



Comunità Montana
LARIO ORIENTALE - VALLE SAN MARTINO



Regione Lombardia

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**

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

PROGETTO

**MESSA IN SICUREZZA TORRENTE VALLE BURIA - LC050
COMUNE DI LIERNA (LC)**

ELABORATO

R4. RELAZIONE IDRAULICA

SCALA

/

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

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



REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Dicembre 2017	Prima emissione	F. C.	Cl. A.	Cl. A.
2					
3					

1.	<u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</u>	<u>2</u>
2.	<u>INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO DEL BACINO</u>	<u>3</u>
3.	<u>STIMA DELLA PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE VALLE BURIA</u>	<u>4</u>
3.1	DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA PUNTUALE (O DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA)	4
3.2	DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	6
3.3	DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	6
3.4	DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	7
3.5	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA	8
4.	<u>OSSERVAZIONI</u>	<u>9</u>



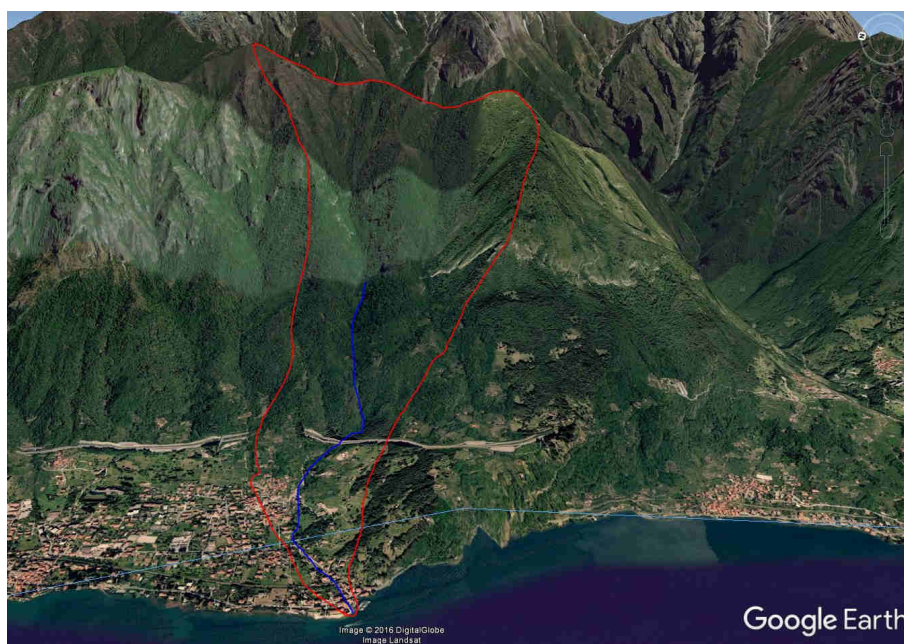
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Torrente Buria ha origine nell'omonima valle nel Comune di Lierna (LC). Il principale immissario è il Torrente Valle Malbore.

Fuoriuscito dalla valle il corso d'acqua attraversa il centro abitato di Lierna per poi sfociare nel Lago di Como, in località Punta di Grumo a quota 199,3 m s.l.m. circa.

La superficie del bacino del è pari 2,53 km², l'asta principale si snoda per una lunghezza di circa 3,11 km.

La quota massima del bacino è pari a 1.498,2 m s.l.m. in corrispondenza della cima del "Monte della Tagliata".



Estratto Google Earth indicante il Torrente Valle Buria ed il bacino idrografico sotteso.

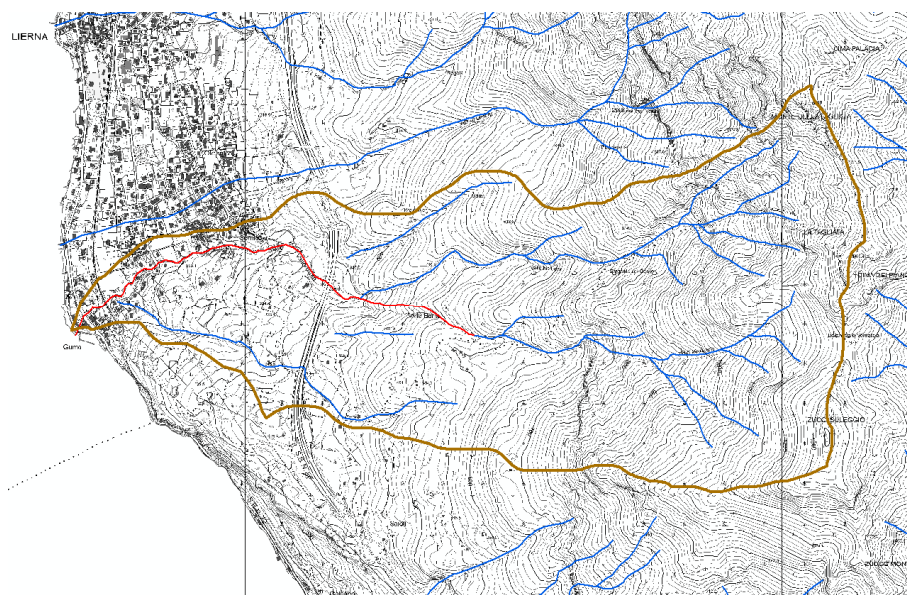
2. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO DEL BACINO

Il Torrente Valle Buria presenta importanti opere di regimazione realizzate anche durante i lavori per la realizzazione della S.S. 36 del Lago di Como e dello Spluga, che attraversa il corso d'acqua su imponenti cavalcavia con altezze superiori ai 25,0 m.

In corrispondenza del tratto urbano il torrente scorre in tombotti in calcestruzzo (tombinatura sotto lo slargo di Via Centrale a valle della quale è presente l'immissione del Torrente Lembra a quota 270 m s.l.m. circa).

È inoltre presente un'ampia vasca di accumulo – laminazione posta a monte dell'abitato di dimensioni in pianta pari a circa 5 x 20 m.

La superficie del bacino del torrente Valle Buria è pari 2,53 km², l'asta principale del torrente si snoda per una lunghezza di 3,11 km con una pendenza media del 31 %, il bacino idrografico parte da una quota massima di 1.498,2 m s.l.m. fino a 199,3 m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel Lago di Como. L'altitudine media del bacino risulta essere di 741,04 m s.l.m..



Estratto CTR – Bacino idrografico del torrente Valle Buria.

3. STIMA DELLA PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE VALLE BURIA

Non disponendo delle necessarie osservazioni di portata e per superare le difficoltà riscontrate dalla scarsità di dati idrologici di base reperibili, l'analisi è stata condotta utilizzando modelli di trasformazione degli afflussi meteorici (precipitazioni atmosferiche di prefissate caratteristiche) in deflussi alla sezione di chiusura del bacino.

I fondamenti delle procedure utilizzate per la redazione del presente studio sono stati tratti dalla bibliografia, nonché dalle direttive del Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) sulle piene di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica recanti le indicazioni per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni.

Per la determinazione delle portate di progetto si è fatto ricorso all'utilizzo dei metodi di analisi dei deflussi superficiali di tipo approssimato e indiretto.

In mancanza di misure dirette dei valori di portata risulta importante l'utilizzo delle comuni formule per la definizione del valore di massima piena. In questo specifico caso si è utilizzata la FORMULA DEL METODO RAZIONALE.

$$Q = 0,28 c i A$$

Dove:

- Q Portata al colmo in m^3/s ;
c Coefficiente di deflusso;
i Intensità di pioggia in mm/h ;
A Superficie del bacino in km^2 .

Per l'applicazione di tale metodo si è considerato il bacino del torrente come una singola unità basandosi sulle seguenti ipotesi:

- Distribuzione uniforme della precipitazione su tutto il bacino;
- Linearità del modello A-F impiegato (ingressi e uscite di uguale rarità);
- Tempo di formazione del colmo di piena pari a quello della fase di riduzione;
- Tempo di ritorno T della portata stimata uguale a quello dell'intensità di pioggia;
- Durata dell'intensità di pioggia uguale al tempo di corrivazione t_c del bacino.

3.1 *Determinazione della curva di possibilità climatica puntuale (o di probabilità pluviometrica)*

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione (comunemente misurata in mm rappresenta l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo

MESSA IN SICUREZZA TORRENTE VALLE BURIA – LC050 – COMUNE DI LIERNA (LC)

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

su una superficie orizzontale e impermeabile in assenza di perdite) alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa dalla seguente equazione:

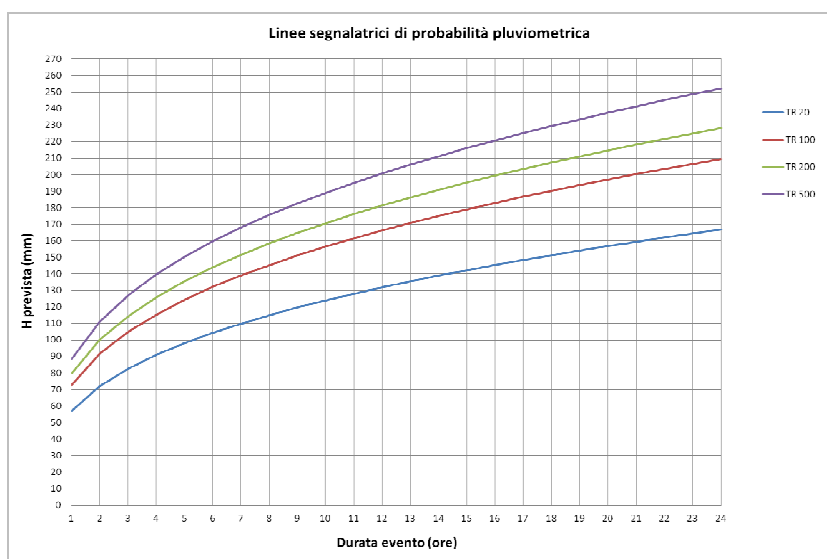
$$h(d,T) = a d^n$$

dove si assume che la durata sia quella che dà luogo al massimo valore della portata al colmo (durata critica).

Data la scarsa disponibilità di dati pluviometrici e la mancanza di serie storiche di dati di pioggia relativi al bacino in esame che possano giustificare un accurato studio statistico dei dati pluviometrici, per ottenere una stima dei parametri il più possibile corretta, il valore di a ed n è stato desunto direttamente dai valori stimati dall'Autorità di Bacino ed in particolare dall'Allegato 3 alla direttiva: *"Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni"* relative alle celle del reticolo chilometrico, all'interno del quale sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive.

L'individuazione della cella del reticolo chilometrico è stata desunta dallo stesso allegato; in particolare, facendo riferimento a quanto riportato nell'elaborato *"LC050_E1 – Relazione di inquadramento"* redatto nel Dicembre 2016 relativamente al Torrente Valle Buria, il bacino di nostro interesse ricade interamente all'interno della cella DI56, la quale è caratterizzata dai seguenti parametri a ed n per i diversi tempi di ritorno:

TEMPO DI RITORNO (anni)	20		100		200		500	
CELLA	a	n	a	n	a	n	a	n
DI56	56,79	0,339	72,68	0,333	79,44	0,332	88,38	0,330



Curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni – Bacino del Valle Buria.



Dal rapporto tra la curva di possibilità pluviometrica e la durata dell'evento di pioggia, è possibile ricavare il valore dell'INTENSITA' MEDIA DELLA PRECIPITAZIONE:

$$i(d,T) = a d^{n-1}$$

Noti i valori dei parametri a ed n è possibile ricavare i valori di intensità delle precipitazioni relative a diverse durate; inserendo in un modello afflussi-deflussi tali valori è possibile determinare, oltre che gli idrogrammi di piena, anche le portate di colmo per assegnati tempi di ritorno.

La durata dell'evento da considerare è quella cosiddetta critica, cioè quella che è causa di una portata pari a quella del colmo di piena.

Poiché il tempo di corrivazione del bacino t_c , oltre che il tempo che impiega la precipitazione caduta nel punto più distante del bacino a raggiungere la sua sezione di chiusura, rappresenta il tempo dall'inizio della precipitazione oltre il quale tutta la precipitazione caduta sul bacino contribuisce alla formazione del deflusso, la formazione del deflusso dipende dal tempo di corrivazione di ciascun bacino.

La durata critica dell'evento meteorico è pertanto assunta pari al tempo di corrivazione t_c del bacino.

3.2 Determinazione del tempo di corrivazione

Il calcolo del tempo di corrivazione è stato effettuato utilizzando la formula di Giandotti la quale si ritiene meglio si adatti alla valutazione relativa ai bacini montani:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

Dove:

- A Superficie del bacino in km^2 ;
L Lunghezza asta principale in km;
Hm Altitudine media bacino in m s.l.m.;
Ho Altitudine minima bacino in m s.l.m..

3.3 Determinazione della massima altezza di precipitazione

Il tempo di ritorno così calcolato è risultato essere pari a 0,59 ore; pertanto, per tale tempo di progetto del bacino in esame sono stati ottenuti i seguenti valori di massima precipitazione espressi in mm:

TEMPO DI RITORNO (anni)	h (mm)
20	47,55
100	61,05
200	66,76
500	74,35



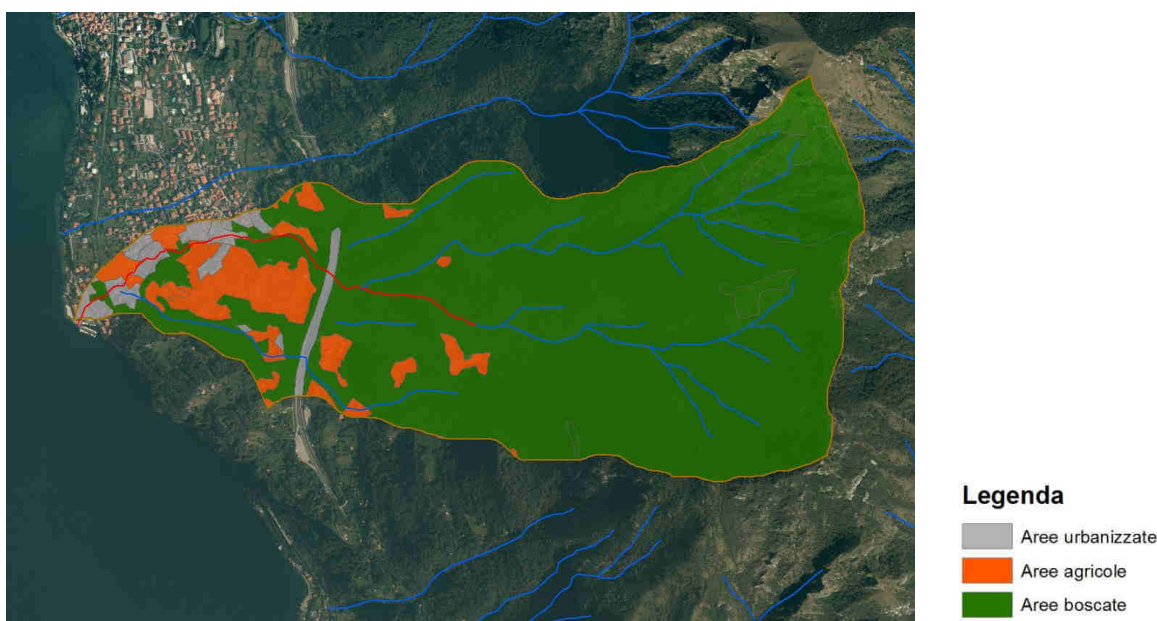
3.4 Determinazione del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso c rappresenta il rapporto tra gli afflussi meteorici e i corrispondenti deflussi superficiali; per la determinazione di tale coefficiente si deve tenere conto in modo implicito di tutti gli elementi che possono determinare la relazione tra portata al colmo ed intensità di pioggia, tra cui le caratteristiche geomorfologiche del bacino e la sua copertura vegetale. Si deduce che la determinazione del valore di tale coefficiente è di difficile stima ed è possibile solamente quando si disponga sia di serie storiche di pioggia sia di portata.

La poca disponibilità di dati in tal senso ha reso obbligatoria la determinazione di tale valore facendo riferimento alla bibliografia assegnando il valore del coefficiente di deflusso sulla base dell'uso del suolo.

In particolare, per il calcolo del coefficiente di deflusso è stato utilizzato un valore medio pesato sulle diverse aree che caratterizzano il bacino. Sulla base dei dati DUSAF relativi all'uso del suolo forniti dal Geoportale di Regione Lombardia, è stato possibile suddividere il bacino in tre diverse aree:

- CLASSE 1 - AREE ANTROPIZZATE, per la quale il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,75;
- CLASSE 2 - AREE AGRICOLE, per la quale il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,40;
- CLASSE 3 - TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI, per la quale il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,30.



Suddivisione del bacino idrografico in aree in base all'uso del suolo

Come si può notare dall'immagine sovrastante, il bacino idrografico del Torrente Valle Buria nella sua parte alta è caratterizzato da territori boscati e seminaturali, mentre nella parte bassa prevalgono le zone urbanizzate ed i terreni destinati all'agricoltura.

I valori di superficie delle tre diverse categorie DUSAF e conseguentemente il valore del coefficiente c , determinato tramite una media pesata delle grandezze in oggetto, per l'intero bacino sono sintetizzati dalla seguente tabella:

$$c_{medio} = \frac{\sum (A_i * c_i)}{\sum A_{TOT}}$$

CLASSE	Superficie (km ²)	c
Classe 1 – Area Antropizzata	0,09	0,75
Classe 2 – Area Agricola	0,20	0,40
Classe 3 – Area Boscata	2,24	0,30
MEDIA PONDERATA		0,32

3.5 Determinazione della portata di massima piena

Il calcolo della portata liquida di massima piena è stato quindi eseguito utilizzando la FORMULA DEL METODO RAZIONALE riportata in precedenza per i diversi tempi di ritorno.

A questo valore si deve aggiungere il valore del trasporto solido che, in accordo con quanto riportato nell'elaborato "LC050_E1 – Relazione di inquadramento" già citato in precedenza, è stato assunto in via cautelativa pari ad un incremento del 30% della portata liquida, fatta eccezione per il caso con tempo di ritorno pari a 20 anni, per il quale il trasporto solido si ritiene trascurabile.

I valori relativi alla portata complessiva (solido – liquida) del Torrente Valle Buria nei diversi tempi di ritorno sono riportati nella seguente tabella:

TEMPO DI RITORNO (anni)	Portata Liquida Q_{LQ} (m ³ /s)	Portata Solida Q_s (m ³ /s)	Q_{TOT} (m ³ /s)
20	18,30	-	18,30
100	23,49	7,05	30,54
200	25,69	7,71	33,40
500	29,61	8,58	37,20



4. OSSERVAZIONI

I risultati qui esposti, risultano allineati con quanto riportato in bibliografia. In particolare si è fatto riferimento all'allegato allo "STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO - PARTE PRIMA – STUDIO DI PERIMETRAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E RISCHIO PER FENOMENI DI TRASPORTO DI MASSA SU CONOIDI" redatto dal Dott. Geol. Massimo Riva nel Gennaio 2012. Tale studio è stato eseguito al fine della ripermetrazione della pericolosità e del rischio, per trasporto solido, sulla conoide.

Le portate di piena stimate sia per la parte liquida sia per il contributo del trasporto in massa risultano allineate con il presente studio. Si vuole in particolare evidenziare come la stima del contributo solido sia risultata maggiormente cautelativa e puntualmente determinata vista la natura specifica dello studio in questione (tabella riportata di seguito).

TEMPO DI RITORNO (anni)	Q_{TOT} (m ³ /s)
20	30,24
100	38,61
200	42,24

