

PROVINCIA DI RIMINI
COMUNI DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA

F.L.P. COSTRUZIONI S.r.l.

PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA
PRIVATA DEL COMPARTO RESIDENZIALE
COMPRESO TRA VIA EUROPA E IL
TRACCIATO DELLA EX FERROVIA
SANTARCANGELO - URBINO

ELABORATO	RCI	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
SCALA		
REPERTORIO	19-23	
EMISSIONE/REVISIONE	DATA	
1	07/02/2020	
2	20/10/2021	
3		

PROGETTISTI E COLLABORATORI



Via Mandironi, 5 - 47923 Rimini (RN)
Tel. 338 7604920 - Fax 0541 1793001
mail: info@ingmarcodonati.it
web: www.ingmarcodonati.it

Ing. Marco Donati
Ing. Luca Stambazzi

Ordine Ingegneri Rimini n. 829
Ordine Ingegneri Rimini n. 1554

IL COMMITTENTE

ENTI

IL PROGETTISTA

F.L.P. COSTRUZIONI S.r.l.

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA DEL
COMPARTO RESIDENZIALE COMPRESO TRA VIA EUROPA E IL
TRACCIATO DELL'EX FERROVIA SANTARCANGELO-URBINO**

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Indice

1	PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
3	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE ED INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	6
4	SIMULAZIONE E VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE BUDRIOLO	9
4.1	Modello di simulazione utilizzato	9
4.2	Determinazione della portata	11
4.2.1	Coefficiente di deflusso medio ragguagliato	11
4.2.2	Tempo di corrivazione	12
4.2.3	Portata di progetto	13
4.3	Simulazione idraulica	13
4.4	Risultati della simulazione	15
4.4.1	Stato di fatto	15
4.4.2	Stato di progetto	21
5	VERIFICA DELLE SOLUZIONI ADOTTATE IN PROGETTO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	26
6	CONCLUSIONI	29

1 PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di una nuova lottizzazione residenziale dell'estensione di circa 17.200 mq, in comune di Santarcangelo in una zona posta a sud-est del centro storico tra la via Europa ed il vecchio tracciato della ferrovia Santarcangelo-Urbino.

È prevista la realizzazione di n.ro 18 edifici residenziali (di cui 6 a schiera) serviti da nuove strade di lottizzazione, parcheggi e verde pubblico.

L'area di intervento è stata ricompresa in una zona interessata da alluvioni frequenti P3, per il Reticolo Secondario di Pianura RSP in seguito all'adozione del "Progetto di Variante 2016 del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)".

In particolare ricade all'interno delle "Mappe di pericolosità del reticolo secondario di pianura in scala 1:25.000", che recepiscono gli scenari di pericolosità contenuti nelle mappe del Piano Generale Rischio Alluvioni (PGRA) redatto dalla Regione Emilia Romagna.



Figura 1: localizzazione dell'area di intervento

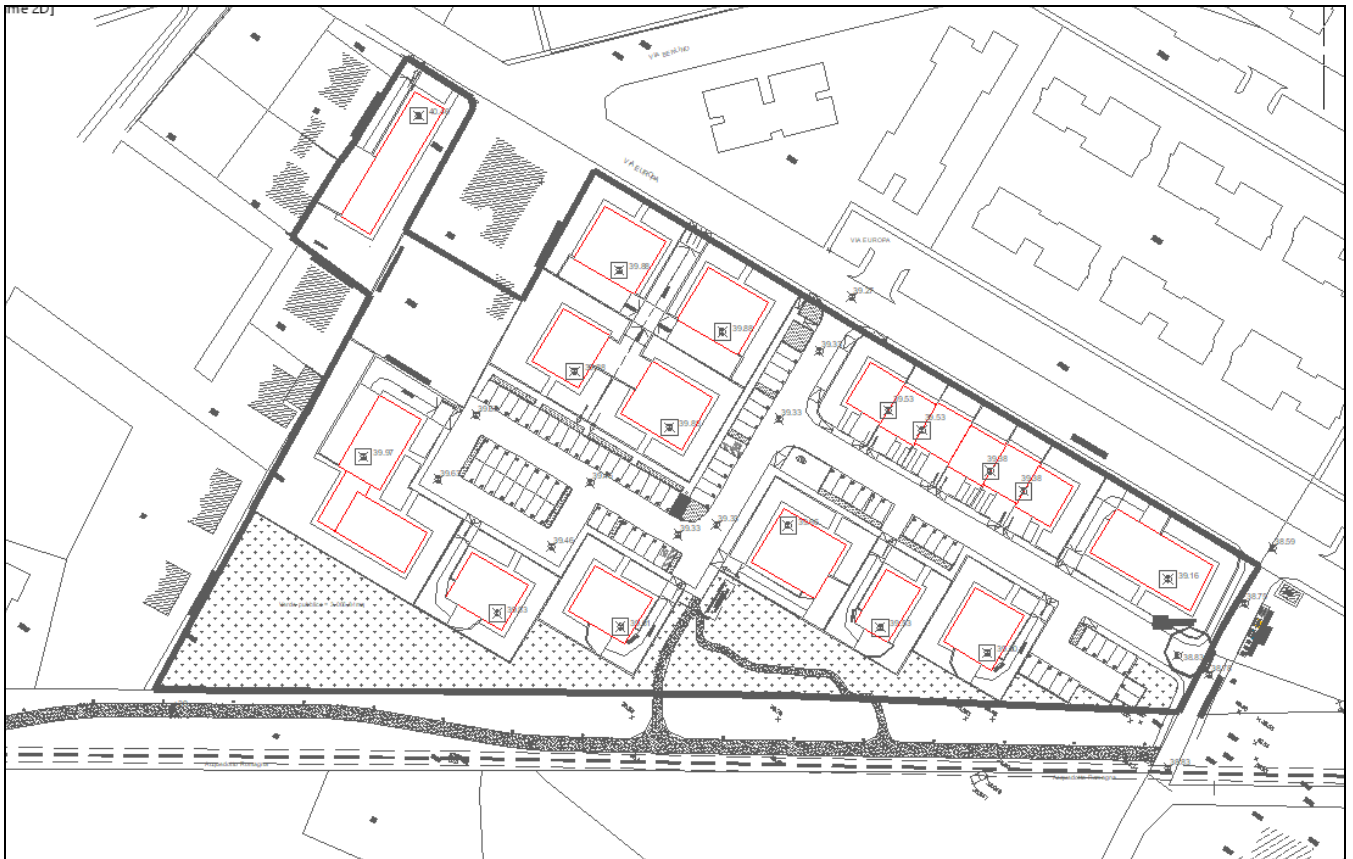


Figura 2: Planimetria di progetto dell'intervento

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Come anticipato in premessa, in seguito all'adozione delle mappe del P.G.R.A. da parte della Regione Emilia-Romagna, in data 27/04/2016 è stato adottato dall'Autorità di Bacino il "Progetto di Variante 2016" al PAI dell'ex. AdB Marecchia-Conca che, oltre all'adozione delle mappe di pericolosità di cui al paragrafo precedente, ha apportato anche una serie di modifiche alle relative Norme di Piano.

In particolare riguardo all'argomento, all'art. 21 "Coordinamento del Piano Stralcio con le misure del P.G.R.A.", al comma 2, si legge che *"...quali misure di salvaguardia immediatamente vincolanti all'adozione del presente Progetto di Variante al PAI, nelle aree soggette ad alluvioni frequenti (elevata probabilità P3) è vietata la realizzazione di vani interrati accessibili"*.

In seguito all'adozione di tale progetto di variante, il Comitato tecnico dell'Autorità di Bacino forniva alcuni chiarimenti in merito soprattutto al divieto di realizzazione dei piani interrati con nota esplicativa in data 19/10/2016 prot. 573. Nella nota si legge infatti che il divieto di realizzare vani interrati accessibili *".....non indica un divieto generalizzato di realizzazione dei vani interrati accessibili..."* ma di quelli che *"...non dotati di soluzioni di protezione, potrebbero essere interessati da eventuali"*

allagamenti in caso di alluvioni frequenti P3. Si evidenzia l'opportunità che in tali locali siano concessi esclusivamente usi accessori alla funzione principale”

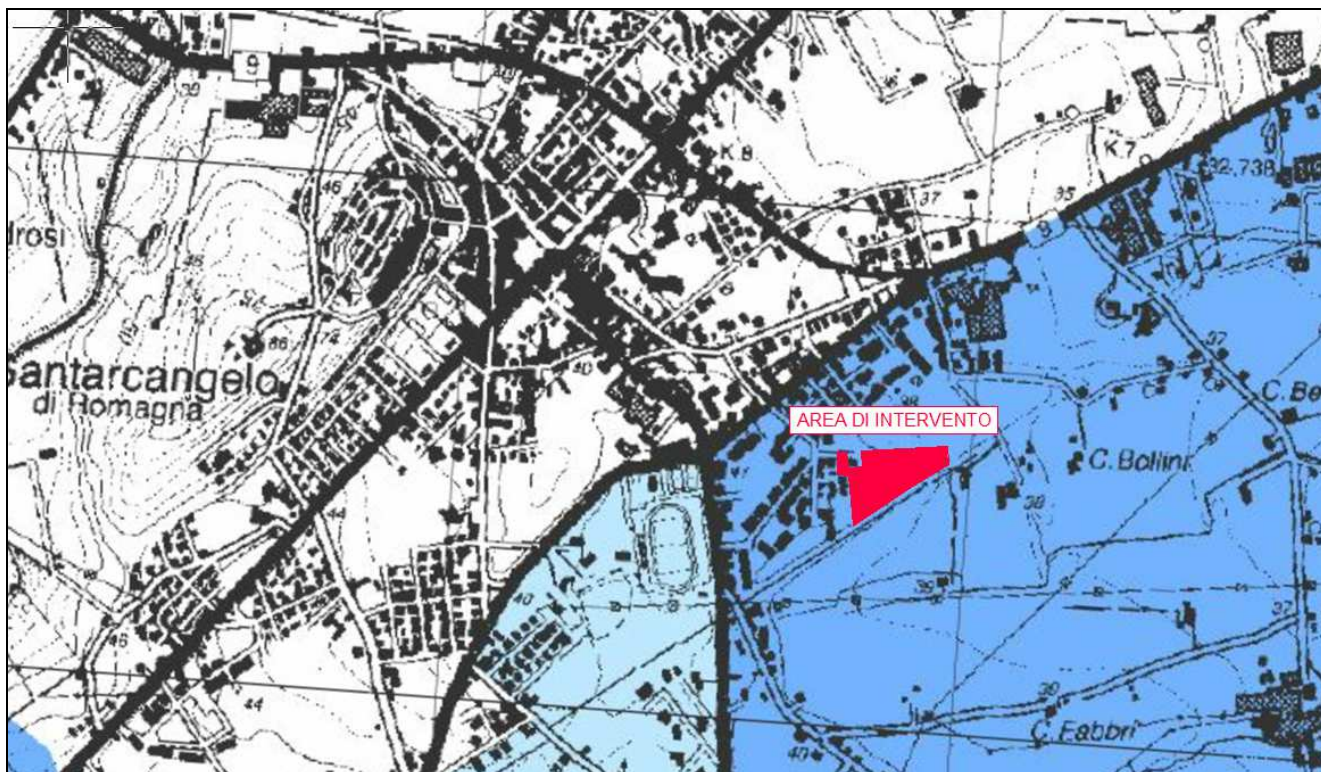


Figura 3: Estratto PGRA – Ambito territoriale reticolo secondario di pianura RSP

La presente relazione intende pertanto dare evidenza di quanto previsto nel progetto dei fabbricati e della lottizzazione di cui essi fanno parte per ottemperare alle indicazioni normative vigenti in tema di mitigazione del rischio idraulico, inteso come riduzione della vulnerabilità dell'immobile in caso di allagamento con particolare riferimento ai vani interrati.

3 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE ED INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Come anticipato in premessa l'area di intervento ove è prevista la realizzazione della nuova lottizzazione è costituita da un lotto di circa 17.200 mq posto al limite dell'area urbanizzata di Santarcangelo, a sud est dell'abitato stesso.

Il lotto è delimitato a nord dalla via Europa, dalla quale prenderà accesso la nuova lottizzazione, ad ovest da alcuni fabbricati prospicienti la via F.lli Cervi, ad est da una stradina sterrata di accesso ad alcune case sparse, e a sud dal rilevato della vecchia ferrovia Santarcangelo-Urbino.

Circa 130 metri più a sud, parallelamente al suddetto rilevato ferroviario, scorre il Canale consorziale denominato "Budriolo", naturale recettore delle acque meteoriche delle circostanti aree, compresa quella in esame.

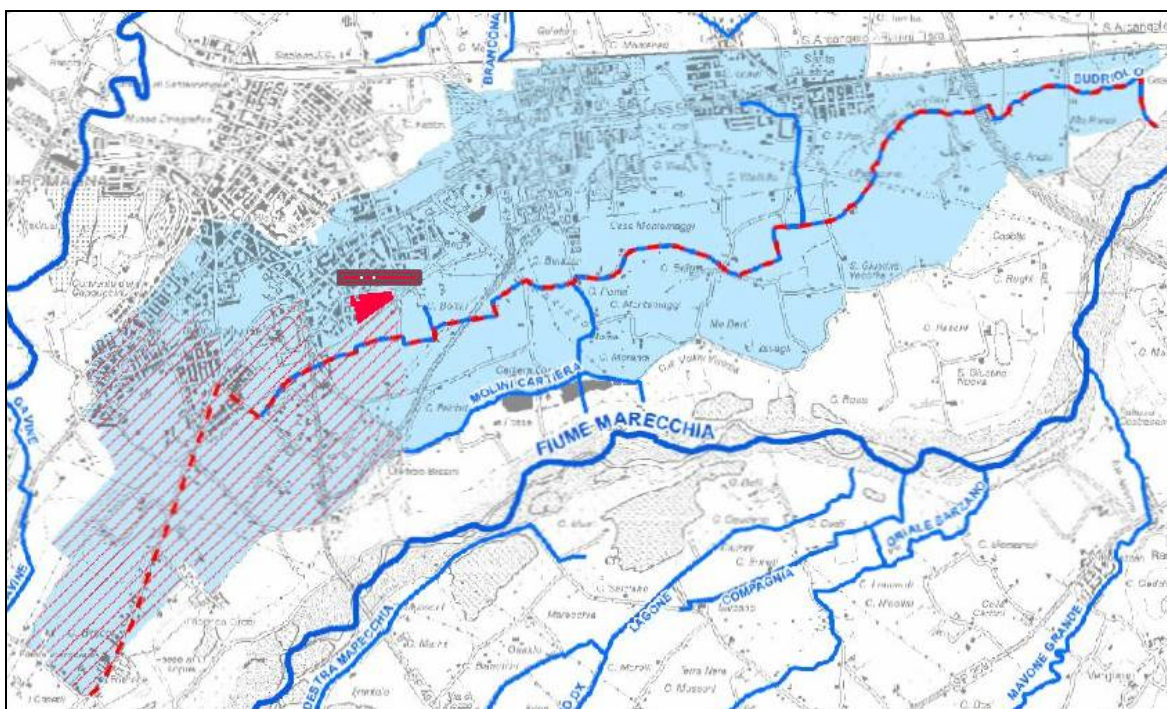


Figura 4: Cartografia fornita dal Consorzio di Bonifica della Romagna con evidenziato il fosso Budriolo ed il relativo bacino

Il canale Budriolo è un corso d'acqua naturale, affluente in sx idraulica del fiume Marecchia; esso ha una lunghezza d'asta di 7,92 km ed un bacino drenato di 7,28 kmq. Il bacino sotteso dalla sezione posta nel tratto antistante l'area in esame ha invece un'estensione pari a 2,00 kmq.

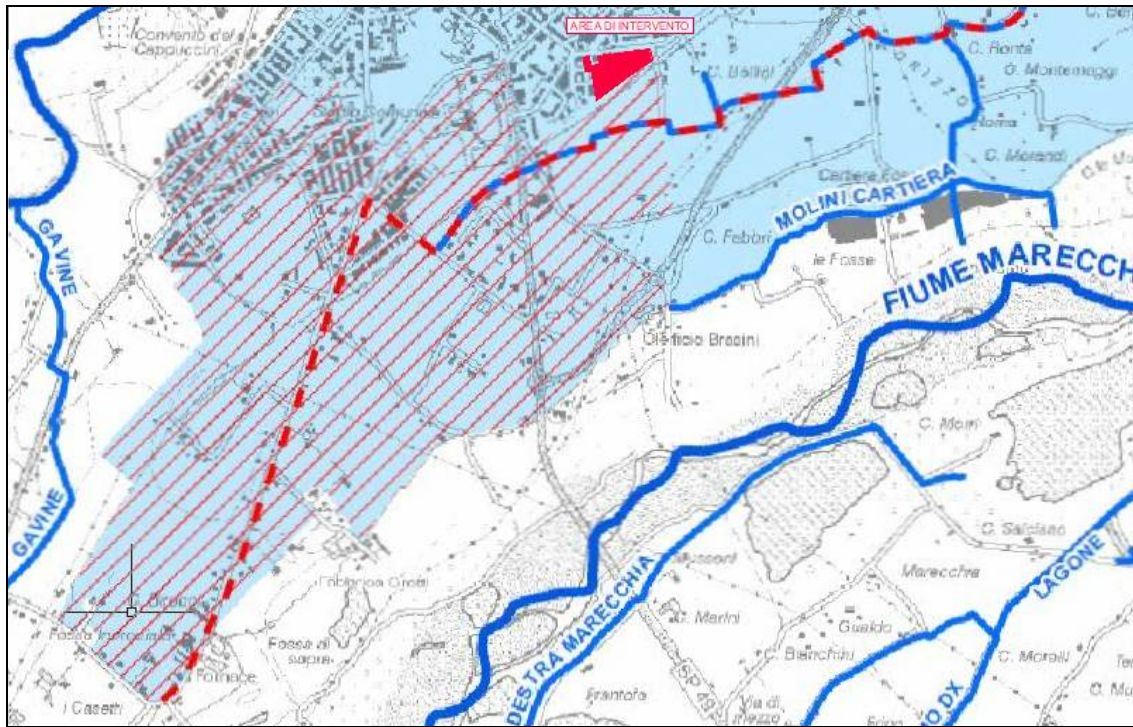


Figura 5: Bacino drenato dal canale Budriolo nella sezione in corrispondenza dell'area in esame

Tutta l'area posta in sinistra del canale compresa tra il rilevato dell'ex ferrovia ed il canale stesso, si presenta sostanzialmente pianeggiante, mentre l'area della lottizzazione degrada leggermente verso il canale a partire dalla via Europa.

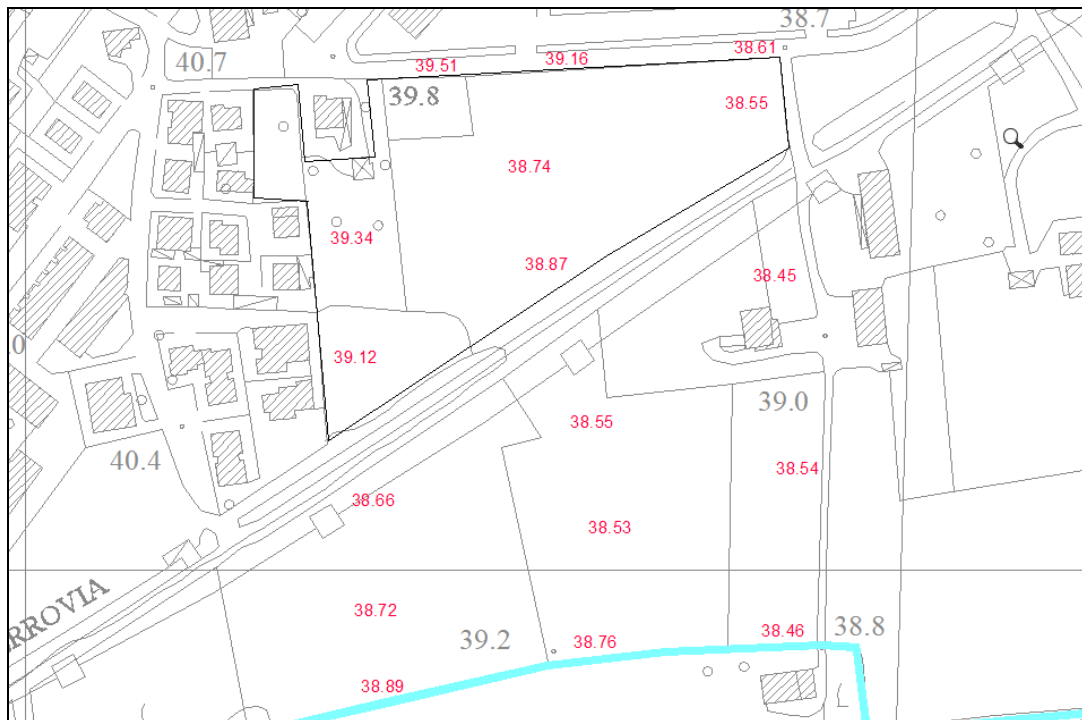


Figura 6: Piano quotato dell'area in esame nello stato attuale

Dall'analisi della zona si può dunque affermare che eventuali criticità nell'asta di canale prospiciente l'area di lottizzazione che causassero fuoriuscita di acqua dall'alveo inciso, potrebbero ripercuotersi sull'area in oggetto e provocare allagamenti per i quali sarebbe necessario porre in atto conseguenti misure di protezione e mitigazione.

Pertanto si procede nel seguito, dapprima verificando le condizioni idrauliche del canale Budriolo in caso di eventi meteorici di particolare rilevanza, ed in seguito alla valutazione dei risultati e alla determinazione di eventuali misure di mitigazione e messa in sicurezza dell'abitato.

4 SIMULAZIONE E VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE BUDRIOLO

L'obiettivo della simulazione e delle verifiche idrauliche è quello di determinare l'altezza di moto permanente per portate con diversi tempi di ritorno di 30, 50 e 200 anni, e analizzarne gli eventuali effetti sulle aree circostanti in termini di esondabilità e valutazione del rischio conseguente.



Figura 7: Planimetria con indicazione delle sezioni rilevate e utilizzate per la modellazione idraulica

Per l'implementazione dei dati geometrici nel modello di calcolo idraulico ci si è avvalsi di un dettagliato rilievo plano altimetrico fornito dal committente grazie al quale è stato possibile inserire le quote esatte delle principali sezioni. Sono state rilevate 4 sezioni significative estendendo il rilievo e la modellazione fino all'area interessata dalla nuova lottizzazione

4.1 Modello di simulazione utilizzato

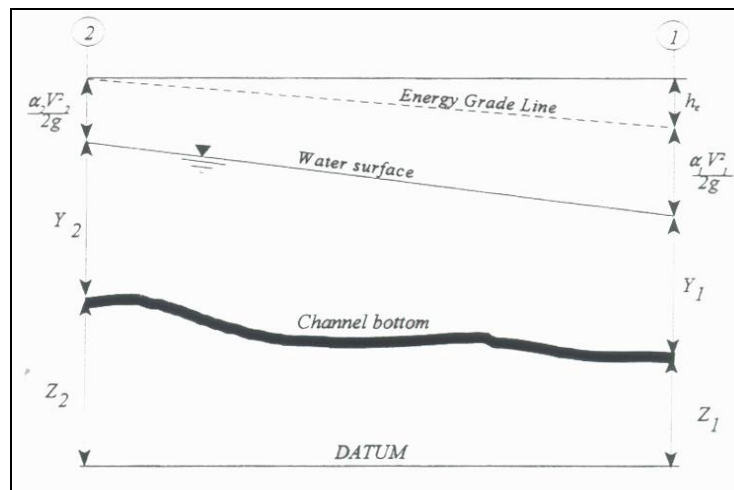
Per la simulazione idraulica in moto permanente è stato utilizzato il software di calcolo HEC-RAS®, ver 5.0.6, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers (California).

Il modello calcola i profili di superficie libera in moto permanente gradualmente vario (in senso spaziale e non temporale) in alvei prismatici e non prismatici. Entrambi i tipi di corrente, lenta e veloce, possono essere calcolati così come le conseguenze di diverse tipologie di accidentalità e strutture di cui si conosca la relazione fra carico e portata defluente.

Il modello è comunque vincolato nel suo utilizzo da tre condizioni:

- il moto deve essere permanente poiché le equazioni non contengono termini dipendenti dal tempo;
- il moto deve essere gradualmente vario in senso spaziale poiché le equazioni ipotizzano la distribuzione idrostatica delle pressioni in seno alla corrente;
- il moto è mono-dimensionale.

Al fine di calcolare la quota del pelo libero incognita in una determinata sezione trasversale del corso d'acqua è stata adottata la procedura di calcolo nota come Standard Step Method, consistente nell'integrazione dell'equazione di bilancio energetico (fig. sottostante).



Rappresentazione dei termini dell'equazione di bilancio energetico.

Le seguenti equazioni rappresentano le leggi matematiche che governano i fenomeni idraulici in moto permanente:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L \cdot \bar{S}f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

WS1, WS2 : quota del pelo libero fra due sezioni di calcolo, con la sez. 2 posta a monte della 1;

V1, V2 : velocità media (U);
 α_1, α_2 : coefficienti energetici moltiplicativi della velocità;
 g : accelerazione gravitazionale;
 h_e : perdita di carico;
 L : distanza fra le sezioni trasversali;
 Sf : pendenza media (if);
 C : coefficiente di perdita per contrazione o espansione

4.2 Determinazione della portata

Per la determinazione della massima portata di progetto da inserire nel modello si procede con il metodo cinematico secondo l'espressione del Turazza che pone:

$$Q_i = \frac{\phi_i \times i_{ci} \times S_i}{360}$$

Ove:

Q_i = portata massima in corrispondenza della sezione di interesse del bacino (mc/s);

ϕ_i = valore medio del coefficiente di deflusso del bacino, determinato come media ponderale dei valori delle diverse tipologie di aree

S_i = superficie del bacino scolante (Ha)

i_{ci} = intensità media della pioggia espressa in mm/h, pari al rapporto tra l'altezza di pioggia critica ed il tempo di corrivazione t_c, calcolati come descritto nel seguito.

4.2.1 Coefficiente di deflusso medio ragguagliato

Viene determinato come media ponderale dei coefficienti di deflusso specifici riportati in tabella 1, applicati alle relative superfici elementari. Per le aree urbanizzate si è assunto un valore di $\phi = 0,60$.

Per i terreni permeabili, in considerazione delle caratteristiche del bacino e dell'uso del suolo, uniforme su tutto il bacino e principalmente a destinazione agricola, si è assunto un valore medio di $\phi=0,40$.

Tipo di terreno	Coltivato	Pascolo	Incolto	Bosco
Molto permeabile (terreni sabbiosi, ghiaiosi)	0,20	0,15	0,25	0,10
Permeabile (terreni limo-sabbiosi, limo-argillosi)	0,40	0,35	0,45	0,30
Poco permeabile (terreni argillosi, terreni rocciosi)	0,50	0,45	0,55	0,40

Tabella 1: Coefficienti di deflusso per superfici di diversa natura

Per il caso in esame si è ottenuto il seguente risultato:

	S (kmq)	φ
Aree permeabili (0,40)	1.50	0.40
Aree urbane (0,6)	0.50	0.60
Totale bacino	2.00	0.45

Tabella 2: aree permeabili e urbane con i relativi coefficienti

4.2.2 Tempo di corrivazione

Per la determinazione del tempo di corrivazione è stato eseguito il calcolo utilizzando in via preliminare ciascuna delle diverse formule sotto riportate.

formula di Ventura $\tau_c = 0,127 * \sqrt{\frac{S}{i}} = [ore]$

formula di Giandotti $\tau_c = \frac{4 * \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 * \sqrt{H_{med} - H_0}} = [ore]$

formula di Pezzoli $\tau_c = 0,055 * \frac{L}{\sqrt{i}} = [ore]$

formula di Puglisi $\tau_c = 6 * L^{\frac{2}{3}} * (H_{max} - H_0)^{-\frac{1}{3}} = [ore]$

Ove:

- S superficie bacino alla sezione di progetto
- i pendenza media dell'asta
- L lunghezza dell'asta fluviale
- H_{med} altezza media del comprensorio
- H₀ altezza della sezione di chiusura del bacino considerata
- H_{max} altezza massimo del comprensorio

Dall'applicazione delle formule sopra indicate si ottengono valori differenti tra loro, come si può vedere dalla sottostante tabella riepilogativa.

Per il caso in esame si è optato per assumere come valore del tempo di corrivazione il valore ottenuto come media aritmetica di quelli calcolati con le diverse formule

Superficie [kmq]	2.00
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	54.20
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	38.80
Lunghezza asta [m]	2,920.00
Altezza media bacino	46.50
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Ventura)	2.48
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Giandotti)	4.52
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Pezzoli)	2.21
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi)	4.93
Tempo di corrivazione adottato (ore)	3.53

Tabella 3: tempi di corrivazione

4.2.3 Portata di progetto

Con i valori sopra riportati si procede pertanto alla determinazione delle portate di progetto nelle sezioni di interesse, che risultano:

Tr (anni)	30	50	200
Q (mc/s)	5,43	5,93	8,02

Tabella 4: portate di progetto per i vari tempi di ritorno

I valori di portata utilizzati per le modellazioni idrauliche sono da considerarsi cautelativi in quanto non tengono conto degli effetti di laminazione risultanti da eventuali e possibili fuoriuscite di acqua dall'alveo inciso nei tratti di canale a monte dell'area oggetto di studio;

4.3 **Simulazione idraulica**

Ai fini della simulazione idraulica sono state individuate alcune sezioni notevoli così come nel seguito descritte e visibili in Figura 8:

Numero identificativo di sezione	Descrizione
308	sezione di monte
288	sezione a monte dell'area dell'intervento
238	sezione di mezzeria all'area dell'intervento
218	sezione di mezzeria all'area dell'intervento
127	sezione a valle dell'area dell'intervento
117	sezione a monte del manufatto di attraversamento del fosso
109	sezione a valle del manufatto di attraversamento del fosso
0	sezione di valle

Tabella 5: descrizione delle sezioni inserite nel modello

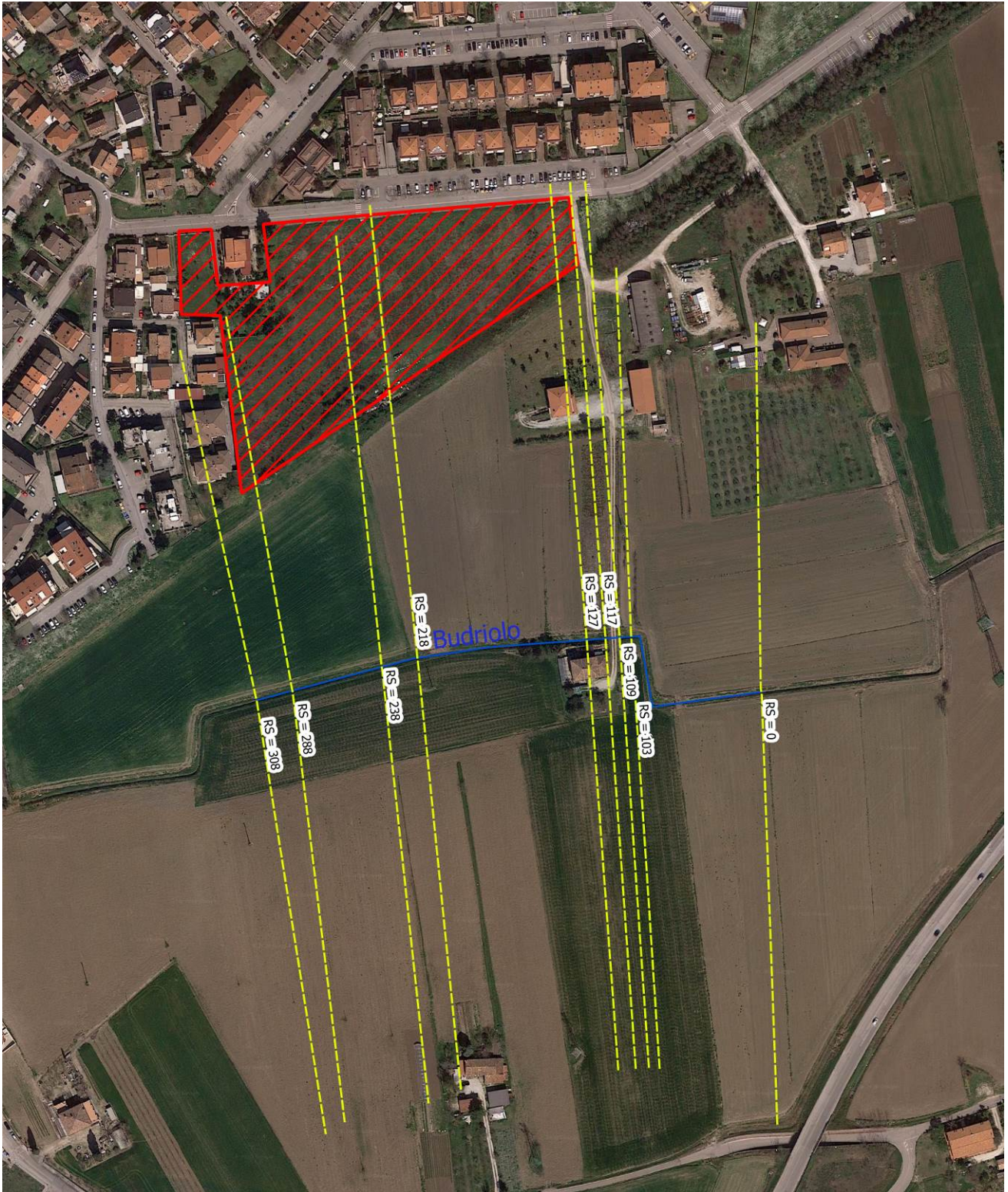


Figura 8: rappresentazione in pianta delle sezioni notevoli inserite nel modello con relativi codici identificativi

Dopo avere inserito i dati notevoli richiesti dal software per ogni sezione, sono state aggiunte in modalità automatica alcune sezioni di interpolazione tra quelle inserite in modo da affittire gli step di modellazione.

La lunghezza totale del tratto modellato è pari a circa 300 m.

Sono state imposte come condizioni al contorno, a monte e valle del tratto modellato, l'altezza di moto uniforme, calcolata con una pendenza media complessiva del tratto rilevato.

Nella fincatura superiore delle sezioni allegate sono riportati i valori di scabrezza utilizzati per i vari tratti (secondo Manning), che sono riassunti nella sottostante tabella (dati desunti dalla letteratura):

CORSI D'ACQUA MINORI (Larghezza del pelo libero in piena < 30m)	Minimo	Normale	Massimo
Corsi d'acqua di pianura			
1. Pulito, diritto, con la massima portata e senza divisioni o bacini profondi	0.025	0.030	0.033
2. Idem 1, ma con una maggior presenza di pietre ed erba	0.030	0.035	0.040
3. Pulito, meandriforme, alcuni bacini e zone di profondità ridotta	0.033	0.040	0.045
4. Idem 3, ma con erba e pietre	0.035	0.045	0.050
5. Idem 4, ma con portate minori e pendenze e sezioni irrilevanti	0.040	0.048	0.055
6. Idem 5, ma con una maggior presenza di pietre	0.040	0.050	0.060
7. Tratti stagnanti con erba e bacini profondi	0.045	0.070	0.080
8. Tratti con una elevata presenza di erba, con bacini profondi o scolmatori ricoperti di ceppi d'albero ed arbusti	0.075	0.100	0.150
Torrenti in montagna senza vegetazione in alveo, sponde generalmente ripide, alberi ed arbusti sulle sponde sommersi durante le piene			
9. Fondo: ghiaia, ciottoli e grosse pietre	0.030	0.040	0.050
10. Fondo: ghiaia e grosse pietre	0.040	0.050	0.070

Tabella 6: valori caratteristici di scabrezza

4.4 Risultati della simulazione

Essendo previsti interventi di innalzamento delle quote del piano campagna della lottizzazione, la modellazione è stata eseguita **sia nello stato di fatto che nello stato di progetto** in modo da verificare il beneficio e l'assenza di rischio idraulico durante gli eventi di piena.

4.4.1 Stato di fatto

Di seguito si riportano i risultati in termini di tabelle e di immagini dei profili e delle sezioni per lo stato di fatto, da cui si può rilevare che l'area di intervento nello stato di fatto risulta interessata da deflussi delle portate di piena per il tempo di ritorno di 200 anni con una lama d'acqua di 10 cm circa in corrispondenza della fine del rilevato in sinistra idraulica (sezione n. 238, intermedia all'area di intervento).

Anche per tempi di ritorno inferiori (30 e 50 anni) le portate di piena vanno ad interessare parzialmente l'area in esame, seppure in maniera ridotta.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	308	Q Tr30	5.43	37.76	38.97	38.80	38.97	0.000532	0.65	25.64	106.09	0.19
Reach 1	308	Q Tr50	5.93	37.76	38.91	38.80	38.92	0.001324	1.00	19.77	100.49	0.30
Reach 1	308	Q Tr200	8.02	37.76	38.95	38.83	38.96	0.001485	1.08	23.53	104.11	0.32
Reach 1	288	Q Tr30	5.43	37.68	38.96	38.76	38.96	0.000326	0.53	34.63	266.14	0.15
Reach 1	288	Q Tr50	5.93	37.68	38.89	38.76	38.90	0.000977	0.89	22.44	108.50	0.26
Reach 1	288	Q Tr200	8.02	37.68	38.92	38.79	38.93	0.001164	0.99	26.67	165.62	0.28
Reach 1	238	Q Tr30	5.43	37.49	38.96	38.65	38.96	0.000060	0.25	84.77	396.09	0.07
Reach 1	238	Q Tr50	5.93	37.49	38.88	38.66	38.88	0.000178	0.42	55.75	344.29	0.11
Reach 1	238	Q Tr200	8.02	37.49	38.91	38.70	38.91	0.000211	0.46	66.84	379.39	0.12
Reach 1	218	Q Tr30	5.43	37.41	38.96	38.62	38.96	0.000028	0.18	100.29	340.11	0.05
Reach 1	218	Q Tr50	5.93	37.41	38.88	38.63	38.88	0.000081	0.29	74.50	321.93	0.08
Reach 1	218	Q Tr200	8.02	37.41	38.91	38.66	38.91	0.000103	0.33	84.31	329.79	0.09
Reach 1	127	Q Tr30	5.43	37.30	38.95	38.31	38.95	0.000018	0.15	120.78	380.36	0.04
Reach 1	127	Q Tr50	5.93	37.30	38.87	38.36	38.87	0.000050	0.24	90.39	365.60	0.06
Reach 1	127	Q Tr200	8.02	37.30	38.90	38.56	38.90	0.000066	0.28	100.84	370.74	0.07
Reach 1	117	Q Tr30	5.43	37.29	38.65	38.65	38.73	0.002715	1.60	11.08	153.49	0.44
Reach 1	117	Q Tr50	5.93	37.29	38.69	38.69	38.73	0.001939	1.38	17.48	177.60	0.37
Reach 1	117	Q Tr200	8.02	37.29	38.71	38.71	38.76	0.002312	1.52	22.17	186.91	0.41
Reach 1	110		Culvert									
Reach 1	109	Q Tr30	5.43	37.23	38.63	38.63	38.67	0.001601	1.25	17.62	177.82	0.34
Reach 1	109	Q Tr50	5.93	37.23	38.63	38.63	38.67	0.001910	1.37	17.62	177.82	0.37
Reach 1	109	Q Tr200	8.02	37.23	38.65	38.65	38.70	0.002298	1.52	22.24	187.18	0.41
Reach 1	103	Q Tr30	5.43	37.15	38.58	38.08	38.59	0.000941	0.64	23.08	185.94	0.21
Reach 1	103	Q Tr50	5.93	37.15	38.59	38.12	38.60	0.000873	0.62	25.75	188.51	0.20
Reach 1	103	Q Tr200	8.02	37.15	38.62	38.30	38.63	0.000960	0.66	31.70	194.14	0.21
Reach 1	0	Q Tr30	5.43	37.04	38.42	37.97	38.45	0.002403	0.98	13.81	161.53	0.33
Reach 1	0	Q Tr50	5.93	37.04	38.43	38.02	38.46	0.002404	0.99	15.60	172.53	0.33
Reach 1	0	Q Tr200	8.02	37.04	38.46	38.19	38.49	0.002404	1.01	21.49	184.65	0.33

Tabella 3: risultati numerici della modellazione eseguita, stato di fatto, riquadrate in rosso le sezioni corrispondenti all'area di intervento

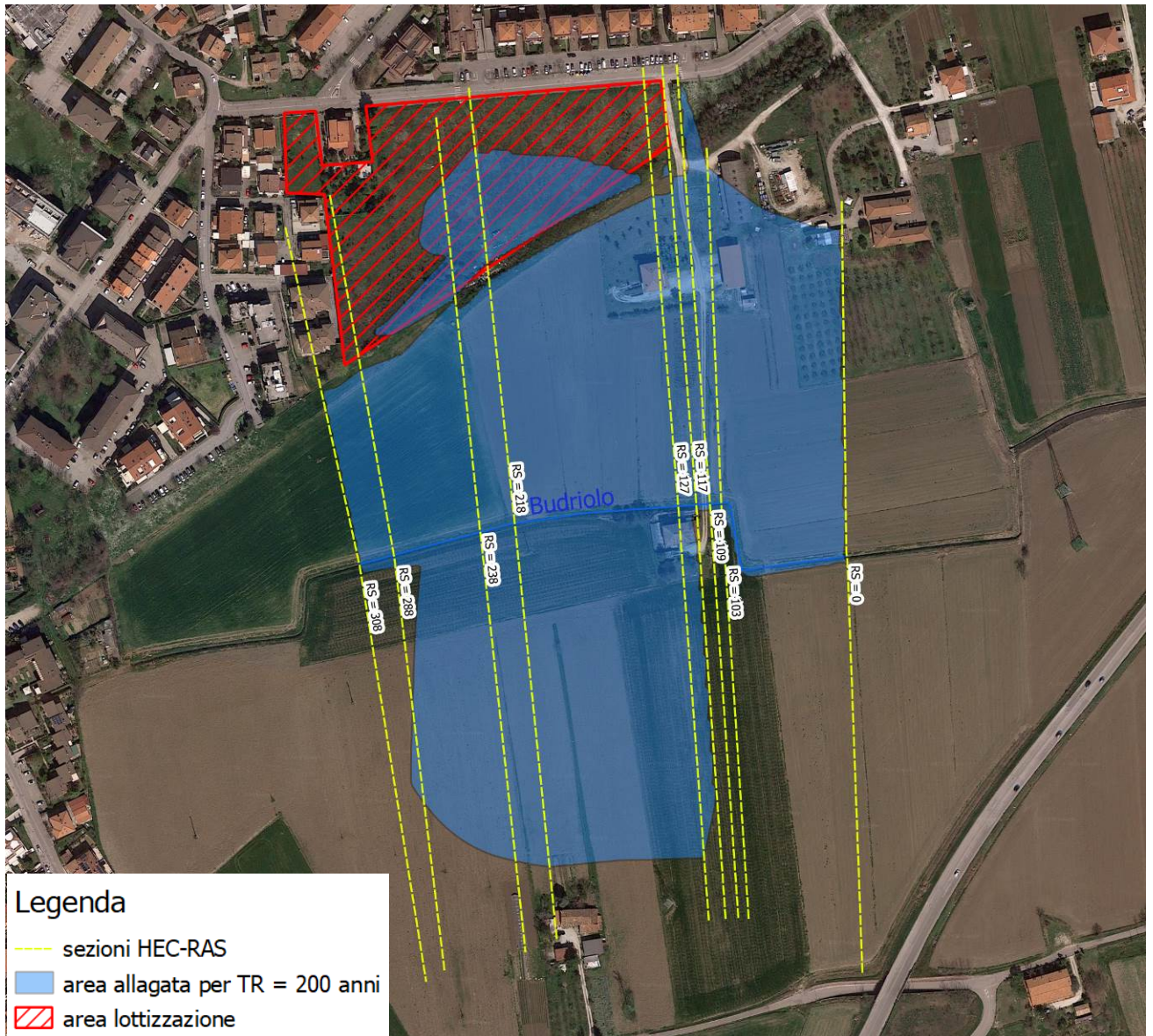


Figura 9: Identificativo e posizione delle sezioni in pianta su ortofoto con indicazione dell'area dell'intervento (riquadrata e retinata in rosso) e della zona raggiunta dal tirante idrico per TR=200anni nelle varie sezioni (area azzurra) – stato di fatto

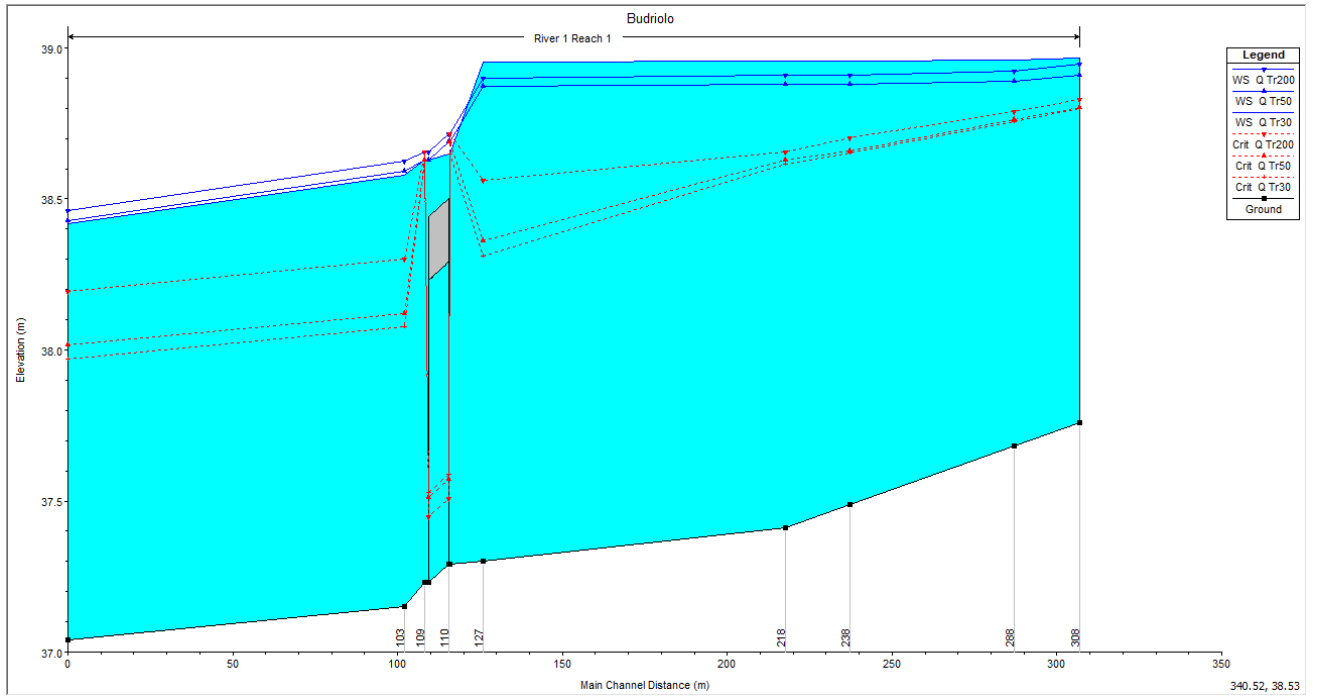


Figura 10: profilo longitudinale del tratto modellato

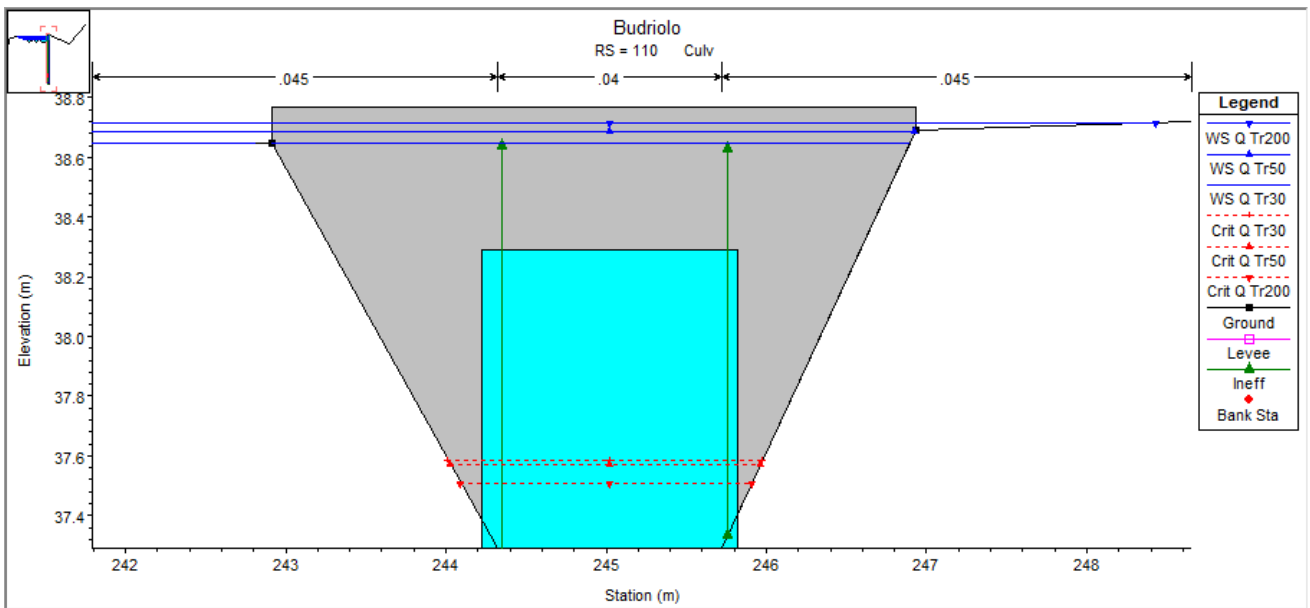


Figura 11.1: tiranti idrici nella sezione RS=110, in corrispondenza del manufatto di attraversamento del fosso – stato di fatto

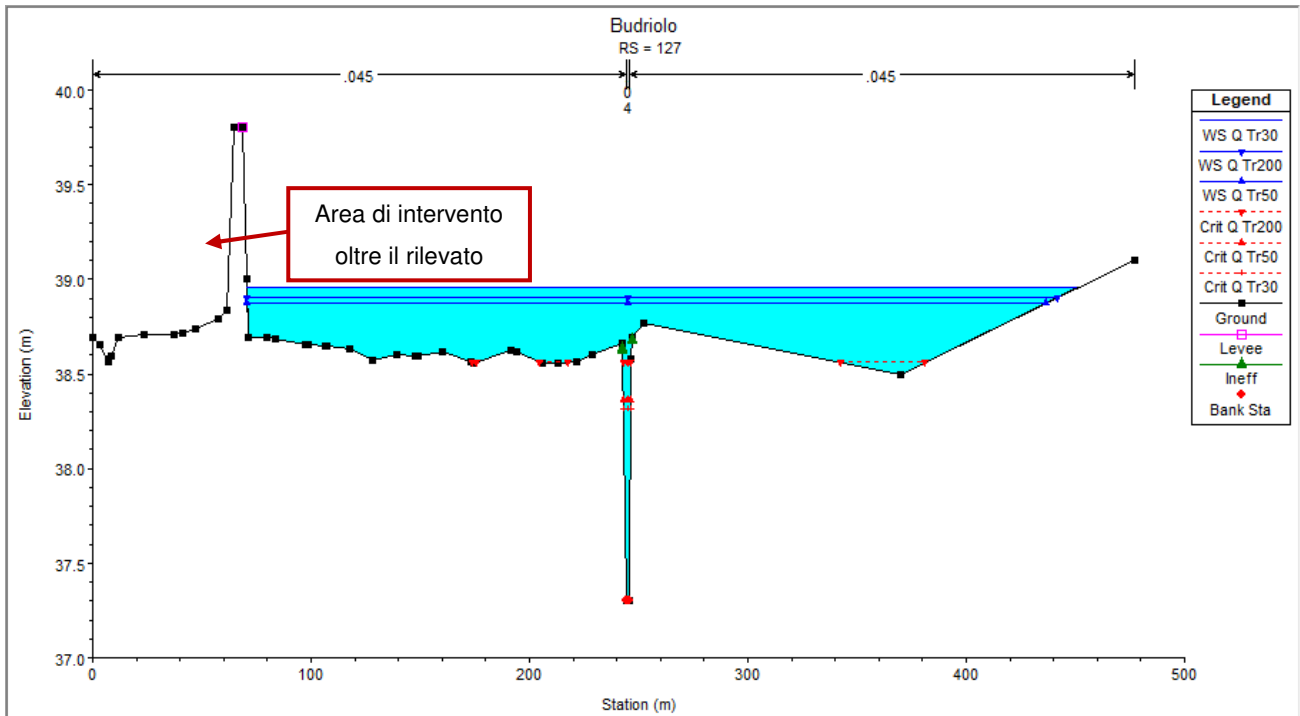


Figura 11.2: tiranti idrici nella sezione RS=127, a monte del manufatto di attraversamento del fosso – stato di fatto

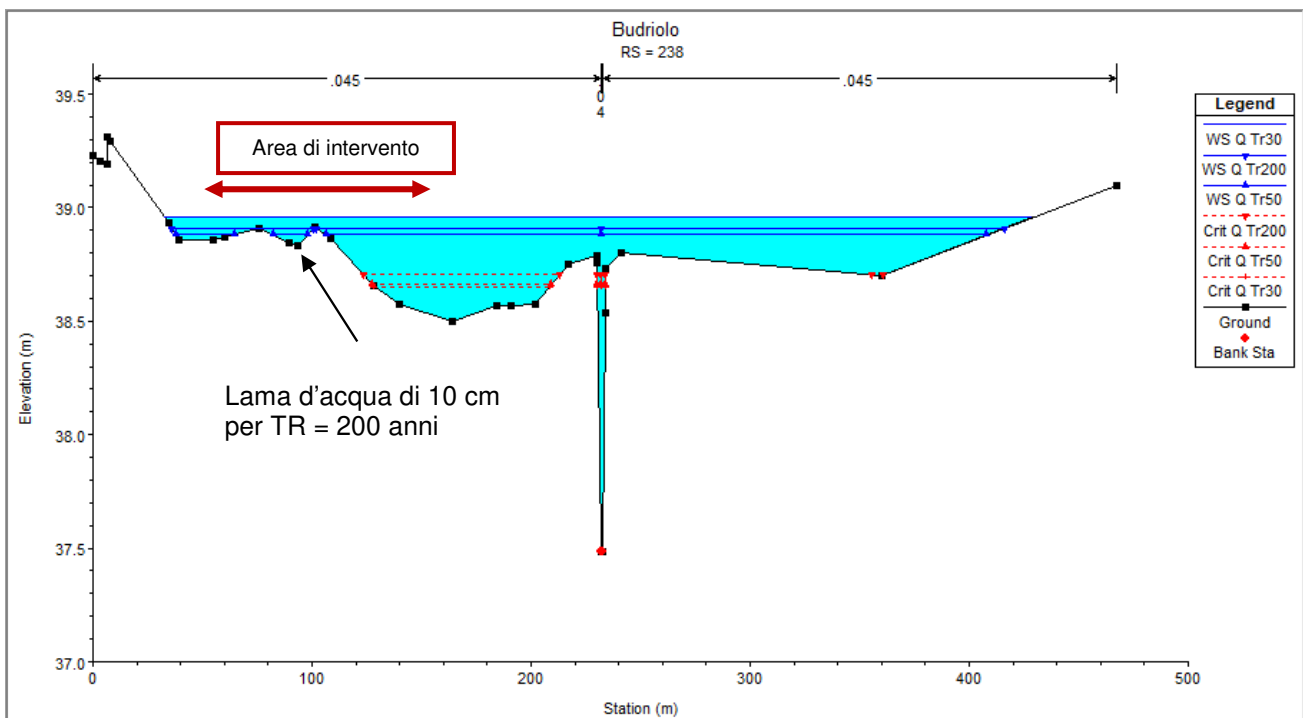


Figura 11.3: tiranti idrici nella sezione RS=238, in mezzeria dell'area di intervento – stato di fatto

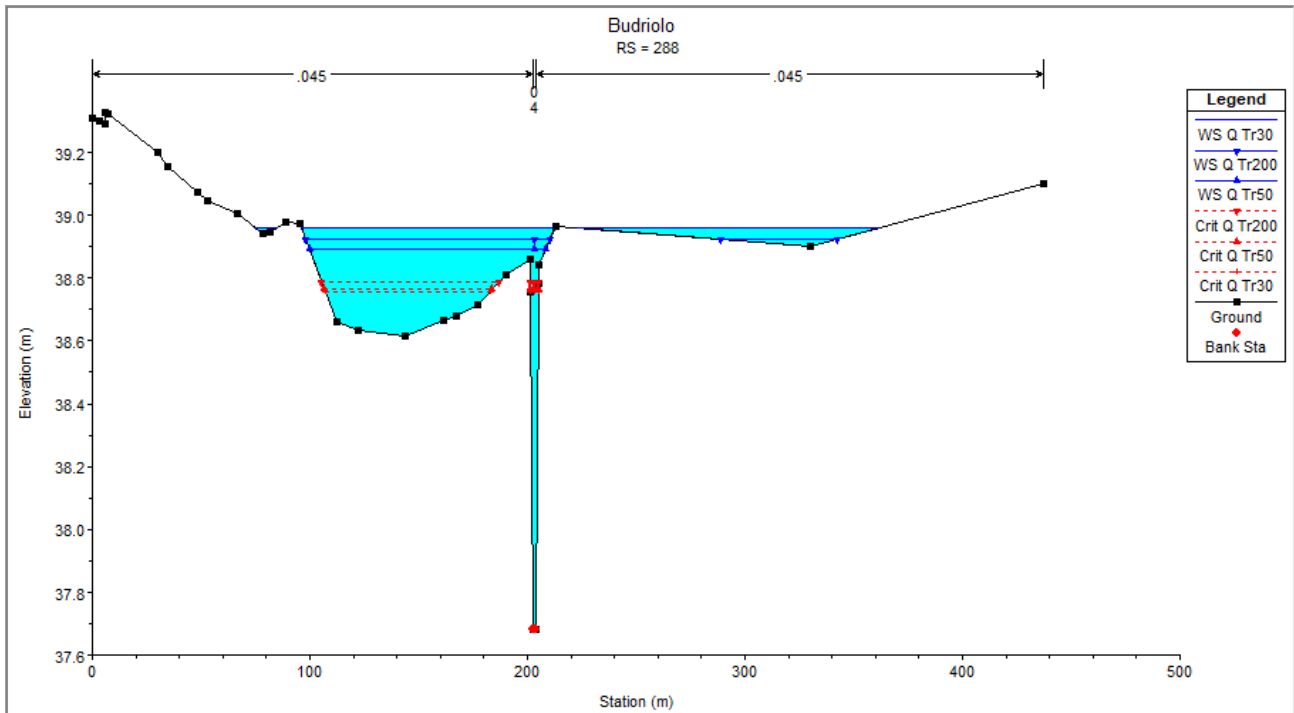


Figura 11.4: tiranti idrici nella sezione RS=288, a monte dell'area di intervento – stato di fatto

4.4.2 Stato di progetto

Di seguito si riportano i risultati della modellazione idraulica per lo stato di progetto, in particolare per quanto riguarda il raggiungimento dell'acqua nell'area di lottizzazione; questo per mostrare che l'aumento delle quote della lottizzazione rispetto allo stato di fatto evita il fenomeno di ingresso di acqua che si verifica in corrispondenza della fine del rilevato in sinistra idraulica per lo stato di fatto.

Con particolare riferimento alle quote di accesso delle rampe dei piani interrati, si evidenzia che i franchi di sicurezza per Tr 200 anni variano da un minimo di 22 cm (lotti 12 e 13) ad un massimo di 80 cm (lotto 8).

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	308	Q Tr30	5.43	37.76	38.88	38.78	38.89	0.001614	0.69	16.78	95.57	0.27
Reach 1	308	Q Tr50	5.93	37.76	38.89	38.79	38.90	0.001691	0.71	17.71	98.34	0.27
Reach 1	308	Q Tr200	8.02	37.76	38.94	38.81	38.95	0.001603	0.72	22.40	103.04	0.27
Reach 1	288	Q Tr30	5.43	37.68	38.85	38.75	38.86	0.001295	0.61	18.55	102.62	0.24
Reach 1	288	Q Tr50	5.93	37.68	38.86	38.76	38.87	0.001402	0.64	19.32	105.14	0.25
Reach 1	288	Q Tr200	8.02	37.68	38.91	38.79	38.92	0.001316	0.65	24.51	110.68	0.24
Reach 1	238	Q Tr30	5.43	37.49	38.83	38.65	38.84	0.000289	0.32	41.60	287.33	0.12
Reach 1	238	Q Tr50	5.93	37.49	38.84	38.65	38.84	0.000314	0.34	43.26	289.54	0.12
Reach 1	238	Q Tr200	8.02	37.49	38.89	38.68	38.89	0.000267	0.32	58.74	310.95	0.11
Reach 1	218	Q Tr30	5.43	37.41	38.83	38.59	38.83	0.000110	0.21	62.96	322.32	0.07
Reach 1	218	Q Tr50	5.93	37.41	38.84	38.60	38.84	0.000121	0.22	64.75	323.63	0.08
Reach 1	218	Q Tr200	8.02	37.41	38.89	38.63	38.89	0.000112	0.22	81.80	335.91	0.07
Reach 1	188	Q Tr30	5.43	37.37	38.83	38.37	38.83	0.000122	0.23	62.79	343.76	0.08
Reach 1	188	Q Tr50	5.93	37.37	38.83	38.41	38.83	0.000135	0.24	64.56	345.81	0.08
Reach 1	188	Q Tr200	8.02	37.37	38.89	38.65	38.89	0.000120	0.24	83.16	363.88	0.08
Reach 1	157	Q Tr30	5.43	37.34	38.82	38.30	38.83	0.000103	0.22	65.53	334.07	0.07
Reach 1	157	Q Tr50	5.93	37.34	38.83	38.35	38.83	0.000114	0.23	67.13	335.27	0.07
Reach 1	157	Q Tr200	8.02	37.34	38.88	38.66	38.88	0.000105	0.23	85.13	348.54	0.07
Reach 1	127	Q Tr30	5.43	37.30	38.82	38.24	38.82	0.000083	0.20	73.12	370.93	0.06
Reach 1	127	Q Tr50	5.93	37.30	38.83	38.29	38.83	0.000093	0.21	74.78	371.91	0.07
Reach 1	127	Q Tr200	8.02	37.30	38.88	38.46	38.88	0.000084	0.21	94.77	383.45	0.06
Reach 1	117	Q Tr30	5.43	37.30	38.66	38.66	38.70	0.003104	1.05	12.23	151.20	0.37
Reach 1	117	Q Tr50	5.93	37.30	38.67	38.67	38.71	0.003170	1.07	13.52	154.73	0.37
Reach 1	117	Q Tr200	8.02	37.30	38.69	38.69	38.73	0.004258	1.25	16.20	161.79	0.43
Reach 1	110		Culvert									
Reach 1	109	Q Tr30	5.43	37.23	38.60	38.59	38.64	0.002796	1.06	12.45	157.64	0.35
Reach 1	109	Q Tr50	5.93	37.23	38.61	38.61	38.65	0.002956	1.09	13.53	160.77	0.36
Reach 1	109	Q Tr200	8.02	37.23	38.64	38.64	38.67	0.003102	1.14	18.95	180.11	0.37
Reach 1	103	Q Tr30	5.43	37.15	38.63	38.08	38.63	0.000427	0.44	32.07	194.48	0.14
Reach 1	103	Q Tr50	5.93	37.15	38.63	38.12	38.63	0.000375	0.42	42.34	336.77	0.13
Reach 1	103	Q Tr200	8.02	37.15	38.65	38.30	38.65	0.000498	0.48	48.27	341.96	0.15
Reach 1	0	Q Tr30	5.43	37.04	38.42	37.97	38.45	0.002403	0.98	13.81	161.53	0.33
Reach 1	0	Q Tr50	5.93	37.04	38.43	38.02	38.46	0.002404	0.99	15.60	172.53	0.33
Reach 1	0	Q Tr200	8.02	37.04	38.46	38.19	38.49	0.002404	1.01	21.49	184.65	0.33

Tabella 7: risultati numerici della modellazione eseguita, stato di progetto, riquadrate in rosso le sezioni corrispondenti all'area di intervento

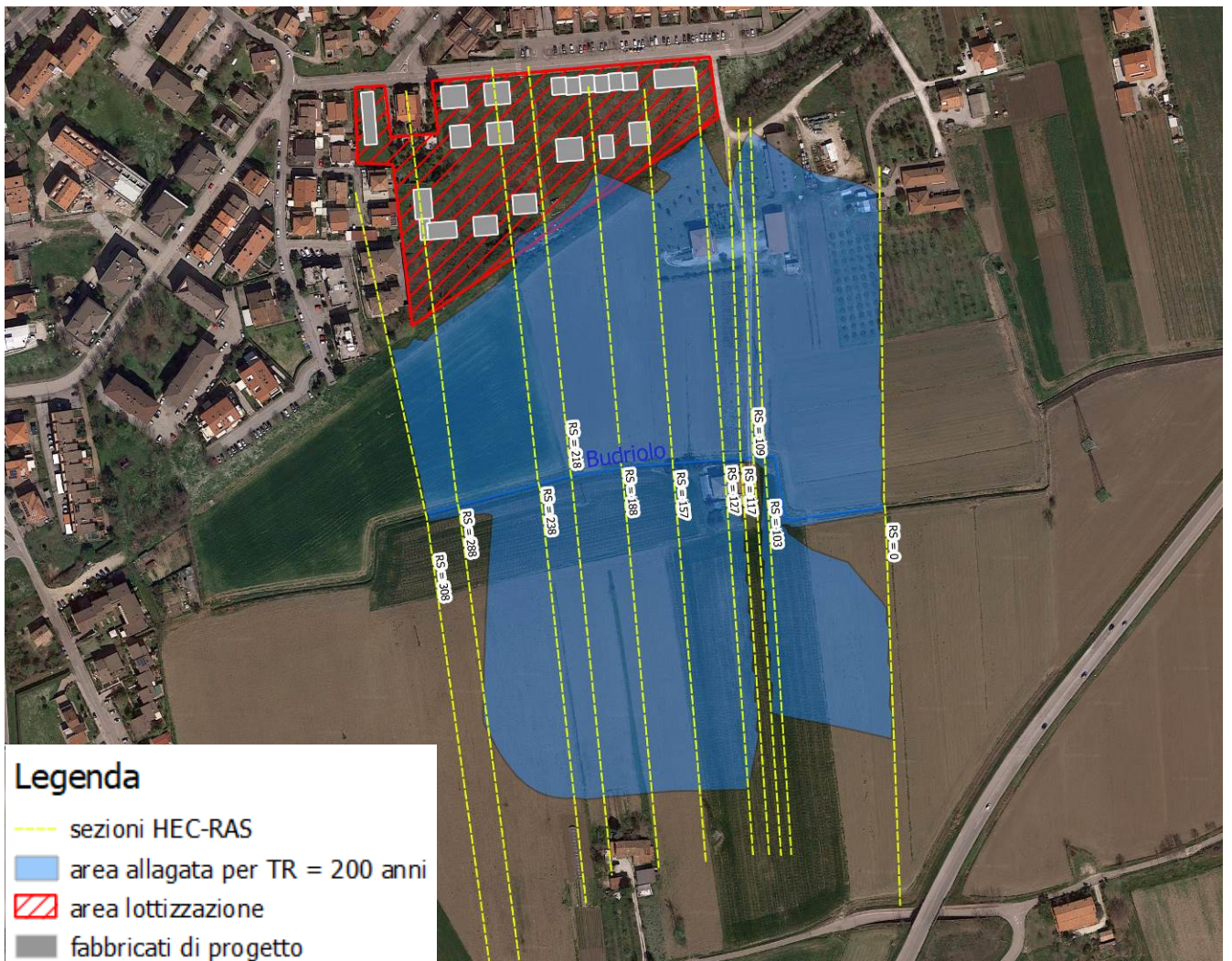


Figura 12: Identificativo e posizione delle sezioni in pianta su ortofoto con indicazione dell'area dell'intervento (riquadrata e retinata di rosso) e della zona raggiunta dal tirante idrico per TR=200 anni nelle varie sezioni (area azzurra) – stato di progetto

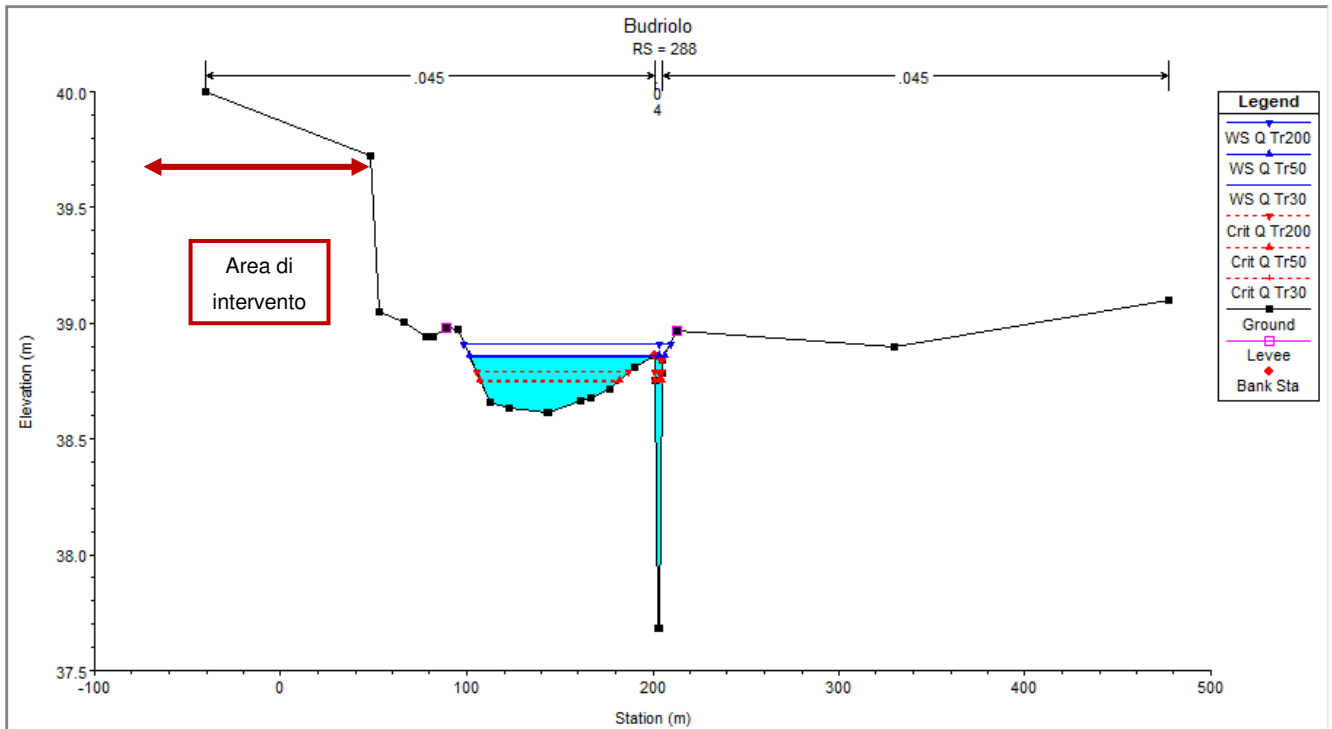


Figura 13: tiranti idrici nella sezione RS=288, a monte della nuova lottizzazione – stato di progetto

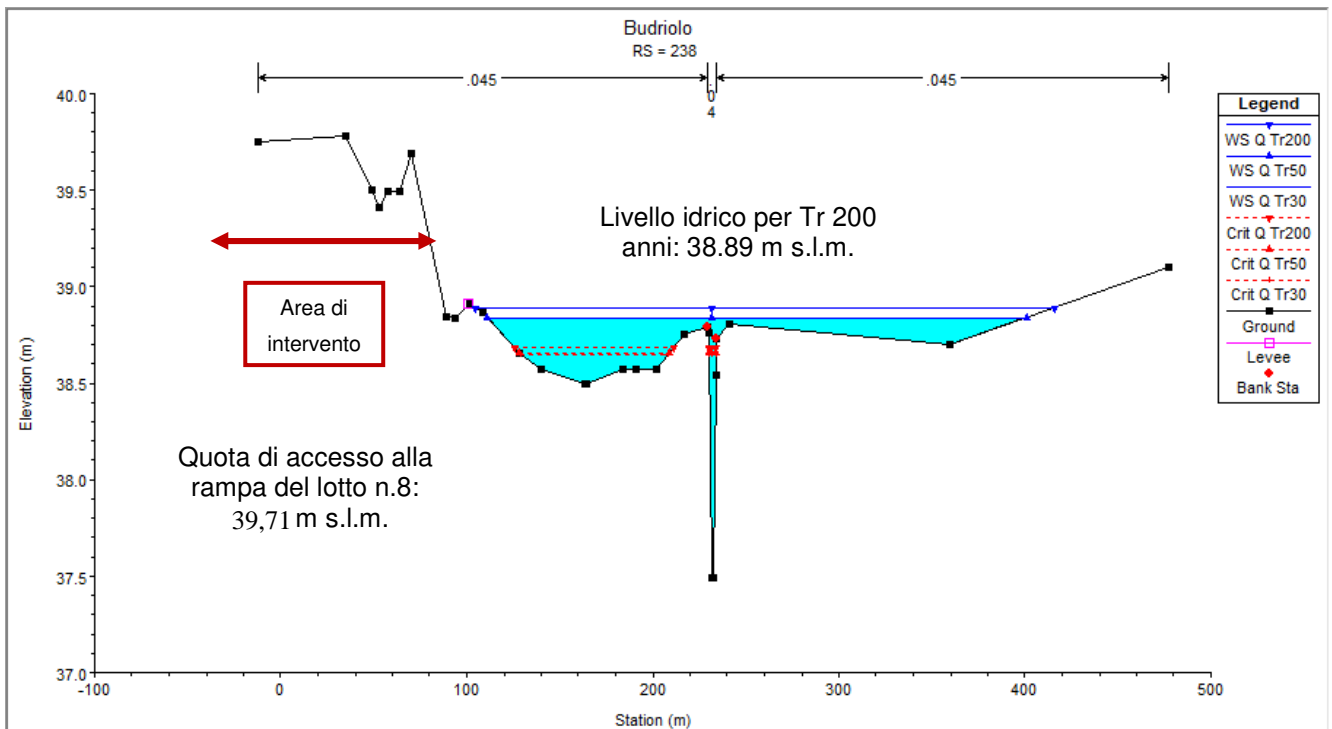


Figura 14: tiranti idrici nella sezione RS=238, intermedia alla nuova lottizzazione – stato di progetto

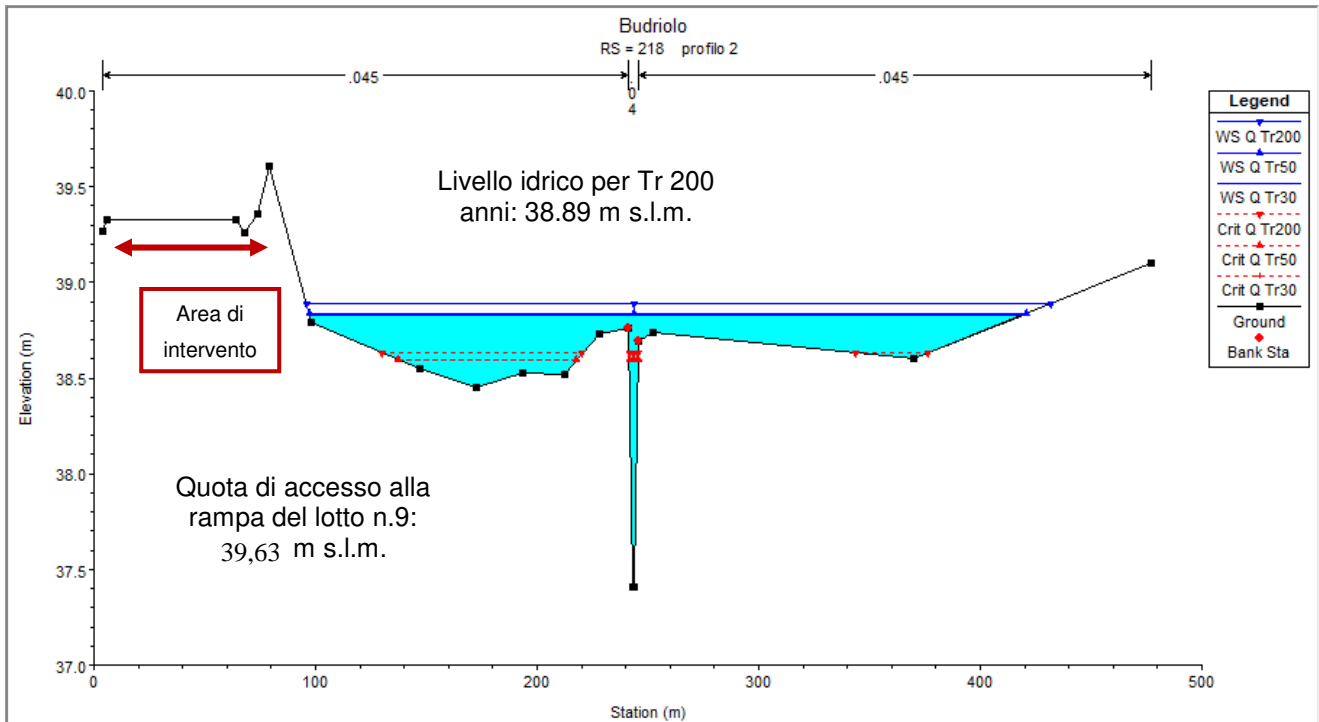


Figura 15: tiranti idrici nella sezione RS=218, intermedia alla nuova lottizzazione – stato di progetto

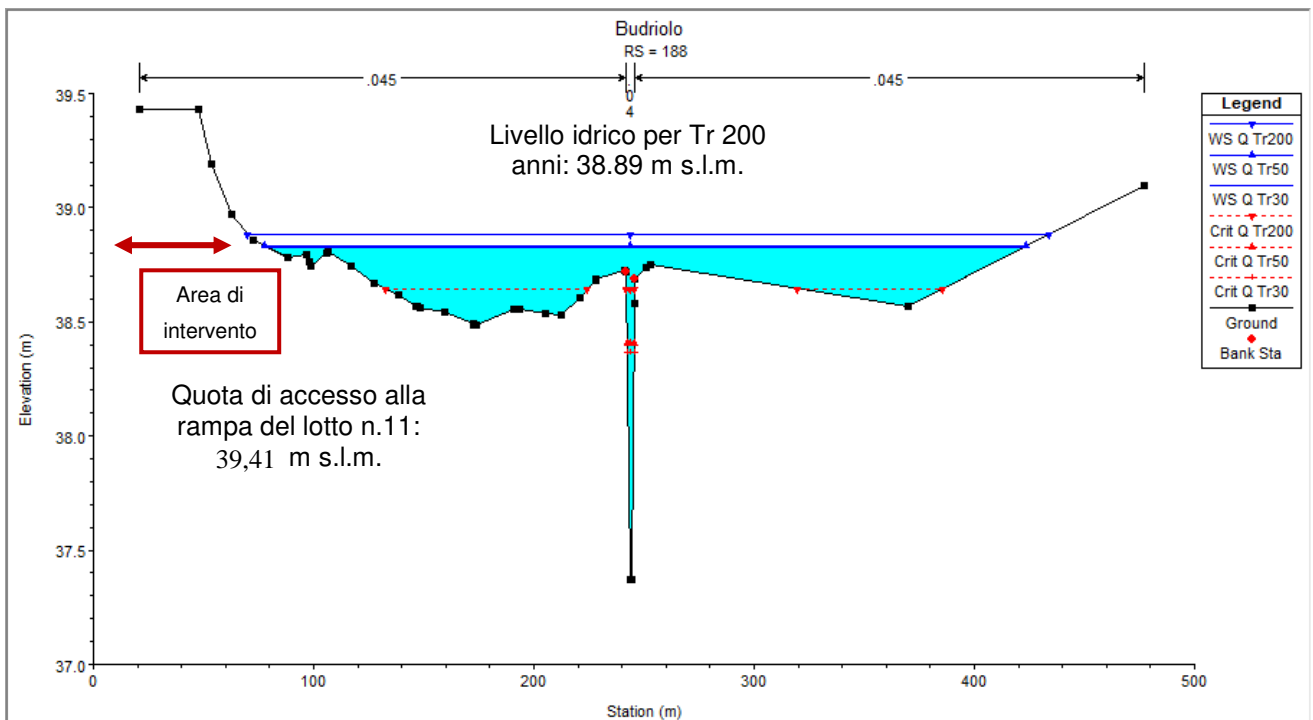


Figura 16: tiranti idrici nella sezione RS=188, intermedia alla nuova lottizzazione – stato di progetto

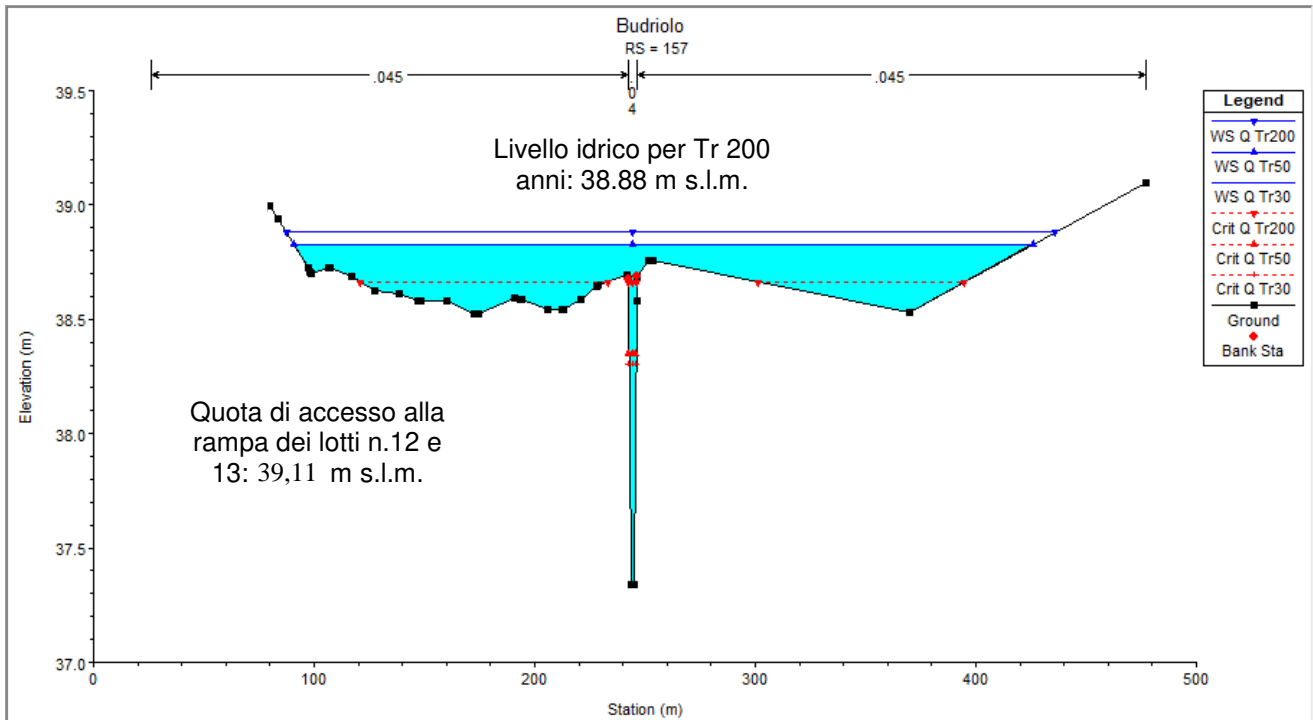


Figura 17: tiranti idrici nella sezione RS=157, intermedia alla nuova lottizzazione – stato di progetto

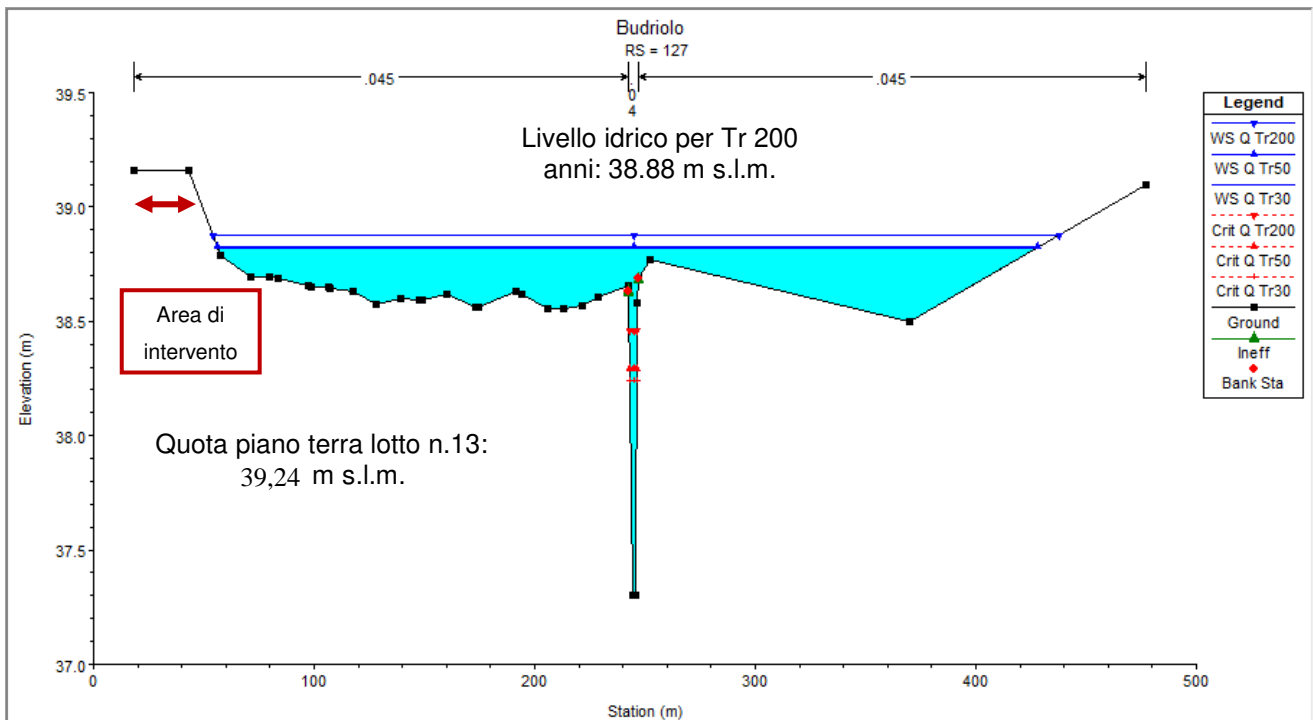


Figura 18: tiranti idrici nella sezione RS=127, a valle della nuova lottizzazione – stato di progetto

5 VERIFICA DELLE SOLUZIONI ADOTTATE IN PROGETTO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Come anticipato al paragrafo precedente, la **soluzione costruttiva scelta principalmente per mitigare il rischio allagamento da reticolo secondario è stata quella di innalzare il piano di progetto sopra il piano campagna attuale** in modo tale da portare le nuove viabilità ed i fabbricati ad una quota superiore ai massimi tiranti idrici prevedibili in caso di allagamento dovuto a crisi del reticolo superficiale secondario.

In tal modo nella zona della lottizzazione, con riferimento alle quote di accesso delle rampe dei piani interrati, si verrà a determinare un franco di sicurezza rispetto ai massimi tiranti prevedibili per tempi di ritorno di 200 anni variabile tra 80 cm e 22 cm.

Analogamente, per evitare possibili allagamenti dell'area di lottizzazione per rigurgito idraulico dal sistema fognario esistente (ove recapitano le fognature del nuovo comparto), le quote di progetto sono state predisposte anche in modo tale da evitare l'ingressione di eventuali acque di ruscellamento superficiale lungo le strade esistenti (via Europa) adiacenti alla lottizzazione, come risulta dalla sottostante figura 19.

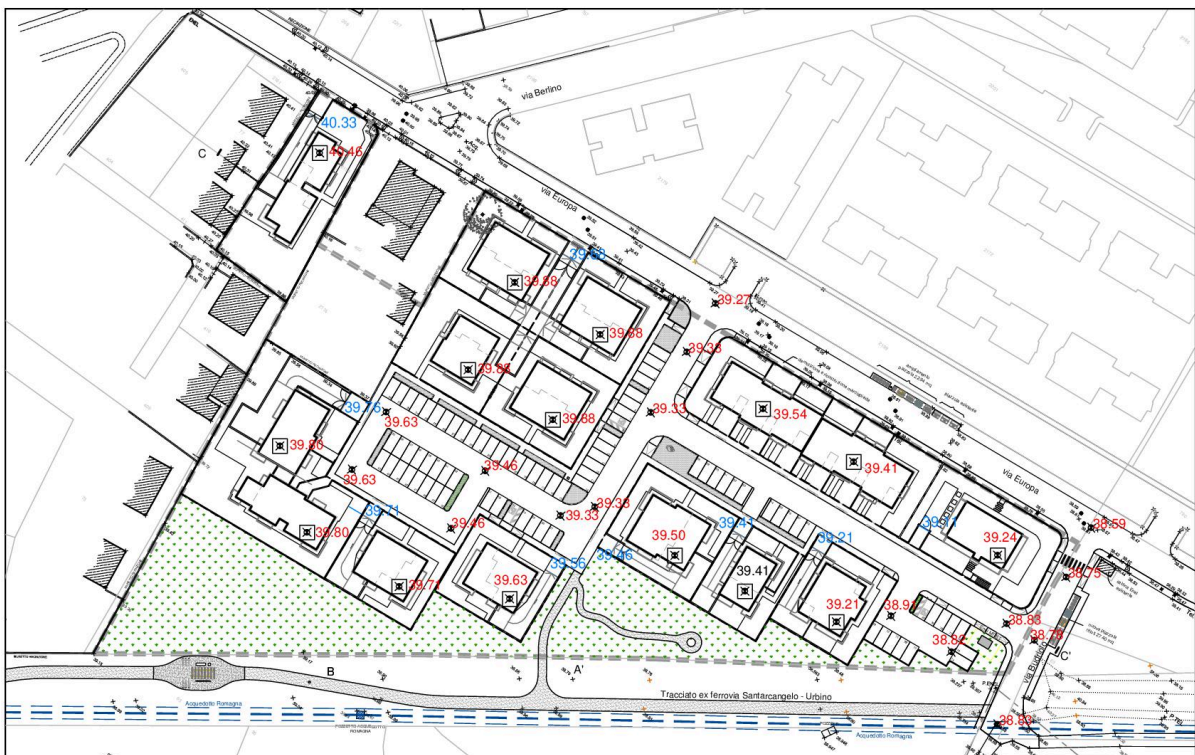


Figura 19: Piano quotato di progetto. In blu le quote di imbocco delle rampe dei piani interrati

Per proteggere invece le rampe di accesso ai piani interrati che si affacciano direttamente sulla via Europa sono state previsti appositi dossi in corrispondenza di tutti gli accessi per impedire all'acqua di ruscellare nel vano interrato, come risulta nella sottostante figura 20.



Figura 20: dettaglio planimetrico con evidenziato l'ingresso della rampa che si affaccia su via Europa

Infine analogo accorgimento è stato adottato per scongiurare possibili ingressioni di acque dovute al rigurgito fognario delle reti di progetto interne alla lottizzazione.

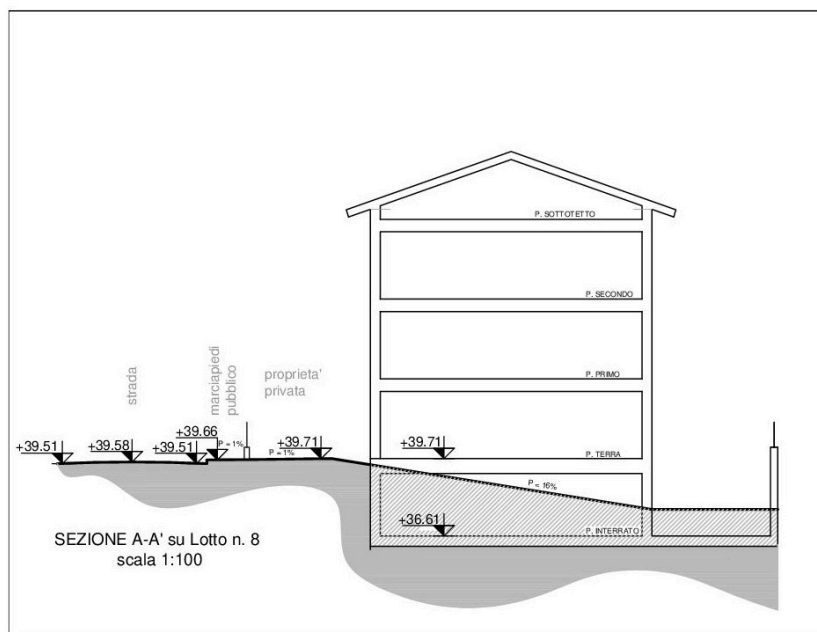


Figura 21: Sezione tipo fabbricato di progetto

Oltre agli aspetti costruttivi sopra descritti, che intrinsecamente difendono gli interrati degli immobili in progetto dal rischio di allagamento dalle acque di ruscellamento superficiale connesse ad eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni, in sede di progettazione dei singoli interventi edilizi si adotteranno anche i seguenti accorgimenti:

- Disconnessione delle reti di raccolta dei discendenti dei pluviali dalle reti del piano interrato dei fabbricati;
- Realizzazione di impianti di sollevamento a servizio della rampa di accesso ai piani interrati, degli eventuali corselli e delle bocche di lupo del vano interrato opportunamente dimensionati per smaltire le portate connesse ad eventi meteorici di particolare intensità (quali le cosiddette “bombe d’acqua”).

6 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto esposto ai punti precedenti

Valutando che:

- la modellazione eseguita nello stato di fatto ha consentito di verificare che in corrispondenza di eventi con tempo di ritorno 200 anni l'area di intervento viene interessata da ingressione di acque provenienti dal canale Budriolo (appartenente al reticolo secondario di pianura);
- il piano quotato di progetto è stato impostato a quote superiori alle massime quote idriche calcolate con la modellazione di cui sopra e superiori alle quote della via Europa, in modo tale da evitare fenomeni di ingressioni sia delle acque provenienti dall'eventuale esondazione del Canale Budriolo che di quelle dovute ad eventuali rigurgiti del sistema fognario;
- in corrispondenza di ciascuna rampa di accesso ai vani interrati sarà realizzato un dosso di altezza pari a 20 cm rispetto alla quota del piano stradale come ulteriore misura preventiva al ruscellamento delle acque in superficie;
- nella modellazione in stato di progetto, in virtù delle quote di cui sopra e dei suddetti dossi, il franco di sicurezza che si viene a realizzare in corrispondenza degli accessi alle rampe è variabile da un minimo di 22 cm ad un massimo di 80 cm;
- i valori di portata utilizzati per le modellazioni idrauliche sono da considerarsi cautelativi in quanto non tengono conto degli effetti di laminazione risultanti da eventuali e possibili fuoriuscite di acqua dall'alveo inciso nei tratti di canale a monte dell'area oggetto di studio;
- le reti fognarie interne ai lotti e le relative dotazioni impiantistiche saranno dimensionate per smaltire i picchi di portata connessi anche ad eventi di particolare intensità;
- Nei locali interrati dei fabbricati in progetto sono previste solo funzioni accessorie all'immobile (autorimessa);

Si assevera la piena compatibilità e conformità dell'intervento, così come previsto in progetto ed integrato con le dotazioni descritte nella presente relazione, alle prescrizioni imposte dagli strumenti urbanistici di pianificazione vigenti ed adottati.

Il tecnico
Ing. Marco Donati