

COMUNE DI LOSINE

Committente: "PIETRINI s.r.l." – Via Casa Bianca, 182/A – 25040 – Esine (BS)

SUAP IN VARIANTE AL PGT SOCIETÀ "FUNNYLAND S.R.L." PER L'AMPLIAMENTO DI UN'AREA A DESTINAZIONE LUDICO-SPORTIVA IN LOCALITÀ TEZZE, VIA PRADA GRANDE, IN COMUNE DI LOSINE (BS)



**REALIZZAZIONE VASCA DI LAMINAZIONE IN FASCIA DI RISPETTO DEL TORRENTE DELLA VALLE CORNA MARSA
NELL'AREA DEL SUAP "FUNNYLAND" – REALIZZAZIONE BRIGLIA SELETTIVA ALL'APICE DELLA CONOIDE**

R03 - RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

Dott. Ing. Gianni Peluchetti



Gruppo di lavoro:

Dott.ssa Geol. Sonia Botticchio

Dott. Ing. Simone Bonetti

Dott. Ing. Giovanni Frosio

Dott. Geol. Fabio Fenaroli



Fabio Fenaroli

Prima stesura: marzo 2026

Versione: rev.00

Via Giuseppe Palini, 5
25055 Pisogne (BS)
cell. 328.059.00.24
geologo.fenaroli@gmail.com



GEOLOGO
FABIO
FENAROLI



3K LIFE s.r.l.

Via Plagne, 2A - 25043 Breno (BS)
CF - P IVA: 04375740984
mobile 329/7434372 - info@3klife.it

INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 Riferimenti normativi.....	3
2. INQUADRAMENTO DELLA ZONA D'INDAGINE	5
2.1 Localizzazione geografica.....	5
2.2 Aspetti di pianificazione territoriale: analisi dei contenuti della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT vigente e PGRA	5
2.3 Classificazione del Piano di Gestione Rischio Alluvione nel bacino del Fiume Po (PGRA).....	10
2.4 Inquadramento climatico generale	12
3. ANALISI DI DETTAGLIO DEL BACINO IDROGRAFICO A MONTE DELL'AREA DI INDAGINE	14
4. VALUTAZIONI IDROLOGICHE	17
4.1 Elaborazioni di base: LSPP.....	17
4.2 Costruzione dello ietogramma lordo.....	17
4.3 Costruzione dello ietogramma netto.....	18
4.4 Costruzione dell'idrogramma di piena	18
4.5 Considerazioni sulla portata di piena di progetto	19
5. VALUTAZIONI IDRAULICHE	20
5.1 Modellazione idraulica nello scenario dello stato di fatto e di progetto.....	20
5.2 Dispositivi di scarico della vasca	22
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23
APPENDICE	24

1. PREMESSA

Su incarico della società "PIETRINI s.r.l." di Esine (BS) è stata redatta la presente relazione idrologica e idraulica, finalizzata alla valutazione delle problematiche idrauliche che caratterizzano il tratto della Valle Corno Marsa in località Tezze in Comune di Losine (BS) al fine della progettazione e, in seguito, della realizzazione nella fascia di rispetto della valle, confinante con l'area della struttura ludico-sportiva, di una vasca di laminazione che fungerà da opera di difesa per l'area stessa (Fig. 1). Verrà inoltre realizzata una briglia selettiva all'apice della conoide.

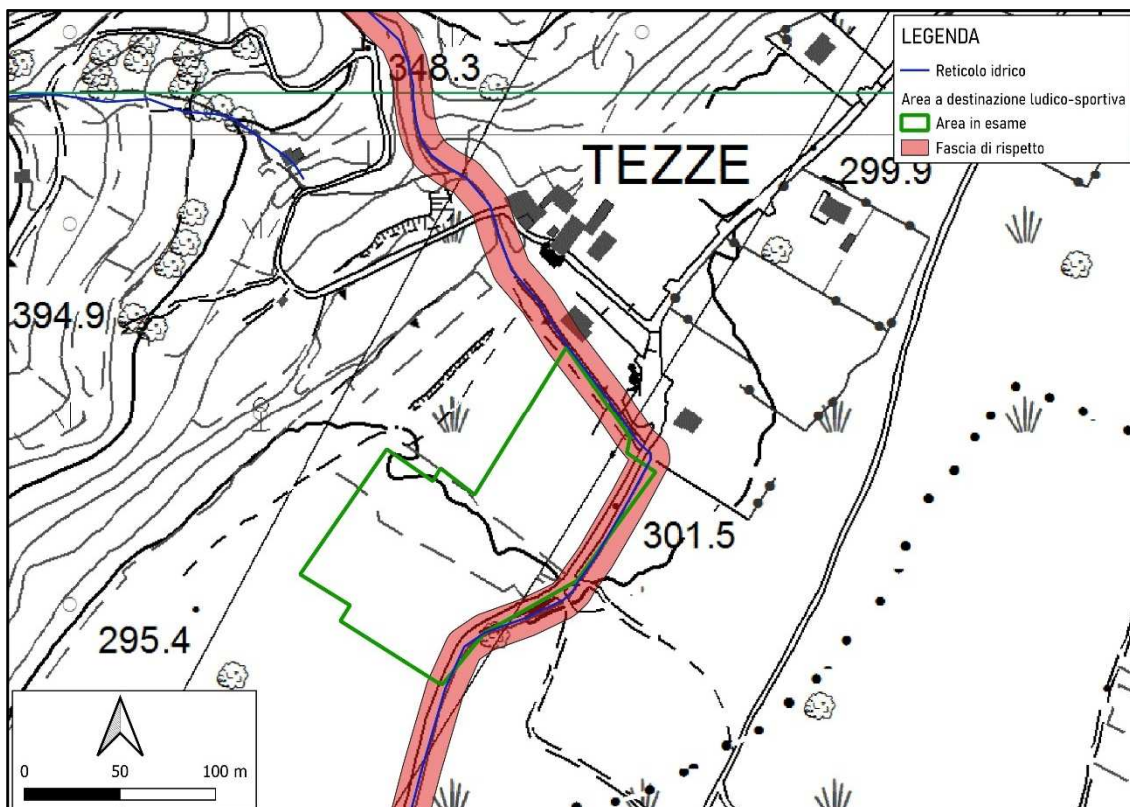


Fig. 1: ubicazione area di interesse (estratto cartografico CTR - scala 1: 2.000).

1.1 Riferimenti normativi

Il presente studio è stato redatto secondo le disposizioni normative ai sensi:

- della **D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011**: Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374";
- della **D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017**: Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla

variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;

- della **D.G.R. XI/470 del 2 agosto 2018**: Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017 – n. x/6738
- della **D.G.R. XI/6314 del 26 aprile 2022**: Modifiche ai criteri e 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 approvati con D.G.R. 2616/2011 e integrati con D.G.R. 6738/2017;
- della **D.G.R. XI/6702 del 18 luglio 2022**: Aggiornamento 2022 dell'allegato 1 ai criteri 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 approvati con D.G.R. 30 novembre 2011, n. 2616.

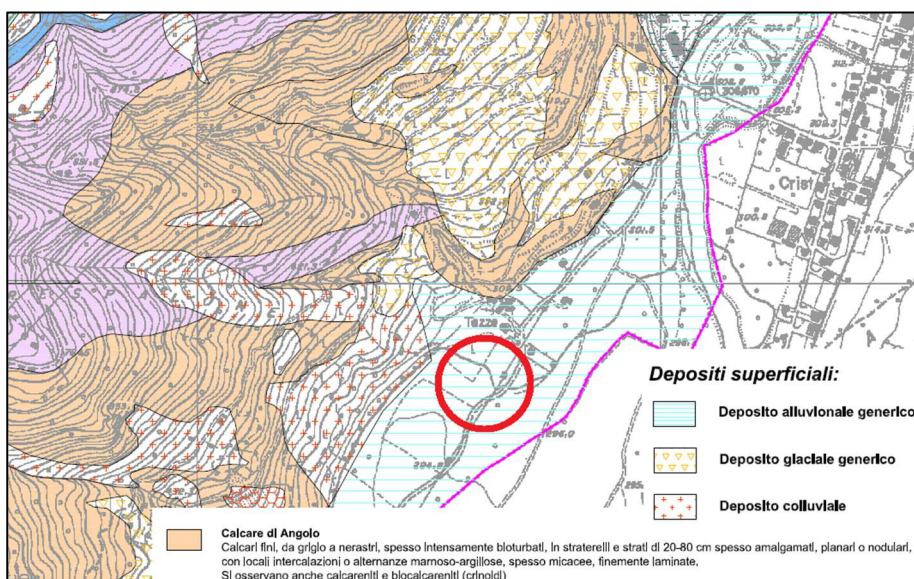


Fig. 3: stralcio della “Carta geolitologica” con individuazione dell’area di indagine.

2. nella “Carta geomorfologica (Tavola 03 – scala 1:10.000)” l’area in esame risulta in parte all’interno di un’area di Conoide attiva non protetta e in parte in un’area di Conoide parzialmente protetta (Fig. 4).

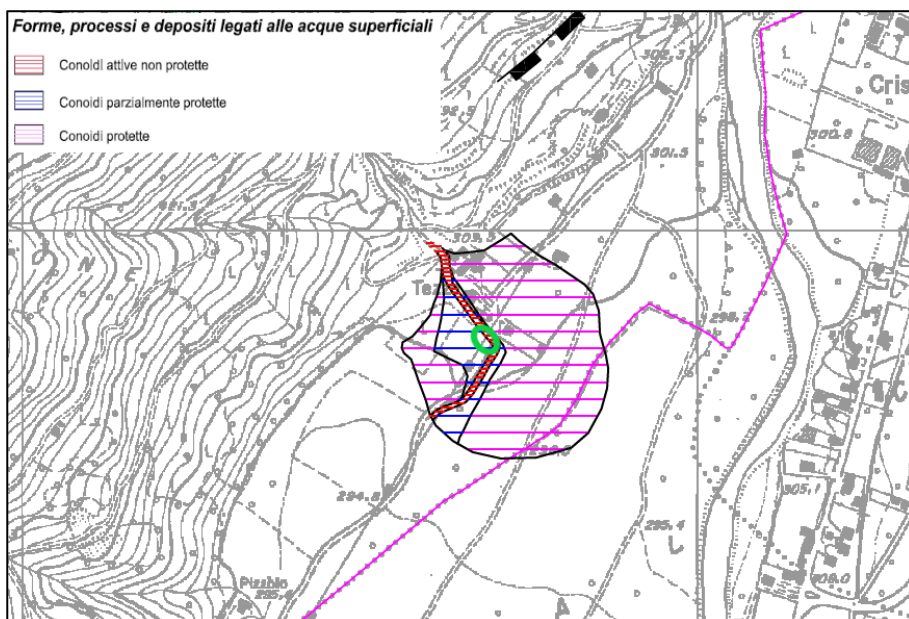


Fig. 4: stralcio della “Carta geomorfologica” con individuazione dell’area di indagine.

3. dalla "Carta idrogeologica (Tavola 04 – scala 1:10.000)" di cui si riporta uno stralcio in Fig. 5, l'area di nostro interesse risulta inserita in un'area caratterizzata da permeabilità da elevata a media per porosità.

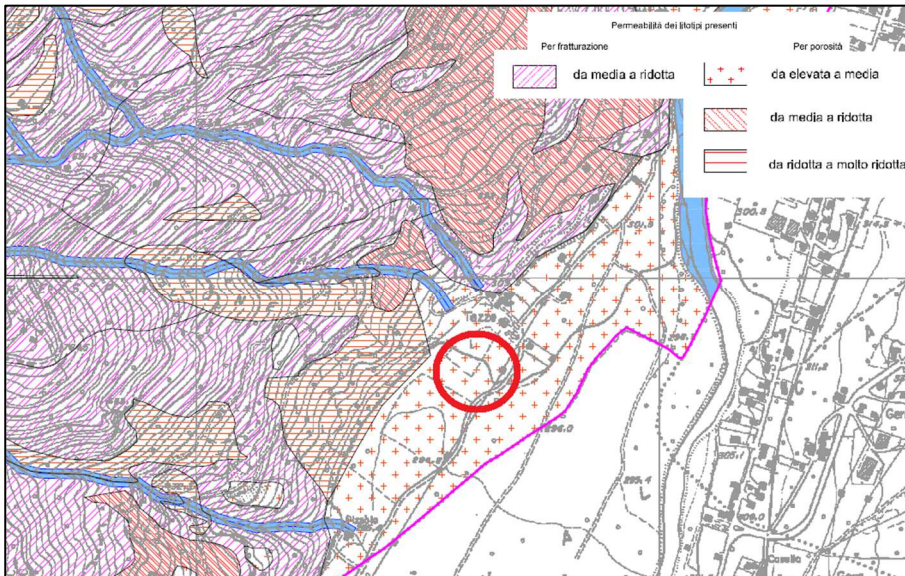


Fig. 5: stralcio "Carta idrogeologica" con individuazione dell'area di indagine.

4. nella "Carta della Pericolosità Sismica Locale (Tavola 08 – scala 1:10.000)" l'area di nostro interesse risulta inserita nello scenario sismico Z4a "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi" caratterizzato da amplificazioni litologiche e geometriche. (Fig. 6).

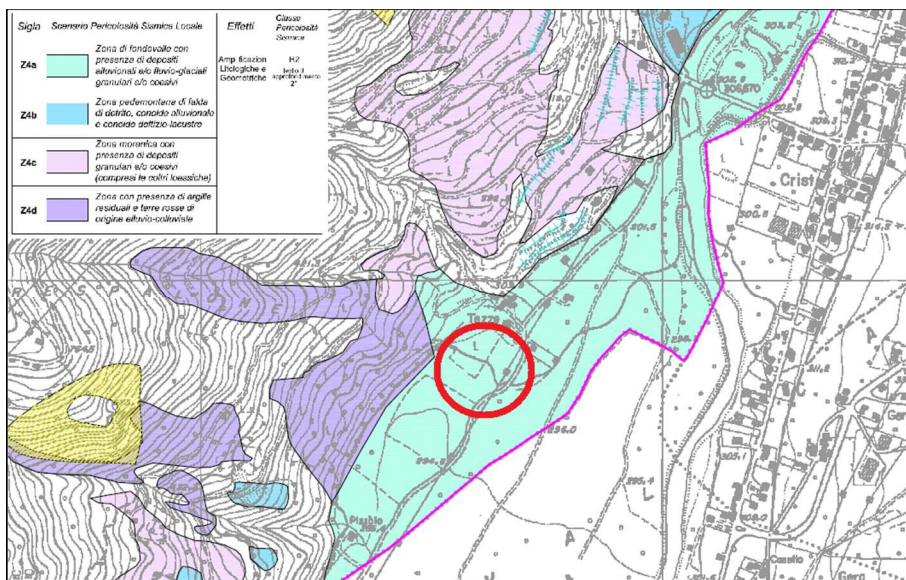


Fig. 6: stralcio "Carta della Pericolosità Sismica Locale" con individuazione dell'area di indagine.

5. nella “Carta con legenda uniformata PAI (Tavola 05 – scala 1:10.000)”, l’area in esame risulta in parte inserita all’interno di un’area di Conoide attivo non protetto (Ca) e in parte in un’area di Conoide attivo parzialmente protetta (Cp) (Fig. 7).

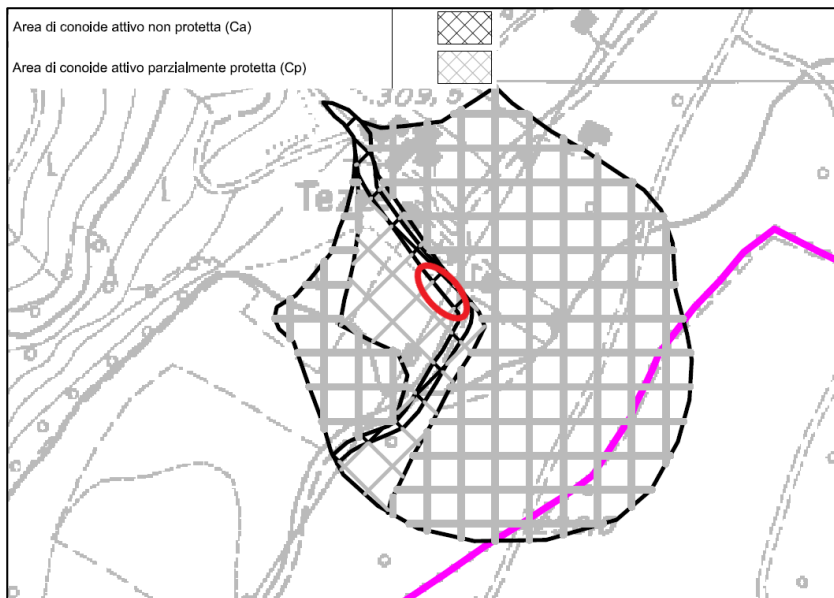


Fig. 7: stralcio “Carta con legenda uniformata PAI” con individuazione dell’area di indagine.

6. Dal “Geoportale di Regione Lombardia” si riporta uno stralcio della cartografia riguardante il Piano Assetto Idrogeologico (PAI) vigente, dal quale si evince che l’area di nostro interesse risulta in parte inserita all’interno di un’area di Conoide attivo non protetta (Ca) e in parte in un’area di Conoide attivo parzialmente protetta (Cp) come riportato anche nella cartografia del PGT (Fig. 8).

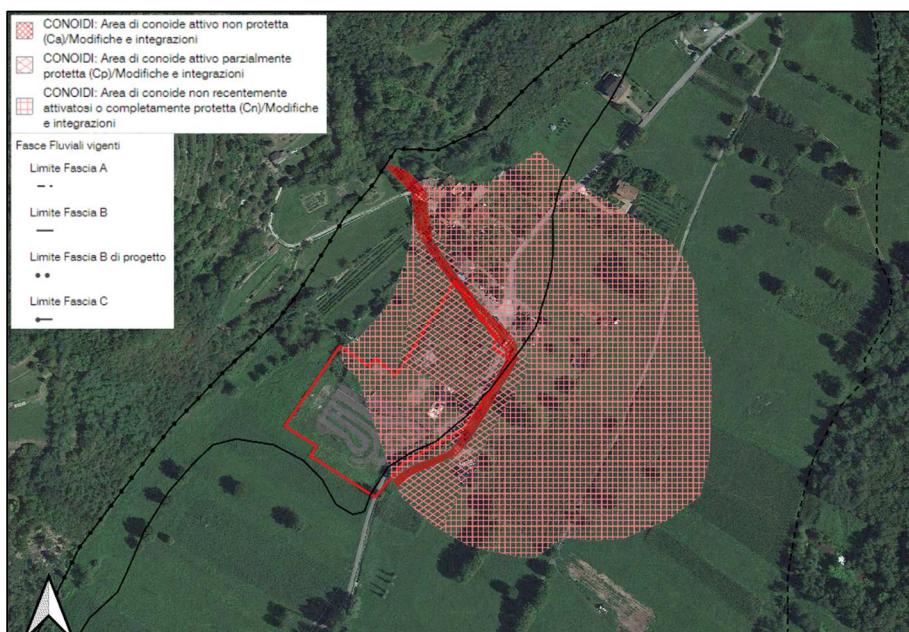


Fig. 8: stralcio “Carta PAI vigente” con individuazione dell’area di indagine.

7. nella *“Carta dei Vincoli (Tavola 06 – scala 1:10.000)”*, l'area di nostro interesse risulta in parte inserita all'interno di un'area di Conoide attivo non protetta (Ca) e in parte in un'area di Conoide attivo parzialmente protetta (Cp) oltre che inserita in fascia di rispetto del reticolo idrico (Fig. 9).

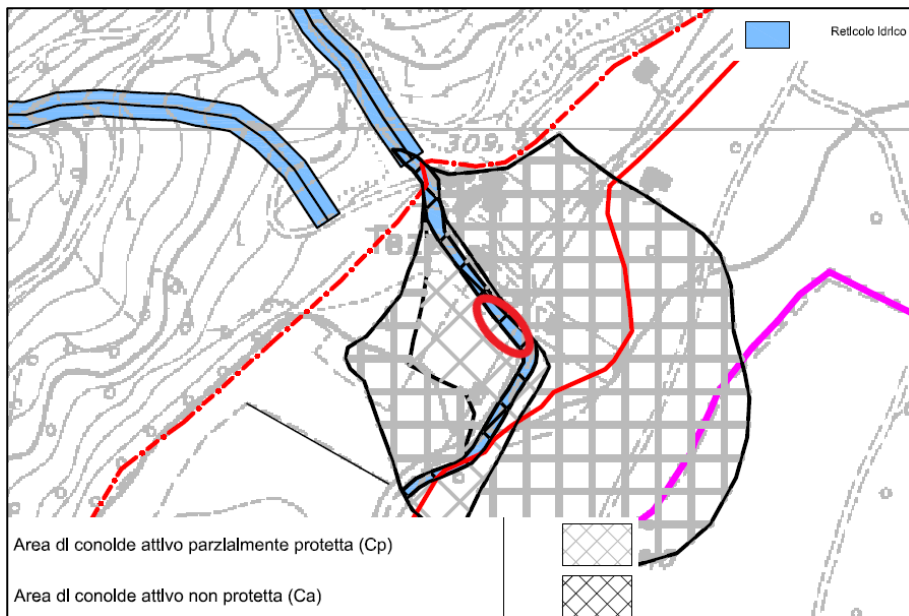


Fig. 9: stralcio *“Carta dei Vincoli”* con individuazione dell'area di indagine.

8. nella *“Carta di Sintesi – Territorio urbanizzato (Tavola 07a – scala 1:2.000)”* (Fig. 10) l'area di nostro interesse risulta in parte inserita all'interno di un'area ripetutamente allagata in occasione di eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni) e in parte in un'area interessata da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide (pericolosità media).

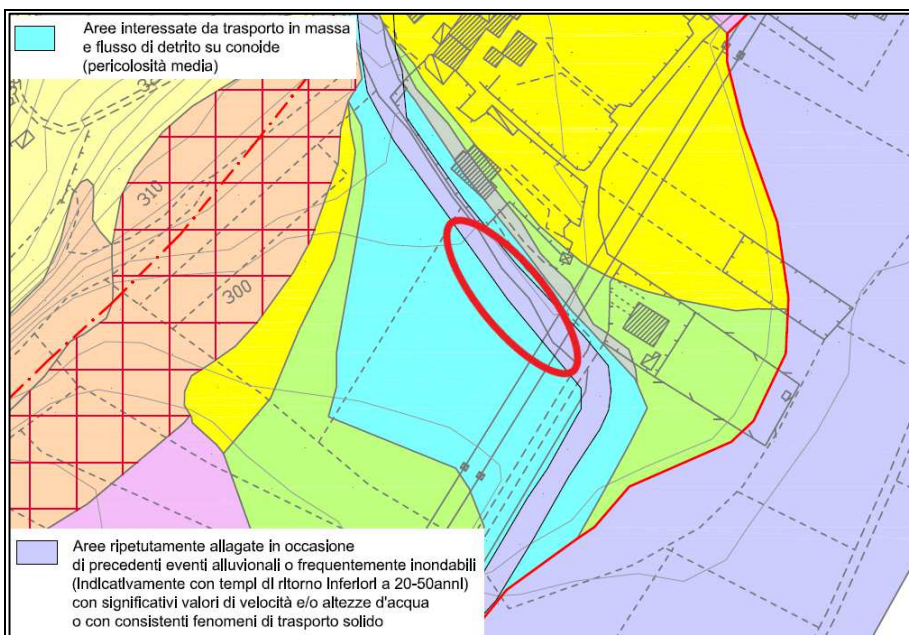


Fig. 10: stralcio *“Carta di Sintesi – Territorio urbanizzato”* con individuazione dell'area di indagine.

9. nella “Carta della fattibilità – Territorio urbanizzato (Tavola 09a – scala 1:2.000)”, l’area in esame risulta in classe 4 di fattibilità geologica con gravi limitazioni, in particolare nella sottoclasse 4ac “Fenomeni di esondazione su conoide con portata solida prevalente” (Fig. 11).

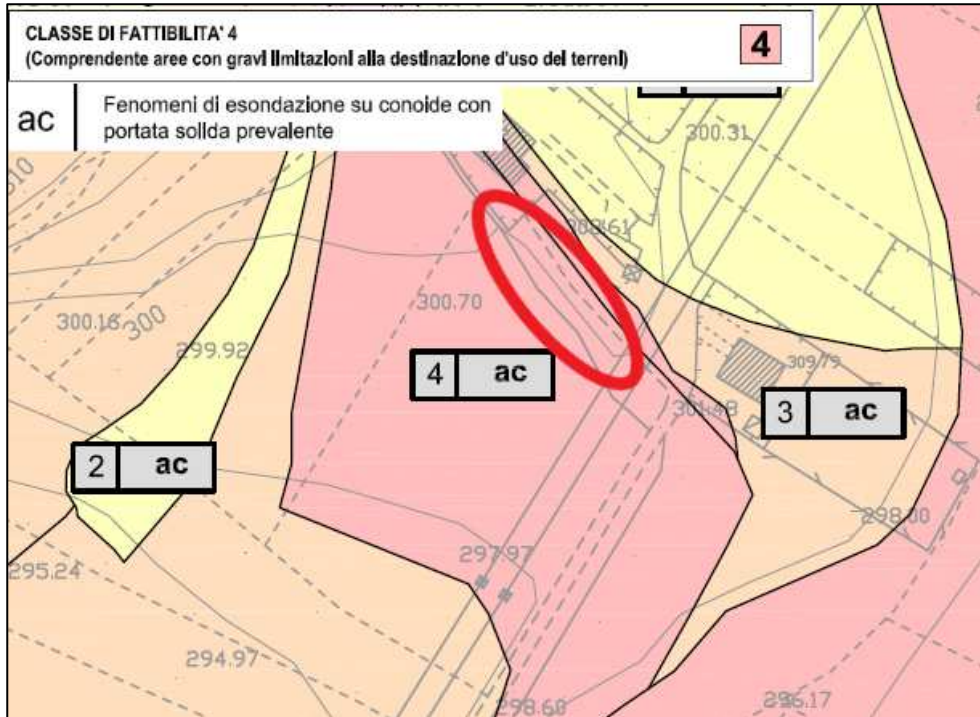


Fig. 11: stralcio “Carta della fattibilità geologica – Territorio urbanizzato” con individuazione dell’area di indagine.

2.3 Classificazione del Piano di Gestione Rischio Alluvione nel bacino del Fiume Po (PGRA)

A seguito della pubblicazione della D.G.R. X/6778 del 19 Giugno 2017 “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 del comitato istituzionale di bacino del fiume Po”, nell’ambito del territorio regionale è entrato in vigore il Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

Quest’ultimo è stato predisposto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po (Ora Distretto Idrografico) di comune accordo con le Regioni interessate, in attuazione del D. Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (nota come “Direttiva Alluvioni”) ed è stato adottato con deliberazione n. 4 del 17/12/2015, approvato con deliberazione n. 2 del 03/03/2016 e n. 5 del 07/12/2016 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27/10/2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 6 Febbraio 2017). Nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni e viene stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree “alluvionabili”.

Dalla consultazione della cartografia allegata al PGRA, di cui si riportano lo stralcio della mappa di pericolosità e del rischio (Fig. 12), si evince che l’areale in esame ricade in parte nello scenario di pericolosità RSCM scenario frequente (H), in parte in quello poco frequente (M) e in rischio moderato R1 e R4 derivanti da fenomeni alluvionali.

La vasca in esame, essendo un'opera di difesa dal rischio idraulico e idrogeologico, è realizzabile in tale aerale, con gli approfondimenti idraulici illustrati al cap. 5.

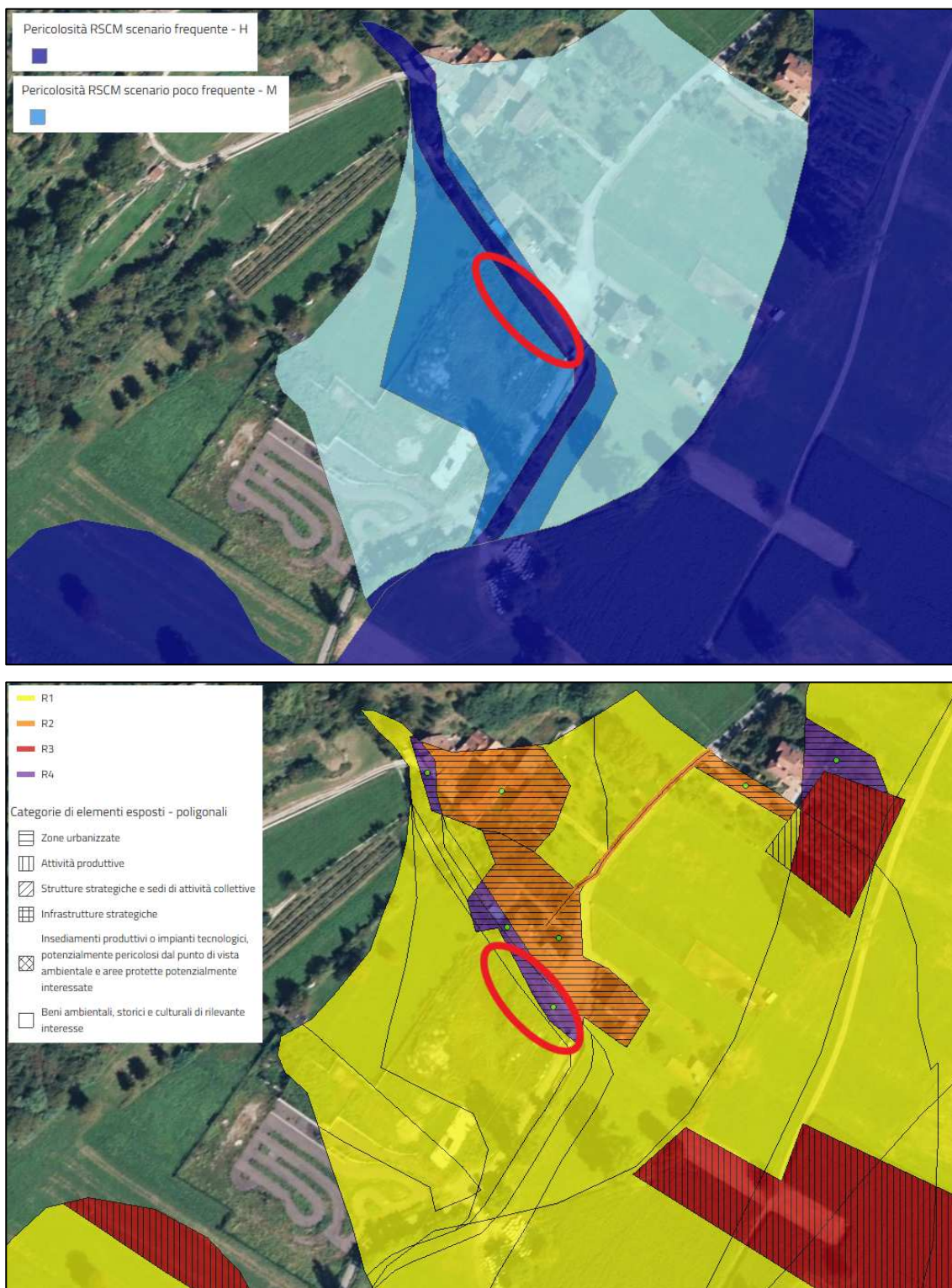


Fig. 12: Estratto della carta di pericolosità e del rischio del PGRA con individuazione dell'area di indagine.

2.4 Inquadramento climatico generale

Per quanto riguarda gli aspetti climatologici si farà prevalentemente riferimento a quanto indicato per l'area di indagine nel volume "Atlante dei climi e microclimi della Lombardia" edito nel 2011 dal Centro Meteorologico Lombardo.

Nel tratto di vallata tra Civate Camuno e Cedegolo la valle inizia a subire un sostanziale cambiamento. Innanzitutto, la disposizione è sud-nord, inoltre tra Civate Camuno e Breno è presente una strozzatura che blocca le brezze da sud. A questo punto la valle inizia a farsi più stretta e le montagne circostanti (la Concarena, il Pizzo Badile e le prime propaggini dell'Adamello) ci fanno capire che ci stiamo addentrando pienamente nel comparto alpino. Per via di questa conformazione il soleggiamento è molto ridotto rispetto alle zone più meridionali, ma rispetto ai tratti precedenti non c'è una grossa differenza di soleggiamento tra sponda destra e sinistra. Le temperature sono di conseguenza leggermente inferiori rispetto ai tratti più a valle.

In questo tratto si trova una zona con clima più continentale denominata Prada, tra Breno e Losine. Qui è facile imbattersi in estese brinate e locali banchi di nebbia in inverno. Temperature minime in inverno di circa 3-4 °C inferiori alle zone limitrofe, ma temperature massime più elevate anche di 2-3 °C.

Le precipitazioni sono tipiche del settore alpino. I temporali in formazione sulle Orobie per via del loro movimento verso sud-est riescono con fatica solo a lambire queste zone. Solo la zona di Breno è interessata da fenomeni temporaleschi più frequenti. Trovandosi in prossimità del comparto alpino sono invece frequenti i temporali e i rovesci in caso di perturbazioni che si verificano a nord delle Alpi. Queste precipitazioni trovano una via preferenziale che scorre sulle Orobie e si stacca dalla Concarena per dirigersi nel vicino Trentino.

Questo settore è caratterizzato, ancor più dei settori precedenti, da una scarsa nevosità che diviene via via decrescente salendo verso nord. Pertanto, anche in caso di nevicate abbondanti nella bassa Valcamonica, il manto nevoso diminuisce velocemente e può risultare del tutto assente nonostante le condizioni di temperatura ideali per una buona nevicata. Solamente le correnti da sud-ovest sono in grado di sospendere abbondanti precipitazioni fino a qui. In caso di condizioni di temperatura al limite tra pioggia e neve, la barriera di Breno in certi casi può rendere possibili delle nevicate mentre nel tratto più a sud sta piovendo.

Secondo i dati forniti dall'Arpa sulle precipitazioni giornaliere (esprese in mm) nell'anno 2025 nella stazione pluviometrica di Lozio (v. grafico di Fig. 13) presa a riferimento e che risulta essere la più vicina all'area di nostro interesse, in media sono caduti circa 4,22 mm di pioggia al giorno. Come si può notare dal grafico in questione, che mostra le precipitazioni riguardanti l'intero anno 2025, i picchi di maggiore intensità di pioggia si verificano sia nel periodo primaverile che in quelli estivo e autunnale.



Fig. 13: Regime delle precipitazioni alla stazione pluviometrica di Lozio per l'anno 2025 (ARPA Lombardia).

3. ANALISI DI DETTAGLIO DEL BACINO IDROGRAFICO A MONTE DELL'AREA DI INDAGINE

L'area di nostro interesse si imposta al termine del bacino idrografico della Valle Corna Marsa, il quale presenta una testata delimitata in direzione nord-sud dalla dorsale Dosso Isiga (1562) – Pizzo Alto (1339) in Comune di Cervo, terminando in località Tezze in Comune di Losine.

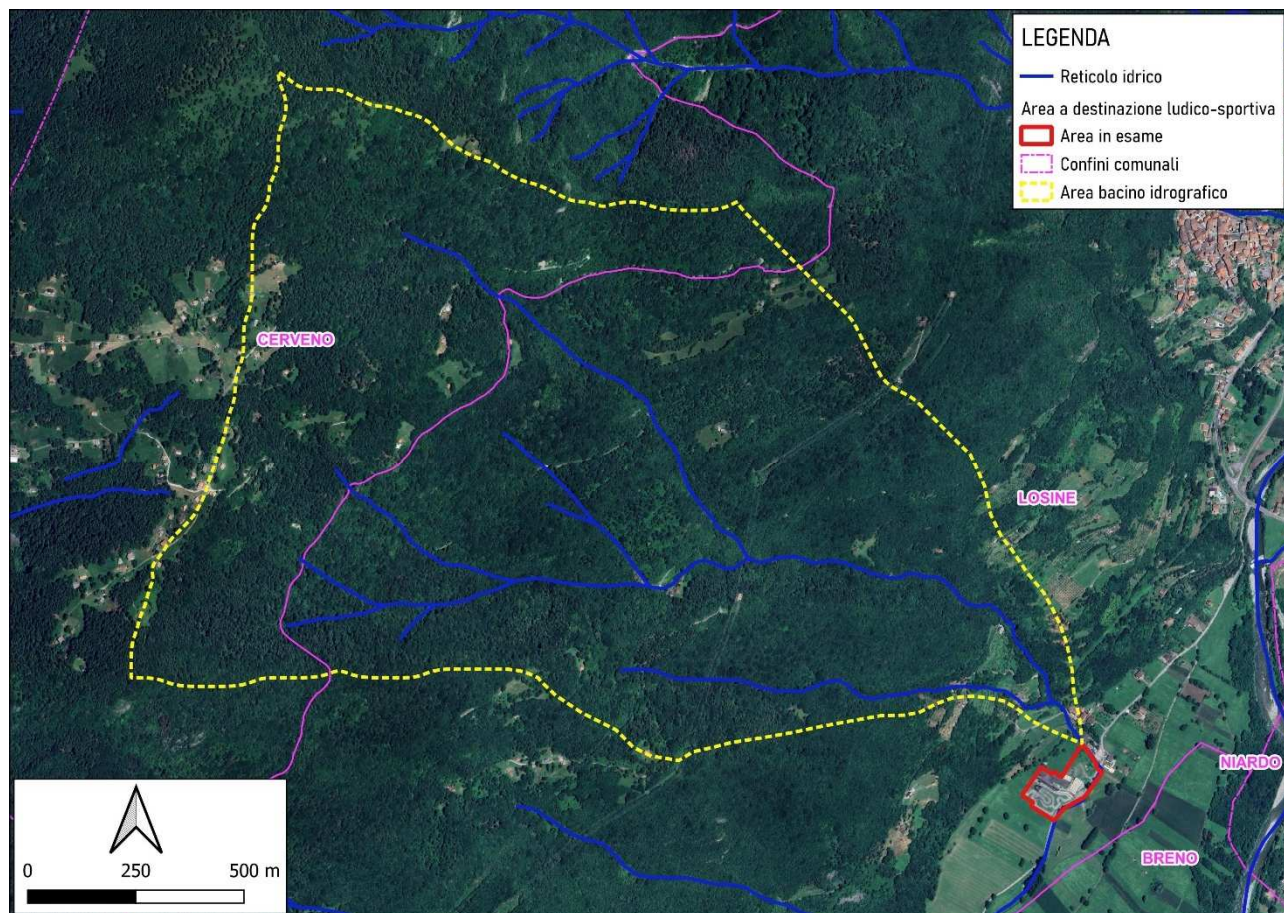


Fig. 14: Individuazione del bacino idrografico considerato e dell'area di nostro interesse.

Nelle giornate del 12 e 17 febbraio 2026 è stato eseguito un rilievo geomorfologico di dettaglio riguardante in particolare il tratto terminale dell'alveo della Valle Corna Marsa con lo scopo di caratterizzare l'andamento del corso d'acqua, la sua dinamica geomorfologica, la natura e la dimensione dei depositi presenti in alveo (descritti nello Studio geologico e idrogeologico) e, per quanto attiene le presenti valutazioni idrologiche-idrauliche, rilevare alcune sezioni caratteristiche dell'alveo, ubicate come in figura seguente.

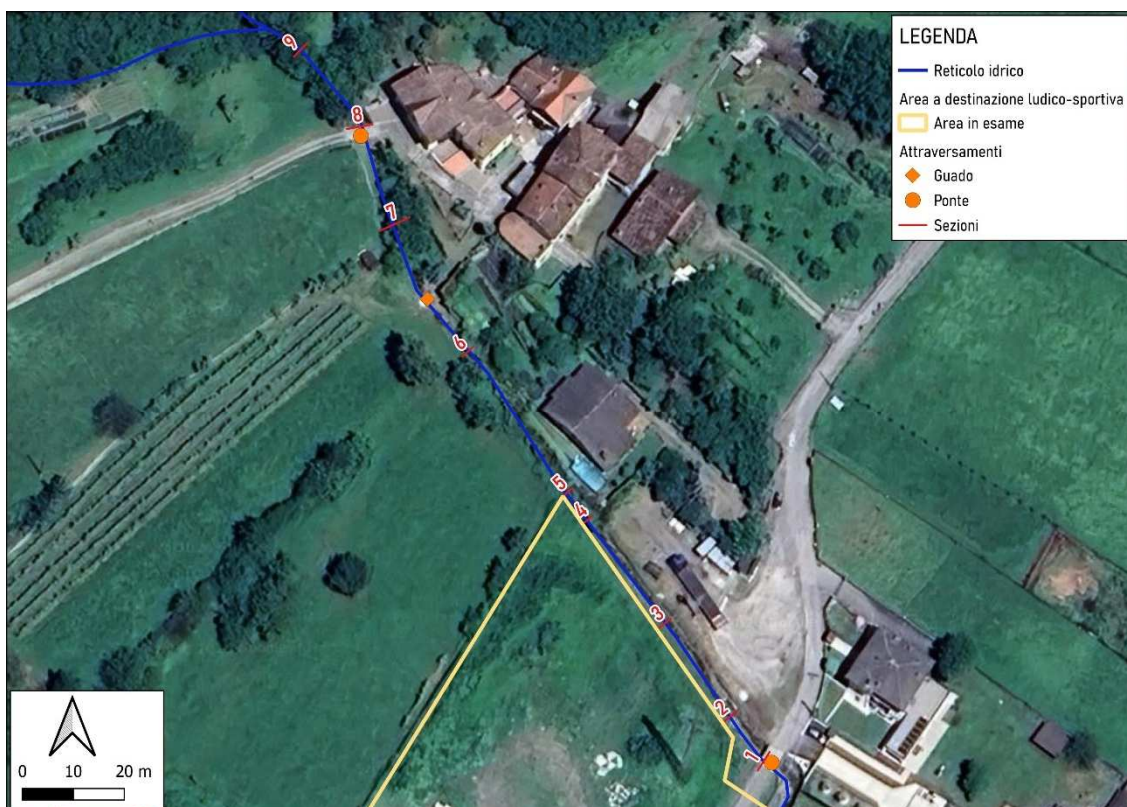


Fig. 15: Ubicazione sezioni realizzate nell'alveo della Valle Corna Marsa.

Sono state rilevate n. 9 sezioni dell'alveo le cui schede di caratterizzazione sono riportate nell'allegato A della presente. L'alveo risulta ben inciso nel substrato roccioso nella parte alta e mediana del bacino, o comunque fino all'altezza della sezione n. 9, dando vita anche alcuni salti metrici. A valle di essa risulta meno inciso e meno pendente man mano che ci si avvicina alla conoide e al fondo valle.



Fig. 16: Alveo della Valle Corna Marsa nei pressi della località Parmantù.

Le sponde del tratto finale dell'alveo in questione risultano interessate dalla presenza di scogliere, sia in sinistra che in destra idrografica, realizzate in massi ciclopici e calcestruzzo. Il fondo dell'alveo invece è caratterizzato dalla presenza di materiale eterometrico da fino a ciottoli di natura calcarea che raggiungono al massimo dimensioni decimetriche. Le dimensioni riscontrate dei depositi presenti in alveo lasciano intendere che l'energia di trasporto della valle non permetta di movimentare massi di grandi dimensioni.



Fig. 17: Immagine fondo dell'alveo nei pressi della sezione 3.

4. VALUTAZIONI IDROLOGICHE

La progettazione delle opere in progetto è basata sulle valutazioni idrologiche di seguito illustrate, che integrano la definizione dello scenario di progetto di cui alla *Relazione geologica*.

4.1 Elaborazioni di base: LSPP

Anzitutto vengono costruite le LSPP (linee segnalatrici di probabilità pluviometrica) con i parametri forniti, su un reticolo che copre l'intero territorio regionale, dal portale idrologico del sito di ARPA Lombardia. Tali LSPP determinano l'altezza di precipitazione h [mm] di durata D [ore] corrispondente a un tempo di ritorno T [anni] secondo la formula

$$h_T(D) = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

con

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

dove i parametri a_1 , n , ε , α , k , come poc'anzi detto, sono forniti da ARPA Lombardia.

Nel grafico seguente (Fig. 18) sono rappresentate le LSPP costruite per l'area in esame, per diversi valori del tempo di ritorno e della durata di pioggia.

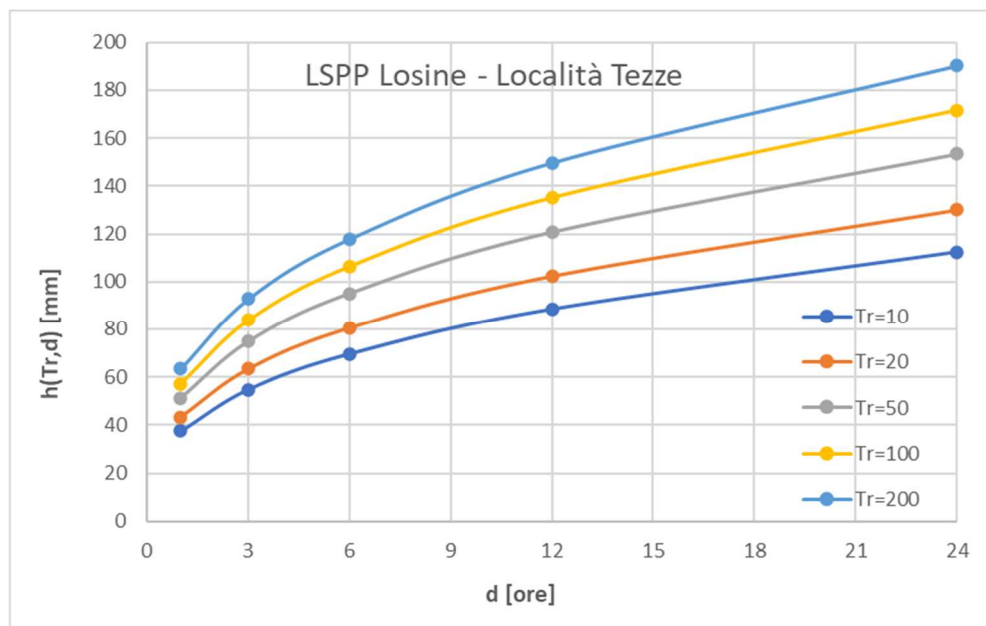


Fig. 18: LSPP relative al sito in esame.

4.2 Costruzione dello ietogramma lordo

Le LSPP così costruite forniscono l'altezza totale di precipitazione per una certa durata, ovvero il valore medio dell'intensità di precipitazione su tale durata. Per una modellazione idrologica e idraulica completa, però, occorre determinare anche l'andamento nel tempo della precipitazione durante l'evento meteorico; tale funzione - che può essere espressa in termini di altezza o di intensità di precipitazione - è detta ietogramma.

Vi sono diversi tipi di funzioni con cui viene descritto, con diversi livelli di approssimazione, l'andamento reale della precipitazione nel tempo: dal più semplice ietogramma costante, a quello triangolare, fino a forme più complesse.

Nel caso in esame è stato adottato il cosiddetto *ietogramma Chicago*, che per ogni durata anche parziale fornisce la stessa altezza di precipitazione – quindi l'intensità media – della LSPP da cui viene ricavato. Inoltre, questo ietogramma ha un picco (con intensità virtualmente infinita) in un istante predeterminato, generalmente intorno al 40% o ai 3/8 della durata dell'evento meteorico. Ulteriormente, una volta che è stata adottata una durata di poco superiore al tempo di corrivazione (tempo impiegato dalla goccia d'acqua caduta nel punto idrograficamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura considerata) del bacino, aumentando la stessa lo ietogramma non cambia molto, poiché si allungano le sue "code", mentre la maggior parte della precipitazione si concentra intorno al suddetto picco.

Dall'integrazione numerica dello ietogramma tramite discretizzazione degli intervalli temporali si ottiene un'altezza totale di pioggia inferiore di quella fornita dalla LSPP di riferimento, con una differenza tanto minore quanto più i passi di calcolo Δt consentono di avvicinarsi all'istante del picco suddetto, senza però coincidere con esso per evitare l'errore numerico dovuto al valore infinito dell'intensità di pioggia che si otterrebbe.

4.3 Costruzione dello ietogramma netto

Uno ietogramma netto rappresenta l'andamento nel tempo della precipitazione efficace, cioè di quella che dà origine al deflusso superficiale. La costruzione dello ietogramma netto a partire da quello lordo di cui sopra consiste sostanzialmente nello stimare le perdite idrologiche; come noto esse, in condizioni di piena, si riducono essenzialmente all'infiltrazione, potendosi ritenere trascurabili gli altri fenomeni come l'intercettazione e l'evapotraspirazione.

Preliminare alla stima delle perdite è la loro schematizzazione, che può essere effettuata con uno degli approcci seguenti:

- sottrazione *costante*, o metodo dell'indice, per cui le perdite sono assunte costanti nel tempo per tutto il periodo in cui la precipitazione (espressa come intensità, in mm/h) è superiore a determinato un tasso di perdita potenziale;
- sottrazione *iniziale*, per cui si considera che la precipitazione vada completamente perduta per un certo periodo all'inizio dell'evento;
- sottrazione *proporzionale*, per cui si assume un tasso di proporzionalità costante tra le perdite e la precipitazione lorda.

Nello specifico caso in esame si ritiene adeguata la sottrazione proporzionale, basata sul coefficiente di deflusso ϕ , numero adimensionale che rappresenta la quota parte di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale.

4.4 Costruzione dell'idrogramma di piena

Una volta costruiti gli ietogrammi, si applica un modello di trasformazione afflussi - deflussi per ricavare i corrispondenti idrogrammi, cioè gli andamenti della portata nel tempo, che a differenza degli ietogrammi vanno necessariamente calcolati in riferimento a una determinata sezione e quindi all'area del bacino idrografico da essa sotteso.

Per la sezione in esame, con i parametri morfometrici riportati nella *Relazione geologica*¹, nessun coefficiente di ragguaglio all'area (in quanto, per bacini di piccole dimensioni, è lecita l'approssimazione cautelativa di coincidenza tra l'area studiata e il *centro di scroscio*) e picco al 37%, si ottiene una portata al colmo di piena centennale pari a $Q_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$; il grafico seguente (Fig. 19) riporta anche l'andamento nel tempo delle variabili idrologiche analizzate, tramite lo ietogramma lordo (arancione) e netto (verde) e l'idrogramma (detto *naturale*, in quanto rappresenta la risposta del bacino alla precipitazione considerata, a prescindere dall'effettiva capacità di convogliamento dell'alveo) di piena.

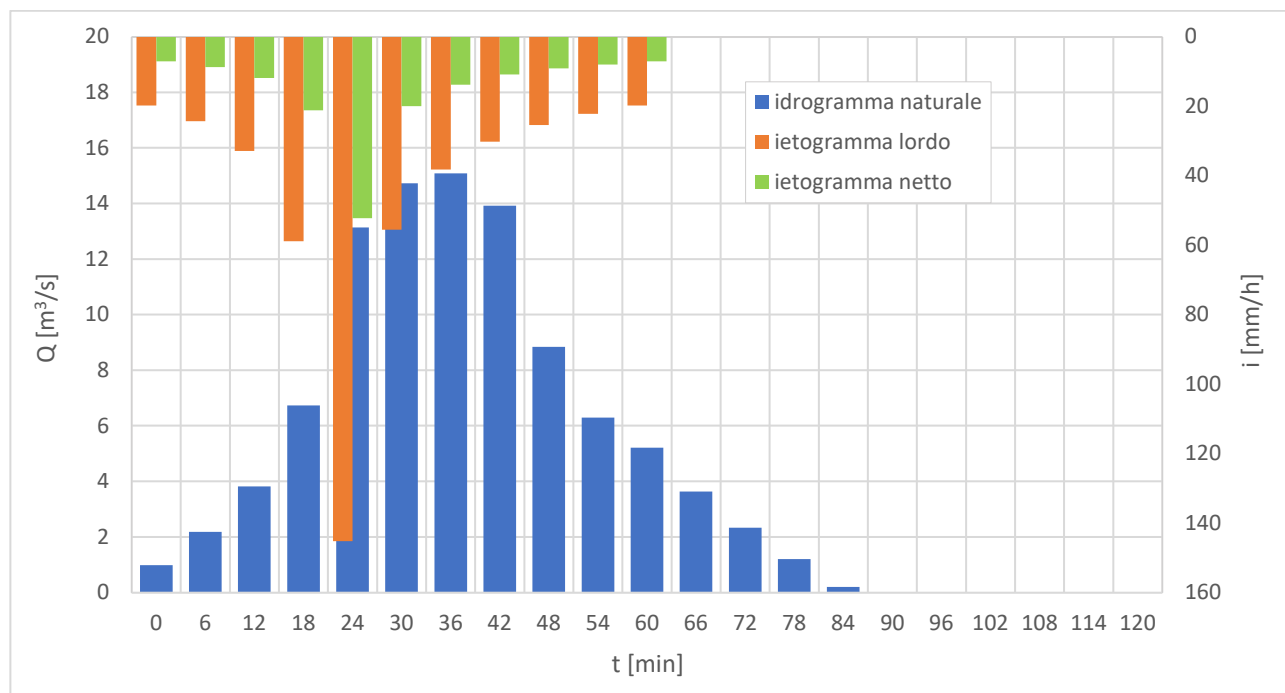


Fig. 19: Ietogramma e idrogramma di progetto per il torrente Tezze alla sezione in esame.

4.5 Considerazioni sulla portata di piena di progetto

Per confronto, è stato applicato il metodo sviluppato appositamente per i bacini d'estensione limitata ($A < 300 \text{ km}^2$) della provincia di Brescia², in base al quale la portata di piena (m^3/s) per un dato tempo di ritorno T (anni) è la seguente:

$$Q_{c,T} = X_T \cdot \mu(Q_c)$$

dove X_T rappresenta la *curva di crescita*, cioè la legge di distribuzione di probabilità valida per la regione (idrologicamente omogenea) oggetto di studio, mentre $\mu(Q_c)$ è la cosiddetta *portata indice*, che rappresenta la media della distribuzione.

In base allo studio in argomento, la portata indice, in assenza di studi specifici per l'area in esame, si può valutare in funzione dell'area A [km^2] sottesa dalla sezione di progetto, con la formula seguente:

$$\mu(Q_c) = 3,24 \cdot A^{0,73} = 5,53 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Invece l'espressione della curva di crescita, funzione del tempo di ritorno T in anni, è:

¹ Area $A = 2,08 \text{ km}^2$, coefficiente di deflusso medio $\phi = 0,36$ e tempo di corrivazione $T_c = 0,42 \text{ h}$.

² B. Bacchi, B. Armanelli & E. Rossini, *Valutazione delle portate di piena della Provincia di Brescia*, Università degli Studi di Brescia - Dip. Ingegneria Civile, Technical Report n. 11, Brescia, 1999

$$X_T = \left\{ 1 + 0,53 \frac{\exp \left\{ \left\{ 0,0521 \left\{ -\ln \left[-\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right] \right\} \right\} - 1,033 \right\}}{0,072} \right\}$$

Si ottiene così una portata centennale $Q_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$.

In conclusione, il valore di **15 m³/s** calcolato con l'idrogramma è di entità simile a quello stimato dallo studio idrogeologico a scala di sottobacino (19 m³/s, cfr. cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) ed è perfettamente coincidente con quello fornito dal metodo di valutazione delle piene sviluppato appositamente per i bacini della Provincia di Brescia; pertanto, lo si può ritenere validato e utilizzabile per le valutazioni idrauliche descritte di seguito.

5. VALUTAZIONI IDRAULICHE

Sulla base dell'analisi idrologica di cui al capitolo precedente, si può eseguire la progettazione idraulica dell'opera, illustrata nei paragrafi seguenti.

5.1 Modellazione idraulica nello scenario dello stato di fatto e di progetto

Per dimensionare la soglia di alimentazione della vasca e valutare l'efficacia della stessa ai fini del miglioramento della sicurezza idraulica, è stata eseguita una modellazione con il software del genio militare americano HEC-RAS, strumento di riferimento a livello internazionale per la modellazione idraulica, specialmente in ambito fluviale.

Dati di base

La modellazione è basata sulla geometria delle sezioni d'alveo rilevate (v. schede allegate alla *Relazione geologica*) e sulla portata di piena $Q_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ determinata al capitolo precedente.

La scabrezza è stata espressa mediante il coefficiente di Manning $n = 0,04 \text{ s/m}^{1/3}$, valore adeguato all'alveo di un torrente montano, come mostra lo stralcio seguente di tabella (tratta dalla letteratura tecnica e riportata nel manuale di riferimento idraulico del software HEC-RAS).

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<i>A. Natural Streams</i>			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
3. Mountain Streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

Risultati

In sintesi, come mostra il profilo (tratto dagli output del codice di calcolo) riportato di seguito, allo stato attuale nella sezione presso cui inizia la vasca – codificata come n° 5 nelle schede – il livello di piena arriva al limite della sponda idrografica destra. In tale sezione si prevede di realizzare una soglia sfiorante, lunga 4 m in senso longitudinale e posta a 90 cm di altezza dal fondo, vale a dire 40 cm sotto il ciglio della sponda attuale (v. Fig. 21). A seguito di tale realizzazione, si determinerà un sensibile abbassamento del livello idrico, che resterà contenuto nelle sponde, migliorando la sicurezza idraulica nel tratto adiacente la vasca, fino al ponte carrabile di via Prada Grande.

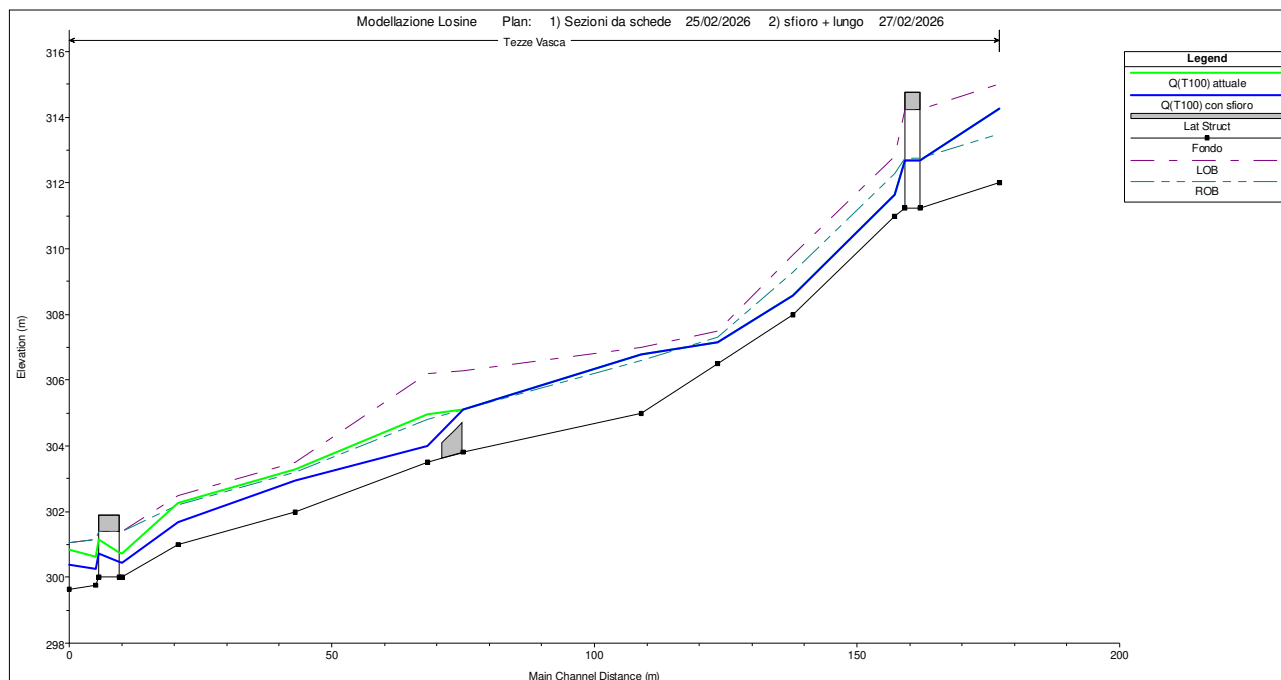


Fig. 20: Profili idraulici della piena di progetto in condizioni attuali (linea verde) e di progetto (linea blu) che evidenziano l'effetto di abbassamenti del livello a partire dalla vasca in progetto, fino al ponte carrabile di via Prada Grande.

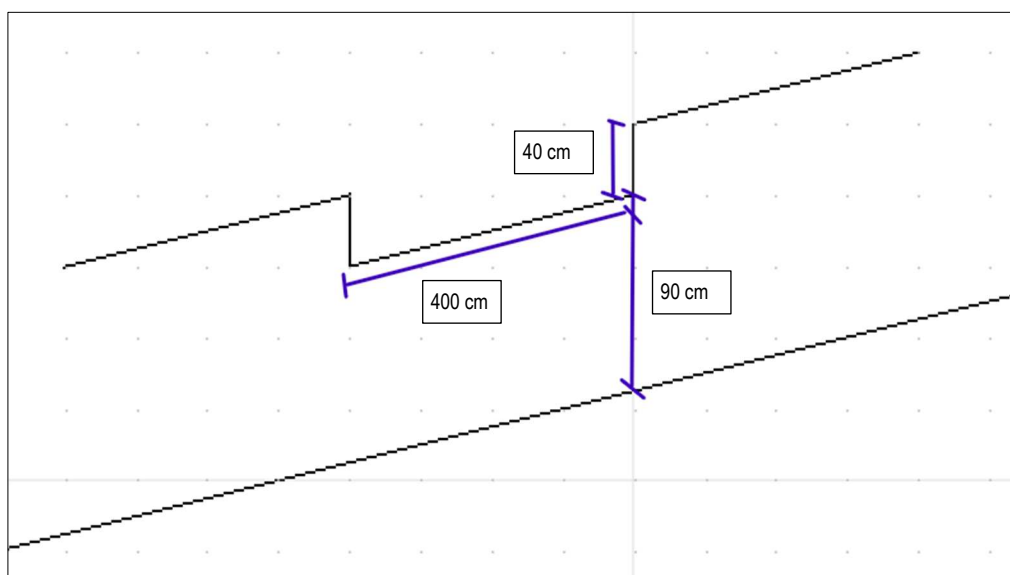


Fig. 21: Profilo longitudinale indicativo (non in scala) della soglia di alimentazione della vasca.

Per ulteriori dettagli, nell'appendice in calce alla presente sono fornite le sezioni d'alveo oggetto di modellazione, con l'indicazione dei livelli di piena raggiunti nelle condizioni attuali e di progetto.

5.2 Dispositivi di scarico della vasca

Per mantenere il volume utile della vasca, è necessario restituire al torrente l'acqua invasata al termine dell'evento di progetto. A tal fine, è opportuno prevedere uno scarico di fondo, in grado di scaricare per gravità nel torrente, quando il livello dello stesso è tornato ai (modesti) valori ordinari.

In questo caso, rispetto alle soluzioni complicate e onerose – soprattutto dal punto di vista gestionale – come le paratoie, si prevede la posa di un tubo di diametro 200 mm, intercettato a monte (lato vasca) da una saracinesca a movimentazione manuale. A titolo d'esempio tale tubo, con lunghezza indicativa di 5 m, potrà scaricare in alveo una portata di circa 95 l/s con un battente a monte (cioè in vasca) di 1 m.

Per ragioni di sicurezza idraulica, cioè per evitare che le piene e il relativo trasporto solido danneggino l'organo di manovra, si prevede di lasciare sul posto solo la saracinesca e lo stelo verticale, mentre il volantino di manovra sarà portato dagli operatori e fissato allo stelo per aprire la saracinesca solo quando sarà necessario eseguire un'operazione di scarico.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Su incarico della società "PIETRINI s.r.l." di Esine (BS) è stata redatta la presente relazione idrologica e idraulica, finalizzata alla valutazione delle problematiche idrauliche che caratterizzano il tratto della Valle Corno Marsa in località Tezze in Comune di Losine (BS) al fine della progettazione e, in seguito, della realizzazione nella fascia di rispetto della valle, confinante con l'area della struttura ludico-sportiva, di una vasca di laminazione che fungerà da opera di difesa per l'area stessa (Fig. 1). Verrà inoltre realizzata una briglia selettiva all'apice della conoide.

Per la sezione in esame, appena a monte dell'area ludico sportiva, con i parametri morfometrici riportati nello "Studio geologico e idrogeologico del bacino della Valle Corno Marsa e Valutazione pericolosità e rischio idrogeologico della conoide alluvionale", si ottiene una portata al colmo di piena centennale pari a $Q_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per dimensionare la soglia di alimentazione della vasca e valutare l'efficacia della stessa ai fini del miglioramento della sicurezza idraulica, è stata eseguita una modellazione con il software del genio militare americano HEC-RAS, strumento di riferimento a livello internazionale per la modellazione idraulica, specialmente in ambito fluviale.

In sintesi, come mostra il profilo (tratto dagli output del codice di calcolo) riportato in figura 20, allo stato attuale nella sezione presso cui inizia la vasca – codificata come n° 5 nelle schede – il livello di piena arriva al limite della sponda idrografica destra. In tale sezione si prevede di realizzare una soglia sfiorante, lunga 4 m in senso longitudinale e posta a 90 cm di altezza dal fondo, vale a dire 40 cm sotto il ciglio della sponda attuale (v. Fig. 21). A seguito di tale realizzazione, si determinerà un sensibile abbassamento del livello idrico, che resterà contenuto nelle sponde, migliorando la sicurezza idraulica nel tratto adiacente la vasca, fino al ponte carrabile di via Prada Grande.

Pisogne, marzo 2026

Dott. Ing. Gianni Peluchetti



Dott. Ing. Giovanni Frosio



Dott. Geol. Fabio Fenaroli

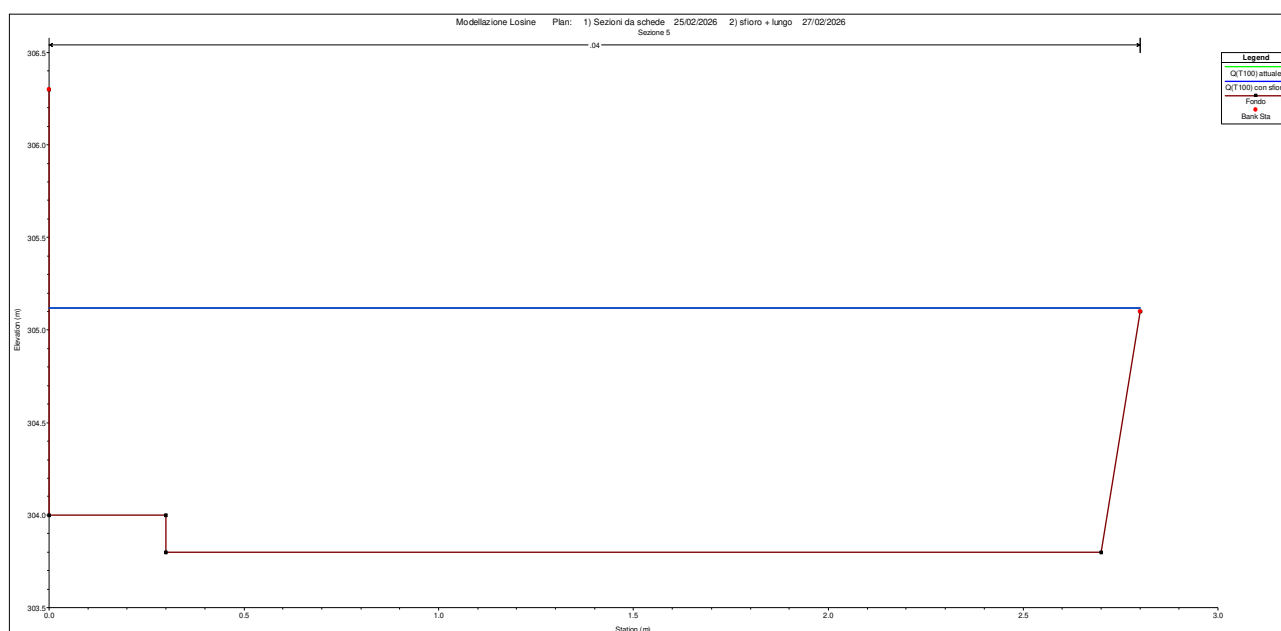


APPENDICE

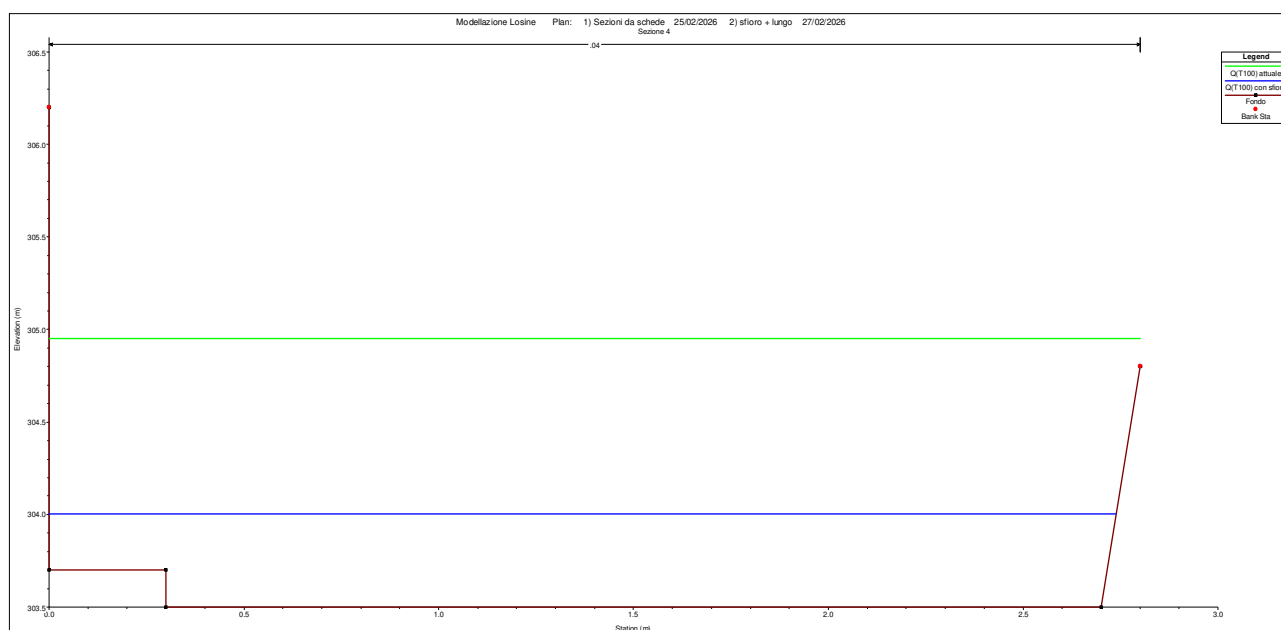
Sezioni d'alveo oggetto di modellazione con indicazione dei livelli di piena centennale attuali e di progetto.

Legenda:

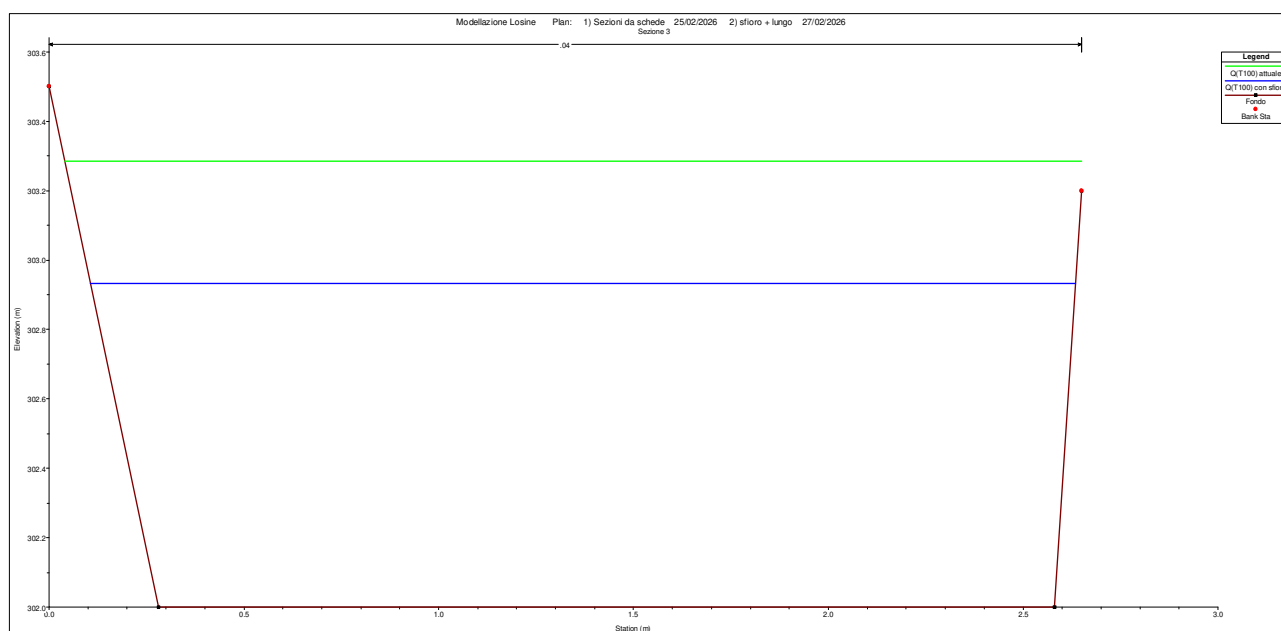
- le sezioni sono viste da monte;
- linea verde = livello idrico nello stato di fatto per $Q_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$;
- linea blu = livello idrico nello scenario di progetto (con vasca) per $Q_{100} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$.



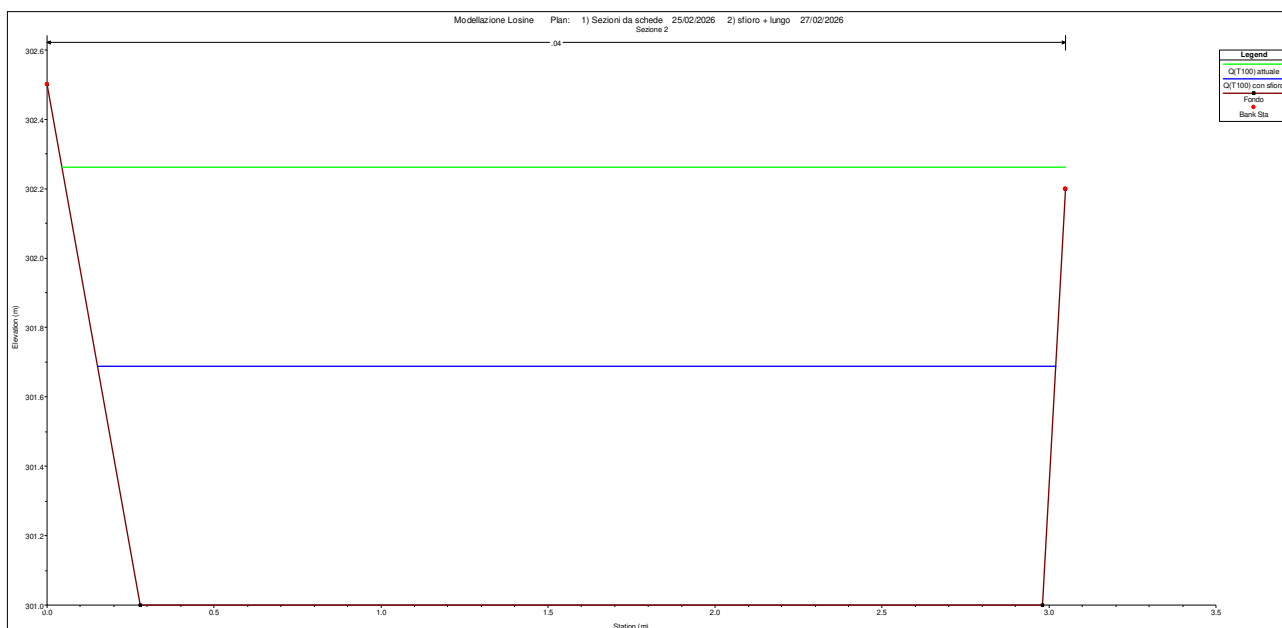
Sezione n° 5 – Inizio (estremità a monte) della vasca e del tratto d'interesse



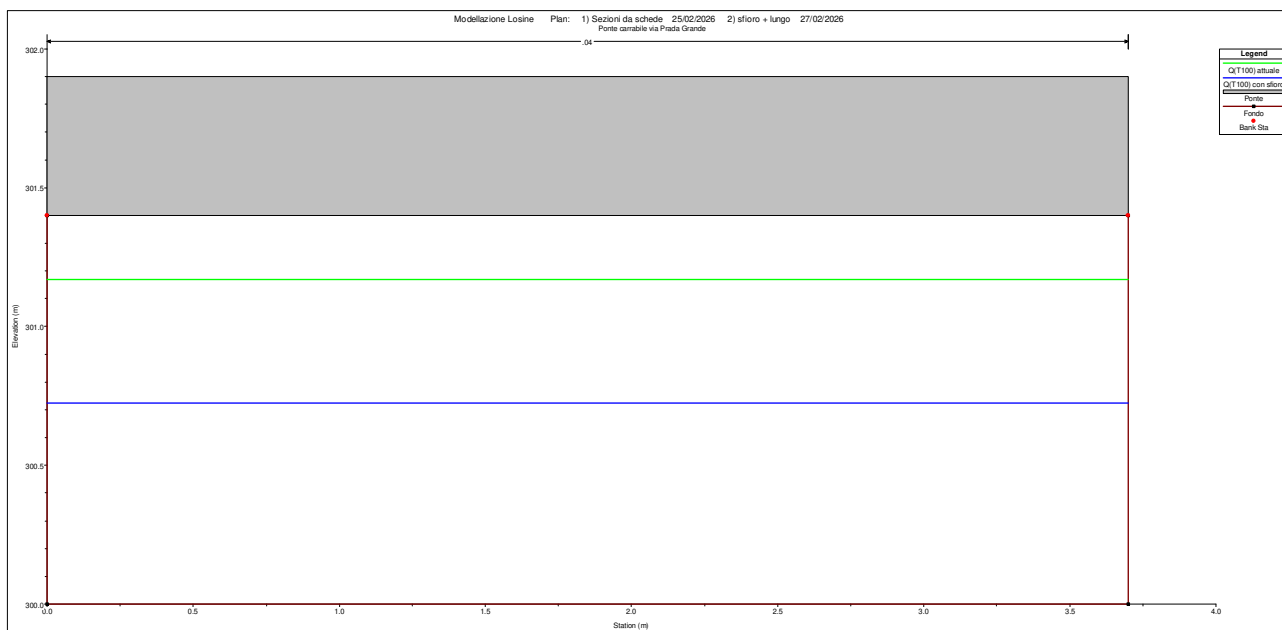
Sezione n° 4 – Appena a valle dell'imbocco della vasca



Sezione n° 3 – A metà del tratto d'interesse



Sezione n° 2 – A monte del ponte di via Prada Grande



Sezione n° 1 – Ponte di via Prada Grande