



**STUDIO TECNICO ASSOCIATO**

**INGG. BALDACCHINI, CAPPELLI, LO RUSSO, MALOSSI E TANI**

**VIA ROMA 26 – 59100 – PRATO**

**TEL/FAX 0574 442523**

## **RELAZIONE IDRAULICA**

**AREA DI TRASFORMAZIONE TR 12c - S. VINCENZO A TORRI**

**NEL**

**COMUNE DI SCANDICCI.**

**IL TECNICO**

**DOTT. ING. DAVID MALOSSI**

**COMMITTENTI**

**CAPPELLI FRANCA – CAPPELLI GABRIELA – MANETTI CARLA – CERONI MARCELLO**

**GENNAIO 2018**

---

## SOMMARIO

1.	PREMESSA .....	2
2.	STUDIO IDROLOGICO.....	3
2.1.	ANALISI DELL'AREA DI INTERVENTO.....	3
3.	ANALISI IDRAULICA.....	5
3.1.	DATI D'INPUT DEL MODELLO IDRAULICO DI CALCOLO .....	6
3.2.	RISULTATI PER TR 30 E TR200 ANNI – STATO ATTUALE .....	7
3.3.	RISULTATI PER TR200 ANNI – STATO DI PROGETTO .....	8
3.4.	SPECIFICHE PROGETTUALI DEL CANALE .....	10
4.	CONCLUSIONI .....	15

## 1. PREMESSA

Il presente studio è volto alla valutazione della vulnerabilità idraulica delle aree sulle quali è previsto l'intervento urbanistico AREA DI TRASFORMAZIONE TR 12c - S. VINCENZO A TORRI.

Lo studio valuterà la pericolosità idraulica del lotto relativamente al Fosso della Fonte ai sensi del DPGR 53/R mappando le aree interessate da allagamenti per eventi con tempo di ritorno di 30 e 200 anni.

L'approfondimento idraulico terrà conto nella trattazione dei recenti lavori di adeguamento idraulico che sono stati realizzati sul Fosso della Fonte in relazione al Piano di Recupero dell'ex centro zootecnico nel Comune di San Vincenzo a Torri che ha portato alla sostituzione ed all'adeguamento dei manufatti esistenti sulla Strada provinciale con la posa di condotte scatolari in cemento armato.

Pertanto la stima delle portate di verifica verrà effettuata in linea con quanto riportato nello studio suddetto con l'aggiornamento delle curve di possibilità climatica al 2012 come da indicazione della Regione Toscana.



FIGURA 1 – FOTO AEREA

## 2. STUDIO IDROLOGICO

### 2.1. ANALISI DELL'AREA DI INTERVENTO

Le portate di origine meteorica vengono stimate mediante un'analisi idrologica - idraulica.

Lo studio idrologico, che permette di individuare, per i vari collettori fognari, la portata al variare del tempo di ritorno, parte dall'analisi delle precipitazioni, per proseguire con l'applicazione di un modello di piena per la trasformazione afflussi - deflussi, fino ai valori di colmo della portata.

La determinazione dell'infiltrazione iniziale e costante è stata effettuata mediante il metodo del Curve Number (CN) sviluppato dalla U.S. Soil Conservation Service (SCS). Cautelativamente si è scelto di utilizzare un CNIII che simula condizioni di suolo saturo. Tale valore dipende da quello del CNII mediante la seguente relazione:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 CN(II)}$$

Si è quindi ricavato un valore di CNIII pari a 91 (per approfondimenti si veda Appendice 1. Modellistica Idrologica).

Per la determinazione dell'idrogramma di piena da introdurre nel modello idraulico del Fosso della Fonte, si è utilizzato il Metodo della Corrivazione, un modello di formazione dell'onda di piena lineare basato sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta unicamente al trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta;
- la velocità di ogni goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce;
- la portata defluente si ottiene come somma delle portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

Qualora l'evento meteorico sintetico prescelto sia rappresentato da uno ietogramma a intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione, uniformemente distribuito sul bacino, la portata al colmo  $Q_c$  è proporzionale al prodotto fra intensità di pioggia  $i$  e l'area del bacino  $A$ , attraverso un coefficiente di proporzionalità  $C$ , coefficiente di deflusso che stima l'effetto delle perdite.

La forma dell'idrogramma di piena dipende in maniera determinante sia dalla distribuzione spaziale e temporale della pioggia, sia dalla distribuzione delle aree comprese tra isocorrive (luogo geometrico dei punti del bacino caratterizzati dal medesimo tempo di corrivazione) successive.

Ipotizzando che la curva tempi-aree, che lega il tempo con le aree del bacino caratterizzate da un tempo di corrivazione non superiore a quello considerato, sia rettilinea, si ottiene nell'intervallo  $(0, t_c)$  un idrogramma Istantaneo Unitario  $h(t)$  costante, dato da:

$$h(t) = \frac{1}{t_c}$$

dove  $t_c$  è il tempo di corrivazione del bacino idrografico.

La stima dell'intensità di pioggia,  $i$ , richiede la determinazione dell'altezza di pioggia critica, ovvero l'altezza di precipitazione che, per un assegnato tempo di ritorno  $TR$ , mi individua l'evento critico in termini di

portata al colmo. Tale altezza di pioggia,  $h$ , si determina a partire dai parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, che fornisce una relazione tra la durata della pioggia, il tempo di ritorno e la relativa altezza di precipitazione.

Per quanto riguarda l'analisi dei dati pluviometrici elaborate è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica ricavata Dipartimento di Ingegneria civile e Ambientale UNI FI nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, che ha provveduto ad effettuare un aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012.

COORDINATE	TR30			TR200		
	$a$	$n$	$h$ [mm]	$a$	$n$	$h$ [mm]
1669807.188,4840739.4307	50.38	0.24	36	70.11	0.27	48

Le curve di probabilità pluviometrica, funzione del tempo di ritorno, sono espresse nella forma a due parametri del tipo

$$h = a \cdot t^n$$

dove è l'altezza di precipitazione in mm,  $t$  è la durata in ore e  $Tr$  è il tempo di ritorno in anni

L'intensità di pioggia si ricava semplicemente a partire dall'altezza di pioggia critica divisa per la durata critica, assunta, in tale modellazione, pari al tempo di corrivazione,  $t_c$ :

$$i = \frac{h}{t_c}$$

Il  $t_c$  è stimato come media delle formulazioni di Pasini, Ventura, Kirpich, utilizzando i dati morfologici riportati di seguito, e risulta pari a 0.267 h

Dati					$i$
$H_{max}$	[m slm]	125.00			0.0573
$H_{min}$	[m slm]	62.00	$H_{media}$	93.50	
$H$	[m slm]	31.50			
$A$	[km <sup>2</sup> ]	0.280	mq	280000.00	
$L$	[km]	1.10	m	1100.00	

Il coefficiente di deflusso  $C$  è stato ricavato a partire dal CNIII in precedenza calcolato.

Sono stati ricavati mediante software Urbis2003 gli idrogrammi delle portate per Tempi di Ritorno  $Tr$  30-200 anni.

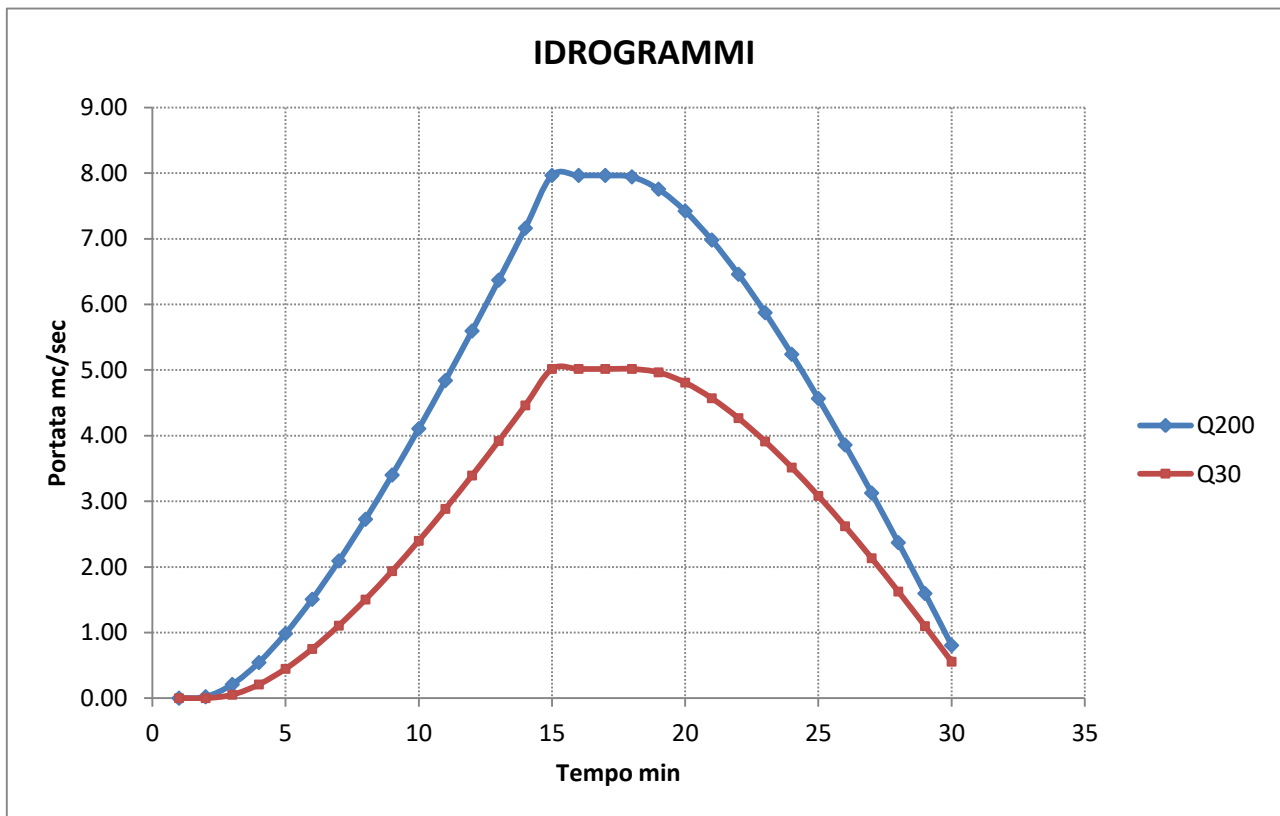


FIGURA 2 – IDROGRAMMI DI PIENA

### 3. ANALISI IDRAULICA

La modellazione idraulica è stata effettuata con il software Hec-Ras 5.0.3 che unisce alla classica modellazione mono-dimensionale dei corsi d'acqua la modellazione bi-dimensionale delle esondazioni a campagna.

Con il software Hec-Ras 5.0.3 è possibile modellare le aree di potenziale esondazione sulla base del DTM su base LIDAR suddividendo il territorio in celle di forma poligonale con un numero massimo di lati pari a otto. A differenza di altri software bi-dimensionali, la singola cella creata in Hec-Ras 5.0.3 non presenta una superficie planare caratterizzata da un'unica quota di fondo costante ottenuta mediando le quote all'interno del suo perimetro, ma presenta la stessa superficie del DTM di base, che nel caso in esame ha una maglia di punti di 1m x 1m. I calcoli idraulici del passaggio dell'acqua da una cella a quella adiacente sono effettuati sulla base della geometria delle sezioni relative alle facce delle celle e delle curve d'invaso proprie delle singole celle.

Poiché la campitura finale delle aree allagate viene eseguita sulla base dei volumi d'invaso e di un unico valore del livello idrometrico per ogni cella, si può verificare che nella restituzione finale le celle caratterizzate da una pendenza significativa, che vengono interessate per la totalità della superficie dal transito dell'acqua, possono presentare la campitura della sola porzione più depressa. Per quanto sopra, ne

conseguenze che su alcune aree di transito la restituzione grafica dei battenti può presentare discontinuità della campitura.

Il modello geometrico è stato costruito sulla base del DTM LIDAR definendo le sezioni idrauliche in ambiente gis e importandole in Hec-Ras. Di seguito si riporta la schematizzazione del tratto di Fosso della Fonte oggetto di studio e delle aree di potenziale esondazione restituita sulla base del DTM LIDAR.

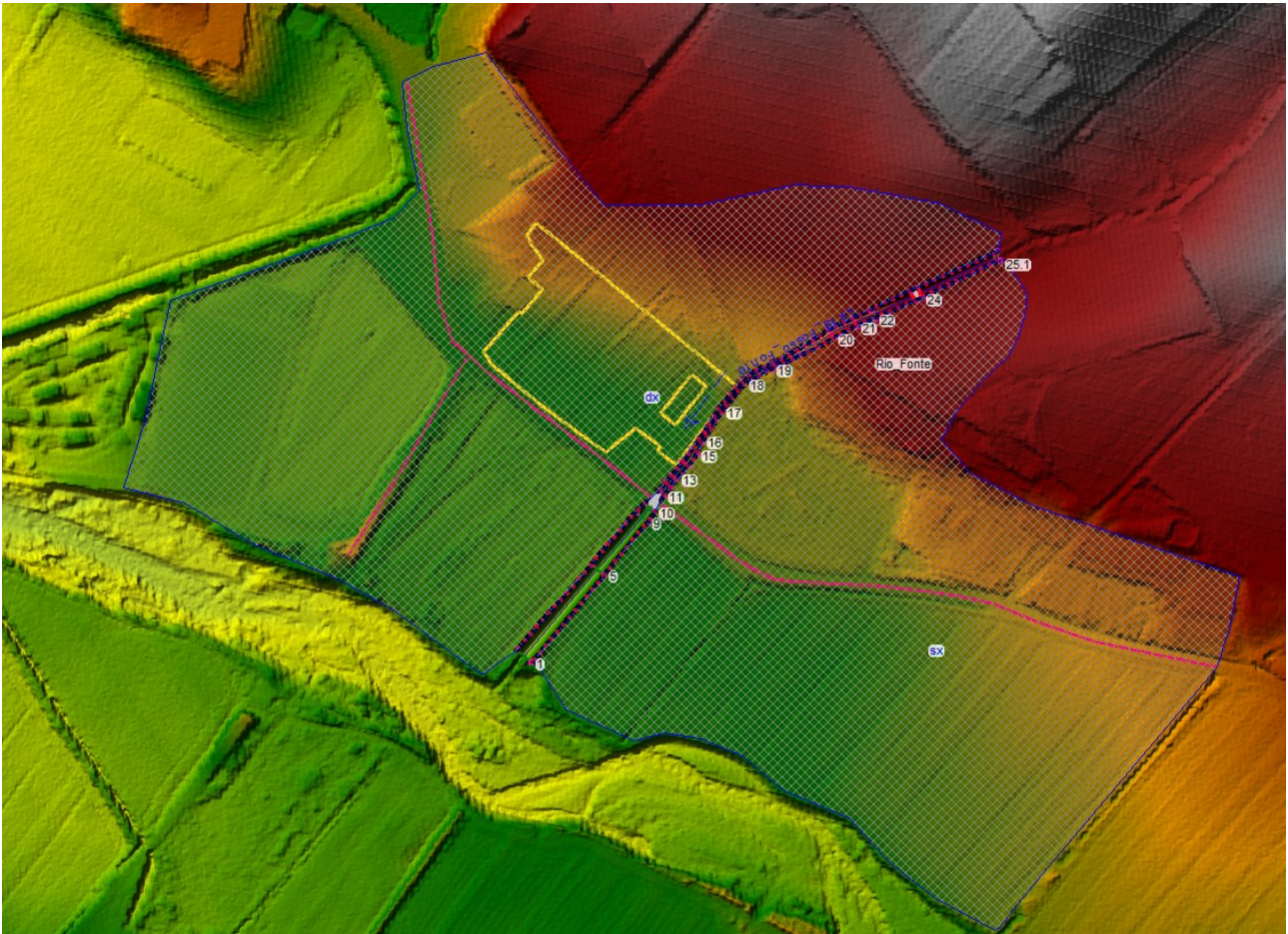


FIGURA 3 – SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO IDRAULICO

Gli edifici e i muri presenti nel tratto modellato sono stati appositamente rilevati e riferiti alle quote del DTM LIDAR.

Sulla base della conformazione del Fosso della Fonte nel tratto oggetto di studio, è stato deciso di modellare mediante aree bi-dimensionali con celle di lato medio 4 m le aree di potenziale esondazione.

### 3.1. DATI D'INPUT DEL MODELLO IDRAULICO DI CALCOLO

I valori dei coefficienti di scabrezza ( $n$  di Manning) sono stati così assegnati:

- $0.033 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per l'alveo del Fosso della Fonte;
- $0.06 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per le aree di potenziale esondazione modellate sia con le sezioni estese che con l'area bi-dimensionale.

In fase di modellazione idraulica sono stati studiati i due scenari TR30 e 200.

Per quanto riguarda la condizione al contorno di monte, è stato assegnato alla sezione di innesco del modello l'idrogramma di piena relativo ai due tempi di ritorno.

Per quanto riguarda la condizione al contorno di valle da assegnare al Fosso della Fonte, si è deciso di utilizzare la condizione "Normal Depth" assunta pari al 12%.

### 3.2. RISULTATI PER TR 30 E TR200 ANNI – STATO ATTUALE

Dai risultati ottenuti per la simulazione con tempo di ritorno 30 anni si nota una insufficienza dell'attraversamento posto a monte della lottizzazione che dà adito a fenomeni di esondazione che si propagano verso il lotto e lo allagano in minima parte con battenti estremamente limitati sotto i 10cm.

Si riportano di seguito i risultati della simulazione mediante la carta degli allagamenti su base ortofoto.

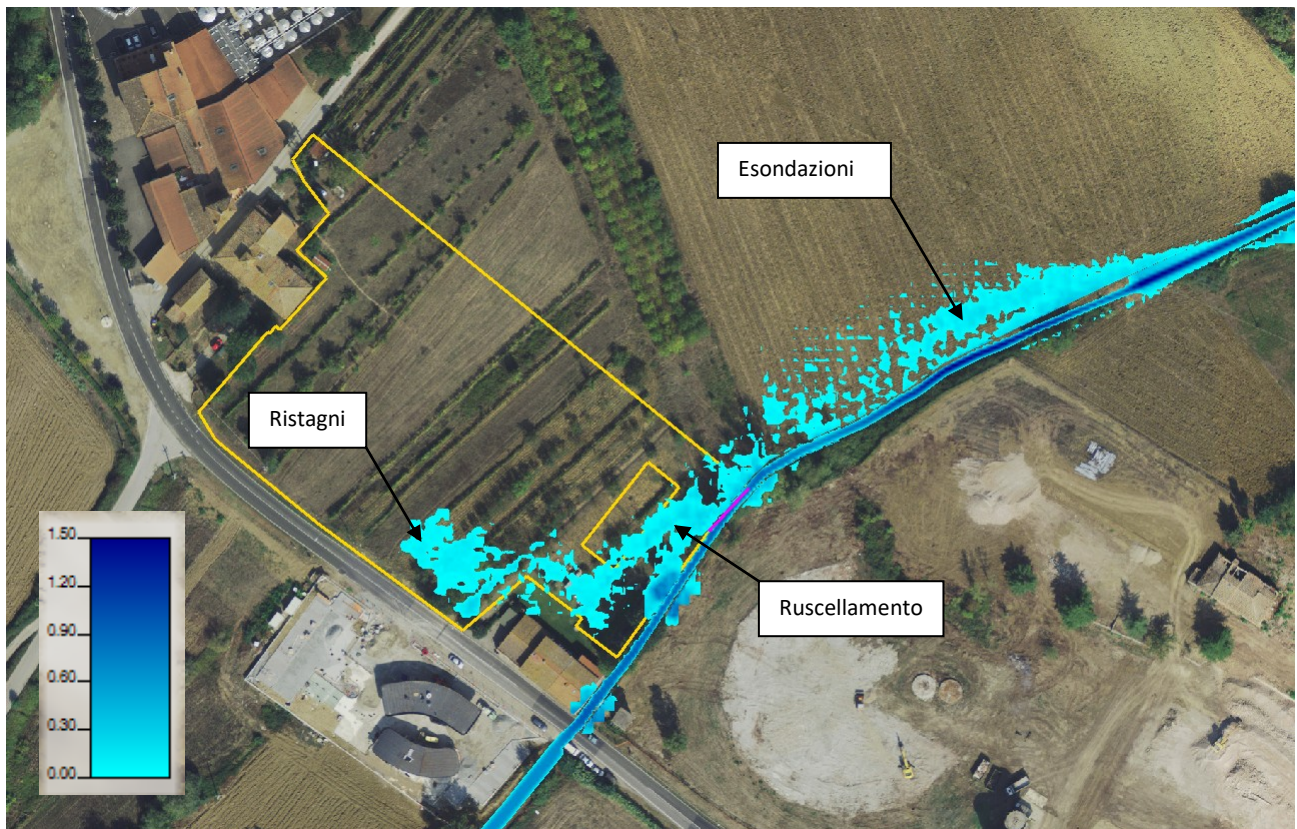


FIGURA 4 – AREE ALLAGATE ALLO STATO ATTUALE PER TR30 ANNI

Di seguito si allegano i risultati per l'evento duecentennale che sostanzialmente presenta delle caratteristiche molto simili sia come esondazioni che come battenti di ristagno. Pertanto l'area risulta classificabile in parte come I4 in parte come I3 ai sensi del DPGR 53/R.

Pertanto l'intervento risulta condizionato alla messa in sicurezza delle aree senza aggravio del rischio per le aree circostanti.



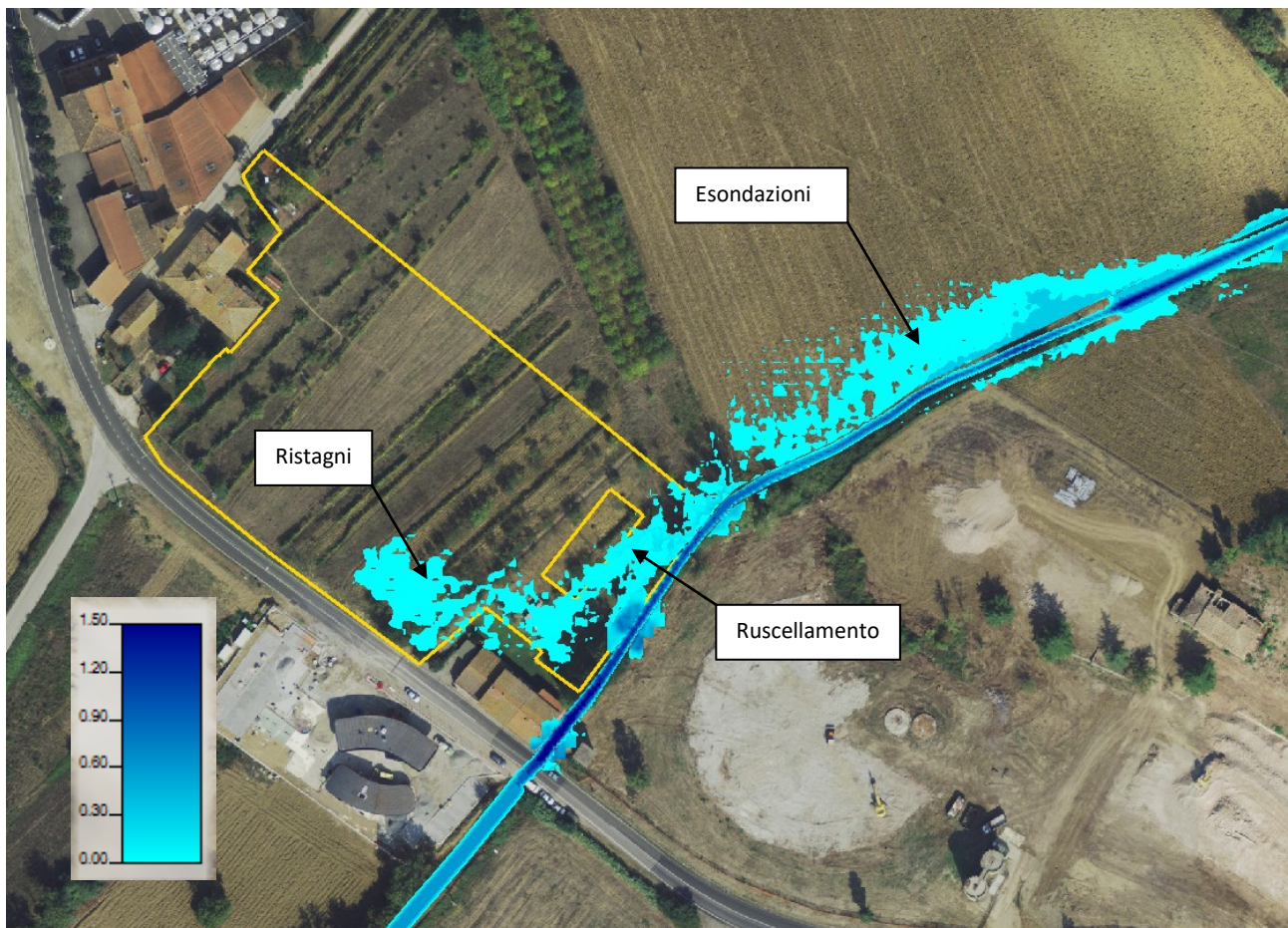


FIGURA 5 – AREE ALLAGATE ALLO STATO ATTUALE PER TR200 ANNI

### 3.3. RISULTATI PER TR200 ANNI – STATO DI PROGETTO

Allo stato di progetto si prevede la realizzazione di un piccolo canale di drenaggio posto perpendicolarmente al Fosso della Fonte che sia in grado di riconvogliare in alveo le acque esondate nel tratto a monte del lotto di intervento ed evitando i fenomeni di allagamento. Le verifiche idrauliche dimostreranno che il riconvogliamento delle acque esondate nel fosso non andrà ad aggravare la pericolosità per le aree di valle, tenendo come riferimento i livelli idrometrici sul ponte della strada provinciale.

Come si nota dalle figure seguenti gli allagamenti dell'area di lottizzazione risultano risolti dalla realizzazione del canale ed i livelli sul ponte della provinciale risultano invariati.

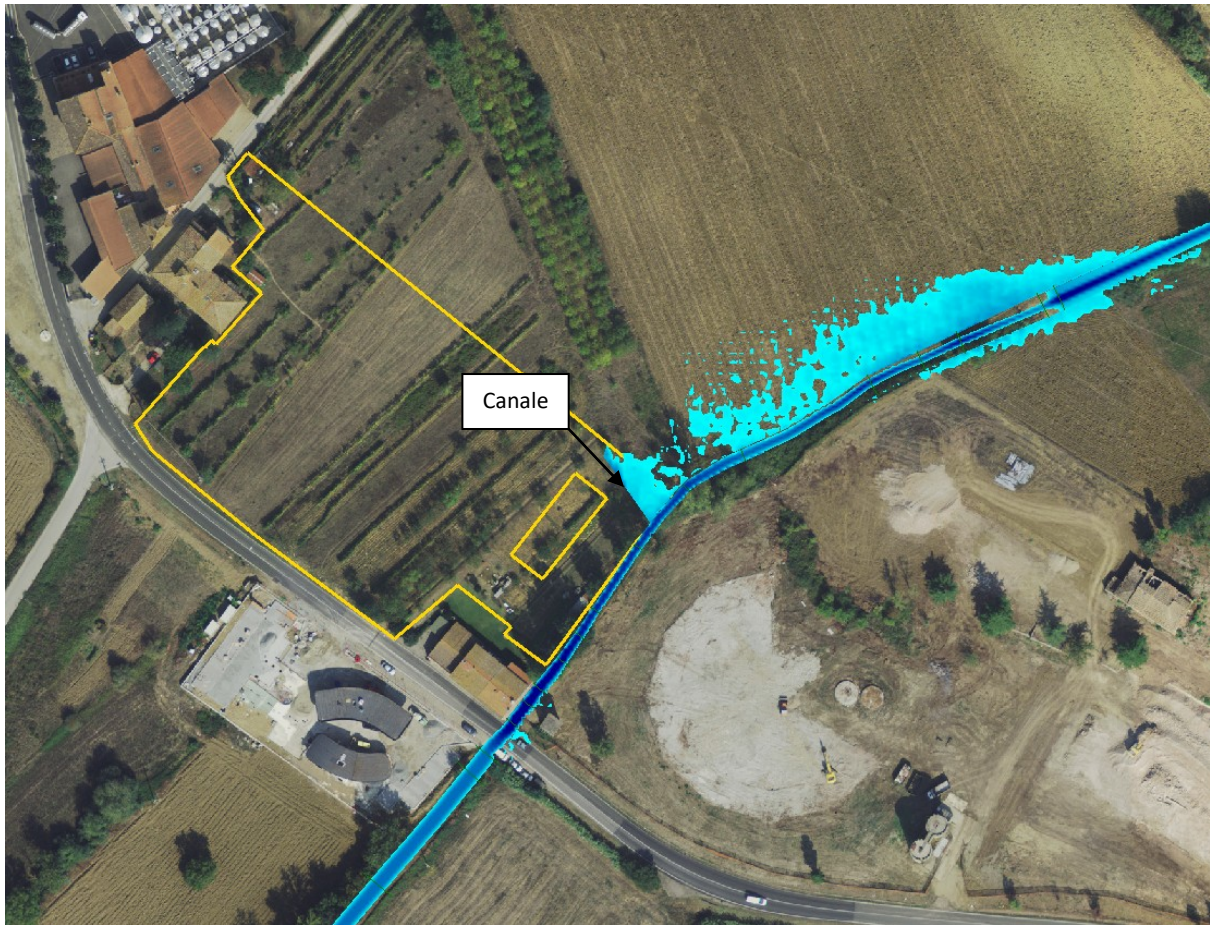


FIGURA 6 –AREE ALLAGATE ALLO STATO DI PROGETTO PER TR200 ANNI

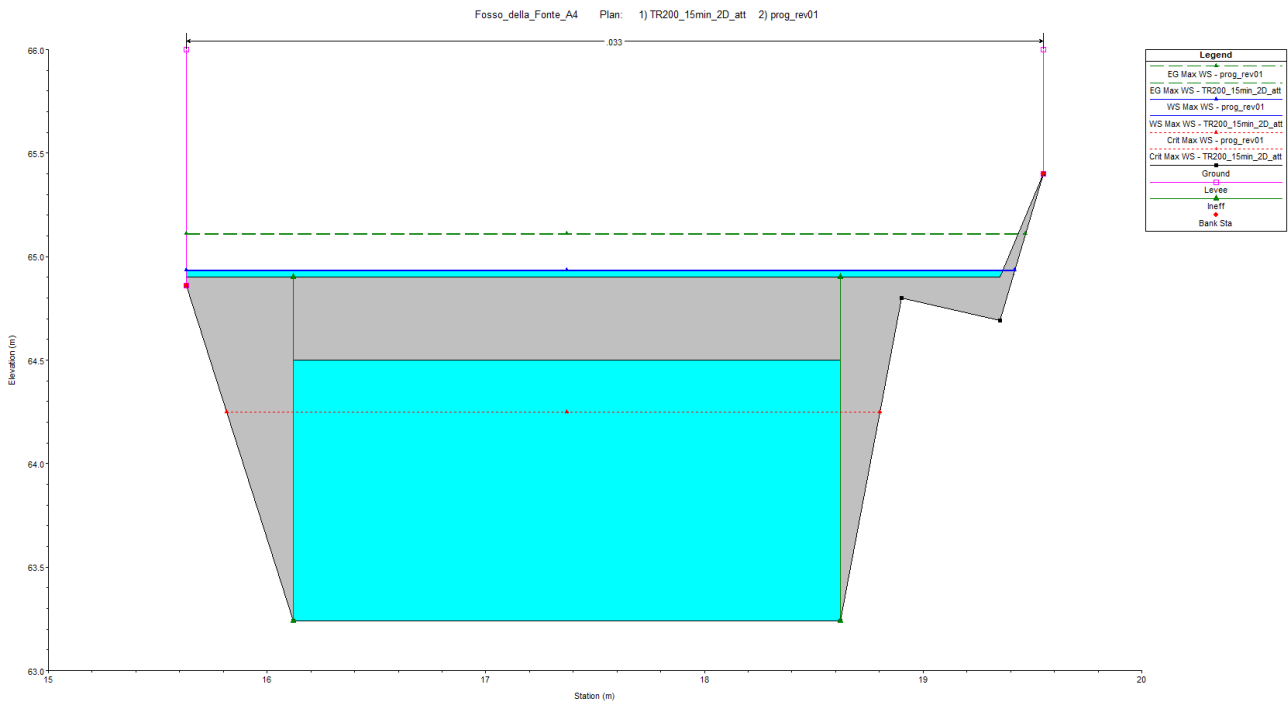


FIGURA 7 –LIVELLI IDRAULICI SUL PONTE DELLA PROVINCIALE

### 3.4. SPECIFICHE PROGETTUALI DEL CANALE

Allo stato di progetto si prevede la realizzazione di un piccolo canale di drenaggio lungo circa 30m posto perpendicolarmente al Fosso della Fonte che sia in grado di riconvogliare in alveo le acque esondate nel tratto a monte. Verrà realizzata una piccola arginatura di sbarramento che devierà il flusso in direzione del fosso esistente fino al manufatto di scarico. Il manufatto di scarico sarà dotato di una condotta in PVC DN500 di attraversamento del rilevato arginale esistente dotata di portelle a clapet per evitare il reflusso delle acque di piena. Di seguito si allegano le planimetria e sezioni di progetto ed il dimensionamento della tubazione di restituzione nel fosso.

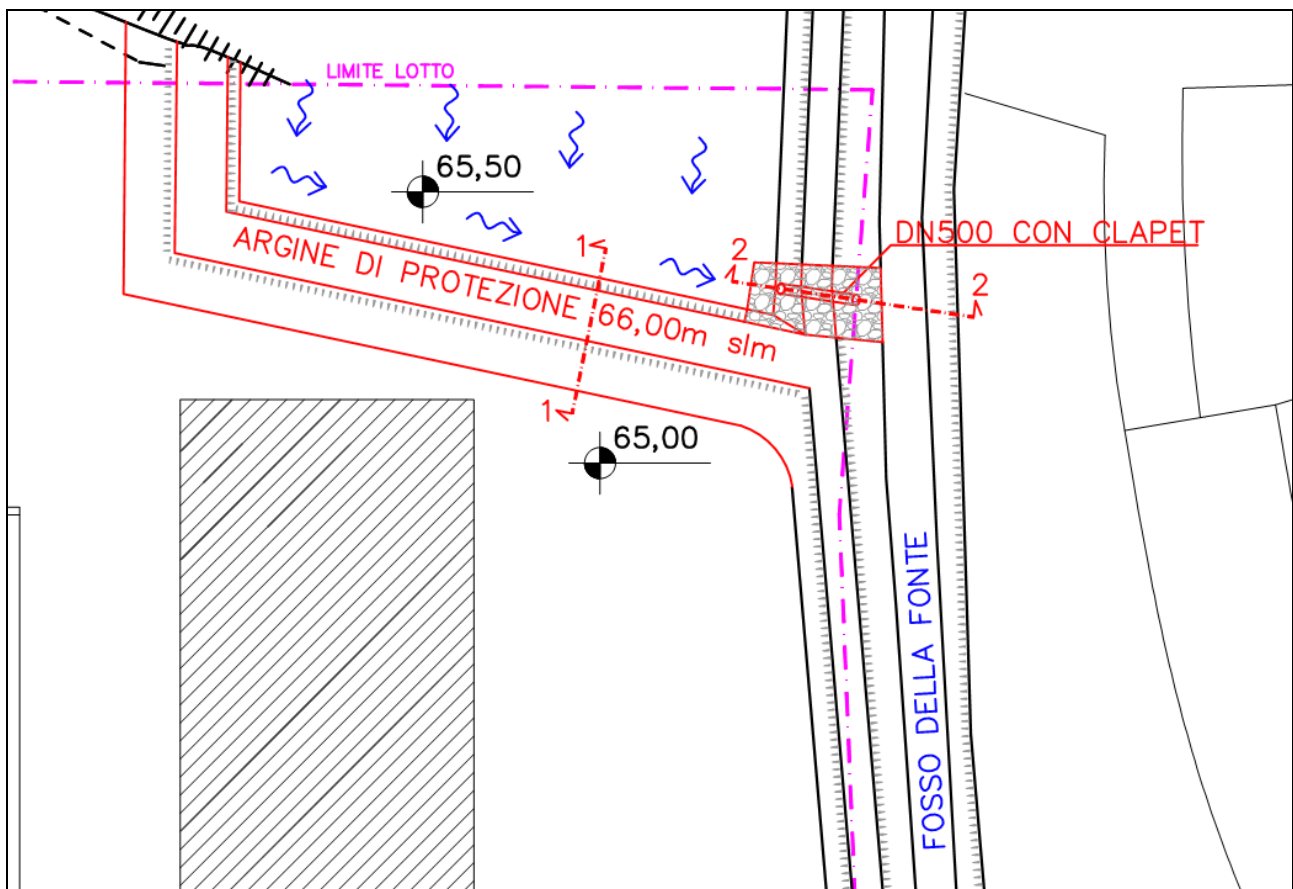


FIGURA 8 –PLANIMETRIA DI PROGETTO IN DETTAGLIO

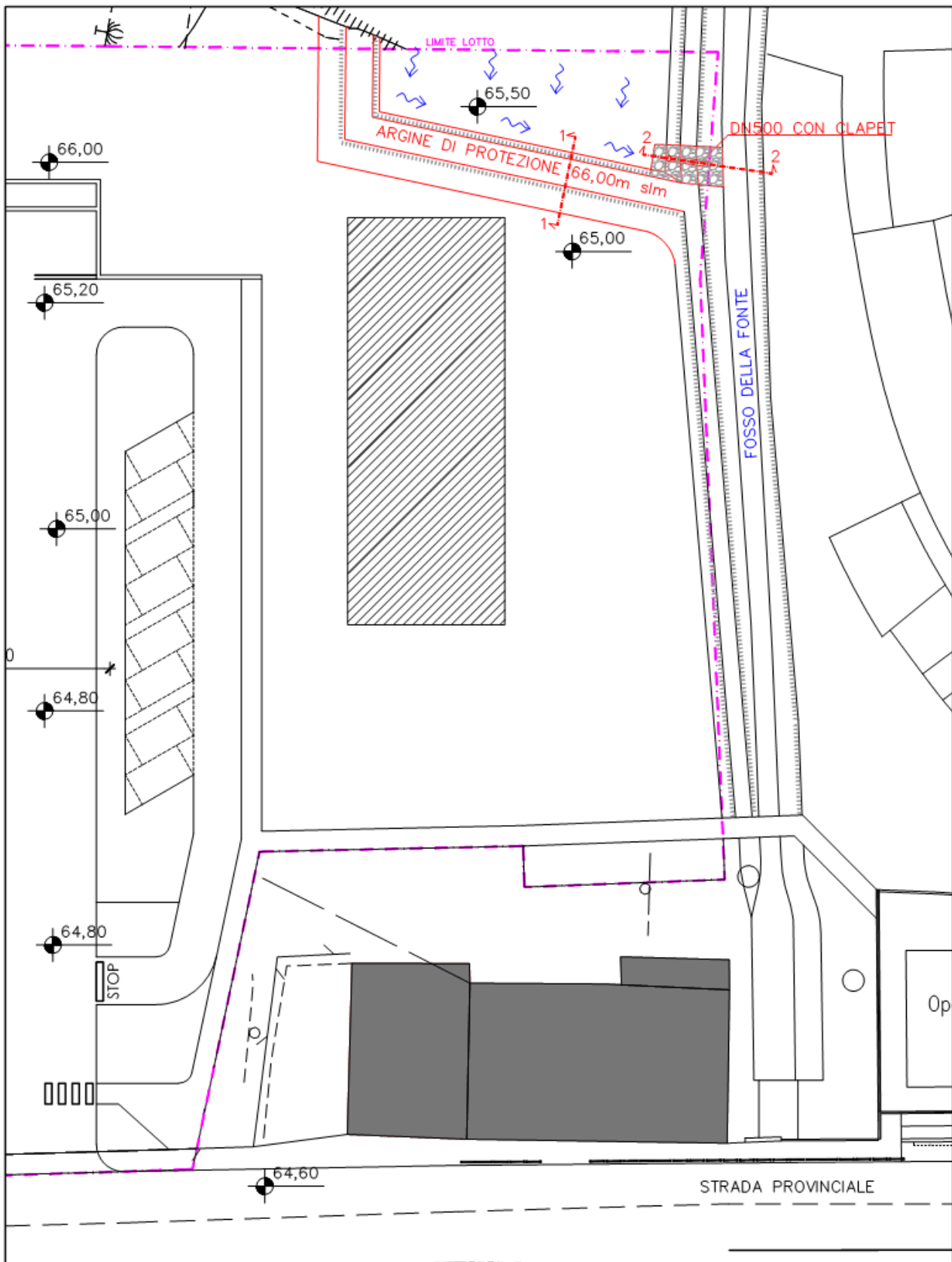


FIGURA 9 – PLANIMETRIA DI PROGETTO GENERALE

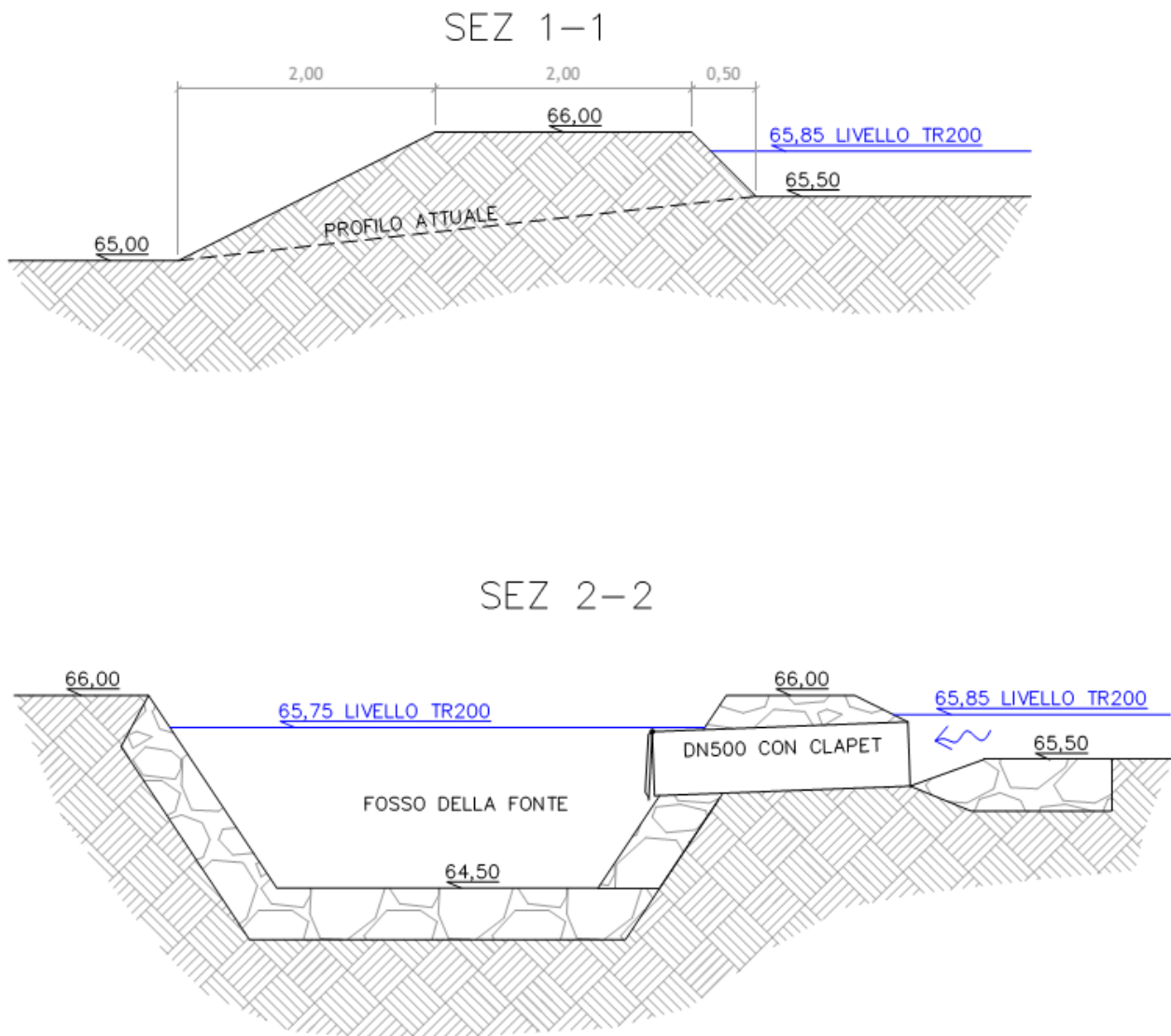


FIGURA 10 –SEZIONI DI PROGETTO

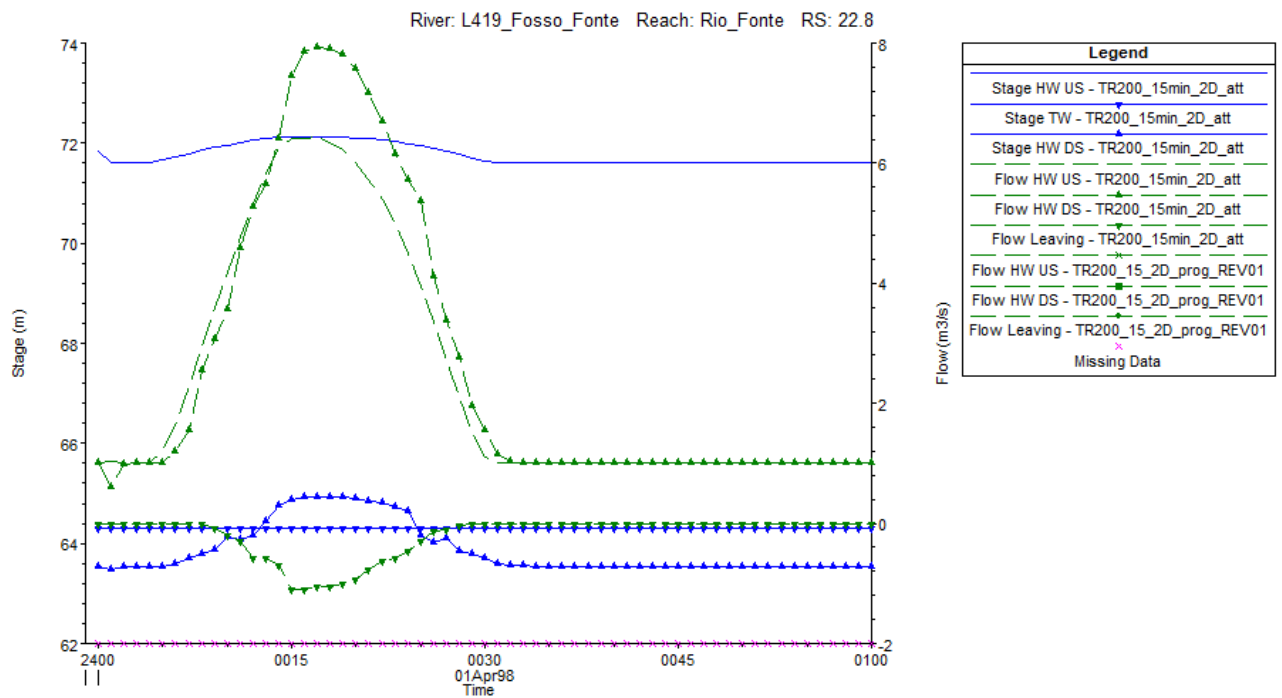


FIGURA 11 –ANDAMENTO PORTATE E LIVELLI SULLO SFIORATORE LATERALE DESTRO IN CORRISPONDENZA DELLA CONDOTTA DI RESTITUZIONE

CANALE CIRCOLARE

Dati canale:           Diametro= **0.5** metri  
                                   Area **0.1963494** mq  
                                   Pendenza canale= **0.05** m/m           in % **5**  
                                   Coeff ScabrezzaG.-Strickler= **120**  
                                   Portata di progetto= **1.1** mc/s

% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
5%	51.68	0.90	0.01	0.23	0.04	0.03	0.025	3.321
10%	73.74	1.29	0.02	0.32	0.06	0.08	0.050	4.159
15%	91.15	1.59	0.03	0.40	0.07	0.14	0.075	4.732
20%	106.26	1.85	0.04	0.46	0.08	0.20	0.100	5.175
25%	120.00	2.09	0.05	0.52	0.09	0.27	0.125	5.537
30%	132.84	2.32	0.06	0.58	0.10	0.34	0.150	5.843
35%	145.08	2.53	0.07	0.63	0.11	0.42	0.175	6.106
40%	156.93	2.74	0.08	0.68	0.11	0.50	0.200	6.335
45%	168.52	2.94	0.09	0.74	0.12	0.58	0.225	6.534
50%	180.00	3.14	0.10	0.79	0.12	0.66	0.250	6.708
55%	191.48	3.34	0.11	0.84	0.13	0.74	0.275	6.860
60%	203.07	3.54	0.12	0.89	0.13	0.82	0.300	6.990
65%	214.92	3.75	0.13	0.94	0.14	0.91	0.325	7.100
70%	227.16	3.96	0.14	0.99	0.14	0.99	0.350	7.189
75%	240.00	4.19	0.15	1.05	0.14	1.07	0.375	7.256
80%	253.74	4.43	0.16	1.11	0.14	1.15	0.400	7.299
85%	268.85	4.69	0.17	1.17	0.14	1.22	0.425	7.313
90%	286.26	5.00	0.18	1.25	0.14	1.29	0.450	7.286
95%	308.32	5.38	0.19	1.35	0.14	1.34	0.475	7.188
100%	360.00	6.28	0.20	1.57	0.12	1.32	0.500	6.708

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

<b>73%</b>	<b>233.83</b>	<b>4.08</b>	<b>0.14</b>	<b>1.02</b>	<b>0.14</b>	<b>1.03</b>	<b>0.363</b>	<b>7.227</b>
------------	---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------

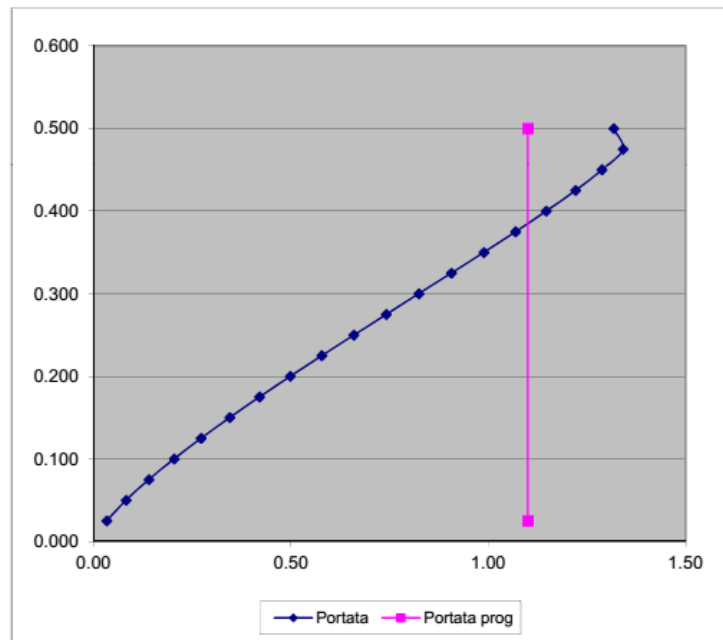
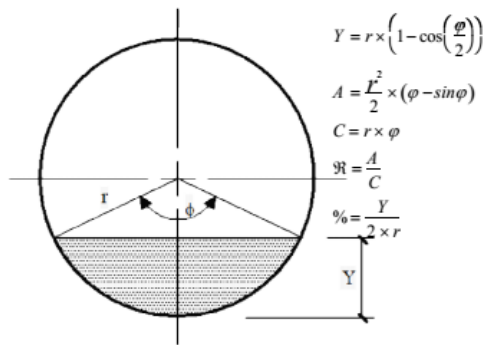


FIGURA 12 –DIMENSIONAMENTO DELLA CONDOTTA DN500 DI RESTITUZIONE

#### **4. CONCLUSIONI**

La presente trattazione ha individuato il livello di pericolosità idraulica del lotto oggetto di intervento valutando le opere di messa in sicurezza al fine di consentirne l'edificazione e pertanto si ritiene che l'intervento sia congruo con quanto prescritto dal DPGR 53/R.

Prato, lì 25/01/2018

Dott. Ing. David Malossi