Comune

GENOVA

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO DI DEPURAZIONE AREA CENTRALE DI GENOVA D.A.C.

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
E - ESECUTIVO	I2 - DEPURAZIONE	GEN-GENERALE

Numero	Titolo	Scala
RT	RELAZIONE DI DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO	

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2016GESI0025-00	2016GESI0025-00-E-I2-GEN-RT-000-00	C10I2-L058-01-0004

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	GIUGNO 2023	VARIANTE N.1	VC	CZ	CC

Redatto:



ing. Vincenzo Ciccarelli

Verificato:



ing. Christian Zanni - IRETI

Approvato:



ing. Claudio Casale - IRETI

IRETI

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A. – Sede legale:: Via Piacenza, 54 – 16138 Genova
Registro imprese di Genova – C.F.01791490343 - REA: GE-481595 (CCIAA GE)
Società a Socio unico
Società partecipante al Gruppo IVA Iren - Partita IVA del Gruppo 02863660359
Società Sottoposta a direzione e coordinamento dell'unico socio IREN S.p.A.
pec: ireti@pec.ireti.it

ISOLA BOASSO STUDIO DI INGEGNERIA
ing. Riccardo ISOLA

ETATEC STUDIO PAOLETTI
ing. Vincenzo CICCARELLI

SUEZ
ing. Daniela GRASSI

VEOLIA
ing. Elio Bardone

Dott. Geol. Paolo PEIRONE

I N D I C E

1. PREMESSA 2

2. RETE FOGNARIA 3

2.1.1. Rete drenaggio piazzali 3

2.1.2. Rete di raccolta delle acque delle coperture 3

2.2. Calcolo idraulico 3

2.2.1. Dati pluviometrici e stima dell'altezza di pioggia 3

2.2.2. Stima aree contribuenti e portate di deflusso 5

2.2.3. Verifica in moto uniforme delle tubazioni 8

1. PREMESSA

La presente Relazione riporta una descrizione del sistema di drenaggio previsto a servizio del nuovo Depuratore dell'Area Centrale della città di Genova (D.A.C.).
Il nuovo impianto sorgerà a Cornigliano, nell'area industriale ex ILVA, sulla destra idrografica del torrente Polcevera.
Le acque meteoriche del piazzale saranno scaricate, come si verificava allo stato antecedente l'intervento, all'interno del canale 6, di proprietà di Società per Cornigliano, che costituisce lo scarico delle acque bianche di dilavamento dei piazzali e che attraversa trasversalmente l'area sulla quale sorgerà l'impianto di depurazione.

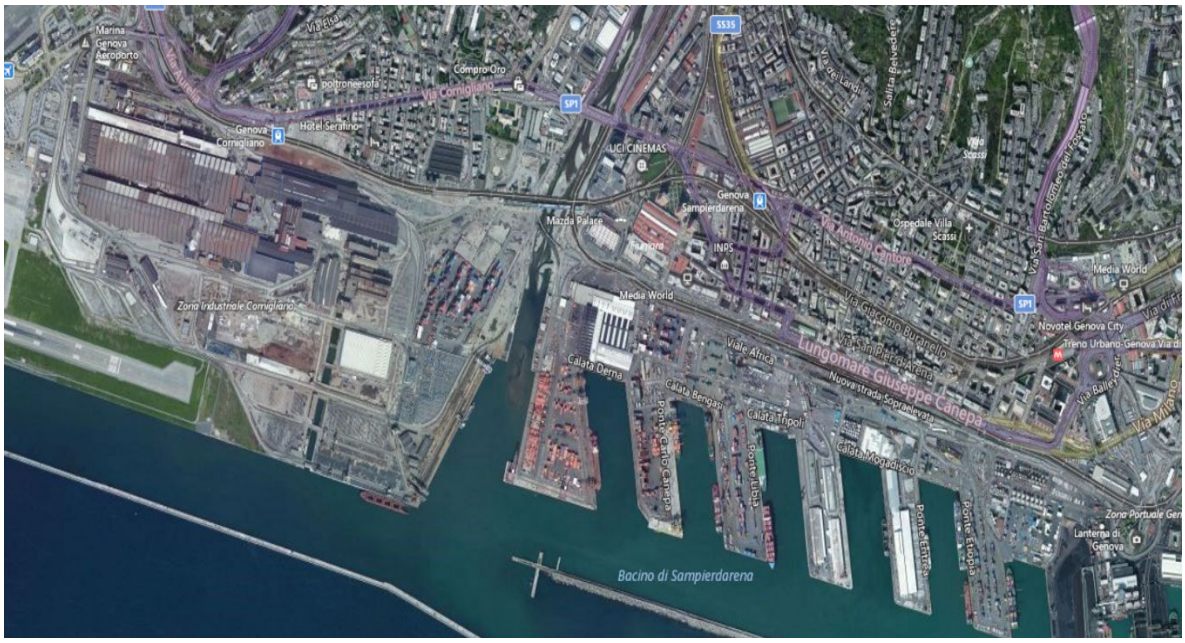


Immagine aerea dell'area di intervento

Come di seguito descritto, lo schema del sistema di drenaggio proposto a servizio del nuovo Depuratore dell'Area Centrale della città di Genova (D.A.C.) va a ripristinare sostanzialmente lo schema idraulico esistente ante opera, prevedendo lo scarico delle acque all'interno del medesimo canale.
In estrema sintesi, come riportato nella planimetria allegata alla presente relazione, ai fini dello smaltimento delle acque meteoriche e di lavaggio raccolte dalle superfici impermeabili dell'impianto, è stata prevista la realizzazione di n. 2 reti di drenaggio:

- La prima per la raccolta delle acque meteoriche derivanti dalle coperture che saranno convogliate direttamente nel canale n.6;
- La seconda rete di drenaggio, per la raccolta delle acque dei piazzali esterni, a servizio della quale, prima dello scarico nel canale n. 6 è prevista la realizzazione di una vasca di raccolta delle acque di prima pioggia il cui volume è stato calcolato nel rispetto della normativa vigente. Al termine dell'evento piovoso, le acque di prima pioggia derivanti dal dilavamento dei piazzali saranno inviate, tramite stazione di sollevamento, in testa all'impianto di depurazione.

.

2. RETE FOGNARIA

Come riportato in premessa la rete fognaria di drenaggio delle acque meteoriche è suddivisa in due parti. È prevista una prima rete preposta alla raccolta delle acque di dilavamento dei piazzali ed una seconda rete preposta alla raccolta delle acque di copertura.

2.1.1. Rete drenaggio piazzali

Le acque di dilavamento dei piazzali, sono potenzialmente inquinate, andando a dilavare superfici contaminate da sostanze inquinanti. Pertanto, considerando la superfice impermeabile dei piazzali esterni, pari a circa 10000 mq, è stata prevista la realizzazione di una vasca di prima pioggia pari a 50 mc ovvero 5 mm per ettaro impermeabile.
La suddetta vasca di prima pioggia è stata prevista in corrispondenza del punto terminale delle reti di drenaggio in adiacenza all'impianto di sollevamento attraverso il quale saranno successivamente inviate in testa impianto.
Le suddette acque di risulta saranno conferite alla linea acque per esservi trattate assieme ai dreni. Esse determineranno un carico aggiuntivo di cui si è tenuto conto nel dimensionamento della stessa linea acque, considerando che potranno essere sollevate in condizioni di basso carico secondo le esigenze del gestore.

2.1.2. Rete di raccolta delle acque delle coperture

Le acque di drenaggio provenienti dalle coperture, essendo sostanzialmente prive di sostanze inquinanti, sono convogliate direttamente nel pozzetto da cui parte le n. 2 tubazioni DN 500 con scarico nel canale n.6.

2.2. *Calcolo idraulico*

Il dimensionamento delle canalizzazioni della rete di drenaggio richiede il calcolo della portata al colmo la quale, con prefissata probabilità, ogni tronco della rete deve far defluire senza inconvenienti. L'ipotesi utilizzata nel seguente iter progettuale, è che la portata massima avente tempo di ritorno T sia originata da una precipitazione avente lo stesso tempo di ritorno T.

2.2.1. Dati pluviometrici e stima dell'altezza di pioggia

Per stimare le portate di piena di interesse sono stati utilizzati modelli di trasformazione afflussi-deflussi che, a partire da precipitazioni puntuali note, forniscono il corrispondente andamento nel tempo delle portate.
L'applicazione di tali modelli necessita quindi della conoscenza del regime delle precipitazioni di forte intensità nel territorio di interesse. Come è noto tale regime si sintetizza nelle cosiddette Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) che esprimono il legame esistente tra l'altezza di pioggia h e la sua durata t, per assegnato tempo di ritorno T, attraverso l'espressione seguente:

$$h(t) = a\, t^{n}$$

dove a_T ed n sono parametri stimati a partire dalle elaborazioni di serie storiche dei valori massimi annuali delle altezze di precipitazione di durata assegnata.
Di seguito viene riportata la metodologia statistica utilizzata per la definizione delle LSPP puntuali per le stazioni pluviometriche più prossime all'area del depuratore dell'Area Centrale della città di Genova

(D.A.C.); in particolare si sono considerate le stazioni di Genova Università, Genova Servizio Idrografico e Genova Castellaccio di cui la seguente tabella riassume alcune caratteristiche principali.

Stazione	Bacino	Tipo strumento	Quota [m s.l.m.]	Anno inizio osservazioni	Numerosità del campione
Genova Università	Tra Polcevera e Bisagno	pluviometro registratore	21	1833	56
Genova Sezione Idrografica	Bisagno	pluviometro registratore	2	1951	27
Genova Castellaccio	Tra Polcevera e Bisagno	pluviometro registratore	379	1914	24

La metodologia impiegata utilizza come informazione idrologica di base i massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata, pertanto il primo passo per la determinazione delle LSPP è stato il reperimento delle serie storiche delle massime altezze annue di pioggia di assegnata durata (d=l, 3, 6, 12, 24 ore) pubblicate sugli Annali Idrologici per le tre stazioni pluviometriche considerate.
Le serie dei massimi annuali in assegnata durata così ottenute si possono considerare come campioni di dimensione N (con N pari al numero di anni di osservazione) di una variabile casuale e pertanto, attraverso le tecniche delle inferenze statistiche, si può ricercare la funzione di probabilità più adatta ad interpretarli e stimarne i parametri. Per il caso in esame è stata utilizzata la distribuzione di probabilità di Gumbel che interpreta in maniera soddisfacente le osservazioni campionarie.
Per il calcolo dei coefficienti a_T e n si è utilizzata quindi la seguente procedura:
l. Calcolo della media (μ_d) e dello scarto quadratico medio (σ_d) della serie storica ove per ogni durata di pioggia vengono calcolate le statistiche delle serie storiche; tali grandezze risultano necessarie per la stima dei due parametri della distribuzione.
2. Calcolo dei parametri caratteristici della distribuzione di Gumbel:
Tra i parametri che definiscono la distribuzione di probabilità di Gumbel e i parametri statistici relativi alla serie storica (μ_d e σ_d), sussistono le seguenti relazioni:

$$\alpha_d = \frac{1.283}{\sigma_d}$$

$$u_d = \mu_d - 0.45 \cdot \sigma_d$$

Calcolo dell'altezza di pioggia hd(T)
Nel caso in cui si ipotizzi che la distribuzione di probabilità delle altezze di pioggia h sia, per tutte le durate, quella di Gumbel, come accade nel caso in esame, è possibile scrivere una relazione diretta che esprima h in funzione della durata e del tempo di ritorno. Secondo tale legge l'altezza di precipitazione hd(T) di durata d è legata al tempo di ritorno T dalla relazione:

$$h_d(T) = u_d - \frac{1}{\alpha_d} \cdot ln\left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]$$

Determinazione della curva di possibilità climatica:

Come si è detto in precedenza, la curva di possibilità climatica lega l'altezza h, la durata d della pioggia e il tempo di ritorno T tramite l'espressione:

$$h_d(T) = a_T \cdot d^n$$

o equivalentemente:

$$\log h_d(T) = \log a_T + n \cdot \log d$$

con hd(T) altezza di precipitazione espressa in mm, corrispondente alla durata d (ore) e al tempo di ritorno T (anni).

Considerando quindi, per ogni tempo di ritorno, le 5 coppie di valori [d, hd] per d= l, 3, 6, 12, 24 ore si calcolano le corrispondenti coppie [log d, log hd] e con il metodo dei minimi quadrati si individua la retta interpolante i punti sperimentali; tale retta ha per coefficiente angolare il parametro n e ordinata all'origine log a, da cui si ricava il valore del parametro a.
La seguente tabella riporta i valori dei parametri delle LSPP calcolati con la metodologia esposta per le stazioni pluviometriche di Genova Università, Genova Servizio Idrografico e Genova Castellaccio per i empi di ritorno di interesse della pratica idrologica:

Stazione	Valori di a [mm] per i seguenti tempi di ritorno									n
T [y]	2	5	10	20	30	50	100	200	500	
Ge univ	45.21	65.72	79.3	92.33	99.82	109.19	121.82	134.41	151.02	0.334
Ge serv. Idrografico	42.07	59.77	71.5	82.74	89.21	97.3	108.2	119.07	133.41	0.344
Ge Castellaccio	43.45	63.96	77.54	90.57	98.07	107.44	120.07	132.66	149.27	0.341
MEDIA	*43.58*	*63.15*	*76.11*	*88.55*	*95.70*	*104.64*	*116.70*	*128.71*	*144.57*	*0.340*

I risultati di altezza e intensità di pioggia, per una durata pari a quindici minuti (t=0.25 h), sono riportati nel seguito:

Località	Genova			
Pioggia media per una durata (t)				
T=10			h(T) [mm/h]	i [mm/h]
		a*t^(n)	47.5292577	190.117031
	t [h]	**0.25**		
	t [min]	15		
	t [h]	**0.17**	41.41414509	248.484871
	t [min]	10		

2.2.2. *Stima aree contribuenti e portate di deflusso*

La stima delle portate di piena può essere condotta applicando differenti metodologie a seconda della tipologia e della quantità dei dati idrologici a disposizione.
Nel caso in esame, stante la dimensione ridotta dei bacini di interesse, l'applicazione dei modelli di regionalizzazione più comunemente usati nella pratica idrologica (modello MG, modello VA.PI.) può condurre a margini di incertezza elevati, pertanto la stima delle portate al colmo di piena è stata effettuata mediante modelli di trasformazione afflussi-deflussi descritti nei paragrafi seguenti.

Per ciò che concerne i tempi di ritorno di interesse, nelle sezioni di chiusura che sottendono i sottobacini urbani valutati, la determinazione delle portate di progetto è stata effettuata con riferimento ai tempi di ritorno per i quali vengono dimensionate le reti fognarie meteoriche (T=2, 5, 10, 20 anni) e con particolare riferimento al tempo T=10 anni.

In particolare, la procedura utilizzata nel presente studio ha comportato l'analisi dei seguenti aspetti:

- tracciamento dei percorsi della rete di drenaggio urbana e valutazione delle aree sottese;
- caratterizzazione idraulica ed idrologica delle aree drenate;

- stima della legge di pioggia con significato statistico con cui sollecitare l'area in esame;
- calcolo della portata di dimensionamento;
- definizione delle caratteristiche dei collettori;

Nei paragrafi che seguono è descritta la metodologia e le ipotesi di dimensionamento e verifica generali adottate. I risultati di dettaglio per singoli collettori vengono quindi allegati successivamente.

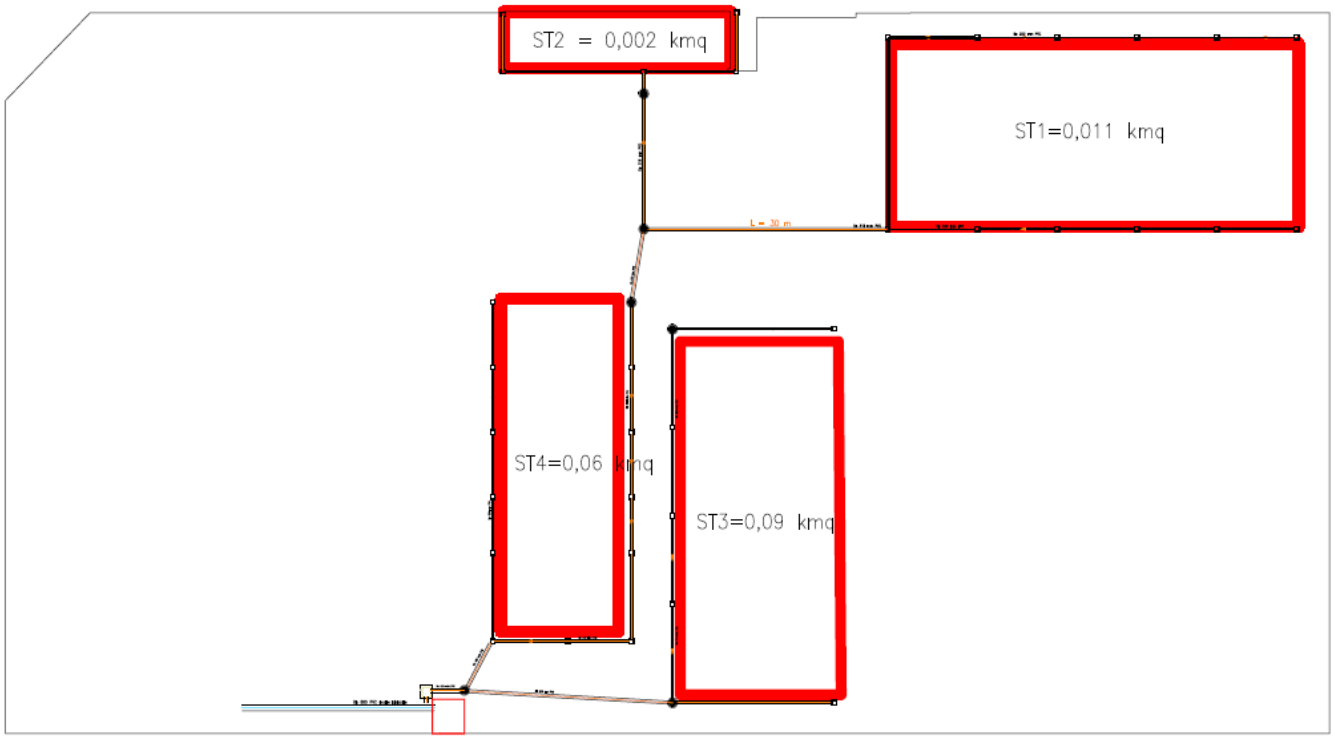
Tracciamento rete di drenaggio

L' intervento in progetto prevede la realizzazione di una prima rete preposta alla raccolta delle acque di dilavamento dei piazzali e di una seconda rete preposta alla raccolta delle acque di copertura.
Il tracciamento della rete di drenaggio è un'operazione che richiede molta attenzione in quanto stabilisce le modalità di raccolta delle acque meteoriche, come convogliarle verso i recapiti finali e determina come la rete risponde ad un evento meteorico.
La valutazione delle aree drenate è stata effettuata in base alla planimetria di progetto delle opere interne, stabilendo per ogni tronco l'area sottesa verso esso.

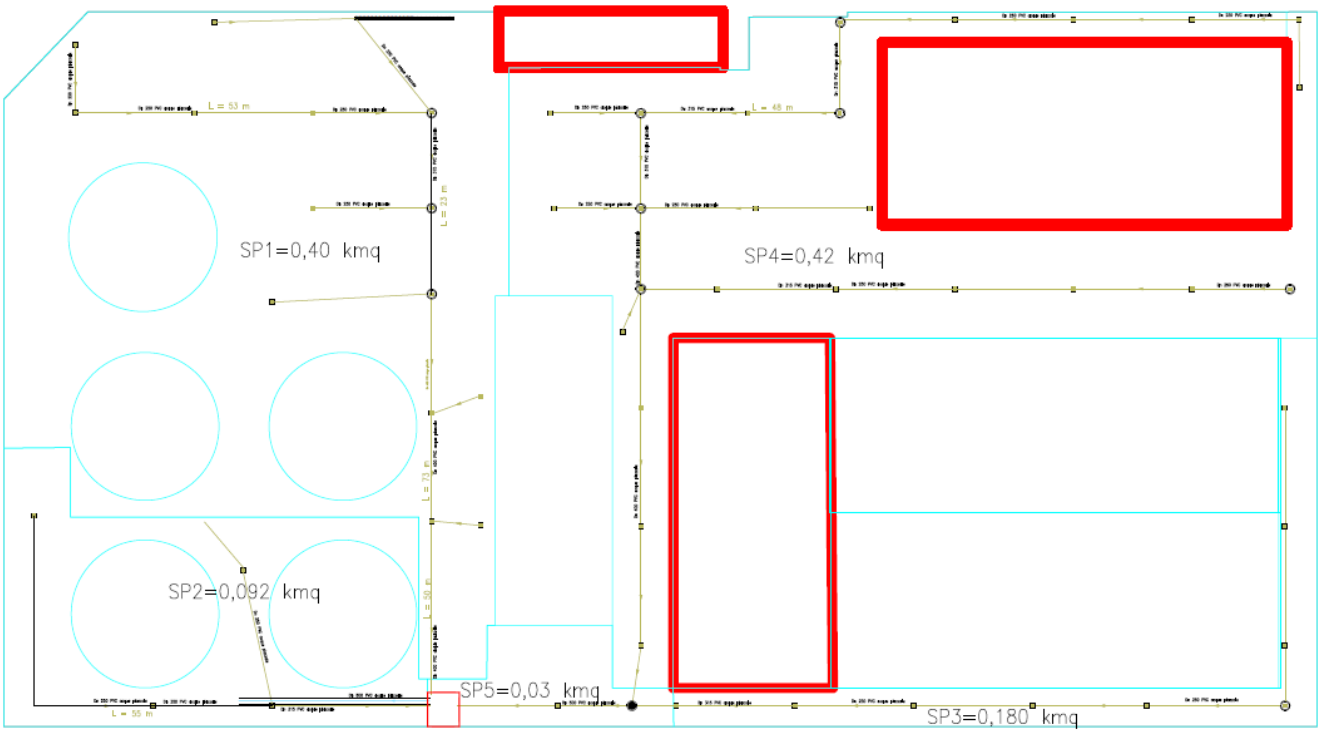
L' intera rete di drenaggio è stata dimensionata e posta a verifica con una pendenza media pari al 5 % in PVC con valutazione dei sottobacini gravanti delle acque di prima pioggia e recapitanti in una serie di tronchi di diametro nominale pari a 800, 600, 400, 315, 250 millimetri.
Nel caso della condotta pari a DN 250 è stata valutata l'area gravante di maggiore estensione al fine di poter svolgere le verifiche a favore di sicurezza e affinché siano idonee anche per le aree di minor entità.

Per ciò che concerne la rete di drenaggio delle acque di raccolta sulle coperture, queste, sono recapitanti direttamente nel pozzetto ubicato in testa alla tubazione con scarico nel canale n.6.
Queste aree, evidenziate in arancione nella seguente planimetria, riguardano il comparto dei pretrattamenti, la cabina elettrica con la centrale termica, il locale di trattamento biologico MBR e la fase di post trattamento dei fanghi di supero.
Su questa rete gravano tratti di condotta di diametro nominale pari a 300, 400 e 500 millimetri con area complessiva di interesse pari a 0.16 ettari.

Infine, il tronco più a valle nel verso di percorrenza della portata di acque bianche, recapita in un tronco di DN pari a 800 millimetri e riceve l'aliquota di aree complessive sia delle aree del piazzale che della rete dei pluviali.
Di seguito, si riporta lo stralcio planimetrico dei sottobacini scolanti di entrambe le sottoreti di drenaggio.



Planimetria di impianto con indicazione della rete di drenaggio delle coperture.



Planimetria di impianto con indicazione della rete di drenaggio dei piazzali.

Stima portate di deflusso

Le singole portate di progetto sono state valutate con la formula razionale. Tale metodo di correlazione afflussi-deflussi utilizza l'espressione:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h(t_c) \cdot S}{360 \cdot t_c} \ (\mathrm{m^3/s})$$

dove:

- S = superficie bacino (ha);
- φ = coefficiente medio di afflusso del bacino;
- h = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- t_c = tempo di corrivazione del bacino (h).

Il calcolo della portata relativo ai due bacini principali (bacino alla sezione di chiusura di ciascuna rete) è stato effettuato utilizzando un periodo di ritorno, come già descritto, pari a T = 10 anni.
La scelta della curva, e quindi del tempo di ritorno, è stata fatta su considerazioni per cui si ammette sovente che le fognature debbano avere una vita economica di 40÷50 anni e pertanto in questo modo vengono automaticamente scartati tempi di ritorno più lunghi. Inoltre, si è ammesso che possano verificarsi disfunzioni un numero esiguo di volte durante il loro esercizio.

Per ciò che concerne il *coefficiente di afflusso in fognatura φ*, non trattandosi di un reticolo naturale, ma di una fognatura, per di più nuova, ed essendo nulli gli apporti in fognatura delle acque superficiali, il coefficiente di afflusso (rapporto tra la pioggia netta corrispondente al deflusso di pioggia e l'afflusso lordo al bacino, relativi a uno stesso evento di pioggia) può essere assimilato al coefficiente di deflusso (rapporto tra il deflusso superficiale misurato alla sezione di chiusura e l'afflusso lordo al bacino).
E' stato considerato un valore cautelativo pari a 0.8 per la rete in cui recapitano le acque di dilavamento dei piazzali, le quali apportano un contributo di deflusso per scorrimento superficiale su aree di progetto previste in asfalto. Il valore è stato considerato invece pari all' unità per le aree delle coperture.

2.2.3. Verifica in moto uniforme delle tubazioni

La verifica di una sezione di condotta defluente a gravità, dal punto di vista idraulico, è schematizzabile come un dimensionamento di un canale a pelo libero.
Il dimensionamento della sezione di progetto è stato effettuato mediante scala di deflusso in moto uniforme. Nel caso di interventi minori, quali i casi in esame, è di grande utilità e praticità infatti il dimensionamento e la verifica idraulica delle sezioni con l'utilizzo della *legge del moto uniforme*, che di norma si esprime a mezzo della formula di Chézy, piuttosto che l'utilizzo di formulazioni in moto permanente che mal si adattano al caso pratico. La formula di Chézy ha la seguente espressione:

$$V_0 = C_0\sqrt{R_0 \cdot i}$$

Dove:

- V_0 = velocità media;
- R_0 = raggio idraulico (cioè il rapporto fra la sezione bagnata A_0 ed il suo perimetro bagnato P_0);
- i = pendenza del fondo;
- C0 = coefficiente di Gauckler- Strickler, calcolabile con l'espressione $C_0 = kR_0^{1/6}$, nella quale il parametro di scabrezza k varia in funzione della tipologia di materiale impiegato per la tubazione (per il PVC si è assunto un valore di scabrezza pari a 100).

Le condizioni di moto uniforme possono verificarsi, a rigore, soltanto nei condotti cilindrici; dato il tubo (e quindi la sua sezione trasversale) e date le caratteristiche di scabrezza, una determinata portata può muoversi in esso in moto uniforme soltanto con una ben determinata velocità media, quella cui corrisponde una cadente, e quindi una pendenza del pelo libero, esattamente uguali alla pendenza del fondo (i).
La scelta delle sezioni di progetto è stata quindi effettuata per tentativi cercando di ottenere la portata di progetto scelta, una volta impostati i dati di geometria, scabrezza e pendenza: in quest'ambito dalla legge del moto uniforme precedentemente riportata si ricava il valore di portata Q tramite:

$$Q = A_0 \; C_0 \sqrt{R_0 \cdot i}$$

Questa relazione, che lega in modo univoco la portata Q all'altezza del pelo libero h_0 in moto uniforme, è chiamata *scala delle portate*.
In particolare, per le varie condizioni di funzionamento, per ciascun tronco si determina:
- l'effettivo grado di riempimento;
- la massima portata;
- la velocità della corrente;
- l'altezza del pelo libero.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche effettuate per ambo le reti per eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni.

VERIFICHE RETE DI DRENAGGIO PIAZZALI												
SUPERFICIE		DIAMETRO		Q T = 10 ANNI						BATTENTE		RIEMPIMENTO
S_{P1}	0,400	DN	400	0,169	mc/s	168,992	l/s	608,371	mc/h	h	0,29	72,50%
S_{P2}	0,092	DN	315	0,039	mc/s	38,868	l/s	139,925	mc/h	h	0,14	44,44%
S_{P3}	0,180	DN	315	0,076	mc/s	76,046	l/s	273,767	mc/h	h	0,21	66,67%
S_{P4}	0,420	DN	400	0,177	mc/s	177,442	l/s	638,790	mc/h	h	0,29	72,50%
S_{P5}	0,030											
TOTALE	1,122	DN	600	0,474	mc/s	474,023	l/s	1.706,481	mc/h			
$S_{P3} + S_{P4}$	0,600		500	0,253	mc/s	253,488	l/s	912,557	mc/h	h	0,28	56,00%

VERIFICHE RETE DI DRENAGGIO COPERTURE												
SUPERFICIE		DIAMETRO		Q T = 10 ANNI						BATTENTE		RIEMPIMENTO
ST1	0,011	DN	315	0,006	mc/s	5,809	l/s	20,913	mc/h	h	0,05	15,87%
ST2	0,002	DN	315	0,001	mc/s	1,056	l/s	3,802	mc/h	h	0,01	3,17%
ST1+ST2	0,013	DN	315	0,007	mc/s	6,865	l/s	24,715	mc/h	h	0,06	19,05%
ST1+ST2+st34	0,073	DN	315	0,039	mc/s	38,551	l/s	138,785	mc/h	h	0,14	44,44%
ST3	0,090	DN	315	0,048	mc/s	47,529	l/s	171,104	mc/h	h	0,15	47,62%
ST1+ST2+ST3+ST4	0,163	DN	400	0,086	mc/s	86,080	l/s	309,889	mc/h	h	0,19	47,50%