Torrente Serta	0	0	1	0	2	5	8
LC055	Torrente Sonna	0	0	0	0	3	1	4
LC050	Torrente Valle Buria	0	0	0	0	0	2	2
LC053	Torrente Gallavesa	0	0	0	0	0	1	1
LC012	Fiume Rio Torto	0	0	0	0	0	0	0
LC014	Torrente Inferno	0	0	0	0	0	0	0
Totale		6	0	1	0	8	13	

Il risultato dell'elaborazione a prima vista appare molto semplice da analizzare. Infatti si nota che ben cinque corsi d'acqua sono interessati da criticità insistenti in aree a rischio molto elevato:

- **Torrente Grigna**
- **Torrente Gandaloglio**
- **Torrente Tolsera**
- **Torrente Greghentino**
- **Torrente Valle di Toscio.**

I primi tre torrenti (Grigna, Gandaloglio e Tolsera) risultano, altresì, interessati da criticità idrogeologiche in aree a basso rischio ricadenti in prossimità di zone urbanizzate.

Si evidenzia come la criticità di questi bacini sia ulteriormente enfatizzata dai risultati delle elaborazioni idrauliche eseguite per la verifica idraulica degli attraversamenti. Anche in quel caso, (si veda il grafico riassuntivo dei risultati precedente), questi tre bacini sono risultati essere i più critici.

Per quanto riguarda i restanti due torrenti, Greghentino e Toscio, si evidenziano singole criticità aventi un'importante estensione.

Per il Torrente Serta, emerge una singola criticità idrogeologica ricadente in area di rischio medio R2. Si noti però che è risultato essere il torrente con il maggior numero di criticità in senso assoluto (7). Si può pertanto ragionevolmente affermare che, considerato lo stato dei luoghi e l'interessamento della porzione urbana dell'asta, tale ambito merita particolare attenzione.

Nondimeno, lungo il Torrente Sonna sono state rilevate tre criticità idrogeologiche in ambito urbano sulle quali certamente devono essere poste le dovute attenzioni.

Passando ai Torrenti Gallavesa e Buria sono state quantificate limitate zone non urbanizzate interessate da dissesti.

Per concludere, il Fiume Rio Torno e il Torrente Inferno, allo stato attuale non sono interessati da forme di dissesto idrogeologico.

7.2 Reticolo Idrico Minore

Per quanto riguarda di Reticolo Idrico Minore, è stata effettuata un'attenta e puntale descrizione dei fenomeni idrogeologici insistenti all'interno dei sottobacini idrografici, confrontando i riferimenti bibliografici e le cartografie in materia.

Dall'analisi dei processi morfodinamici in atto si evidenzia come, nel complesso, tutti i versanti compresi nei sottobacini idrografici risultino soggetti a forme e processi gravitativi di versante originatisi in seguito all'azione prevalente della gravità e subordinatamente a seguito delle acque superficiali e dei processi crionivali e di gelo/disgelo. Nondimeno, presso questi luoghi insistono più o meno diffusamente le forme derivanti dall'azione morfologica esercitata dalle acque correnti superficiali, sia come processi erosivi che di accumulo.

I sottobacini idrografici presentano un paesaggio vario, caratterizzato da elementi naturali vari in relazione alle diverse tipologie di dissesto idrogeologico che si possono così suddividere.

- Dissesti di natura gravitativa in formazioni rocciose a scadenti caratteristiche geomeccaniche, per lo più localizzate lungo i versanti più acclivi;
- Dissesti di natura gravitativa nei depositi di copertura incoerenti, localizzati anche in prossimità dei principali corsi d'acqua e in aree già interessate in passato da questa forma di dissesto;
- Dissesti legati alla dinamica torrentizia con fenomeni di erosione spondale e sovralluvionamento in alveo.

Infine si può considerare che la scarsa manutenzione e degrado delle sistemazioni idraulico-forestali, ove presenti, e le eccezionali precipitazioni possano favorire forme di dissesto idrogeologico poco conosciute e quindi non cartografate.

Passando alla cartografia del rischio, ai sensi della direttiva alluvioni, è possibile localizzare diverse aree a rischio elevato e molto elevato insistenti sul Reticolo Idrico Minore. Pertanto per ogni sottobacino è stata svolta un'analisi speditiva individuando le possibili cause di rischio, tali da poter stilare le seguenti considerazioni per i seguenti corsi d'acqua del R.I.M., elencate in funzione dell'estensione areale del rischio.

Nello specifico per i seguenti bacini vengono riportate alcune indicazioni tratte dagli elaborati di riferimento qui riassunte ai quali comunque si richiama. In particolare si richiamano per ciascun monografia, la carta della Dinamica Geomorfologica (rif. LCOXX_T1) e la Relazione di Inquadramento (rif. LCOXX_E1).

APPARTENENZA TERRITORIALE ALLA COMUNITA' MONTANA L.O.V.S.M.

- **Rio Torto:** Le abitazioni in fregio al Torrente Rosé in destra idrografica ricadono, secondo la direttiva alluvioni, in area a rischio molto elevato. L'alveo attuale risulta regimato artificialmente grazie alla presenza delle scogliere in pietrame nei tratti in cui l'asta curva e da murature in cemento armato lungo i tratti rettilinei. Il letto del torrente appare piano e a tratti lastricato, intervallato da soglie in pietrame a cemento in buone condizioni di conservazione. Possibili interventi e opere per la riduzione del rischio potranno essere valutati solo a fronte di studio idraulico specifico.
- **Tolsera:** In corrispondenza dell'attraversamento della strada che collega le località Taiello e Miglianico (via Belvedere) si segnala punto classificato a rischio R4 e R3, dovuto alla presenza dell'attraversamento con luce inadeguata e mal regimazione dell'alveo.
- **Inferno:** Torrente Daò. Emerge chiaramente l'elevato tasso di popolazione a rischio in corrispondenza dal via T.Tasso e fino all'altezza dell'incrocio con via Concordia. Tale condizione è favorita dal mal regimazione del corso d'acqua che allo stato attuale appare insufficiente a contenere possibili ondate di piena. Tale condizione si riscontra a monte della confluenza del torrente Daò nell'Inferno dove la direttiva alluvioni individua un'importante densità di abitanti soggetti a rischio sia in destra idrografica in prossimità dell'edificio scolastico, che in sinistra orografica, in corrispondenza degli edifici residenziali.
- **Toscio:** Torrente Trebbia. Il tratto terminale risulta a cielo aperto e la sezione idraulica appare limitata e confinata da argini artificiali che delimitano le proprietà in fregio. La parte finale è tombata e scorre sotto il piano di calpestio di una zona a destinazione artigianale/industriale. Il corso d'acqua si immette nel Rio Sole attraverso un tratto tombinato a sua volta cartografato come area R4 a rischio molto alto presumibilmente a causa della limitata sezione dell'alveo.
- **Greghentino.** R.I.M. del Torrente Greghentino. All'interno del bacino idrografico del Torrente Greghentino relativamente al reticolo idrico minore il Piano di Gestione Rischio Alluvioni pone l'attenzione su un segmento del torrente proveniente dalla Valle di Sorico, compreso tra la località Butello e la confluenza con il Torrente Greghentino. In particolare la fascia in fregio alla via D. Alighieri ricade a tratti in zone di rischio R4 in corrispondenza degli attraversamenti. Per di più viene localizzata un'area di rischio R4 in prossimità dei capannoni industriali lungo via Lazzaretto e presso la località Butello in corrispondenza di un'opera di attraversamento del torrente proveniente dalla valle di Sorico e in corrispondenza dell'edificio della vecchia filanda.
- **Grigna:** Impluvi del versante occidentale del Monte Due Mani. La direttiva alluvioni pone l'attenzione su cinque aree classificate a rischio molto elevato allo sbocco dei canaloni presenti lungo il versante indicato del Monte Due Mani. Qui sono presenti numerosi bacini idrografici minori e le pareti rocciose prospicienti la Piana di Balisio appaiono assoggettate a fenomeni crollo attivo. Le vallecole in sinistra idrografica della Piana di Balisio risultano soggetti a locali fenomeni di colamento rapido prevalentemente quiescenti. Si evidenzia che i corsi d'acqua sono stagionali e si sviluppano in occasione di fenomeni meteorologici particolarmente importanti. Queste vallecole sfociano nella Piana di Balisio formando conoidi alluvionali che il P.A.I. classifica come conoidi attive non protette. In loro corrispondenza le aree sono classificate a rischio molto elevato R4. Precisamente dette aree si trovano presso la Casera Bodega, in prossimità della Casera del Vento, - allo sbocco della Valle dei Canaloni e presso la località Castello. Inoltre un ambito a rischio molto elevato è localizzato al piede della valle Garabella in corrispondenza di un impianto di distribuzione carburante già interessato in passato da eventi di crollo.

- **Gandaloglio:** La Direttiva Alluvioni coerentemente con il P.A.I. individua un'area a rischio molto elevato in corrispondenza di un'abitazione posta lungo la sponda idrografica destra del corso d'acqua che da Ello raggiunge il Gandaloglio, in prossimità dell'incrocio tra via Amerio e via della Repubblica. Si evidenzia che anche il P.A.I. classifica il medesimo ambito come area a pericolosità molto elevata dal punto di vista idraulico.

NON APPARTENENZA TERRITORIALE ALLA COMUNITA' MONTANA L.O.V.S.M.

- **Tolsera:** Torrente Valcamoggia. Il tratto finale del torrente fino alla confluenza con il Torrente Tolsera, ricade in area a rischio molto elevato (R4). Il che risulta comprensibile con il possibile scenario di rischio derivato dall'evoluzione dei fenomeni idrogeologici indicati nel paragrafo precedente, unificati a possibili rischi dal punto di vista idraulico. Lo stesso Torrente Valcamoggia (appartenente al RIM) nel suo tratto finale e fino alla confluenza con il Torrente Tolsera risulta intubato per una lunghezza superiore a 200m in ambito urbano. Secondo il P.G.R.A., tale tratto ricade in area a rischio molto elevato (R4) e secondariamente in aree a rischio moderato. Lo scenario di rischio elevato rilevato risulta evidente per la possibile evoluzione dei fenomeni idrogeologici esistenti nel tratto di monte.



8.0 BIBLIOGRAFIA

La bibliografia di riferimento consultata per la redazione del presente studio a scala di sottobacino è riportata nel seguente elenco:

- *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Valgrehentino ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i.* – Aprile 2010, Dott. Geol. Alborghetti
- *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Olginate ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i.* – Aprile 2010, Dott. Geol. Ghezzi
- *Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore secondo quanto previsto dal d.g.r. n° 7/7868 del 25.01.2002 - Comune di Valgrehentino - Luglio 2003,* Dott. Geol. Alborghetti
- *Rischio idraulico in considerazione di aree antropiche con particolare riguardo alla verifica di ponti e ponticelli posti lungo la rete viaria Provinciale* – Maggio 2007, Prof. Ing. Mancini
- *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Oggiono ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i.* – Aggiornamento Aprile 2012 – Dott. Geol. De Maron
- *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Colle Brianza ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i.* - Maggio 2003, Dott. Geol. Maurizio Penati e Dott.ssa Geol. Marialuisa Todeschini
- *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Ello ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i.* - Maggio 2012, Dott. Geol. Riva
- *Intervento di sistemazione idraulica dei torrenti Bevera e Gandaloglio in comune di Molteno e limitrofi (LC)* – Settembre 2008, Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi
- *Studio di approfondimento delle condizioni rischio in ZONA I del PS267/98* – Aggiornamento Aprile 2012, Dott. Geol. De Maron
- *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Airuno ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i.* - Luglio 2012, Dott. Geol. Riva
- *Studio geologico a supporto del piano regolatore comunale* - aggiornamento Settembre 2003 - Dott. Geol. Riva
- *Progetto delle opere di completamento della rete di collettamento al futuro impianto comunale di Calolziocorte* – Ottobre 2006, Dott. Geol. Luigi Corna
- *Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo* – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli
- *Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo* – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.
- *Centri abitati instabili della provincia di Lecco - Regione Lombardia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Università degli studi di Pavia.* Milano