

Via Cotti, 13 - 43035 San Michele Tiorre - Felino (PR)

Tel. 0521336192 Fax 0521336193 E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it)

P.IVA 02787240346

**Spett.Le Regione Emilia Romagna  
Servizio Valutazione Impatto e  
Promozione Sostenibilità Ambientale**

Viale della Fiera, 8

40127 Bologna

**c.a. Dott. Valerio Marroni**

**e p.c. Arpae SAC – Parma**

P.le della Pace, 1

43121 Parma

**e p.c. Impianti Industriali S.r.l.**

Via Vailetta, 48

24044 Dalmine (BG)

**e p.c. Traversetolo Costruzioni S.r.l.**

Via Volturmo, 61/A

43125 – Parma (PR)

**e p.c. Studio Tecnico**

**Dott. Arch. Andrea Brignoli**

P.zza Cavour, 16

43029 Traversetolo (PR)

A mezzo mail/PEC

[vipsa@postacert.regione.emilia-romagna.it](mailto:vipsa@postacert.regione.emilia-romagna.it)

[aoopr@cert.arpa.emr.it](mailto:aoopr@cert.arpa.emr.it)

[impiantindustrialisrl@propec.it](mailto:impiantindustrialisrl@propec.it)

[traversetolocostruzioni@postasicura.org](mailto:traversetolocostruzioni@postasicura.org)

[studiobrignoli@pec.it](mailto:studiobrignoli@pec.it)

**OGGETTO: Integrazione** alla Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, ai sensi dell'art. 10 della L.R. 4/2018 e dell'art. 19 del D.Lgs. 152/2006, del progetto denominato "Trattamento e recupero di rifiuti non pericolosi (R5) con impianto mobile dei materiali provenienti dalla demolizione di fabbricati esistenti in disuso dell'ex-stabilimento "For Lady" privi di qualsiasi valore storico artistico. Edifici siti in via Cantini – Comune di Traversetolo" (PR), presentato da Impianti Industriali S.r.l. – **[Fasc. 1311/27/2021]**

Il sottoscritto Dott. Geol. Luca Calzolari nato a Parma il 7 luglio 1971 (CLZLCU71L07G337R), con studio in Felino (PR), frazione San Michele Tiorre, via Antonio Cotti civico 13, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna al progressivo numero 899, in qualità di tecnico incaricato dalla ditta Impianti Industriali S.r.l. con sede in Via Vailetta civico 48 in località Dalmine – 24044 (BG) P.IVA 00764760195

Via Cotti, 13 - 43035 San Michele Tiorre - Felino (PR)

Tel. 0521336192 Fax 0521336193 E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it)

P.IVA 02787240346

### **PREMESSO**

che in data 26 aprile scorso, in riferimento alla procedura in oggetto avviata con istanza acquisita al PG.2021.380911 del 21 aprile 2021, in seguito alle verifiche di cui all'art. 19 comma 2 del D.lgs 152/06 così come modificato dalla L. 120/2020, è stata fatta richiesta di integrazioni in merito alla documentazione presentata ed in particolare:

- 1) *in considerazione del rischio idraulico a cui è assoggettata l'area (R2 rischio medio), si chiede di chiarire più adeguatamente il contesto idraulico in termini di difesa idraulica;*
- 2) *visto che non è specificata nel dettaglio la vulnerabilità dell'acquifero per l'ambito in esame, contestualizzare detta vulnerabilità e specificare quali siano le misure di tutela se ritenute necessarie.*

### **TRASMETTE**

le seguenti note integrative:

- 1) in considerazione al rischio idraulico a cui è assoggettata l'area (R2 rischio medio) è stato redatto uno studio dedicato a corredo del P.U.A. per la riconversione dell'ambito urbano ricompreso nell'area ex For Lady. Lo studio idraulico interessando tutte le aree del comparto, comprende naturalmente tutte le aree interessate dalle attività di trattamento oggetto della presente Procedura, proprio perché specificamente previste all'interno del comparto. Nello specifico, lo studio redatto dal Dott. Ing. Lorenzo Bernini (allegato per completezza alla presente) riporta: "(...) *Da quanto sopra esposto e sulla base delle analisi idrodinamiche effettuate sullo scenario morfologico attuale, definito come descritto nel capitolo 3, le aree di pertinenza del PUA ubicate in sinistra idraulica del torrente Termina in corrispondenza del ponte della SS513 presentano un grado di pericolosità nulla, in considerazione delle arginature esistenti (...).*"
  - 2) per quanto riguarda la tematica della vulnerabilità degli acquiferi, contenuta nel PSC del Comune di Traversetolo nella "Carta Unica del Territorio 2 – Tutela delle risorse idriche, assetto idrogeologico e stabilità dei versanti" (Allegato 2), la stessa non è stata specificata nel dettaglio, in quanto le aree risultano ricomprese in "Tessuto urbanizzato di impianto recente" che non contempla tale tematismo. Volendo attribuire, per estrapolazione con aree analoghe, una classe di vulnerabilità, questa potrebbe essere rappresentata da una "Vulnerabilità a sensibilità elevata". Con specifico riferimento alle attività previste, oltre alla loro natura temporanea, che si completerà in un periodo temporale assai ristretto (circa 20 giorni), si rileva come le stesse garantiscano l'assenza di veicolazione di inquinanti, in quanto i materiali da trattare, refertati analiticamente, sono esclusivamente materiali non pericolosi.
-

Via Cotti, 13 - 43035 San Michele Tiorre - Felino (PR)

Tel. 0521336192 Fax 0521336193 E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it)

P.IVA 02787240346

Eventuali richieste o comunicazioni in merito alle attività di cui alla presente potranno essere inviate ai seguenti recapiti:

**MaC Studio Tecnico e Geologico**

**c.a. Dott. Geol. Luca Calzolari**

Via Cotti, 13 – 43035 San Michele Tiorre – Felino (PR) Tel. 0521-336.192

E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it)

Rimanendo a disposizione per eventuali chiarimenti o delucidazioni, si coglie l'occasione per porgere distinti saluti.

**Allegati:**

Allegato 1 – Relazione di compatibilità idraulica – ISI ingegneria e ambiente

Allegato 2 – Stralcio “Carta Unica del Territorio 2 – Tutela delle risorse idriche, assetto idrogeologico e stabilità dei versanti”

San Michele Tiorre, 29 aprile 2021



In fede

Dott. Geol. Geom. Luca Calzolari

Via Cotti, 13 - 43035 San Michele Tiorre - Felino (PR)

Tel. 0521336192 Fax 0521336193 E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it)

P.IVA 02787240346

## **ALLEGATO 1**

***Relazione di compatibilità idraulica – ISI ingegneria e ambiente  
Dott. Ing. Lorenzo Bernini***



PROVINCIA DI PARMA

**COMUNE DI TRAVERSETOLO**

CAPOLUOGO - via Cantini

COMMITTENTE - PROPRIETARIO

Società immobiliare Traversetolo Costruzioni srl

Piano urbanistico attuativo redatto ai sensi della Legge Regionale 20/2000 relativo ad intervento di rigenerazione urbana dell'ambito urbano A.R.T. H - denominato "PUA Forlady-2020"

RELAZIONE

EL.12\_ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

REV.1	PRESENTAZIONE	01/12/2020
REV.2		
REV.3		
REV.4		
REV.5		
REV.6		

PROGETTO URBANISTICO	dott. Arch. Andrea Brignoli
PROGETTO ARCHITETTONICO	dott. Arch. Andrea Brignoli
INDAGINI GEOLOGICHE	dott. Luca Calzolari
STUDIO IMPATTO ACUSTICO	dott. ing.
STUDIO IDRAULICO	dott. ing. Lorenzo Bernini



Studio Tecnico

**DOTT. ARCH. ANDREA BRIGNOLI**

P.zza Cavour 16 - 43029 Traversetolo - Parma  
cell 326-2640466 - tel/fax : 0521/844321

email : studio.tecnico.brignoli@gmail.com

pec : studiobrignoli@pec.it

iscrizione collegio dei geometri di Parma n° 2100

iscrizione ordine degli architetti di Parma n° 1196

Percorso file

SCALA

-

DATA

27/10/2020

timbro e firma



## **Comune di Traversetolo**

# **PIANO URBANISTICO ATTUATIVO REDATTO AI SENSI DELLA LEGGE REGIONALE 20/2000 RELATIVO AD INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA DELL'AMBITO URBANO A.R.T. H – DENOMINATO "PUA FORLADY-2020"**

## **ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

**COMMITTENTE:**

**SOCIETÀ IMMOBILIARE TRAVERSETOLO  
COSTRUZIONI SRL**

**STUDI IDRAULICI:**



**Ing. Gian Lorenzo Bernini  
Ing. Rosaria Ragazzini**

**Dicembre 2020**



## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento di analisi di compatibilità idraulica riprende la relazione del 2014, approvata con parere di competenza favorevole dal Servizio tecnico dei Bacini degli affluenti del Po della Regione Emilia Romagna con documento di protocollo PG/2015/494230 del 13.07.2015 con alcune prescrizioni per il soggetto attuatore del PUA richiamate nel seguito:

- Formazione di scogliera in massi ciclopici (del volume unitario minimo di mc.1,00) di natura calcarea arenacea della lunghezza minima di m. 25,00 partendo dallo spigolo sx di valle del vecchio ponte SP 513. La scogliera dovrà essere costituita da fondazione della larghezza di m. 2,50 ed altezza di m. 2,00 (sotto al livello di fondo alveo attuale) ed elevazione, poggiata su scarpata con pendenza di circa il 66% (1/1,50) di larghezza di m. 1,00 ed altezza di m. 2,50 sopra il livello di fondo alveo attuale. Tale progetto dovrà essere autorizzato da questo Servizio per quanto attiene l'aspetto idraulico ed una copia dello stesso sarà restituita, al soggetto attuatore, con visto di congruità tecnica;
- Abbassamento del tratto di golena in sx immediatamente a valle del ponte SP 513, della lunghezza di circa 40 metri e larghezza media di circa 8.00 metri, uniformandone la quota con la golena di valle;
- Regularizzazione della scarpata verso alveo, riprendendo i piccoli cedimenti e rientranze, per l'intero tratto prospiciente l'area PUA;
- Raccordo tra sommità arginale e piano campagna verso area PUA con materiale terroso proveniente da cava di prestito della zona.

Le prescrizioni sono state recepite e riportate all'interno della tavola EL.07.05.

Nel seguito si allega la relazione del documento autorizzato in quanto le condizioni morfologiche del torrente Termina nel tratto considerato, non sono sostanzialmente mutate dal 2014, delle aree del PUA in oggetto, ubicato in sponda sinistra del torrente Termina in Comune di Traversetolo (PR).



## **Comune di Traversetolo**

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
REDATTO AI SENSI DELLA L.R. 20/2000  
E DELL'ACCORDO REDATTO AI SENSI  
DELL'ART.18 L.R. 20/2000 PER LA  
RICONVERSIONE DELL'AMBITO URBANO  
RICOMPRESO NELL'AREA EX FOR LADY**

### **ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

**COMMITTENTE:**

**CREDEMLEASING S.P.A.**

**GRUPPO BANCARIO "CREDITO EMILIANO-CREDEM"  
VIA MIRABELLO, 2- REGGIO EMILIA**

**STUDI IDRAULICI:**



**Ing. Gian Lorenzo Bernini**

**Ing. Rosaria Ragazzini**

**Novembre 2014**



## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	CARATTERISTICHE DEL TORRENTE TERMINA NEL TRATTO DI INTERESSE.....	5
2.1	Principali caratteristiche morfologiche.....	5
2.2	Portate di progetto.....	6
3	L'ANALISI IDRAULICA DI DETTAGLIO.....	8
3.1	Le ipotesi del calcolo idraulico.....	8
3.2	Il modello matematico utilizzato .....	9
3.3	I risultati dell'analisi idraulica .....	11
4	DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI PERICOLOSITÀ E DEL GRADO DI RISCHIO .....	17
5	CONCLUSIONI .....	20

## 1 PREMESSA

La presente analisi di compatibilità idraulica ha lo scopo di verificare il grado di rischio alla sommersione delle aree del PUA in oggetto, ubicato in sponda sinistra del torrente Termina in Comune di Traversetolo (PR).

Tali aree sono, infatti, ubicate in prossimità dell'alveo del torrente e ricadono parzialmente all'interno delle fasce fluviali definite dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) della Provincia di Parma (vedi Allegato 1). In particolare, sono ricompresi nella fascia d'inondazione per piena catastrofica (Fascia C) e sottesa da limite di progetto, ai sensi dell'articolo 12 delle Norme di Attuazione.

L'analisi idraulica è stata eseguita nella configurazione morfologica attuale, aggiornando e integrando i rilievi topografici disponibili mediante un'apposita campagna effettuata nello scorso ottobre 2014.

Per la definizione dei parametri idrologici si è fatto riferimento al quadro conoscitivo dello stesso P.T.C.P. di Parma, mentre per la determinazione delle principali grandezze idrauliche nell'area esaminata è stato implementato un apposito modello idrodinamico di dettaglio, mediante simulazione numerica monodimensionale lungo un tratto di torrente sufficientemente esteso.

Tutte le analisi sono state effettuate in accordo con le Direttive e le Norme Tecniche di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), di cui il citato P.T.C.P. ha ripreso e approfondito la delimitazione delle fasce fluviali e la rispettiva regolamentazione.

La presente analisi si è articolata nelle seguenti fasi:

- 1) Definizione del quadro conoscitivo idrologico e idraulico di riferimento: in questa fase, si è proceduto alla raccolta delle condizioni idrologiche di riferimento, desunte dalla normativa di riferimento per il bacino del torrente Termina chiuso nel tratto di interesse. In particolare ci si è riferiti al quadro conoscitivo idrologico e idraulico del citato P.T.C.P. di Parma, con particolare riferimento alle grandezze idrologiche e alla delimitazione delle "Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua integrate con zona di tutela idraulica".
- 2) Definizione del quadro conoscitivo morfologico mediante rilievo topografico aggiornato: al fine di procedere all'implementazione di un'analisi idraulica di maggior dettaglio delle aree oggetto di studio, ad integrazione del rilievo delle sezioni trasversali disponibili lungo l'asta, si è proceduto a ottobre 2014 ad aggiornare ed integrare il rilievo topografico tramite quattro ulteriori sezioni (7a, 7b, 7c e 7d) e tramite il rilievo di un piano quotato in corrispondenza dell'area di intervento.

- 3) Analisi di dettaglio delle condizioni idrauliche per tempi di ritorno di riferimento: a partire dalle caratteristiche morfologiche e idrologiche desunte dal quadro conoscitivo generale sopra introdotto, si è proceduto all'esecuzione di apposite analisi modellistiche monodimensionali di un tratto di circa 2,4 km del torrente Termina, esteso per circa 1,0 km a monte delle aree in esame, sino a circa 1,5 km a valle delle stesse. Tali modellazioni hanno consentito di definire con maggior precisione le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di tiranti idrometrici, che si stabiliscono per piene con tempo di ritorno di riferimento nell'area oggetto di studio.
- 4) Determinazione delle classi di pericolosità e del relativo grado di rischio alla sommersione: partendo dagli elementi raccolti, si è proceduto alla suddivisione dell'areale di studio in classi di pericolosità omogenee, sulla base dei quali è possibile determinare il grado di rischio alla sommersione (vedi Allegato 2).

## 2 CARATTERISTICHE DEL TORRENTE TERMINA NEL TRATTO DI INTERESSE

### 2.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

Le aree oggetto della presente analisi di dettaglio si trovano a Traversetolo subito a valle del ponte della SS513, in sponda sinistra del torrente Termina.

Il tratto di torrente considerato nelle analisi idrauliche in oggetto è limitato dalla sezione trasversale 5, a monte di 950 m rispetto all'area in esame, sino a circa 1.450 m a valle della stessa, in corrispondenza della sezione 11, per un'estensione totale di circa 2,4 km.

In corrispondenza della sezione di chiusura all'altezza del ponte di Traversetolo, il torrente Termina sottende una porzione di bacino idrografico pari a circa 74,29 km<sup>2</sup>, con un'altitudine media di circa 360 m s.l.m..

Nel tratto oggetto della modellazione numerica di dettaglio sono state prese in considerazione 10 sezioni topografiche, di cui quattro in corrispondenza dell'area in esame aggiornate ad ottobre 2014 al fine di un'integrazione e aggiornamento della morfologia fluviale in corrispondenza del tratto di interesse.

In questo tratto l'alveo del torrente Termina presenta un andamento tortuoso e pluricorsuale e una pendenza media pressoché omogenea dell'ordine dell'1,20%.



## 2.2 PORTATE DI PROGETTO

Dagli elaborati della pianificazione a livello provinciale precedentemente citati (P.T.C.P.), è stato possibile desumere le caratteristiche idrologiche del torrente Termina lungo il tratto in esame. In particolare, sono disponibili, oltre alle caratteristiche del bacino idrografico chiuso alla sezione di interesse, anche le rispettive portate di piena per tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni, riportate nelle tabelle seguenti.

dalla sorgente a	Superficie km <sup>2</sup>	Hmax m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Hm m s.l.m.	Progressiva (da sorgente) Km
Le Mole	9,75	1115	390	600	4,50
Provazzano	27,85	1115	300	540	14,17
Confl. Termina di Torre (escluso)	39,77	1115	185	390	17,10
Confl. Termina di Torre (incluso)	69,61	1115	185	370	17,10
Traversetolo	74,29	1115	160	360	24,77
Foce in Enza	77,56	1115	115	350	25,95

Tabella 1 - Caratteristiche del bacino idrografico del torrente Termina

Progr. [km]	Sezione	Denominazione	Superficie [km <sup>2</sup> ]	Q20 [m <sup>3</sup> /s]	Q200 [m <sup>3</sup> /s]	Q500 [m <sup>3</sup> /s]
17,100	1	Confluenza Termina di Torre (incluso)	69,61	236	380	436
24,770	7	Ponte di Traversetolo	74,29	252	406	467
25,950	22	Foce in Enza	77,56	264	424	487

Tabella 2 - Valori di portata al colmo del torrente Termina per i tempi di ritorno di riferimento

Per poter effettuare le necessarie analisi di rischio delle aree oggetto di studio, è stato necessario ricostruire i valori delle portate al colmo anche per i tempi di ritorno di 50 e 100 anni.

A tal proposito, è stata ricostruita la curva di durata delle portate alla sezione di riferimento (vedi figura seguente).

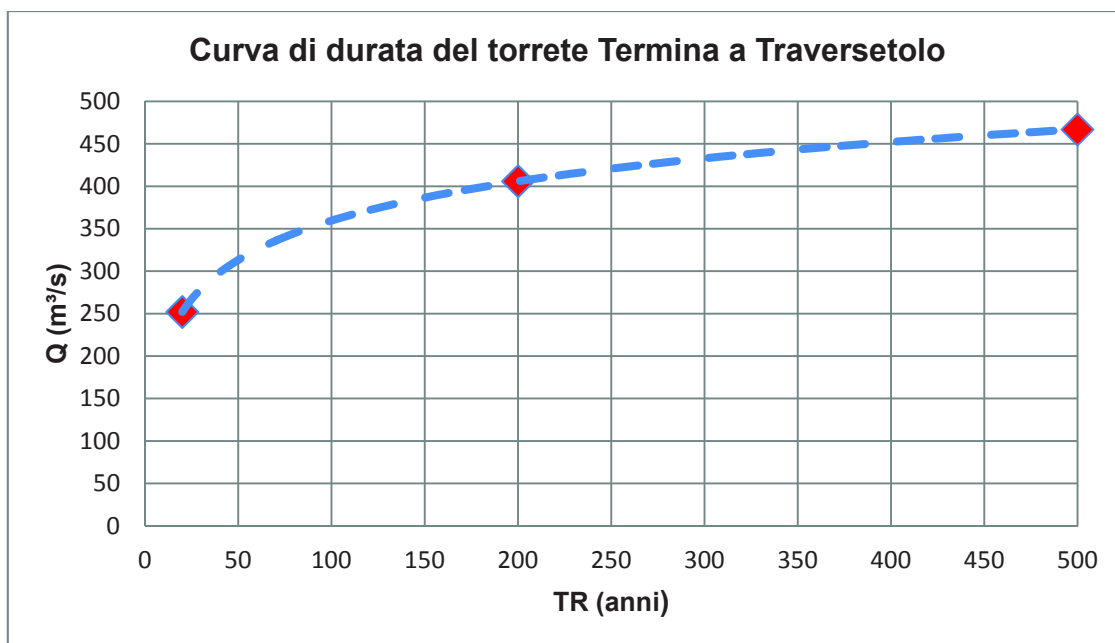


Figura 1 – Curva di durata delle portate in corrispondenza dell'abitato di Traversetolo

In tal modo è stato possibile ricavare il valore della portata al colmo anche per i rimanenti Tempi di Ritorno di riferimento pari a 50 e 100 anni, rispettivamente pari a 312 e 360  $\text{m}^3/\text{s}$ .

### **3 L'ANALISI IDRAULICA DI DETTAGLIO**

Basandosi sugli elementi morfologici ed idrologici sopra illustrati, si è proceduto all'implementazione di un modello numerico di tipo monodimensionale in grado di definire le sollecitazioni idrauliche lungo il tratto in esame del torrente Termina, ed in particolare in corrispondenza delle aree di pertinenza del PUA oggetto di studio.

L'obiettivo di tale analisi è di determinare le porzioni di territorio effettivamente interessate dall'esondazione delle portate di piena per i diversi tempi di ritorno, valutandone i rispettivi tiranti idrometrici e le velocità. Tali elementi sono funzionali alla successiva classificazione del grado di pericolosità e rischio degli areali in esame.

La presente analisi si riferisce allo scenario morfologico attuale, ricostruito integrando le sezioni trasversali disponibili mediante appositi rilievi topografici integrativi eseguiti nel 2014.

In questa fase ci si limita all'individuazione delle possibili cause all'origine di processi di esondazione. Per quanto riguarda il conseguente processo di allagamento, si ipotizza un probabile scenario di spagliamento delle acque in termini di estensione delle aree allagate e valore medio dei tiranti, senza poter entrare nel dettaglio del reale campo di moto che si verrebbe ad instaurare e dell'effettiva distribuzione di tiranti e velocità della corrente.

Non è stato ipotizzato uno scenario di dam break dell'argine di protezione (limite di progetto) già realizzato.

#### **3.1 LE IPOTESI DEL CALCOLO IDRAULICO**

Il calcolo dei massimi livelli di piena procede sulla base delle equazioni classiche dell'idraulica dei moti a pelo libero; in particolare, sono integrate numericamente le equazioni differenziali per correnti monodimensionali su alveo prismatico in condizione di moto permanente. La scabrezza d'alveo è stata espressa attraverso il coefficiente  $c$  di Gauckler-Strickler, adottando valori mutuati dalla letteratura e dall'esperienza, compresi fra 18 e 30  $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ .

Per quanto riguarda le condizioni al contorno di valle (sez. 11), essendo la sezione di chiusura del modello sufficientemente distante dalle sezioni d'interesse (circa 1,45 km), si ritiene congruo impostare una condizione di moto uniforme.

### 3.2 IL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO

Il modello utilizzato, è *HEC-RAS River Analysis System*, elaborato dall'*Hydrologic Engineering Center dell' US Army Corps of Engineers* (versione 4.1, gennaio 2010).

Si tratta di uno strumento d'applicabilità molto ampia, largamente utilizzato presso Enti Pubblici e Privati negli Stati Uniti e in oltre 40 nazioni, ed ormai adottato anche da molti Enti Pubblici Italiani.

Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni di portata, tiranti idrometrici, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica in condizioni di moto permanente, per effetto della morfologia dell'alveo, della sua resistenza d'attrito e della presenza di opere interagenti con la corrente (ponti e traverse).

Il modello calcola i profili di moto per corsi d'acqua monodimensionali in regime di corrente lenta, veloce o mista, ed è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), calcolate per le diverse parti della sezione trasversale (canale centrale, sponde laterali, golene e parti di golene), e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed, eventualmente, in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, oltre alle condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente. L'equazione generale dell'energia è la seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

$Y_1, Y_2$	altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,
$Z_1, Z_2$	quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,
$V_1, V_2$	velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,
$\alpha_1, \alpha_2$	coefficienti di velocità,
$h_e$	perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left( \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

L	distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2
$S_f$	pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2
C	coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito  $S_f$  è valutata secondo l'espressione di Manning:

$$S_f = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3})$$

dove n è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche  $n=1/c$  con c di Gauckler-Strickler) ed R è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto è integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che sono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

### 3.3 I RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA

I risultati della propagazione delle diverse portate di piena simulate consistono nell'esporre le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua, da cui ricavare i rispettivi tiranti idrometrici nelle aree di interesse.

In conformità a tali grandezze è possibile, infatti, individuare le aree di esondazione corrispondenti alle diverse portate di piena, funzionali alla successiva classificazione del grado di rischio.

In particolare, gli areali in esame sono compresi tra le sezioni 7 e 8 (vedi Allegati).

La simulazione delle portate individuate nel capitolo precedente attraverso il modello morfologico del torrente Termina nel tratto considerato ha permesso di determinare i livelli idrometrici che si stabiliscono in ciascuna sezione trasversale. Tali valori sono riportati nella tabella e nelle figure seguenti.

Sezione	Progr. (m)	Quota fondo (m)	h20 (m s.l.m.)	h50 (m s.l.m.)	h100 (m s.l.m.)	h200 (m s.l.m.)	h500 (m s.l.m.)
6	1961	161.48	163.42	163.61	163.74	163.84	163.94
7 - ponte monte	2387	158.00	160.83	161.08	161.24	161.40	161.60
7- ponte valle	2402	158.00	160.21	160.40	160.54	160.68	160.86
7a	2412	157.30	159.83	160.04	160.18	160.29	160.42
7b	2460	157.26	159.15	159.35	159.48	159.63	159.76
7c	2495	156.81	158.99	159.14	159.23	159.31	159.42
7d	2545	156.43	158.36	158.51	158.61	158.72	158.81
8	2822	154.83	157.42	157.61	157.74	157.85	157.97

Tabella 3 – Livelli idrometrici alle varie sezioni in corrispondenza delle aree in esame per i TR di riferimento

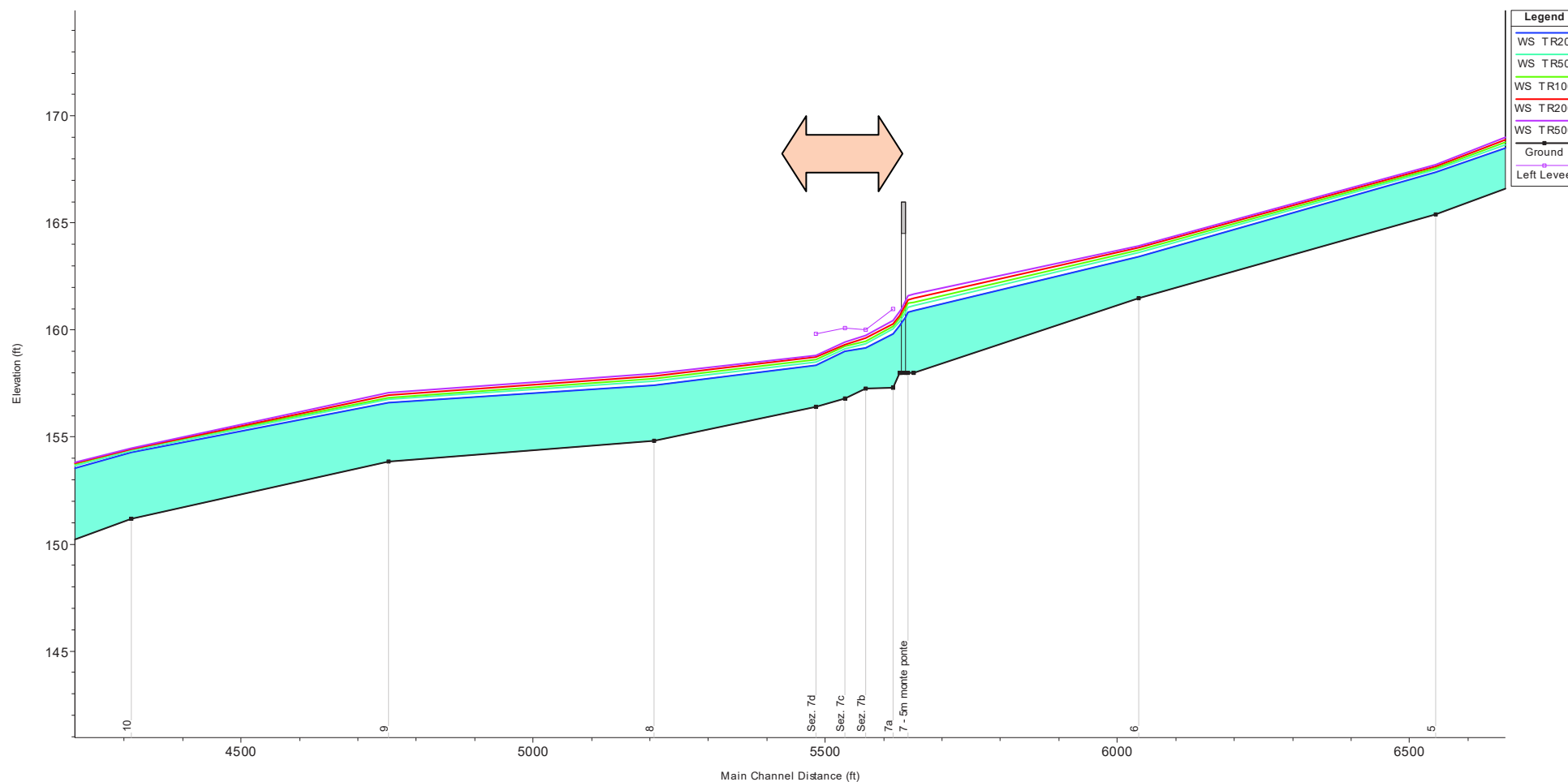


Figura 2: Massimo inviluppo dei profili di rigurgito lungo l'intero tratto modellato per i TR di riferimento.

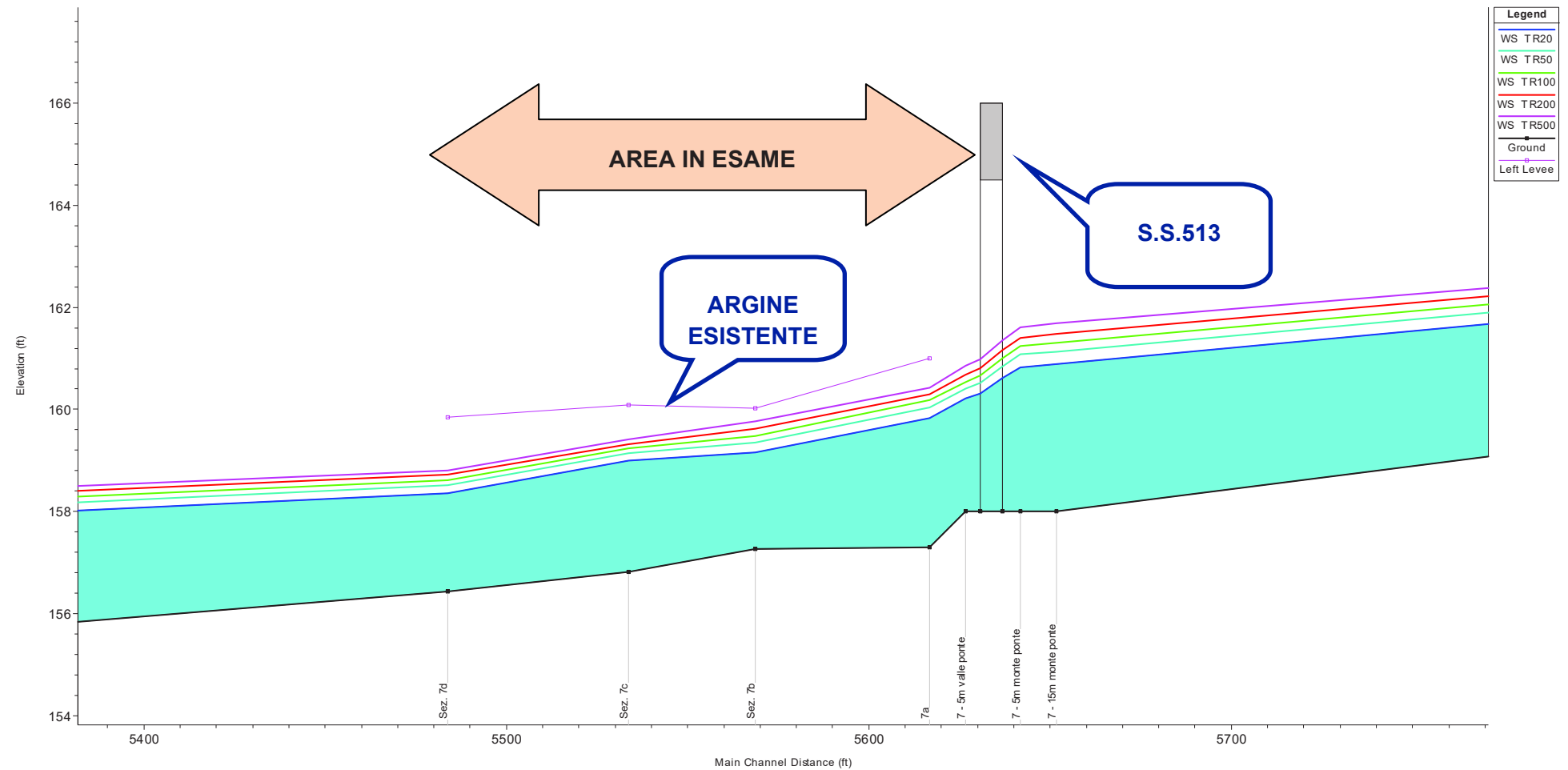


Figura 3: Massimo involuppo dei profili di rigurgito in corrispondenza dell'area di interesse per i TR di riferimento.



Le seguenti figure riportano i profili di rigurgito in corrispondenza delle sezioni trasversali poste all'altezza delle aree in esame. Dai risultati esposti si evince chiaramente come, per le ipotesi di calcolo in precedenza illustrate, le aree oggetto di studio non siano interessate da processi di esondazione per nessuna delle portate di piena considerate, che sono contenute all'interno dell'alveo inciso del torrente.

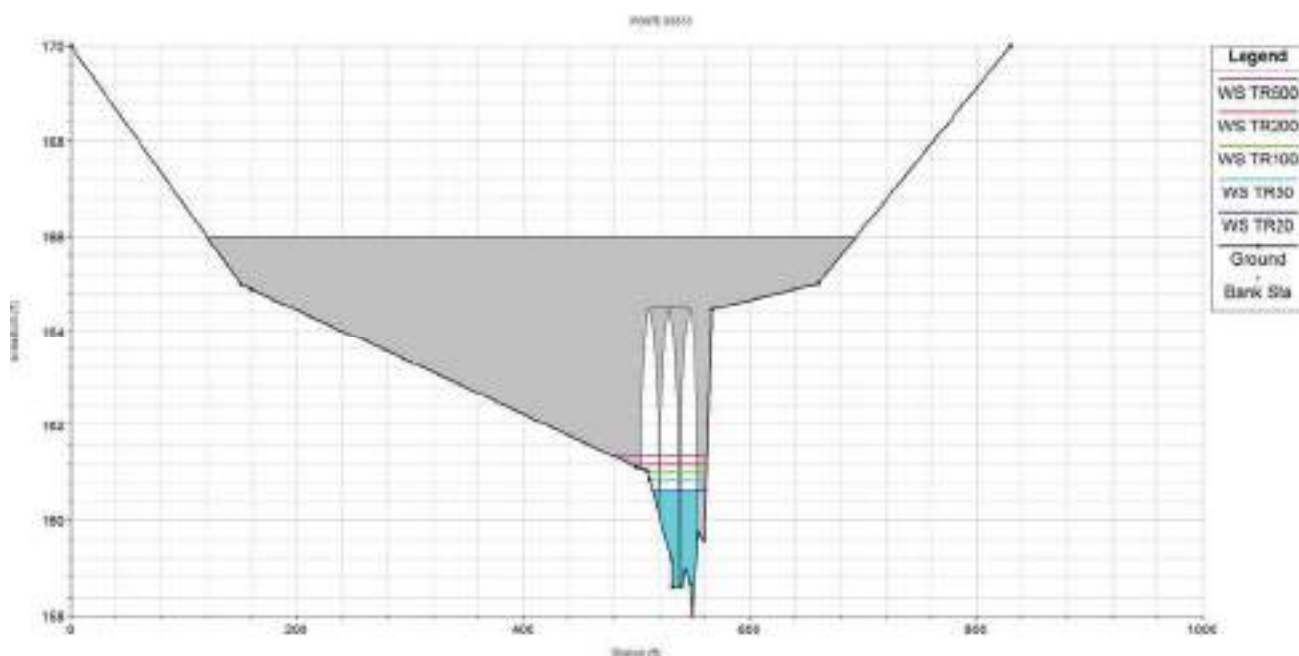


Figura 4: Livelli idrometrici alla sezione 7 (Ponte SS513) per i TR da 20 a 500 anni

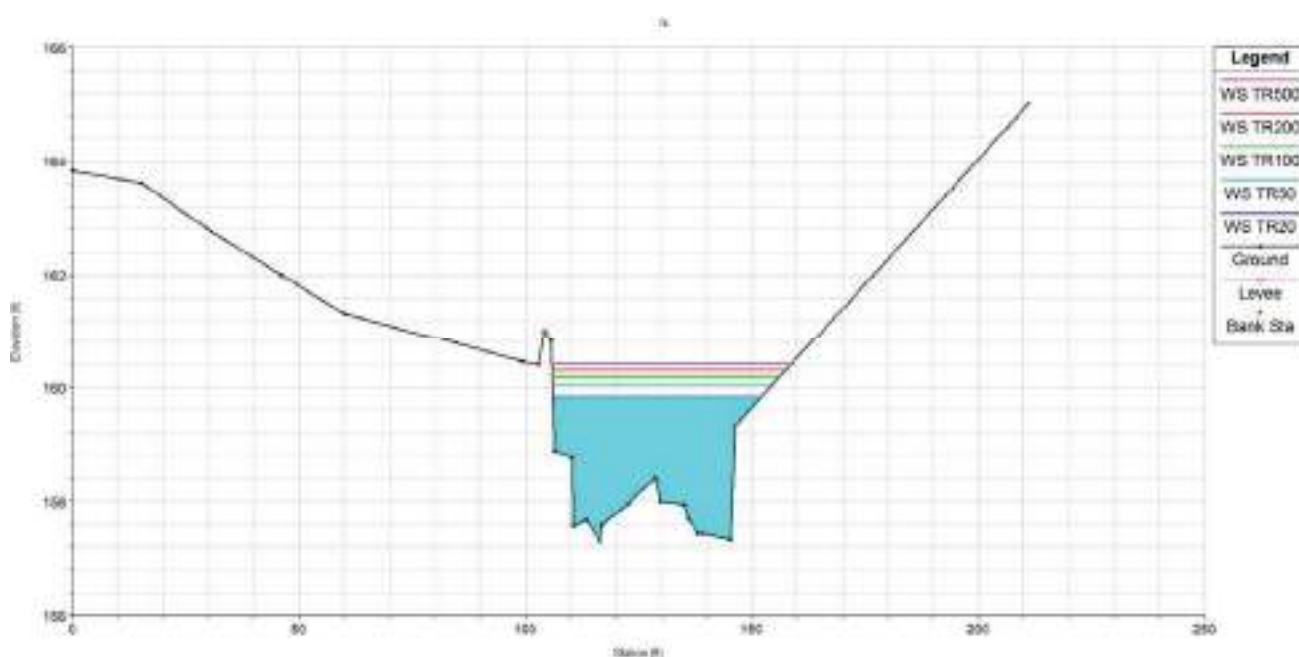


Figura 5: Livelli idrometrici alla sezione 7a per i TR da 20 a 500 anni

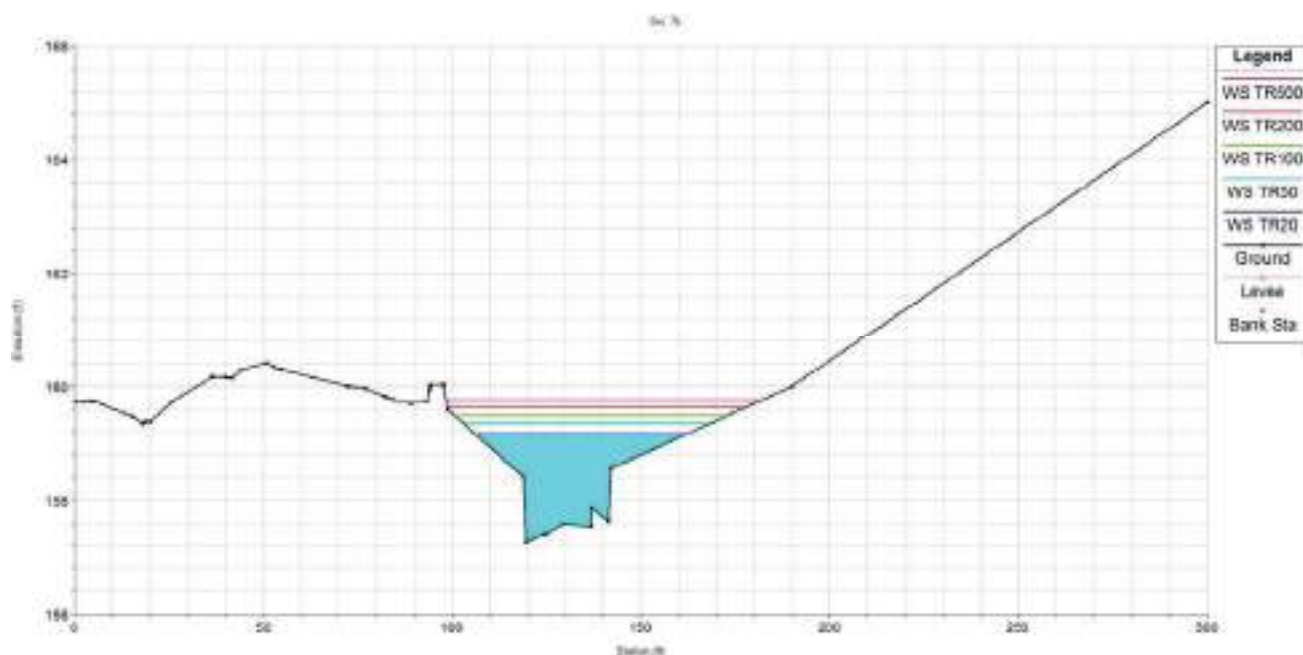


Figura 6: Livelli idrometrici alla sezione 7b per i TR da 20 a 500 anni

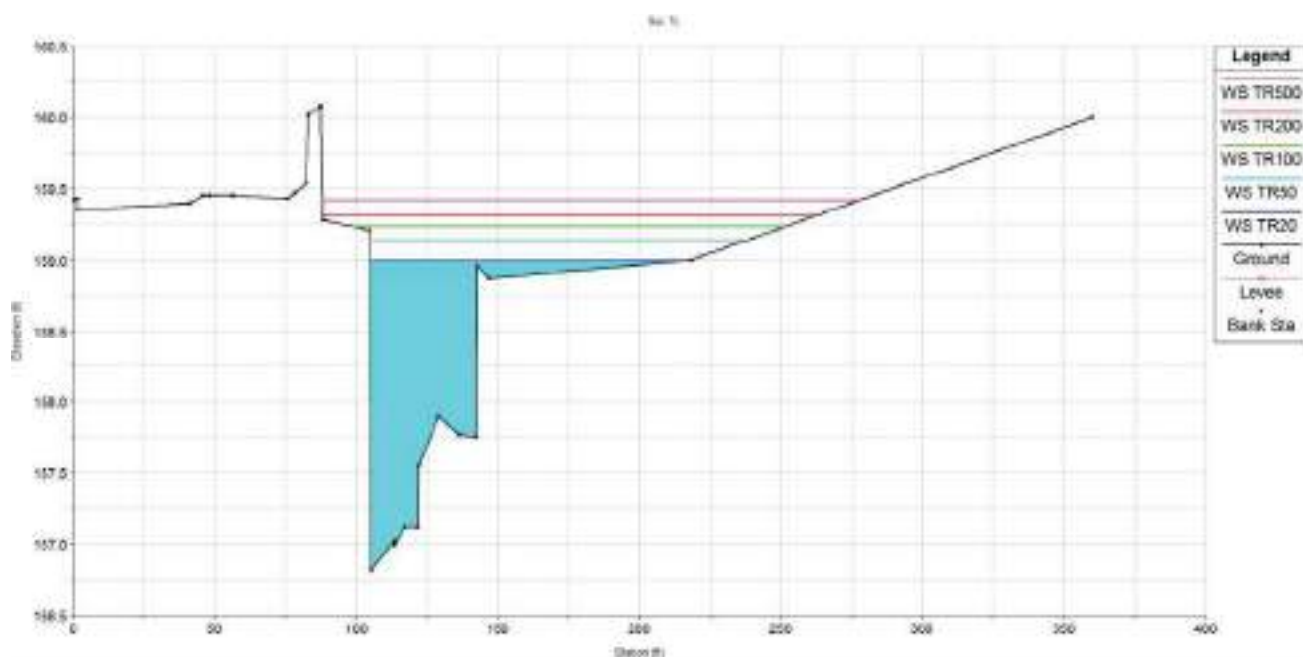


Figura 7: Livelli idrometrici alla sezione 7c per i TR da 20 a 500 anni

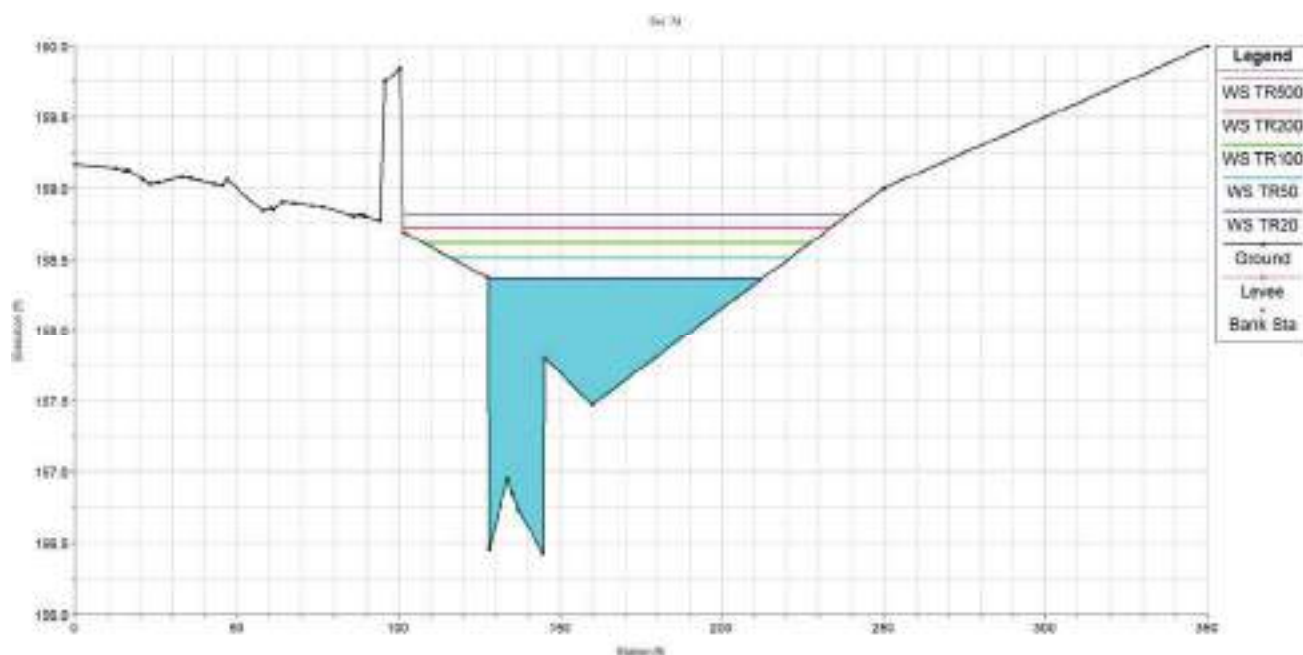


Figura 8: Livelli idrometrici alla sezione 7d per i TR da 20 a 500 anni

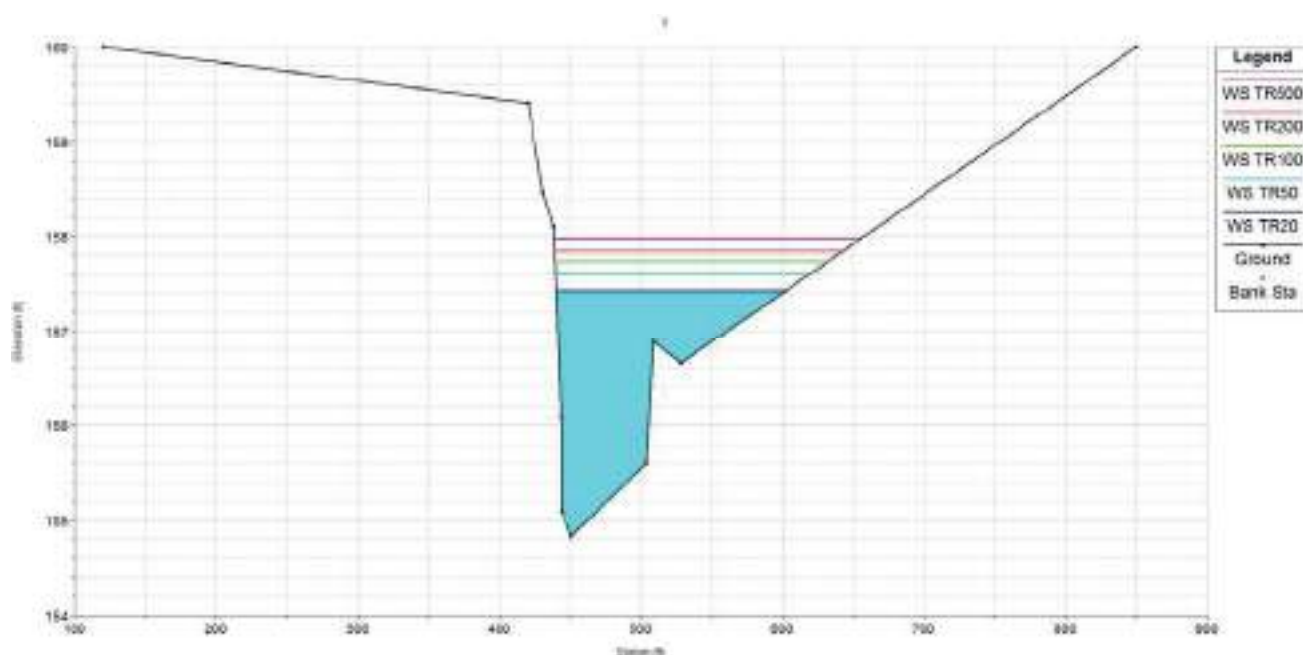


Figura 9: Livelli idrometrici alla sezione 8 per i TR da 20 a 500 anni

Le aree in sponda sinistra del torrente Termina di pertinenza del PUA, non sono quindi interessate da nessuna delle portate di piene di progetto, essendo idraulicamente esterne alle dinamiche del torrente in ragione della arginatura esistente.

## 4 DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI PERICOLOSITÀ E DEL GRADO DI RISCHIO

L'analisi di rischio idraulico è stata condotta a partire dalle principali grandezze idrauliche risultanti dall'analisi idraulica di dettaglio sopra illustrata, sulla base delle quali sono stati determinati i livelli di pericolosità esistenti. In particolare, il grado di rischio è determinato dalla combinazione tra la pericolosità idraulica ed il danno potenziale insistenti su di una determinata porzione di territorio. La pericolosità (P) in una determinata zona è definita come la probabilità di accadimento di un evento tale da comportare elementi di pericolosità oggettiva sull'area in oggetto, e in particolare nel caso di fenomeni relativi alle dinamiche fluviali è legata al tempo di ritorno di eventi di piena che comportino la sommersione dell'area stessa con un certo tirante idrometrico prestabilito.

La suddivisione in classi di pericolosità di porzioni di territorio potenzialmente interessate da eventi alluvionali richiede, quindi, la delimitazione delle aree di esondabilità per diversi tempi di ritorno di riferimento, e è effettuata secondo lo schema riportato in Tabella 4.

Classe di Pericolosità	Criterio di delimitazione	
P1 - Moderata	200 anni < TR < 500 anni	altezze idriche > 0.3
	100 anni < TR < 200 anni	altezze idriche < 0.3
P2 - Media	100 anni < TR < 200 anni	altezze idriche > 0.3
	50 anni < TR < 100 anni	altezze idriche < 0.3
P3 - Elevata	50 anni < TR < 100 anni	altezze idriche > 0.3
	TR < 50 anni	altezze idriche < 0.3
P4 - Molto elevata	TR < 50 anni	altezze idriche > 0.3

Tabella 4 – Criteri di suddivisione di aree di esondabilità in classi di pericolosità

Tale suddivisione rappresenta una più accurata definizione dei criteri espressi dal D.Lgs. n.180 del 11/06/1998 e dal DPCM del 29/09/1998, che prevedono più semplicemente la classificazione del territorio in aree ad alta probabilità di inondazione (TR di 20-50 anni), aree a moderata probabilità di inondazione (TR di 100-200 anni) e aree a bassa probabilità di inondazione (TR di 300-500 anni).

In seguito alla determinazione della classe di pericolosità, si procede alla valutazione del danno che deriverebbe dal verificarsi di un evento alluvionale, funzione della vulnerabilità e del valore del territorio espressi in termini di attività antropiche presenti sull'area interessata. Nello specifico, le classi di danno sono determinate secondo i criteri riportati in Tabella 5.

Classe di Danno	Infrastrutture e attività antropiche presenti
D1 - Moderato	Aree disabitate o improduttive.
D2 - Medio	Edifici isolati e aree agricole.
D3 - Elevato	Agglomerati urbani minori, infrastrutture viarie secondarie e centri produttivi e commerciali minori.
D4 - Molto elevato	Agglomerati urbani, vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale, insediamenti produttivi di rilievo, infrastrutture primarie, impianti tecnologici di rilievo, impianti sportivi o ricreativi, aree con servizi pubblici o privati.

Tabella 5 - Criteri di suddivisione di aree di esondabilità in classi di danno

Dalla combinazione delle classificazioni effettuate in base alla pericolosità idraulica e al danno, si può determinare il grado di rischio alla sommersione, definito come la possibilità che in una determinata area avvenga un certo danno a seguito di un particolare evento di piena.

In particolare, le classi di rischio idraulico alla sommersione sono definite dai criteri esposti nella Tabella 6.

Classe di Rischio	Infrastrutture e attività antropiche presenti
R1 - Moderato	Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali.
R2 - Medio	Possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R3 - Elevato	Possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
R4 - Molto elevato	Possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

Tabella 6 – Definizione delle classi di Rischio alla sommersione

Il grado di rischio si ottiene, quindi, applicando una matrice di interazione che tenga conto delle classi di pericolosità e di danno che caratterizzano l'area in oggetto, come riportato nella tabella seguente.

Classe di Pericolosità	Classe di Danno			
	D1	D2	D3	D4
P1	R1	R1	R2	R2
P2	R1	R2	R3	R4
P3	R2	R3	R4	R4
P4	R2	R4	R4	R4

Tabella 7- Matrice di interazione per la valutazione del grado di rischio alla sommersione.

Con riferimento alle simulazioni numeriche effettuate, sono quindi stati definiti i tiranti idrometrici che si instaurano sull'area in studio per le portate con tempi di ritorno di riferimento del torrente Termina nella configurazione morfologica attuale. Contestualmente sono state delimitate le aree esondabili in occasione di ciascun evento.

In seguito, operando l'analisi descritta al Capitolo 3, l'areale in oggetto è stato suddiviso in classi di pericolosità funzione dei tiranti idrometrici e dei tempi di ritorno degli eventi di piena. L'Allegato 2 riporta i risultati di tale classificazione.

***Le aree esterne ai limiti di esondabilità presentano una pericolosità nulla, mentre tale pericolosità aumenta sino alla classe più elevata approssimandosi all'alveo di piena.***

Nel caso in esame, nel tratto d'interesse l'alveo inciso del torrente è in grado di contenere le portate per TR da 20 a 500 anni, dopo i lavori di realizzazione dell'argine in sponda sinistra, e secondo i criteri sopra illustrati corrisponde pressoché interamente ad una zona classificata come a pericolosità molto elevata (P4), ad eccezione di una piccola porzione di banca dell'alveo fluviale in sponda destra, interessata da piene con TR > 50 anni e classificata, quindi con un grado di pericolosità P3.

**Le aree di pertinenza del PUA in esame**, nella configurazione morfologica attuale non vengono interessate da eventi di piena per nessuno dei TR considerati, e risultano quindi a **pericolosità idraulica nulla**.

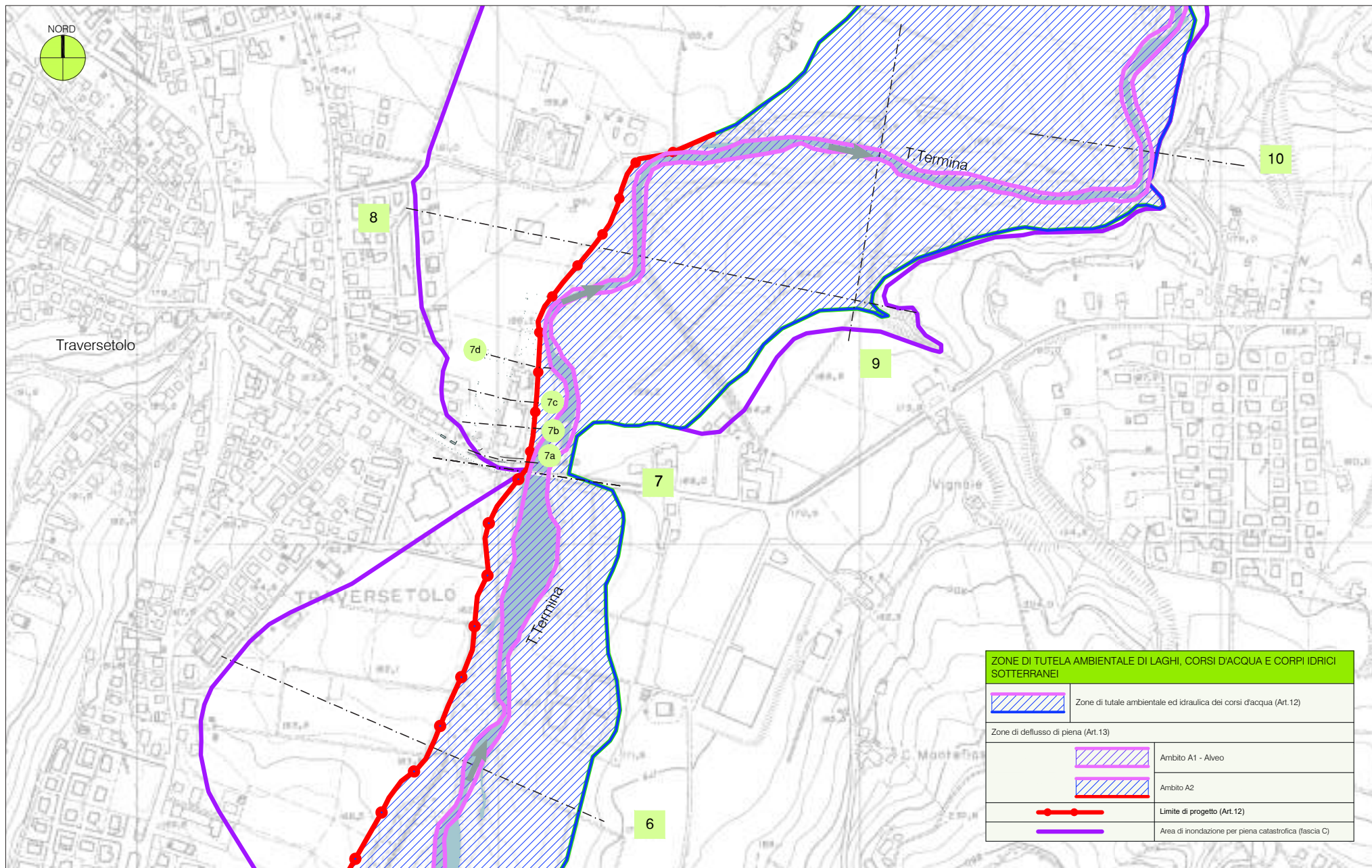
I risultati dell'analisi sarebbero diversi (Rischio R2) in caso di studio idraulico con dam break (rottura arginale).

***Gli edifici e impianti considerati presentano, quindi, una piena compatibilità idraulica con il torrente Termina.***

## 5 CONCLUSIONI

Da quanto sopra esposto e sulla base delle analisi idrodinamiche effettuate sullo scenario morfologico attuale, definito come descritto nel capitolo 3, le aree di pertinenza del PUA ubicate in sinistra idraulica del torrente Termina in corrispondenza del ponte della SS513 presentano un grado di pericolosità nulla, in considerazione delle arginature esistenti.

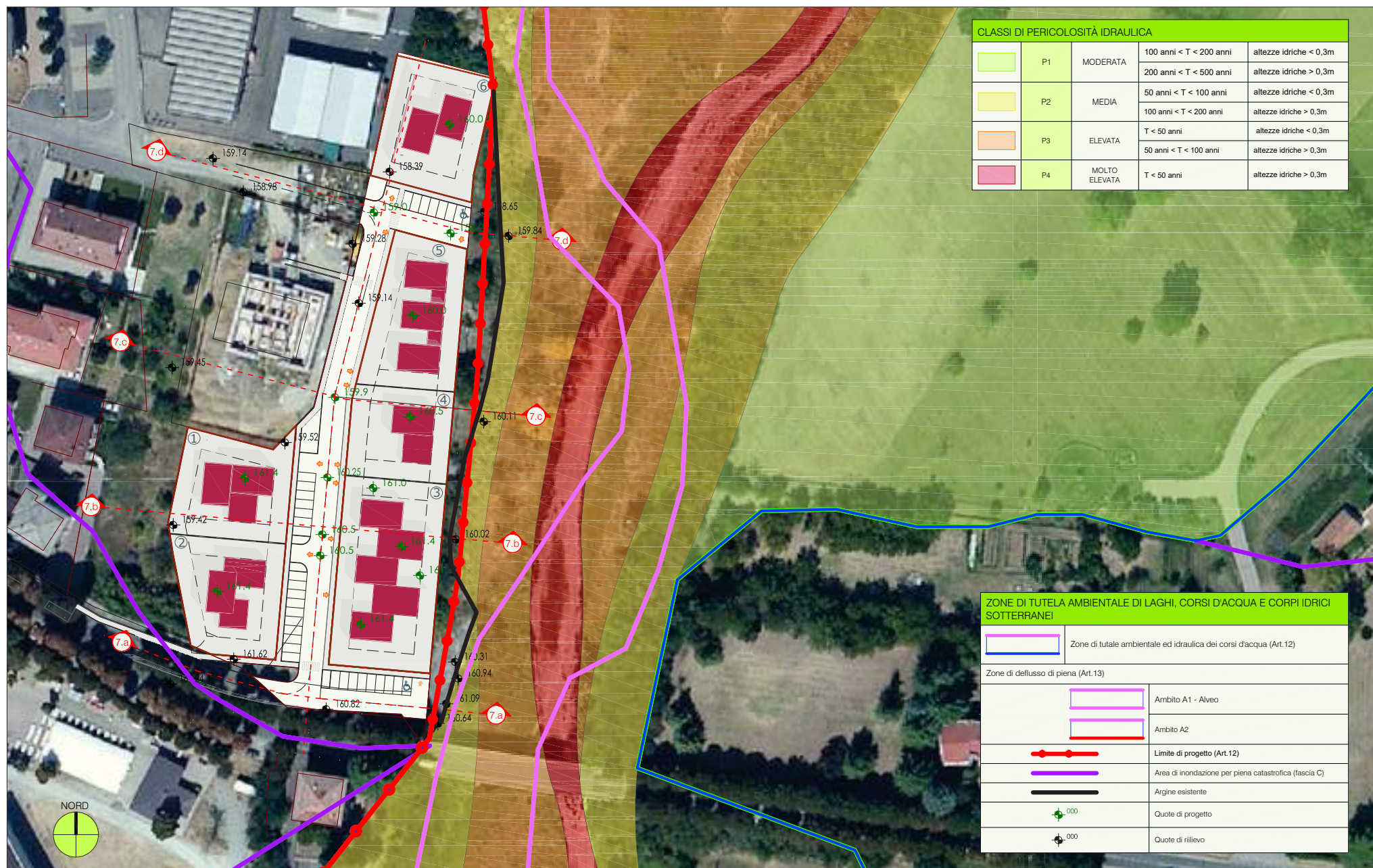






# PLANIMETRIA GENERALE CON INDICAZIONE DELLE CLASSI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA

- Scala 1:1.000



Via Cotti, 13 - 43035 San Michele Tiorre - Felino (PR)

Tel. 0521336192 Fax 0521336193 E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luca.calzolari@epap.sicurezzapostale.it)

P.IVA 02787240346

## **ALLEGATO 2**

***Carta Unica del Territorio 2 – Tutela delle risorse idriche, assetto idrogeologico e stabilità dei versanti (stralcio)***





**LEGENDA**

-  Zona di deflusso della piena - fascia A - ambito A1 (Art.10.15)
-  Zona di deflusso della piena - fascia A - ambito A2 (Art.10.15)
-  Zone di tutela ambientale ed idraulica dei corsi d'acqua - fascia B (Art.10.15)
-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10.17)
-  Area di inondazione per piena catastrofica - fascia C (Art.10.18)
- Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (Art.10.19)
-  Bacini drenanti direttamente su aree vulnerabili
-  Vulnerabilità a sensibilità elevata
-  Vulnerabilità a sensibilità attenuata
-  Area di ricarica degli acquiferi
-  Tessuti urbanizzati di antico impianto
-  Tessuti urbanizzati di impianto recente
-  Confine Comunale