

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

LC010_E1. RELAZIONE DI INQUADRAMENTO

SCALA

/

NOME TORRENTE

TORRENTE TOLSERÀ

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

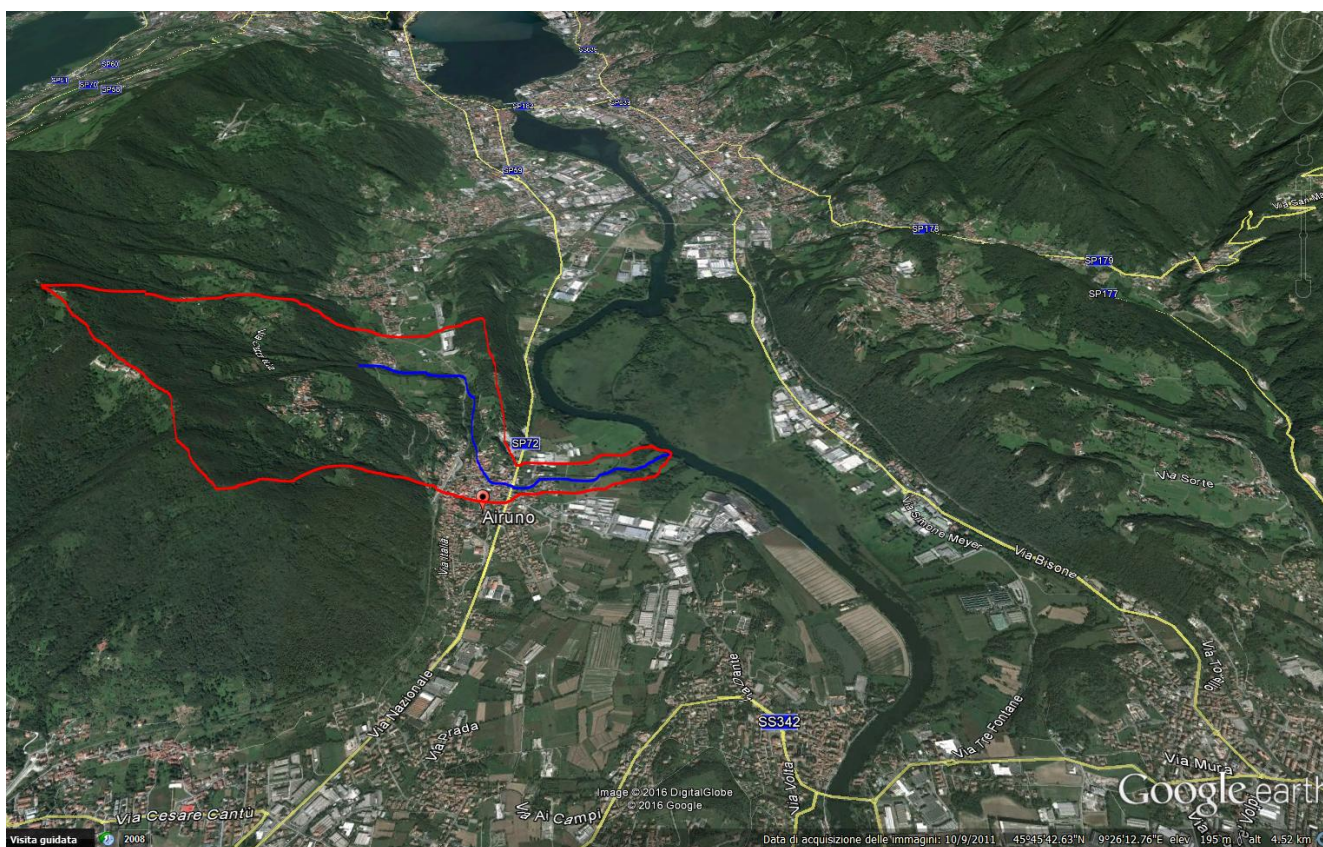
Documento firmato digitalmente ai sensi del D.lgs 82/2005 e norme collegate

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

1.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	2
2.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
2.1	Caratterizzazione geologica.....	3
2.2	Analisi della dinamica geomorfologica	3
2.3	Elementi della dinamica idrogeologica interferenti con il R.I.M.	6
2.4	Elementi di rischio interferenti con il R.I.M.....	9
3.0	INQUADRAMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL BACINO	10



Il Torrente Tolsera nasce ad una quota di 750 m s.l.m. per una lunghezza dell'asta drenante principale di 1.990 metri. Percorre un tratto pressoché rettilineo in un'area totalmente a bosco; alla quota di 450 m s.l.m. fuoriesce dal territorio comunale di Valeghentino per percorrere un tratto all'interno del territorio comunale di Airuno. In corrispondenza del nucleo urbanizzato di Maglianico (Comune di Valgrehentino) prosegue il suo cammino rientrando all'interno del nucleo urbanizzato di Airuno, e procedendo su un tratto arginato fino a confluire nell'Adda.



Pagina | 2

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.1 Caratterizzazione geologica

Il bacino idrografico del Torrente Tolsera è suddivisibile in due distinti settori, corrispondenti relativamente al versante di monte, areale di affioramento del substrato roccioso e delle coperture di origine glaciale corrispondente alla porzione di bacino ricadente nel comune di Valgrehentino esteso fino all'abitato di Taiello (comune di Valgrehentino), ed alla piana alluvionale dell'Adda, caratterizzata dall'accumulo di potenti sequenze di sedimenti fluvio-lacustri. Ciascuno di questi settori presenta caratteristiche e problematiche geologiche specifiche e conseguente differenti fattori di potenziale dissesto e relative tipologie di rischio idrogeologico.

Dal punto di vista geologico il settore a monte è caratterizzato da substrato roccioso affiorante o subaffiorante, costituito prevalentemente da sequenze litologiche flyshoidi con tipiche alternanze arenaceo-pelitiche nettamente stratificate. Tali successioni sono caratterizzate da numerose derogazioni plicative a piccola scala, riconducibili sia ai particolari meccanismi deposizionali (frane sottomarine) sia alle deformazioni subite a seguito del raccorciamento crostale conseguente alle fasi dell'orogenesi Alpina. A grande scala la giacitura complessiva delle bancate risulta comunque sempre identificabile per un immersione verso Sud-Ovest con inclinazioni variabili da 0° a 50°

Il substrato roccioso risulta per lo più affiorante in corrispondenza delle incisioni torrentizie nelle porzioni di pendio a maggior acclività. Il substrato roccioso risulta per lo più mascherato da depositi di copertura regolistica e prevalentemente dai depositi morenici. Le problematiche relative al settore della piana alluvionale dell'Adda sono prettamente di tipo idrogeologico, ovvero sono in relazione al deflusso delle acque superficiali (ed al conseguente rischio di alluvionamento di settori di piana), ed al deflusso delle acque sotterranee (in particolare per le falde superficiali con limitata soggiacenza).

2.2 Analisi della dinamica geomorfologica

Particolare importanza riveste, ai fini della caratterizzazione del bacino è la rappresentazione di una serie di fenomeni di evoluzione delle forme del paesaggio, a seguito del disfacimento degli elementi morfologicamente rilevanti e della rielaborazione di questi da parte dell'azione degli agenti morfodinamici.

Nella "carta della dinamica morfologica" vengono rappresentate, con dei simboli indicativi, le tracce lasciate dai processi geomorfologici in atto nel bacino idrografico del Torrente Tolsera, ad eccezione di quelle già evidenziate sulla base topografica. Si tratta di processi esogeni, legati all'azione delle acque, del gelo e disgelo, dalla neve, della gravità e dell'uomo, alcuni dei quali agiscono arealmente sui versanti e quindi, non possono essere fedelmente riportati alla scala della rappresentazione cartografica. La corretta valutazione di tali processi consente di chiarire il quadro degli eventuali dissesti presenti nel bacino e di definire l'evoluzione potenziale.

Le forme di erosione dei versanti originatesi in seguito all'azione prevalente della gravità e sub ordinariamente a seguito dell'azione delle acque superficiali e dei processi crionivali e di gelo/disgelo, sono differenziate a seconda che il processo morfogenetico sia ancora attivo, quiescente o non più attivo.

Dal punto di vista geomorfologico il bacino idrografico del Torrente Tolsera presenta caratteristiche differenti tra il settore montano ed il settore della piana alluvionale dell'Adda.

I versanti montuosi sono infatti attualmente sede di medesimi processi morfodinamici caratterizzati da intensa degradazione fisica per l'azione specifica e/o concomitante esercitata dalle acque superficiali della gravità e per processi crionivali e di gelo e disgelo. L'evoluzione morfologica dei versanti risulta inoltre condizionata da diversi fattori quali la litologia, giacitura e grado di fratturazione del substrato roccioso, che risulta per lo più affiorante o sub affiorante sono nella fascia basale dei pendii, dall'orientazione dei versanti stessi e dalle caratteristiche climatiche dell'area. I processi morfodinamici in atto sono essenzialmente processi erosivi, ovviamente legati all'azione della gravità e delle acque superficiali incanalate che agiscono su di un paesaggio precedentemente modellato dall'azione glaciale, come testimoniato dalla presenza di terrazzi morfologici lungo i pendii.

I pendii, caratterizzati da substrato a litologia flyshoide piuttosto alterabile, si sviluppano con pendenza significativa in corrispondenza della dorsale sommitale del Monte Crosaccia, per poi degradare con minor acclività nel tratto mediano del versante, in corrispondenza dell'abitato di Aizurro (comune di Airuno), e nella settore basale, presso l'abitato di Miglianico (Comune di Valgrehentino). In corrispondenza di tali insediamenti si rilevano le coperture di origine glaciale a testimoniare l'azione di ablazione e deposito esercitata dai ghiacciai quaternari.

Localmente i versanti sono caratterizzati da scarpate e pareti rocciose acclivi, comunque di limitato sviluppo verticale eccetto lungo i versanti dei principali impluvi torrentizi, soggetti a degradazione accelerata. I processi erosivi interessano estesamente anche la copertura detritico-regolitica ed i depositi superficiali determinando, in particolare in concomitanza di elevati apporti meteorici, la potenziale instabilità delle stesse con rischio di scollamenti e franamenti. Esempi di tale dinamica sono individuabili:

- in prossimità dell'impluvio del Torrente Tolsera a valle della località Cerè;
- lungo la strada per Aizurro;
- a monte dell'abitato di Miglianico
- lungo l'impluvio posto a Sud della località Campiano.
- Lungo la strada che da Airuno porta a Valgrehentino, in corrispondenza della "località il Mulino".

Si evidenzia come l'estesa copertura arborea presente costituisca generalmente la protezione del terreno dall'azione erosiva delle acque superficiali non incanalate.

L'azione morfodinamica prevalente risulta essere quella esercitata dalle acque incanalate. Tutti i torrenti, sia in regime perenne sia a carattere stagionale, incidono profondamente i versanti e sono caratterizzati da alvei in continuo approfondimento. L'intensa azione erosiva esercitata dai corsi d'acqua in occasione di elevati apporti meteorici, può determinare situazioni di instabilità degli orli di scarpata fluviale per erosione laterale e, nei tratti più incisi degli impluvi, erosione al piede dei versanti interessati dallo scorrere dei torrenti, con l'eventuale attivazione di dinamiche di dissesto che possono causare il locale distacco di materiale ed il franamento in alveo che interessa sia il substrato che i terreni di copertura. Tale dinamica si riscontra in corrispondenza degli impluvi nella porzione montana del bacino idrografico, dove normalmente prevalgono dinamiche di erosione e trasporto. Lungo gli alvei torrentizi, nei tratti a minor pendenza, caratterizzati quindi da dinamiche di sovralluvionamento, sono presenti limitati depositi rappresentati da ciottolame e grossi blocchi.

I tratti dei corsi d'acqua potenzialmente soggetti a consistenti fenomeni di trasporto solido lungo gli alvei in occasione di elevate precipitazioni meteoriche, che possono eccezionalmente dar luogo a colate detritiche caratterizzati dal miscuglio di acqua, fango e materiale detritico conseguenti all'erosione e mobilitazione, da parte delle acque superficiali di ingenti quantità di detriti lungo le aste torrentizie e lungo i bacini di alimentazione. Fenomeni di tale natura possono verificarsi lungo il corso del torrente della Valcamoggia, l'impluvio posto a Sud della località Campiano ed in prossimità l'impluvio del Torrente Tolsera nella zona della località Miglianico.

Nella fascia immediatamente a ridosso della base dei pendii si hanno consistenti accumuli di materiale detritico, in particolare allo sbocco delle valli laterali a formare più o meno estese conoidi alluvionali, anche deposizione di materiale colluviale derivante dallo smantellamento del substrato e della coltre regolistica. Il passaggio tra a zona delle conoidi e la piana risulta evidente la classica morfologia a ventaglio del conoide quiescente prodotto dal torrente della Valcamoggia e il conoide relitto rilevabile presso nel settore apicale del Torrente Tolsera in corrispondenza delle località Miglianico.



2.3 Elementi della dinamica idrogeologica interferenti con il R.I.M.

Per semplicità di lettura si riportano di seguito gli stralci dei sottobacini principali discretizzati, in riferimento alla carta della dinamica geomorfologica allegata, alla quale si rimanda per la visione completa.

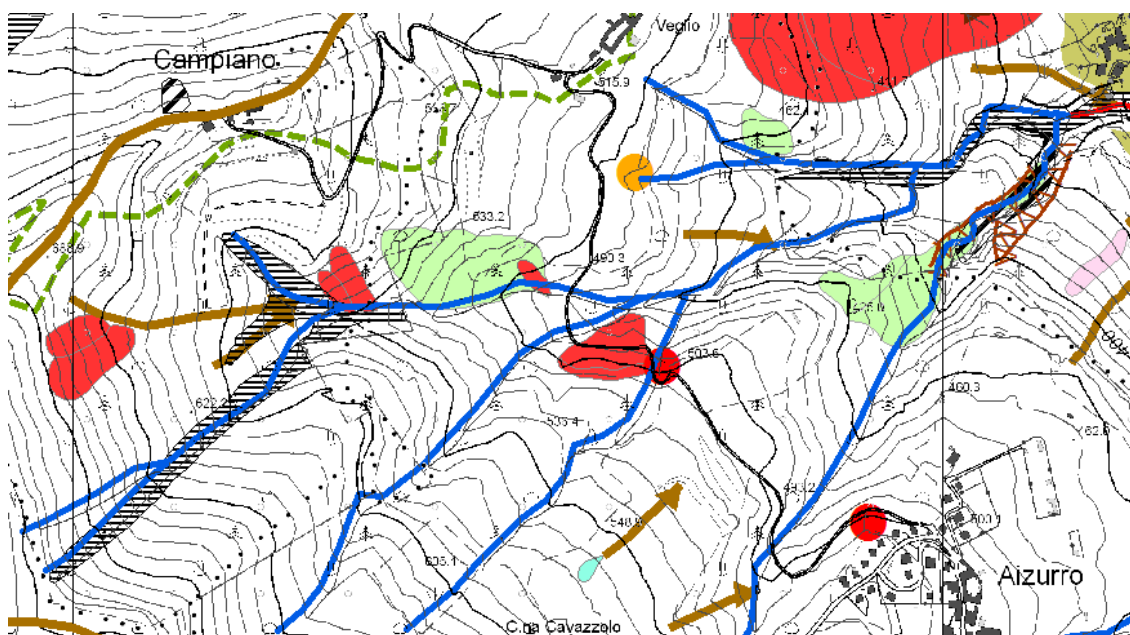


Figura 2: estratto carta della dinamica geomorfologica.

Il bacino idrografico del Torrente Tolsera posto a sud della località Campiano è caratterizzato da diverse zone soggette a dissesto idrogeologico come materializzato del database I.F.F.I. e indicato dal P.A.I (figura 2).

Nello specifico la cartografia I.F.F.I. pone l'attenzione su tre frane con cinematismo rotazionale/traslattivo quiescente rispettivamente a quota 650-700 m s.l.m., a quota 550-600 m s.l.m. e in un areale posto a quota 500 m s.l.m.. In particolare questi ultimi due dissesti interessano porzioni di versante prospicienti gli alvei del R.I.M.. Tale condizione, in occasione di elevate precipitazioni meteoriche può dar luogo a colate detritiche. Per di più si possono rilevare altre tre aree interessate da franamenti superficiali quiescenti. Oltre a ciò sulla carta viene localizzata puntualmente un'area di frana attiva non perimetrata posta a quota 500 m s.l.m. e un'area di frana quiescente a quota 490 m s.l.m.. Inoltre lungo gli impluvi non materializzati sulla C.T.R. si possono generare fenomeni di colamento rapido, che secondo la cartografia I.F.F.I. risultano essere quiescenti.

Passando al P.A.I, tale piano delimita due zone a pericolosità elevata, già interessate da fenomeni franosi di cui sopra, in particolare lungo gli impluvi compresi alle quote 550-740 m s.l.m., e gli impluvi prossimi al R.I.P. a monte dell'abitato di Miglianico.

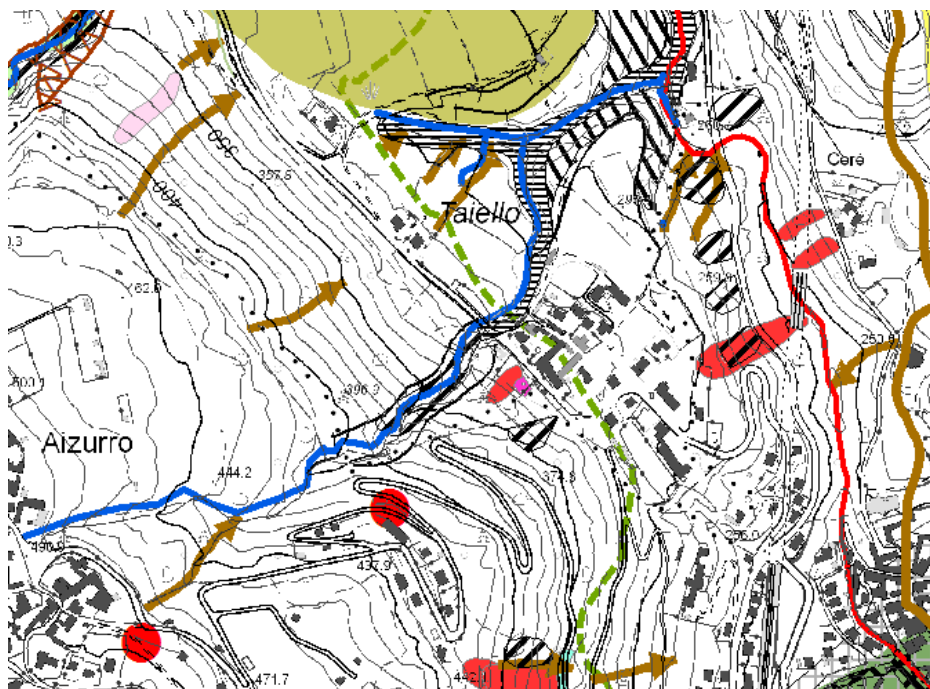


Figura 3: estratto carta della dinamica geomorfologica.

Il bacino idrografico del torrente che nasce dall'abitato di Aizurro e attraversa la frazione di Taiello raggiungendo poi il Torrente Tolsera (figura 3).

Dall'abitato di Taiello il percorso dell'asta fluviale risulta perimetrato dal P.A.I. come area a pericolosità elevata per le esondazioni, mentre i versanti prossimi al Torrente Tolsera sono perimetrali come aree di Frana quiescente. Inoltre lungo gli impluvi non materializzati sulla C.T.R. si possono generare fenomeni di colamento rapido, che secondo la cartografia I.F.F.I. risultano essere quiescenti. Non da meno è la presenza puntuale di due aree di frana attiva non perimetrata poste rispettivamente a quota 420 m s.l.m. lungo la strada che da Airuno porta ad Aizurro e, a quota 490 s.l.m. a Sud-Est dell'abitato di Aizurro.

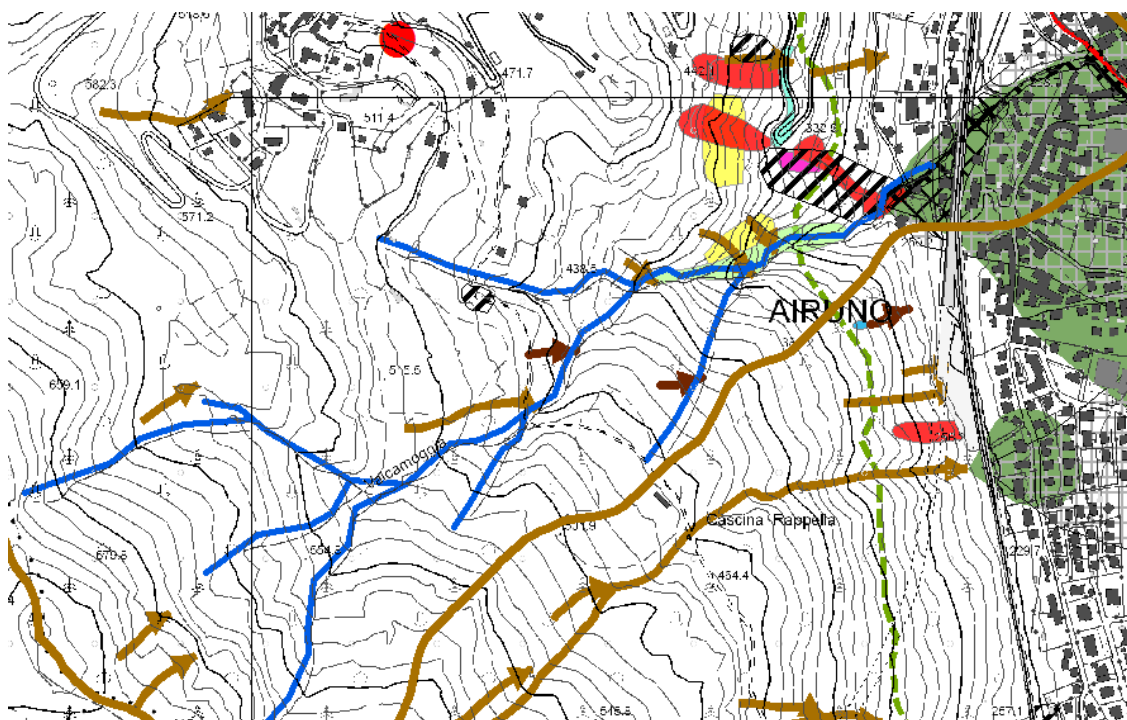


Figura 4: estratto carta della dinamica geomorfologica.

L'ambito del sottobacino idrografico del Torrente Valcamoggia (figura 4) risulta essere interessato da numerosi fenomeni di dissesto idrogeologico, in particolare lungo il versante idrografico sinistro del corso d'acqua tra quota 200 m s.l.m. e 450 m s.l.m.

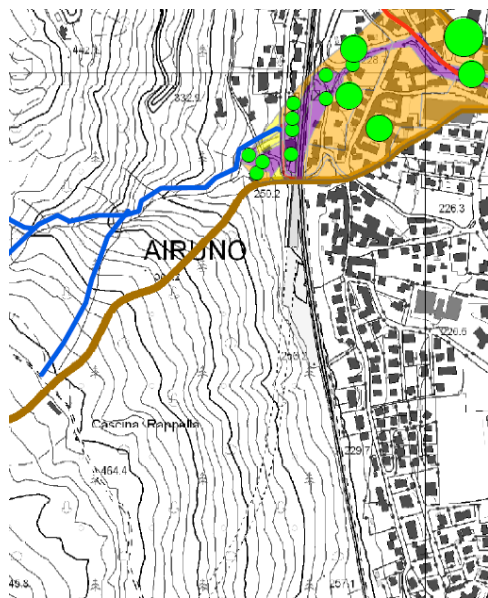
Nello specifico la cartografia I.F.F.I. pone l'attenzione su tre frane con cinematisma rotazionale/traslattivo attivo e una frana con analogo cinematisma ma attualmente quiescente. In particolare due di esse risultano interessare il versante a monte della strada che collega Airuno con Aizurro precisamente a quote comprese tra i 300-350 m s.l.m., con la presenza di affioramenti rocciosi soggetti a fenomeni di crollo.

La terza area di frana attiva risulta adiacente con quella cartografata come quiescente, ed è localizzabile a valle del primo tornante della strada che collega appunto Airuno con Aizurro. Altresì, a conferma del dissesto il P.A.I. delimita tale zona come area di frana attiva. Tali fenomeni oltre che interessare marginalmente le isolate abitazioni, possono favorire la formazione di colate detritiche che incanalandosi nel corso d'acqua della Valcamoggia potrebbero raggiungere il tratto tombinato al di sotto dell'attuale linea ferroviaria Milano-Lecco.

Inoltre lungo gli impluvi non materializzati sulla C.T.R. si possono generare fenomeni di colamento rapido, che secondo la cartografia I.F.F.I. risultano prevalentemente a carattere quiescente con la presenza di alcuni fenomeni attivi.

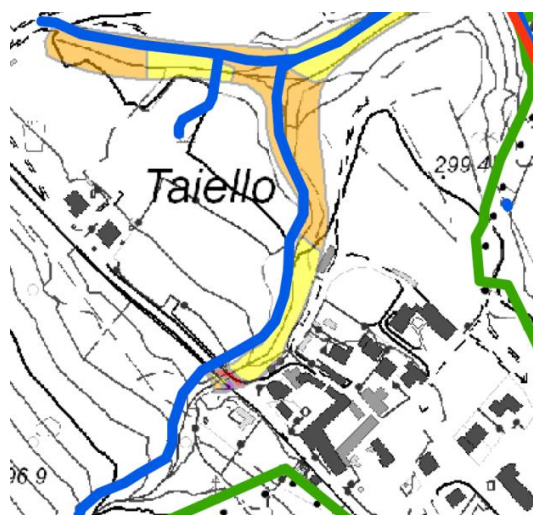
2.4 Elementi di rischio interferenti con il R.I.M.

Di seguito si riportano i riferimenti delle aree di rischio desunte dal Piano di Gestione delle Alluvioni classificate come R3 e R4. Per le aree di rischio R1 e R2 si rimanda alla lettura della tavola T3 della monografia di bacino.



Il tratto finale del Torrente Valcamoggia fino alla confluenza con il Torrente Tolsera, secondo il P.G.R.A., ricade in area a rischio molto elevato (R4) e secondariamente in aree a rischio moderato. 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. Si noti che nel tratto evidenziato il torrente è intubato per una lunghezza superiore a 200m in ambito urbano. La confluenza della Valcamoggia avviene all'interno del tratto urbano a sua volta tombinato del Torrente Tolsera. Con rimando alle monografie di approfondimento relative all'idraulica del torrente Tolsera (reticolo idrico principale), si richiama come tale attraversamento risulti abbondantemente sottodimensionato per il passaggio della piena della sola asta principale.

Figura 5. Estratto tavola degli elementi di rischio – Valle Camoggia

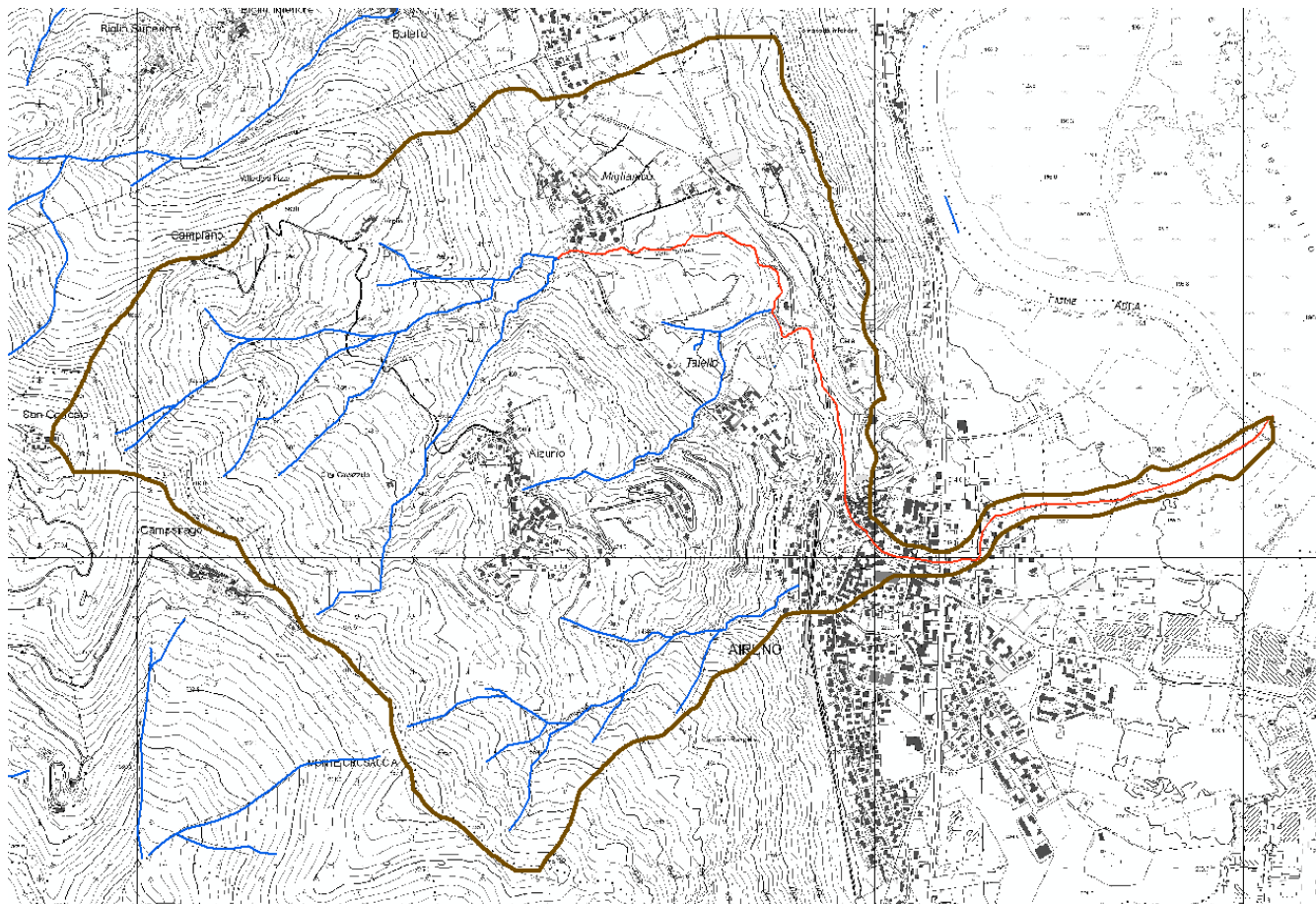


In corrispondenza dell'attraversamento della strada che collega le località Taiello e Miglianico (via Belvedere) si segnala punto classificato a rischio R4 e R3, dovuto alla presenza dell'attraversamento con luce inadeguata e mal regimazione dell'alveo.

Figura 6. Estratto tavola degli elementi di rischio – via Belvedere

3.0 INQUADRAMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL BACINO

La superficie del bacino del torrente Tolsera è pari 3,08 km², l'asta principale del torrente si snoda per una lunghezza di 4,40 km con una pendenza media del 11,4 %, il bacino idrografico parte da una quota massima di 846 m s.l.m. fino a 197 m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel fiume Adda. L'altitudine media del bacino risulta essere di 453,12 m s.l.m.



Estratto CTR – Bacino idrografico del torrente Tolsera

TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

Per il calcolo della portata di massima piena è stato innanzitutto stimato il tempo di corrivazione, utilizzando la formula di Giandotti, la quale è in funzione della superficie del bacino idrografico (S) in km², della quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (H) espressa m e della lunghezza dell'asta principale (L) in km.

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

Il tempo di corrivazione nel caso del torrente Tolsera è risultato essere pari a 1,03 ore.

PREVISIONE DEGLI AFFLUSSI

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è stata effettuata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione h alla sua durata d , per un assegnato tempo di ritorno T . La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una funzione del tipo:

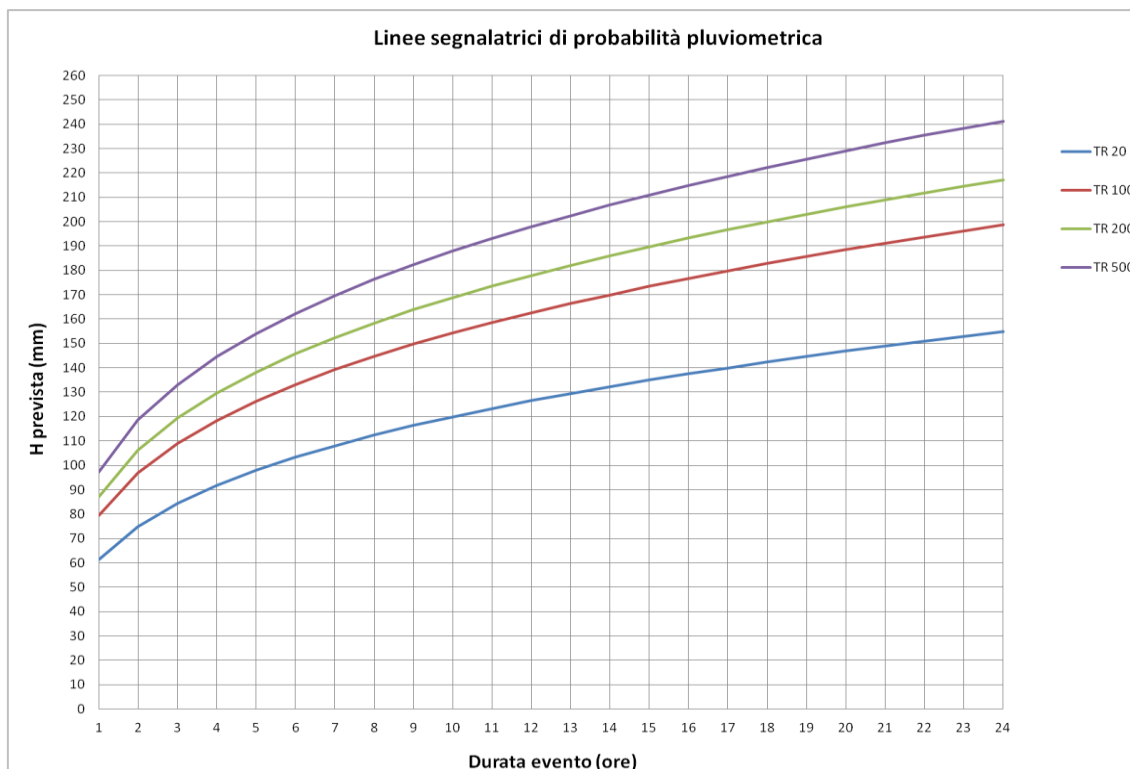
$$h(d,T) = a d^n$$

in cui i parametri a ed n dipendono dallo specifico tempo di ritorno T considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica è stata effettuata sulla base dei i parametri stimati dall'Autorità di Bacino ed in particolare dall'allegato 3 alla Direttiva PAI: *Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*. Sono state dapprima identificate le celle del reticolo chilometrico di riferimento all'interno delle quali è contenuto il bacino idrografico e poi sono stati individuati per tali celle i parametri a e n delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

CELLA PAI	a Tr20	nTr20	aTr100	nTr100	aTr200	nTr200	aTr500	nTr500
DL66	61,95	0,296	80,32	0,294	88,11	0,293	98,44	0,291
DL67	61,73	0,291	80,16	0,288	87,95	0,287	98,3	0,286
DM66	60,7	0,293	78,63	0,289	86,22	0,288	96,29	0,286
DM67	60,51	0,288	78,5	0,283	86,1	0,282	96,2	0,28

Parametri a e n per le celle del reticolo chilometrico del bacino del torrente Tolsera



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

La durata critica dell'evento meteorico è stata assunta pari al tempo di corrivazione T_c del bacino. Per tale tempo di progetto per il bacino in esame sono stati ottenuti i seguenti valori di massima precipitazione espressi in mm:

T	h(t)
---	------

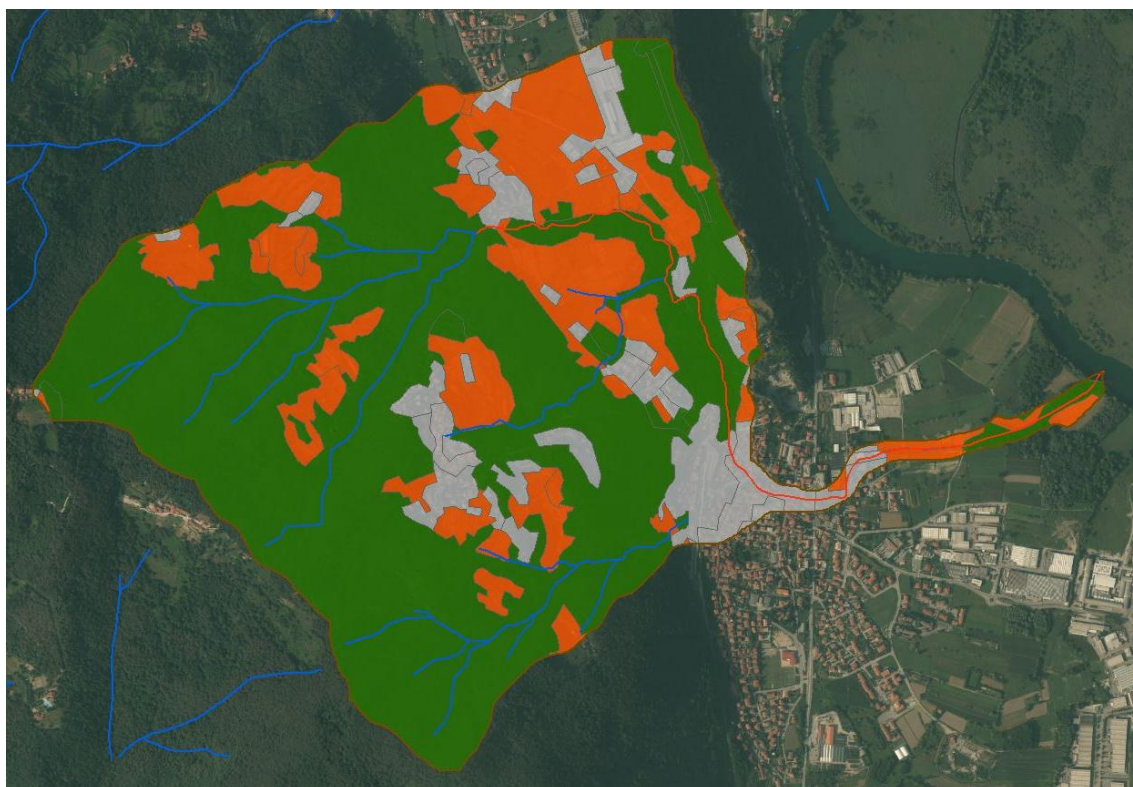
20	61,76
100	80,09
200	87,85
500	98,14

Altezza di pioggia per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni (durata critica = T_c)

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

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.



Legenda

-  Aree urbanizzate
-  Aree agricole
-  Aree boscate

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

Come si può notare dall'immagine sovrastante, il bacino idrografico del torrente Tolsera nella sua parte alta è caratterizzato in prevalenza da territori boscati e seminaturali, mentre nella parte bassa prevalgono le

zone urbanizzate e i terreni destinati all'agricoltura. I valori di superficie delle tre diverse categorie DUSAF e conseguentemente il valore del coefficiente c per l'intero bacino sono sintetizzati dalla seguente tabella:

	A (km ²)	c
Area urbanizzata	0,37	0,75
Area agricola	0,67	0,40
Area boscata	2,04	0,30
Media pesata sull'area →	0,38	

Calcolo del coefficiente di deflusso c

PORTATE DI MASSIMA PIENA

Per la stima della porta liquida si è utilizzata la formula del Metodo Razionale:

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

in cui c è il coefficiente d'afflusso caratteristico del bacino idrografico, i è l'intensità della pioggia corrispondente alla durata critica, ovvero alla durata che dà luogo al massimo valore della portata al colmo (mm/h), A è la superficie complessiva del bacino idrografico (km²).

La portata solida è invece stata calcolata mediante le formulazioni di:

- Smart & Jaegge (applicabile per 3% < if < 20%)
- Richenmann (applicabile per 7% < if < 20%)
- Mizuyama e Shimohigashi (applicabile per 10% < if < 20%)
- Mizuyama (applicabile per 10% < if < 20%)

le quali legano la portata solida della corrente alla sua porta liquida Q_{LIQ} e alla pendenza media del fondo if.

Le formulazioni sopracitate sono state utilizzate in funzione del loro campo di applicabilità, considerando che la pendenza media del torrente Tolsera risulta essere del 11,4 %, e adottando per il calcolo della portata complessiva il valor medio dei risultati delle diverse formule. Sono stati dunque ottenuti i seguenti valori di portata complessiva solido-liquida (si noti che per portate al colmo con tempo di ritorno di 20 anni, il trasporto solido si considera trascurabile):

TR	Q_{LIQ} (m ³ /s)	Q_s (m ³ /s)	Q_{TOT} (m ³ /s)
20	19,27	-	19,27
100	24,99	2,09	27,08
200	27,41	2,29	29,70
500	30,62	2,56	33,18

Valori di portata al colmo per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni