



COMUNE DI COSTA VOLPINO

Provincia di Bergamo

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57 L.R. 11-03-2005 n. 12

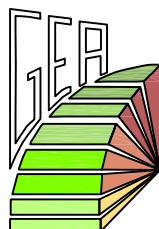
TITOLO ELABORATO

RELAZIONE PGT

N. PRATICA	TIPOLOGIA	FASE PROG.	SCALA	ELABORATO
19_144	PGT	DEFINITIVA	-	A

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Febbraio 2021	Prima Emissione
1	Giugno 2021	Aggiornamento a seguoto di parere Regione Lombardia
2	-	-
3	-	-

PROGETTISTI



Studio G.E.A.

24020 RANICA (Bergamo)
Via Patta, 30/D
Telefono e Fax: 035.340112
E - Mail: gea@mediacom.it

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n. 258

Dott. Ing. FRANCESCO GHILARDI
iscritto Ord. Ing. Prov. BG n. 3057



SOMMARIO

1. PREMESSA	3
1.1. Obiettivi e quadro normativo di riferimento	3
1.2. Articolazione del lavoro e rapporti con gli studi geologici precedenti ..	5
1.3. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni	9
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	10
3. DISSESTI DEL P.A.I. E P.G.R.A.	11
3.1. Criteri di realizzazione della cartografia	11
3.1.1. Dissesti secondo l'Elaborato 2 del P.A.I.....	11
3.1.2. Fasce fluviali P.A.I.....	12
3.2. Recepimento P.G.R.A.	22
3.2.1. Tracciamento delle aree ACL	23
3.2.2. Valutazione delle condizioni di rischio negli ambiti P.G.R.A. - R4.....	28
4. VINCOLI	33
4.1. Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli	37
5. SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI	39
5.1. Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi	39
5.2. Individuazione delle aree di criticità	41
6. FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	44
6.1. Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità	44
6.2. Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio	45
6.3. Differenze introdotte dalla variante geologica	50
7. NORME GEOLOGICHE DI PIANO	51
8. VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO	52
9. CONCLUSIONI	56
10. BIBLIOGRAFIA	59





1. PREMESSA

1.1. Obiettivi e quadro normativo di riferimento

Il Comune di Costa Volpino (BG) ha incaricato lo scrivente Studio G.E.A. di predisporre l'adeguamento dello studio geologico del territorio comunale, a seguito della **Variante Generale al PGT - 2020** redatta secondo i criteri stabiliti nella Legge 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il Governo del Territorio".

Nel Titolo II, art. 57 comma 1 della summenzionata legge, ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, è previsto che:

- a) il documento di piano contenga la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta Regionale, sentite le Province, entro tre mesi dall'entrata in vigore della L.R. n.12/05
- b) il piano delle regole contenga:
 1. il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del P.T.C.P. e del Piano di Bacino;
 2. l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, secondo i criteri e gli indirizzi di cui alla lettera a), nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate in ordine alle attività di trasformazione territoriale, compresa l'indicazione di aree da assoggettare a eventuali piani di demolizione degli insediamenti esistenti, ripristino delle condizioni di sicurezza, interventi di rinaturalizzazione dei siti o interventi di trasformazione urbana, PRU o PRUSST.

Il lavoro è stato condotto secondo quanto disposto nei "*Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, N. 12*"



(D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374) e della D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616.

Inoltre, con il presente Studio il Comune di Costa Volpino si adegua alla D.G.R. 6738 del 19/06/2017 ed attua le disposizioni in riferimento all'attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni nel settore Urbanistico e di pianificazione dell'emergenza.

Lo studio geologico proposto contiene il quadro del dissesto derivante da valutazioni di maggior dettaglio rispetto ai dati contenuti nel primo livello di approfondimento dei P.T.C.P., e sarà perciò strumento di riferimento una volta raggiunta la compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

Lo studio illustrato in queste pagine, redatto secondo i riferimenti normativi citati, è costituito dalla presente relazione tecnica, dalla relativa cartografia e delle Norme Tecniche di Attuazione.

Per i rilievi di terreno e la rappresentazione grafica dei dati è stato utilizzato, come base topografica, il rilievo aerofotogrammetrico del comune in scala 1:2000.

Ciò che emerge da questo studio è una sintesi geoambientale di carattere interpretativo, che non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico - tecnici, né esime l'Amministrazione Comunale ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico ed ambientale.

Essendo uno strumento a supporto della programmazione, l'obiettivo di questo studio è quello di raccogliere i principali parametri geologici delle aree esaminate e di evidenziare la vocazione delle stesse e le limitazioni d'uso del territorio per una corretta ed efficace gestione delle risorse; in particolare si fa riferimento alle previsioni della nuova variante urbanistica, al fine di valutarne la fattibilità, predisponendo nel contempo i provvedimenti di salvaguardia e valorizzazione del



patrimonio naturale.

1.2. Articolazione del lavoro e rapporti con gli studi geologici precedenti

Nelle prime fasi dello studio si è proceduto alla raccolta ed alla valutazione dei dati geologici ed ambientali reperibili in bibliografia, riguardanti il territorio comunale di Costa Volpino e di alcuni dei comuni limitrofi, nonché l'intero territorio provinciale. Sono stati effettuati anche rilevamenti geologici e sopralluoghi mirati soprattutto nelle aree più critiche del territorio comunale.

Il primo studio geologico per il comune di Costa Volpino è datato 1999 redatto dallo Studio GeoTer a supporto del PRG.

Successivamente, il comune di Costa Volpino si è adeguato alla L.R. 12/2005 con la redazione del primo studio geologico di supporto al P.G.T., redatto dallo scrivente Studio GEA nel giugno 2008.

All'interno dello studio si è dato corso al rilevamento geologico e geomorfologico in scala 1:2.000 del territorio comunale. Dal confronto dei diversi tematismi con lo stato di fatto antropico si è infine giunti alla predisposizione della cartografia di sintesi (Carta dei Vincoli, Carta di Sintesi) e della conseguente cartografia di proposta (Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano) nonché all'analisi sismica di I e di II livello.

La cartografia proposta comprende tavole realizzate a varie scale: 1:10.000 per la corografia ed alcune carte di approfondimento/proposta, 1:5.000 per le tavole di inquadramento generale, ed infine 1:2.000 (scala del piano urbanistico) per le tavole di approfondimento/integrazione e di proposta.

Successivamente, nel Novembre 2013 è stato prodotto un aggiornamento della componente geologica a cura dello Studio Ecogeo s.r.l. (Dott. Geol. Diego Marsetti), successivamente aggiornato alla vigente versione nel Maggio 2016, all'interno del quale veniva recepita la Proposta preliminare degli interventi inerenti alla messa in sicurezza del tratto in sinistra idrografica del Fiume Oglio a valle del ponte della S.S. 42" a firma dello Scrivente Studio G.E.A.



Per la variante attuale (Variante generale del P.G.T. – 2020) gli scriventi hanno recepito quest'ultima versione dello Studio, integrandola per i seguenti aspetti:

- Viene recepita la “*Variante PAI per la modifica delle fasce fluviali del fiume Oglio sopralacuale*” con procedura conclusasi con decreto n. 472 del 24 dicembre 2020.
- Vengono recepite le varie opere così come indicate nella “*Relazione di Compatibilità Idraulica entro i territori compresi tra il limite B di progetto e il limite di Fascia C in attuazione delle disposizioni regionali approvate con D.G.R. n. x/6738 del 19/06/2017*” e s.m.i, redatta dagli scriventi nell'agosto 2018.

A tal proposito si rimanda alla relazione di collaudo della struttura, redatta il 26/10/2018 dal Dott. Ing. Ghilardi Francesco.

- Viene recepito lo “*Studio Idraulico di dettaglio dei Fiume Oglio in Comune di Costa Volpino ai sensi della D.G.R. n. x/6738 di Giugno 2017*” redatto dagli scriventi nel luglio 2019.



La tabella seguente riassume la composizione finale del pacchetto completo del nuovo studio geologico:

COMPOSIZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO IN AGGIORNAMENTO		
CARTOGRAFIE	SCALA	REDATTORE
Tavola 1a – Carta della Pericolosità Sismica Locale – Analisi di 1° e 2° Livello – SETTORE NORD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 1a – Carta della Pericolosità Sismica Locale – Analisi di 1° e 2° Livello – SETTORE SUD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 2 – Carta del dissesto con legenda uniformata P.A.I. – P.G.R.A.	1:10000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 3A – Carta dei Vincoli – SETTORE NORD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 3B – Carta dei Vincoli – SETTORE SUD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 4A – Carta di Sintesi – SETTORE NORD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 4B – Carta di Sintesi – SETTORE SUD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5A - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano – SETTORE NORD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5B - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano – SETTORE SUD	1:5000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5C - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5D - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5E - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5F - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5G - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5H - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5I - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5L - Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021
Tavola 5m – Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano <i>Aggiornamento del mosaico Regionale</i>	1:10000	Studio Eurogeo 2016 Studio GEA - agg. 2021

Composizione del pacchetto della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio *in variante*

Si allega inoltre la Tavola n. 6 contenente la Carta della Pericolosità Idraulica in stralcio alla documentazione del Documento Semplificato del Rischio Idraulico.



N.B.: sono altresì da tenere in considerazione tutti gli eventuali studi di approfondimento, di qualsiasi Professionista, eseguiti nel corso degli anni, e che hanno contribuito alla ridefinizione delle classi di rischio e/o degli ambiti di fattibilità per determinate aree del territorio comunale.

Con lo studio odierno di supporto alla nuova prima variante del PGT vengono mantenute inalterate le carte di base, mentre si esegue una revisione generale:

- "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano"
- "Carta di individuazione delle fasce P.A.I. + P.G.R.A."
- "Carta di sintesi"
- "Carta dei vincoli"

Per quanto riguarda la componente sismica dello Studio, non si apportano sostanziali modifiche.

N.B: La presente relazione tecnica è stata aggiornata, assieme alla documentazione tecnica costituente lo Studio Geologico (Relazioni e Tavole), a seguito del parere di Regione Lombardia.



1.3. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

In virtù dell'approvazione del **“Piano di Gestione del Rischio delle alluvioni nel distretto del Po (PGRA)”** “in conformità agli artt. 7 e 8 della Direttiva 2007/60/CE, dell’art. 7 del D.lgs. n. 49/2010, nonché dell’art. 4 del D.L.gs. n. 219/2010 le suddette fasce sono state sovrapposte alle mappe di rischio di esondazione proprie del PGRA.

In accordo con la d.g.r. x/6738 di giugno 2017, sono stati recepiti gli ambiti R.S.C.M. (Reticolo Secondario Collinare Montano) e A.C.L. (Aree Costiere Lacuali).

Per quanto concerne il Reticolo Principale, viene recepito quanto indicato sempre all'interno della d.g.r. x/6738 punto 3.1.4. dell'allegato A *“Fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni restano in vigore. In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva.”*



2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Costa Volpino si colloca in Val Camonica, a nord del Lago d'Iseo, che ne determina il confine meridionale.

Esso confina a nord con Songavazzo, a NE con Rogno, a est ed a SE con Piano Camuno e con Pisogne, a ovest con Lovere e Bossico

Il territorio comunale, che si sviluppa in direzione prevalentemente N-S, è suddivisibile in due ambiti geografici distinti: la porzione sud – sud est è costituita dalla piana alluvionale del fiume Oglio, mentre l'angolo sud è posto sul Lago d'Iseo; la porzione nord e nord-occidentale si sviluppa lungo il versante destro della Valle Camonica fino alla quota di 1700 m c.a. (Monte Alto +1720 m s.l.m.)

Il nucleo storico del comune è concentrato lungo il conoide della Val Supino, con sviluppo sulla destra idrografica dell'Oglio.

Mentre, soprattutto a partire dagli anni 80-90, lo sviluppo urbanistico si è concentrato negli ambiti di piana alluvionale (loc. San Fermo, Zoncone, ecc.), con destinazione mista sia residenziale che produttiva.

Lungo la sponda sinistra della Valle di Rescudio, che definisce il confine comunale con Lovere e Bossico, sono presenti varie frazioni, a destinazione prevalentemente residenziale: Branico, Flaccanico, Qualino e Ceratello.

Sono altresì presenti, disseminate nel territorio montano, varie realtà rurali isolate.

Sono inoltre presenti degli ambiti di ex-cava (loc. Volpino) ed ambiti di cava attiva (ATEg25 e ATEc16) in condivisione con il Comune di Rogno.



3. DISSESTI DEL P.A.I. E P.G.R.A.

- **TAVOLA N. 2 – CARTA DI INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE P.A.I. – P.G.R.A.**
- **TAVOLA N. 3 – CARTA DEI VINCOLI**
- **TAVOLA N. 4 – CARTA DI SINTESI**

3.1. Criteri di realizzazione della cartografia

3.1.1. Dissesti secondo l'Elaborato 2 del P.A.I.

La cartografia dei dissesti con legenda uniformata P.A.I. e P.G.R.A. recepisce, per quanto riguarda il quadro dissesti, quanto presente nello Studio Geologico vigente (Eurogeo, 2016) senza modifiche.

Nel territorio comunale di Costa Volpino sono presenti i seguenti dissesti (Elaborato 2 del P.A.I.) riportati nella cartografia dedicata:

- Frane: aree di frana attiva (Fa), frana quiescente (Fq) e frana stabilizzata (Fs);
- Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo i corsi d'acqua: Ambiti a pericolosità molto elevata (Ee);
- Trasporto in massa su conoidi: area di conoide attivo non protetta (Ca) ed aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cp);
- Valanghe: aree a pericolosità molto elevata o elevata (Ve).

Sono inoltre presenti perimetrazioni di rischio idrogeologico molto elevato, così come indicate nell'allegato 4.1 all'elaborato 2 del P.A.I. in ambito di conoide (Conoide – Zona 1 e Conoide – Zona 2) in riferimento al conoide della Val Supino.

Per quanto riguarda l'ambito di esondazione – Zona B-Pr presente in sponda sinistra del Fiume Oglio (143-LO-BG) questa viene definitivamente eliminata in virtù del completamento delle opere di regimazione idraulica in sponda sinistra del Fiume Oglio.



Nello specifico, si fa riferimento alla realizzazione del tratto di difesa spondale (muro d'argine) così come da Parere della Regione Lombardia del 10/10/2014 *“la modifica della perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato 143-LO-BG è subordinata alla completa realizzazione e collaudo degli interventi, così come definiti nel progetto degli interventi per la messa in sicurezza del tratto in sinistra idrografica del fiume Oglio a valle del ponte della strada SS42, su cui la Sede Territoriale di Bergamo ha già dato il nulla osta idraulico; la nuova perimetrazione entrerà in vigore a seguito della variante urbanistica, secondo le procedure di cui alla l.r. 12/05, che recepisca le risultanze delle valutazioni contenute nello studio in oggetto e nel progetto degli interventi”*.

Essendo stata realizzata l'opera e collaudata, con relazione di collaudo emessa in data 26/10/2018 a firma del direttore lavori Dott. Ing. Ghilardi Francesco, nella presente variante al Piano si recepisce quanto sopra.

3.1.2. Fasce fluviali P.A.I.

Il presente aggiornamento della componente geologica del P.G.T. di Costa Volpino recepisce la Variante PAI per la modifica delle fasce fluviali del Fiume Oglio sopralacuale.

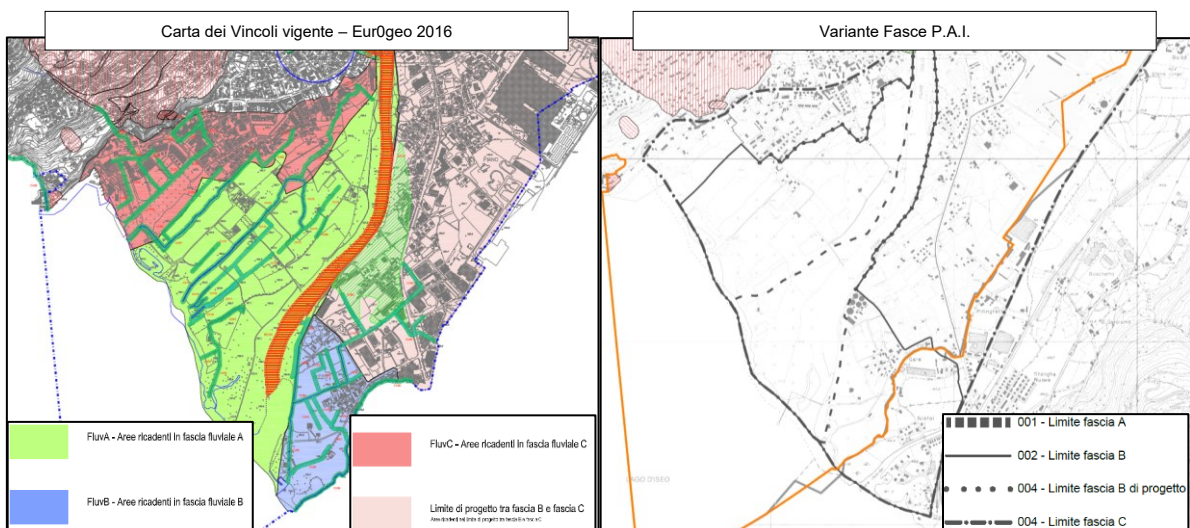


Figura 1 – Raffronto tra la vigente perimetrazione delle fasce fluviali (Eurogeo, 2016) e la variante delle fasce fluviali P.A.I. dell'Oglio sopralacuale recepito nel presente aggiornamento alla componente geologica del P.G.T. di Costa Volpino.



La Variante alle fasce P.A.I. propone consistenti modifiche alle fasce soprattutto per quanto riguarda la porzione di valle del fiume Oglio, ovvero quella prossimale al Lago d'Iseo.

Come osservabile dalle cartografie soprariportate, l'ambito di Fascia A viene fortemente ridimensionato al colo alveo del Fiume Oglio ed alla sua foce, con particolare impatto sulla sponda di destra.

Difatti, gli ambiti in fascia fluviale A in sponda destra passano quasi totalmente in fascia fluviale B, con limite di fascia di progetto. Non si individuano, a grande scala, particolari modifiche al limite di Fascia C.

A meno delle porzioni di territorio che risentono direttamente delle alluvioni di carattere anche lacuale, e di due ambiti in prossimità del confine comunale con Rogno, il limite di fascia B viene sempre definito di progetto.

Per gli ambiti territoriale che ricadono in fascia C e sono delimitati dal limite di fascia C ed il limite di fascia B di progetto, vengono proposte delle sottoperimetrazioni che tengono in considerazione i già citati interventi svolti in sponda sinistra dell'Oglio e lo Studio Idraulico svolto dallo Scrivente Studio G.E.A. nel Luglio 2019.

Per quanto riguarda la sponda sinistra: il vigente Studio Geologico prevede 3 sottoclassi: R4b, R3a e R3b, determinate in conformità alle direttive contenute nell'Allegato 3 "*Indirizzi per la valutazione delle condizioni di rischio nei territori in fascia C delimitati con segno grafico come <<limite di progetto tra la fascia B e la fascia C>> - metodo di approfondimento*" della D.G.R. 11-12-2002 n. 7/7365 relativa all'attuazione del P.A.I. in campo urbanistico (art. 17 comma 5 della L. 18-05-1898 n. 183).

Il completamento delle opere consente di eliminare in toto la sottozona R4b a valle del ponte della S.S. 42, mentre per quanto riguarda l'ambito a monte del ponte, questo passa in fascia fluviale B (area ricompresa tra la fascia fluviale A e la fascia fluviale B) e non è quindi più assoggettabile a sotto perimetrazioni.



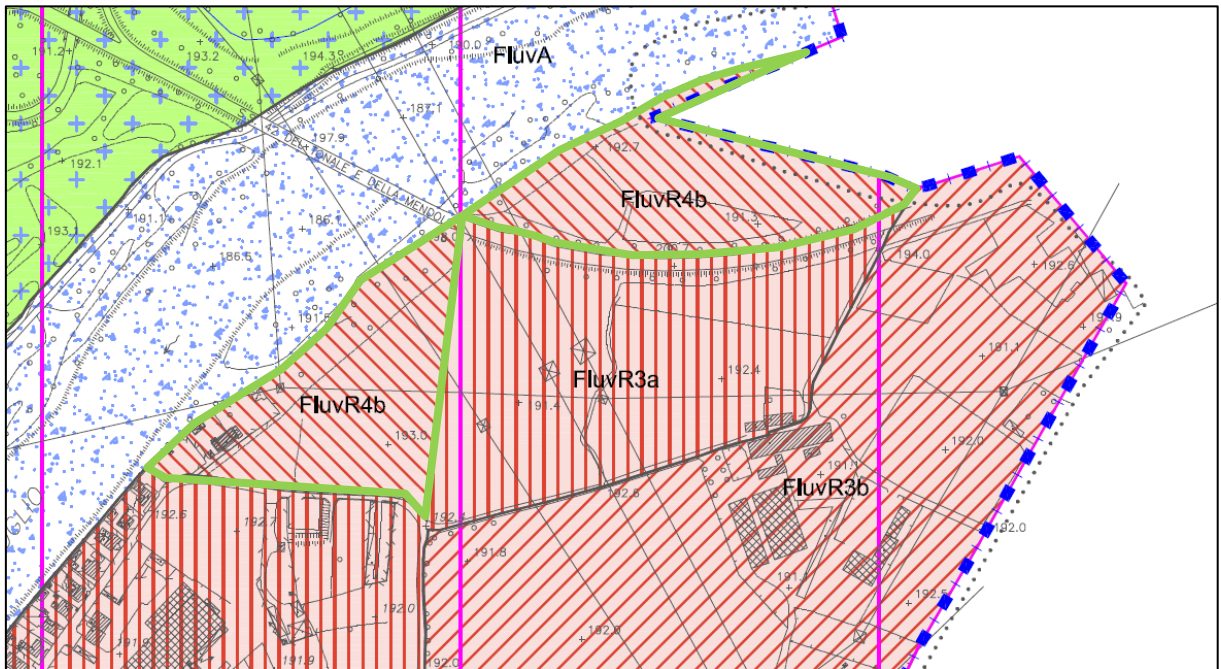


Figura 2 – Carta di Sintesi del vigente studio geologico con evidenziate le sottozone R4b eliminate dalla presente variante.

Some dimostrato dai succitati studi, la realizzazione delle opere consente di limitare fortemente i rischi derivati dalle esondazioni dei Fiume Oglio. Pertanto, le sottozone di cui al vigente studio vengono così recepite e modificate:

- La sottozona R3b diviene R1, con medesima perimetrazione;
- La sottozona R3a, unitamente alla sottozona Ra4 a valle del ponte, passano in sottozona R2.

Le nuove perimetrazioni vengono riportate nell' stralcio cartografico che segue.



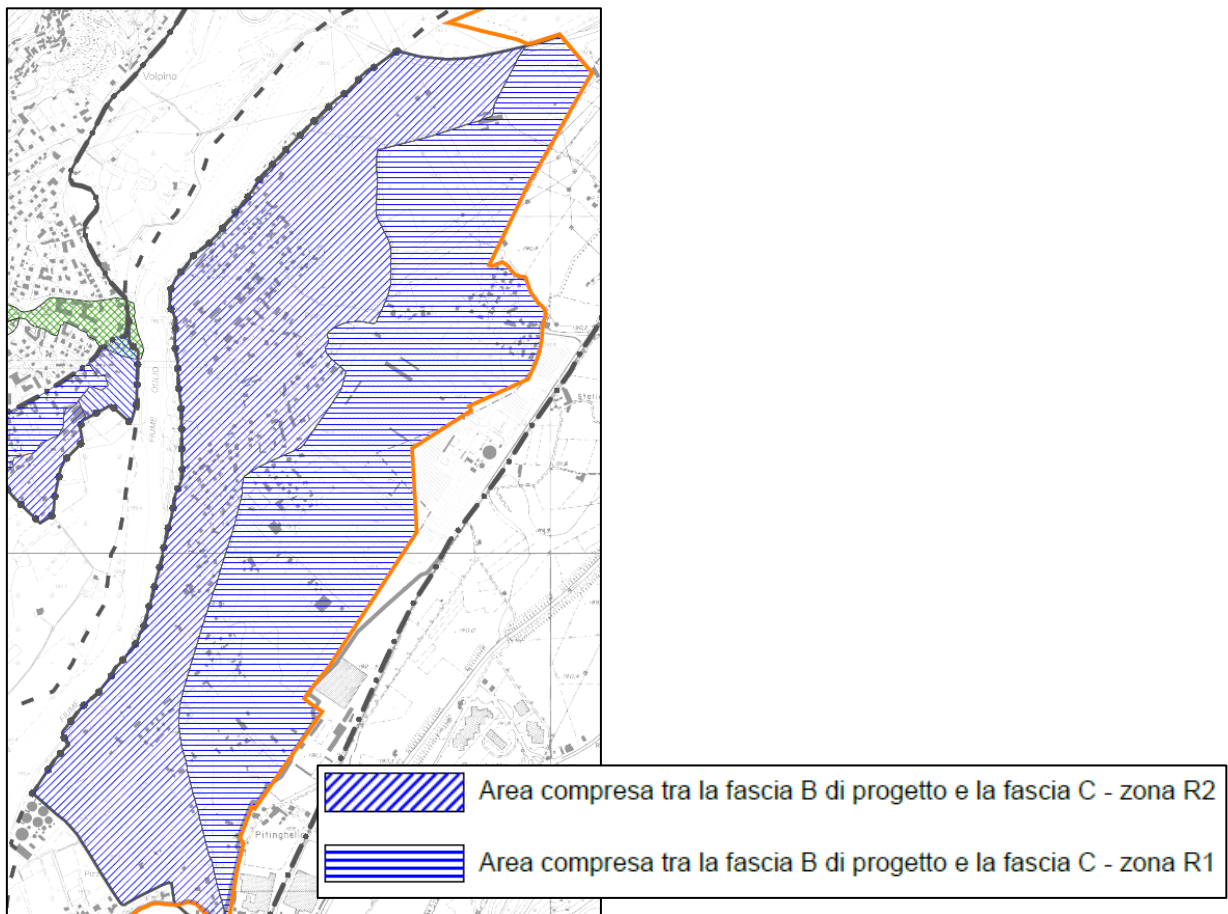


Figura 3 – Nuova sottozonazione della fascia C nel tratto ricompreso tra il limite di progetto della fascia B ed il limite di fascia B per la sponda sinistra dei Fiume Oglio in comune di Costa Volpino

Per quanto riguarda la sponda destra, il vigente studio geologico vedeva la fascia C posta tra il limite di fascia A sovrapposto B ed il limite di fascia C e, pertanto, senza sotto zonazioni.

Cona il recepimento della variante alle fasce P.A.I. l'ambito è passato in fascia C delimitata dal limite di progetto tra la fascia B e la fascia C.

Gli ambiti di sottozonazione vengono definiti sulla scorta dello Studio di Compatibilità Idraulica redatto dallo Scrivente Studio GEA nel luglio 2019.



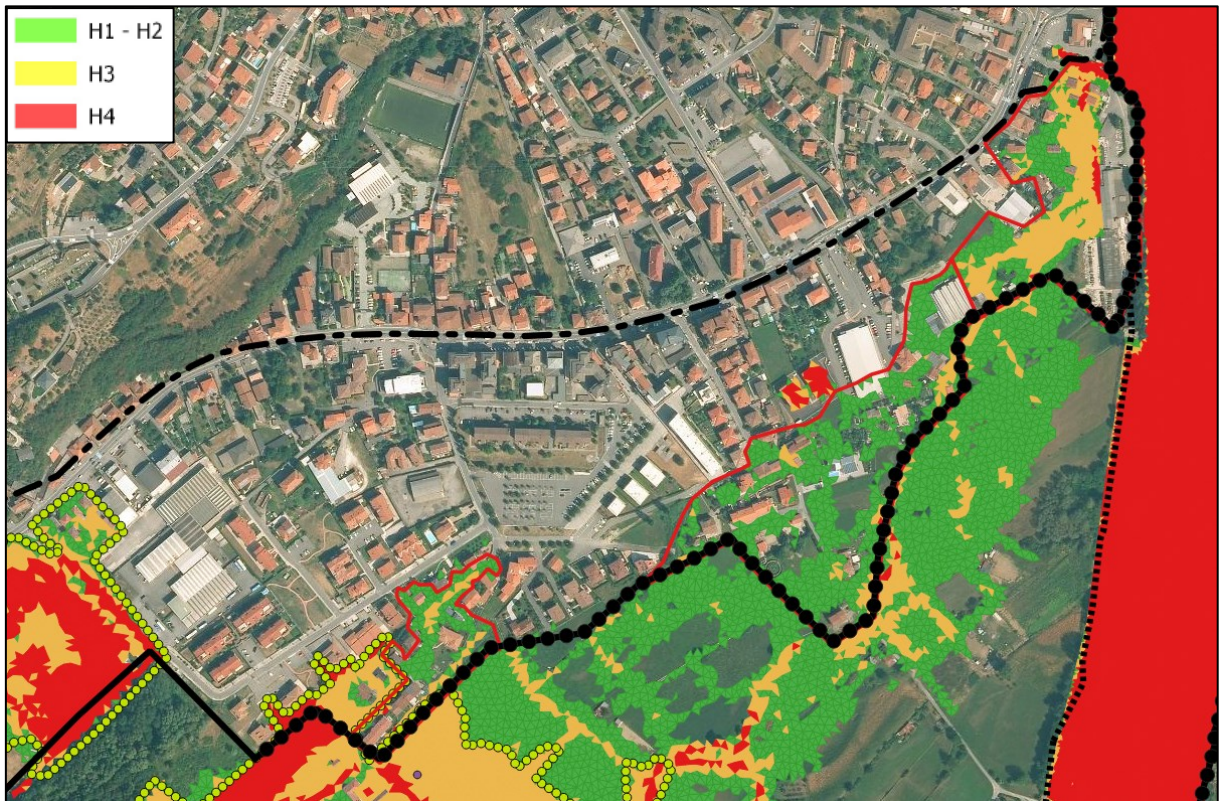
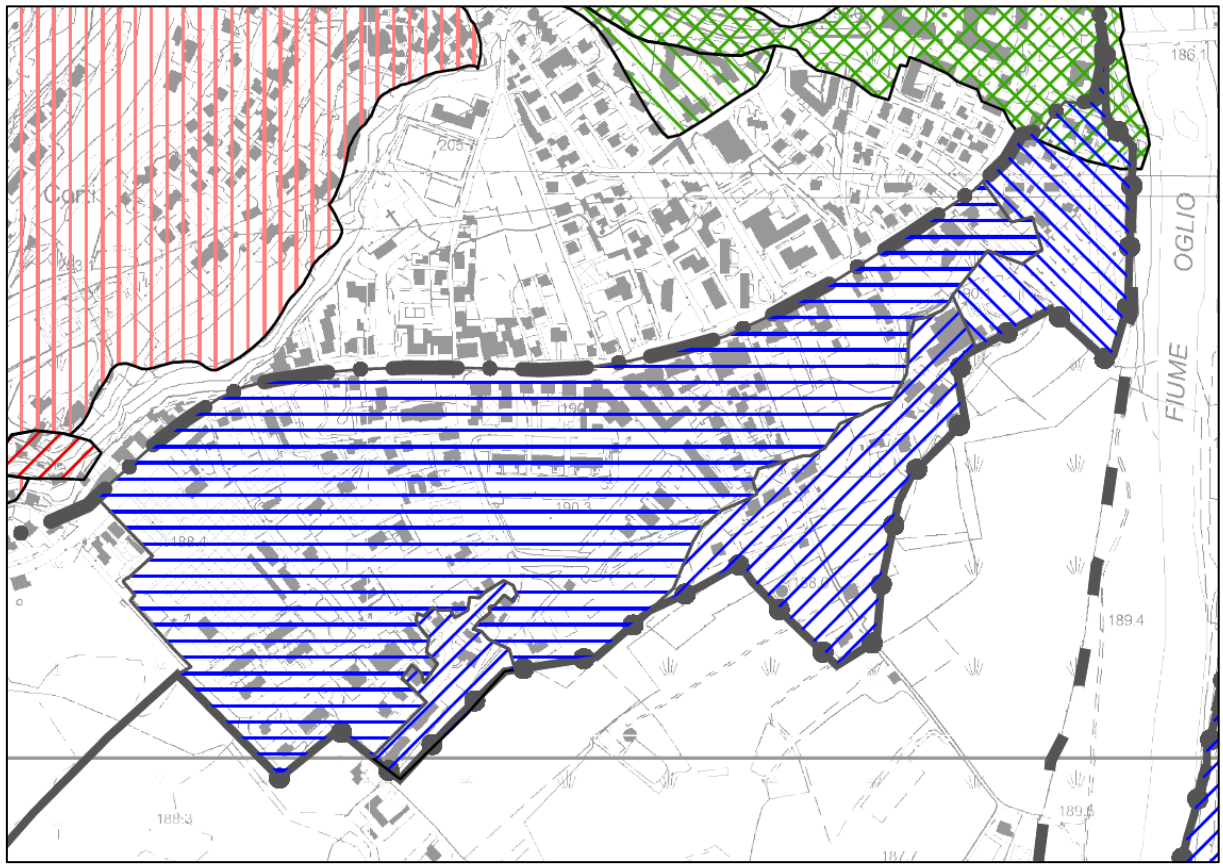


Figura 4 – Studio idraulico di dettaglio del Fiume Oglio, digitalizzazione (GIS) della carta di pericolosità idraulica con $T=200$ anni secondo l'allegato 4 della D.G.R. 2616 del 2011 ottenuta dalla combinazione della carta delle altezze con la carta dei tiranti (per i riferimenti si rimanda al citato studio).

Come osservabile nello stralcio soprastante, si evidenziano chiaramente 4 aree entro le quali i risultati dello studio forniscono dati aggiuntivi all'ambito in fascia C ricompreso tra il limite di progetto della fascia B ed il limite di fascia C:

- Un'area a monte, tra via Paolo Prudenzini ed il Pala CBL, caratterizzata da pericolosità H3 prevalente. A tale ambito è stata associata la sottoclasse R3.
- Un'area centrale, delimitata a monte dal Pala CBL, con estensione fino a Via Gere, caratterizzata da pericolosità H2 prevalente. A tale ambito è stata associata la sottoclasse R2.
- Un'area a valle, delimitata tra via Marco Polo e via Torrione, caratterizzata da pericolosità H2 prevalente. A tale ambito è stata associata la sottoclasse R2.
- La restante porzione di piana ricompresa entro il limite di progetto della fascia B ed il limite di fascia C, per cui si associa la sottoclasse R1.






-  Area compresa tra la fascia B di progetto e la fascia C - zona R3
-  Area compresa tra la fascia B di progetto e la fascia C - zona R2
-  Area compresa tra la fascia B di progetto e la fascia C - zona R1

Figura 5 – Nuova sottozonazione della fascia C nel tratto ricompreso tra il limite di progetto della fascia B ed il limite di fascia B per la sponda destra dei Fiume Oglio in comune di Costa Volpino

3.1.2.1. Modifica del limite di fascia su elemento morfologico certo

Il limite di Fascia Fluviale A per la sponda sinistra del F. Oglio (corrispondente al limite di progetto della fascia B) è stato ritracciato sulla base dell'elemento morfologico certo che il muro presente quasi in continuità sulla sponda.

Tale elemento è stato ampiamente delineato e studiato nei succitati studi che coinvolgono la sponda sinistra dell'Oglio.

In particolare, il limite di fascia tracciato all'interno della Variante al P.A.I. includeva alcuni ambiti urbanizzati che è stato dimostrato essere esterni alla fascia A.

Le modifiche più sostanziali sono le seguenti:

- **Via Zonccone**



Figura 6 – Limite di fascia A derivante dalla variante PAI (in rosso) e limite tracciato su elemento morfologico certo (in blu) presso via Zonccone

- **Ponte Barcotto**



Figura 7 - Limite di fascia A derivante dalla variante PAI (in rosso) e limite tracciato su elemento morfologico certo (in blu) presso il ponte Barcotto

- **Cimitero via delle Mercede**



Figura 8 - Limite di fascia A derivante dalla variante PAI (in rosso) e limite tracciato su elemento morfologico certo (in blu) presso il cimitero in via delle Mercede e l'area artigianale a monte

- **Depuratore in Via Togliatti**



Figura 9 - Limite di fascia A derivante dalla variante PAI (in rosso) e limite tracciato su elemento morfologico certo (in blu) presso il depuratore in via Togliatti e l'ambito ci sponda a monte

3.2. Recepimento P.G.R.A.

In accordo alla d.g.r. x/6738 del 19/16/2017 all'interno della cartografia di dissesto del P.A.I. vengono recepite le aree allagabili così come identificate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).

All'interno del presente Piano sono stati recepiti i limiti delle aree allagabili per quanto riguarda il Reticolo Secondario Collinare Montano (RSCM) ed i limiti delle Aree Costiere Lacuali (ACL).

Per quanto riguarda il Reticolo Principale (RP) viene recepito quanto indicato sempre all'interno della d.g.r. x/6738 punto 3.1.4. dell'allegato A *“Fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni restano in vigore. In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva.”*

Per tale motivo, valgono, anche ai fini normativi, i limiti indicati all'interno delle Fasce fluviali P.A.I., così come descritte in precedenza.



3.2.1. Tracciamento delle aree ACL

Come da richiesta di Regione Lombardia, a seguito di parere regionale, le aree P3/H, P2/M e P1/L riferite alle Aree Costiere e Lacuali viene ritracciato alla scala del rilievo topografico.

Per i limiti delle aree vengono utilizzate le quote definite nell'Allegato 4 della d.g.r. x/6738 del 2017 per il lago d'Iseo:

Lago (idrometro)	Quota zero idrometrico in metri s.l.m. (geoida Italgco 1999)	Soglie individuate in metri – livello lacuale in metri s.l.m.		
		TR 15	TR 100	massimo storico registrato
Maggiore (Sesto Calende)	193,052	3,61 – 196,662	5,07 – 198,122	6,84 – 199,892
Como (Malgrate)	197,527	2,41 – 199,937	3,09 – 200,617	3,97 – 201,497
Iseo (Sarnico)	185,335	1,35 – 186,685	1,67 – 187,005	1,975 – 187,310
Garda (Peschiera)	64,027	1,58 – 65,607	1,65 – 65,677	2,12 – 66,147

Figura 10 – Soglie individuate in metri s.l.m. del livello lacuale

Per la valutazione alla scala locale delle soglie è stata utilizzata la base DEM già sfruttata nello studio idraulico delle sponde dell'Oglio, già citato ed a cui si rimanda.

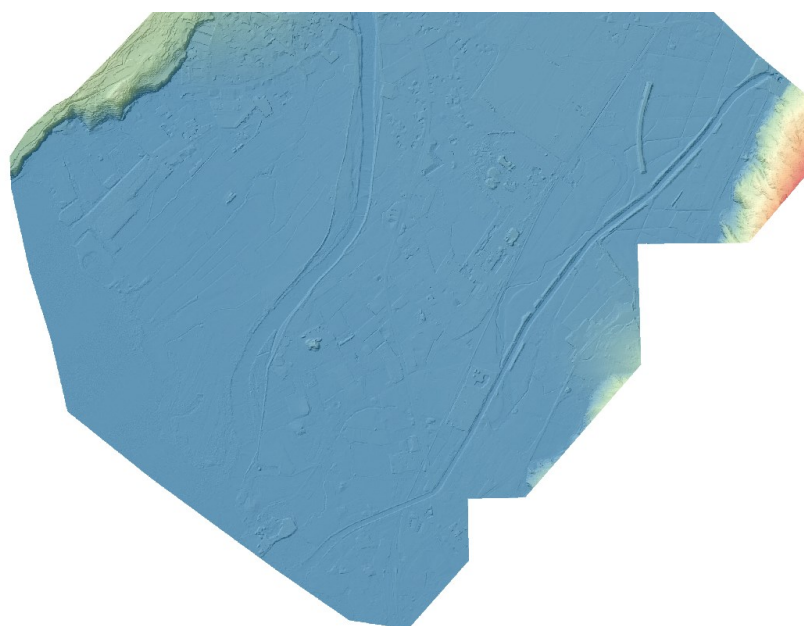
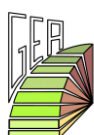


Figura 11 – DEM Utilizzato per il tracciamento degli ambiti ACL



N.B.: le quote del DEM cui sopra sono state verificate con le quote del DTM della Regione Lombardia così come scaricate dal Geoportale Regionale.

In riferimento alla tabella di cui all'allegato 4, sopra riportata, è possibile sottozonare il DEM come segue:

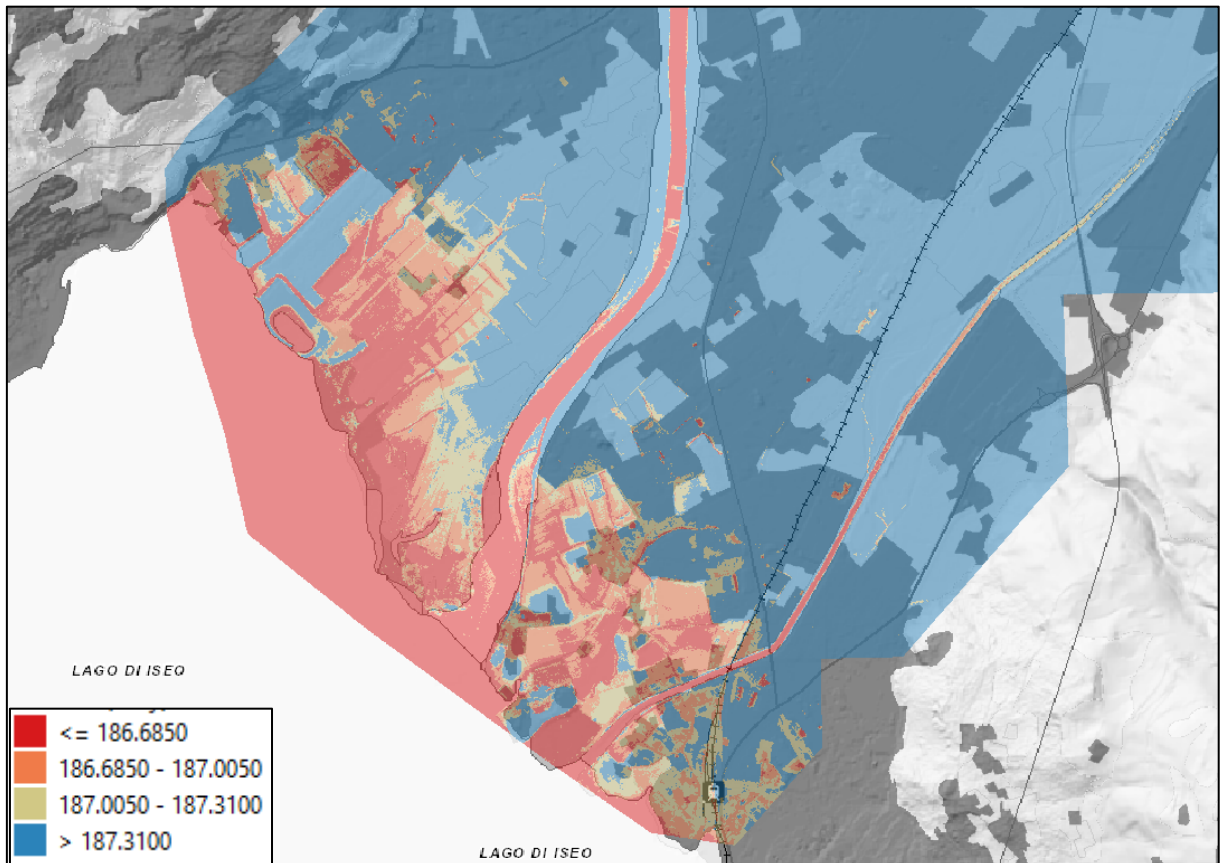


Figura 12 – Zonazione del DEM secondo le soglie di cui all'Allegato 4 della DGR x/6738 2017

L'elaborazione è stata svolta mediante applicativo GIS.

NB: La base topografica riportata nello stralcio soprastante è quella del Database Topografico così come da WMS della Regione Lombardia.



Per la delimitazione degli ambiti allagabili da lago sono stati quindi prese come riferimento le soglie riportate nella tabella precedente, come segue:

TR 15	186.685 m s.l.m.	P3/H
TR 100	187.005 m s.l.m.	P2/M
Massimo storico	187.300 m s.l.m.	P1/L



Figura 13 – Ambiti ACL tracciati su base DEM

Di seguito si riporta il confronto tra le perimetrazioni delle aree lacuali ottenute dall'elaborazione a scala locale rispetto alle aree lacuali attualmente considerate all'interno del P.G.R.A.

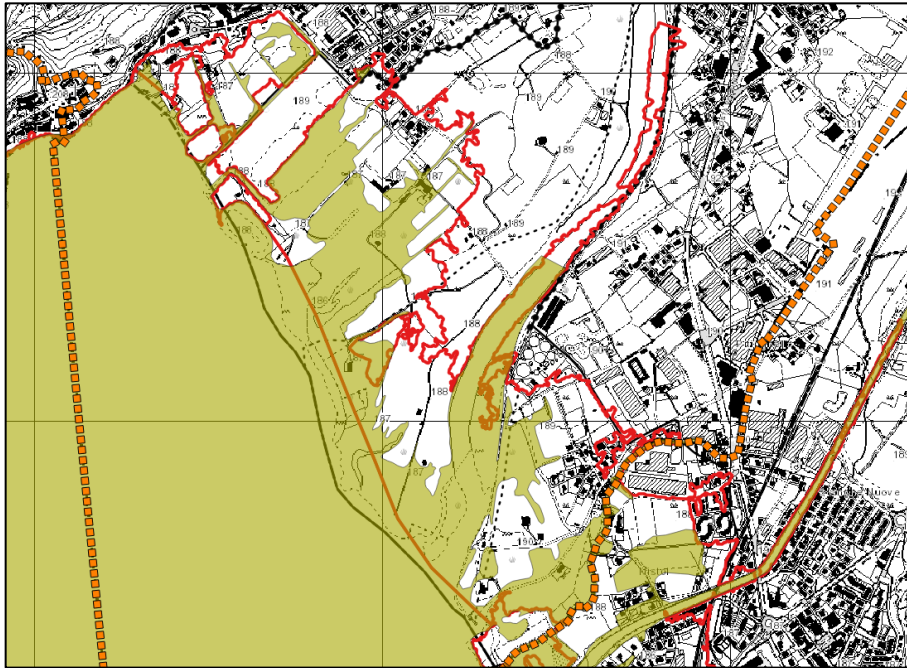


Figura 14 – Ambiti ACL scenario FREQUENTE P3/H, confronto tra gli ambiti allagabili definiti su base topografica (in giallo) e l'attuale perimetrazione disponibile da geoportale (perimetro rosso)

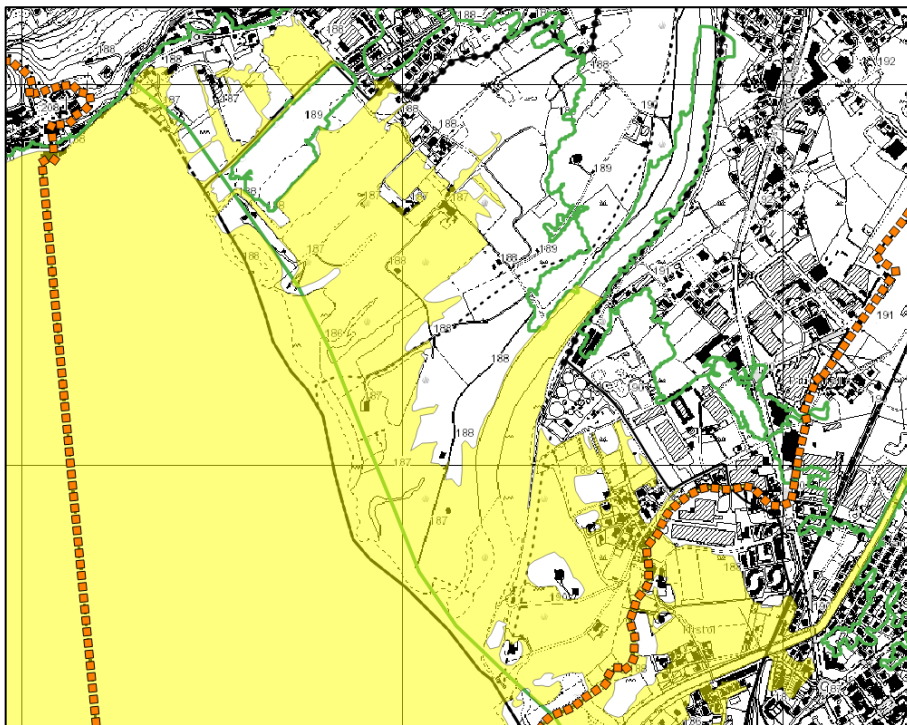


Figura 15 - Ambiti ACL scenario POCO FREQUENTE P2/M, confronto tra gli ambiti allagabili definiti su base topografica (in giallo) e l'attuale perimetrazione disponibile da geoportale (perimetro verde)

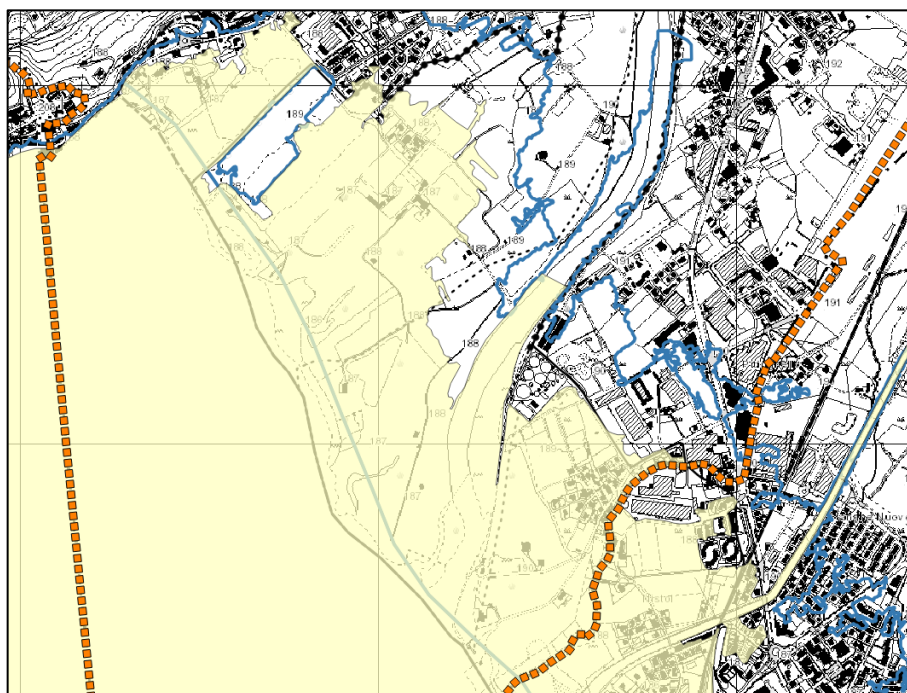


Figura 16 - Ambiti ACL RARO P1/L, confronto tra gli ambiti allagabili definiti su base topografica (in panna) e l'attuale perimetrazione disponibile da geoportale (perimetro blu)

Il tracciamento a scala locale degli ambiti allagabili da lago (ACL) ha portato alla riduzione delle aree allagabili da lago. Di fatto, la perimetrazione di piena eccezionale e catastrofica (P1/L) in proposta corrisponde all'attuale perimetrazione del solo evento frequente.

In considerazione di quanto sopra, a titolo cautelativo, la perimetrazione dell'ambito di fattibilità assoggettabile a piena lacuale (3lac nella Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano) include interamente tutti gli ambiti allagabili (P3/H, P2/M e P1/L).

3.2.2. Valutazione delle condizioni di rischio negli ambiti P.G.R.A. - R4

In osservazione della D.G.R. x/6738 del 2017, e come richiamato all'attenzione degli scriventi nel parere di Regione Lombardia, viene di seguito effettuata la valutazione del rischio negli ambiti di rischio R4 indicati all'interno del vigente P.G.R.A. o da aggiungersi a seguito dell'aggiornamento di quest'ultimo nelle aree ACL e RSCM.

3.2.2.1. Valutazione del rischio negli ambiti R4 già inseriti all'interno del P.G.R.A.

Nello stralcio sottostante sono indicati gli ambiti di rischio R4 derivanti dalla pericolosità da ACL, confrontati con la nuova perimetrazione degli scenari P3, P2 e P1 ottenuta applicando quanto all'allegato 4 della d.g.r. x/6738 del 2017.

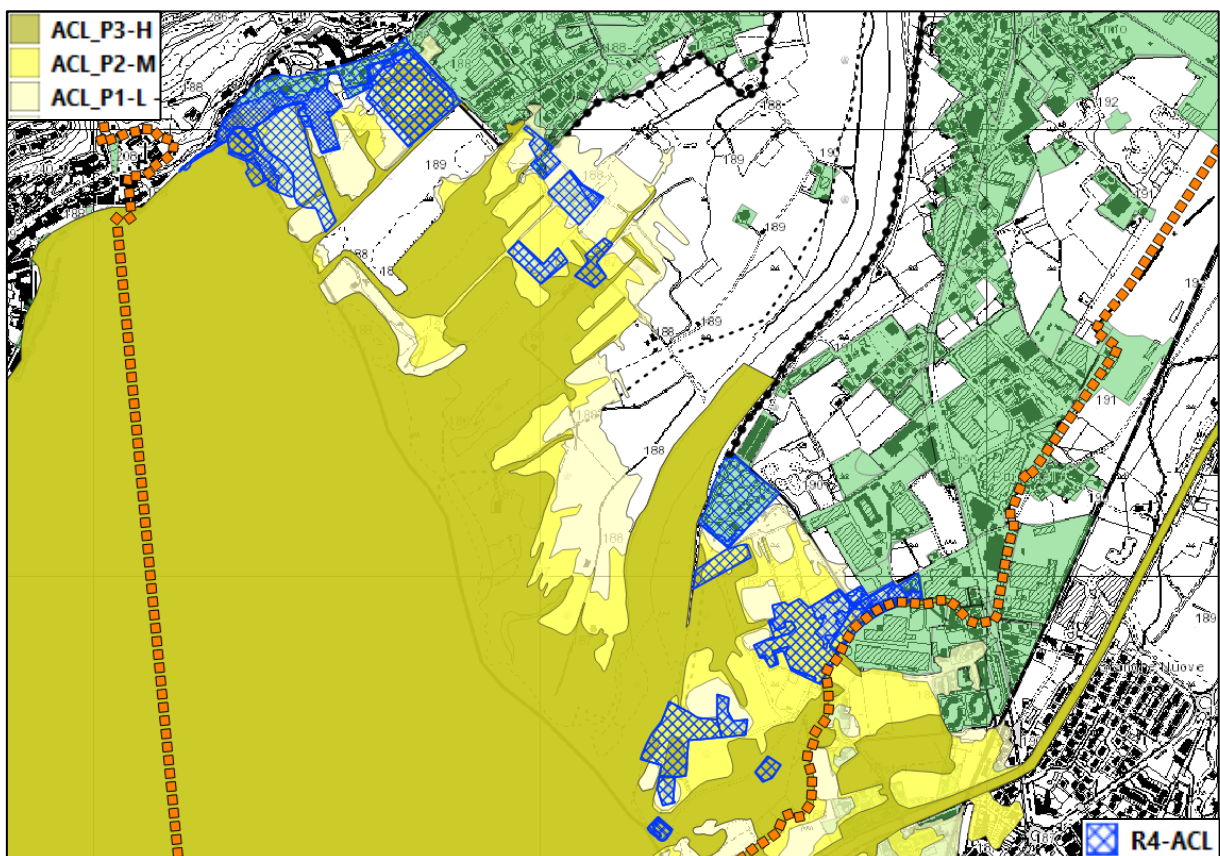


Figura 17 – Ambiti R4 dell'attuale P.G.R.A. confrontati con i nuovi limiti ACL



Rispetto ai limiti che attualmente definiscono gli scenari di pericolosità ACL, le aree poste in R4 ricadono meno entro la pericolosità R3/H di nuova proposta e, anzi, ne vengono solo blandamente interessati

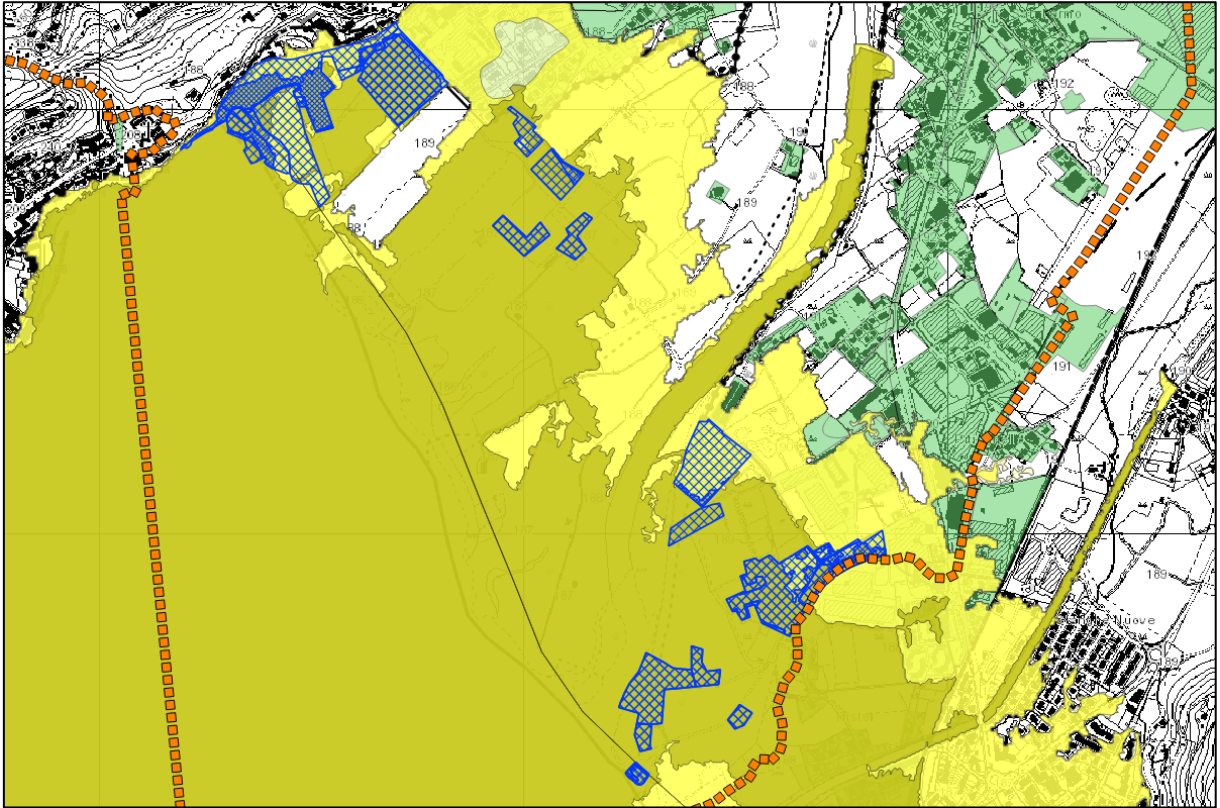


Figura 18 – Ambiti R4 dell'attuale P.G.R.A. confrontati con i limiti ACL vigenti fino all'approvazione della variante

Di contro, gli ambiti R4 individuati ricadono maggiormente entro la pericolosità P2/M e P1/M.

In ogni caso, comunque, tutti gli ambiti individuati ricadono entro aree soggette a pericolosità da ACL e, pertanto, viene confermato, anche a titolo di sicurezza, il loro grado di rischio.

3.2.2.1. Valutazione del rischio negli ambiti R4 di nuovo inserimento all'interno del P.G.R.A.

Questi ambiti fanno riferimento all'inserimento dell'ambito P3/H del Reticolo Secondario Collinare Montano corrispondente alle aree a rischio idrogeologico molto elevato (Conoide Zona 1 e Conoide Zona 2) della Val Supine.

Per quanto riguarda la valle Gola, non sono stati individuati elementi a rischio soggetti a grave danno potenziale (E4), per cui non si rilevano ambiti a rischio R4, come già indicato all'interno del P.G.R.A. vigente.

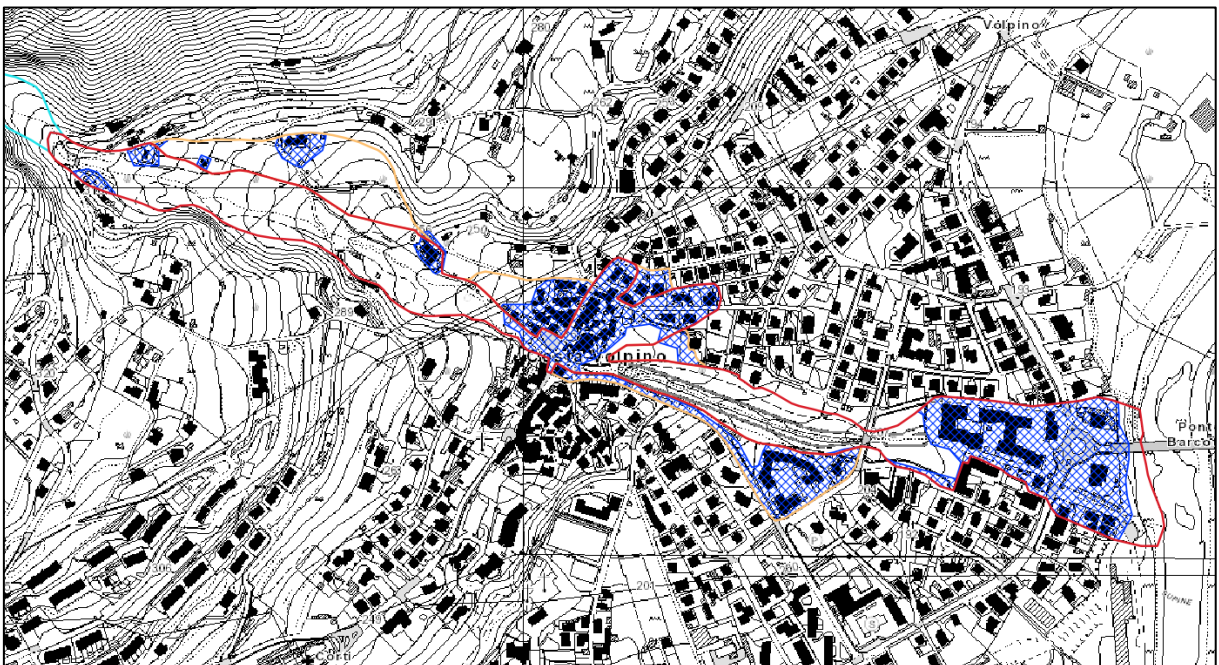


Figura 19 – Perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato per Conoide della Val Supine (in rosso, Zona 1, ed in arancio, Zona 2) e nuove aree a rischio R4

Per questi ambiti il rischio è direttamente correlato alla possibilità di esondazioni con trasporto solidi del torrente Supine, già oggetto di studio, redatto dagli scriventi nel 2007.

Le aree poste a rischio R4 coinvolgono 3 ambiti urbanizzati del centro storico di Costa Volpino e 5 ambiti di limitata entità posti lungo la Val Supine a monte del centro abitato.



Ambito 1: Tra via Filippo Turati e il Fiume Oglio

L'ambito posto in classe R4 si pone tra Via F. Turati ed il Fiume Oglio all'altezza del ponte Barcotto.

Allo stato attuale, l'ambito coinvolge un complesso urbanizzato volto per la maggiore al settore terziario (fornitori di servizi, ristorazione).

L'area ricade interamente entro la **Zona 1** per rischio idrogeologico molto elevato.



Figura 20 – Perimetrazione ambito R4 n. 1, Via Turati – Ponte Barcotto

Ambito 2: tra via Aldo Moro e via J. Palach

Quest, ambito si pone alla destra idrografica della Valle Supine e comprende via Aldo Moro ed il suo angolo con Via Palach prima del ponte sul torrente stesso.

Il principale elemento a rischio è l'Hotel Cristallo San Martino di Castrozza, sono inoltre presenti alcune attività terziarie di servizi e ristorazione.

L'intero ambito ricade entro la perimetrazione di **Zona 2** per l'area a rischio idrogeologico molto elevato.



Figura 21 - Perimetrazione ambito R4 n. 2, Via Aldo Moro – Via Palach

Ambito 3: tra via San Rocco e Via Gorizia

L'ambito risulta interessato interamente da urbanizzazione a scopo residenziale e comprende le abitazioni poste nell'intorno di Via San Rocco fino a Via Gorizia, limitatamente all'incrocio con Via Trento.

L'intero ambito è posto alla sinistra idrografica della valle Supine, a meno di una singola abitazione posta in prossimità della stessa alla destra.

I fabbricati posti a monte di via San Rocco risultano poste in **Zona 2**, mentre gli ambiti posti a valle della stessa via in **Zona 1**, tranne alcune eccezioni.

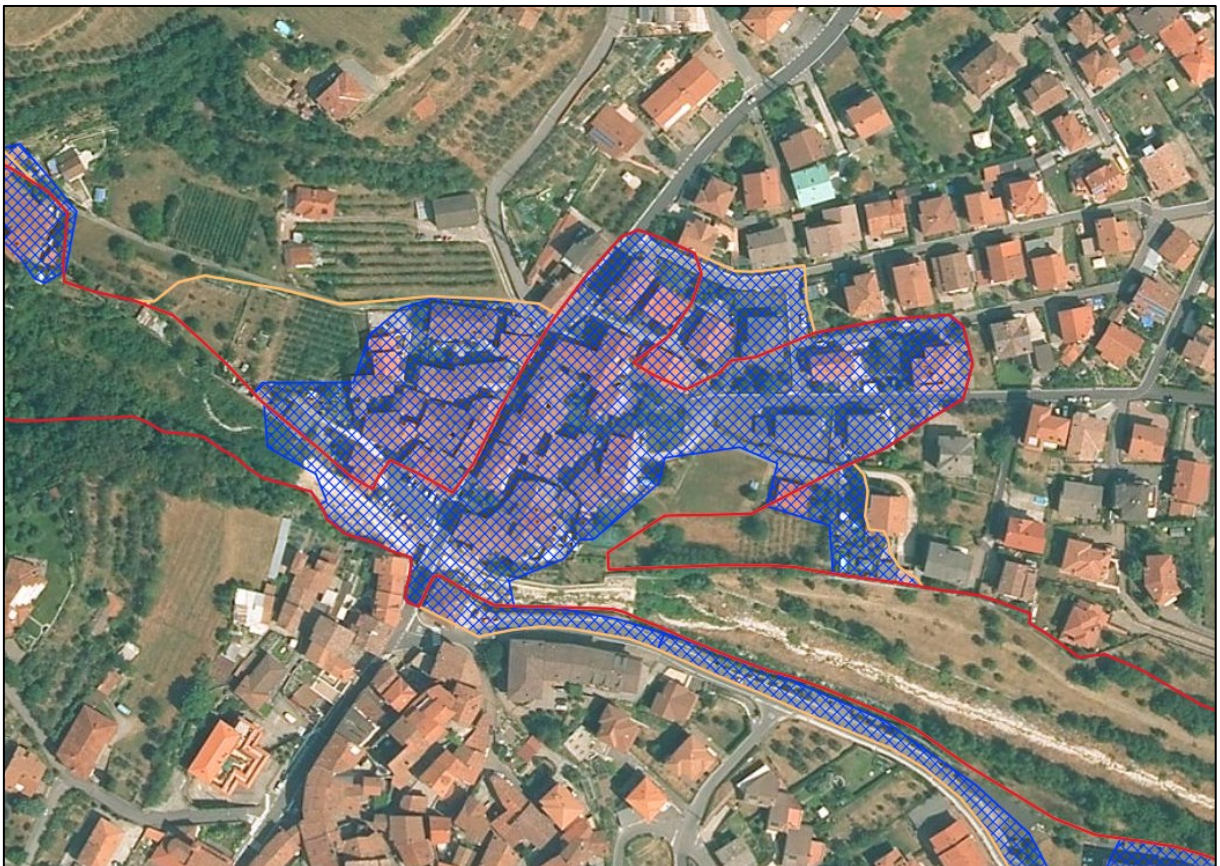


Figura 22 - - Perimetrazione ambito R4 n. 3, Via San Rocco – Via Gorizia

Altri ambiti di limitata entità

A monte dell'area urbanizzata del conoide della val Supine, in prossimità del torrente attivo, si individuano 5 aree di limitate dimensioni comunque soggette a rischio R4.

Si tratta di edifici, ad uso residenziale, siti lungo via Frer (a), via Redondo (b), e via Carletti (c, d, e).

Gli ambiti b e c si situano entro l'ambito Zona 2 dell'area a rischio idrogeologico molto elevato, mentre gli ambiti a, e, d entro la Zona 1.

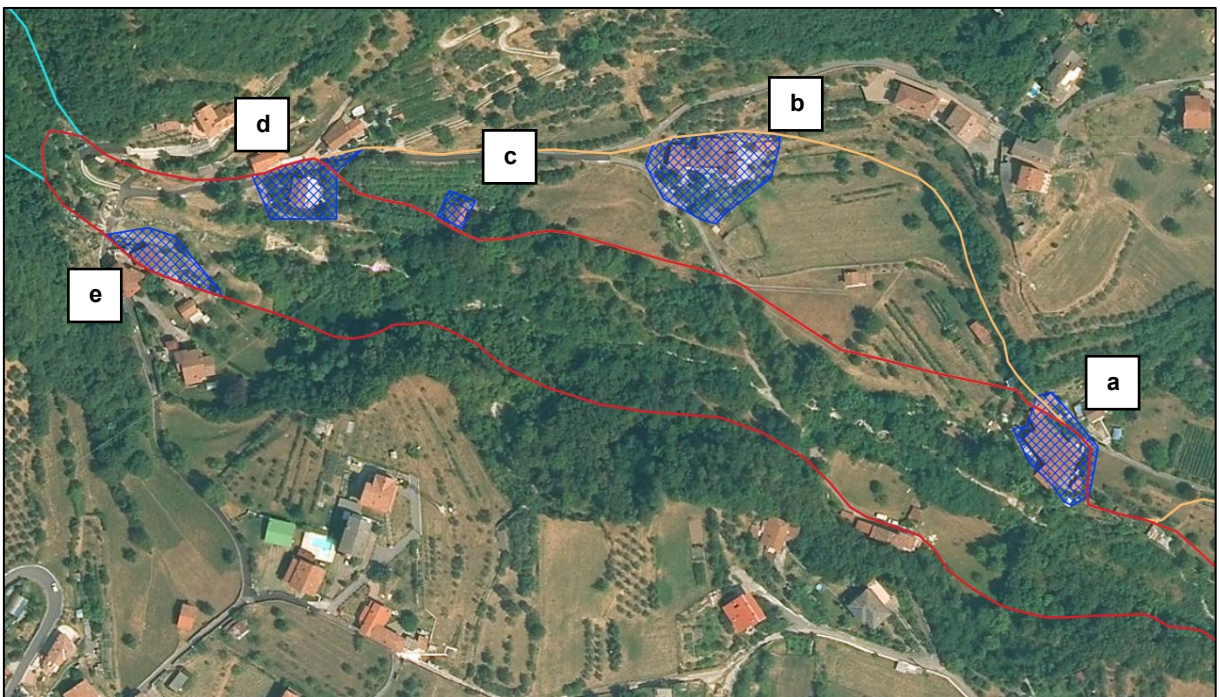


Figura 23 – Ambiti di limitata entità ricadenti in classe di rischio R4 della Val Supine



Nello studio idraulico la zonazione delle aree è stata effettuata utilizzando le procedure dei criteri attuativi della L.R. 41/97, che ben si raccordano con i criteri attuativi della L.R. 12/05.

Nella tabella seguente vennero riportate le correlazioni tra le classi di pericolosità risultanti dagli studi di dettaglio.

Classe di Pericolosità	Classi di fattibilità	Zona 267 corrispondente
H5-H4	Classe 4 (con norma PAI per la Zona 1)	Zona 1
H3	Classe 3 (con norma PAI per la Zona 2)	Zona 2
H2-H1	Classe 2/3	Esclusi dalla perimetrazione

Nel nostro studio la classe di pericolosità è stata assegnata in funzione delle altezze e delle velocità che la piena ha in ogni punto, così come si può osservare dagli schemi in relazione e dai grafici della Tavola 9 dello studio stesso.

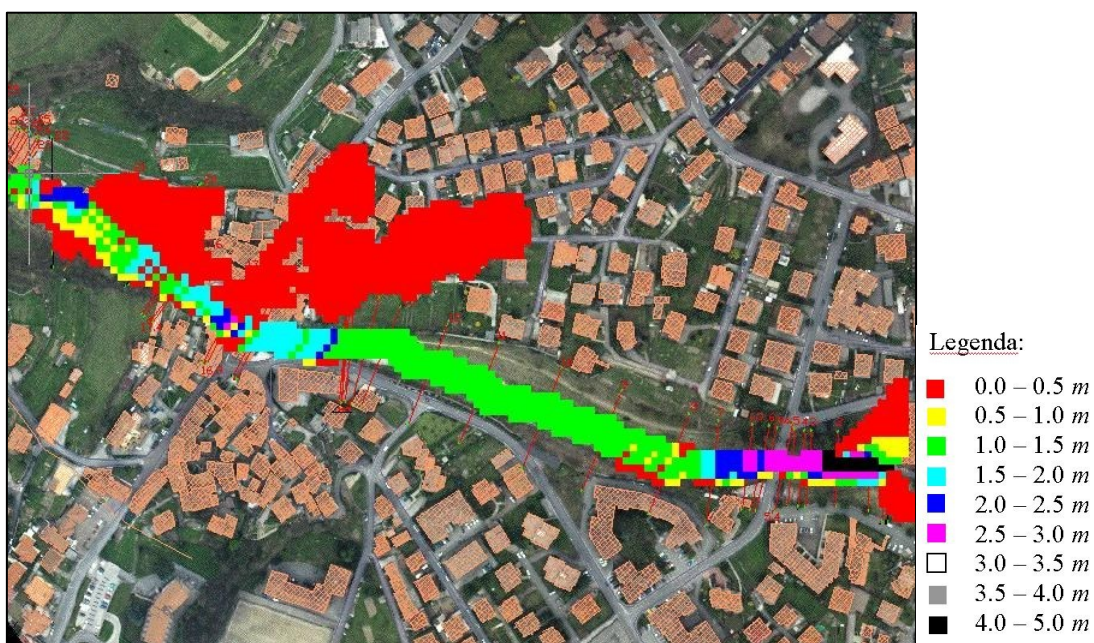


Figura 24 – Stralcio della tavola 9 dello Studio idraulico della Val Supine – altezze idriche

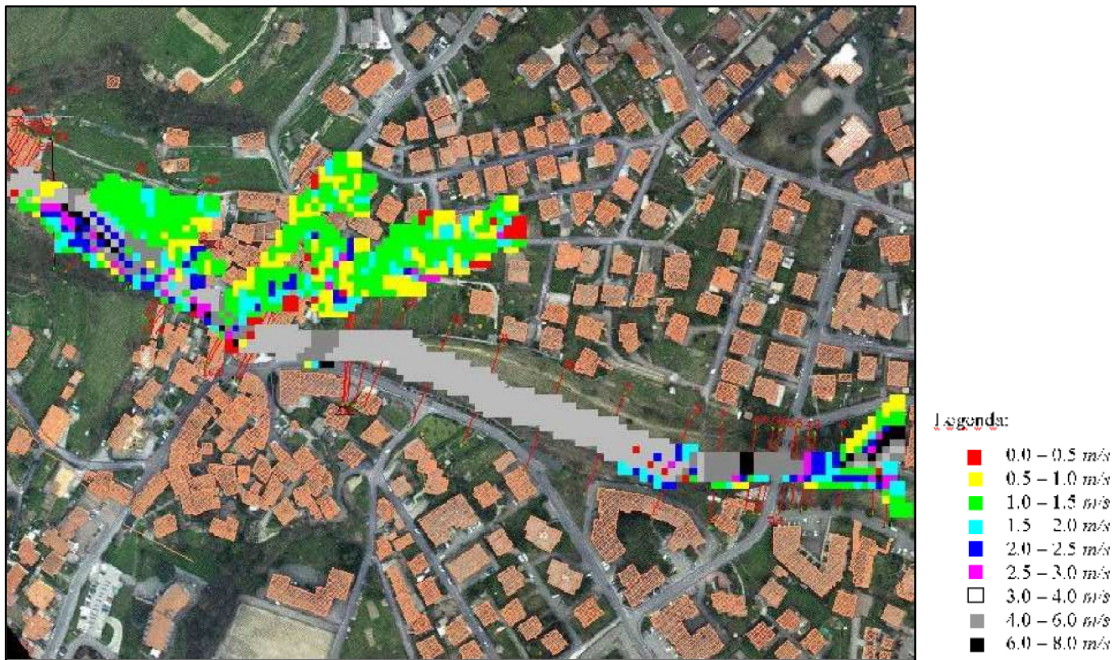


Figura 25 - Stralcio della tavola 9 dello Studio idraulico della Val Supine – velocità

Venne quindi applicata la classe di pericolosità H3 (e quindi ZONA 2) a tutte quelle aree che presentavano velocità basse (< 1 m/s) e altezze basse (< 0.3 m). Per tutte le altre aree riconosciute come suscettibili di rischio è stata assegnata la classe di pericolosità H4/H5 (ZONA 1).

Si sono comunque valutate come pericolose alcune aree che presentavano velocità e altezze basse (vedi sinistra orografica), ma che per le cause dovute all'erosione (ex presenza di ponti che potrebbero parzialmente occludersi) si è preferito a favore di sicurezza considerarle a maggior rischio. Questo avviene, ad esempio, per l'area intorno all'Hotel Cristallo che, come indicato, ricade all'interno delle aree individuate come R4.

La pericolosità specifica, ed il relativo rischio, entrano direttamente nella valutazione delle limitazioni alla fattibilità delle Azioni di Piano, come indicate all'interno dell'Elaborato B – Norme Tecniche.

4. VINCOLI

➤ TAVOLA N. 2 – CARTA DEI VINCOLI

4.1. Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli

I nuovi criteri di realizzazione degli studi geologici di supporto ai Piani di Governo del Territorio prevedono, in fase di sintesi, la realizzazione di un'adeguata cartografia che indichi chiaramente i vincoli di carattere geologico, idraulico e idrogeologico cui è sottoposto il territorio comunale (Carta dei Vincoli realizzata in scala 1:5000 e 1:2000 per tutto il territorio comunale).

Tali vincoli sono riassumibili in:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89:
- *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Elaborato 8 – Fasce Fluviali)*: delimitazione delle fasce fluviali P.A.I. così come presenti nell'Elaborato 8. Si sottolinea che i limiti delle fasce non sono stati modificati a meno dei dovuti accorgimenti volti ad adattarle alle evidenze topografiche.
- *Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868*: individuano le fasce di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Idrico Principale e Minore, **recentemente revisionato dagli Scriventi**, presenti nel territorio comunale, definite in 10 m (e talora 5 m) dalle sponde esterne.
- Si ricorda inoltre che, nella valutazione di questo vincolo, la distanza di 5 m o 10 m deve di fatto essere definita puntualmente sul terreno e misurata sempre a partire dai cigli esterni delle sponde dei corsi d'acqua.
Inoltre, **a causa di possibili errori cartografici, inaccessibilità delle aree, proprietà private, ecc. sarà sempre necessario determinare topograficamente di volta in volta la posizione delle fasce di rispetto in relazione alla reale posizione del reticolo, dal momento in cui lo stesso può talvolta differire da quello riportato in cartografia.**
- *Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile*: zona di tutela



assoluta e zona di rispetto delle captazioni pubbliche ad uso idropotabile (sorgenti e pozzi), individuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006 art. 94. Nel comune di Costa Volpino e nelle immediate vicinanze sono state riscontrate una serie di captazioni pubbliche idropotabili, le cui aree di salvaguardia sono state perimetrate con criterio geometrico. Una eventuale ridefinizione con criteri più precisi delle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili è demandata ad uno studio di dettaglio appositamente predisposto.

- *Geositi*: nel territorio di Costa Volpino non sono stati individuati siti di interesse geologico - naturalistico.
- *Ambiti di cava*: anche se non espressamente richiesto dalla D.G.R. ix/2616, si è deciso di inserire all'interno del quadro vincolistico le aree di cava esistenti sul territorio comunale di Costa Volpino. Si tratta di un ambito estrattivo volto alla coltivazione di ghiaia (ATEg25) e di un ambito estrattivo volto alla coltivazione di calcare (ATEc16).

Le normative ed i vincoli che regolano tali siti sono definite dal Piano Cave provinciale, a cui si rimanda.



5. SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI

➤ TAVOLA N. 3 – CARTA DI SINTESI

5.1. Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi

La fase di sintesi della cartografia relativa agli studi geologici di supporto ai Piani di Governo del Territorio prevede la realizzazione di una cartografia adeguata, che sintetizzi in scala opportuna (1:5.000 o superiore) le principali problematiche di ordine geologico, geomorfologico, idrogeologico e idrologico separatamente indicate nella cartografia tematica.

Gli ambiti di criticità sono suddivisi in base alla tipologia di problema riscontrato, sulla scorta delle linee guida emanate dalla Regione Lombardia:

- *Aree vulnerabili per l'instabilità dei versanti*: problematiche connesse alla presenza di fenomeni erosivi lungo pendii, o eventualmente di dissesti veri e propri.
- *Aree vulnerabili da un punto di vista idrogeologico*: problematiche legate a particolari configurazione degli acquiferi, ai bacini di alimentazione delle sorgenti ed alla circolazione idrica sotterranea.
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*: problematiche legate alla presenza di corsi d'acqua e relativi fenomeni di dissesto (esondazioni), carenze delle opere di difesa spondale e simili.
- *Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche*: problematiche geotecniche legate alle caratteristiche intrinseche dei terreni o ad elementi e processi che ne determinano un peggioramento qualitativo (ristagni, impaludamenti, materiali di riporto, ecc.).

Le aree critiche da un punto di vista idraulico e le aree con scadenti qualità geotecniche dei terreni sono quelle più significativamente presenti nel territorio di Costa Volpino.



È possibile, naturalmente, la coesistenza di problematiche diverse su di una medesima zona. In questo caso, se tale concomitanza è significativa, la Carta di Sintesi la rappresenta mediante la sovrapposizione grafica delle simbologie relative a ciascun fenomeno.

Si noti come vi sia una sostanziale corrispondenza fra gli ambiti individuati nella Carta di Sintesi e le classi di fattibilità indicate nella Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano. L'assenza di aree critiche corrisponde alla classe di fattibilità 2 (fattibilità con modeste limitazioni). La presenza di elementi di vulnerabilità comporta invece l'attribuzione della classe 3 (con relative sottoclassi) o della classe 4 a seconda del livello di criticità. La sovrapposizione di più elementi di pericolosità comporta la compresenza di più sottoclassi di fattibilità. La coesistenza di ambiti critici corrispondenti a classe 3 e 4 contemporaneamente comporta naturalmente l'attribuzione della classe 4, cioè la più vincolante.



5.2. Individuazione delle aree di criticità

Come facilmente intuibile, la distribuzione dei differenti ambiti di criticità geologica rispecchia fedelmente i contenuti individuati nelle cartografie tematiche che hanno costituito la base delle precedenti versioni dei Piani.

In particolar modo:

- *Aree vulnerabili per l'instabilità dei versanti*
 - Aree P.A.I. di Frana Attiva (Fa);
 - Aree P.A.I. di Frana Quiescente (Fq);
 - Aree P.A.I. di Frana Stabilizzata (Fs);
 - Aree P.A.I. caratterizzate da esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo i corsi d'acqua con elevata pericolosità (Ee): riferite agli ambiti torrentizi della Valle Supine e della Valle Gola.
 - Aree P.A.I. caratterizzate da trasporto in massa su conoidi non protetti (Ca) e aree di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cp).
 - Aree a rischio idrogeologico molto elevato per conoidi, Zona 1 e Zona 2
 - Aree P.A.I. a pericolosità molto elevata o elevata per valanghe (Ve).
 - Aree a franosità superficiale attiva non individuate nel P.A.I. (Fsa): si tratta di limitate aree entro il contesto di versante per cui sono state individuate frane attive che non hanno corrispondenza nella cartografia P.A.I.
 - Aree molto acclivi e/o in erosione accelerata (er) ed aree acclivi o prossime a scarpate acclivi (as): vengono distinte in base alla differente pendenza del versante ed alla suscettibilità ad innescare fenomeni erosionali superficiali. Non si tratta, di conseguenza, di ambiti di frana, ma zone in cui, data la morfologia del versante e la presenza di coperture, possono instaurarsi fenomeni gravitativi e/o erosionali.
 - Aree interessate dal crollo di massi (zona di arresto ed accumulo): tra la valle Supino e la valle Gola, nella medio-bassa porzione di versante



urbanizzata, sono stati segnalati all'amministrazione comunale dei ripetuti fenomeni di caduta massi anche in prossimità di abitazioni e locali tecnici privati. Tale area, che dovrebbe essere sottoposta ad un attento studio di vulnerabilità alla caduta massi, è stata perimetrata e viene normata con prescrizioni alla fattibilità derivate dal contesto.

- *Aree vulnerabili da un punto di vista idrogeologico*
 - Aree interessate da carsismo profondo (kar): ambiti dove sono state riscontrate evidenze di carsismo sotterraneo e profondo (doline, grotte, docce, sifoni, ecc.). Viene ricompreso in tale area l'intero ambito di basso versante che va dalla val Supino sino alla valle Gola.
 - Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese: ricomprende l'intero ambito territoriale di fondovalle, sia in destra che in sinistra idrografica dell'Oglio. Inoltre, a tale ambito appartiene anche la porzione di conoide della val Supina più vicina all'alveo attivo.

- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
 - Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido: ambito corrispondente all'alveo attivo del Fiume Oglio ed alle sue immediate vicinanze. L'area coincide di fatto con la Fascia A individuata dal P.A.I. e gli ambiti in Fascia B.
 - Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche: ambito corrispondente alla Fascia C del P.A.I. per il Fiume Oglio.



- Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa: ambiti limitati alle zone di stretta pertinenza dei corsi d'acqua, per i quali si ritiene opportuno mantenere un vincolo tale da impedire nuove edificazioni, finalizzato alla predisposizione di opere idrauliche difensive e di manutenzione. Le aree coincidono di fatto con i limiti esterni del vincolo di polizia idraulica (10 m dalle sponde – cfr. Carta dei Vincoli).
 - Aree soggette ad esondazioni lacuali (lac): derivate direttamente dagli ambiti A.C.L. del P.G.R.A. di Costa Volpino, escludendo gli ambiti in fascia fluviale A del F. Oglio.
- *Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche*
 - Aree dotate di proprietà geotecniche scadenti, ex cave, riporti (gt): si tratta di ambiti di riempimento delle ex cave esistenti sempre nella bassa porzione di versante tra la Val Supino e la Val Gola, tra le località di Volpino e Foppello.

Vengono inoltre riportate le fasce di tutela assoluta e di rispetto per le captazioni idropotabili (Pozzo Comunale), e degli ambiti estrattivi attivi. anche se non espressamente richiesto dalla D.G.R. ix/2616 per la cartografia di Sintesi.



6. FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

- **TAVOLA N. 5 – CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO**
- **TAVOLA N. 5m – MOSAICO DELLA FATTIBILITÀ E PSL**

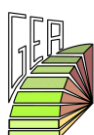
6.1. Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità

La fase finale dello studio geologico di supporto al Piano di Governo del Territorio consiste nell'attribuzione delle opportune classi di fattibilità geologica agli ambiti di criticità emersi durante lo studio del territorio e sintetizzate nella Carta di Sintesi, tenendo conto anche dei vincoli geologici indicati nella relativa tavola.

La cartografia di fattibilità consiste di otto tavole in scala 1:2000, più due tavole in scala 1:5000 su base aerofotogrammetrica comprensiva dell'intero territorio comunale. Oltre a queste tavole è stata predisposta una tavola finalizzata all'aggiornamento del mosaico informatizzato regionale di fattibilità geologica in scala 1:10000 su base C.T.R.

La cartografia di proposta ha influenza diretta e fattiva sulle scelte amministrative e sulle politiche del territorio, suddividendo il comune in aree ove la fattibilità delle azioni di piano è subordinata a precise prescrizioni di ordine geologico, che possono anche comportare l'inedificabilità (tranne per casi particolari) nel caso della classe 4. Non sono stati evidenziati, durante l'analisi del territorio, elementi sufficienti a giustificare l'introduzione della classe di fattibilità 1 (fattibilità senza particolari limitazioni). Pertanto, la classe di fattibilità meno limitante introdotta rimane la 2.

Sul Mosaico della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano viene riportata anche la zonizzazione sismica di secondo livello (ambiti PSL) così come riportata nella Carta della Pericolosità Sismica Locale.



6.2. Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio

La distribuzione delle classi di fattibilità geologica sul territorio comunale di Costa Volpino rispecchia la localizzazione delle aree di criticità evidenziate nella cartografia di sintesi, scaturite dall'analisi territoriale rappresentata nella cartografia tematica.

La classe di fattibilità 2 (gialla), la meno limitante, occupa:

- Nel fondovalle, le porzioni di conoide della val Supino ormai stabilizzate e distali all'alveo attivo.
- Salendo verso monte, gli abitati di Branico, Flaccanico, Qualino. Ceratello, Stralazzano.

La classe di fattibilità 3 (arancio) occupa la maggior parte della piana alluvionale dell'Oglio, a meno dell'alveo attivo, gli ambiti di conoide stabilizzato, ma soggetti a possibili ristagni di acqua o falde sospese e gli ambiti di frana stabilizzata (Fs).

La sottoclasse 3as occupa quelle porzioni di versante dove sono state riscontrate pendenze discrete senza chiari segni di erosione in atto.

La sottoclasse 3Fs definisce quegli ambiti di frana stabilizzata, così come indicati dal P.A.I..

La sottoclasse 3idr caratterizza gli ambiti di fondovalle soggette bassa soggiacenza della falda o con falde sospese.

La sottoclasse 3kar viene posta negli ambiti soggetti a carsismo profondo, individuati nella bassa porzione di versante tra la valle Supino e la valle Gola.

La sottoclasse 3fluvB corrisponde strettamente alla fascia fluviale B del P.A.I., occupa le due aree nell'intorno dell'Oglio al confine con Rogno e l'ampia piana in destra idrografica al limite con l'attuale porzione di territorio urbanizzata.



La sottoclasse 3fluvC corrisponde strettamente alla fascia fluviale C del P.A.I.; occupa un settore limitato del territorio comunale tra Via Marco Polo ed il lago d'Iseo.

Le sottoclassi 3FluvR3, 3FluvR2 e 3FluvR1 corrispondono strettamente agli ambiti di sotto-zonazione della fascia C tra il limite di progetto della fascia B ed il limite di fascia C.

La sottoclasse 3Cn individua gli ambiti di conoide protetto o non recentemente attivatosi, presente presso la valle Supine, la valle Gola ed il conoide della valle Rescudio.

La sottoclasse 3qt individua gli ambiti di riporto delle ex cave tra le località Foppello e Volpino.

La sottoclasse 3lac viene individuata lungo le sponde del Lago d'Iseo e delinea gli ambiti con allagamenti direttamente riferibili al lago stesso.

La sottoclasse 3* è un ambito che racchiude la porzione di versante interessata da fenomeni di caduta massi, come segnalati all'Amministrazione Comunale dai privati. Si tratti di un'area ove si applicano particolari prescrizioni in merito alla pericolosità specifica di passaggio ed accumulo di massi dal versante a monte.

La classe di fattibilità 4 ha una distribuzione modesta nel fondovalle e nella bassa porzione di versante, limitata quasi esclusivamente agli intorni del fiume Oglio e degli immissari Valle Supine e Valle Gola, a meno di alcuni ambiti di frana esistenti. Risalendo il versante, la classe 4 risulta di contro essere quella che copre il maggiore areale, derivata da fenomeni di dissesto attivo, elevata acclività del versante, valanghe, ecc.



La sottoclasse 4er identifica quelle aree di versante caratterizzate da pendenze considerevoli con possibilità di innesco di fenomeni erosionali superficiali o gravitativi, con coinvolgimento sia di terreno che di roccia in condizione di franappoggio.

La sottoclasse 4Fsa identifica gli ambiti di frana superficiale attiva non perimetrati dal P.A.I., ma riconosciuti sul territorio comunale. Sono prevalenti nell'alta e nella media porzione di versante.

La sottoclasse 4Fa corrisponde strettamente agli ambiti di frana attiva identificati dal P.A.I.

La sottoclasse 4Fq corrisponde strettamente agli ambiti di frana quiescente identificati dal P.A.I.

La sottoclasse 4Ve corrisponde strettamente agli ambiti soggetti ad elevata pericolosità per valanghe, presente nelle porzioni sommitali del versante.

La sottoclasse 4fluvA corrisponde strettamente alla fascia fluviale A del P.A.I., delimitata all'alveo attuale del Fiume Oglio.

La sottoclasse 4Ca corrisponde strettamente alle aree di conoide attiva e non protetta, presenti alla confluenza tra le valli Supine e Gola alla piana alluvionale dell'Oglio.



La sottoclasse 4Ee corrisponde agli ambiti P.A.I. di esondazione ed erosione di carattere torrentizio delle valli Supine e Gola, lungo versante ed a monte dell'apice dei rispettivi conoidi.

Le sottoclassi 4z1 e 4z2 corrispondono alle perimetrazioni di elevato rischio idrogeologico per il conoide della Valle Supine, rispettivamente alle ZONE 1 e ZONA 2.

Gli ambiti P.G.R.A. di RSCM e ACL trovano, nel rispetto delle indicazioni del d.g.r. x/6738 del 2017, perfetta corrispondenza con le prescrizioni definite dal P.A.I. e dagli ambiti lacuali.

Per quanto riguarda gli ambiti del Reticolo Secondario Collinare Montano (RSCM), si cita il punto 3.2.2 all'allegato A di suddetta d.g.r.:

“Aree esondabili già individuate nell'Elaborato 2 del PAI così come aggiornato dai Comuni Le aree esondabili che sono già individuate nell'Elaborato 2 del PAI mantengono la normativa già vigente, ai sensi dell'articolo 9, commi da 5 a 9 (aree Ee, Eb, Em, Ca, Cp, Cn) e del Titolo IV, per le aree a rischio idrogeologico molto elevato.”

Pertanto, gli ambiti a scenario frequente, poco frequente e raro presenti nel territorio comunale di Costa Volpino trovano corrispondenza normativa nelle aree P.A.I. sovrapposte (per le specifiche corrispondenze si rimanda alla Carta del dissesto P.A.I. + P.G.R.A.)

Per quanto riguarda le Aree Costiere Lacuali (ACL) si cita il punto 3.4.3 all'allegato A di suddetta d.g.r.:

In coerenza con le disposizioni vigenti di cui alla d.g.r. IX/2616/2011, entro le aree circumlacuali, allagabili per la piena frequente (P3/H) sussistono consistenti limitazioni alla modifica della destinazione d'uso del territorio; sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica, salvo diverse valutazioni più restrittive.



Viene quindi fatta corrispondere la sottoclasse 3lac con fattibilità con consistenti limitazioni.

Per la cartografia della classe di fattibilità 3 e della classe di fattibilità 4 è stato seguito il criterio di utilizzare una suddivisione in ambiti di criticità, ad ognuno dei quali corrisponde una propria normativa di fattibilità.

Per la classe 2, invece, non è stata adottata alcuna suddivisione in ambiti, perché le aree non presentano nessun tipo di criticità importante (come facilmente deducibile dalla Carta di Sintesi).



6.3. Differenze introdotte dalla variante geologica

Le principali variazioni alle classi di fattibilità ed alle conseguenti normative derivano esclusivamente dal recepimento della variante alle face P.A.I. dell'Oglio sopralacuale ed all'inserimento degli ambiti di allagabilità (P.G.R.A.) secondo la direttiva della d.g.r. x/6738 del 2017.

In particolare, si possono fare le seguenti considerazioni di carattere generale:

1. La modifica di maggiore sostanza alla fattibilità nel comparto territoriale di Costa Volpino è riferita al settore di destra idrografica a valle del Ponte Barcotto precedentemente suddivisa tra la Fascia A e la fascia C. Il restringimento della fascia A con conseguente introduzione della fascia B consente di portare l'intero areale interessato dalla classe di fattibilità 4 alla classe di fattibilità 3.
2. L'introduzione o la modifica delle sottozone alla fascia C, posta tra il limite di progetto della fascia B ed il limite di fascia C, non modifica la classe di fattibilità, ma apporta una serie di modifiche alle prescrizioni specifiche, come si vedrà all'interno delle Norme Geologiche di Piano.
3. Vengono eliminate le sottozone poste in classe 4FluvR4.
4. È stata completamente rivista l'assegnazione delle sottoclassi di fattibilità.
5. Le basi cartografiche sono cambiate rispetto allo studio precedente.



7. NORME GEOLOGICHE DI PIANO

In allegato alla presente relazione sono riportate le prescrizioni normative tecniche per gli interventi urbanistici, con indicazione degli studi e delle indagini di approfondimento richieste, delle opere di mitigazione del rischio, degli interventi di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, della predisposizione di sistemi di monitoraggio e degli idonei piani di protezione civile; tali prescrizioni devono essere recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Governo del Territorio.

Le norme proposte derivano dalle vigenti norme specifiche per i Piani consultati, facendo diretto riferimento alla Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I., alle indicazioni normative della d.g.r. ix/2616 del 2011 e della d.g.r. x/6738 del 2017, nonché dettate dalle conoscenze degli scriventi per gli specifici ambiti (sottozone).

Per ciascun ambito di intervento, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata ad ogni poligono e dagli studi di approfondimento indicati nelle specifiche classi di fattibilità, devono essere comunque applicate le disposizioni previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – Supplemento Ordinario n. 30).

Si specifica che la Carta dei Vincoli, la Carta di Sintesi e la Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano, nonché le presenti Norme Geologiche di Attuazione, costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/2005.



8. VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO

➤ TAVOLA N. 1 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE Analisi di I e di II livello

Il presente Studio recepisce le analisi sismiche di I e di II livello presenti all'interno del presente Studio.

Non vengono dunque prodotte variazioni sostanziali alle classi di microzonazione sismica esistente.

Per quanto riguarda l'analisi sismica di II livello, l'aggiornamento dello Studio geologico di Piano redatto nel maggio 2016 aveva già recepito il passaggio del comune di Costa Volpino, al pari di tutto il territorio della Provincia di Bergamo, dalla classe sismica 4 alla classe sismica 3.

Pertanto, non si propongono modifiche all'analisi sismica di II livello, la quale, al pari dell'analisi di I livello, viene recepita all'interno della presente Variante.

Per facilità di consultazione, vengono riproposti i risultati delle analisi.

La ricostruzione del profilo stratigrafico di riferimento è stata effettuata mediante prova sismica passiva HVSR, eseguita mediante Tromino.

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 1 T_{01}	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 88,0 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 88 m = 406,97 m/s T (s) = $4H/V_s = 4 \times 88 / 406,97 =$ SUOLO C	0,86	1,15



Comune di Costa Volpino (Bergamo)

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 2 T_{01}	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = non-individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> . Stimato 70 m da $V_s = 10Z + 122$ (Scheda Litologia Limo-sabbia tipo 2). V_s 70 m = 243 m/s T (s) = $4H/V_s = 4 \times 70 / 243 =$ SUOLO C	1,15	0,86

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 3 T_{01}	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 46 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 46 m = 335,59 m/s T (s) = $4H/V_s = 4 \times 46 / 335,59 =$ SUOLO C	0,54	1,82

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 4 T_{01}	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 21,75 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 21,75 m = 413,49 m/s T (s) = $4H/V_s = 4 \times 21,75 / 413,49 =$ SUOLO B	0,21	4,75

Colonna stratigrafica	PERIODO PROPRIO DEPOSITO T (S)	Fa _{0.1-0.5}	Fa _{0.5-1.5}
Area 1	0.86	2.1	1.5
Area 2	1.15	2.1	1.25
Area 3	0.54	2.3	1.45
Area 4	0.21	1.4	1.1

Figura 26 – Valutazione del periodo di risonanza T e del fattore di amplificazione di sito F_a



PERIODO DI RIFERIMENTO T _{0.1-0.5}			
SITO	CLASSE DI SOTTOSUOLO	FAC	FAS
SITO 1	C	2.1	1.8
SITO 2	C	2.1	1.8
SITO 3	C	2.3	1.8
SITO 4	B	1.4	1.4
PERIODO DI RIFERIMENTO T _{0.5-1.5}			
SITO	CLASSE DI SOTTOSUOLO	FAC	FAS
SITO 1	C	1.5	2.4
SITO 2	C	1.25	2.4
SITO 3	C	1.45	2.4
SITO 4	B	1.1	1.7

Figura 27 – Sintesi dei risultati dell'analisi sismica di II livello per il comune di Costa Volpino. Le due tabelle, distinte per il periodo di riferimento, mettono a confronto i valori di FAC (Fattore calcolato, derivante dall'analisi) con i valori di FAS (valore di soglia).

Il confronto tra il valore del Fattore di amplificazione $[Fa]$, interpolato nella *Curva* della scheda di valutazione scelta implementato attraverso la presente ricerca, ed il valore di soglia per il tipo di suolo considerato [C, B], indica come la norma non è generalmente in grado di tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica rilevati nell'area specifica di indagine di fondovalle con depositi appartenente alla categoria di Suolo C.

Fa 0.1-0.5 s [Area 1, Area 2 = 2.1; 2.1] ≤ [C = 1.8] NON Verificato

Fa 0.5-1.5 s [Area 1, Area 2 = 1.5; 1.45] ≤ [C = 2.4] Verificato

Fa 0.1-0.5 s [Area 3 = 2.3] ≤ [C = 1.8] NON Verificato

Fa 0.5-1.5 s [Area 3 = 1.45] ≤ [C = 2.4] Verificato

Fa 0.1-0.5 s [Area 4 = 1.4] ≤ [B = 1.4] Verificato

Fa 0.5-1.5 s [Area 4 = 1.1] ≤ [B = 1.7] Verificato



In considerazione dei risultati ottenuti dall'analisi di II livello, in accordo a quanto riportato all'interno dell'Allegato 5 alla d.g.r. ix/2616 del 2011, laddove i valori di FAC risultano superiori ai valori di FAC (Sito 1, Sito 2 e Sito 3) la normativa risulta insufficiente a tener conto degli effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (III livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, vale a dire, noto che tutti e tre i siti ricadono in classe di sottosuolo C, utilizzare lo spettro della classe D.

Per quanto riguarda l'analisi di II livello riferita a FAC inferiori ai limiti di soglia, la normativa è da considerarsi sufficiente a tener conto degli effetti di amplificazione litologica.



9. CONCLUSIONI

Il Comune di Costa Volpino (BG) ha incaricato lo scrivente Studio G.E.A. di predisporre l'adeguamento dello studio geologico del territorio comunale, a seguito della **Variante Generale al PGT - 2020** redatta secondo i criteri stabiliti nella Legge 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il Governo del Territorio".

Lo studio si compone della presente Relazione Tecnica, delle Norme Geologiche di Piano e di un repertorio cartografico composto da tavole di vincolo-sintesi e di proposta, realizzati mediante la sintesi di tutti gli elementi emersi dalla ricerca bibliografica e dai rilievi di terreno.

La geologia del comune di Costa Volpino si riflette inevitabilmente sui caratteri morfologici, idrologici e idrogeologici del suo territorio.

In generale, si tratta di un territorio che racchiude in sé i caratteri tipici delle valli bergamasche, con l'eccezione della presenza della sponda lacustre del Lago d'Iseo, che influenza un buon tratto della piana alluvionale dell'Oglio.

Le problematiche connesse ai dissesti sono prevalentemente sviluppate nel comparto di versante vallivo alla destra idrografica dell'Oglio, mentre sul restante comparto di fondovalle gravano problematiche di carattere idraulico ed idrogeologico.

Infine, nel territorio comunale vi sono ambiti di criticità per scadenti caratteristiche geotecniche, carsismo, bassa soggiacenza della falda e problematiche legate alla caduta massi.

Si ribadisce la necessità di rispettare le norme di polizia idraulica e le fasce di rispetto (che devono sempre essere valutate puntualmente sul terreno mediante rilievi topografici) per tutti i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale ed al Reticolo Idrico Minore. Per quanto attiene ai corsi d'acqua, si ritiene inoltre necessario adottare adeguate politiche di tutela e di manutenzione di tutti i torrenti, verificando attentamente lo stato degli alvei e dei tombotti e prevedendo interventi di pulizia periodica. Tali interventi hanno una doppia valenza idraulica ed ecologica.



La cartografia di proposta nasce dall'attenta valutazione di tutti gli elementi di criticità riassunti nelle tavole di vincolo e di sintesi (che tengono conto, a loro volta, della cartografia tematica di inquadramento). Le carte di fattibilità delle azioni di piano, infatti, stabiliscono le attitudini dei diversi ambiti territoriali nei confronti dei futuri interventi urbanistici. Per la realizzazione di queste carte e, di concerto, delle norme geologiche di piano, si è scelto un approccio fortemente legato alla normativa vigente ed agli strumenti di pianificazione sovraordinata, suddividendo le classi di fattibilità in numerosi ambiti, ad ognuno dei quali sono associate una o più norme in base alle criticità riscontrate ed alle limitazioni esistenti (ad esempio, perimetrazioni P.A.I.).

Nei prossimi anni sarà infatti importante valutare con molta attenzione la sostenibilità territoriale di eventuali ulteriori espansioni insediative. Si dovrà considerare la disponibilità della risorsa primaria, l'acqua, che rappresenta in ogni caso un fattore di criticità: le falde sotterranee e le opere di captazione, infatti, necessitano sempre di adeguate politiche di tutela. Eventuali nuove future captazioni idropotabili dovranno disporre di aree di salvaguardia adeguatamente individuate e perimetrare. Anche le aree di salvaguardia già individuate potranno essere ridefinite sulla base di criteri più precisi qualora necessario.

Nella pianificazione urbanistica, sarà necessario tenere conto di tutte le aree di criticità geologica e dissesto individuate sul territorio. In linea di massima, l'espansione urbanistica dovrebbe di principio concentrarsi sulle aree contraddistinte dal grado di criticità geologica più basso possibile, quali per esempio le zone ricadenti in classe di fattibilità 2 e quelle ricadenti nelle classi 3 meno critiche.

Significativa dovrà peraltro essere l'attuazione di politiche di valorizzazione (o eventuale recupero) di aree caratterizzate da un elevato valore paesaggistico e naturalistico, ad esempio le aree prossimali ai corsi d'acqua.

Nella progettazione ed esecuzione di qualsiasi intervento pubblico o privato, occorrerà attenersi scrupolosamente a tutte le norme geologiche stabilite dal presente studio, sia per quanto concerne le indagini geologico - geotecniche richieste caso per caso, sia per quanto attiene alle prescrizioni tecniche, ai divieti ed agli accorgimenti costruttivi, anche in termini di normativa sismica. Si ricorda poi che la



Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano deve sempre essere consultata di concerto con le altre cartografie di proposta, in particolare la Carta di Sintesi e la Carta dei Vincoli, poiché determinati vincoli normativi (quali ad esempio le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, le aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili, i geositi, ecc.) sono riportati solamente su queste carte. Si rammenta anche che le norme di piano contenenti articoli stralciati da strumenti legislativi esterni (quali ad esempio le norme di attuazione del P.A.I. per i dissesti e le valanghe) devono sempre essere controllate utilizzando le versioni vigenti di tali strumenti, poiché non si può escludere che essi possano essere, in futuro, sottoposti a modifiche, integrazioni o variazioni rispetto ai testi attuali. Gli articoli di legge esterni riportati nel presente documento rappresentano dunque un riferimento legislativo utile per una rapida ed efficace consultazione, ma devono sempre essere verificati con gli strumenti legislativi originali.

Ranica, Gennaio 2021

Dott. Geol. Sergio Ghilardi



Dott. Ing. Francesco Ghilardi



10. BIBLIOGRAFIA

Per la redazione dello studio geologico sono stati consultati i seguenti riferimenti principali:

1. Componente Geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'Art. 57 della L.R. 11/3/2005 n.12 (Studio Eurogeo, 2013 e suo aggiornamento 2016)
2. Mosaico informatizzato degli studi geologici comunali della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
3. Inventario dei Fenomeni Franosi (GeoIFFI) della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
4. Applicativo Studi Geologici Comunali e Quadro Dissesti P.A.I. Aggiornato, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
5. Criteri attuativi L.R. 12/2005 per il Governo del Territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n. 13 – edizione speciale del 28 marzo 2006 e s.m.i.)
6. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia di Bergamo, 2001)
7. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, aggiornamento 2019, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
8. Atlante dei Dissesti P.A.I. e delle Fasce Fluviali, consultabile su www.adbpo.it
9. Variante Pai per la modifica delle fasce fluviali del fiume Oglio sopralacuale, approvato con decreto n. 472 del 24 dicembre 2020.
10. Castellaro S., 2016. The complementarity of H/V and dispersion curves. 16 pp. Geophysics, Vol. 81, No. 6 (November-December 2016)
11. Castellaro S., 2012. Introduzione alla modellazione delle curve H/V a fini stratigrafici in Grilla. 21 pp. Micromed s.p.a..
12. Castellaro S., 2012. Tecnica sismica passiva a stazione singola. 137 pp. Micromed s.p.a..
13. Corrao M., Coco G., 2009. Geofisica applicata. 258 pp. Dario Flaccovio



Editore.

14. Gaudioso C., 2014. Manuale di geofisica di campagna. 140 pp. Stampaecontatto.
15. Moho s.r.l., 2016. Introduzione al modulo di analisi delle onde di superficie in Grilla. 28 pp. Moho s.r.l..
16. Mucciarelli M., 2010. Tecniche svedite per la stima dell'amplificazione sismica e della dinamica degli edifici - Studi teorici ed applicazioni professionali. 445 pp. Ministero dell'università e della ricerca programmi di ricerca scientifica di rilevante interesse nazionale - Progetto di ricerca 2007ptrc4c.
17. Repertorio cartografico del Geoportale della Regione Lombardia, liberamente consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it.
18. Repertorio cartografico di Google Maps, liberamente consultabile su www.maps.google.it.

