

PROGETTO DI RIAVVIO DELLA RAFFINERIA
DI PRODUZIONE DI ALLUMINA
UBICATA NEL COMUNE DI PORTOSCUSO
ZI PORTOVESME (SU)

LEGGE REGIONALE N° 2 DEL 08/02/2021
PROVVEDIMENTO UNICO REGIONALE IN MATERIA
AMBIENTALE (PAUR)
AI SENSI DELL'ART. 27 BIS DEL D.LGS.152/2006 E SMI

PROGETTO DEL CANALE DI SMALTIMENTO
DELLE ACQUE METEORICHE

Allegato

1

Relazione illustrativa

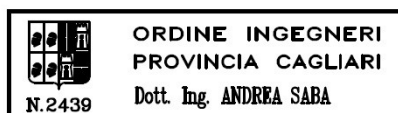
Scala: --

Rev: 0
AGOSTO 2021

IL PROFESSIONISTA

Prof. Ing. Andrea Saba

IL COMMITTENTE
EURALLUMINA SpA



Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

Indice generale

1. - Premessa.....	pag. 3
2. - Descrizione del sistema di raccolta delle acque meteoriche.....	pag. 5
3. - Determinazione della portata di progetto.....	pag. 6
3.1. - Impostazione dell'analisi idrologica.....	pag. 6
3.2. - Parametri del bacino imbrifero.....	pag. 6
3.3. - Il metodo razionale.....	pag. 6
3.4. - Il tempo di corrivazione.....	pag. 8
3.5. - Il coefficiente di riduzione areale.....	pag. 8
3.6. - Il coefficiente di deflusso Φ	pag. 8
3.7. - Altezza di precipitazione e intensità di precipitazione con curva di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi.....	pag. 9
3.8. - Calcolo dei coefficienti udometrici.....	pag. 11
3.9. - Verifica dei rami esistenti della rete.....	pag. 12
3.9.1. - Il bacino sotteso dal canale - tratto A-B (esistente).....	pag. 12
3.9.2. - Il bacino sotteso dal canale - tratto B-C (in progetto).....	pag. 12
3.9.3. - Il bacino sotteso dal canale - tratto C-D (in progetto).....	pag. 13
3.9.4. - Conclusioni.....	pag. 13
4. - Dimensionamento del nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche.....	pag. 14
4.1. - Descrizione dell'intervento.....	pag. 14
4.2. - Verifica idraulica.....	pag. 16
4.3. - Analisi in regime di prima pioggia.....	pag. 18
4.4. - Risultato dell'analisi in regime di seconda pioggia.....	pag. 20
5. - Considerazioni conclusive.....	pag. 27

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

1. - Premessa

Il presente progetto è relativo al sistema di raccolta delle acque meteoriche in progetto lungo il lato sud dello stabilimento Eurallumina, nella zona industriale di Portovesme, nel Comune di Portoscuso.

In particolare, il sistema è costituito da una canale che raccoglie le acque di origine meteorica raccolta da una rete di dreno nonché dallo scorrimento superficiale delle acque che sfuggono alla rete di dreno, che è dimensionata solo per tempi di ritorno ridotti.

La canale costituisce quindi il presidio finale di raccolta della acque meteoriche di tutto lo stabilimento, e svolge le funzioni di:

- separare le acque di prima pioggia in due vasche dalle quali esse vengono inviate ai bacini di accumulo per gli utilizzi interni dello stabilimento
- raccogliere le acque di seconda pioggia per conferirle al recapito finale, costituito dal Rio Su Cannoni

Il Rio Su Cannoni fa parte del Reticolo Idrografico Regionale, mentre il canale in progetto, di nuova realizzazione e che costituisce il sistema di raccolta di acque meteoriche dello stabilimento, non ne fa parte. Esso, pertanto, non è soggetto alle normative tecniche relative ai rami appartenenti al reticolo idrografico regionale, e più in generale a quelle relativi ai corsi d'acqua.

In Fig. 1 è rappresentata la planimetria delle aree che schematizza le opere coinvolte.

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 3/27
--------	------------------------	-----------



Figura 1 - Planimetria dell'area, con indicazione del Canale (in verde) e del recapito finale (in blu)
(immagine di base estratta da SardegnaMappePai)

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

2. - Descrizione del sistema di raccolta delle acque meteoriche

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche in stabilimento è costituito da una rete di canale con funzionamento a pelo libero, spesso a cielo aperto e in alcuni tratti coperte, di sezione variabile e forma rettangolare o trapezia.

La rete di drenaggio raccoglie le acque provenienti prevalentemente dalle superfici impermeabilizzate, ovvero strade e piazzali, mentre le estese aree incolte presenti nell'area a nord (nella zona dei bacini 1 e 2) sono prive di sistemi di raccolta, così come diverse aree permeabili presenti nella zona dell'insediamento produttivo vero e proprio.

Il sistema, come verrà illustrato di seguito, risulta in grado di smaltire le portate relative agli eventi ordinari, mentre presenta criticità per gli eventi meteorici più significativi.

All'interno dello stabilimento vi è un'area di stoccaggio di materie prime (il parco bauxite) il quale verrà isolato affinché le acque meteoriche non recapitino nel sistema generale di raccolta dello stabilimento, e possano essere trattate integralmente anche in occasione degli eventi meteorici più significativi. Verso la nuova vasca del parco bauxite verranno fatte confluire anche le acque meteoriche incidenti sull'area cordolata relativa all'impianto DEMI facente parte del progetto nuovo CHP.

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 5/27
--------	------------------------	-----------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

3. - Determinazione della portata di progetto

3.1. - Impostazione dell'analisi idrologica

Per la determinazione delle portate di progetto, si considera innanzitutto l'intensità di precipitazione massima, relativa al tempo di corrivazione dell'intero comprensorio. Con riferimento alle diverse tipologie di superficie presenti (impermeabili, permeabili trafficate - si tratta di sterrati più o meno costipati interclusi tra le aree impermeabili - e permeabili incolte presenti nell'area permeabile a monte), si determinano i coefficienti udometrici dai quali poter così determinare, ramo per ramo della rete, la portata al colmo.

3.2. - Parametri del bacino imbrifero

I parametri descrittivi del bacino complessivo ai fini della valutazione della piena sono:

• superficie del bacino	S [km ²]	0.596
• lunghezza dell'asta principale	L [km]	1.650
• pendenza media dell'asta principale	J [m/m]	0.0139
• altitudine media del bacino	Hm [m s.l.m.]	14.75
• quota della sezione terminale	Ho [m s.l.m.]	9.00
• quota massima del bacino	Hx [ms.l.m.]	32.00

3.3. - Il metodo razionale

Il metodo razionale, detto anche cinematico, fornisce la portata di piena tramite l'espressione:

$$Q = \Phi \text{ ARF } S \text{ H } / (3.6 \text{ Tc})$$

nella quale Φ rappresenta l'aliquota di precipitazione che, in occasione della piena, scorre in superficie, ARF (Areal Reduction Factor - Coefficiente di Riduzione Areale) esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno, Tc è il tempo di corrivazione espresso in ore, S la superficie del bacino in kmq, H è l'altezza di precipitazione, in mm, che cade in un punto del bacino in una durata pari a Tc con l'assegnato Tempo di ritorno e Q la portata di piena in mc/s.

Raggruppando i termini dell'espressione precedente i definisce il coefficiente udometrico:

$$U = \Phi \text{ ARF } H / (3.6 \text{ Tc})$$

così che a portata di piena si esprime con:

$$Q = U S$$

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 6/27
--------	------------------------	-----------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

Nel caso in studio, infine, essendo presenti 3 tipologie di superfici, si definiranno 3 coefficienti udometrici, e la portata di piena relativa all'intero bacino sarà data da:

$$Q = U_i S_i + U_t S_t + U_p S_p$$

dove il pedice "i" si riferisce alle superfici impermeabili, il pedice "t" alle superfici permeabili trafficate e il pedice "p" alle aree permeabili incolte.

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 7/27
--------	------------------------	-----------

3.4. - Il tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione T_c può essere stimato facendo riferimento a diverse espressioni empiriche che forniscono le seguenti stime (espressioni consigliate nelle Linee Guida del PAI Sardegna):

- Soil Conservation Service: $T_c = 0.00227(1000 L)^{0.8}[(1000/CN)-9]^{0.7} (100*Jb)^{-0.5}$
- Giandotti: $T_c = (1.5 L + 4 S^{0.5}) / (0.8 (H_m - H_o)^{0.5})$
- Pasini: $T_c = 0.108 ((S L)^{1/3})/J^{0.5}$
- progetto VAPI: $T_c = 0.212 S^{0.231} (H_m/J)^{0.289}$
- Viparelli: $T_c = L/(3.6 V)$ (considerando $V = 0.80$ m/s)

Applicando le varie espressioni, e adottando per ogni bacino il minimo tempo di corrivazione, si perviene ai valori riportati di seguito.

SCS	Giandotti	Pasini	VAPI	Viparelli (con $V=0.8$ m/s)	Tempo di corrivazione assunto
3.90	2.90	0.91	1.41	0.57	0.60

3.5. - Il coefficiente di riduzione areale

Per la stima del coefficiente ARF si possono utilizzare le Formule di Wallingford:

$$ARF = 1 - (0.0394 S^{0.354}) T_c^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(S)))} \text{ per } S < 20 \text{ km}^2$$

$$ARF = 1 - (0.0394 S^{0.354}) T_c^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(S)))} \text{ per } S > 20 \text{ km}^2$$

Ma vista la limitata estensione dei bacini analizzati, è stato adottato comunque, a vantaggio della cautela, il coefficiente ARF pari a 1.

3.6. - Il coefficiente di deflusso Φ

Il coefficiente Φ può essere stimato col metodo del Curve Number (CN) secondo cui vale:

$$\Phi = (H - 0.2 S)^2 / (H(H + 0.8 S)), \text{ con } S = 254 (100/CN - 1)$$

in cui il valore di CN è legato alle caratteristiche del terreno e della copertura vegetale.

Il coefficiente Φ assume però, con questa metodologia, valori eccessivamente bassi, poiché fa coincidere l'inizio della precipitazione con la porzione di durata T_c considerata.

Per ovviare a questo inconveniente, è opportuno far precedere la precipitazione di durata critica T_c

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

una precipitazione di durata pari a T_a . Indicando con H_p l'altezza di precipitazione caduta prima della durata critica e con H_t l'altezza di precipitazione totale ($H+H_p$), si ha:

$$\Phi = [(H_t - c S)^2 / (H_t + (1-c) S) - (H_p - c S)^2 / (H_p + (1-c) S)] / H$$

La stima di Φ passa quindi attraverso la valutazione sia di CN che della precipitazione che precede l'evento.

In particolare, è stato adottato per c (indice delle perdite iniziali) il valore 0.00 (che corrisponde ad assenza di perdite iniziali), mentre della precipitazione precedente si è tenuto conto adottando il valore di CN III, dato da:

$$CN\ III = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN)$$

Il valore del parametro CN, infine, è stato stimato in modo differente per le diverse tipologie di superfici:

- nelle aree impermeabili è stato considerato un valore del CN pari a 95, tipico di superfici impermeabili
- nelle aree permeabili trafficate, è stato considerato il CN adottato nel PSFF per le superfici naturali dell'area, ovvero $CN = 65$
- nelle aree permeabili incolte, presenti nella parte nord del bacino, è stato considerato il CN tipico dei terreni pianeggianti con prevalenza di componenti sabbiose, ovvero $CN = 30$

Sulla base delle distribuzioni osservate, sono stati adottati i valori di CN e CN III riportati di seguito.

	CN	CN usato
permeabili incolte	30,00	49,64
permeabili trafficate	65,00	81,03
impermeabili	95,00	97,76

3.7. - Altezza di precipitazione e intensità di precipitazione con curva di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi

L'altezza di precipitazione è legata alla durata T ed al tempo di ritorno T_r attraverso la curva di possibilità pluviometrica.

L'espressione messa a punto da Deidda-Piga-Sechi è data dall'espressione:

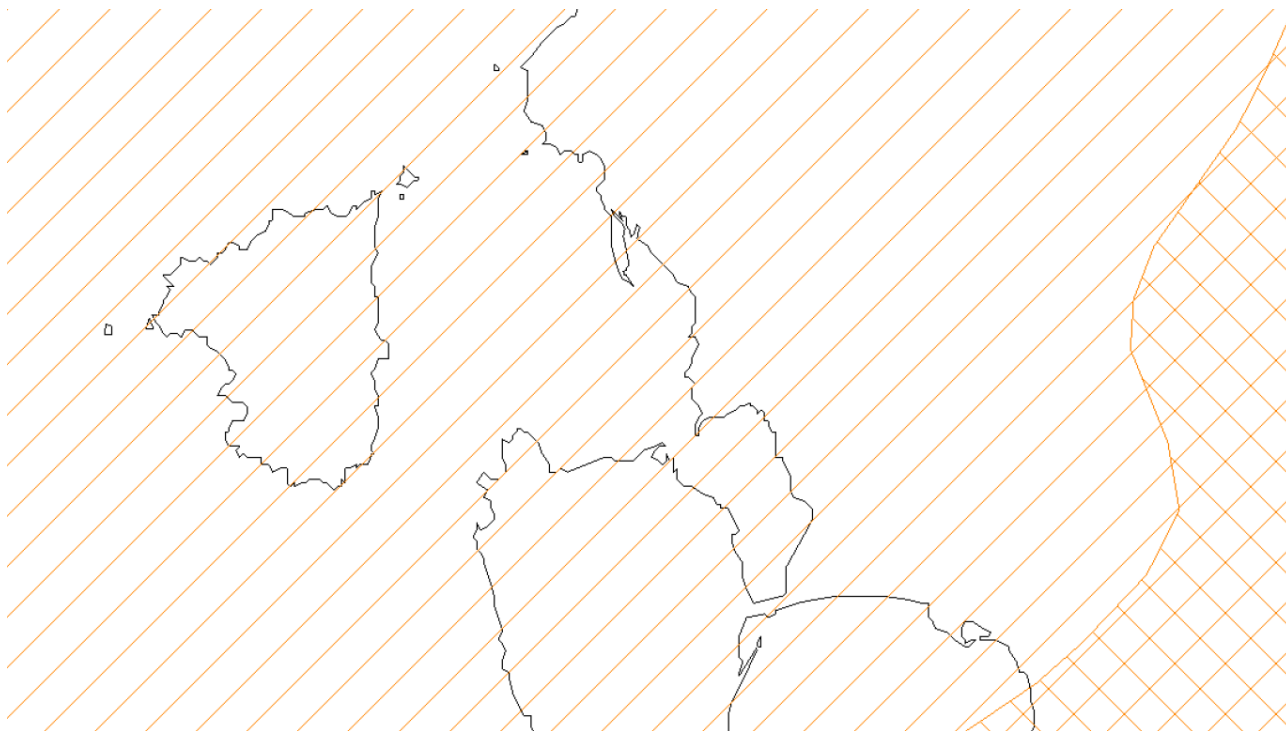
$$H = H_m(T_c) a T_c^n$$

nella quale:

$$H_m(T_c) = 1.1287 H_g (T_c/24)^{-0.493+0.476 \log(H_g)}$$

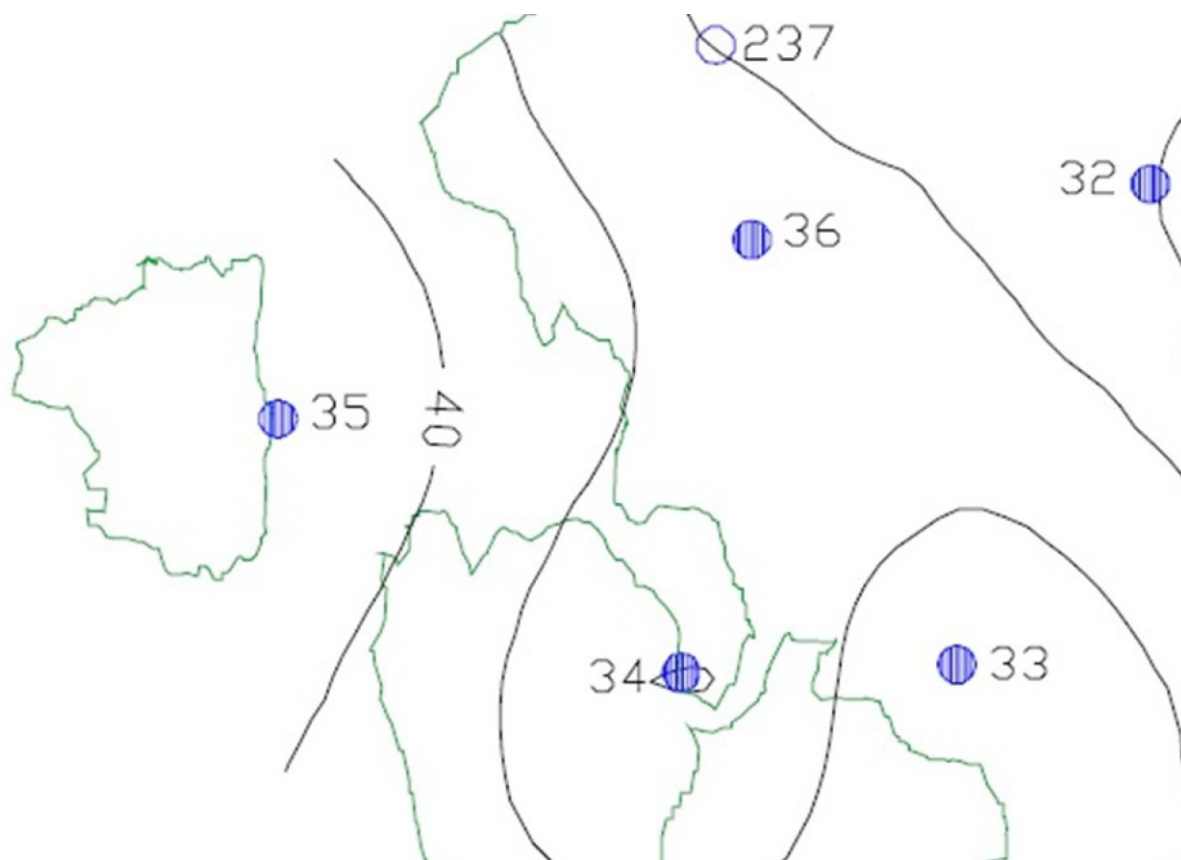
con H_g dipendente dalla posizione geografica del bacino, mentre i parametri a ed n dipendono dalla sottozona di appartenenza, che nel caso di Portovesme è la 1^a, come illustrato nella figura seguente:

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 9/27
--------	------------------------	-----------



Individuazione delle 3 sottozone (a SX 1^ sottozona 1, a DX 3^ sottozona)

Il parametro Hg è stato cautelativamente assunto pari a 45 mm, come da figura seguente:



I parametri della curva di possibilità pluviometrica risultano quindi:

$$a = 0.4642 + 1.0376 \cdot \text{Log}(\text{Tr})$$

$$n = -0.18488 + 0.22960 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) - 0.033216 \cdot (\text{Log}(\text{Tr}))^2 \quad (\text{per } T_c < 1 \text{ ora})$$

$$n = -0.01469 - 0.0078505 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) \quad (\text{per } T_c > 1 \text{ ora})$$

Applicando la curva di possibilità pluviometrica ai diversi tempi di ritorno considerati si ottengono i seguenti valori:

Tr (anni)	5	10	15	25	50	100	200	500
H (mm)	21.8	26.3	28.4	31.7	36.2	40.6	45.0	50.8
I (mm/h)	36.3	43.9	47.3	52.9	60.3	67.6	74.9	84.7

3.8. - Calcolo dei coefficienti udometrici

Determinata l'intensità di precipitazione per la durata critica di 0.6 ore per ogni tempo di ritorno, per ogni tipologia di superficie è possibile determinare il coefficiente di deflusso, legato al valore di CN_{III} , e l'intensità di precipitazione netta, da cui il coefficiente udometrico, come riportato nella

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

tabella seguente:

	Tr (anni)	5	10	15	25	50	100	200	500
	I (mm/h)	36.3	43.9	47.3	52.9	60.3	67.6	74.9	84.7
permeabili incolte	ϕ	0.08	0.09	0.10	0.12	0.12	0.16	0.18	0.20
perm. trafficate	ϕ	0.27	0.31	0.34	0.37	0.38	0.46	0.50	0.54
impermeabili	ϕ	0.79	0.82	0.86	0.88	0.86	0.93	0.94	0.96
permeabili incolte	U_p (l/s/ha)	7.87	11.3	13.77	17.55	20.61	29.73	36.8	47.11
perm. trafficate	U_t (l/s/ha)	27.06	37.4	44.52	55.02	63.34	86.29	103.13	126.41
impermeabili	U_i (l/s/ha)	79.66	99.83	112.33	129.53	144.28	174.4	196.14	224.68

3.9. - Verifica dei rami esistenti della rete

Sono state eseguite preliminarmente le verifiche dei tratti terminali della rete di smaltimento delle acque meteoriche esistenti.

3.9.1. - Il bacino sotteso dal canale - tratto A-B (esistente)

Il sottobacino raccolto dal canale nel tratto A-B, attualmente presenta nel tratto terminale una canale larga 0.50 m alta 1.00 m, con pendenza del 0.8%

Considerando un grado di riempimento del 90%, l'area bagnata risulta di 0.45 mq e il contorno bagnato di 2.3 m, con un raggio idraulico quindi di 0.1956

La massima portata, calcolata con l'espressione di Chezy-Strickler e coeff. di Strickler pari a 90, risulta:

$$Q = V A = X (Ri)^{0.5} A = 90 (0.195)^{0.666} (0.008)^{0.5} (0.5 \cdot 0.9) = 1.22 \text{ mc/s}$$

La condotta appare in grado di trasportare senza tracimazioni la portata fino al tempo di ritorno di 15 anni.

3.9.2. - Il bacino sotteso dal canale - tratto B-C (in progetto)

Il sottobacino raccolto dal canale est nel tratto a valle, attualmente presenta nel tratto terminale una condotta DN 970 mm lunga 43.65 m con dislivello di 0.16 m (9.52 - 9.36 m s.l.m.) con pendenza quindi di 0.36%

La massima portata, calcolata con l'espressione di Chezy-Strickler e coeff. di Strickler pari a 90, risulta:

$$Q = V A = X (Ri)^{0.5} A = 90 (0.2425)^{0.666} (0.0036)^{0.5} (3.14 \cdot 0.97^2/4) = 1.55 \text{ mc/s}$$

La condotta appare in grado di trasportare la portata fino al tempo di ritorno di 15 anni (pari a 2.465 - 1.186 = 1.279 mc/s).

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 12/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

3.9.3. - Il bacino sotteso dal canale - tratto C-D (in progetto)

Il sottobacino raccolto dal canale lungo il lato ovest (ovvero l'area del parco Bauxite), attualmente presenta nel tratto terminale una condotta DN 600 mm lungo 76.70 m con dislivello di 0.95 m (10.45 - 9.50 m s.l.m.) con pendenza quindi di 1.28%

La massima portata, calcolata con l'espressione di Chezy-Strickler e coeff. di Strickler pari a 90, risulta:

$$Q = V A = X (Ri)^{0.5} A = 90 (0.15)^{0.666} (0.0128)^{0.5} (3.14 \cdot 0.6^2/4) = 0.81 \text{ mc/s}$$

La condotta appare in grado di trasportare la portata fino al tempo di ritorno di 15 anni.

3.9.4. - Conclusioni

La rete di drenaggio esistente appare in grado di smaltire le portate meteoriche per tempi di ritorno consueti per una fognatura ordinaria, ma non in grado di intercettare con sicurezza anche le portate di prima pioggia e quelle per tempi di ritorno elevati.

Si propone quindi, in luogo di un rifacimento integrale del sistema fognario di acque meteoriche che risulterebbe complesso e di difficile realizzazione, la realizzazione di un sistema di canale di guardia che, a valle dello stabilimento, raccolga comunque tutte le acque meteoriche, sia trasportate dalla rete che in scorrimento superficiale, per un corretto controllo delle acque di prima pioggia e lo smaltimento di quelle di seconda pioggia all'esterno dello stabilimento.

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 13/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

4. - Dimensionamento del nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche

4.1. - Descrizione dell'intervento

Alla luce delle insufficienze idrauliche esistenti nel sistema di raccolta delle acque meteoriche, è stata dimensionata una canala posta lungo il confine sud dello stabilimento, che costituisce anche il recapito naturale delle acque che dovessero scorrere in superficie.

Lungo la canala sono stati predisposti due canali partitori, destinati a scolmare le acque di prima pioggia dalla seconda pioggia:

- Il primo è posto in aderenza della vasca di emergenza n° 1, e consente di immettere in vasca le acque di prima pioggia provenienti dall'area B1
- Il secondo è posto in aderenza della vasca di emergenza n° 2, e consente di immettere in vasca le acque di prima pioggia provenienti dalle aree B2 e B3

La canala sarà costituita dai seguenti tratti:

- tratto (A-B), lungo 116.00 m, è costituito dalla canala esistente, larga 50 cm e profonda 100 cm. Essa è insufficiente a smaltire le portate di piena per i tempi di ritorno più elevati considerati, ma essendo l'area sottoposta a MISO, per essa si prevede la completa impermeabilizzazione della superficie interessata dalla MISO, dotata di una cordolatura alta 30 cm che trattiene l'erosione del canale. Quote iniziale e terminale: 10.50 - 10.30 m s.l.m.;
- tratto (B-C), di sezione rettangolare largo 2.00 m sul fondo, profondo 2-2.50 m, lungo 187.00 m, che raccoglie i deflussi meteorici che giungono sia dal sistema di raccolta delle acque meteoriche esistente, sia da scorrimenti superficiali delle acque eccedenti la capacità di trasporto della rete stessa di tutto il bacino B1, e recapita le portate al partitore 1. Quote iniziale e terminale: 9.10 - 8.50 m s.l.m.;
- tratto (C-D), di sezione rettangolare largo 2.00 m sul fondo, profondo 2-2.50 m, lungo 211.00 m, che raccoglie le acque di seconda pioggia dello sfioratore 1, i deflussi meteorici che giungono sia dal sistema di raccolta delle acque meteoriche esistente, sia da scorrimenti superficiali delle acque eccedenti la capacità di trasporto della rete stessa dei bacini B2 e B3, e recapita le portate al partitore 2. Quote iniziale e terminale: 8.50 - 8.40 m s.l.m.;
- tratto (D-E) di scarico, sempre di sezione rettangolare largo 2.00 m sul fondo, profondo 2.50 m, lungo 119.00 m, sempre di sezione rettangolare largo 2.00 m che, alimentato dalle acque di seconda pioggia del partitore 2, trasporta le acque al Rio Su Cannoni. Quote iniziale e terminale: 9.00 - 8.50 m s.l.m..

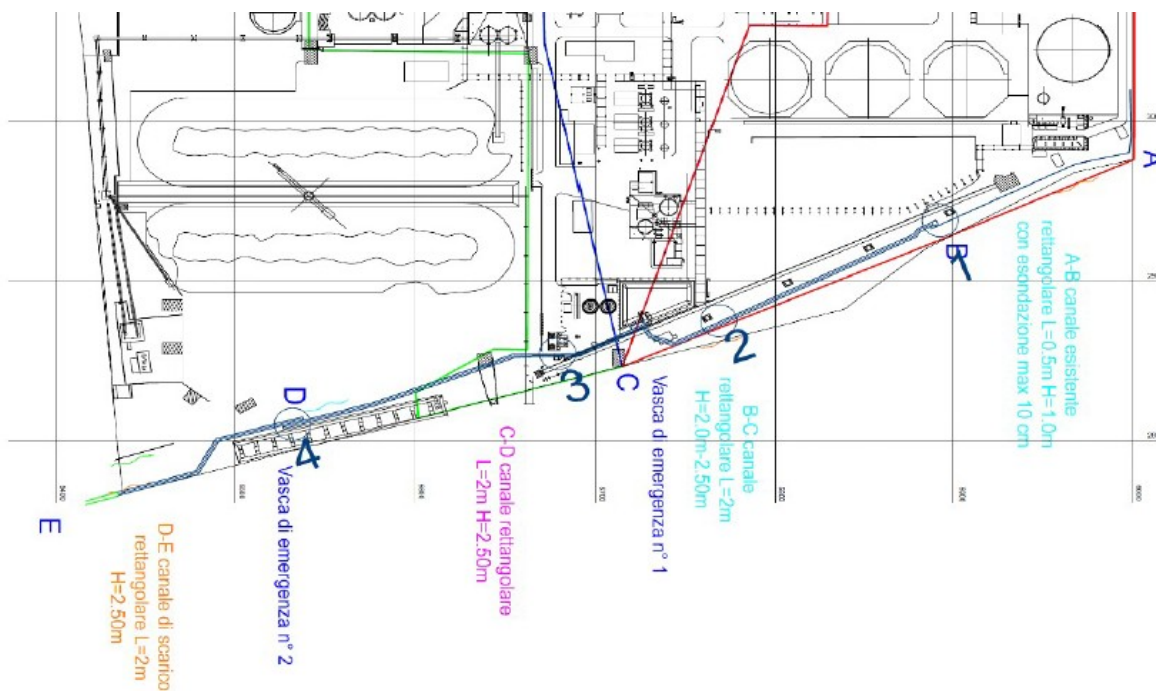
I due partitori sono costituiti dal prolungamento del canale in arrivo, nelle cui pareti laterali sono ricavati due sfioratori, e hanno le seguenti caratteristiche:

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 14/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

- il partitore 1 ha i seguenti sfioratori:
 - sfioratore di prima pioggia con soglia a quota 10.50 m s.l.m. e lunghezza di 6 m che recapita alla vasca di emergenza n. 1
 - sfioratore di seconda pioggia con soglia a quota 10.70 m s.l.m. e lunghezza di 6 m che recapita al tratto C-D
- il partitore 2 ha i seguenti sfioratori:
 - sfioratore di prima pioggia con soglia a quota 10.40 m s.l.m. e lunghezza di 16 m che recapita alla vasca di emergenza n. 2
 - sfioratore di seconda pioggia con soglia a quota 10.60 m s.l.m. e lunghezza di 16 m che recapita al tratto D-E

Nella figura seguente sono rappresentati planimetricamente i canali progettati



Per la determinazione della portata di piena sono stati applicati i coefficienti udometrici per ogni tipologia di superficie sottesa da ogni sottobacino:

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 15/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

	Tr (anni)	5	10	15	25	50	100	200	500	prima pioggia
perm a monte	U (l/s/ha)	7.87	11.3	13.77	17.55	20.61	29.73	36.8	47.11	55.56
perm stab	U (l/s/ha)	27.06	37.4	44.52	55.02	63.34	86.29	103.13	126.41	55.56
imperm	U (l/s/ha)	79.66	99.83	112.33	129.53	144.28	174.4	196.14	224.68	55.56
Bacino B1	ha	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
perm a monte	5.261	41	59	72	92	108	156	194	248	292
perm stab	8.663	234	324	386	477	549	748	893	1'095	481
imperm	4.520	360	451	508	585	652	788	887	1'015	251
TOTALE	18.444	636	835	966	1'154	1'309	1'692	1'974	2'358	1'025
Bacini B2-B3	ha	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
perm a monte	13.274	104	150	183	233	274	395	489	625	737
perm stab	21.859	592	817	973	1'203	1'385	1'886	2'254	2'763	1'214
imperm	11.404	908	1'138	1'281	1'477	1'645	1'989	2'237	2'562	634
TOTALE	46.536	1'604	2'106	2'437	2'913	3'304	4'270	4'980	5'951	2'585
Bacini B1-B2-B3	ha	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
perm a monte	17.000	134	192	234	298	350	505	626	801	944
perm stab	27.995	758	1'047	1'246	1'540	1'773	2'416	2'887	3'539	1'555
imperm	14.606	1'163	1'458	1'641	1'892	2'107	2'547	2'865	3'282	811
TOTALE	59.601	2'055	2'697	3'121	3'730	4'231	5'468	6'378	7'621	3'311
Canale partitore	ha	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
perm a monte	17.000	134	192	234	298	350	505	626	801	944
perm stab	27.995	758	1'047	1'246	1'540	1'773	2'416	2'887	3'539	1'555
imperm	14.606	1'163	1'458	1'641	1'892	2'107	2'547	2'865	3'282	811
TOTALE	60	2'055	2'697	3'121	3'730	4'231	5'468	6'378	7'621	3'311

4.2. - Verifica idraulica

Il sistema di canali descritto al paragrafo precedente funziona per tratti indipendenti l'uno dall'altro, e vincolati della condizione al contorno di valle che sono costituite:

- dallo sfioratore 1 per il tratto A-B-C
- dallo sfioratore 2 per il tratto C-D
- dal Rio Cannoni per il tratto D-E

All'inizio dell'evento meteorico, gli sfioratori lasciano tracimare le acque di prima pioggia verso le vasche di emergenza 1 e 2.

Successivamente, a bacini di emergenza pieni, l'intera portata viene tracimata dagli sfioratori verso il relativo canale a valle.

Gli sfioratori presentano una portata tracimante data dall'espressione:

$$Q = 2.126 L H^{1.5}$$

dove L è la larghezza dello sfioratore in m, H il battente (dislivello tra energia a monte e quota di

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 16/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

sfioro, in m) e Q è la portata scaricata (in mc/s).

Considerando le portate di piena con i diversi tempi di ritorno (e di prima pioggia) relative all'intero bacino, i livelli idrici necessari alla completa tracimazione della portata attraverso i due sfioratori è data dalla tabella seguente:

partitore 1					
L	Hsfioro	tirante	H ws	Q	Tr
6.00	10.50	0.19	10.69	1.025	p.pioggia
6.00	10.70	0.14	10.84	0.640	5.00
6.00	10.70	0.16	10.86	0.830	10.00
6.00	10.70	0.18	10.88	0.970	15.00
6.00	10.70	0.20	10.90	1.150	25.00
6.00	10.70	0.22	10.92	1.310	50.00
6.00	10.70	0.26	10.96	1.690	100.00
6.00	10.70	0.29	10.99	1.970	200.00
6.00	10.70	0.32	11.02	2.360	500.00

partitore 2					
L	Hsfioro	tirante	H ws	Q	Tr
16.00	10.40	0.18	10.58	2.585	p.pioggia
16.00	10.60	0.15	10.75	2.050	5.00
16.00	10.60	0.18	10.78	2.700	10.00
16.00	10.60	0.20	10.80	3.120	15.00
16.00	10.60	0.23	10.83	3.730	25.00
16.00	10.60	0.25	10.85	4.230	50.00
16.00	10.60	0.30	10.90	5.470	100.00
16.00	10.60	0.33	10.93	6.380	200.00
16.00	10.60	0.37	10.97	7.620	500.00

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 17/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

I livelli idrici sono stati utilizzati quale condizione al contorno nell'analisi idraulica dei canali, quale livello nella sezione terminale del canale scolmatore.

I livelli idrici relativi allo sfioratore sud simulano lo smaltimento delle portate di piena in regime di prima pioggia, mentre i livelli idrici relativi allo sfioratore nord simulano lo smaltimento delle portate di piena in regime di seconda pioggia.

Il comportamento del canale di scarico, attivo solo per la seconda pioggia, è stato simulato considerando nel Rio Su Cannoni un livello idrico di 9.00 m s.l.m. desunto dall'analisi della pericolosità idraulica dell'area industriale di Portovesme, redatto dal sottoscritto, nel quale sono stati ricostruiti i livelli di piena nel Rio Su Cannoni, e per il quale il livello di 9.00 m corrisponde al tempo di ritorno di 500 anni.

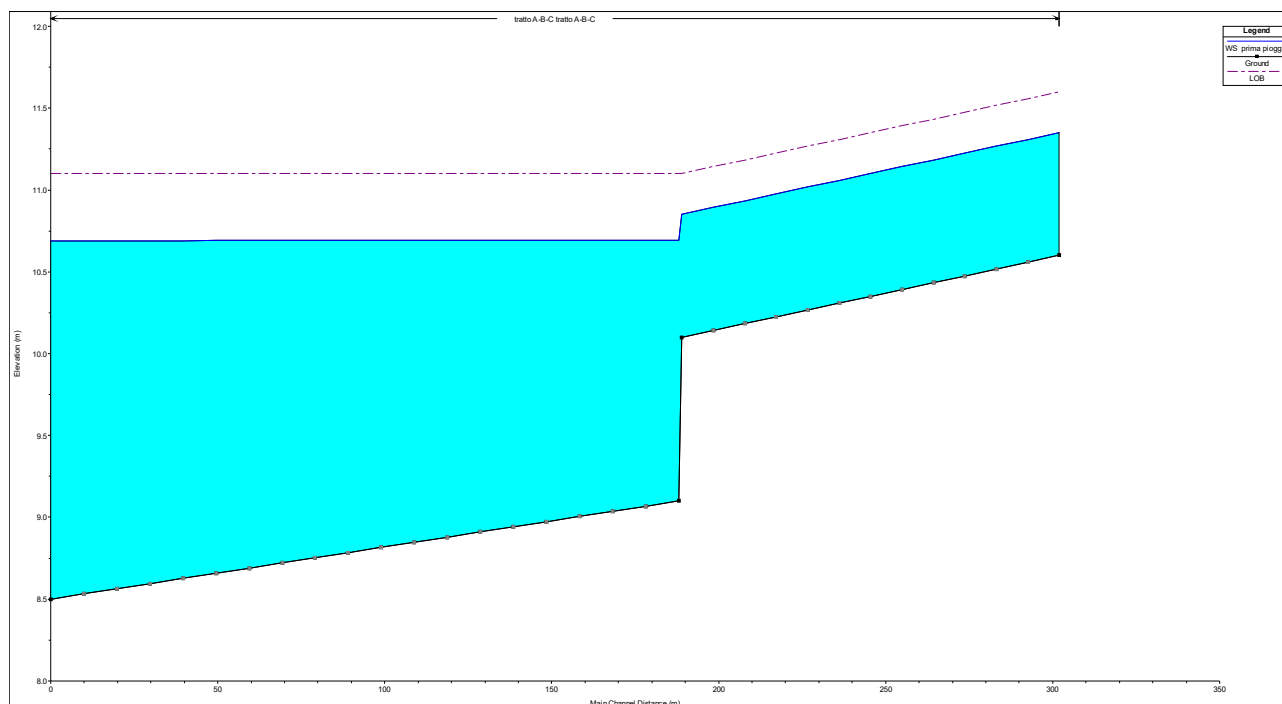
4.3. - Analisi in regime di prima pioggia

In regime di prima pioggia, l'intero deflusso intercettato dal canale nei tratti A-B-C e C-D, è conferito nelle due vasche di emergenza 1 e 2, mentre il tratto D-E resta inattivo.

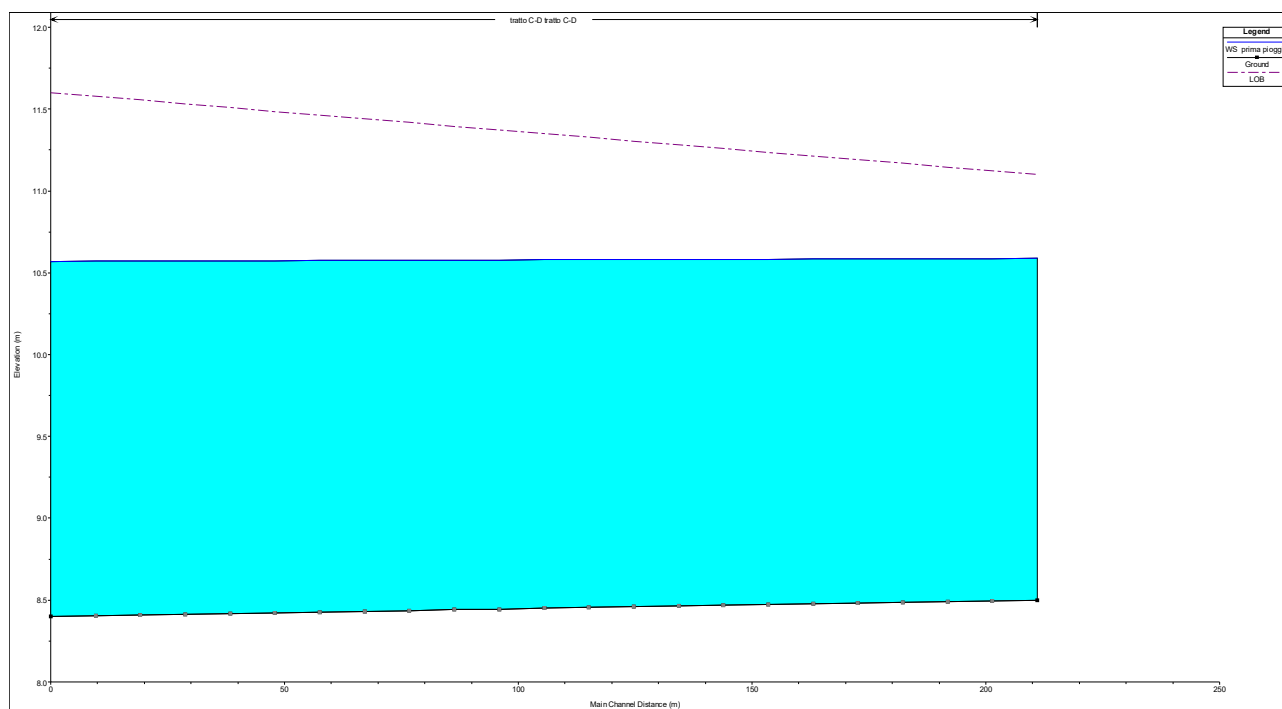
I livelli idrici assunti come condizione al contorno nei A-B-C-D sono quelli della scala delle portate dei partitori nella condizione di scarico nello sfioratore verso le vasche di emergenza.

Tabella numerica dei risultati.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)
tratto A-B-C	4	prima pioggia	1.03	10.60	11.35	11.35	11.73	0.00997	2.73	0.38	0.50
tratto A-B-C	3.1	prima pioggia	1.03	10.10	10.85	10.85	11.23	0.00999	2.73	0.38	0.50
tratto A-B-C	3	prima pioggia	1.03	9.10	10.69	9.40	10.70	0.00003	0.32	3.18	2.00
tratto A-B-C	2	prima pioggia	1.03	8.50	10.69	8.80	10.69	0.00001	0.23	4.38	2.00
tratto C-D	2	prima pioggia	2.59	8.50	10.60	9.05	10.62	0.00009	0.62	4.20	2.00
tratto C-D	1	prima pioggia	2.59	8.40	10.58	8.95	10.60	0.00008	0.59	4.36	2.00



Tratto A-B-C - Livello idrico per la portata di prima pioggia



Tratto C-D - Livello idrico per la portata di prima pioggia

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

4.4. - Risultato dell'analisi in regime di seconda pioggia

In regime di seconda pioggia, il deflusso intercettato dai tratti A-B-C e C-D sono conferiti negli sfioratori, ma essendo colme le vasche di emergenza, saranno attivi gli sfioratori diretti verso il canale C-D e D-E rispettivamente.

I livelli idrici assunti come condizione al contorno nei tratti A-B-C e C-D della scala delle portate dello sfioratore superiore, mentre nel Rio Su Cannoni per tutti i tempi di ritorno è stato considerato il livello idrico pari a 9.00 m s.l.m., pari a quello corrispondente al Tempo di ritorno di 500 anni, data la sua scarsa variabilità col Tempo di Ritorno.

Tabella numerica dei risultati.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)
tratto A-B-C	4	Tr=5	0.64	10.60	11.31	11.15	11.48	0.00446	1.81	0.35	0.50
tratto A-B-C	4	Tr=10	0.83	10.60	11.48	11.25	11.66	0.00455	1.89	0.44	0.50
tratto A-B-C	4	Tr=15	0.97	10.60	11.32	11.32	11.69	0.00974	2.68	0.36	0.50
tratto A-B-C	4	Tr=25	1.15	10.60	11.41	11.41	11.82	0.01051	2.83	0.41	0.50
tratto A-B-C	4	Tr=50	1.31	10.60	11.49	11.49	11.93	0.01117	2.96	0.44	0.50
tratto A-B-C	4	Tr=100	1.69	10.60	11.66	11.66	11.71	0.00391	0.96	1.76	20.00
tratto A-B-C	4	Tr=200	1.97	10.60	11.67	11.67	11.72	0.00394	1.03	1.92	20.00
tratto A-B-C	4	Tr=500	2.36	10.60	11.69	11.69	11.74	0.00360	1.07	2.20	20.00
tratto A-B-C	3.1	Tr=5	0.64	10.10	10.65	10.65	10.93	0.00809	2.32	0.28	0.50
tratto A-B-C	3.1	Tr=10	0.83	10.10	10.75	10.75	11.08	0.00912	2.54	0.33	0.50
tratto A-B-C	3.1	Tr=15	0.97	10.10	10.82	10.82	11.19	0.00975	2.68	0.36	0.50
tratto A-B-C	3.1	Tr=25	1.15	10.10	10.91	10.91	11.32	0.01050	2.83	0.41	0.50
tratto A-B-C	3.1	Tr=50	1.31	10.10	10.99	10.99	11.43	0.0111	2.96	0.44	0.50

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 20/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

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)
								6			
tratto A-B-C	3.1	Tr=100	1.69	10.10	11.16	11.16	11.21	0.00439	1.00	1.70	20.00
tratto A-B-C	3.1	Tr=200	1.97	10.10	11.17	11.17	11.22	0.00417	1.04	1.89	20.00
tratto A-B-C	3.1	Tr=500	2.36	10.10	11.18	11.18	11.24	0.00450	1.15	2.06	20.00
tratto A-B-C	3	Tr=5	0.64	9.10	10.84		10.84	0.00001	0.18	3.48	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=10	0.83	9.10	10.86	9.36	10.86	0.00002	0.24	3.52	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=15	0.97	9.10	10.88	9.39	10.89	0.00002	0.27	3.56	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=25	1.15	9.10	10.90	9.42	10.91	0.00003	0.32	3.60	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=50	1.31	9.10	10.92	9.45	10.93	0.00003	0.36	3.65	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=100	1.69	9.10	10.96	9.52	10.97	0.00005	0.45	3.73	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=200	1.97	9.10	11.00	9.56	11.01	0.00007	0.52	3.79	2.00
tratto A-B-C	3	Tr=500	2.36	9.10	11.03	9.62	11.05	0.00009	0.61	3.85	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=5	0.64	8.50	10.84	8.72	10.84	0.00000	0.14	4.68	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=10	0.83	8.50	10.86	8.76	10.86	0.00001	0.18	4.72	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=15	0.97	8.50	10.88	8.79	10.88	0.00001	0.20	4.76	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=25	1.15	8.50	10.90	8.82	10.90	0.00001	0.24	4.80	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=50	1.31	8.50	10.92	8.85	10.92	0.00002	0.27	4.84	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=100	1.69	8.50	10.96	8.92	10.97	0.00003	0.34	4.92	2.00
tratto A-B-C	2	Tr=200	1.97	8.50	10.99	8.96	11.00	0.00004	0.40	4.98	2.00

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 21/27
--------	------------------------	------------

Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

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)
tratto A-B-C	2	Tr=500	2.36	8.50	11.02	9.02	11.03	0.00005	0.47	5.04	2.00
tratto C-D	2	Tr=5	2.05	8.50	10.76	8.97	10.77	0.00005	0.45	4.52	2.00
tratto C-D	2	Tr=10	2.70	8.50	10.80	9.07	10.81	0.00008	0.59	4.59	2.00
tratto C-D	2	Tr=15	3.12	8.50	10.82	9.13	10.84	0.00011	0.67	4.64	2.00
tratto C-D	2	Tr=25	3.73	8.50	10.86	9.21	10.89	0.00014	0.79	4.72	2.00
tratto C-D	2	Tr=50	4.23	8.50	10.89	9.27	10.93	0.00018	0.89	4.77	2.00
tratto C-D	2	Tr=100	5.47	8.50	10.96	9.41	11.02	0.00028	1.11	4.92	2.00
tratto C-D	2	Tr=200	6.38	8.50	11.01	9.51	11.09	0.00037	1.27	5.01	2.00
tratto C-D	2	Tr=500	7.62	8.50	11.07	9.64	11.19	0.00049	1.48	5.15	2.00
tratto C-D	1	Tr=5	2.05	8.40	10.75	8.87	10.76	0.00004	0.44	4.70	2.00
tratto C-D	1	Tr=10	2.70	8.40	10.78	8.97	10.80	0.00007	0.57	4.76	2.00
tratto C-D	1	Tr=15	3.12	8.40	10.80	9.03	10.82	0.00010	0.65	4.80	2.00
tratto C-D	1	Tr=25	3.73	8.40	10.83	9.11	10.86	0.00013	0.77	4.86	2.00
tratto C-D	1	Tr=50	4.23	8.40	10.85	9.17	10.89	0.00017	0.86	4.90	2.00
tratto C-D	1	Tr=100	5.47	8.40	10.90	9.31	10.96	0.00027	1.09	5.00	2.00
tratto C-D	1	Tr=200	6.38	8.40	10.93	9.41	11.01	0.00036	1.26	5.06	2.00
tratto C-D	1	Tr=500	7.62	8.40	10.97	9.54	11.08	0.00049	1.48	5.14	2.00
tratto D-E	2.00	Tr=5	2.05	9.00	9.55	9.47	9.73	0.00198	1.86	1.10	2.00

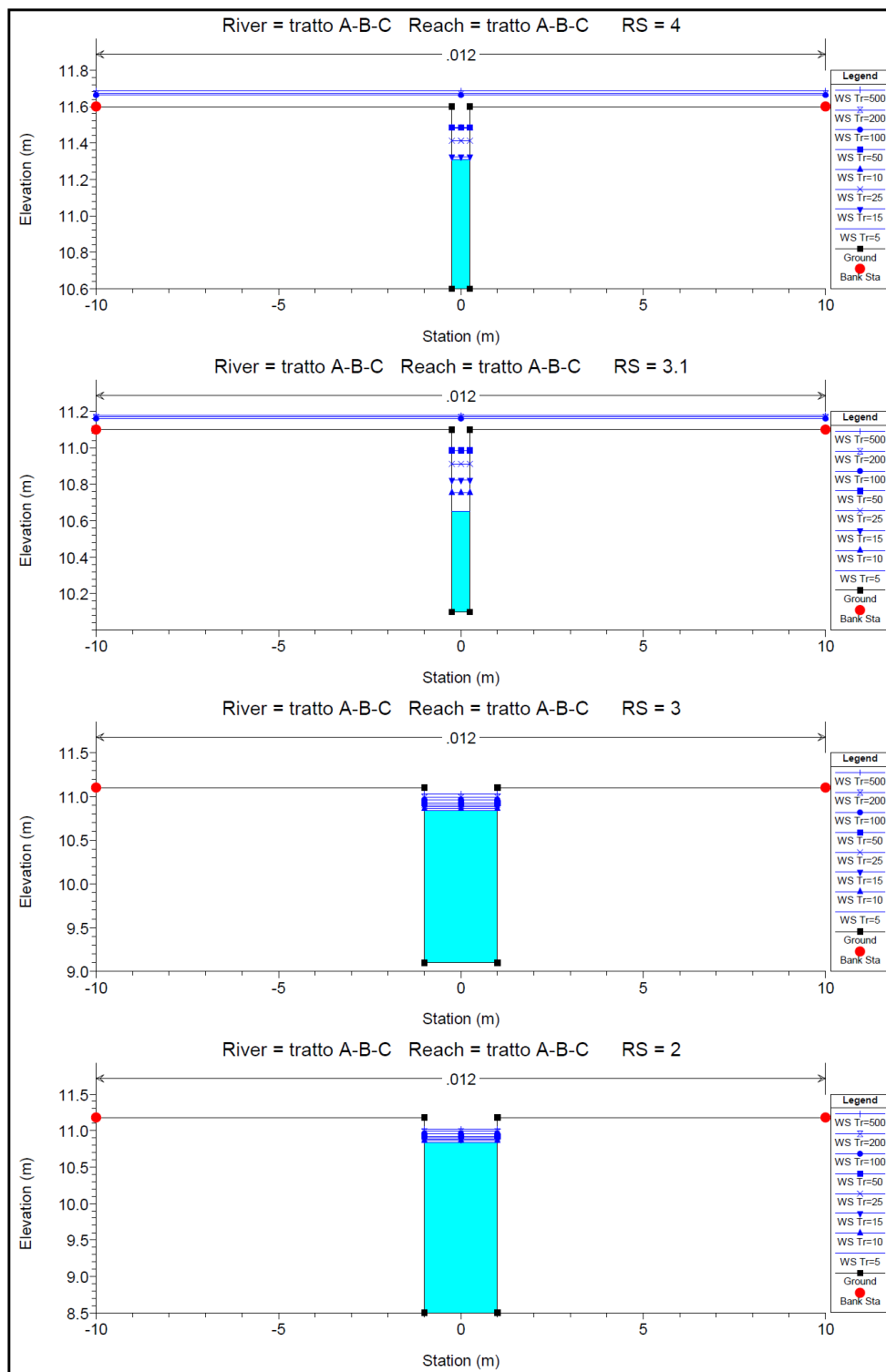
All. 1	Relazione illustrativa	pag. 22/27
--------	------------------------	------------

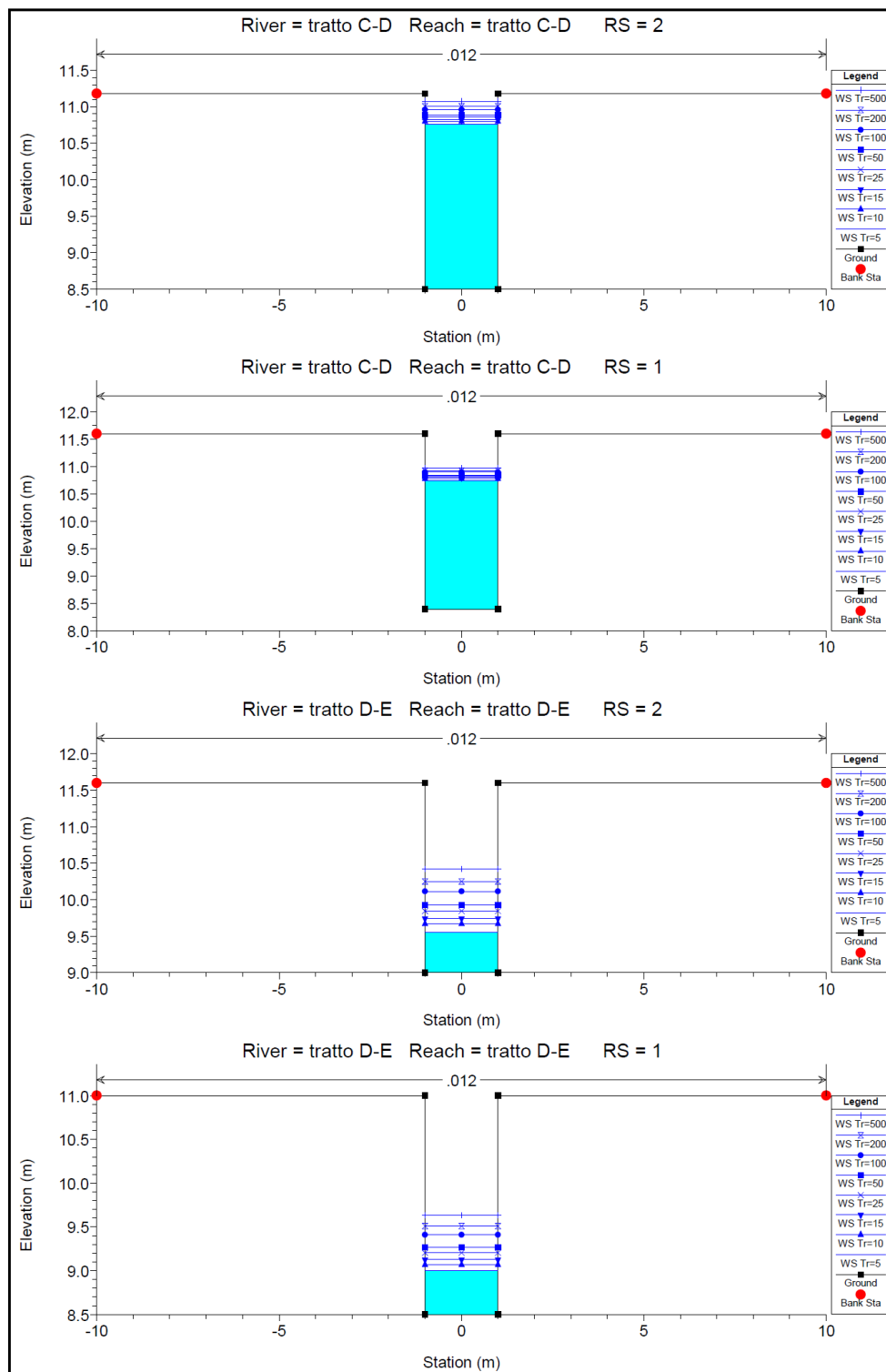
Ing. Andrea Saba	Progetto del canale di smaltimento delle acque meteoriche	Progetto definitivo
------------------	---	---------------------

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)
tratto D-E	2.00	Tr=10	2.70	9.00	9.67	9.57	9.88	0.00198	2.02	1.34	2.00
tratto D-E	2.00	Tr=15	3.12	9.00	9.74	9.63	9.97	0.00199	2.10	1.48	2.00
tratto D-E	2.00	Tr=25	3.73	9.00	9.84	9.71	10.09	0.00200	2.21	1.69	2.00
tratto D-E	2	Tr=50	4.23	9.00	9.92	9.77	10.19	0.00201	2.29	1.85	2.00
tratto D-E	2	Tr=100	5.47	9.00	10.11	9.91	10.42	0.00204	2.45	2.23	2.00
tratto D-E	2	Tr=200	6.38	9.00	10.25	10.01	10.58	0.00206	2.56	2.50	2.00
tratto D-E	2	Tr=500	7.62	9.00	10.42	10.14	10.79	0.00210	2.68	2.85	2.00
tratto D-E	1	Tr=5	2.05	8.50	9.00	8.97	9.21	0.00262	2.05	1.00	2.00
tratto D-E	1	Tr=10	2.70	8.50	9.07	9.07	9.36	0.00314	2.37	1.14	2.00
tratto D-E	1	Tr=15	3.12	8.50	9.13	9.13	9.44	0.00319	2.49	1.25	2.00
tratto D-E	1	Tr=25	3.73	8.50	9.21	9.21	9.56	0.00327	2.64	1.41	2.00
tratto D-E	1	Tr=50	4.23	8.50	9.27	9.27	9.65	0.00333	2.76	1.53	2.00
tratto D-E	1	Tr=100	5.47	8.50	9.41	9.41	9.87	0.00349	3.00	1.82	2.00
tratto D-E	1	Tr=200	6.38	8.50	9.51	9.51	10.02	0.00360	3.16	2.02	2.00
tratto D-E	1	Tr=500	7.62	8.50	9.64	9.64	10.21	0.00376	3.35	2.27	2.00

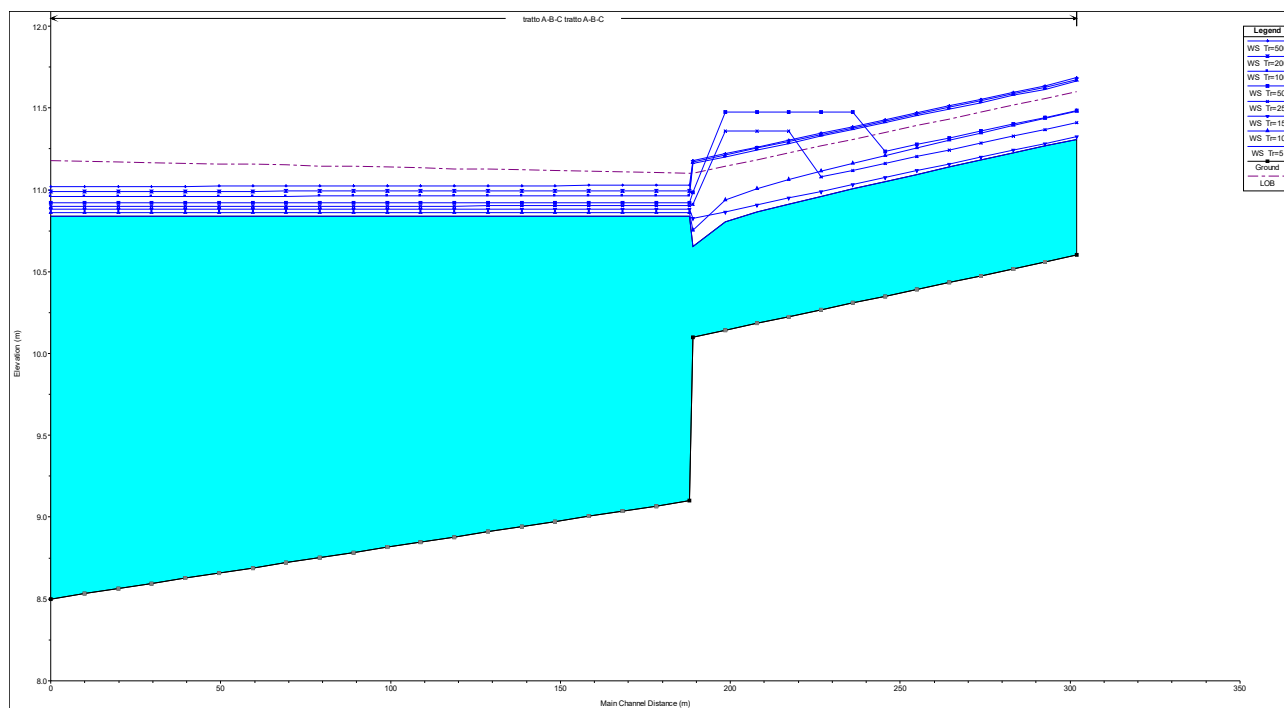
Di seguito, si riportano le sezioni di calcolo in forma grafica:

All. 1	Relazione illustrativa	pag. 23/27
--------	------------------------	------------

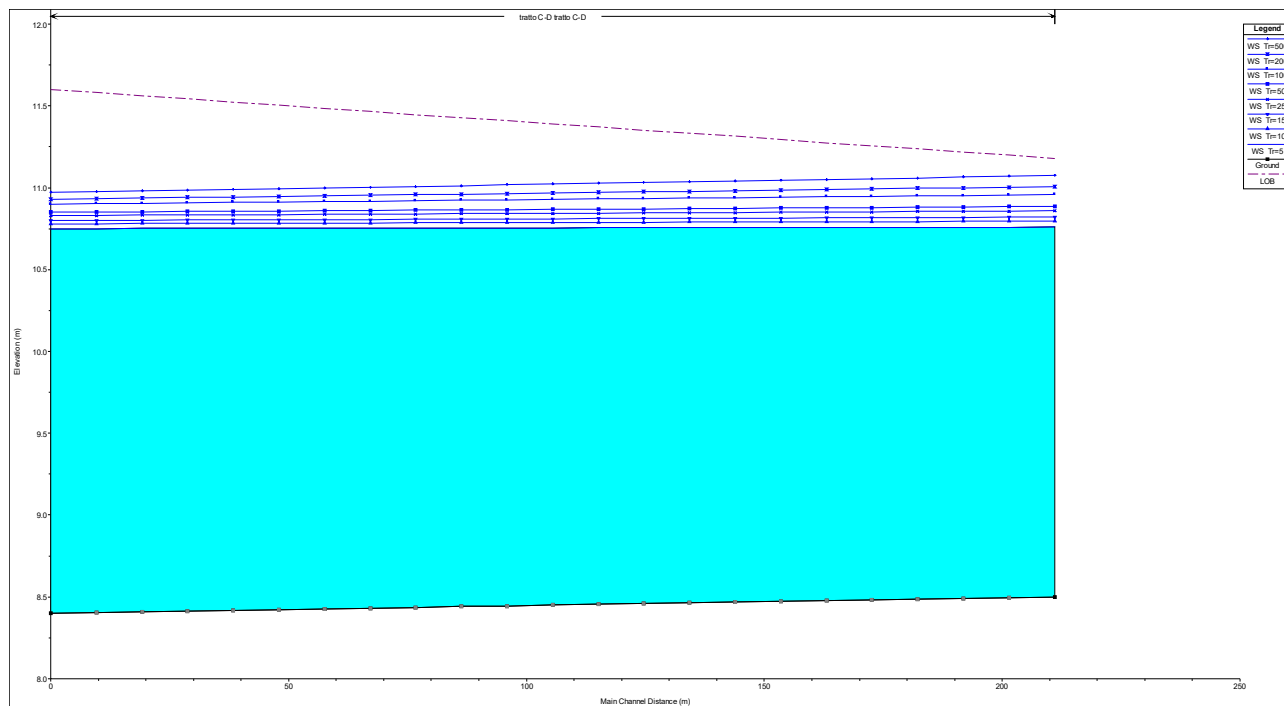




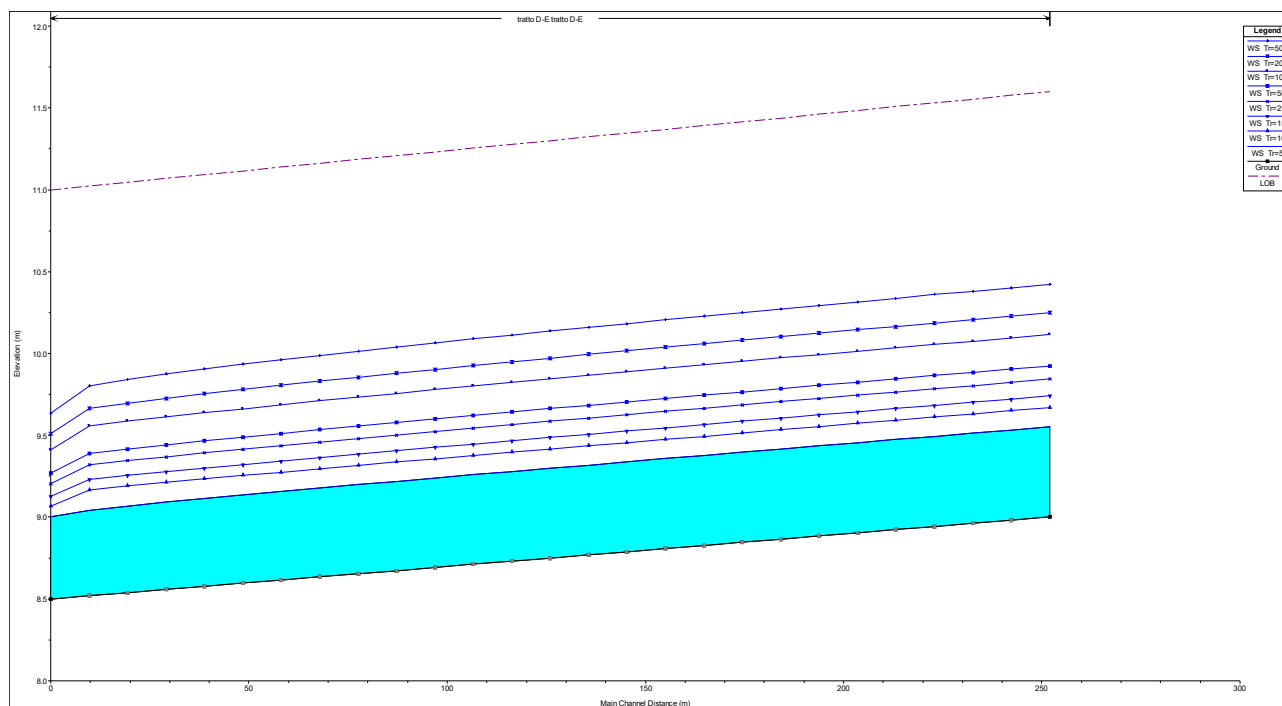
Di seguito, i profili idraulici.



Tratto A-B-C - Livelli idrici per Tr da 5 a 500 anni



Tratto C-D - Livelli idrici per Tr da 5 a 500 anni



Tratto C-D - Livelli idrici per Tr da 5 a 500 anni

5. - Considerazioni conclusive

Il sistema risulta in grado di contenere le portate meteoriche per tutti i tempi di ritorno fino a 500 anni.

Il conferimento nel Rio Su Cannoni avviene senza alcun risalto. Lo stabilimento Eurallumina si trova infatti più in alto rispetto al corso d'acqua, e il canale presenta una quota dal fondo, pari a 8.50 m s.l.m. allo sbocco, tale da non risultare mai rigurgitato dalla corrente del Rio Su Cannoni, la cui quota massima è ben inferiore alla quota delle pareti del canale.

Non risulta quindi necessario provvedere ad alcun dispositivo di regolazione per proteggere lo stabilimento dai livelli idrici nel corso d'acqua.

Si precisa, peraltro, che il Rio Su Cannoni è di fatto un reliquato, in quanto gran parte del suo bacino naturale è intercettato a monte dal Canale di Gronda, che è in grado di trasportare le portate fino a $Tr=500$ anni con rispetto dei franchi idraulici.