

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO DEFINITIVO**

**VAR0031 – SSE BIVIO CORVI**

**PIAZZOLE TECNOLOGICHE**

**PIAZZOLA CORVI (BORZOLI)**

**Opere di regimazione acque meteoriche – Relazione idraulica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. F. Poma		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 X	D	C V	R I	I N 2 1 0 X	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	PRIMA EMISSIONE	IC 	20/07/2020	COCIV 	22/07/2020	A.Mancarella 	24/07/2020	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Paolo Costa Medich Ordine Ingegneri Prov. TO n. 10306 X
A01	Revisione per nome direttore COCIV	COCIV	08/09/21	COCIV	08/09/21	P. Costa Medich 	08/09/21	

n. Elab.:

File: A301-0X-D-CV-RI-IN21-0X-001-A01.DOC





## INDICE

<b>1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. MODELLAZIONE IDRAULICA RIO CASSINELLE .....</b>	<b>7</b>
4.1. RISULTATI DEL MODELLO.....	9
<b>5. DIMENSIONAMENTO OPERE DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>12</b>
5.1. STIMA DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA .....	12
5.2. DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE .....	12
5.3. VERIFICA DEL FOSSO DI GUARDIA TRAPEZIO .....	15



## 1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

**PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DEL RISCIO IDROGEOLOGICO DEL TORRENTE CHIARAVAGNA**, Relazione Generale, Autorità di Bacino Regionale

**PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DEL RISCIO IDROGEOLOGICO DEL TORRENTE CHIARAVAGNA**, Allegato B – Studio di approfondimento idraulico del T. Chiaravagna: analisi idrologica e idraulica (2014), Autorità di Bacino Regionale

**PIANO URBANISTICO COMUNALE**, Norme Generali – Aggiornamento Giugno 2018, Direzione Urbanistica, SUE e Grandi Progetti, Comune di Genova.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RI-IN21-0X-001-A01.DOC <span style="float: right;">Foglio 5 di 15</span>

## 2. PREMESSA

La presente relazione espone le procedure di calcolo e di verifica delle opere di regimazione delle acque meteoriche previste nell'ambito del Progetto Definitivo del piazzale tecnologico di Borzoli (sistema Alta Capacità Milano – Genova) in corrispondenza della cava “Serra”, attualmente non più soggetta ad attività estrattiva.

La relazione si compone di una prima analisi idraulica sul livello dell'acqua raggiunto durante la piena bicentennale dal vicino Rio Cassinelle al fine di definire un'adeguata quota di scarico. Si dimensionano inoltre le opere di regimazione delle acque meteoriche raccolte dai tre piazzali di nuova realizzazione e dal versante sovrastante.

## 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in oggetto è situato all'interno del Comune di Genova, in corrispondenza della ex-cava “Serra”, lungo il corso del Rio Cassinelle. Il Rio Cassinelle nasce dal bric Pria Scugente (624.5 m s.l.m.), percorre la valle in direzione sud ricevendo gli apporti di vari rivi prevalentemente in sinistra idrografica per caratteristiche del terreno maggiormente permeabile. Il Rio Cassinelle incontrandosi con il Rio Bianchetta forma il torrente Chiaravagna circa 110 m più a valle dell'area d'intervento.

*“La valle del Rio Cassinelle appare pressochè disabitata e molto più selvaggia di quella parallela del Rio Bianchetta. Entrambi i versanti che insistono sul rio Cassinelle presentano, almeno nel tratto mediano, pendenze medie molto elevate, superiori al 50 %. Il corso d'acqua manifesta un carattere peculiarmente torrentizio, con un alveo in roccia di forma irregolare, fortemente incassato ed ingombro di massi. Lungo l'intera asta mancano opere di regimazione idraulica (briglie, arginature) o interventi antropici (ponti, derivazioni), sino in prossimità della confluenza con il rio Bianchetta, in località Serra, dove erano attivi ancora non molto tempo fa una cava sul versante sinistro ed un mulino ad acqua in sponda destra, posto a valle di una grossa briglia. Analizzando la figura 7.3.a si rileva come il rio Cassinelle presenti pendenze medie longitudinali variabili tra 8 e 15 %, con un andamento medio pressoché uniforme”* (Piano di Bacino Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico del Torrente Chiaravagna, Relazione Generale).

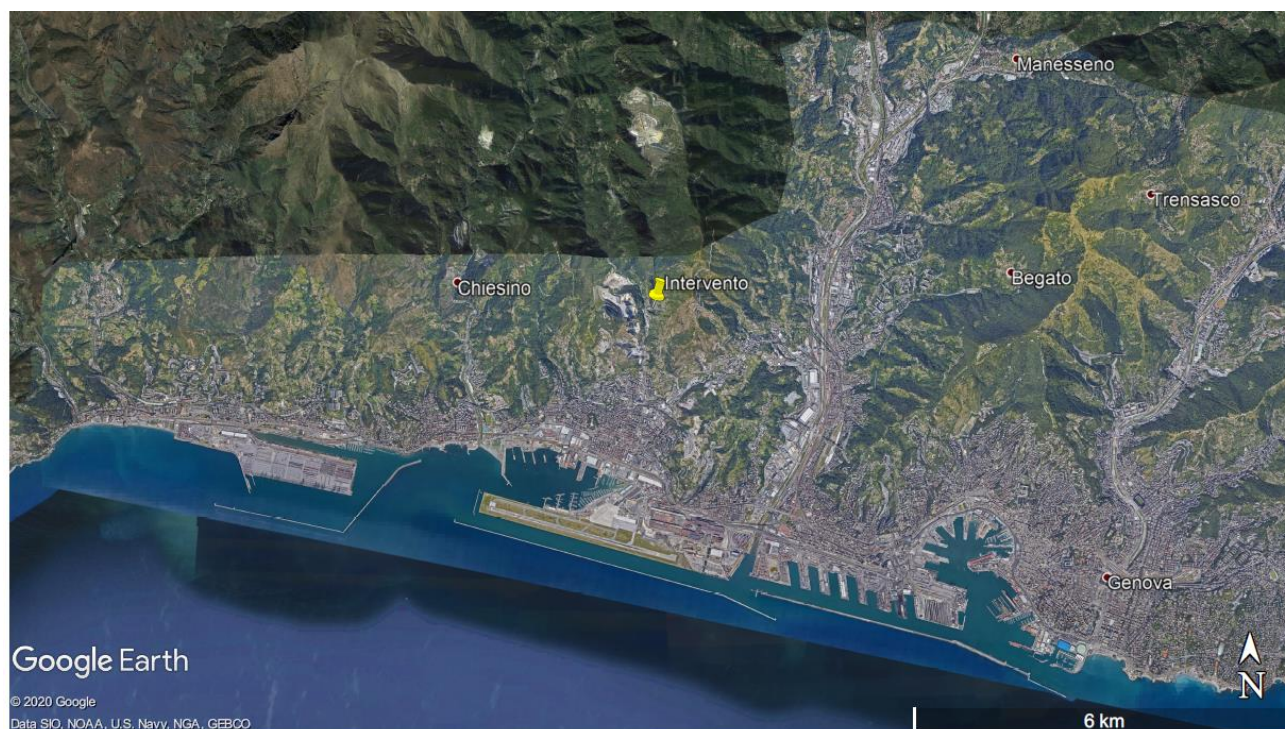


Figura 3-1: Localizzazione geografica dell'intervento oggetto di analisi idraulica. GoogleEarth 2020.



Come mostrato in Figura 3-2 il sito dove è previsto l'intervento di nuova realizzazione è localizzato in sinistra idrografica del Rio Cassinelle, alle pendici del colle Bric dei Corvi Sud. Nell'area attualmente sono presenti dei bacini di riserva per l'impianto antincendio di competenza di RFI.



Figura 3-2: Estratto ortofoto area d'intervento accanto al Rio Cassinelle.



## 4. MODELLAZIONE IDRAULICA RIO CASSINELLE

Si conduce una modellazione idraulica sul livello dell'acqua raggiunto durante la piena bicentenaria dal vicino Rio Cassinelle al fine di definire un'adeguata quota di scarico. Si presuppone infatti di collocare nella prima sezione di monte dell'area d'intervento lo scarico del fosso di guardia che raccoglie l'acqua drenata dal versante sovrastante. In aggiunta, più verso valle, si inserisce un tombino che scarica l'acqua derivante dai piazzali e una parte di quella derivante dal fosso di guardia. Si individuano in Figura 4-1 le sezioni di interesse.

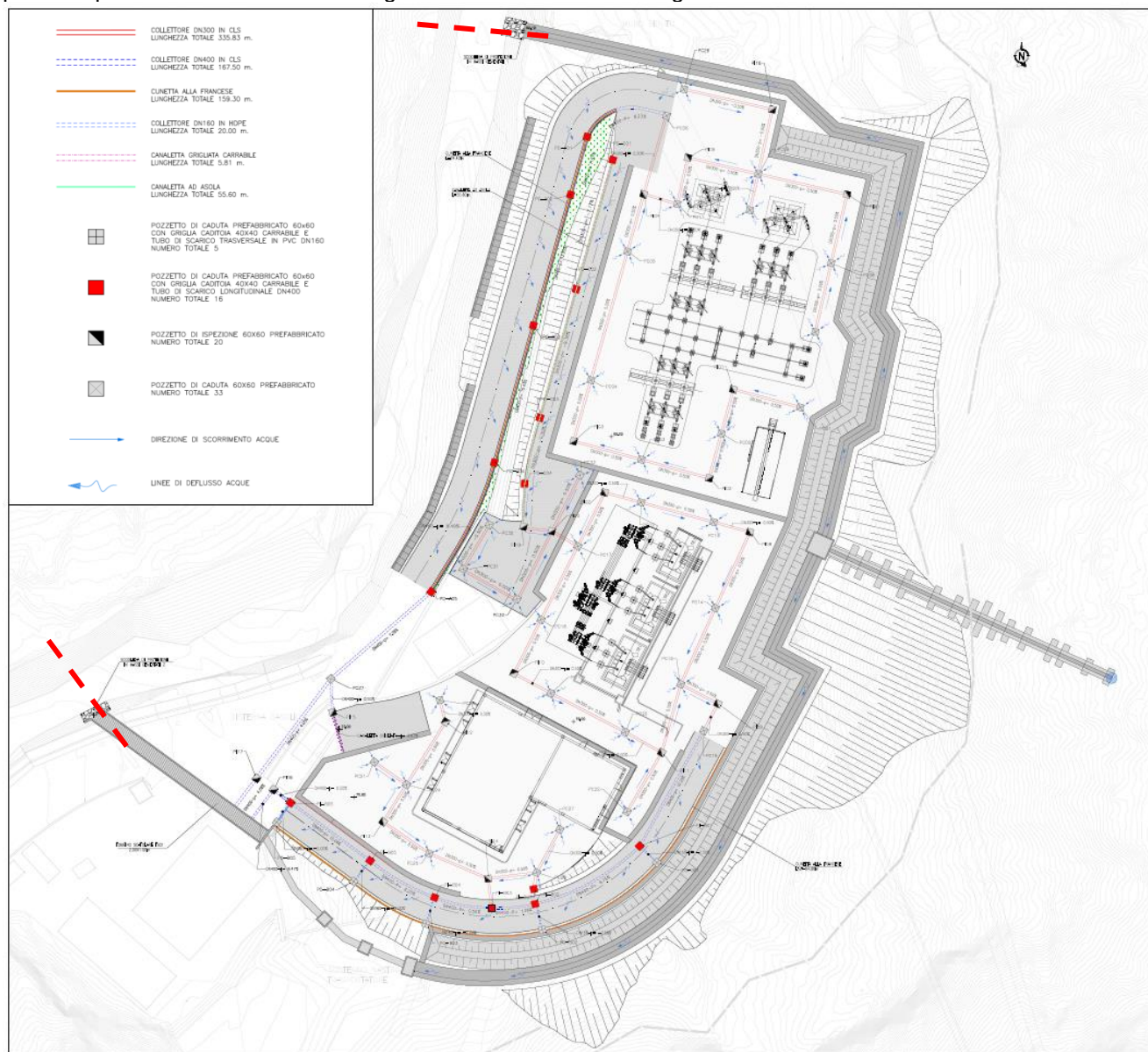


Figura 4-1: Estratto Planimetria di Progetto con indicazione delle sezioni di scarico del fosso di guardia a nord e del tombino scatolare a sud.

La modellazione idraulica è stata eseguita a moto permanente con l'ausilio del programma di calcolo numerico HEC-RAS, nella versione 5.0.7, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Tale programma richiede l'elaborazione di un modello del tratto di torrente oggetto di studio; nel caso in esame il tratto considerato nella modellazione idraulica del Rio Cassinelle comprende una lunghezza complessiva di circa 240 m, di cui 50 m circa a monte e 60 a valle dell'intervento di progetto. Dal punto di vista morfologico il tratto presenta una geometria variabile con alveo a forte pendenza (8.5%) e un salto di 3.5 m

poco prima della confluenza con il Rio Bianchetta. I dati necessari per lo sviluppo della modellazione idraulica del corso d'acqua sono: caratteristiche geometriche ed idrauliche delle sezioni trasversali (forma e dimensioni, interasse tra due sezioni successive, scabrezza, ...); valore della portata di progetto; condizioni al contorno.

Le caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali utilizzate per il calcolo dei profili di moto permanente sono state ricavate dalle curve di livello della zona scaricate dal Geoportale cartografico della Regione Liguria con un interasse di 10 m. Nella Relazione Generale del "Piano di Bacino Stralcio per la tutela del Rischio Idrogeologico, Torrente Chiaravagna", redatto dall'Autorità di Bacino Regionale, si suggerisce di adottare un valore di scabrezza  $k_s$  dell'alveo pari a  $25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  corrispondente ad alvei irregolari, fortemente dissestati, con presenza di massi e salti di fondo.

Per quanto riguarda le condizioni iniziali, esse consistono nel valore della portata in ingresso. È stata simulata la portata bicentenaria, ovvero la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni ( $Q_{200}$ ), in riferimento a quanto riportato nella Relazione Generale Piano di Bacino. Sul documento di piano, al paragrafo 3.3.4.2, si fa riferimento ad un valore di  $Q_{200}$  pari a  $98.5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  in corrispondenza della sezione di confluenza Bianchetta-Cassinelle. Le condizioni al contorno di monte (upstream) e valle (downstream) sono state poste pari all'altezza di moto uniforme (normal depth) considerando la linea dell'energia pari a quella media del fondo nel tratto in oggetto del 8.5%. Le sezioni di imbocco e sbocco della simulazione sono comunque sufficientemente distanti dalla sezione di sbocco del canale di drenaggio che le condizioni al contorno non influenzino il moto sullo stesso.

Si riporta di seguito il risultato della simulazione per portata di progetto con tempo di ritorno 200 anni in corrispondenza di due sezioni di interesse. In queste sezioni, infatti, dovranno essere posizionati gli scarichi sopra descritti ad una quota superiore rispetto al livello raggiunto dall'acqua durante l'evento di piena con tempo di ritorno 200 anni. In Figura 4-2 è riportata la schematizzazione planimetrica del tratto di Rio Cassinelle interessato dalla modellazione idraulica all'interno del programma di calcolo con l'indicazione delle sezioni considerate.

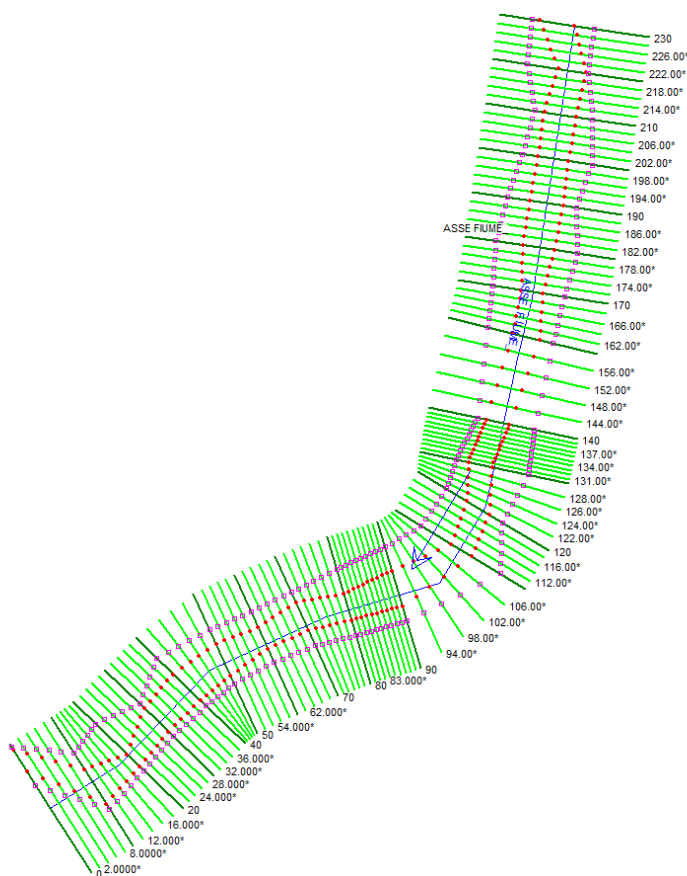


Figura 4-2: Schematizzazione planimetrica del Rio Cassinelle nell'area oggetto di studio.



## 4.1. RISULTATI DEL MODELLO

In Figura 4-3 si può osservare il profilo di moto ottenuto dalla simulazione, con l'indicazione dei livelli del pelo libero (WS, linea blu) e dell'altezza critica (Crit, linea rossa).

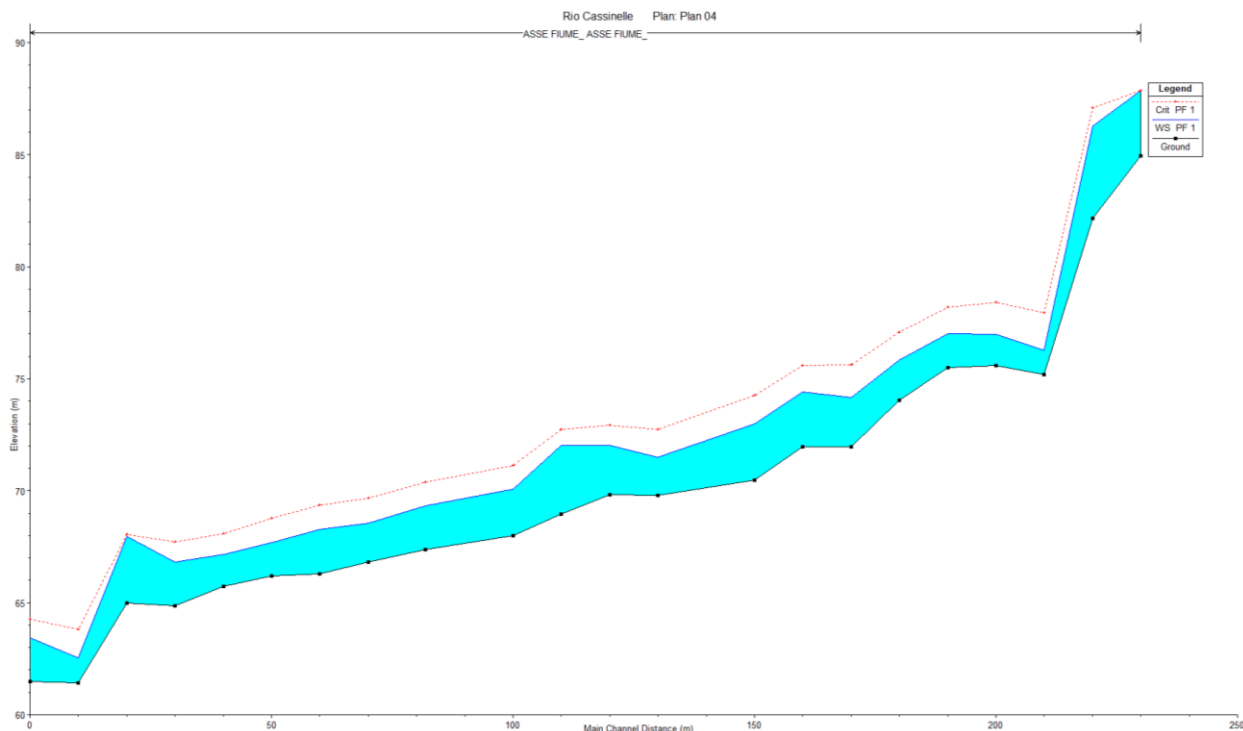


Figura 4-3: Profilo di moto al passaggio della piena di progetto ( $Q_{200} = 104 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

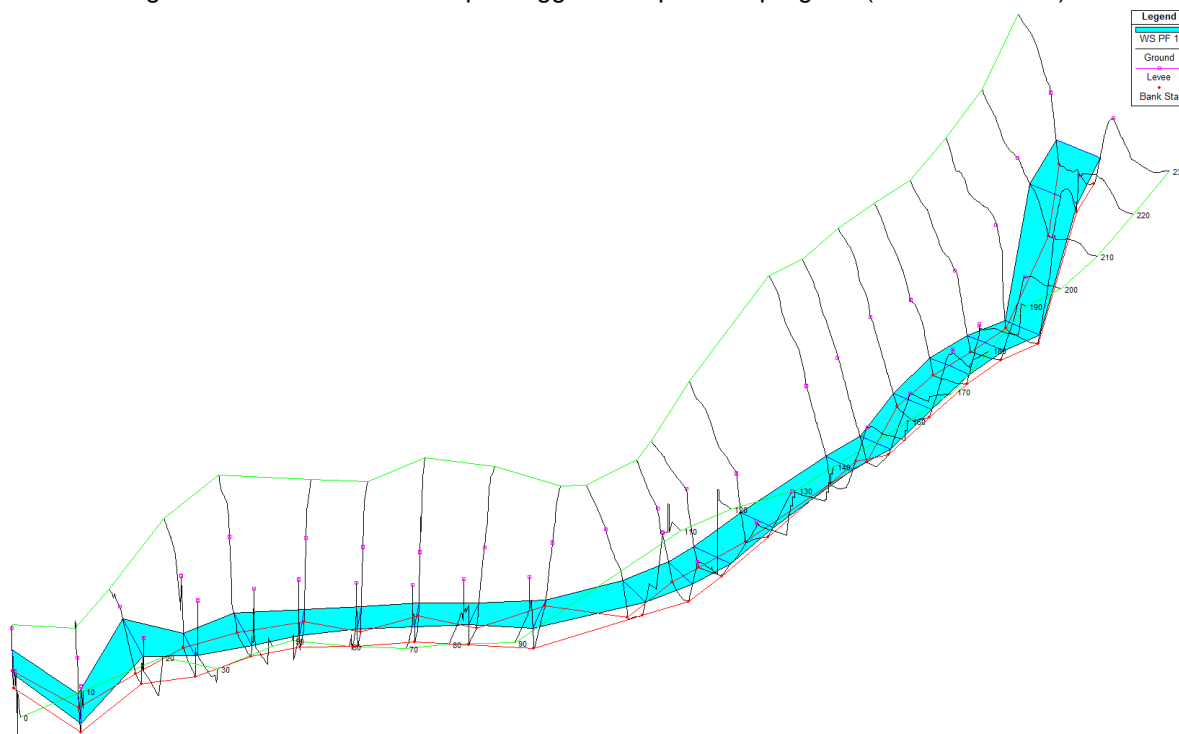


Figura 4-4: Profilo di moto al passaggio della piena di progetto ( $Q_{200} = 104 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Si riporta il risultato della simulazione in corrispondenza delle sezioni di inserimento degli scarichi: il livello di piena della sezione di monte arriva a quota 77.00 m slm, mentre quello della sezione di valle raggiunge quota 68.00 m slm.

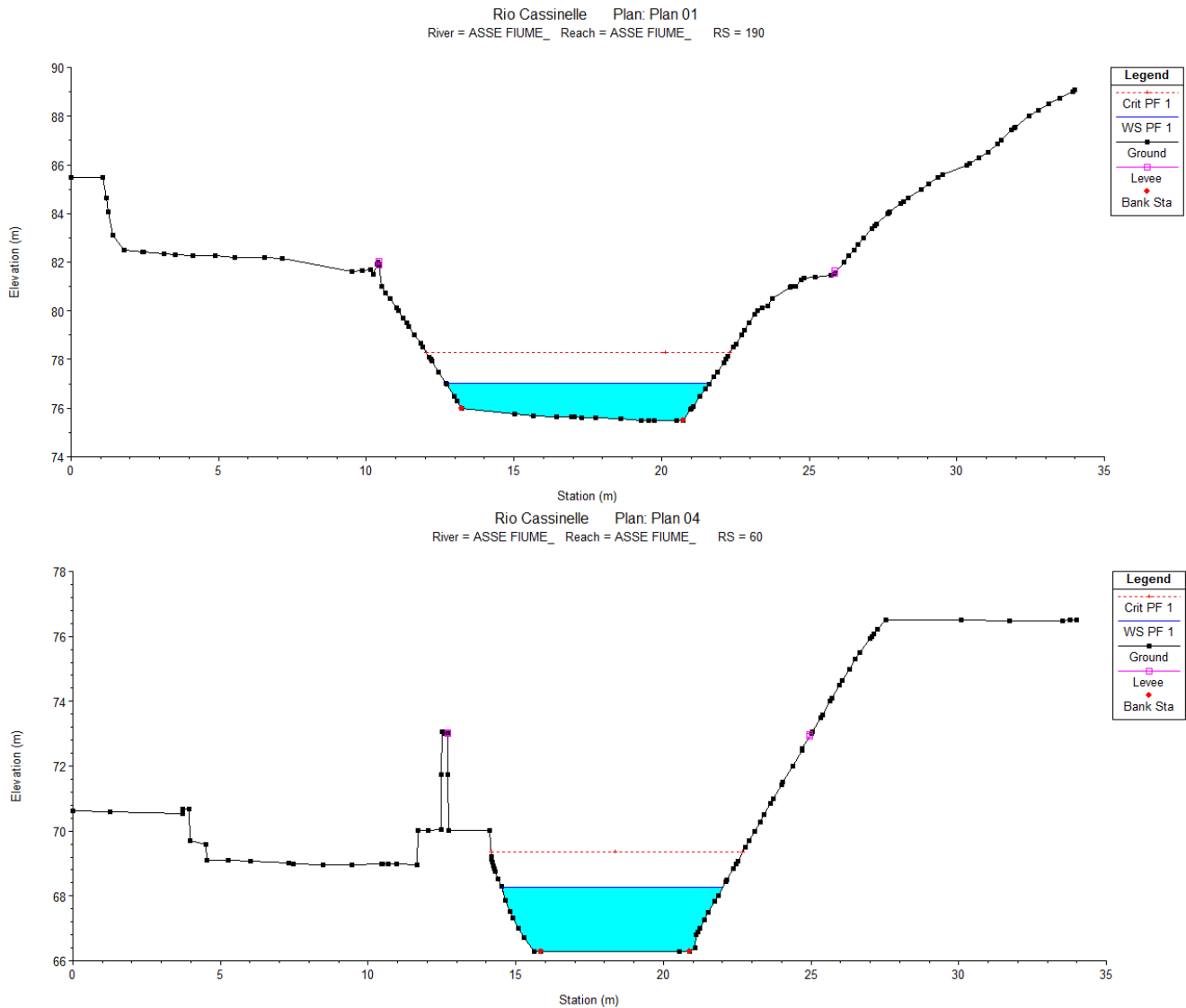


Figura 4-5: Risultato della simulazione idraulica con piena di progetto duecentennale per le sezioni di interesse. In alto: sezione di scarico di monte del fosso di guardia; in basso: sezione di scarico di valle del fosso di guardia.

Il progetto prevede di posizionare la quota di scarico di monte a 82.19 m slm dove il fosso di guardia rivestito in calcestruzzo armato si raccorda con una scogliera in massi cementati a protezione della sponda dell'alveo. La quota di scarico del tombino scatolare a valle si posiziona a 68.21 m slm per esigenze di funzionamento a gravità della rete di drenaggio. Si rimanda all' elaborato grafico specifico per i dettagli.

Si riportano in *Tabella 1* i principali dati caratteristici del moto permanente nel tratto modellato.

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Froude # Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
230	98.50	84.96	87.85	87.85	89.01	0.012487	4.86	0.99
220	98.50	82.17	86.29	87.10	88.65	0.059321	6.71	1.44
210	98.50	75.19	76.26	77.94	86.64	0.361188	14.32	4.72
200	98.50	75.58	76.99	78.41	83.16	0.150557	11.16	3.20
30.5	98.50	75.49	77.00	78.18	81.44	0.097540	9.47	2.61
190	98.50	74.03	75.84	77.06	80.44	0.098843	9.61	2.60
180	98.50	71.97	74.16	75.61	79.42	0.091335	10.50	2.52
170	98.50	71.95	74.42	75.60	78.23	0.063915	8.79	2.01
160	98.50	70.47	72.98	74.27	77.47	0.074415	9.70	2.33
140	98.50	69.78	71.51	72.74	75.90	0.080259	9.77	2.45
130	98.50	69.81	72.03	72.93	74.90	0.039559	7.76	1.76
120	98.50	68.95	72.02	72.75	74.43	0.028594	7.16	1.50
110	98.50	67.99	70.07	71.13	73.83	0.086668	8.72	2.42
90	98.50	67.39	69.33	70.39	72.80	0.034508	8.42	1.99
80	98.50	66.83	68.57	69.66	72.31	0.044419	8.67	2.18
70	98.50	66.30	68.27	69.36	71.88	0.034307	8.82	2.01
60	98.50	66.19	67.70	68.76	71.38	0.074997	8.56	2.28
50	98.50	65.73	67.15	68.10	70.52	0.079267	8.36	2.33
40	98.50	64.88	66.81	67.73	69.81	0.046995	7.67	1.88
30	98.50	65.00	67.98	68.06	69.04	0.010715	5.27	0.99
20	98.50	61.42	62.53	63.81	68.29	0.181780	10.69	3.41
10	98.50	61.50	63.43	64.27	66.71	0.047808	8.29	1.94
0	98.50	84.96	87.85	87.85	89.01	0.012487	4.86	0.99

*Tabella 1: Risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni.*



## 5. DIMENSIONAMENTO OPERE DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE

### 5.1. STIMA DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA

Per la stima dell'altezza di pioggia si fa riferimento a quanto riportato nel "Piano Di Bacino Stralcio Per La Tutela Del Rischio Idrogeologico Del Torrente Chiaravagna" Allegato B – Studio di approfondimento idraulico del T. Chiaravagna: analisi idrologica e idraulica (2014), redatto dall'Autorità di Bacino Regionale, che riporta il metodo di calcolo per al stima delle curve di possibilità pluviometrica ottenute in base al Progetto VAPI (tabella 3.3). Per lo studio in esame si considerano i valori relativi alla stazione pluviometrica Madonna della Guardia e un tempo di ritorno di 100 anni. È così possibile estrapolare i parametri a e n relativi alla curva di possibilità pluviometrica definita dalla formula:

$$h = a t^n$$

dove h (mm) rappresenta l'altezza di pioggia, t (ore) la durata della stessa.

Si ricavano i seguenti valori:

- a = 27.099
- n = 0.399

### 5.2. DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un'area composta da tre piazzali posti a quote differenti: il piazzale nord è a quota 85 m s.l.m., il piazzale centrale è a quota 79 m s.l.m., mentre il piazzale sud è a 75 m s.l.m. L'accesso ai piazzali è garantito da due strade (una a nord e una a sud) e da una piccola rampa per accedere al piazzale centrale.

Si dimensiona la rete di raccolta e smaltimento dell'acqua di pioggia attraverso la formula:

$$Q = \varphi J A$$

dove:

- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso assunto pari a 0.9 per superfici impermeabili
- J è l'intensità di pioggia calcolata come h/t. h è l'altezza di pioggia (mm) definita nel paragrafo 6.1 e t il tempo di pioggia assunto pari a 5 minuti.
- A è la superficie scolante (m<sup>2</sup>).

Si riportano in tabella le portate calcolate in funzione della rispettiva area scolante

Area	Superficie (m <sup>2</sup> )	Portata (l/s)
Piazzale Nord	1833	56
Piazzale Centrale	1286	39
Piazzale Sud	961	29
Strada Nord (Asse "A")	424	12.8
Strada Nord accesso serbatoi (Asse "C")	415	12.5
Strada Sud (Asse "B")	401	12.1
Rampa Centrale	87	2.6

Tabella 2: Valori di portata di pioggia da smaltire in riferimento all'area scolante

Il valore della portata afferente definisce la dimensione del collettore da inserire nella rete di allontanamento delle acque di piattaforma attraverso la formula di Gauckler – Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dove:

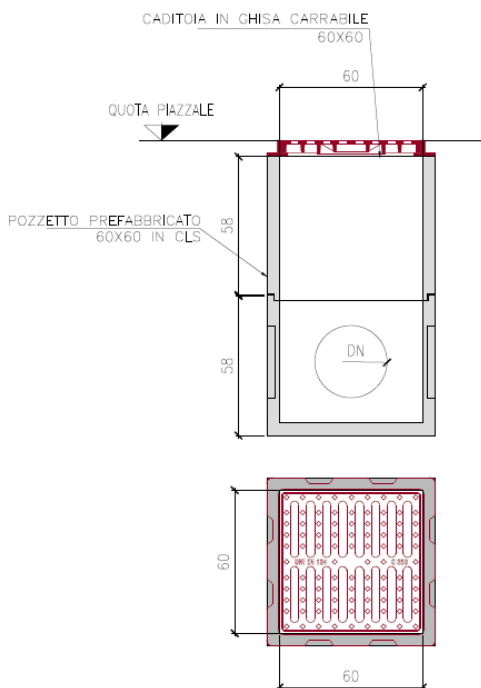
- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza del collettore posto pari a 0.7 per collettore in calcestruzzo
- $A$  è l'area del tubo
- $R_h$  il raggio idraulico del tubo imponendo un fattore massimo di riempimento pari all'80% dell'area del tubo
- $i$  è la pendenza del collettore posta pari a 0.5% nei piazzali e concorde alla pendenza delle strade lungo esse.

In accordo con quanto indicato sopra si decide di dimensionare la rete come segue:

- nei piazzali si inseriscono collettori DN 300 in calcestruzzo con pozzetti di ispezione nei cambi di direzione e pozzetti/caditoie ogni 20 m
- lungo le strade si colloca una cunetta francese per raccogliere l'acqua di pertinenza della strada e si inserisce un collettore DN 400 per allontanare l'acqua dei piazzali e della strada. Si precisa che il collettore installato lungo la strada sud raccoglie le acque del piazzale centrale e del piazzale sud.
- alla base della rampa centrale si installa una canaletta grigliata del tipo SMART Security S150 della eurobeton per raccogliere l'acqua di pertinenza della rampa e allontanarla con un tubo in PVC DN 160.

### TIPOLOGICO POZZETTO DI CADUTA

1:20



### TIPOLOGICO POZZETTO DI ISPEZIONE

1:20

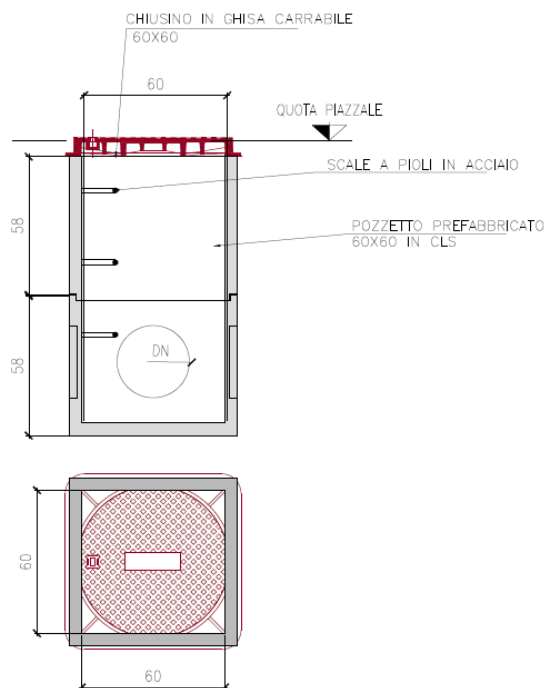


Figura 5-1: Dettaglio pozzetto/caditoia e pozzetto d'ispezione con chiusino in ghisa carrabile.

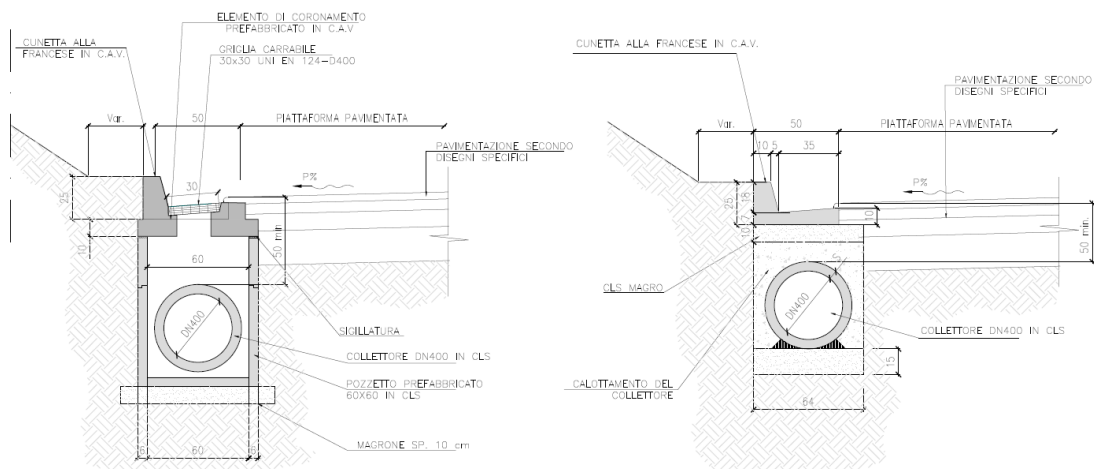


Figura 5-2: Sezione tipo pozzetto di raccolta (a sinistra) e sezione tipo cunetta (a destra) lungo Asse "A".

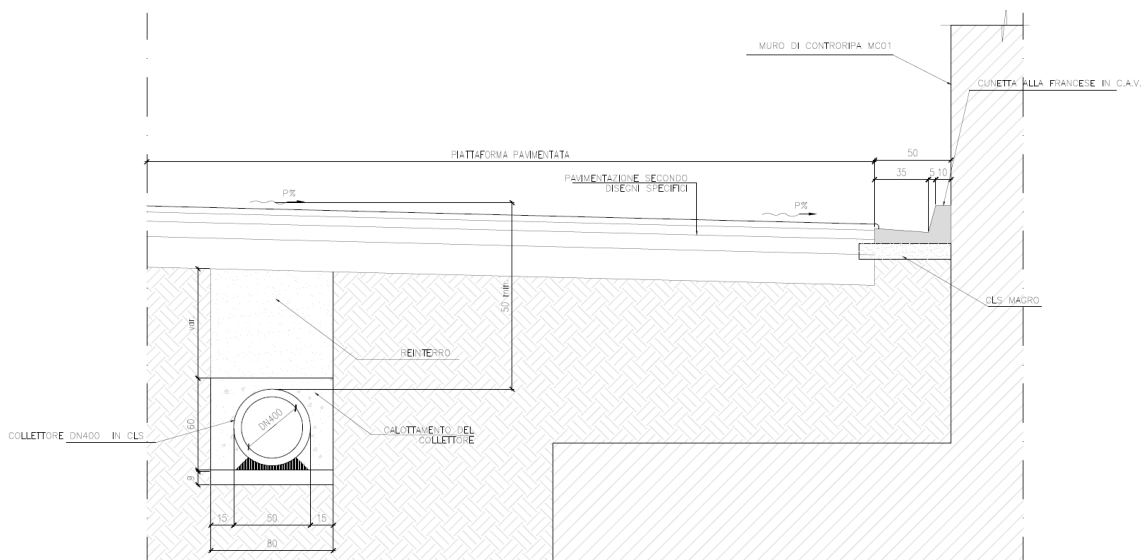


Figura 5-3: Sezione tipo cunetta lungo Asse "B".

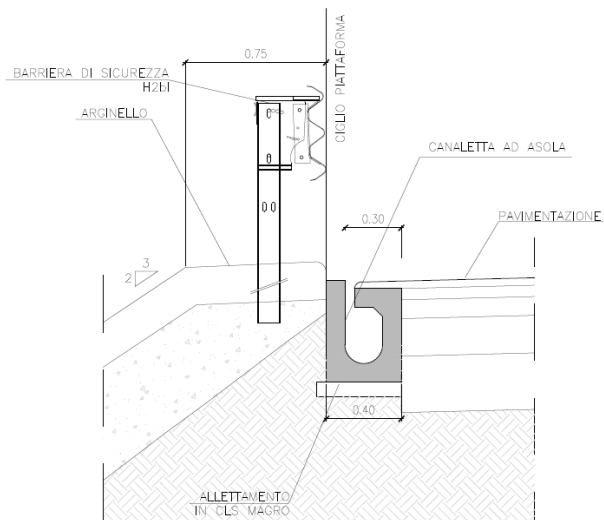


Figura 5-4: Sezione corrente di canaletta ad asola lungo Asse "C".



TIPOLOGICO CANALETTA CON GRIGLIA CARRABILE  
 1:20

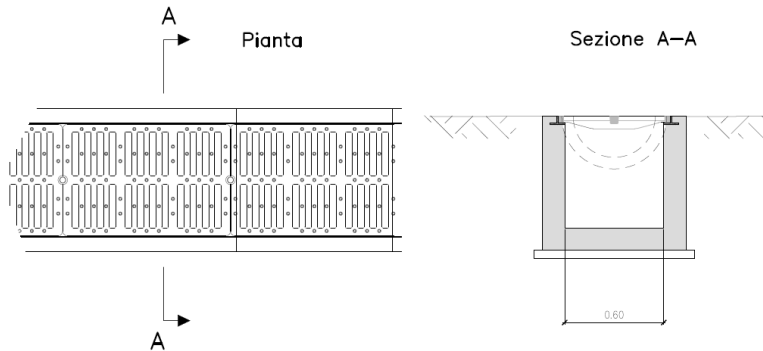


Figura 5-5: Canaletta grigliata del tipo SMART Security S150 della eurobeton con un tubo in PVC DN 160 installati alla base della rampa centrale.

### 5.3. VERIFICA DEL FOSSO DI GUARDIA TRAPEZIO

Come riportato in planimetria attorno all'area di progetto si prevede di realizzare un fosso di guardia con geometria trapezia al fine di raccogliere ed allontanare l'acqua drenata dal versante sovrastante. Per definire la portata in ingresso al canale trapezio di utilizza la formula razionale:

$$Q = \varphi h A / t_c$$

Dove  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso posto pari a 0.4 per le proprietà del terreno con substrato roccioso fratturato;  $h$  è l'altezza di pioggia e  $A$  la superficie drenante del versante che insiste sul fosso di guardia pari a 0.22 km<sup>2</sup>.  $T_c$  è calcolato con la formula di Giandotti che restituisce il valore  $t_c = 0.25$  ore. Si ottiene così un valore  $Q=1.75$  m<sup>3</sup>/s.

Il fosso di guardia in calcestruzzo a geometria trapezia con base minore di 0.75 m, base maggiore 2.25 m e altezza 0.5 m, con una pendenza di 0.5% riesce a smaltire 1.8 m<sup>3</sup>/s, perciò risulta verificato.

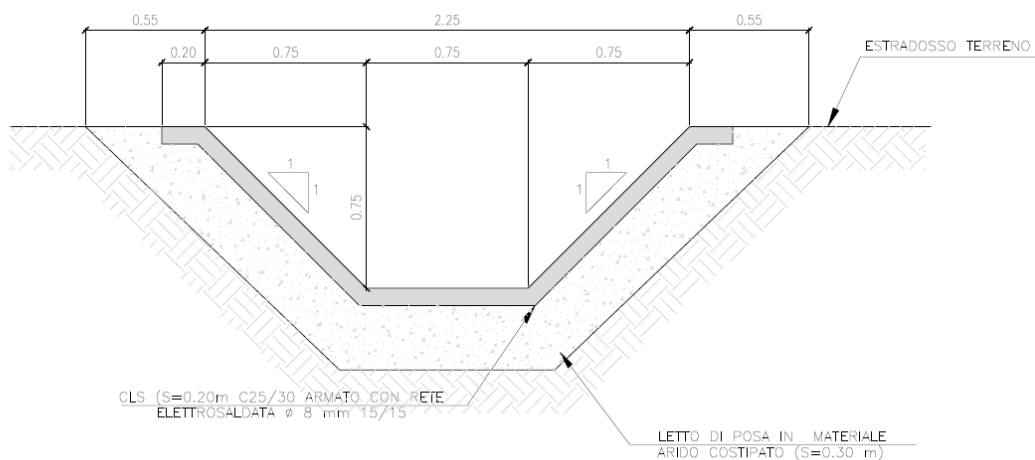


Figura 5-6: Sezione tipologica fosso di guardia trapezio.