

COMUNE DI CARPI  
PROVINCIA DI MODENA

DENOMINAZIONE:

AMPLIAMENTO E ADEGUAMENTO FUNZIONALE  
DISTRIBUTORE E AUTOLAVAGGIO  
VIA CARLO MARX N. 160 - CARPI (MO)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO  
SISTEMA DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

TITOLO:

RELAZIONE TECNICA

DATA:

Maggio 2022

SCALA:

-

ELABORATO:

E.01

COMMITTENZA:

MODENGAS s.r.l.

PROGETTO ARCHITETTONICO:

PROGETTO SPECIALISTICO:

Ing. Andrea Artusi  
c/o SINERGIA s.r.l.  
Via Paganelli, 20 41122 Modena  
Tel 059/8752988 Fax 059/4823606  
Email info@sinergia-srl.net



Approvato				Firma
Controllato				Firma
Redatto	ING.A.ARTUSI			Firma
Collab. Proget.	ING.D.PAGANELLI	Data	05/2022	
Cod. Doc.		Scala	-	

## INDICE

<b>1</b>	<b>RETI DI FOGNATURA PER ACQUE METEORICHE</b>	<b>2</b>
1.1	Descrizione dell'intervento	2
1.2	Progetto delle reti di fognatura a servizio del lotto	5
<b>2</b>	<b>LA STRUTTURA DELLE RETI A SERVIZIO DELL'INSEDIAMENTO IN PROGETTO</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Elementi di idrologia</b>	<b>10</b>
3.1.1	Pioggie intense	10
3.1.2	Caratteristiche del bacino	13
<b>3.2</b>	<b>Dimensionamento e verifica idraulica della rete di drenaggio delle acque meteoriche</b>	<b>15</b>
3.2.1	Progettazione preliminare	15
3.2.2	Progettazione definitiva: verifica della rete tramite modello	16
3.2.3	Risultati delle simulazioni in moto vario effettuate	17
<b>3.3</b>	<b>Modalità di posa in opera e particolari costruttivi</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Volume di invaso e laminazione delle portate di origine meteorica</b>	<b>24</b>
3.4.1	Premessa	24
3.4.2	Descrizione del fenomeno della laminazione	24
3.4.3	Metodo delle sole piogge	25
3.4.4	Caratteristiche dell'invaso di laminazione	27
<b>3.5</b>	<b>Sollevamento elettromeccanico</b>	<b>28</b>
3.5.1	Volume utile di accumulo del pozzetto	28
3.5.2	Perdite di carico riferite all'esercizio della premente	29
3.5.3	Prevalenza dell'elettropompa	31
3.5.4	Caratteristiche dell'elettropompa	32
3.5.5	Accessibilità e sicurezza	32
3.5.6	Piano di manutenzione dei dispositivi di invarianza idraulica	32
<b>4</b>	<b>REPORT SIMULAZIONI IN MOTO VARIO</b>	<b>36</b>
4.1	Ietogramma tipo Chicago AIMAG SPA – TR = 20 anni durata 4 ore	36
4.3	Ietogramma tipo Rettangolare Bonifica Emilia Centrale – TR = 50anni durata 4 ore	44

# 1 RETI DI FOGNATURA PER ACQUE METEORICHE

La presente relazione tecnica ha lo scopo di inquadrare le soluzioni progettuali relative al sistema di drenaggio acque meteoriche a servizio dell'ampliamento e adeguamento funzionale di distributore e autolavaggio, ubicato nel Comune di Carpi, Provincia di Modena, avente ingresso principale da Via Carlo Marx n. 160.

## 1.1 Descrizione dell'intervento

L'area interessata dall'intervento edilizio è ubicata nel Comune di Carpi a Sud rispetto all'abitato principale, con ingresso direttamente da Via Carlo Marx nr. 160.



Figura 1: Inquadramento territoriale area di intervento.

L'area oggetto di intervento si trova in contesto di tipo urbano compreso tra aree a destinazione residenziale e artigianali, ove allo stato di fatto si riscontra la presenza di un terreno di tipo verde incolto.

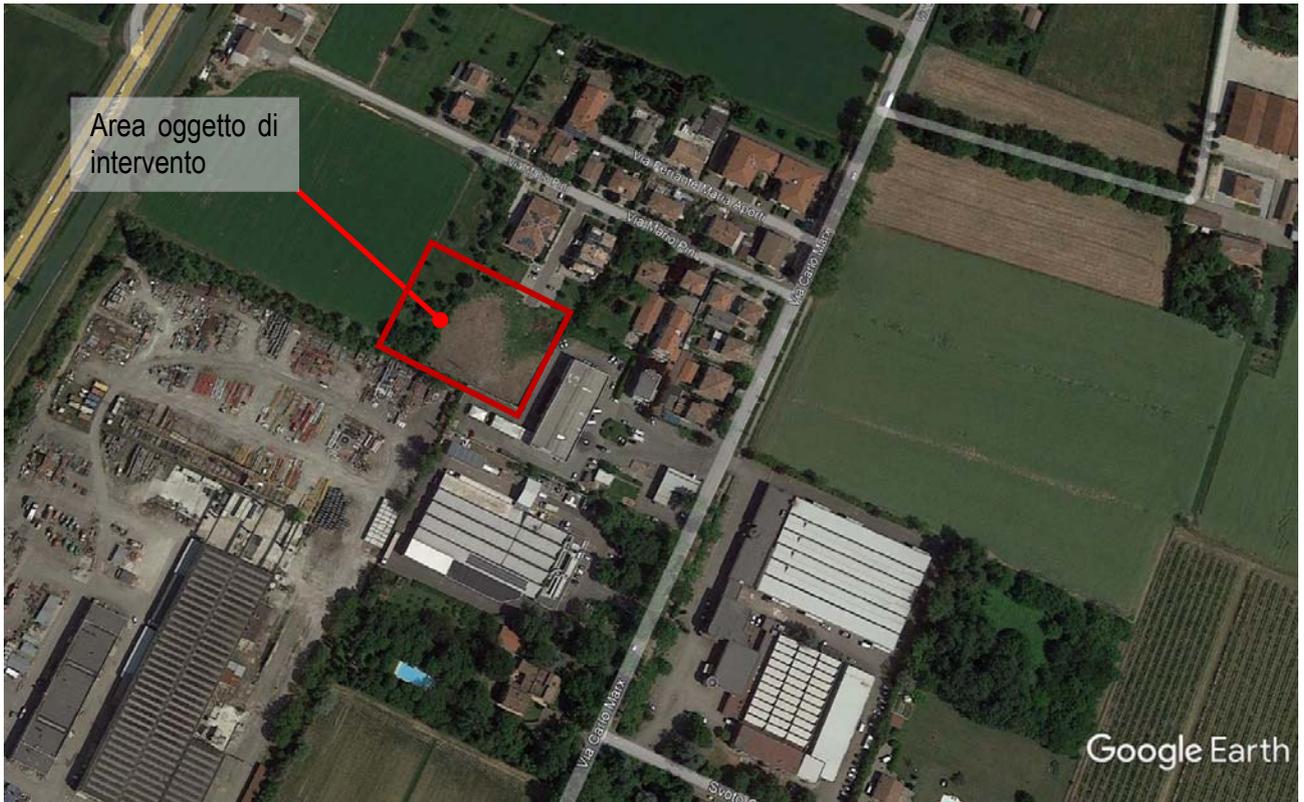
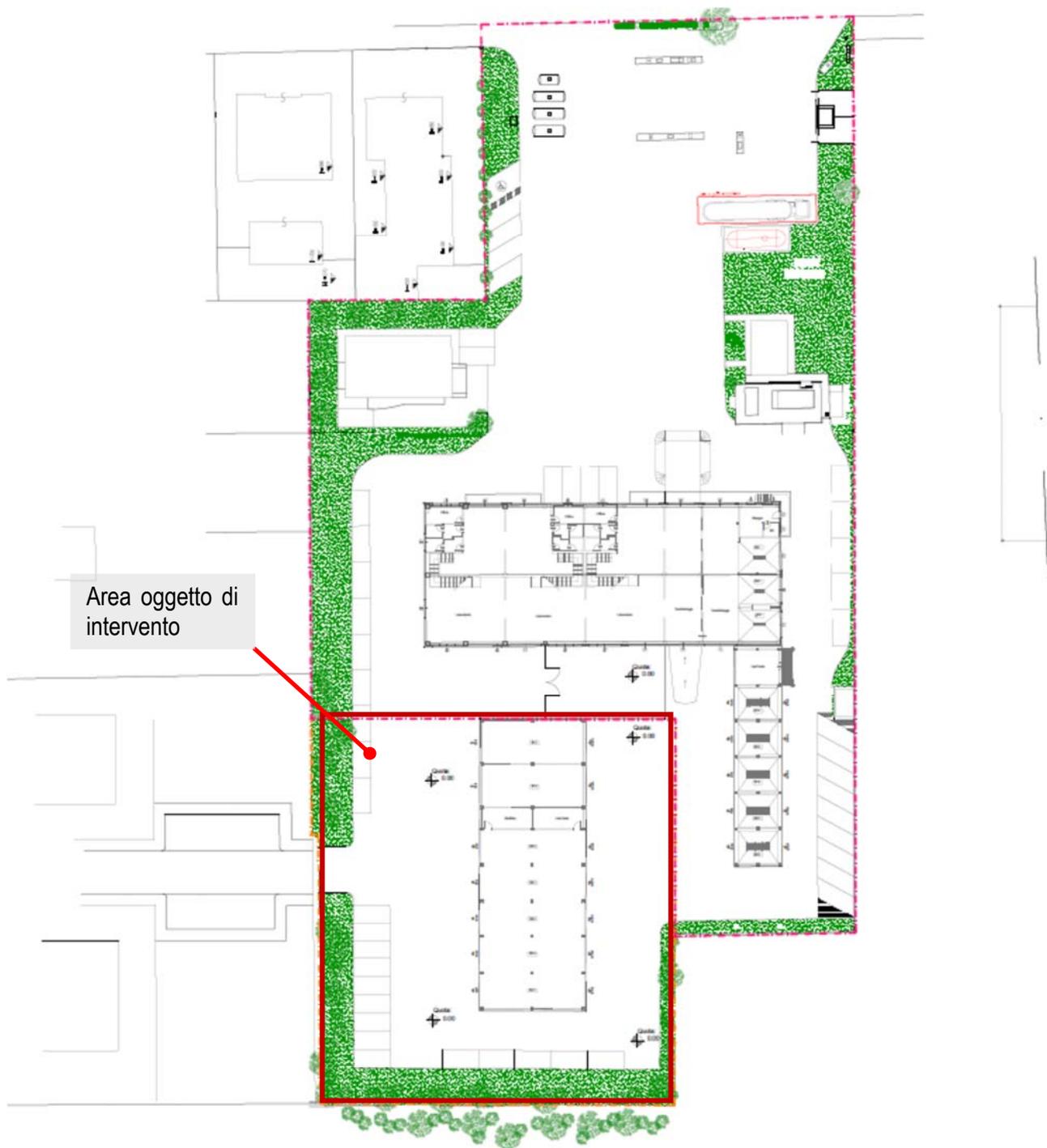


Figura 2: Inquadramento di dettaglio area di intervento.



**Figura 3: Planimetria generale dell'area – stato di progetto.**

Il presente studio è funzionale alla definizione del nuovo assetto idraulico che l'intervento architettonico con contestuale incremento delle superfici impermeabili rende necessario all'interno del perimetro del lotto.

Le acque meteoriche di copertura e piazzale saranno raccolte e laminate idraulicamente così che l'intera area di progetto possa scaricare in regime di invarianza idraulica al recapito, costituito dallo stesso sistema di drenaggio esistente a servizio dell'area del lotto già impermeabilizzata ed afferente a sua volta nel fosso tombinato in CLS DN 800 esistente in fregio al confine sud del lotto con direzione di deflusso Ovest-Est.

Il recapito è previsto come anticipato in regime di invarianza idraulica mediante un sollevamento elettromeccanico reso necessario dall'andamento planoaltimetrico del lotto stesso, nonché dalla configurazione geometriche del recapito. Detto sollevamento assumerà anche la funzione di regolatore della portata uscenti dal volume di invaso interrato appositamente realizzato.

## **1.2 Progetto delle reti di fognatura a servizio del lotto**

Vengono descritte le soluzioni progettuali relative al sistema di drenaggio delle sole acque meteoriche a servizio dell'intervento per l'ampliamento e adeguamento funzionale del distributore ed autolavaggio in seguito ad ampliamento delle aree impermeabili del lotto privato, ubicato nel Comune di Carpi, Provincia di Modena, avente ingresso principale da Via Carlo Marx n 160, tenendo conto delle problematiche legate all'idraulica del territorio e relativa sostenibilità.

Per idraulica del territorio si intende quella disciplina che si occupa del governo delle acque superficiali in relazione alle peculiarità antropiche e alle condizioni fisiche del territorio in cui si trovano a fluire.

Le soluzioni tecniche previste per le reti di drenaggio urbano del lotto in oggetto, hanno necessariamente implicato la diversificazione dei deflussi delle acque reflue di origine antropica dalle acque di origine meteorica, così che queste ultime possano essere temporaneamente invasate in un bacino di laminazione per l'accumulo dei volumi necessari al rispetto dei principi di gestione del rischio idraulico del territorio.

Il rispetto di tali principi si rende necessario in virtù delle condizioni di criticità idraulica cui può essere sottoposto il corpo ricettore delle acque miste o meteoriche esistente.

La soluzione progettuale individuata recepisce le indicazioni e prescrizioni emesse dall'Ente gestore del reticolo idrografico superficiale di recapito, nonché degli Enti preposti alla tutela sanitaria ed ambientale del territorio.

In particolare, è stato individuato il seguente recapito per le reti di drenaggio a servizio dell'area:

- acque meteoriche: reticolo di drenaggio aziendale acque meteoriche esistente a servizio delle aree già impermeabilizzate del lotto, a loro volta afferenti al fosso esistente in fregio al perimetro sud della proprietà, in regime di invarianza idraulica, tramite sollevamento elettromeccanico che assume la funzione di svuotamento del volume di invaso interrato realizzato in area privata ed al contempo di laminazione delle portate uscenti.

Lo scarico delle portate meteoriche generate dal lotto è stato previsto nel suddetto reticolo superficiale di pianura, previa laminazione dei deflussi di piena.

L'obiettivo prefissato è infatti quello di contenere gli apporti idrometrici delle aree afferenti alla rete stessa che verranno urbanizzate, nell'ottica di ottimizzare la gestione del rischio idraulico sul territorio.

Nel quadro della progettazione del lotto si è provveduto a definire e dimensionare le opere e a verificare il funzionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche applicando una metodologia di lavoro largamente consolidata in materia.

La metodologia di lavoro applicata può essere sintetizzata in alcuni steps operativi:

**definizione delle piogge critiche** mediate sul territorio oggetto dell'intervento, ottenute elaborando le serie storiche reperite negli annali idrografici delle precipitazioni intense (cioè di forte intensità e breve durata). Con questa procedura di tipo statistico si ricava una legge rappresentativa degli eventi meteorici in funzione di un "tempo di ritorno" in genere assegnato. Il tempo di ritorno esprime la probabilità statisticamente determinata che un certo evento si presenti mediamente almeno una volta nel periodo considerato;

**perimetrazione e caratterizzazione idrologica dei bacini** in cui è possibile suddividere l'area in esame, che si traduce nello studio delle condizioni dei suoli e loro comportamento nei confronti delle acque che ivi defluiscono. In linguaggio tecnico si parla di calcolo delle perdite idrologiche, interpretando la reale capacità del bacino imbrifero di trattenere (in diversi modi) una quota parte delle precipitazioni che lo investono;

*trasformazione afflussi-deflussi* utilizzando modelli matematico-idraulici tradizionali, in grado di simulare il comportamento reale del bacino oggetto di verifica; tali strumenti consentono per ogni pioggia considerata di riprodurre le portate che si producono su un bacino di date caratteristiche.

*progettazione di massima della rete* utilizzando una metodologia “sintetica” basata sull’equazione di Chezy, supponendo, cioè, il funzionamento in moto uniforme della rete di drenaggio urbano;

*verifica dell’ufficiosità idraulica dei collettori* che drenano le portate prodottesi e calcolate per ogni sottobacino oggetto di studio. A questo proposito si adotta il motore di calcolo utilizzato dal modello matematico-idraulico M.A.R.TE. DEFLUX ovvero lo Storm Water Management Model SWMM, sviluppato dall’EPA statunitense. Tale motore di calcolo rappresenta lo stato dell’arte della modellazione di reti di deflusso urbano.

La presente Relazione contiene tutti gli elementi di calcolo per la verifica delle sezioni di interesse in corrispondenza di altrettanti sottobacini in cui è stato suddiviso il lotto in progetto.

Accanto alle caratteristiche delle sezioni sono riportate anche le portate defluenti, il grado di riempimento, le velocità e tutte le altre informazioni caratteristiche della progettazione e della verifica idraulica di collettori.

La disponibilità di dette grandezze, scaturenti dalle verifiche, consentirà agli Enti gestori del reticolo di recapito di valutare e validare le soluzioni progettuali proposte e da adottare per rendere compatibile dal punto di vista idraulico le nuove opere.

La tendenza attuale degli Enti competenti alla gestione idraulica territoriale più complessiva è quella di limitare il contributo in termini di portate di origine meteorica provenienti dai comparti di nuova urbanizzazione ad un valore prossimo a quello che il terreno agricolo produce sullo stesso bacino in assenza di impermeabilizzazioni.

Si vuole evidenziare in questa sede come l’Ente competente della gestione del ricettore finale delle acque meteoriche abbia richiesto l’applicazione del “Principio di Invarianza Idraulica”, accertate le condizioni di potenziale carico idraulico cui è sottoposta le rete di recapito.

Detto principio determina, nella sostanza, l’invarianza dei coefficienti udometrici di un lotto nell’ambito delle necessarie operazioni di impermeabilizzazione conseguenti alla realizzazione delle urbanizzazioni: ci si riferisce sostanzialmente alla possibilità di realizzare volumi di invaso e laminazione di capacità adeguata per ridurre il colmo di piena da immettere nel recapito finale che nel caso specifico della presente progettazione dovrà essere “tarato” secondo un coefficiente udometrico pari a 10 l/ (s ha) di superficie territoriale per aree permeabili in condizioni ante operam.

La rete di drenaggio a servizio del lotto in ampliamento raccoglie una superficie territoriale pari a 2’637 mq complessivi costituiti principalmente dalle coperture degli edifici e dai piazzali / viabilità circostante per un totale di 2’153 mq impermeabili. I restanti 484 mq sono destinati a verde ornamentale.

Ne consegue che, nel perseguire i criteri di invarianza idraulica, le portate al colmo uscenti dovranno risultare contenute entro i 2,63 l/s massimi ammissibili con riferimento ad eventi pluviometrici con frequenza cinquantennale.

Tale valore, diviene il riferimento oltre il quale non sarà possibile scaricare dal nuovo insediamento e rappresenta un vincolo progettuale tale da imporre l’adozione di volumi di invaso variamente localizzati. Le portate meteoriche in esubero dovranno essere contenute all’interno di tali volumi.

Essi possono in generale essere ricavati in vari modi; ad esempio:

- incremento del sistema “maggiore”, ovvero l’insieme di quegli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio superficiale (depressioni superficiali, capacità di laminazione ed invaso delle superfici impermeabilizzate quali tetti, piazzali regolati da caditoie nonché rugosità del suolo) che possono essere strutturati affinché l’acqua sia trattenuta il più a lungo possibile prima che raggiunga il sistema cosiddetto “minore”;

- incremento del sistema “minore”, ovvero il complesso della rete di collettori e canalizzazioni realizzate per il trasporto delle acque; si tratta di intervenire con idonei e calibrati sovradimensionamenti delle geometrie costituenti le tubazioni così da creare un volume di invaso;
- realizzazione di vasche di laminazione di volume adeguato.

Il sottobacino di progetto costituito da coperture ed aree impermeabili pertinenziali esterne, per un totale che ammonta a 2'637 mq di superficie impermeabile avrà un sistema di laminazione di tipo a cielo aperto costituito da un volume fuori linea realizzato mediante opportuna risagomatura del terreno per la creazione di un invaso di laminazione a sviluppo lineare e sezione trapezoidale 4,10x1,10x1,50m (L=40m) e 3,50x0,50x1,50 (L=85m) per un volume di 323 mc e franco di sicurezza 20cm, volume maggiore di 800 mc/ha imp, a fronte di una portata uscente massima pari a 2,63 l/s ovvero 10 l/s ha di superficie territoriale drenata.

Si precisa che nel calcolo del volume della rete non rientra, a favore di sicurezza, il volume della rete per condotte di diametro inferiore al DN 800, né il volume dei pozzetti di ispezione.

Per tutta l'area oggetto di intervento, tali volumi saranno sufficienti a contenere eventi sino a 50 anni di tempo di ritorno.

In questa sede si vuole altresì sottolineare che, sono state adottate piogge di progetto con tempo di ritorno ventennale -ietogramma sintetico “tipo Chicago” (fonte Aimag s.p.a.)- per il dimensionamento dei collettori preposti al convogliamento delle acque meteoriche e tempo di ritorno cinquantennale -ietogramma sintetico “tipo rettangolare” di durata pari a 240 minuti (fonte Consorzio di Bonifica Emilia Centrale – Area di Media Pianura)- per la determinazione dei volumi necessari alla laminazione dell'onda di piena generata dal lotto in oggetto.

La verifica idraulica, condotta tramite simulazione numerica, sia nel caso della pioggia breve e intensa con tempo di ritorno pari a 20 anni che in quello dell'evento critico per la vasca con frequenza cinquantennale, ha messo in evidenza che la rete nel suo complesso conserva una buona capacità di deflusso delle acque meteoriche, non verificandosi fenomeni di sovraccarico delle condotte con funzionamento in pressione, né di esondazione con allagamento superficiale sia nei tratti apicali della rete in corrispondenza delle superfici drenate, che nei tratti terminali in corrispondenza del punto di immissione nel reticolo idrografico superficiale.

## 2 LA STRUTTURA DELLE RETI A SERVIZIO DELL'INSEDIAMENTO IN PROGETTO

Relativamente al drenaggio delle acque meteoriche, i circa 2'637 mq complessivi dell'area di lotto drenata, sono stati suddivisi in sottobacini idrologici afferenti ai singoli tronchi di fognatura bianca, il cui tracciato si sviluppa lungo la viabilità interna al lotto e seguendo la dislocazione delle caditoie ed i pluviali previsti per il drenaggio delle acque.

I sottobacini si avvarranno di un sistema di laminazione di tipo a cielo aperto costituito da un volume fuori linea realizzato mediante opportuna risagomatura del terreno per la creazione di un invaso di laminazione a sviluppo lineare e sezione trapezoidale 4,10x1,10x1,50m (L=40m) e 3,50x0,50x1,50 (L=85m) per un volume di 323 mc e franco di sicurezza 20cm. Considerate le condizioni plano altimetriche dell'area in oggetto e della geometria del recapito nella sistema di drenaggio aziendale esistente, il funzionamento della rete sarà tale da consentire lo svuotamento totale per mezzo di un sollevamento elettromeccanico con funzione di regolazione delle portate uscenti al valore massimo stabilito di 2,63 l/s ovvero 10 l/s ha di superficie impermeabile afferente.

Per tutta l'area oggetto di intervento, tali volumi saranno sufficienti a contenere eventi sino a 50 anni di tempo di ritorno.

E' prevista la posa in opera di condotte in PVC, conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 – SDR34, con diametri commerciali variabili dal DN 200 al DN 400 oltre a condotte in polietilene PE100 conformi a UNI EN 12201 per tratti in pressione.

Tutta la rete è prevista con funzionamento a gravità e pendenza media dell'1 per mille ad eccezione del sollevamento elettromeccanico di valle.

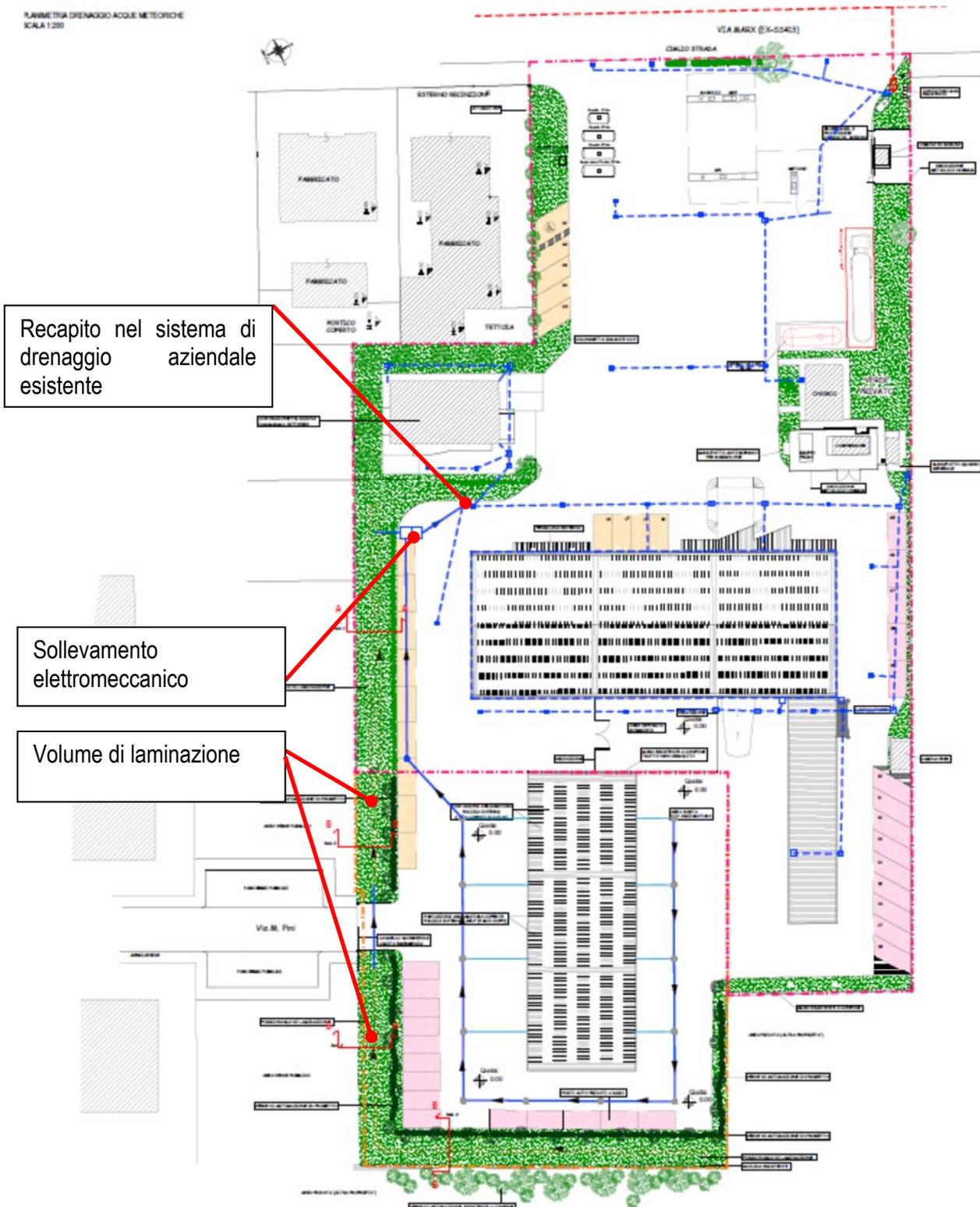


Figura 4: Planimetria generale della rete interna al lotto.

La regolazione delle portate avverrà mediante la posa di un sollevamento elettromeccanico dimensionato in modo tale da avere una portata di progetto massima pari al valore di 2,63 l/s ovvero il valore massimo scaricabile corrispondente a 10 l/s ha di superficie territoriale oggetto di trasformazione. La condotta premente in uscita dal sollevamento sarà costituita da un collettore PeAD PE100 PN 16 DN63

## 3 DEFINIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

### 3.1 Elementi di idrologia

#### 3.1.1 Piogge intense

Il bacino oggetto di impermeabilizzazione, per dimensioni e caratteristiche altimetriche è destinato ad essere messo in crisi da piogge di forte intensità e breve durata.

il tempo di corrivazione di detto bacino si determina attraverso la relazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove  $t_a$  è il *tempo di accesso alla rete* relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e  $t_r$  è il *tempo di rete*.

Il tempo di accesso  $t_a$  è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto; tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5 – 20 minuti (valori suggeriti da Centro Studi Deflussi Urbani nel Manuale di Progettazione – Sistemi di Fognatura); i valori più bassi essendo validi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggior pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Analogamente Di Fidio nel testo "Fognature" suggerisce di adottare in zone fittamente edificate un valore del tempo di accesso alla rete pari a 5 minuti mentre in zone rade e piate con pozzetti di introduzione in fognatura molto distanti valori variabili fra i 20 e i 30 minuti. Per zone mediamente edificate il valore più corrente è 15 minuti; nel caso in esame, per il calcolo della portata da scaricare a urbanizzazione realizzata, essendo il lotto caratterizzato dalla forte presenza di aree impermeabilizzate, si è adottato un tempo di accesso alla rete pari a 15 minuti.

Per quanto riguarda invece il *tempo di rete*  $t_r$  esso è calcolabile come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria in progetto. Per la velocità di percorrenza si è adottato un valore medio pari a 1 m/s; al fine dell'individuazione della lunghezza massima che l'acqua deve percorrere lungo la rete di progetto si è fatto riferimento alla geometria effettiva della rete ( $L_{max}$  pari a circa 400 m).

Nel caso specifico, adottando la formula del metodo cinematico, si ottiene:

$$T_c = \frac{L}{v} = \frac{105}{1} = 2,0 \text{ minuti circa}$$

Per semplificare lo sviluppo dei calcoli si è scelto di considerare il bacino costituente il lotto ed ai fini del dimensionamento e verifica della rete di drenaggio in progetto un **tempo di corrivazione complessivo di 30 minuti**.

Nell'analisi svolta sono state prese in considerazione le maggiori piogge di durata minore di 24 ore ovvero quelle specifiche precipitazioni che, per dimensioni e caratteristiche dell'area destinata ad ospitare le condotte per lo scolo delle acque meteoriche del sedime in oggetto sono destinate a mandare in crisi il sistema di drenaggio progettato.

In accordo con i tecnici Aimag coinvolti, per dimensionare e verificare la rete in oggetto si è ritenuto opportuno adottare un tempo di ritorno decennale con uno ietogramma sintetico "tipo Chicago" di durata pari a 4 ore, come da dati forniti (Aimag spa):

**dicembre 2019**

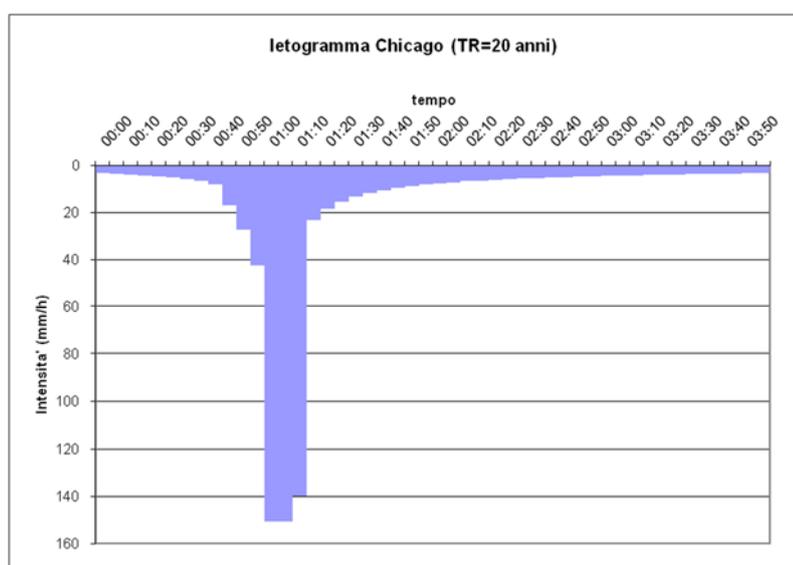
TR = 20 anni

	d ≤ 1 h	d > 1 h
a =	51,599	51,599
n =	0,401	0,182

durata [ore]	durata [min]	altezza [mm]	intensita' [mm/h]
0,08	5	19,0	228,6
0,17	10	25,2	150,9
0,25	15	29,6	118,4
0,33	20	33,2	99,6
0,50	30	39,1	78,2
0,75	45	46,0	61,3
1,00	60	51,6	51,6
2,00	120	58,5	29,3
4,00	240	66,4	16,6

Tabella 1 – Parametri della curva di possibilità climatica adottata da Aimag spa sul territorio gestito.

dicembre 2019	
	TR = 20 anni
ora	intensita' (mm/h)
00:00	3,121104
00:05	3,351188
00:10	3,622741
00:15	3,948642
00:20	4,347863
00:25	4,849641
00:30	5,50166
00:35	6,387718
00:40	7,67102
00:45	16,84887
00:50	27,13595
00:55	42,19655
01:00	150,9254
01:05	150,9254
01:10	139,8468
01:15	23,09836
01:20	18,17204
01:25	15,10562
01:30	12,99528



01:35	11,44577
01:40	10,25522
01:45	9,309148
01:50	8,537569
01:55	7,895152
02:00	7,351188
02:05	6,884094
02:10	6,478238
02:15	6,122008
02:20	5,806587
02:25	5,525157
02:30	5,272354
02:35	5,043904
02:40	4,836353
02:45	4,646877
02:50	4,473149
02:55	4,313227
03:00	4,165483
03:05	4,028535
03:10	3,901209
03:15	3,782496
03:20	3,671524
03:25	3,567538
03:30	3,469879
03:35	3,37797
03:40	3,291303
03:45	3,209427
03:50	3,131945
03:55	3,058501

**Tabella 2: Ietogramma “tipo Chicago” adottato da Aimag spa per il dimensionamento/verifica della rete.**

Tale Ietogramma è stato impiegato per il dimensionamento/verifica della rete affinché proponesse le intensità di picco proprie di un Chicago, essendo maggiormente severo rispetto ad uno Ietogramma rettangolare.

Per il dimensionamento e la verifica delle reti e del volume di invaso e laminazione, in accordo con i tecnici dell'Ente gestore delle reti e del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, sono state adottate le seguenti curve di possibilità climatica, adottando un tempo di ritorno caratteristico rispettivamente di 50 anni, per il territorio di media pianura.

Tempo di ritorno T	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	a	n	a	n	a	n
10	43.27	0.21	49.12	0.23	56.85	0.17
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

**Tabella 3: Parametri della curva di possibilità climatica adottati dal Consorzio di Bonifica Emilia Centrale.**

Supponendo quindi un tempo di pioggia di 4 ore ed uno ietogramma di tipo Chicago sono state verificate le capacità idrauliche della rete. Al contempo, supponendo la durata di pioggia pari a 240 minuti ed uno ietogramma di forma rettangolare, si sono ricercate le condizioni critiche per il dimensionamento degli invasi di laminazione, applicando la relazione che lega altezza di pioggia a durata della medesima si ottiene:

d (h)	4,00
T (anni)	50
Ietogramma	rettangolare
a	66,21
n	0.23
c.p.c.	Bonifica Emilia Centrale
h (mm)	91,07
I (mm/ora)	22,76

**Tabella 4: Definizione delle intensità di pioggia di progetto Consorzio di Bonifica Emilia Centrale.**

### 3.1.2 Caratteristiche del bacino

Di seguito vengono riportati i parametri idrologici significativi relativi al bacino oggetto di verifica, allo stato di progetto.

	Coperture e aree impermeabili esterne
Sezione	Recapito in reticolo secondario di pianura (PVC DN 200)
Sup. tot (ha)	0,2637
Imp (%)	82%
Perm (%)	18%
$\Phi_{perm}$	0.2
$\Phi_{imp}$	0.9

$\Phi$ medio	0.77
--------------	------

**Tabella 3: Parametri idrologici significativi relativi al bacino oggetto di verifica.**

Per quanto attiene la formazione dell'onda di piena, il bacino interviene attraverso il grado di permeabilità e capacità invaso delle depressioni superficiali, nonché attraverso i tempi di corrivazione.

In riferimento al primo di tali due aspetti, non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alla rete idrica superficiale: vi sono infatti fenomeni idrologici legati all'infiltrazione, all'evaporazione ed all'immagazzinamento di acque nelle depressioni superficiali che incidono sul volume d'acqua piovuta. Tali fenomeni possono essere convenientemente espressi attraverso l'impiego di un coefficiente " $\varphi$ " detto coefficiente di deflusso, il cui valore può essere compreso tra 0 e 1 ed esprime la quota parte di volume affluito durante una precipitazione che giunge effettivamente alla rete idrica superficiale senza disperdersi.

Detto coefficiente è stato stimato partendo dalle stime del rapporto tra il totale della superficie drenata (0,2637 ha) e quanto di questo verrà impermeabilizzato, giungendo così ad un valore medio  $\varphi = 0,77$  supponendo così che il 77% del piovuto sarà smaltito dal reticolo di drenaggio, mentre il restante 23% continuerà a percolare in falda freatica.

### 3.2 Dimensionamento e verifica idraulica della rete di drenaggio delle acque meteoriche

L'approccio metodologico seguito ha portato a dimensionare la rete di drenaggio in via preliminare e a verificarne successivamente l'efficienza, in moto vario, mediante la simulazione numerica.

In seguito ai risultati della simulazione si è andati a rettificare i parametri idraulici caratteristici delle condotte supposte in esercizio verificandone la perfetta efficienza (grado di riempimento massimo < 80%) a fronte di un evento pluviometrico sintetico di frequenza ventennale e che nessuna parte di rete funzionasse in pressione per lunghe fasi scongiurando esondazioni sul piano stradale in progetto a fronte di un evento pluviometrico sintetico di frequenza ventennale.

#### 3.2.1 Progettazione preliminare

Al fine di procedere ad un dimensionamento delle condotte di drenaggio delle acque meteoriche si è ipotizzato di voler assicurare condizioni di esercizio in moto uniforme e funzionamento non rigurgitato delle condotte stesse.

La scelta dei diametri delle tubazioni in funzione della scabrezza del materiale impiegato, della pendenza imposta, delle portate massime da smaltire determinate in precedenza e quindi del grado di riempimento, è stata effettuata sfruttando la formula inversa dell'equazione di Chezy:

$$Q = XA\sqrt{Ri}$$

con:

A = area della sezione occupata dall'acqua;

R = A/B Raggio idraulico;

B = Contorno bagnato;

i = pendenza di fondo;

X =  $K_s (R^{1/6})$  coefficiente di scabrezza;

$K_s$  = coefficiente di Gaukler-Strickler.

L'individuazione delle portate bianche defluenti da ciascun sottobacino è stata stimata, in questa prima fase, con il metodo cinematico, partendo dai dati pluviometrici e supponendo ciascun sottobacino come un "serbatoio" a se stante con una propria superficie, un proprio coefficiente di afflusso e un tempo di corrivazione caratteristico.

Stabiliti i fattori di cui sopra, si è applicato il metodo cinematico, e si è determinata la quota parte di portata chiara critica che ciascun i-esimo sottobacino dell'area analizzata convoglierà in rete:

$$Q_i = \varphi_i i_i A_i$$

dove:

$\varphi_i$  = coefficiente di afflusso;

$i_i = dh/dt = a n T^{(-1)}$  intensità di pioggia critica per l'i-esimo sottobacino [mm/h];

a,n = parametri della curva di possibilità climatica

$A_i$  = superficie scolante dell'i-esimo sottobacino [mq].

### 3.2.2 Progettazione definitiva: verifica della rete tramite modello

Il sistema di drenaggio a servizio dell'urbanizzazione in analisi dimensionato preliminarmente è stato verificato mediante l'utilizzo del modulo *DEFLUX* del pacchetto applicativo *M.A.R.TE.*

Il motore di calcolo utilizzato da *M.A.R.TE. DEFLUX*, ovvero lo *Storm Water Management Model (SWMM)* sviluppato dall'EPA statunitense, rappresenta lo stato dell'arte della modellazione di reti di deflusso urbano.

E' possibile lanciare simulazioni di diverso tipo: a "evento singolo" o "in continuo", andando cioè a simulare per poche ore o per molti giorni eventi critici di pioggia che vanno a sollecitare il bacino imbrifero in cui è presente una rete di drenaggio.

Il modello può essere quindi utilizzato tanto per la progettazione quanto per la verifica e gestione delle reti di fognatura (bianche, nere e miste).

*SWMM* è sostanzialmente basato su una struttura modulare in grado di rispondere alle diverse esigenze progettuali; in particolare, nella versione implementata in *M.A.R.TE. DEFLUX* sono stati interfacciati i moduli *Runoff* ed *Extran* di tale progetto, poiché rappresentano quelli di maggiore interesse per le applicazioni ingegneristiche.

In linea generale *SWMM* è stato concepito per modellare in termini qualitativi e quantitativi tutti i processi che si innescano nel ciclo idrologico urbano, fornendo una puntuale fotografia del comportamento della rete elemento per elemento nonché nel suo complesso ad ogni istante della modellazione simulata.

Le diverse categorie di dati di input in *M.A.R.TE. DEFLUX* possono essere così riassunte in maniera generale:

- 1) Dati meteorologici: precipitazione (intensità in mm/h o valore della precipitazione in mm);
- 2) Dati dei sottobacini: area, percentuale di impermeabilità, pendenza del terreno, volumi specifici di accumulo e coefficienti di Manning per area permeabile ed impermeabile; parametri riferiti alla legge di infiltrazione prescelta (Horton o Green Ampt);
- 3) Dati dei condotti: tipo di sezione, quote di monte e valle, lunghezza, scabrezza;
- 4) Dati dei nodi: quote terreno e fondo, eventuale portata entrante (nera), caratterizzazione del nodo. Ogni nodo può essere generico, di recapito o di accumulo. I nodi generici rappresentano i semplici pozzetti, i nodi di accumulo richiedono la quota del cielo e la superficie di accumulo mentre i nodi di recapito richiedono la condizione di sbocco (libero o non libero ad una certa quota);
- 5) Dati delle pompe: curva caratteristica a tre punti, livello iniziale nel nodo di partenza, livelli di attacco e stacco;
- 6) Dati degli scaricatori di piena: tipo (sfioro laterale o salto di fondo), sezione, coefficiente di efflusso.

Tali impostazioni sono state implementate per la simulazione della rete del nuovo insediamento in progetto.

I risultati numerici nodo per nodo e ramo per ramo vengono riportati nelle tabelle allegate relative alle simulazioni effettuate con le precipitazioni di progetto ritenute significative nel dimensionamento di collettori e volume di laminazione.

L'allegato alla relazione presenta anche il riassunto dei valori idrologici per ogni singolo sottobacino costituente l'area modellizzata, nonché le verifiche di continuità sui volumi in gioco.

ella medesima appendice si evince come il sistema di drenaggio in progetto, sottoposto alle precipitazioni sintetiche di cui sopra – con TR ventennale/venticinquennale –, mantiene una piena officiosità; i tratti apicali della rete non presentano fenomeni di esondazione superficiale, così come i tratti finali.

In entrambi i casi l'usura delle condotte non desta preoccupazione contenendo, in tutti i casi analizzati, le velocità di deflusso al disotto dei 2 m/s.

Relativamente ai nodi della rete delle acque meteoriche, le simulazioni in moto vario effettuate hanno evidenziato assenza di esondazioni superficiali in concomitanza del transito dell'onda di piena.

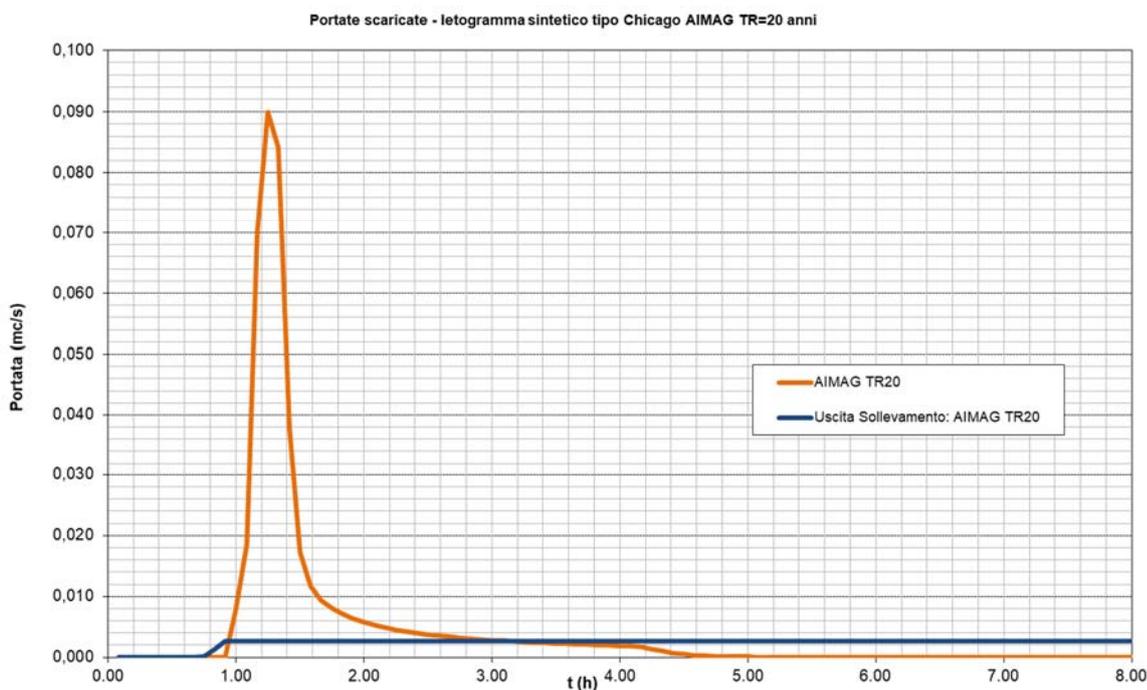
### 3.2.3 Risultati delle simulazioni in moto vario effettuate

Vengono riportati in forma grafica i risultati più significativi delle simulazioni idrauliche in moto vario effettuate.

Gli scenari considerati al fine di pervenire alle verifiche più gravose sia sulla rete (evento di pioggia breve e intenso) che sul volume di laminazione (evento lungo) sono i seguenti:

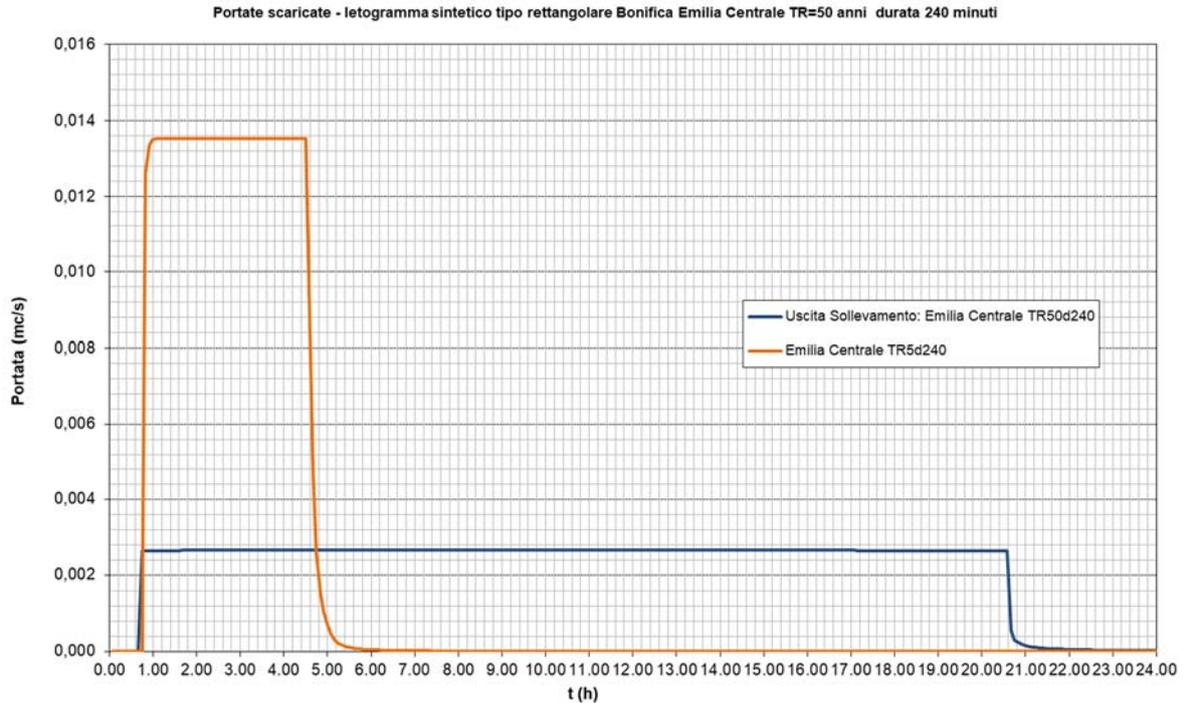
- Simulazione Ietogramma rettangolare con  $Tr = 20$  anni; c.p.c. Chicago AIMAG SPA
- Simulazione Ietogramma rettangolare con  $Tr = 50$  anni e durata 240 minuti; c.p.c. Bonifica Emilia Centrale Territori di Media Pianura

In tutti i casi le portate al colmo da smaltire sono compatibili con le capacità idrauliche delle condotte in partenza dal pozzetto; i livelli idrici calcolati sono graficati con scala delle ordinate rappresentante la quota assoluta in m s.l.m.; i minimi franchi verificati sono dell'ordine dei 120 cm rispetto al piano della viabilità del lotto di progetto (+0.00 m).



**Grafico 1: Idrogrammi di piena caratteristici del lotto in esame calcolati in corrispondenza dell'immissione nel recapito (nodo 15) in assenza/presenza di regolazione della portata e vasca di laminazione – Ietogramma Chicago TR20 AIMAG SPA.**

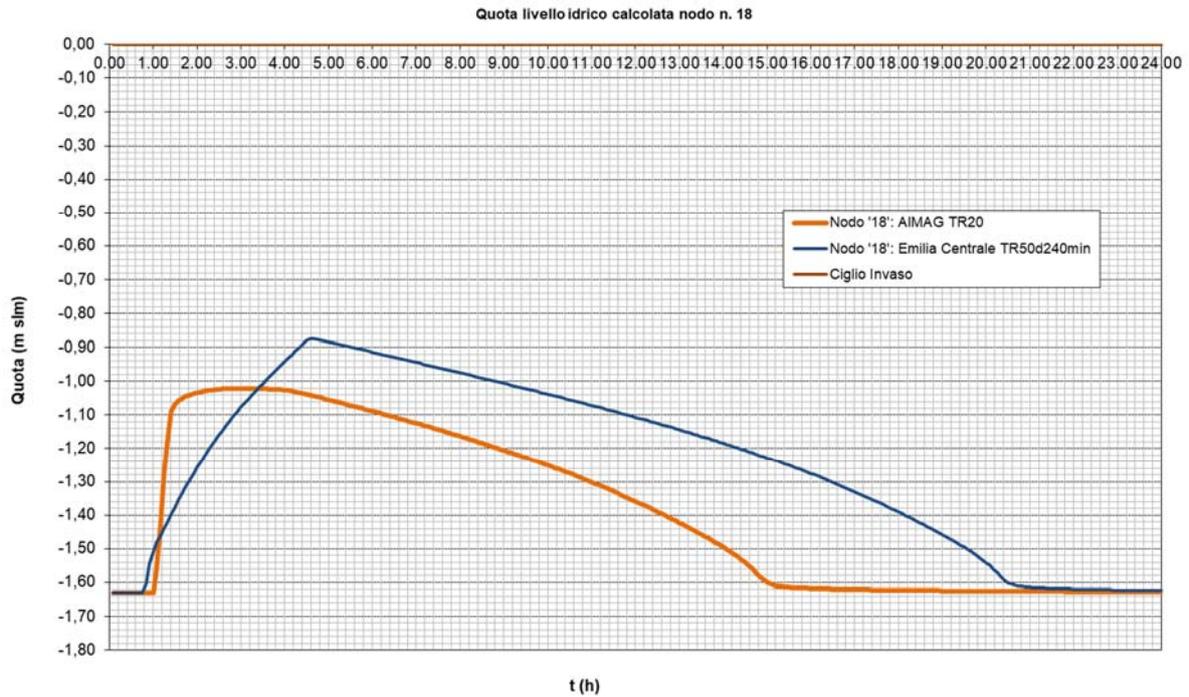
Risulta evidente come le portate generate dal lotto in assenza di regolazione con bocca tarata e laminazione raggiungano al colmo di piena valori dell'ordine dei 90 l/s (idrogramma di colore arancione), mentre tendano a stabilirsi intorno ai 2,6 l/s introducendo regolazione ed invaso interrato di laminazione in conseguenza del funzionamento "a bocca tarata" del sollevamento di regolazione delle portate (idrogramma di blu); l'aliquota di portata eccedente, valutabile eseguendo l'integrale della differenza tra gli idrogrammi, viene contenuta all'interno del volume di laminazione a cielo aperto a servizio del lotto.



**Gráfico 2: Idrogrammi di piena caratteristici del lotto in esame calcolati in corrispondenza dell'immissione nel recapito (nodo 15) in assenza/presenza di regolazione della portata e vasca di laminazione – Ietogramma rettangolare Bonifica Emilia Centrale TR = 50 anni durata 240 minuti.**

Risulta evidente come le portate generate dal lotto in assenza di regolazione con bocca tarata e laminazione raggiungano al colmo di piena valori dell'ordine dei 13 l/s, mentre tendano a stabilirsi attorno al valore massimo di 2,6 l/s introducendo regolazione e vaso interrato in conseguenza del funzionamento "a bocca tarata" del sollevamento di regolazione delle portate, l'aliquota di portata eccedente, valutabile eseguendo l'integrale della differenza tra gli idrogrammi, viene contenuta all'interno del volume di laminazione a servizio del lotto.

Nei grafici sotto riportati vengono evidenziati i livelli idrometrici che vengono a formarsi all'interno dell'invaso di laminazione interrato.



**Grafico 3: Livelli idrometrici in rete.**

Si nota come nel caso di precipitazione TR 50 descritta dall'idrogramma rettangolare Bonifica Emilia Centrale si mantenga per il sottobacino drenato un franco di sicurezza pari a circa 80 cm nei confronti del piano della viabilità del lotto (+0,00 m).

### 3.3 Modalità di posa in opera e particolari costruttivi

I tubi in PVC saranno conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 – SDR34 diametro esterno compreso tra 160 e 315 mm, mentre le condotte in Polietilene ad alta densità saranno conformi a UNI EN 12201 tipo PE100 nel diametro DN 63 per condotte in pressione. Le condotte in PVC/PeAD verranno posate come da tavola dei particolari costruttivi allegata: è previsto letto di 20 cm di spessore, rinfiando e ricoprimento con pietrischetto di frantoio 3/9, ben costipato fino a 20 cm al di sopra dell'estradosso superiore della tubazione; la restante parte del ricoprimento è prevista in terreno di riporto dello scavo se in area verde o con inerte naturale misto granulometricamente stabilizzato o misto cementato su sede stradale; nel caso lo spessore complessivo dello strato di ricoprimento sottostante i percorsi carrabili sia inferiore ad 85 cm, dovrà essere interposta sotto la pavimentazione stradale soletta di cls armata di ripartizione dei carichi; in alternativa le tubazioni potranno essere rinfiancate con CLS RCK 250 da fondazione o direttamente sostituite da condotte in CLS.

Le condotte in calcestruzzo di sezione rettangolare di dimensioni interne 60x100cm sono previste del tipo prefabbricate autoportanti in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, trattate internamente con vernici epossibituminose, giunzione a bicchiere e guarnizione di tenuta incorporata nel giunto conformi alle norme UNI EN 1916/2004.

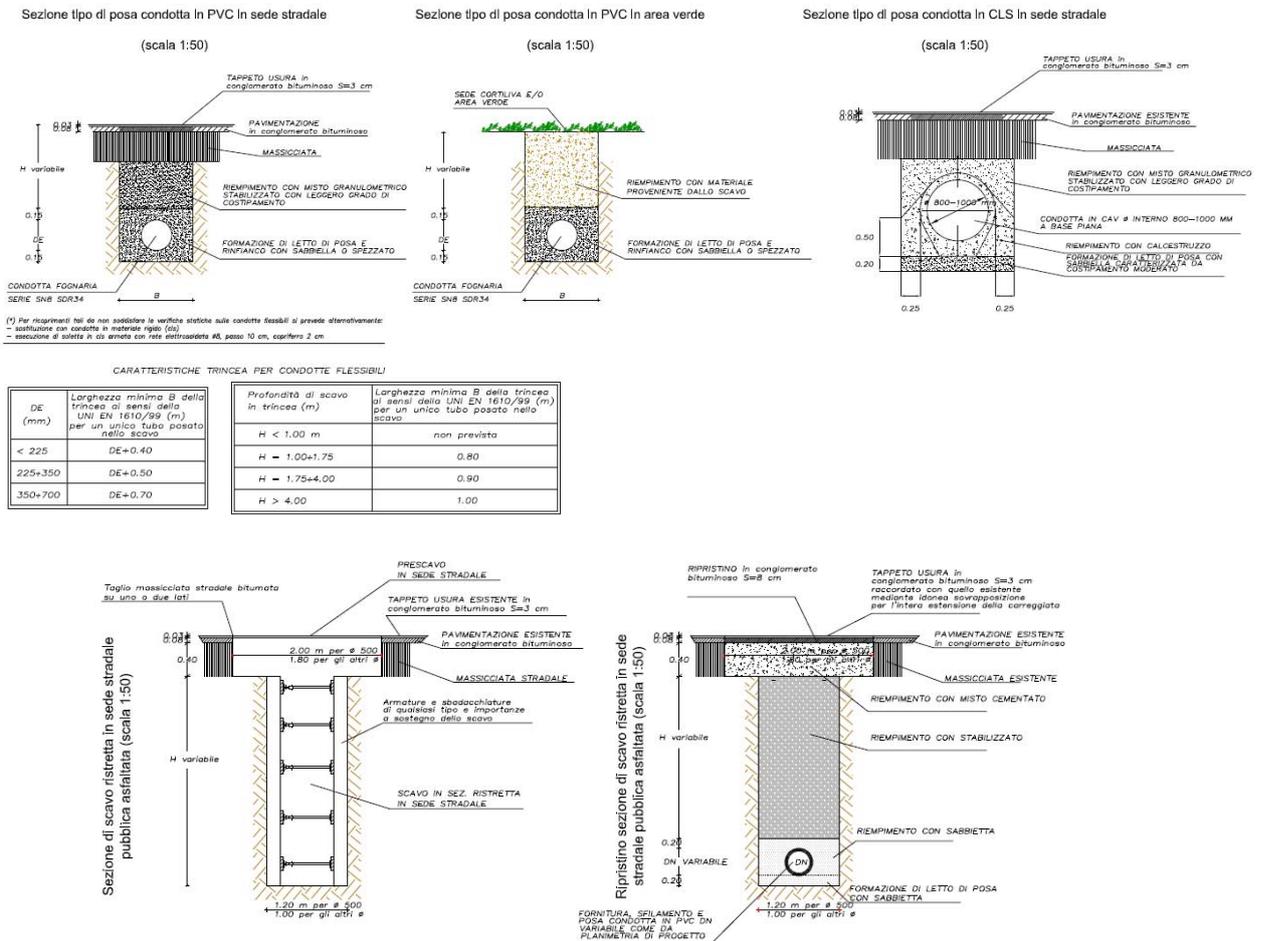


Figura 5: Sezioni tipiche di posa delle tubazioni adottate in progetto.

I pozzetti di raccordo e ispezione sono stati predisposti con distanze coerenti alle attività di lavaggio e ispezione, nonché in funzione delle dimensioni trasversali delle aree impermeabilizzate da drenare.

Tali pozzetti devono essere posati a regola d'arte, previo consolidamento del terreno di supporto e previa gettata di congruo spessore di cemento magro di sottofondazione; le operazioni di consolidamento si rendono necessarie per evitare eventuali sfondamenti dovuti al traffico veicolare.

Detti pozzetti si intendono tutti di forma quadrata, del tipo prefabbricato in calcestruzzo vibrato, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, ispezionabile, e quindi delle dimensioni interne:

- 60x60 cm in corrispondenza di tutte le condotte di diametro minore a 315 mm (pozzetti di utenza / allacciamenti);
- 80x80 cm in corrispondenza di tutte le condotte di diametro maggiore uguale a 315 mm minore a 500 mm;
- 100x100 cm in corrispondenza dei collettori DN 500 e 630 mm;

Tutti i pozzetti sopra citati sono previsti con fondo idraulicamente sagomato in opera con calotta tubo e getto in cls.

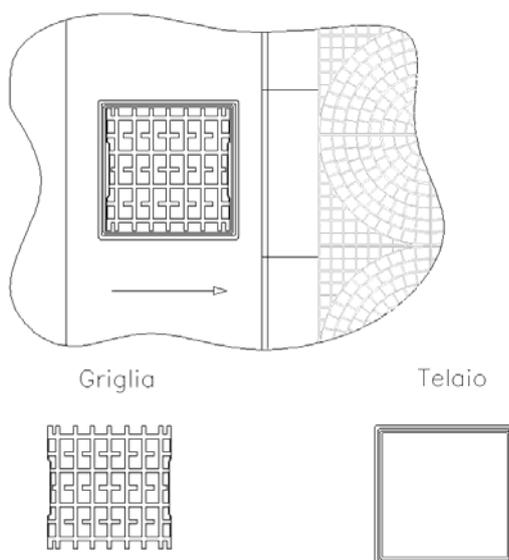
La predisposizione di eventuali organi idraulici di tipo meccanico (limitatori di portata, valvole di tipo clapet ecc.) potrebbe rendere necessaria la predisposizione di uno o più pozzetti di dimensioni diverse rispetto a quelle sopra citate.

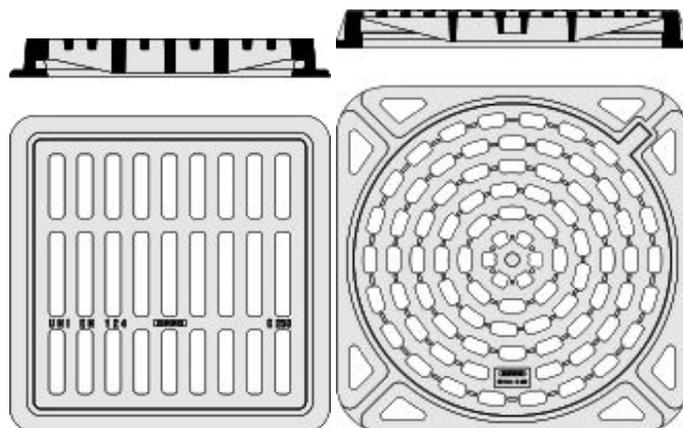
I chiusini dei pozzetti di allaccio e di ispezione è previsto siano di regola in ghisa sferoidale di classe D400 (UNI EN124) ad esclusione di zone o punti dove tali classi sono inadeguate od eccessive in rapporto all'entità e alle caratteristiche dei carichi a cui sono, o possono essere, sottoposti.

La raccolta delle acque meteoriche sarà effettuata con griglie asolate rialzabili in ghisa sferoidale, classe di appartenenza non inferiore a C250, secondo la Norma EN 124, forza di controllo > 250 kN e telaio di dimensioni interne almeno 400 x 400 mm. In conformità con quanto consigliato dai principali costruttori, dovrà essere prevista la posa di una caditoia ogni 150 mq max di superficie stradale.

In corrispondenza della viabilità si ritiene opportuno adottare griglie in ghisa sferoidale di classe D400 Dn 600 con telaio ottagonale o con telaio circolare di diametro pari a 850 mm.

Particolari griglie piane in ghisa sferoidale  
(waterway W>700 cmq)



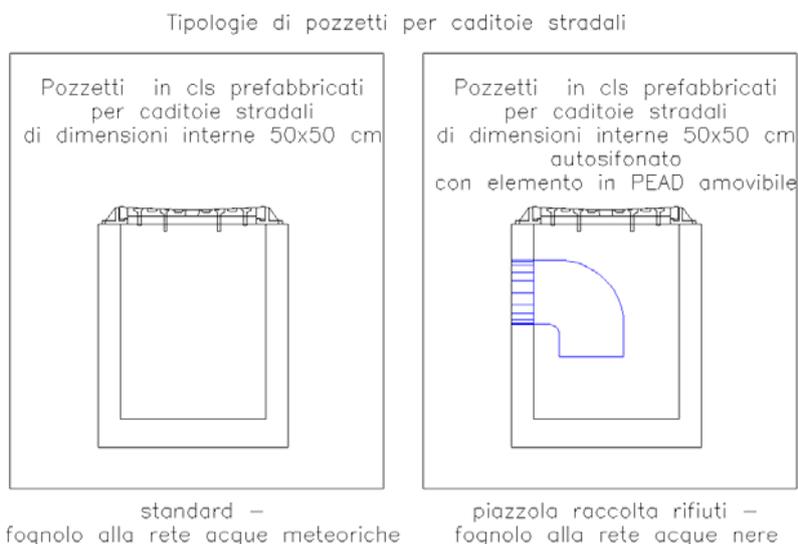


**Figura 6: Tipologie di griglie di possibile adozione UNI EN 124 (waterway>700cmq).**

Il pozzetto della caditoia si intende del tipo in cls prefabbricato di dimensioni interne 50x50 cm, privo di vaschetta di raccolta.

La tipologia standard, collegata dal fognolo alla rete acque meteoriche, non prevede sifone; la tipologia da adottarsi per piazzole di raccolta rifiuti, collegata dal fognolo alla rete acque nere, è dotata di sifone incorporato, in particolare il sifone sarà costituito da dispositivo amovibile interno al pozzetto di raccolta.

L'immissione dell'acqua raccolta dalla caditoia nella dorsale portante verrà realizzata con fognoli di diametro non inferiore a 160 mm, posti in esercizio con pendenza almeno pari all'1% (uno per cento), che si innesteranno direttamente ai pozzetti, mantenendo in tal modo l'integrità della dorsale stessa e le relative caratteristiche di tenuta idraulica.



**Figura 7: Tipologia di pozzetto autosifonato in polietilene di possibile adozione.**

Qualora il fognolo proveniente dalla caditoia non recapiti in un pozzetto ispezionabile si procederà secondo una delle seguenti possibilità:

- ⊃ predisposizione di opportuna braga di derivazione sulla condotta portante (vedi figura seguente);

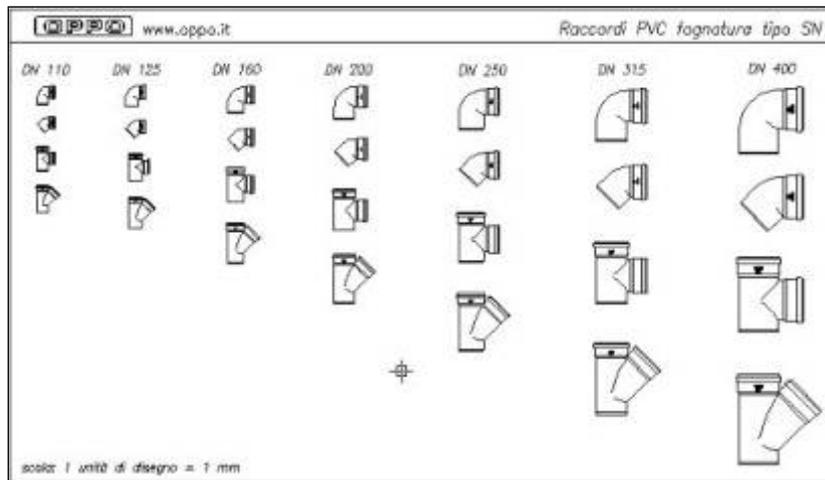


Figura 8: Raccordi per fognature in PVC.

- = carotaggio della condotta portante e predisposizione di opportuna guarnizione con innesti (vedi figure seguenti);

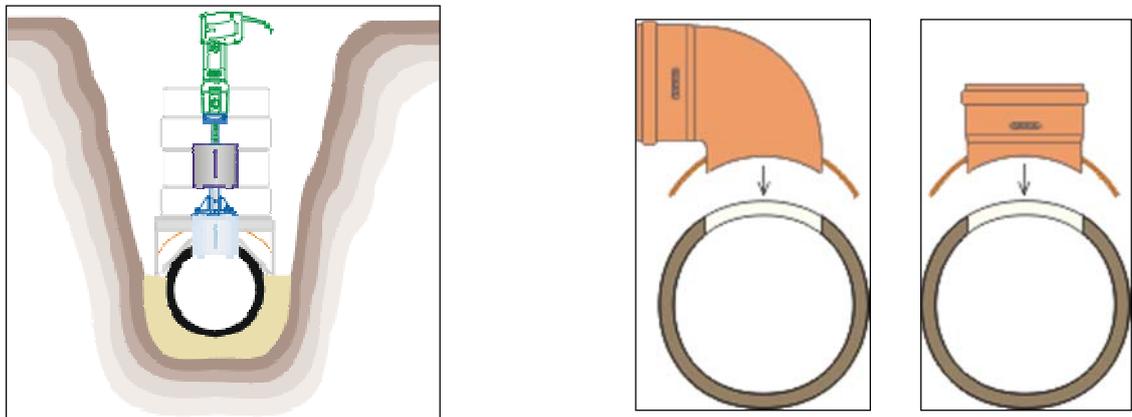


Figura 9: Carotatrice verticale per tubazioni / Innesto curvo e dritto.

- = predisposizione di pozzetto cieco (non ispezionabile superficialmente) di congrue dimensioni in funzione del diametro della condotta portante.

A ciascuna caditoia dovranno competere circa 5-6 l/s di portata massima da convogliare alle dorsali di drenaggio, perfettamente compatibile con il funzionamento a bocca piena del fognolo previsto in esercizio.

### 3.4 Volume di invaso e laminazione delle portate di origine meteorica

#### 3.4.1 Premessa

Viene qui definito il volume da adibire alla laminazione delle portate meteoriche che, a seguito di realizzazione dell'intervento edilizio in oggetto, risulteranno essere convogliate in acque superficiali.

Alla luce della portata massima scaricabile e della massima in arrivo calcolata risulta necessario prevedere un volume di invaso di dimensione idonea, localizzato a monte del recapito nella rete acque meteoriche aziendale esistente, funzionale allo stoccaggio del volume di acqua in esubero ed al rilascio in tempi più lunghi di quello dell'evento di precipitazione con tempo di ritorno pari a 50 anni, in riferimento al regime idrologico delle precipitazioni sul territorio.

Il sottobacino drenato costituito dalle coperture dei fabbricati e dai piazzali impermeabili in ampliamento che ammontano complessivamente a 2'637 mq di superficie di cui 2'153 mq impermeabili, si avvarrà di un sistema di laminazione di tipo a cielo aperto costituito da un volume fuori linea realizzato mediante opportuna risagomatura del terreno per la creazione di un invaso di laminazione a sviluppo lineare e sezione trapezoidale 4,10x1,10x1,50m (L=40m) e 3,50x0,50x1,50 (L=85m) per un volume di 323 mc per franco di sicurezza 20cm.

Tale volume sarà ubicato in area privata in area verde perimetrale rispetto al lotto.

Si precisa che nel calcolo del volume non rientra il volume delle condotte di rete inferiori al diametro 800 mm oltre che dei pozzetti di ispezione presenti sulla stessa.

Il funzionamento del sistema di drenaggio è previsto interamente a gravità tranne per il sollevamento elettromeccanico di valle con funzione di regolatore delle portate uscenti.

Per tutta l'area oggetto di intervento, tale volume sarà sufficiente a contenere eventi sino a 50 anni di tempo di ritorno.

Indicazioni in merito ai criteri seguiti e ai calcoli effettuati per il dimensionamento di tale volume sono riportate nel paragrafo successivo.

#### 3.4.2 Descrizione del fenomeno della laminazione

Il progetto di una vasca volano è in generale legato alla determinazione della capacità di invaso  $W_m$  in funzione della portata massima accettabile all'uscita  $Q_{umax}$  atta a contenere l'evento meteorico critico di assegnato tempo di ritorno.

Le equazioni che permettono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una vasca volano sono tre:

l'equazione differenziale di continuità della vasca:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

in cui

$Q_e(t)$  è la portata in ingresso alla vasca al generico istante  $t$ ; essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;

$Q_u(t)$  è la portata in uscita dalla vasca; essa dipende dal tipo di scarico che regola l'uscita dalla vasca;

$W(t)$  è il volume invasato nella vasca all'istante  $t$ .

la relazione funzionale tra il volume invasato e il livello idrico  $h$  nell'invaso:

$$W(t) = W(h(t))$$

che dipende esclusivamente dalla geometria della vasca.

la legge d'efflusso che governa l'uscita dalla vasca:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

che dipende dal dispositivo idraulico che si utilizza per regolare la portata in uscita.

Nell'integrazione dell'equazione differenziale di continuità della vasca sono incognite le funzioni  $Q_u(t)$ ,  $W(t)$  o  $h(t)$  in quanto è nota, per precedenti calcoli, l'onda di piena in ingresso alla vasca  $Q_e(t)$ .

La progettazione delle vasche di laminazione si fonda sulla determinazione del volume d'invaso  $W^*$  che consente di ridurre, con la minima capacità di invaso, la portata al colmo dell'evento critico di progetto di assegnato tempo di ritorno  $T_R$ .

Note la portata entrante  $Q_e(t)$  e la portata massima  $Q_{u\ max}$  che la rete di fognatura a valle della vasca è in grado di convogliare e definite la geometria della vasca e le caratteristiche dei dispositivi di scarico, ipotizzando che nell'intervallo di tempo  $(t_1, t_2)$ , durante il quale la portata in ingresso  $Q_e(t)$  eccede la capacità della rete, la portata uscente  $Q_u(t)$  sia costante e uguale alla massima  $Q_{u\ max}$ , si determina il minimo volume di invaso  $W^*$  che consente di ottenere la laminazione dell'onda di piena.

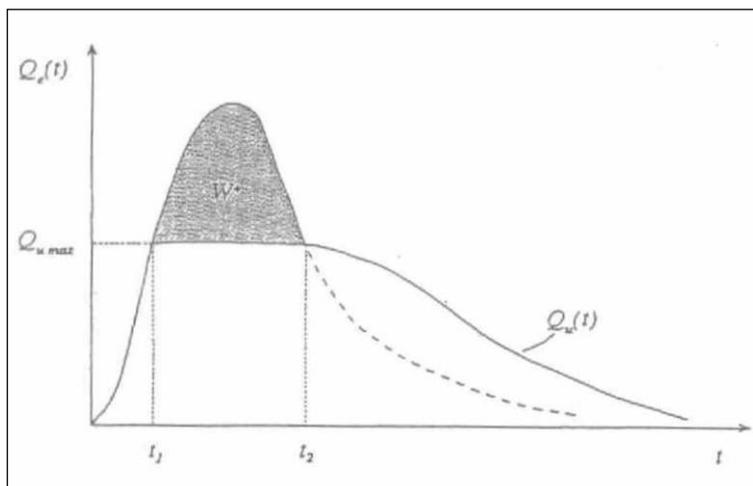


Figura 10: Processo di laminazione dell'onda di piena utilizzando dispositivi di scarico a portata costante.

### 3.4.3 Metodo delle sole piogge

Adottando per opportuna verifica il metodo delle sole piogge come indicato nelle linee guida del Consorzio della Bonifica dell'Emilia Centrale si ottiene il seguente dimensionamento del volume di invaso.

Posto dunque:

S = Superficie territoriale drenata [ha] ovvero in questo caso 0,2637 ha

U = coefficiente udometrico [l/s ha] ovvero in questo caso 10 l/s ha

$\Phi$  = coefficiente di deflusso [-] ovvero 0,77

t = durata critica dell'evento [ore]

h(t) = altezza di pioggia critica [mm] ovvero 60,26 mm

Si ottiene secondo l'equazione:

$$V = V_{aff} - V_{defl} = 10 \cdot S \cdot F \cdot h(t) - 3.6 \cdot u \cdot S \cdot t$$

Che nel caso in esame conduce ad una stima del volume pari a 120 mc a cui si ritiene opportuno applicare un fattore di sicurezza cautelativamente posto pari al 30% ottenendo dunque un volume di progetto minimo pari a 156 mc.

Nel dimensionamento geometrico delle componenti della rete, il volume di invaso interrato viene stimato pari a 323 mc e successivamente verificato tramite modellazione numerica in moto vario. Tale volume corrisponde a circa 1500 mc/ha impermeabili (2'153 mq).



Il volume di laminazione complessivo risulta pari a 323 mc con franco di sicurezza pari a 20 cm rispetto al ciglio, corrispondenti ad una sezione trapezoidale in terra 4,10x1,10x1,50m (L=40m) e 3,50x0,50x1,50 (L=85m).

Le simulazioni idrauliche eseguite evidenziano come per eventi cinquantennali la quota di massimo invaso si attesta a circa -0,90 m., in prossimità del nodo di valle della rete mantenendo dunque un franco di sicurezza pari a circa 0,90 m rispetto al piano della viabilità di lotto ed al ciglio dell'invaso.

Si osserva che nel calcolo dei volumi di accumulo consentiti dal sistema di drenaggio in progetto non si è fatto rientrare, a favore di sicurezza, il volume costituito dalle tubazioni della rete con diametri inferiori a 800 mm e dai pozzetti di ispezione che verranno predisposti.

### **3.5 Sollevamento elettromeccanico**

Il recapito del sistema di drenaggio di progetto è previsto al nodo di progetto n. 14 in corrispondenza di un pozzetto di ispezione sulla linea di drenaggio acque meteoriche aziendale esistente, in regime di invarianza idraulica. Le condizioni plano altimetriche del lotto richiedono necessariamente lo svuotamento del volume di invaso per le superficie impermeabili in ampliamento mediante sollevamento elettromeccanico al quale sarà attribuita anche la funzione di regolazione delle portate uscenti al valore massimo ammissibile di 2,63 l/s ovvero 10 l/s ettaro di superficie territoriale drenata (2'637 mq).

Detto sollevamento sarà costituito da una coppia di pompe aventi ciascuna una portata di progetto pari a 2,63 l/s, con logica di funzionamento alternata ovvero una di riserva all'altra senza che vi sia mai il funzionamento in parallelo delle stesse.

#### **3.5.1 Volume utile di accumulo del pozzetto**

Le dimensioni della vasca di sollevamento si determinano in base alla portata e alla frequenza di avviamento delle pompe.

Supposto che tutte le pompe installate abbiano la stessa portata e che siano in grado, funzionando contemporaneamente, di smaltire la portata massima di progetto, al fine di evitare sovraccarichi termici delle elettropompe stesse il volume di accumulo dovrà essere tale da evitare un numero eccessivo di avviamenti: tanto minore è il numero d'avviamenti orari prescelti, tanto maggiore risulterà il volume utile della vasca.

Si possono individuare i due seguenti metodi principali di funzionamento:

Metodo 1: Le pompe vengono avviate una dopo l'altra a mano a mano che il livello idrico si innalza e si arrestano una dopo l'altra all'abbassarsi del livello stesso.

Metodo 2: Le pompe vengono avviate come per il metodo 1, ma si arrestano contemporaneamente alla quota d'arresto della prima pompa.

Il metodo di funzionamento 1 consente un'erogazione di portata più regolare rispetto al metodo 2 ed è consigliabile nel caso di consistenti portate e potenze installate superiori a 22 kW: con arresti separati è possibile ridurre gli effetti di colpo d'ariete nella condotta di mandata al termine del ciclo di pompaggio, riducendo al contempo i periodi di incompleta sommersione delle macchine, venendo incontro alle necessità di raffreddamento dei motori di potenza più elevata.

Per macchine di potenza installata inferiore, come il caso in questione, caratterizzate da valori di portata tali da non esporre la condotta premente al rischio di colpo d'ariete per l'arresto simultaneo di tutte le pompe, il metodo 2 viene normalmente utilizzato come soluzione standard più semplice ed economica, quando è necessario ridurre al minimo le dimensioni della vasca.

Tenendo conto delle raccomandazioni d'installazione e della sommersione minima ammessa, è possibile determinare il volume utile della vasca limitando la quota di volume non utilizzabile, compatibilmente con la sommersione minima prevista per ogni pompa.

In base al metodo 2, dunque, il volume utile (in mc) richiesto per la prima pompa può essere calcolato con la formula:

$$V_1 = \frac{0.9 \times Q}{n}$$

dove Q è la portata massima della pompa in l/s e n il numero di avviamenti orari previsti.

Il volume utile richiesto dalla seconda pompa è dato invece dalla relazione empirica:

$$V_2 = 0.392 \frac{0.9 \times Q}{n}$$

Il volume utile minimo complessivo della vasca è dato quindi dalla somma dei volumi parziali ottenuti, ossia, nel caso di 2 pompe:

$$V_{utile} = 1.392 \frac{0.9 \times Q}{n}$$

Ipotizzando un numero di avviamenti orari pari a 10, il valore del volume utile minimo calcolato con il Metodo 2 è pari a

$$V_{utile} = 1.392 \frac{0.9 \times Qp}{10}$$

In questo caso, il volume di invaso massimo è pari all'intero volume di laminazione interrato realizzato ovvero 168 mc tale per cui risulta escluso il tema critico di avvii multipli in rapida successione per ciascuna pompa.

### 3.5.2 Perdite di carico riferite all'esercizio della premente

Facendo riferimento alla portata dell'elettropompa installata, noti il punto di ubicazione dell'impianto, del recapito in fognatura a gravità e relative quote altimetriche, nonché il tracciato della premente adottato, è possibile calcolare le perdite di carico che indicativamente si realizzano in un tubo di media rugosità, diametro interno predefinito, lunghezza pari a circa 15 m, che trasporta circa 2,63 l/s, verificando di contenere le velocità di deflusso nella premente all'interno del rango  $0.5 < V_p < 2.00$  in modo da non generare eccessive perdite di carico e scongiurando, nel frattempo, fenomeni di sedimentazione associati alla natura del refluo sollevato.

Si è scelto di predisporre in esercizio una condotta in PeAD PE 100 PN 16 DN 63, che nell'esercizio supposto  $Q_p = 2,63$  l/s determina perdite di carico e velocità interna del refluo come riportato in tabella.

Il quadro delle perdite di carico associate al tratto di condotta in pressione viene di seguito riportato in funzione dei differenti modelli di calcolo adottati.

### Calcolo perdite di carico distribuite

**Perdite di carico distribuite: Colebrook**

T [C°]	Viscosità cinematica
15,00	1,14E-06

Q = [mc/s]	0,0026
D = [m]	0,0514
L = [m]	15

	[mm]	[m]
e =	1	1,00E-03

Tubo scabro e > 0.15			
A = [m^2]		0,0021	
U = Q/A [m/s]		1,2537	
Re =		5,65E+04	
e/D =		1,95E-02	
lamda =		0,0489	<b>h1-h2 [m] = 1,142</b>

Tubo liscio e < 0.15			
lamda =		0,0202	<b>h1-h2 [m] = 0,493</b>

Br corretto			
Br =		0,0040	<b>h1-h2 [m] = 1,140</b>

**Perdite di carico distribuite:Gaukler-Stickler (e>0.15)**

Ks = [m^1/3 /s]		90	
Br =		0,0034	<b>h1-h2 [m] = 0,967</b>

**Perdite di caricodistribuite:Darcy (0.3<e<0.5)**

Br =		0,0025	<b>h1-h2 [m] = 0,694</b>
------	--	--------	--------------------------

**Tabella 4: Calcolo delle perdite di carico distribuite riferite all'esercizio della premente.**

In funzione del modello di calcolo di riferimento (Gaukler-Strickler) si verificano dunque perdite di carico distribuite:

$H1-H2 [m] = 0,967$

**Calcolo perdite di carico concentrate**

		<b>x = 0,5</b>	<b>h1-h2 [m] = 0,040</b>	
		<b>x = 1</b>	<b>h1-h2 [m] = 0,080</b>	
A1		<b>x = 1</b>	<b>h1-h2 [m] = 0,080</b>	
A1		<b>x = 0,4</b>	<b>h1-h2 [m] = 0,032</b>	



### 3.5.4 Caratteristiche dell'elettropompa

Si verificano in questo modo le caratteristiche ottimali dell'impianto per il conseguimento delle prestazioni sopra individuate.

	h[m]	Q [mc/s]
Punto di funzionamento	3,92	0,00263
Collettore HDPE	PeAD DN 63 PN16	PeAD DN 63 PN16
Rendimento		50%
Densità	[Kg/mc]	1000
Potenza	[Kw]	0,91 (per singola pompa)

Tabella 7: Caratteristiche ottimali dell'impianto di sollevamento.

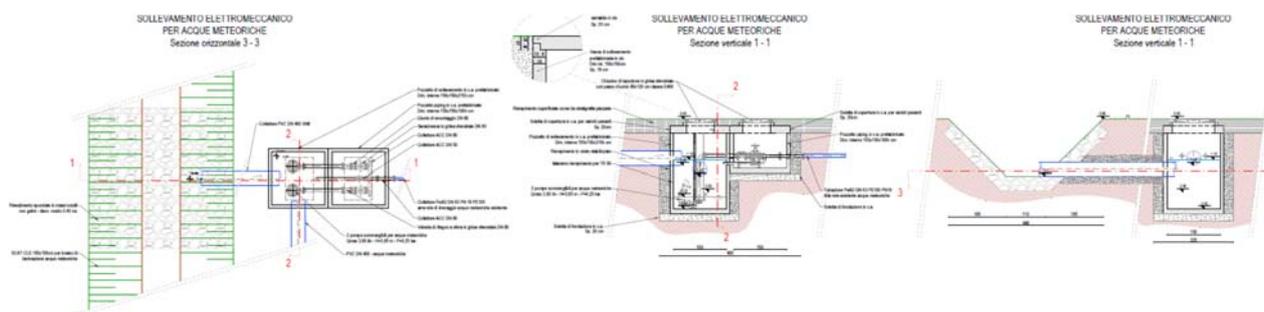


Figura 12: Particolari costruttivo sollevamento acque meteoriche per svuotamento e regolazione delle portate uscenti.

### 3.5.5 Accessibilità e sicurezza

Sarà garantita la possibilità di accesso al volume di laminazione a cielo aperto e del sollevamento elettromeccanico da parte di personale tecnico.

Il sedime ove sarà realizzato l'invaso ricade totalmente in area di proprietà aziendale.

### 3.5.6 Piano di manutenzione dei dispositivi di invarianza idraulica

OP ER E	TIPO DI INTERVENTO	OB BLI GO	CADENZ A	RISCHI POTENZIALI	ATTREZZATURE E DISPOSITIVI DI SICUREZZA	NOTE E OSSERVAZ IONI
FOGNA TURE	Controllo visivo dello stato di pluviali, grondaie, chiusini e caditoie	si	1 anno	Contusioni e schiacciamenti  Biologico Investimento	Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici)  DPI di uso comune	Manodopera idonea

Controllo visivo dello stato interno dei collettori fognari (con videoispezione)	si	3 anni	Caduta dall'alto Scivolamenti, contusioni e schiacciamenti Biologico	Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici) DPI di uso comune	Manodopera specializzata
Pulizia pozzetti e caditoie	si	1 anno	Caduta dall'alto Scivolamenti, contusioni e schiacciamenti Biologico Investimento	Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici) DPI di uso comune	Manodopera idonea
Sostituzione e rifacimento di pluviali, grondaie, chiusini e caditoie	si	Quando serve	Caduta dall'alto Caduta di materiale dall'alto Contusioni e schiacciamenti Biologico Spazio confinato Investimento	Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici) DPI di uso comune Maschere e autorespiratori Tute impermeabili Dispositivi per ventilazione forzata Dispositivi di sollevamento di emergenza	Manodopera edile qualificata
Risanamento pozzetti e manufatti in c.a. (armature scoperte, scrostamenti,	si	Quando serve	Caduta dall'alto	Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici)	Manodopera edile qualificata

	cedimenti locali...)			<p>Caduta di materiale dall'alto</p> <p>Contusioni e schiacciamenti</p> <p>Biologico</p> <p>Spazio confinato</p> <p>Investimento</p>	<p>DPI di uso comune</p> <p>Maschere e autorespiratori</p> <p>Tute impermeabili</p> <p>Dispositivi per ventilazione forzata</p> <p>Dispositivi di sollevamento di emergenza</p>	
	Rifacimento rete di collettori di drenaggio acque meteoriche	no	30 anni	<p>Caduta dall'alto</p> <p>Caduta di materiale dall'alto</p> <p>Contusioni e schiacciamenti</p> <p>Biologico</p> <p>Spazio confinato</p> <p>Investimento</p>	<p>Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici)</p> <p>DPI di uso comune</p> <p>Maschere e autorespiratori</p> <p>Tute impermeabili</p> <p>Dispositivi per ventilazione forzata</p> <p>Dispositivi di sollevamento di emergenza</p>	Manodopera edile qualificata
INVASO DI LAMINAZIONE	Pulizia manufatto di vaso/vaso	si	1 anno e comunque quando serve	<p>Caduta dall'alto</p> <p>Scivolamenti, contusioni e schiacciamenti</p> <p>Biologico</p> <p>Investimento</p>	<p>Piante e schemi delle fognature (elaborati grafici)</p> <p>DPI di uso comune</p>	Manodopera idonea

Pulizia superficie a verde e manufatto di vaso/svaso	si	1 anno e comunque quando serve	Caduta dall'alto Scivolamenti, contusioni e schiacciamenti Biologico Investimento	DPI di uso comune	Manodopera idonea
Sfalcio a manutenzione ordinaria verde	si	6 mesi	Caduta dall'alto Scivolamenti, contusioni e schiacciamenti Biologico Investimento	DPI di uso comune	Manodopera idonea
Sfalcio a manutenzione straordinaria verde/arbusti	no	5 anni e comunque quando serve	Caduta dall'alto Scivolamenti, contusioni e schiacciamenti Biologico Investimento	DPI di uso comune	Manodopera idonea

## 4 REPORT SIMULAZIONI IN MOTO VARIO

### 4.1 Ietogramma tipo Chicago AIMAG SPA - TR = 20 anni durata 4 ore

Marte DEFLUX 2007 - DESIGNER EDITION	
Codice	Modulo SWMM 5.0.009
	Copyright (C) 2000-2009 DEK s.r.l.
Nome	2022-05-12_Modengas-AIMAGTR20
Descrizione	<nessuna descrizione>
Data di creazione	12/05/2022 - 13:44:45
Sottorete	Intera rete
Database	2022-05-12_Modengas

DATI GENERALI	
Numero dei nodi	23
Numero dei rami	21
Numero delle pompe	1
Numero degli scaricatori	0
Numero degli inquinanti	0

CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE		
	Volume (m ha)	Livello (mm) sul bacino
Precipitazione totale	0,014296	66,408
Infiltrazione totale	0,000000	0,000
Evaporazione totale dai sottobacini	0,000457	2,123
Deflusso superficiale	0,013838	64,284
Accumulo finale in superficie	0,000000	0,000

Errore continuità 0.000 %

CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE		
	Volume (m ha)	Volume (Mlitri)
Ingresso nel periodo secco	0,000000	0,0000
Ingresso nel periodo bagnato	0,013810	0,1381
Apporto ipodermico da falda	0,000000	0,0000
Apporto da idrogrammi	0,000000	0,0000
Uscita da nodi di recapito	0,013755	0,1376
Uscita da esondazione	0,000000	0,0000
Evaporazione totale dalla rete	0,000000	0,0000
Accumulo iniziale	0,000000	0,0000
Accumulo finale	0,000008	0,0001

Errore continuità 0.340 %

TABELLA DEI MATERIALI												
Nome	Tipo	Area (m2)	Diametro int. (m)	Altezza (m)	Larghez. (m)	Pendenze (o/v)	n Manning	n Manning sinistra	n Manning destra	Spessore (mm)	Numero rami	Lunghezza totale (m)
PVC DN 160	Circolare	0,018	0,150	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	1	6,46
PVC DN 200	Circolare	0,028	0,190	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	2	18,95
PVC DN 250	Circolare	0,045	0,240	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	2	19,36
PVC DN 315	Circolare	0,071	0,300	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	5	47,63
PVC DN 400	Circolare	0,113	0,380	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	6	76,54
TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	Trapezoidale	3,000	*****	1,500	0,500	1.00-1.00	0,0300	*****	*****	0,000	3	85,22
TERRA ST 4.10x1.10x1.50	Trapezoidale	3,900	*****	1,500	1,100	1.00-1.00	0,0300	*****	*****	0,000	2	39,14
											21	293,31

DATI DEI NODI										
Nodo	Tipo di nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Livello iniziale (m)	Portata esterna fissata (m3/s)	Idrogramma	Livello addizion. sovracc. (m)	Evapor. superf. (%)
1	Nodo generico	0,00	-0,90	-1,28		0,00	0,00			
10	Nodo generico	0,00	-0,83	-1,07		0,00	0,00			
11	Nodo generico	0,00	-0,82	-1,01		0,00	0,00			
12	Nodo generico	0,00	-0,81	-1,00		0,00	0,00			
13	Nodo generico	0,00	-0,94	-2,55		0,00	0,00			
14	Nodo generico	0,00	-0,65	-0,80		0,00	0,00			
15	Nodo di recapito	0,00	-0,66	-0,81			0,00			
16	Nodo generico	0,00	-0,91	-1,29		0,00	0,00			
17	Nodo generico	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0,00			
18	Nodo generico	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0,00			
19	Nodo generico	0,00	0,00	-1,50		0,00	0,00			
2	Nodo generico	0,00	-0,89	-1,27		0,00	0,00			
20	Nodo generico	0,00	-0,05	-1,55		0,00	0,00			
21	Nodo generico	0,00	-0,07	-1,57		0,00	0,00			
22	Nodo generico	0,00	-0,08	-1,58		0,00	0,00			
23	Nodo generico	0,00	-0,10	-1,60		0,00	0,00			
3	Nodo generico	0,00	-0,88	-1,26		0,00	0,00			
4	Nodo generico	0,00	-0,87	-1,17		0,00	0,00			
5	Nodo generico	0,00	-0,86	-1,16		0,00	0,00			
6	Nodo generico	0,00	-0,85	-1,15		0,00	0,00			
7	Nodo generico	0,00	-0,84	-1,14		0,00	0,00			
8	Nodo generico	0,00	-0,83	-1,13		0,00	0,00			
9	Nodo generico	0,00	-0,84	-1,08		0,00	0,00			

DATI DEGLI ELEMENTI LINEARI					

Elemento	Nodo iniziale	Nodo finale	Tipo di elemento	Materiale	Lunghezza (m)	Valvola anti-rifl.
1	2	1	Ramo	PVC DN 400	9,08	no
10	11	10	Ramo	PVC DN 200	9,99	no
11	12	11	Ramo	PVC DN 200	8,96	no
14	14	15	Ramo	PVC DN 160	6,46	no
15	1	16	Ramo	PVC DN 400	10,95	no
16	16	13	Ramo	PVC DN 400	30,77	no
17	17	18	Ramo	TERRA ST 4.10x1.10x1.50	5,30	no
18	19	20	Ramo	TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	46,55	no
19	20	21	Ramo	TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	24,75	no
2	3	2	Ramo	PVC DN 400	10,00	no
20	21	22	Ramo	PVC DN 400	11,51	no
21	22	23	Ramo	TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	13,92	no
22	23	18	Ramo	TERRA ST 4.10x1.10x1.50	33,84	no
23	18	13	Ramo	PVC DN 400	4,23	no
3	4	3	Ramo	PVC DN 315	10,01	no
4	5	4	Ramo	PVC DN 315	9,11	no
5	6	5	Ramo	PVC DN 315	8,50	no
6	7	6	Ramo	PVC DN 315	9,97	no
7	8	7	Ramo	PVC DN 315	10,05	no
8	9	8	Ramo	PVC DN 250	9,35	no
9	10	9	Ramo	PVC DN 250	10,01	no
13	13	14	Pompa			

SOMMARIO DELLE STATISTICHE DEI SOTTOBACINI											
Sotto-bacino afferente al ramo	Nodo di Ingresso	Area (ha)	Larghezza (m)	Pendenza terreno (m/m)	% imper.	Precipit. totale (mm)	Evaporaz. totale (mm)	Infiltr. totale (mm)	Deflusso superfic. totale (mm)	Picco deflusso superfic. (m3/s)	Coeffic. di deflusso (-)

1	2	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
10	11	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
11	11	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
2	3	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
3	4	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
4	5	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
5	6	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
6	7	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
7	8	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
8	9	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968
9	10	0,02	15,000	0,004	100,00	66,409	2,123	0,000	64,284	0,01	0,968

SOMMARIO STATISTICHE DEI NODI												
Nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Massima quota		Livello massimo (m)	Sovraccarico massimo (m)	Durata sovraccarico (min)	Volume esondato totale (mm ha)	Durata della esondaz. (min)	Errore bilancio (%)
					(m slm)	al tempo						
1	0,00	-0,90	-1,28		0,00	0:00	0,32					0,00
10	0,00	-0,83	-1,07		0,00	0:00	0,35	0,83	11,50			0,01
11	0,00	-0,82	-1,01		0,00	0:00	0,31	0,82	11,80			0,05
12	0,00	-0,81	-1,00		0,00	0:00	0,31	0,81	11,40			0,00
13	0,00	-0,94	-2,55		0,00	0:00	1,53					-0,41
14	0,00	-0,65	-0,80		0,00	0:00	0,06					0,01
15	0,00	-0,66	-0,81		0,00	0:00	0,05					0,00
16	0,00	-0,91	-1,29		0,00	0:00	0,31					0,93
17	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0:00	0,60					0,00
18	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0:00	0,61					0,00
19	0,00	0,00	-1,50		0,00	0:00	0,48					0,00
2	0,00	-0,89	-1,27		0,00	0:00	0,34					0,00
20	0,00	-0,05	-1,55		0,00	0:00	0,53					-0,03
21	0,00	-0,07	-1,57		0,00	0:00	0,55					-0,09
22	0,00	-0,08	-1,58		0,00	0:00	0,56					0,01
23	0,00	-0,10	-1,60		0,00	0:00	0,58					0,04

3	0,00	-0,88	-1,26		0,00	0:00	0,34									-0,13
4	0,00	-0,87	-1,17		0,00	0:00	0,30									0,19
5	0,00	-0,86	-1,16		0,00	0:00	0,32	0,86	9,47							0,00
6	0,00	-0,85	-1,15		0,00	0:00	0,34	0,85	10,13							0,00
7	0,00	-0,84	-1,14		0,00	0:00	0,35	0,84	10,30							0,00
8	0,00	-0,83	-1,13		0,00	0:00	0,36	0,83	10,40							-0,02
9	0,00	-0,84	-1,08		0,00	0:00	0,34	0,84	11,53							0,10

#### SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO

Nodo	Frequenza flusso (%)	Portata media (m3/s)	Portata max (m3/s)
15	69,53	0,0023	0,0027

#### SOMMARIO STATISTICHE DEGLI ELEMENTI LINEARI

Elemento	Tipo di elemento	Pendenza ramo (m/m)	Altezza sezione (m)	Area sezione piena (m2)	Raggio idraulico sez. piena (m)	Portata di moto uniforme (m3/s)	Portata max di calcolo		Velocità max di calcolo		Portata massima normalizzata	Livello massimo		Livello massimo normalizzato	Durata sovraccarico (min)
							(m3/s)	al tempo	(m/s)	al tempo		(m)	al tempo		
1	Ramo	0,00100	0,380	0,113	0,095	0,0622	0,090	1:15	0,86	1:15	1,45	0,330	1:15	0,868	13,27
10	Ramo	0,00100	0,190	0,028	0,048	0,0098	0,016	1:15	0,58	1:15	1,67	0,190	1:09	1,000	15,20
11	Ramo	0,00100	0,190	0,028	0,048	0,0098	0,002	1:21	0,12	1:05	0,24	0,190	1:09	1,000	11,43
14	Ramo	0,00182	0,150	0,018	0,038	0,0070	0,003	2:58	0,46	2:43	0,38	0,054	2:53	0,361	
15	Ramo	0,00100	0,380	0,113	0,095	0,0622	0,090	1:15	0,89	1:15	1,45	0,318	1:15	0,836	13,40
16	Ramo	0,00100	0,380	0,113	0,095	0,0622	0,090	1:15	1,07	1:15	1,45	0,285	3:01	0,749	13,07
17	Ramo	0,00100	1,500	3,900	0,730	3,3335	0,004	1:10	0,12	1:03	0,00	0,607	3:01	0,405	
18	Ramo	0,00100	1,500	3,000	0,633	2,3306	0,030	1:15	0,27	1:14	0,01	0,502	3:01	0,335	
19	Ramo	0,00100	1,500	3,000	0,633	2,3306	0,048	1:15	0,37	1:12	0,02	0,538	3:02	0,359	
2	Ramo	0,00100	0,380	0,113	0,095	0,0622	0,082	1:15	0,77	1:11	1,32	0,338	1:15	0,890	12,33
20	Ramo	0,00100	0,380	0,113	0,095	0,0622	0,055	1:15	0,67	1:13	0,89	0,380	1:19	1,000	441,50
21	Ramo	0,00100	1,500	3,000	0,633	2,3307	0,060	1:15	0,27	1:13	0,03	0,569	3:00	0,379	
22	Ramo	0,00100	1,500	3,900	0,730	3,3334	0,073	1:15	0,18	1:09	0,02	0,593	3:01	0,395	

23	Ramo	0,00100	0,380	0,113	0,095	0,0622	0,087	1:15	1,12	1:01	1,39	0,380	1:16	1,000	530,60
3	Ramo	0,00100	0,300	0,071	0,075	0,0331	0,074	1:15	1,09	1:11	2,22	0,279	1:15	0,930	16,63
4	Ramo	0,00100	0,300	0,071	0,075	0,0331	0,066	1:15	0,93	1:15	1,98	0,299	1:15	0,998	15,87
5	Ramo	0,00100	0,300	0,071	0,075	0,0331	0,057	1:15	0,81	1:15	1,73	0,300	1:10	1,000	15,03
6	Ramo	0,00100	0,300	0,071	0,075	0,0331	0,049	1:15	0,70	1:15	1,48	0,300	1:10	1,000	13,73
7	Ramo	0,00100	0,300	0,071	0,075	0,0331	0,041	1:15	0,58	1:15	1,24	0,300	1:10	1,000	11,23
8	Ramo	0,00100	0,240	0,045	0,060	0,0183	0,033	1:09	0,73	1:09	1,81	0,240	1:09	1,000	15,37
9	Ramo	0,00100	0,240	0,045	0,060	0,0183	0,025	1:09	0,55	1:09	1,35	0,240	1:09	1,000	12,60
13	Pompa						0,003	2:58							

SOMMARIO STATISTICHE PORTATE										
Ramo	Lunghezza equival. / iniziale	Frazione temporale per ciascuna condizione								Media numero di Froude
		asciutto	asciutto a monte	asciutto a valle	Q sub- critica	Q super- critica	Q crit. a monte	Q crit. a valle		
1	1,000	0,01	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0439
10	1,000	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,97	0,1041
11	1,000	0,01	0,69	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0081
14	1,000	0,02	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5094
15	1,000	0,01	0,26	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0366
16	1,000	0,02	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,57	0,0568
17	1,000	0,04	0,11	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0005
18	1,000	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0028
19	1,000	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0053
2	1,000	0,01	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0394
20	1,000	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0577
21	1,000	0,04	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0099
22	1,000	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0043
23	1,000	0,04	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,38	0,1057
3	1,000	0,01	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,69	0,0705
4	1,000	0,01	0,37	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0464
5	1,000	0,01	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0495
6	1,000	0,01	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0450

7	1,000	0,01	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,0403
8	1,000	0,01	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,78	0,0720
9	1,000	0,01	0,55	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,0463

### 4.3 Ietogramma tipo Rettangolare Bonifica Emilia Centrale – TR = 50anni durata 4 ore

Marte DEFLUX 2007 - DESIGNER EDITION	
Codice	Modulo SWMM 5.0.009
	Copyright (C) 2000-2009 DEK s.r.l.
Nome	2022-05-12_Modengas-EmCentr_TR50d240
Descrizione	<nessuna descrizione>
Data di creazione	12/05/2022 - 13:44:01
Sottorete	Intera rete
Database	2022-05-12_Modengas

DATI GENERALI	
Numero dei nodi	23
Numero dei rami	21
Numero delle pompe	1
Numero degli scaricatori	0
Numero degli inquinanti	0

CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE		
	Volume (m ha)	Livello (mm) sul bacino
Precipitazione totale	0,019598	91,040
Infiltrazione totale	0,000000	0,000
Evaporazione totale dai sottobacini	0,000461	2,140
Deflusso superficiale	0,019137	88,897
Accumulo finale in superficie	0,000000	0,000

Errore continuità	0.000 %
-------------------	---------

CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE		
	Volume (m ha)	Volume (Mlitri)
Ingresso nel periodo secco	0,000000	0,0000
Ingresso nel periodo bagnato	0,019117	0,1912
Apporto ipodermico da falda	0,000000	0,0000
Apporto da idrogrammi	0,000000	0,0000
Uscita da nodi di recapito	0,019081	0,1908
Uscita da esondazione	0,000000	0,0000
Evaporazione totale dalla rete	0,000000	0,0000
Accumulo iniziale	0,000000	0,0000
Accumulo finale	0,000020	0,0002

Errore continuità 0.081 %

TABELLA DEI MATERIALI												
Nome	Tipo	Area (m2)	Diametro int. (m)	Altezza (m)	Larghez. (m)	Pendenze (o/v)	n Manning	n Manning sinistra	n Manning destra	Spessore (mm)	Numero rami	Lunghezza totale (m)
PVC DN 160	Circolare	0,018	0,150	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	1	6,46
PVC DN 200	Circolare	0,028	0,190	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	2	18,95
PVC DN 250	Circolare	0,045	0,240	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	2	19,36
PVC DN 315	Circolare	0,071	0,300	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	5	47,63
PVC DN 400	Circolare	0,113	0,380	*****	*****	*****	0,0120	*****	*****	0,000	6	76,54
TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	Trapezoidale	3,000	*****	1,500	0,500	1.00-1.00	0,0300	*****	*****	0,000	3	85,22
TERRA ST 4.10x1.10x1.50	Trapezoidale	3,900	*****	1,500	1,100	1.00-1.00	0,0300	*****	*****	0,000	2	39,14
											21	293,31

DATI DEI NODI									

Nodo	Tipo di nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Livello iniziale (m)	Portata esterna fissata (m3/s)	Idrogramma	Livello addizion. sovracc. (m)	Evapor. superf. (%)
1	Nodo generico	0,00	-0,90	-1,28		0,00	0,00			
10	Nodo generico	0,00	-0,83	-1,07		0,00	0,00			
11	Nodo generico	0,00	-0,82	-1,01		0,00	0,00			
12	Nodo generico	0,00	-0,81	-1,00		0,00	0,00			
13	Nodo generico	0,00	-0,94	-2,55		0,00	0,00			
14	Nodo generico	0,00	-0,65	-0,80		0,00	0,00			
15	Nodo di recapito	0,00	-0,66	-0,81			0,00			
16	Nodo generico	0,00	-0,91	-1,29		0,00	0,00			
17	Nodo generico	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0,00			
18	Nodo generico	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0,00			
19	Nodo generico	0,00	0,00	-1,50		0,00	0,00			
2	Nodo generico	0,00	-0,89	-1,27		0,00	0,00			
20	Nodo generico	0,00	-0,05	-1,55		0,00	0,00			
21	Nodo generico	0,00	-0,07	-1,57		0,00	0,00			
22	Nodo generico	0,00	-0,08	-1,58		0,00	0,00			
23	Nodo generico	0,00	-0,10	-1,60		0,00	0,00			
3	Nodo generico	0,00	-0,88	-1,26		0,00	0,00			
4	Nodo generico	0,00	-0,87	-1,17		0,00	0,00			
5	Nodo generico	0,00	-0,86	-1,16		0,00	0,00			
6	Nodo generico	0,00	-0,85	-1,15		0,00	0,00			
7	Nodo generico	0,00	-0,84	-1,14		0,00	0,00			
8	Nodo generico	0,00	-0,83	-1,13		0,00	0,00			
9	Nodo generico	0,00	-0,84	-1,08		0,00	0,00			

DATI DEGLI ELEMENTI LINEARI						
Elemento	Nodo iniziale	Nodo finale	Tipo di elemento	Materiale	Lunghezza (m)	Valvola anti-rifl.
1	2	1	Ramo	PVC DN 400	9,08	no
10	11	10	Ramo	PVC DN 200	9,99	no

11	12	11	Ramo	PVC DN 200	8,96	no
14	14	15	Ramo	PVC DN 160	6,46	no
15	1	16	Ramo	PVC DN 400	10,95	no
16	16	13	Ramo	PVC DN 400	30,77	no
17	17	18	Ramo	TERRA ST 4.10x1.10x1.50	5,30	no
18	19	20	Ramo	TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	46,55	no
19	20	21	Ramo	TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	24,75	no
2	3	2	Ramo	PVC DN 400	10,00	no
20	21	22	Ramo	PVC DN 400	11,51	no
21	22	23	Ramo	TERRA ST 3.50 x 0.50 x 1.50	13,92	no
22	23	18	Ramo	TERRA ST 4.10x1.10x1.50	33,84	no
23	18	13	Ramo	PVC DN 400	4,23	no
3	4	3	Ramo	PVC DN 315	10,01	no
4	5	4	Ramo	PVC DN 315	9,11	no
5	6	5	Ramo	PVC DN 315	8,50	no
6	7	6	Ramo	PVC DN 315	9,97	no
7	8	7	Ramo	PVC DN 315	10,05	no
8	9	8	Ramo	PVC DN 250	9,35	no
9	10	9	Ramo	PVC DN 250	10,01	no
13	13	14	Pompa			

SOMMARIO DELLE STATISTICHE DEI SOTTOBACINI											
Sotto-bacino afferente al ramo	Nodo di Ingresso	Area (ha)	Larghezza (m)	Pendenza terreno (m/m)	% imper.	Precipit. totale (mm)	Evaporaz. totale (mm)	Infiltr. totale (mm)	Deflusso superfic. totale (mm)	Picco deflusso superfic. (m3/s)	Coeffic. di deflusso (-)
1	2	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
10	11	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
11	11	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
2	3	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
3	4	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976

4	5	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
5	6	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
6	7	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
7	8	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
8	9	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976
9	10	0,02	15,000	0,004	100,00	91,041	2,141	0,000	88,898	0,00	0,976

SOMMARIO STATISTICHE DEI NODI												
Nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Massima quota		Livello massimo (m)	Sovracarico massimo (m)	Durata sovracarico (min)	Volume esondato totale (mm ha)	Durata della esondaz. (min)	Errore bilancio (%)
					(m slm)	al tempo						
1	0,00	-0,90	-1,28		0,00	0:00	0,41	0,90	70,20			0,00
10	0,00	-0,83	-1,07		0,00	0:00	0,20					-0,06
11	0,00	-0,82	-1,01		0,00	0:00	0,14					0,10
12	0,00	-0,81	-1,00		0,00	0:00	0,13					0,00
13	0,00	-0,94	-2,55		0,00	0:00	1,68	0,94	172,23			-0,11
14	0,00	-0,65	-0,80		0,00	0:00	0,06					0,01
15	0,00	-0,66	-0,81		0,00	0:00	0,05					0,00
16	0,00	-0,91	-1,29		0,00	0:00	0,42	0,91	97,70			0,23
17	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0:00	0,75					0,00
18	0,00	-0,13	-1,63		0,00	0:00	0,76					0,07
19	0,00	0,00	-1,50		0,00	0:00	0,63					0,00
2	0,00	-0,89	-1,27		0,00	0:00	0,40	0,89	50,17			0,00
20	0,00	-0,05	-1,55		0,00	0:00	0,67					0,02
21	0,00	-0,07	-1,57		0,00	0:00	0,70					0,03
22	0,00	-0,08	-1,58		0,00	0:00	0,71					0,00
23	0,00	-0,10	-1,60		0,00	0:00	0,72					0,01
3	0,00	-0,88	-1,26		0,00	0:00	0,39	0,88	17,40			-0,06
4	0,00	-0,87	-1,17		0,00	0:00	0,30					0,07
5	0,00	-0,86	-1,16		0,00	0:00	0,29					0,00
6	0,00	-0,85	-1,15		0,00	0:00	0,28					0,00
7	0,00	-0,84	-1,14		0,00	0:00	0,27					0,00



7	Ramo	0,00100	0,300	0,071	0,075	0,0331	0,006	2:50	0,29	2:50	0,19	0,264	4:36	0,880
8	Ramo	0,00100	0,240	0,045	0,060	0,0183	0,005	3:02	0,47	0:48	0,27	0,214	4:36	0,891
9	Ramo	0,00100	0,240	0,045	0,060	0,0183	0,004	3:03	0,29	3:06	0,20	0,205	4:36	0,852
13	Pompa						0,003	3:38						

SOMMARIO STATISTICHE PORTATE										
Ramo	Lunghezza equival. / iniziale	Frazione temporale per ciascuna condizione								Media numero di Froude
		asciutto	asciutto a monte	asciutto a valle	Q sub- critica	Q super- critica	Q crit. a monte	Q crit. a valle		
1	1,000	0,02	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,0614	
10	1,000	0,02	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,74	0,0987	
11	1,000	0,02	0,51	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,0086	
14	1,000	0,03	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,5866	
15	1,000	0,02	0,07	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,0550	
16	1,000	0,03	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,36	0,0772	
17	1,000	0,03	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,0005	
18	1,000	0,04	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,0029	
19	1,000	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,0060	
2	1,000	0,02	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,0557	
20	1,000	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,0425	
21	1,000	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,0091	
22	1,000	0,03	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,0048	
23	1,000	0,03	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,15	0,0761	
3	1,000	0,02	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,52	0,1061	
4	1,000	0,02	0,20	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,0700	
5	1,000	0,02	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,0669	
6	1,000	0,02	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,0592	
7	1,000	0,02	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,0517	
8	1,000	0,02	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,53	0,0954	
9	1,000	0,02	0,38	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,0549	