

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

**LC014_E4. SCHEDE DI VERIFICA IDRAULICA
LC014_E5. SCHEDE DELLE CRITICITA' RILEVATE
LC014_E6. SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITA'**

SCALA

/

NOME TORRENTE

TORRENTE INFERNO

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

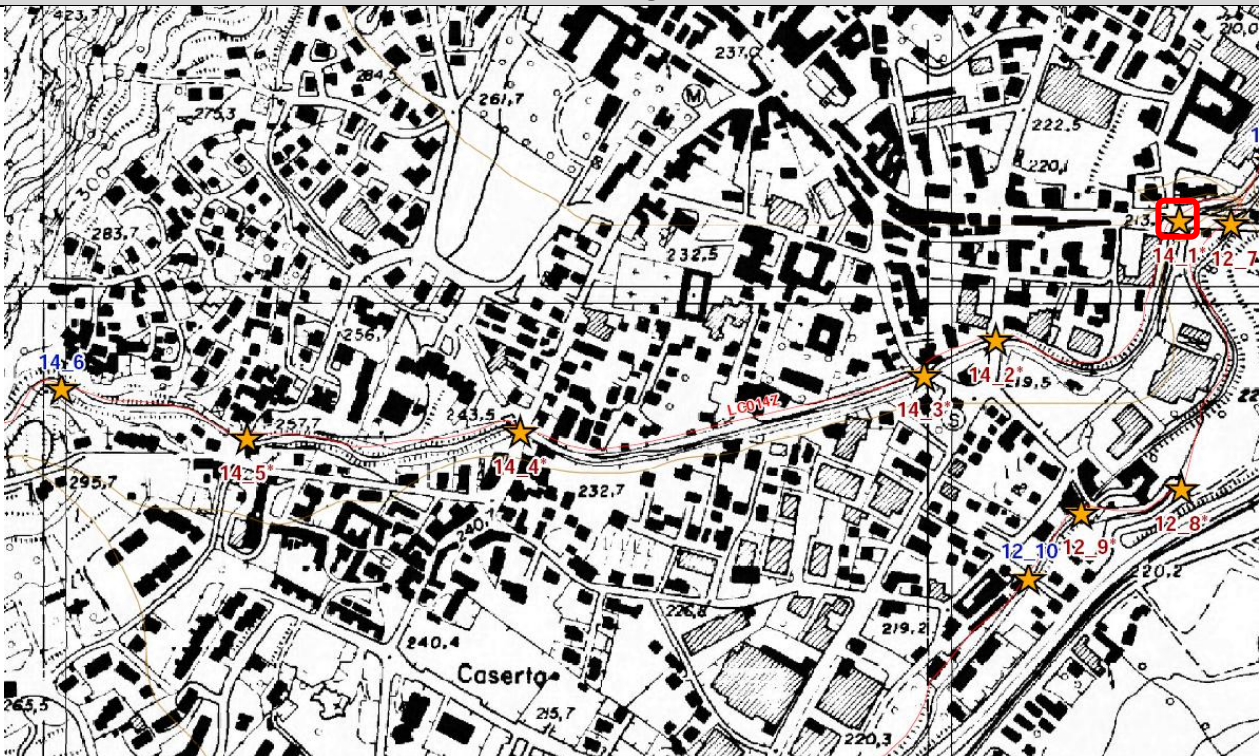
Documento firmato digitalmente ai sensi del D.lgs 82/2005 e norme collegate

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

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_1	2
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_2	6
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_3	10
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_4	14
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_5	18



SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_1

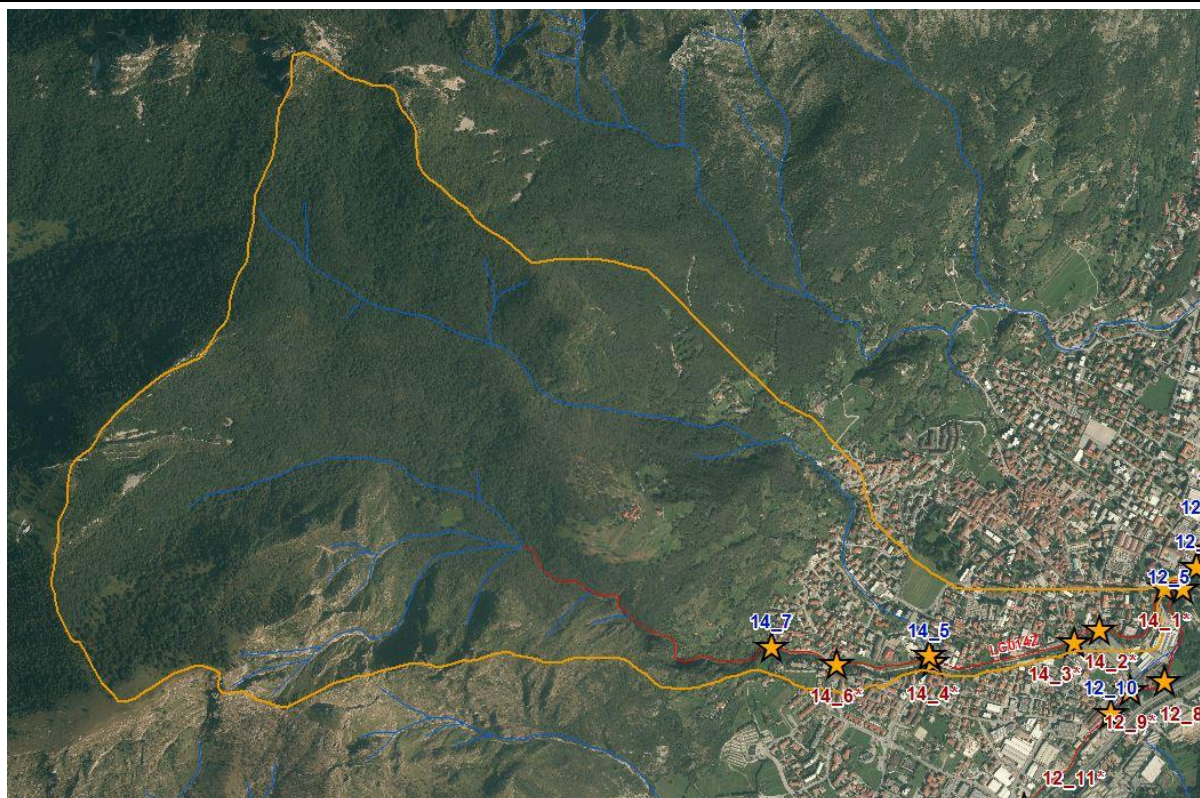
ID PONTE: 14_1	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Estratto cartografico CTR	
	
Caratteristiche attraversamento	
Localizzazione: via Roma, Comune di Valmadrera (LC) Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato	
Fotografia sezione in corrispondenza del ponte	
	

ID PONTE: 14_1	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in cemento armato e pietrame	
Forma: Il tratto in entrata è costituito da una sezione rettangolare che diviene ad arco poco più avanti. La sezione ritorna poi ad essere rettangolare ad una campata in uscita.	
Stato di manutenzione manufatto: Buono	
Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 31 m sul lato più sviluppato e 25 m sul lato meno sviluppato; la sua larghezza è di 7 m nel tratto in entrata e lungo la struttura ad arco, poi si allarga progressivamente fino a 13,75 m. L'alveo è costituito da pietrame annegato nel calcestruzzo. La luce del ponte si presenta libera da depositi. A monte del ponte le basi delle sponde si presentano libere, mentre a valle vi è accumulo di materiale e presenza di vegetazione sulla sponda alla destra idrografica.	

ID PONTE: 14_1

TORRENTE INFERNO (LC014Z)

Estratto cartografico bacino sotteso

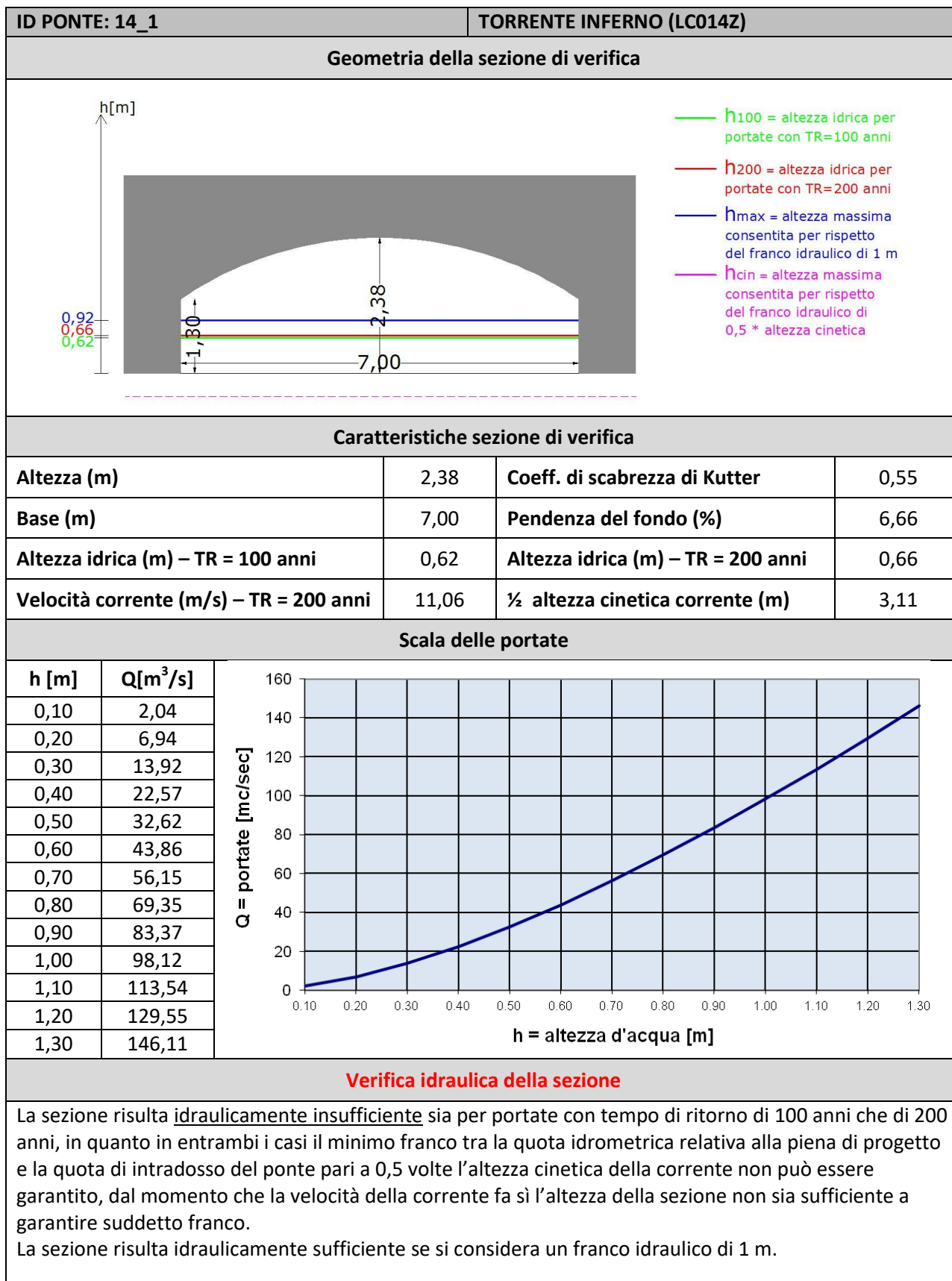


Caratteristiche geomorfologiche del bacino

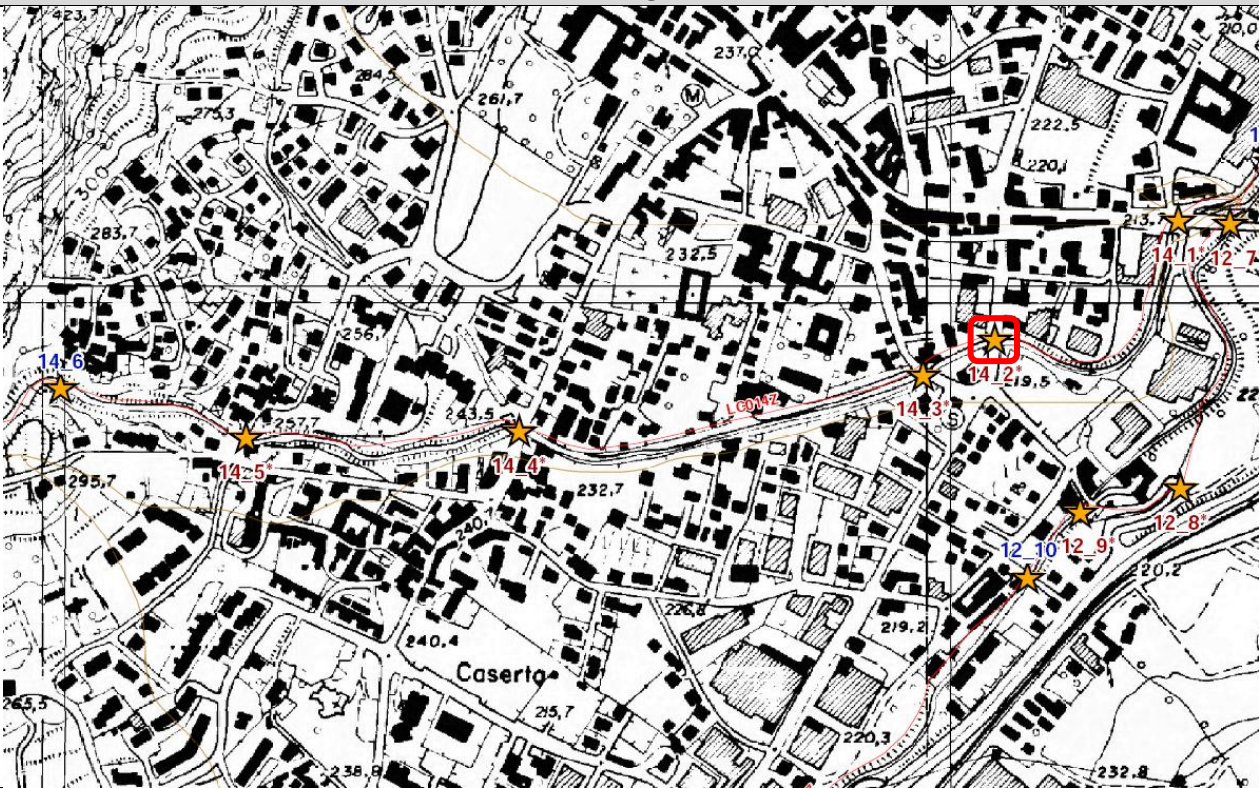
Superficie del bacino (Kmq)	3,571	Altitudine sezione di chiusura (m)	213
Altitudine massima del bacino (m)	1365,5	Lunghezza asta principale (Km)	3,572
Altitudine media del bacino (m)	730,04	Pendenza media asta principale (%)	24,8

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	61,3950	0,3293	0,71	54,85	0,36	27,48	27,48
100	78,4950	0,3263		70,20		35,17	45,72
200	85,7450	0,3255		76,70		38,43	49,95
500	95,3625	0,3245		85,33		42,75	55,58



SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_2

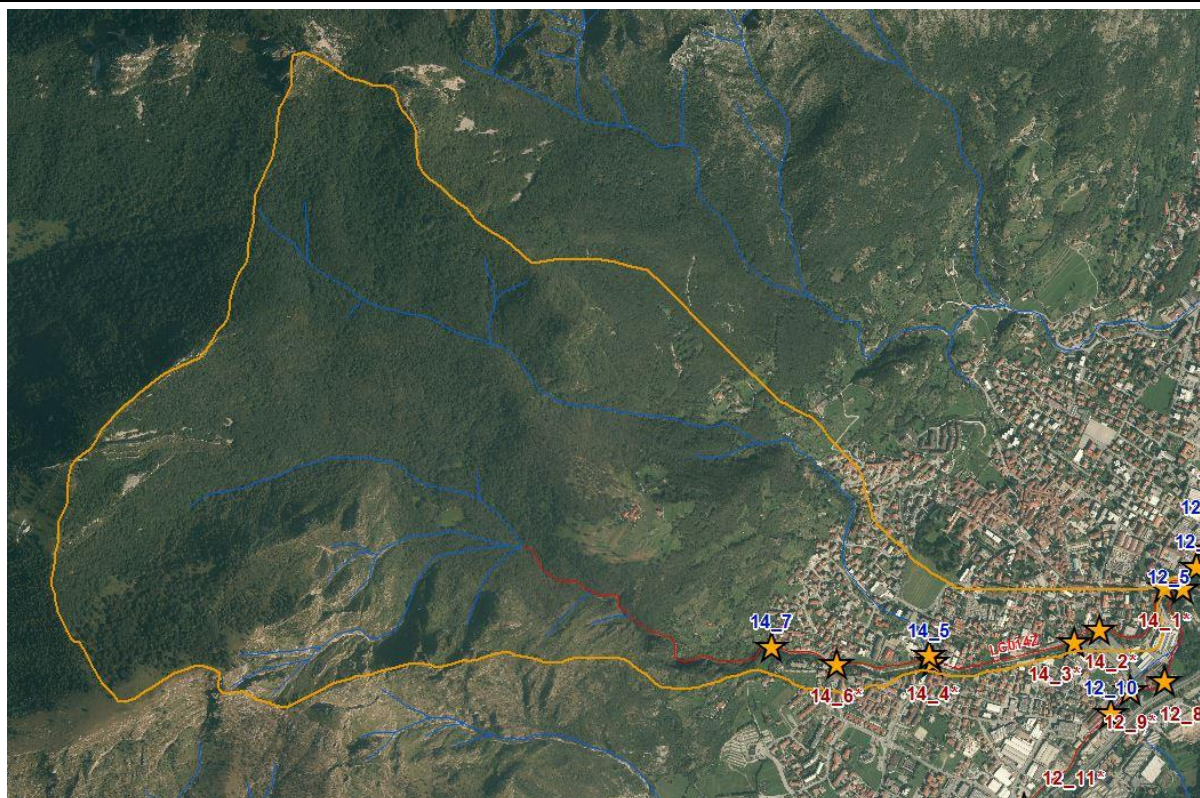
ID PONTE: 14_2	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Estratto cartografico CTR	
	
Caratteristiche attraversamento	
Localizzazione: via Promessi Sposi, Comune di Valmadrera (LC) Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato	
Fotografia sezione in corrispondenza del ponte	
	

ID PONTE: 14_2	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in calcestruzzo e pietrame	
Forma: Ponte ad una campata rettangolare	
Stato di manutenzione manufatto: Buono	
Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 10 m, mentre la sua larghezza è di 13 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. A monte del ponte su entrambe le basi delle sponde vi è presenza di accumulo di materiale. A valle del ponte vi è presenza di accumulo di materiale e vegetazione alla destra idrografica, mentre la sponda sinistra si presenta libera.	

ID PONTE: 14_2

TORRENTE INFERNO (LC014Z)

Estratto cartografico bacino sotteso

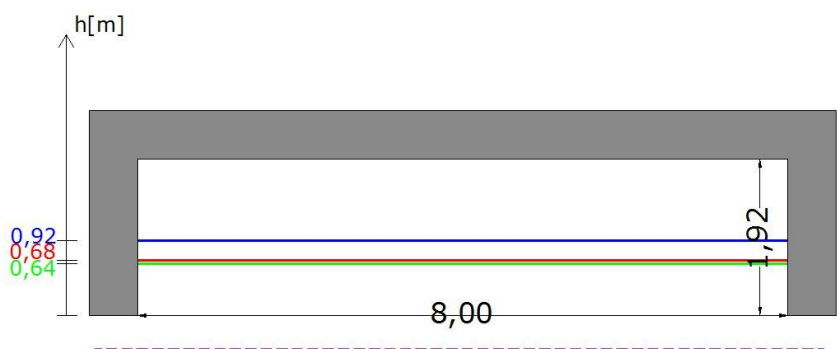
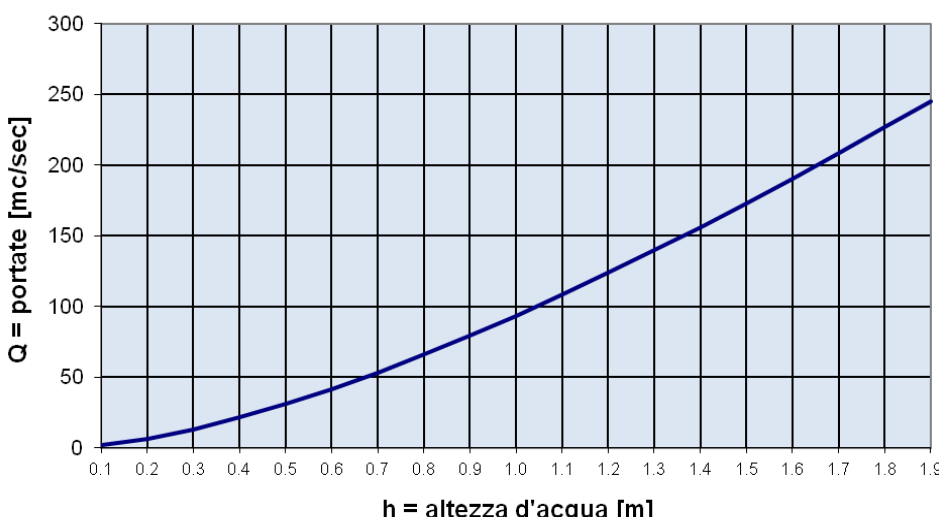


Caratteristiche geomorfologiche del bacino

Superficie del bacino (Kmq)	3,571	Altitudine sezione di chiusura (m)	213
Altitudine massima del bacino (m)	1365,5	Lunghezza asta principale (Km)	3,572
Altitudine media del bacino (m)	730,04	Pendenza media asta principale (%)	24,8

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	61,3950	0,3293	0,71	54,85	0,36	27,48	27,48
100	78,4950	0,3263		70,20		35,17	45,72
200	85,7450	0,3255		76,70		38,43	49,95
500	95,3625	0,3245		85,33		42,75	55,58

ID PONTE: 14_2		TORRENTE INFERNO (LC014Z)																																									
Geometria della sezione di verifica																																											
 — h_{100} = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h_{200} = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m — h_{cin} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di $0,5 * \text{altezza cinetica}$																																											
Caratteristiche sezione di verifica																																											
Altezza (m)	1,92	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55																																								
Base (m)	8,00	Pendenza del fondo (%)	4,44																																								
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	0,64	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	0,68																																								
Velocità corrente (m/s) – TR = 200 anni	9,33	½ altezza cinetica corrente (m)	2,22																																								
Scala delle portate																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>h [m]</th> <th>Q[m³/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,10</td><td>1,91</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>6,51</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>13,09</td></tr> <tr><td>0,40</td><td>21,27</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>30,79</td></tr> <tr><td>0,60</td><td>41,48</td></tr> <tr><td>0,70</td><td>53,18</td></tr> <tr><td>0,80</td><td>65,79</td></tr> <tr><td>0,90</td><td>79,21</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>93,36</td></tr> <tr><td>1,10</td><td>108,18</td></tr> <tr><td>1,20</td><td>123,60</td></tr> <tr><td>1,30</td><td>139,57</td></tr> <tr><td>1,40</td><td>156,05</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>173,00</td></tr> <tr><td>1,60</td><td>190,39</td></tr> <tr><td>1,70</td><td>208,17</td></tr> <tr><td>1,80</td><td>226,34</td></tr> <tr><td>1,90</td><td>244,85</td></tr> </tbody> </table>	h [m]	Q[m ³ /s]	0,10	1,91	0,20	6,51	0,30	13,09	0,40	21,27	0,50	30,79	0,60	41,48	0,70	53,18	0,80	65,79	0,90	79,21	1,00	93,36	1,10	108,18	1,20	123,60	1,30	139,57	1,40	156,05	1,50	173,00	1,60	190,39	1,70	208,17	1,80	226,34	1,90	244,85			
h [m]	Q[m ³ /s]																																										
0,10	1,91																																										
0,20	6,51																																										
0,30	13,09																																										
0,40	21,27																																										
0,50	30,79																																										
0,60	41,48																																										
0,70	53,18																																										
0,80	65,79																																										
0,90	79,21																																										
1,00	93,36																																										
1,10	108,18																																										
1,20	123,60																																										
1,30	139,57																																										
1,40	156,05																																										
1,50	173,00																																										
1,60	190,39																																										
1,70	208,17																																										
1,80	226,34																																										
1,90	244,85																																										
Verifica idraulica della sezione																																											
La sezione risulta <u>idraulicamente insufficiente</u> sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente non può essere garantito, dal momento che la velocità della corrente fa sì l'altezza della sezione non sia sufficiente a garantire suddetto franco. La sezione risulta idraulicamente sufficiente se si considera un franco idraulico di 1 m.																																											

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_3

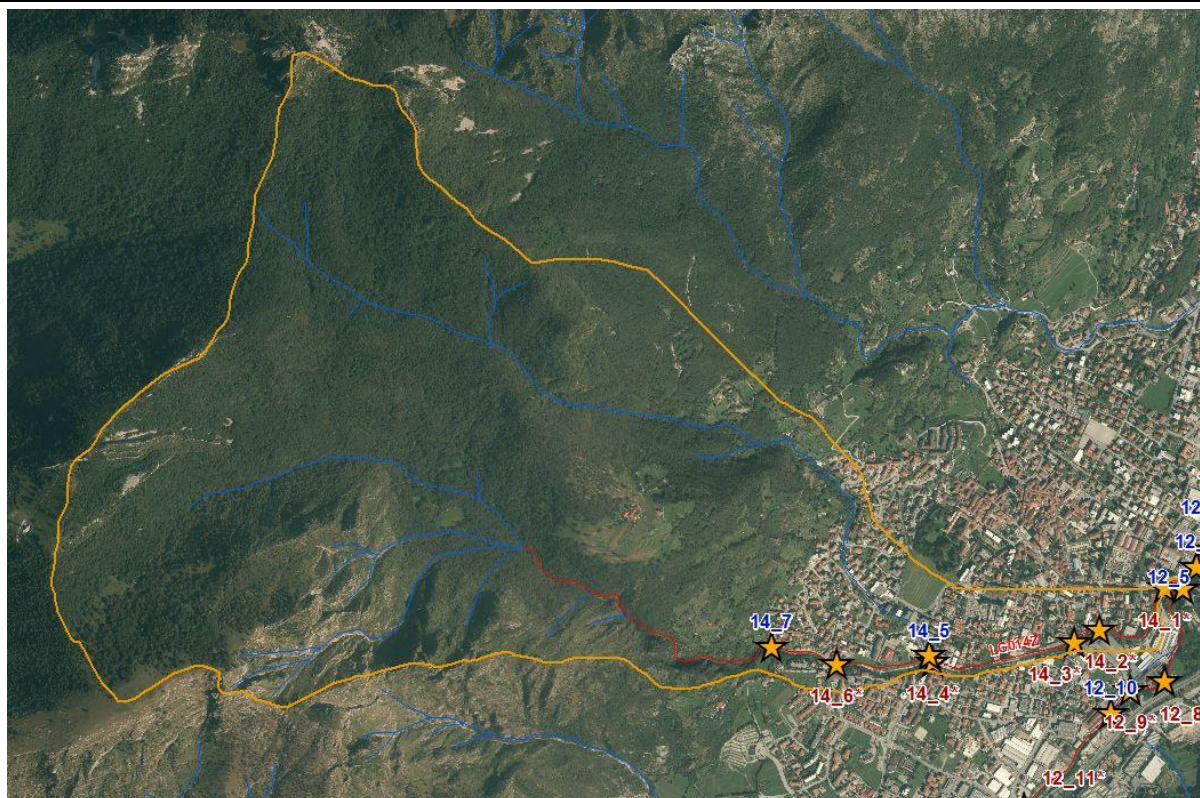
ID PONTE: 14_3	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Estratto cartografico CTR	
Caratteristiche attraversamento	
Localizzazione: via Trieste, Comune di Valmadrera (LC) Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato	
Fotografia sezione in corrispondenza del ponte	

ID PONTE: 14_3	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in calcestruzzo e pietrame Forma: Ponte ad una campata rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 12 m, mentre la sua larghezza è di 11 m. L'alveo è costituito da pietrame annegato nel calcestruzzo con a monte una briglia. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte su entrambe le basi delle sponde vi è presenza di accumulo di materiale.	

ID PONTE: 14_3

TORRENTE INFERNO (LC014Z)

Estratto cartografico bacino sotteso

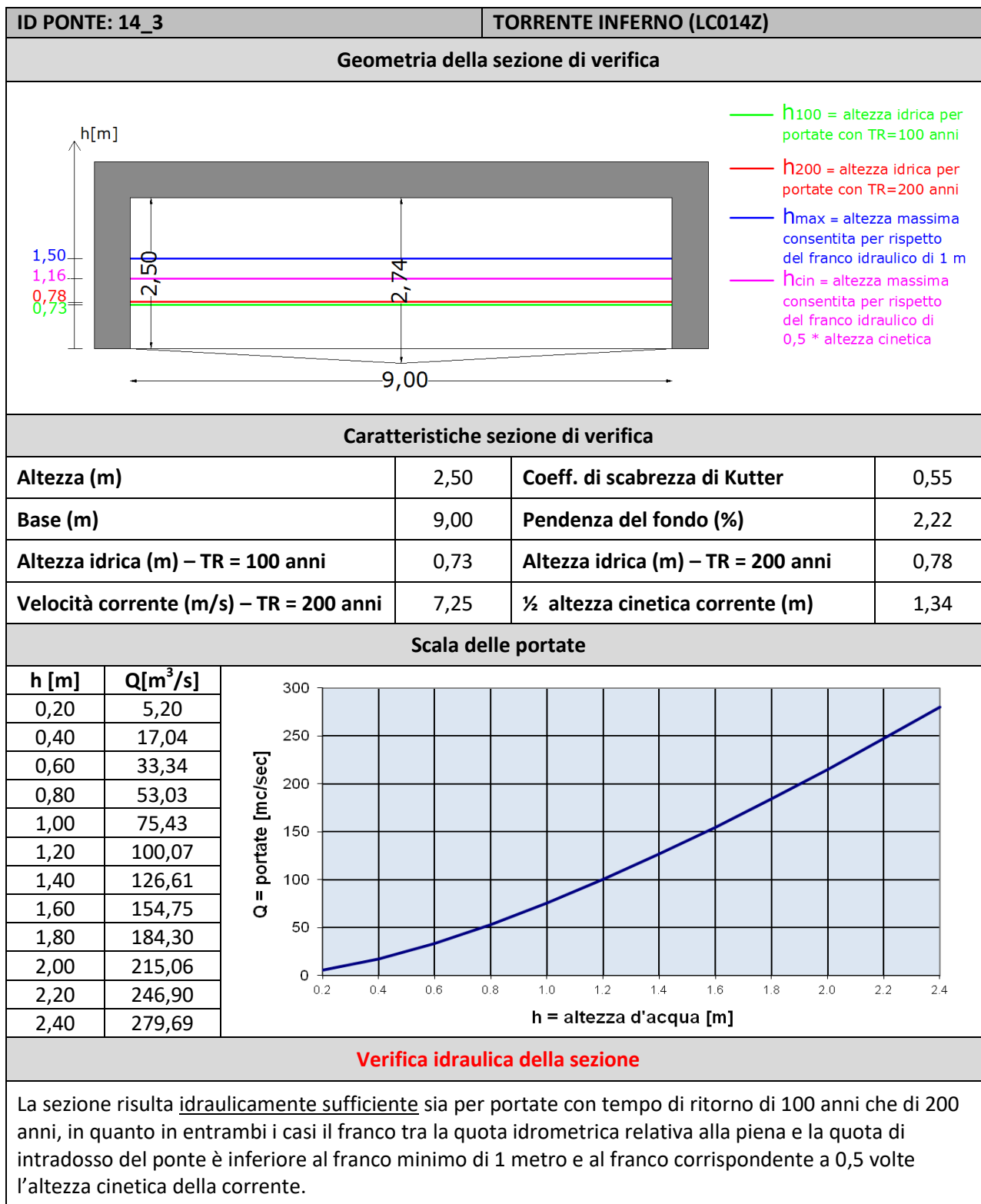


Caratteristiche geomorfologiche del bacino

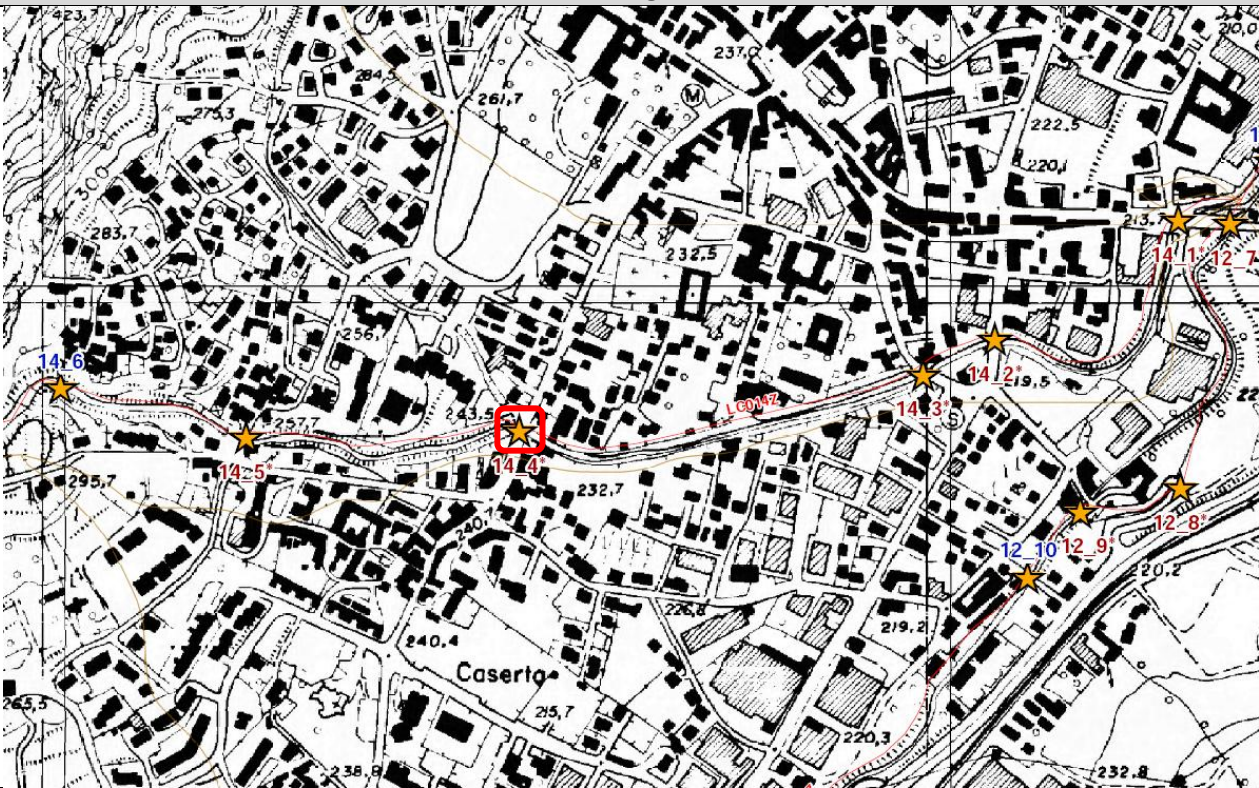
Superficie del bacino (Kmq)	3,571	Altitudine sezione di chiusura (m)	213
Altitudine massima del bacino (m)	1365,5	Lunghezza asta principale (Km)	3,572
Altitudine media del bacino (m)	730,04	Pendenza media asta principale (%)	24,8

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

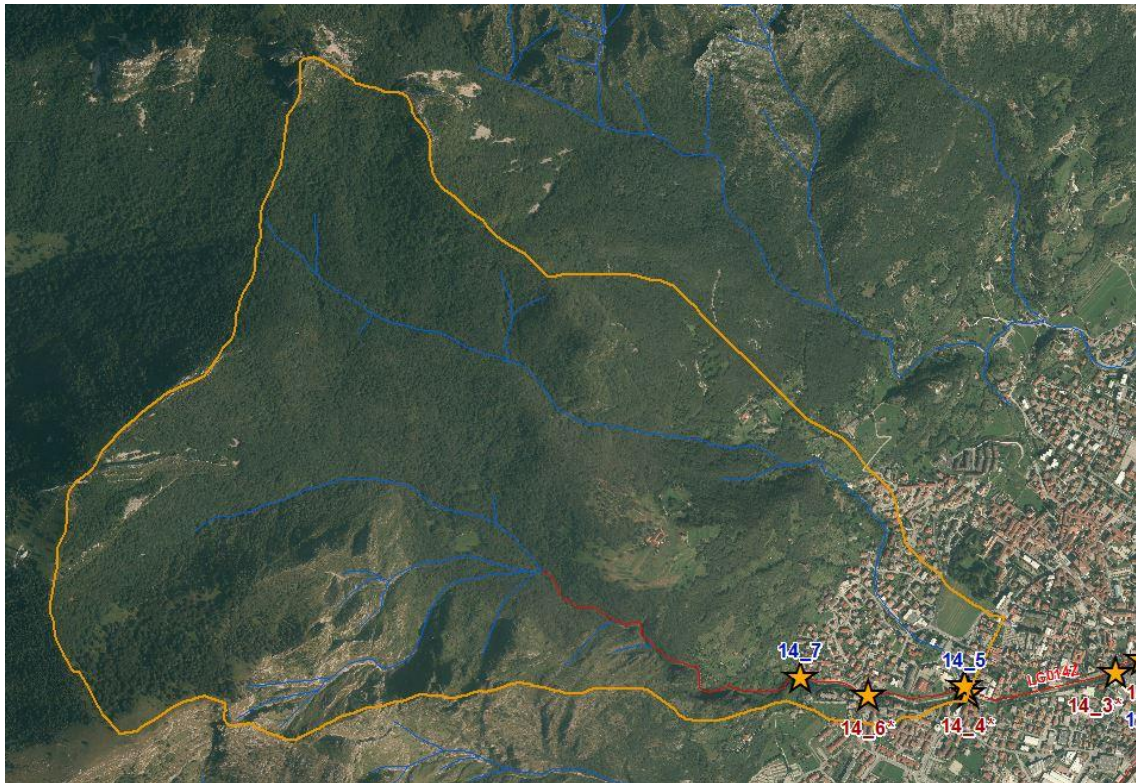
TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	61,3950	0,3293	0,71	54,85	0,36	27,48	27,48
100	78,4950	0,3263		70,20		35,17	45,72
200	85,7450	0,3255		76,70		38,43	49,95
500	95,3625	0,3245		85,33		42,75	55,58



SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_4

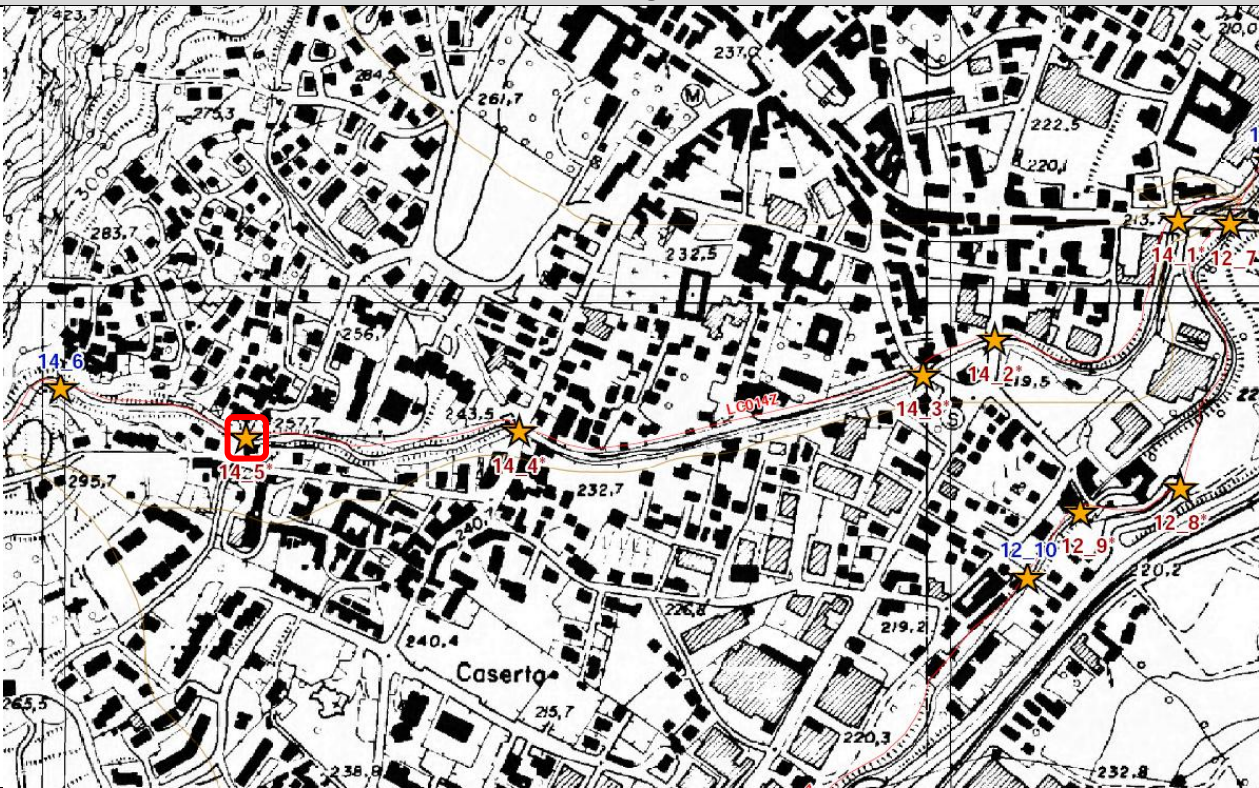
ID PONTE: 14_4	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Estratto cartografico CTR	
	
Caratteristiche attraversamento	
Localizzazione: via Manzoni, Comune di Valmadrera (LC) Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato	
Fotografia sezione in corrispondenza del ponte	
	

ID PONTE: 14_4	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in calcestruzzo e pietrame Forma: Ponte ad arco ad una campata Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 12 m, mentre la sua larghezza è di 9,7 m. L'alveo è costituito da pietrame annegato nel calcestruzzo. La luce del ponte si presenta libera da depositi. A monte del ponte sulla sponda sulla sinistra idrografica vi è presenza di accumulo di materiale alla base, mentre la sponda destra si presenta libera. A valle del ponte entrambe le sponde sono libere da accumuli.	

ID PONTE: 14_4		TORRENTE INFERNO (LC014Z)					
Estratto cartografico bacino sotteso							
							
Caratteristiche geomorfologiche del bacino							
Superficie del bacino (Kmq)	3,410	Altitudine sezione di chiusura (m)	240,7				
Altitudine massima del bacino (m)	1365,5	Lunghezza asta principale (Km)	2,608				
Altitudine media del bacino (m)	753,57	Pendenza media asta principale (%)	32,9				
Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido							
TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m³/s)	Q _{TOT} (m³/s)
20	61,3950	0,3293	0,62	52,55	0,34	27,17	27,17
100	78,4950	0,3263		67,29		34,79	45,23
200	85,7450	0,3255		73,53		38,02	49,42
500	95,3625	0,3245		81,81		42,30	54,99

ID PONTE: 14_4	TORRENTE INFERNO (LC014Z)		
Geometria della sezione di verifica			
— h_{100} = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h_{200} = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m			
Caratteristiche sezione di verifica			
Altezza (m)	2,30	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55
Base (m)	7,15	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	0,91	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	0,97
Scala delle portate			
h [m]	Q[m ³ /s]		
0,10	1,20		
0,20	4,10		
0,30	8,22		
0,40	13,28		
0,50	18,97		
0,60	25,12		
0,70	31,61		
0,80	38,33		
0,90	45,20		
1,00	52,11		
1,10	58,77		
1,20	65,26		
1,30	71,53		
1,40	77,54		
1,50	83,27		
1,60	89,23		
1,70	92,50		
1,80	95,42		
1,90	97,60		
2,00	99,05		
2,10	99,79		
2,20	99,85		
Verifica idraulica della sezione			
La sezione risulta <u>idraulicamente insufficiente</u> sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena e la quota di intradosso del ponte è inferiore al franco minimo di 1 metro (sia per portate comprensive del trasporto solido che della sola portata liquida).			

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 14_5

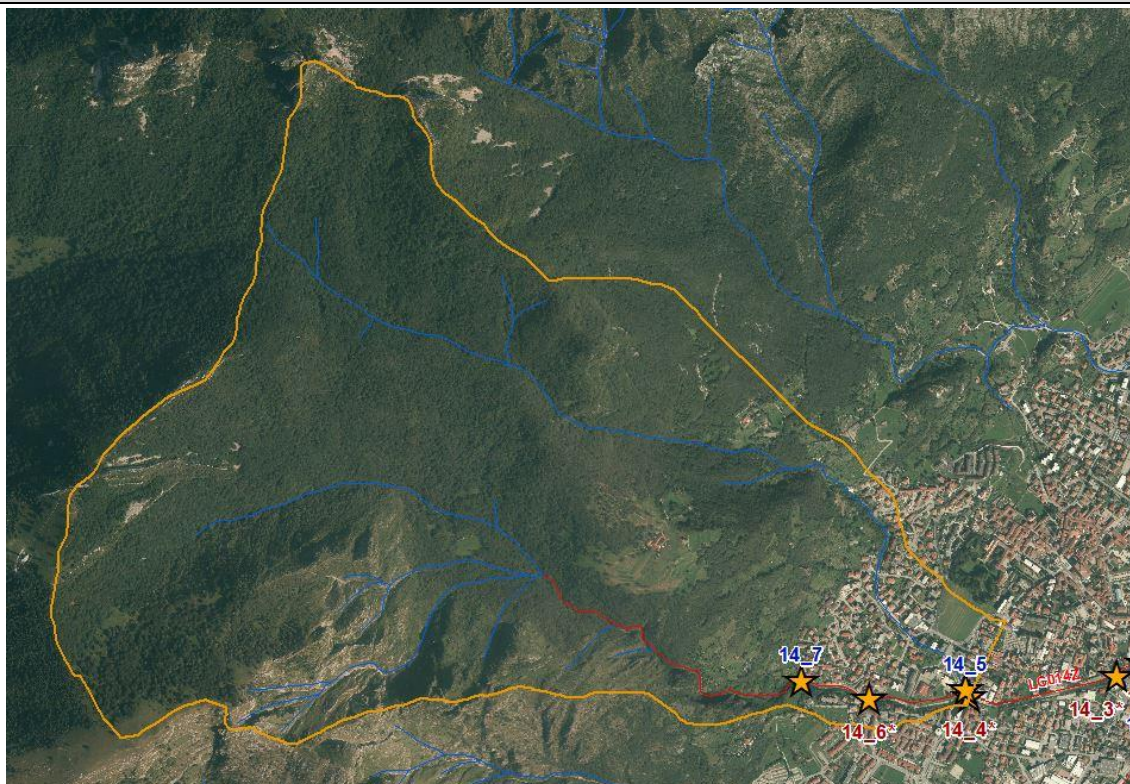
ID PONTE: 14_5	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Estratto cartografico CTR	
	
Caratteristiche attraversamento	
Localizzazione: via Concordia, Comune di Valmadrera (LC) Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato	
Fotografia sezione in corrispondenza del ponte	
	

ID PONTE: 14_5	TORRENTE INFERNO (LC014Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in calcestruzzo e pietrame	
Forma: Ponte ad una campata rettangolare	
Stato di manutenzione manufatto: Buono	
Stato di manutenzione alveo: Scadente	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 8 m, mentre la sua larghezza è di 12 m. L'alveo è costituito da cemento armato liscio. La luce del ponte si presenta in parte colmata da un accumulo di materiale grossolano. A monte del ponte la sponda destra presenta accumulo di materiale, mentre la sponda sinistra si presenta libera. A valle del ponte entrambe le sponde presentano accumulo di materiale.	

ID PONTE: 14_5

TORRENTE INFERNO (LC014Z)

Estratto cartografico bacino sotteso

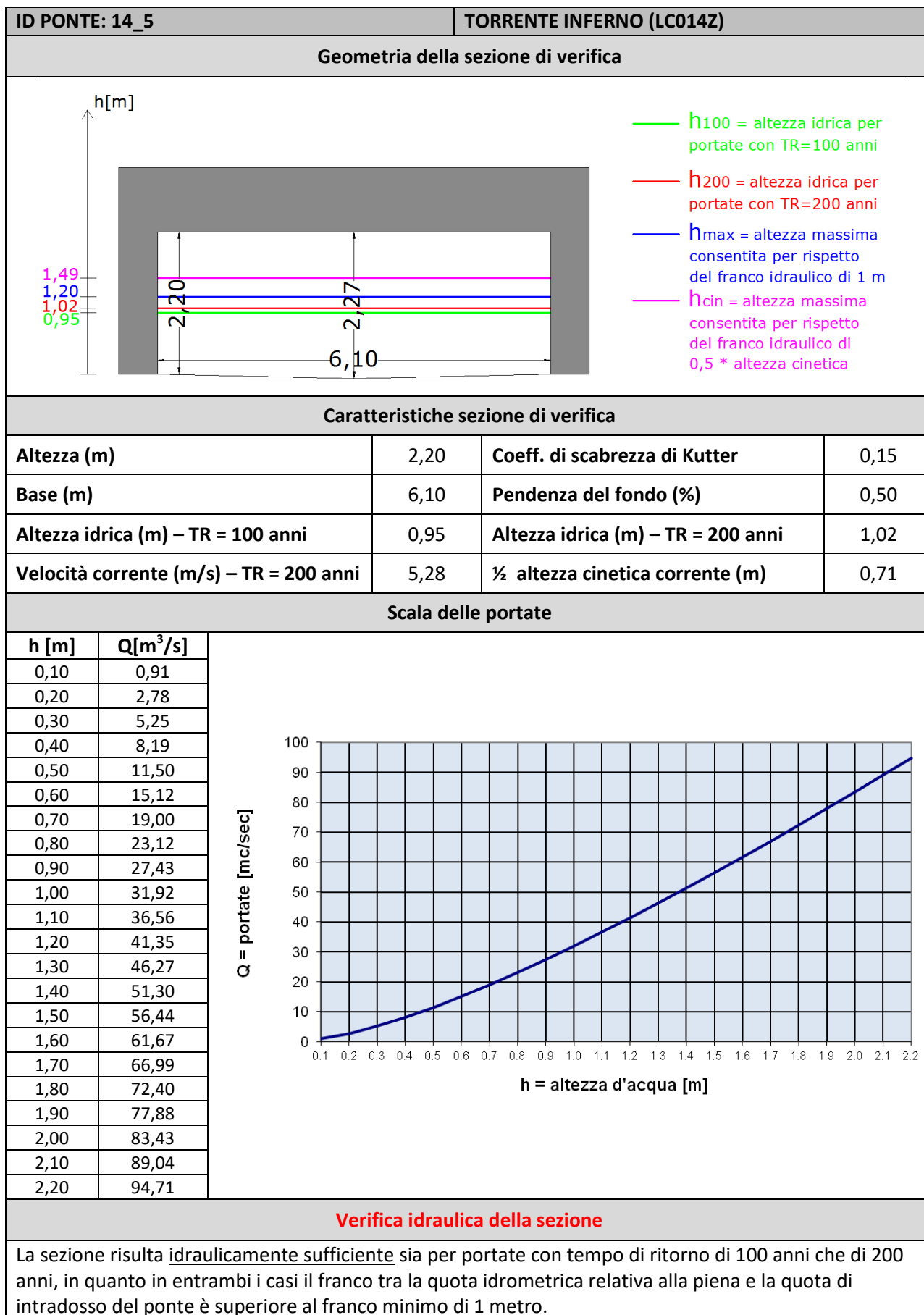


Caratteristiche geomorfologiche del bacino

Superficie del bacino (Km ²)	2,024	Altitudine sezione di chiusura (m)	257,70
Altitudine massima del bacino (m)	1365,5	Lunghezza asta principale (Km)	2,289
Altitudine media del bacino (m)	796,53	Pendenza media asta principale (%)	36,8

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	61,3950	0,3293	0,49	48,59	0,32	17,82	17,82
100	78,4950	0,3263		62,25		22,83	29,68
200	85,7450	0,3255		68,04		24,95	32,43
500	95,3625	0,3245		75,72		27,77	36,10



Durante i sopralluoghi lungo l'asta del Torrente Inferno non sono state rilevate particolari criticità idrogeologiche insistenti nell'ambito urbano. Per quel che concerne il tratto al di fuori del tessuto urbano l'asta scorre nel proprio alveo naturale, ove agiscono i comuni processi di modellamento fluviale.

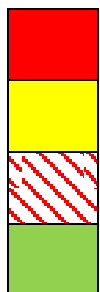


CRITICITA' IDRAULICHE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

TORRENTE INFERNO (LC014Z)							
ID PONTE	LOCALIZZAZIONE	OGGETTO DI VERIFICA IDRAULICA	AREA DI RISCHIO			VERIFICA IDRAULICA	NOTE
			R4	R3	altro*	Sufficiente dal punto di vista idraulico	
14_1	via Roma - Valmadrera (LC)	SI	X			NO	
14_2	via Promessi Sposi - Valmadrera (LC)	SI	X			NO	
14_3	via Trieste - Valmadrera (LC)	SI	X			SI	
14_4	via Manzoni - Valmadrera (LC)	SI	X			NO	Ponte situato alla confluenza con il Torrente Daò
14_5	via Concordia - Valmadrera (LC)	SI	X			SI	La luce del ponte presenta un accumulo di materiale grossolano
14_6	Frazione Ceppo – Valmadrera (LC)	NO					

(*) Il ponte non ricade nelle aree di rischio R3-R4, ma viene segnalato come punto critico (es. dai piani di protezione civile comunali)

LEGENDA VERIFICA IDRAULICA



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 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 non compatibile con l'assetto idrogeologico del corso d'acqua.

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.

CRITICITA' IDROGEOLOGICHE LUNGO L'ASTA FLUVIALE

Tutto il tratto urbano del corso d'acqua scorre all'interno di un alveo e arginature artificiali in cls e pietrame annegato nel cls.

Non sono state riscontrate particolari situazioni di criticità a carattere idrogeologico lungo l'asta fluviale. Le opere di regimazione appaiono tutte in buono stato di conservazione.

Si evidenzia che a valle del manufatto 14_5 in prossimità delle 3 briglie esistenti sono presenti accumuli di materiale fluviale e vegetazione a carattere arbustivo.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

R.I.P.

Le analisi svolte hanno consentito di individuare e classificare le principali criticità inerenti sia l'ambito del reticolo idrico principale che quello secondario.

Le tabelle precedenti riassumono in maniera schematica i risultati sia delle analisi idrauliche eseguite per ciascun attraversamento ricadente in aree considerate ad alto rischio, che le criticità rilevate durante i sopralluoghi eseguiti.

L'analisi dello stato delle opere di regimazione idraulica esistenti ha evidenziato un buono stato di conservazione dei manufatti.

Si segnala in corrispondenza dell'affluenza del Torrente Daò, la presenza di un ponte ad arco la cui sezione non risulta idraulicamente verificata.

L'intero tratto urbano del Torrente Inferno ricade in area classificata come R4.

Possibili interventi e opere per la riduzione del rischio potranno essere valutati solo a fronte di studio idraulico specifico.

R.I.M.

La fascia fluviale corrispondente al tratto finale del torrente Daò nell'ambito urbano risulta classificata come area di rischio molto elevato.

In particolare dalle analisi eseguite 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 di rischio 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.