

INDICE

1	PREMESSA	2
2	STUDIO IDROLOGICO.....	3
2.1	<i>Metodo probabilistico.....</i>	<i>4</i>
2.1.1	<i>Determinazione delle curve di possibilità climatica.....</i>	<i>5</i>
2.2	<i>Metodo di regionalizzazione.....</i>	<i>8</i>
2.2.1	<i>Terzo livello di regionalizzazione.....</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Determinazione delle curve di possibilità climatica.....</i>	<i>12</i>
2.3	<i>Scelta della curva di possibilità climatica.....</i>	<i>13</i>
3	VERIFICHE IDRAULICHE	14
3.1	<i>Verifica della rete pluviale</i>	<i>14</i>
3.2	<i>Vasca raccolta e trattamento acque.....</i>	<i>19</i>

1 **PREMESSA**

La presente relazione illustra le metodologie di calcolo per la determinazione degli eventi critici a base della progettazione e, conseguentemente delle portate massime di dimensionamento dei collettori di fogna bianca e delle opere per il trattamento e smaltimento delle acque nel recapito finale. Nella stessa sono riportate le metodologie di calcolo per la verifica e/o dimensionamento delle opere idrauliche con i relativi risultati.

Si precisa che il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato con un tempo di ritorno di 5 anni. Infatti la normativa in materia, D.P.C.M. 4/3/1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche", al punto 8.3.5, "Livelli minimi dei servizi che devono essere garantiti in ciascun ambito territoriale ottimale" (art.4, comma 1, lettera g della legge 5/1/1994 n.36), prescrive che, *"ai fini del drenaggio delle acque meteoriche, le reti di fognatura bianca debbano essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni."*

2 STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico ha come obiettivo la determinazione della portata idrologica di progetto della rete di fognatura pluviale del Comune di Leporano (Ta).

L'analisi dei deflussi nel territorio pugliese centro - meridionale, sprovvisto di stazioni di misura dei deflussi superficiali, ma caratterizzato da un complesso sistema di acque superficiali e sotterranee, richiede l'impiego di valutazioni di tipo statistico - probabilistico, ai fini della stima delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, delle portate di assegnato tempo di ritorno.

In questa carenza di osservazioni si inserisce la regionalizzazione, cioè l'insieme delle procedure che servono a trasferire le informazioni idrologiche provenienti da zone a comportamento omogeneo a siti non forniti di osservazioni specifiche.

2.1 Metodo probabilistico

Per lo studio idrologico sono stati rilevati i dati degli eventi pluviometrici riportati sui registri degli Annali Idrologici, relativamente al periodo 1958 - 2000 con riferimento alla stazione di Talsano, nel cui topoieta ricade completamente il territorio di intervento (vedi tavola in allegato), per durate pari a 20 min, 1h, 3h e 6h. Dal momento che i dati di pioggia relativi a tale stazione pluviometrica non sono particolarmente numerosi, si è stabilito di far riferimento alla stazione di Lizzano, il cui topoieta è contiguo a quello di Talsano, per la quale è disponibile un numero congruo di dati di precipitazione.

Di seguito si riportano i valori registrati presso la stazione di Lizzano:

LIZZANO				
anno	20'	1h	3h	6h
1959	23.8	36.0	47.4	58.8
1960	7.4	22.4	41.6	44.4
1961	7.4	22.0	32.0	38.0
1962	9.0	39.8	40.4	41.0
1963	21.0	66.2	78.8	85.6
1964	35.8	50.0	83.0	101.2
1965	10.0	13.8	23.2	24.8
1966	20.0	26.8	28.4	30.0
1967	10.9	32.2	58.4	67.6
1968	10.4	15.2	17.0	20.4
1969	17.5	60.0	86.4	89.0
1970	16.8	32.4	33.8	43.6
1972	19.4	48.0	49.0	94.0
1973	23.0			
1974	10.4	31.4	46.4	66.0
1977	13.3	28.0	37.4	40.2
1978	13.0	22.2	33.6	47.6
1979	12.8	55.8	60.2	66.2
1980	18.0	20.0	41.0	50.2
1981	12.2	24.4	32.0	32.0
1983	13.6			
1984	11.1	19.2	20.8	
1985	14.6	23.8	34.4	40.8
1986	14.2	24.0	32.4	33.0
1987	14.0	38.4	48.0	48.8
1988	12.0	19.4	31.4	38.4
1989	13.0	37.0	37.4	37.4
1990	12.4	29.6	39.0	47.6
1992	11.8	42.6	82.2	91.8
1993	12.6			
1994	22.3			
1995	28.0			
1996	14.4			

Tab 1: dati di pioggia oraria per la stazione di Lizzano.

2.1.1 Determinazione delle curve di possibilità climatica

Ulteriore passo è stato quello di giungere alla determinazione della curva di possibilità climatica al variare del tempo di ritorno, la cui espressione classica risulta:

$$h = at^n$$

La metodologia statistica adottata si basa sulla individuazione della legge di probabilità più idonea a rappresentare il fenomeno tra le molte note in letteratura tecnica, valutando dapprima i parametri della distribuzione teorica di probabilità considerata.

Successivamente la scelta viene effettuata tramite alcuni stimatori (test statistici) che consentono di valutare la bontà dell'adattamento.

Si lega quindi la probabilità di verificarsi dell'evento al tempo di ritorno T (che rappresenta l'intervallo espresso in anni in cui l'evento si verifica mediamente una sola volta, tramite la relazione:

$$\Phi(Z) = \frac{T-1}{T}$$

e quindi applicando i legami ormai noti tra la variabile casuale z e le altezze di precipitazione se ne determinano i valori corrispondenti.

La procedura complessiva di calcolo risulta piuttosto laboriosa e pertanto è invalso l'uso di adoperare appositi programmi di calcolo che alleviano la fatica del tecnico.

I dati acquisiti sono stati elaborati mediante un programma di analisi statistica degli eventi massimi in idrologia appositamente preparato¹. Esso utilizza sei leggi di distribuzione di probabilità tra le quali, attraverso quattro test statistici, è possibile individuare quella che meglio rappresenta il fenomeno.

Le leggi di distribuzione considerate sono la Log-normale a due ed a tre parametri, Gumbel, Frechet e Gamma a due ed a tre parametri; i parametri vengono stimati con il metodo della verosimiglianza.

I test riportati sono quello del χ^2 , Kolgomorov, Kramer-Von Mises e l'errore standard relativo alla media.

Verificato che sia il test di Kolgomorov che quello di Kramer-Von Mises risultano superati per tutte le leggi considerate, per ogni durata si è accentrata l'attenzione sul test del χ^2 e sull'errore del vettore.

¹ A.F. PICCINNI – “Analisi regionale degli eventi massimi in idrologia”-Atti dell'Accademia Pugliese delle Scienze, 1983

Nella tabella 2 vengono sinteticamente riportati i valori parametrici dei test per ogni durata ed ogni legge.

Legge	G. libertà'	χ^2	Kolm	C.V.M.	Err. Vett.
-------	-------------	----------	------	--------	------------

Durata di pioggia 20 minuti					
LN2	3	5,3636	0,0256	0,0810	0,1103
LN3	2	2,0909	0,0206	0,0566	0,0866
Gumbel	3	6,0909	0,0245	0,0854	0,1210
Frechet	3	3,1818	0,0159	0,0531	0,0486
Gamma 2	3	11,1818	0,0296	0,1275	0,1182
Gamma 3	2	6,8182	0,0246	0,0842	0,0964

Durata di pioggia 1 ora					
LN2	3	0,9630	0,0202	0,0290	0,0749
LN3	2	0,5926	0,0162	0,0202	0,0613
Gumbel	3	0,9630	0,0219	0,0378	0,0908
Frechet	3	0,9630	0,0128	0,0277	0,1193
Gamma 2	3	0,5926	0,0214	0,0411	0,0796
Gamma 3	2	0,5926	0,0169	0,0220	0,0591

Durata di pioggia 3 ore					
LN2	3	1,3333	0,0211	0,0669	0,1183
LN3	2	1,3333	0,0184	0,0581	0,1117
Gumbel	3	1,3333	0,0220	0,0698	0,1305
Frechet	3	2,4444	0,0238	0,0816	0,1718
Gamma 2	3	3,1852	0,0258	0,1005	0,1222
Gamma 3	2	2,4444	0,0218	0,0789	0,1089

Durata di pioggia 6 ore					
LN2	3	0,9231	0,0243	0,0640	0,1043
LN3	2	0,5385	0,0209	0,0491	0,1008
Gumbel	3	0,9231	0,0254	0,0771	0,1158
Frechet	3	1,3077	0,0170	0,0488	0,1825
Gamma 2	3	2,0769	0,0292	0,0893	0,1043
Gamma 3	2	0,5385	0,0246	0,0622	0,0938

Tab 2: risultati dei test statistici relativi alle piogge orarie.

Avendo assunto come livello di significatività il valore di 0.05 risulta che il test del χ^2 è da intendersi superato se tale valore risulta minore di 3.84, 5.99 o 7.81 a seconda che i gradi di libertà siano 1, 2 o 3. In base a ciò risulta che la legge di distribuzione rappresentativa della stazione di Lizzano è la log normale a 2 parametri.

In tabella 3 e nella figura 1, sono riportati i valori dell'altezza di pioggia calcolati, per ogni durata, in funzione del tempo di ritorno e la curva di possibilità climatica ad esso corrispondente, calcolata mediante il metodo dei minimi quadrati.

Tempo di ritorno (anni)	20'	1 (h)	3 (h)	6 (h)
5	19,35	42,18	57,26	68,97
10	22,63	50,37	68,40	82,78
20	25,75	58,31	79,21	96,24

Tab 3: altezze di pioggia in funzione del tempo di ritorno.

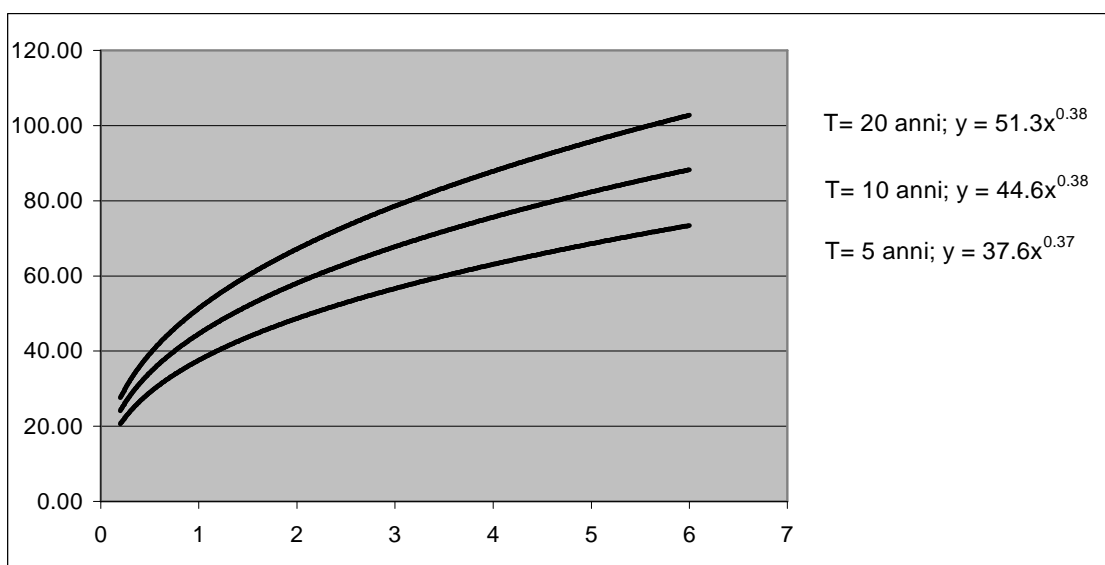


Fig 1: curve di possibilità climatica.

2.2 Metodo di regionalizzazione

Nelle applicazioni idrologiche si presenta spesso la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione, in siti privi di stazioni di misura, oppure con dati misurati che si giudicano insufficienti per numero e qualità.

A ciò rispondono le procedure regionali, sia quelle classiche, sia quelle proposte con i più recenti studi inerenti l'elaborazione statistica di dati spaziali.

Questi ultimi tendono a definire modelli matematici finalizzati ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche.

L'analisi regionale degli estremi idrologici massimi, può essere condotta suddividendo l'area di studio in zone geografiche omogenee nei confronti dei parametri statistici che si è deciso di adottare.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). In questa distribuzione i parametri fondamentali sono: Θ_1 , Λ_1 , Θ_2 , Λ_2 , che rappresentano il parametro di scala ed il numero medio di osservazioni della variabile casuale Y provenienti dalla componente ordinaria e dalla componente secondaria. Si ottiene

$$\Theta^* = \Theta_2 / \Theta_1 \qquad \Lambda^* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta^*}$$

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri Θ e Λ^* . Tali parametri devono essere stimati da un elevato numero di dati; questo comporta l'assunzione di una regione omogenea molto ampia. Le sottozone omogenee, caratterizzate oltre che dalla conoscenza di Θ^* e Λ^* anche dalla conoscenza di Λ_1 , sono individuate nel secondo grado di regionalizzazione; anche in questo livello si ipotizza che l'area indagata costituisca una zona omogenea. Si considerano solo le serie più numerose, in quanto la stima dei parametri suddetti è condizionata dalla presenza di dati di pioggia straordinari che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione di sei zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità

spaziale dei parametri della legge TCEV, è utile rappresentare la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata X_t come prodotto tra il suo valore medio $\mu(X_t)$ ed una quantità $K_{T,t}$, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T}/\mu(X_t)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto precedente corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria, C_a , e dei coefficienti di variazione, C_v , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di $K_{t,T}$ (nel seguito indicato con K_T), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri Θ^* , Λ e Λ_1 , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro – meridionale riportata in fig. 2.

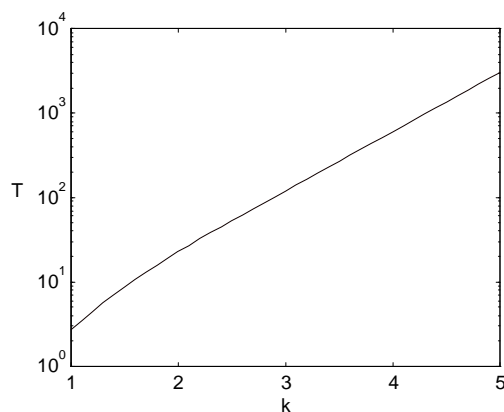


Fig 2: fattore di crescita al variare del tempo di ritorno

Il valore di K_T può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$KT = a + b \ln T$$

in cui :

$$a = (\Theta \cdot \ln \Lambda + \ln \Lambda_1) / \eta ; \quad b = \Theta / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda + C - T_0$$

$$C = 0.5772, \text{ (costante di Eulero),}$$

$$T_o = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \Lambda_*^i}{i!} \Gamma\left(\frac{i}{\theta_*}\right)$$

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei parametri a e b, e i relativi valori η e T_o , che consentono di determinare le leggi di crescita relative all'area in esame:

Zona omogenea	a	b	T_o	η
Puglia centro-meridionale	0.1599	0.5166	-0.6631	4.1053

Tab. 4: Parametri dell'espressione asintotica

Va tuttavia osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

Per semplificare la valutazione del fattore di crescita, nella tabella 5 sono riportati, i valori di K_T relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

T	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
K_T	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	3.38	3.73

Tab. 5: Valori di K_T Puglia Centro-Meridionale

2.2.1 Terzo livello di regionalizzazione

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

La relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(Ch+D+\log \alpha - \log a) / \log 24}$$

in cui α è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_t)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea; $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per la zona di interesse i valori dei parametri sono riportati in tabella 6.

Zona	a	a	C	D	N
6	"	33.7	0.0022	4.1223	-

Tab. 6: Parametri delle curve di 3° livello

Nella figura 3 si riporta la suddivisione della regione in aree omogenee; nella figura 4 sono rappresentate le curve di possibilità climatica nella zona omogenea di interesse.

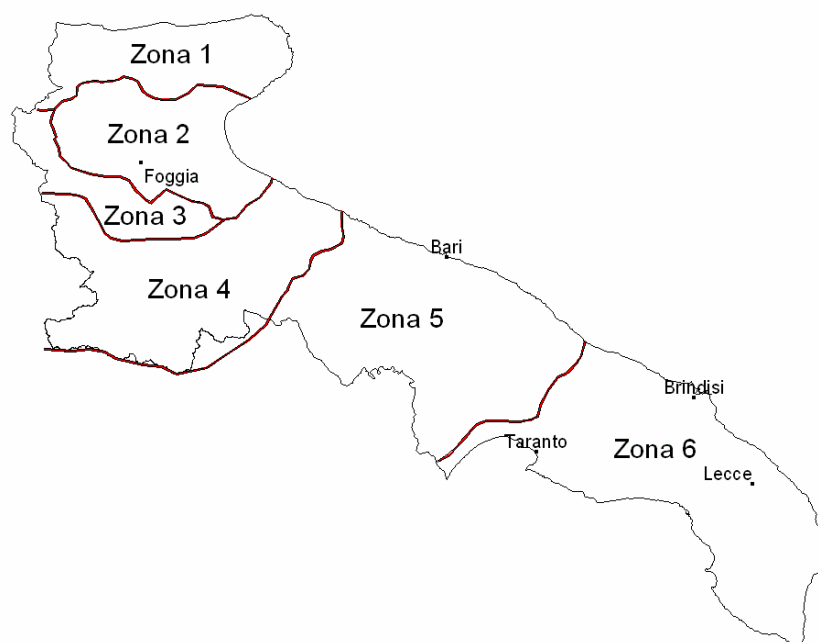


Fig. 3: Zone omogenee, 3° livello

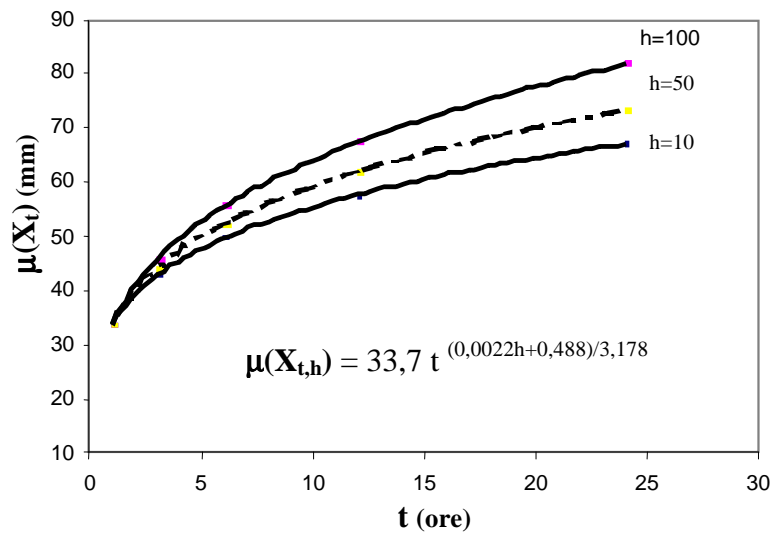


Fig. 4: Curva di probabilità pluviometrica in zona 6 (penisola Salentina).

2.2.2 Determinazione delle curve di possibilità climatica

L'analisi precedentemente esposta ha permesso di determinare le curve di possibilità climatica, con le rispettive equazioni, per tempi di ritorno di 5, 10 e 20 anni, per la stazione di Lizzano.

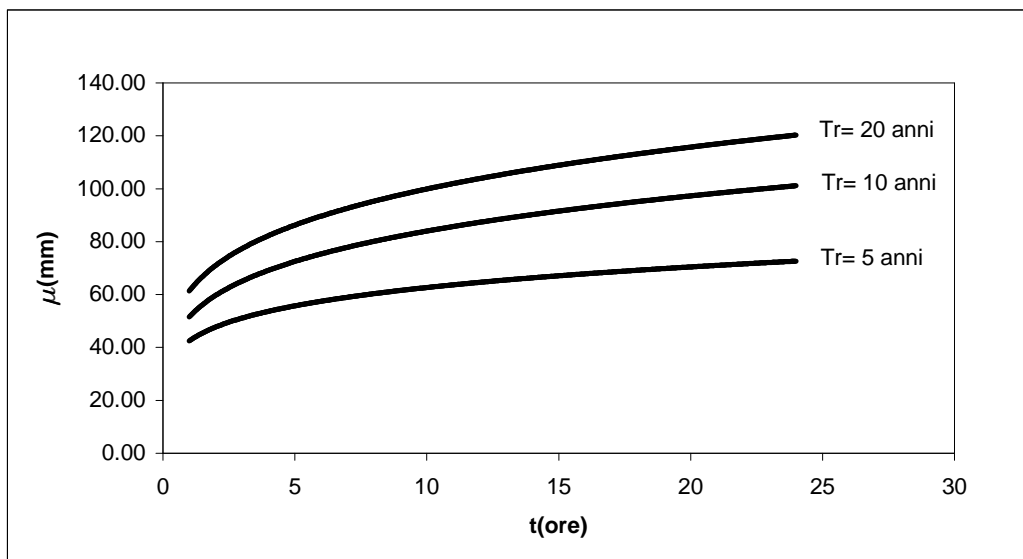


Fig. 5: Curve di possibilità climatica relative alla stazione di Lizzano.

$T_r = 5$ anni	$h = 42.4 \cdot t^{0.17}$
$T_r = 10$ anni	$h = 51.5 \cdot t^{0.17}$
$T_r = 20$ anni	$h = 61.3 \cdot t^{0.17}$

2.3 Scelta della curva di possibilità climatica

E' doverosa una precisazione circa la scelta del tempo di ritorno per il dimensionamento delle reti di fognatura pluviale.

La letteratura tecnica suggerisce di adottare tempi di ritorno compresi tra 10 e 20 anni; il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici indica in 15 anni il tempo di ritorno di dimensionamento.

Tuttavia il regolamento di attuazione della legge n. 36/94 (D.P.C.M. n. 47 del 04/03/96) concernente disposizioni in materia di risorse idriche nel capo 7. "Criteri per la gestione del servizio integrato..." tratta le reti di drenaggio urbano affermando che "le reti di fognatura bianca o mista debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete".

Alla luce di quanto disposto risulta, quindi, evidente che il tempo di ritorno di 5 anni scelto per il dimensionamento della rete in progetto appare accettabile soprattutto in considerazione delle caratteristiche plano altimetriche del centro abitato per il quale la realizzazione di tale infrastruttura è un problema complesso ed oneroso.

La portata da impiegare per la verifica della fogna bianca sarà quella ottenuta dal metodo probabilistico in quanto questo, complessivamente, fornisce valori più alti di precipitazione soprattutto per durate di pioggia maggiori. Inoltre, sempre con riferimento al metodo probabilistico, la curva di possibilità climatica è stata determinata tenendo conto anche delle piogge di breve intensità che, invece, non sono state prese in considerazione con il metodo della regionalizzazione. Per quanto appena detto, la curva di possibilità climatica da impiegare avrà equazione:

$$y = 37.6 \cdot x^{0.37}$$

3 VERIFICHE IDRAULICHE

3.1 Verifica della rete pluviale

Per il calcolo delle portate, relative a ciascun tronco della rete, si è proceduto con il metodo cinematico o metodo della corrivazione, al quale corrisponde la seguente espressione.

$$Q_M = \frac{\varphi i S}{360}$$

in cui:

Q_M = portata al colmo di piena (m^3/s);

φ = valore del coefficiente d'afflusso medio del bacino;

i = intensità di pioggia pari al tempo di concentrazione t_c (mm/h);

S = superficie del bacino (ha).

Il tempo di concentrazione è stato calcolato utilizzando una delle formule empiriche proposte nel testo pubblicato dal Centro Studi Deflussi Urbani "Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione" edizione Hoepli.

Il tempo di concentrazione può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fino alla sezione di chiusura. In particolare, individuata la rete e i sottobacini relativi a ciascun tronco, il tempo t_c è dato dalla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui t_a è il tempo di accesso alla rete e relativo al sottobacino drenato dal condotto posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il tempo di rete, ovvero il tempo che impiega la massima portata a percorrere la canalizzazione, nelle condizioni di moto uniforme, per giungere alle sezioni di interesse.

Il tempo di accesso della rete è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza media del bacino, della natura dello stesso e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. Il valore normalmente assunto nella progettazione è compreso nell'intervallo di 5 – 15 minuti; i valori più bassi corrispondono ai bacini di minore estensione, più attrezzati e di maggiore pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Nel caso specifico per la verifica della rete di drenaggio urbano si è assunto, date le caratteristiche morfologiche del bacino in esame e della rete di drenaggio stessa, un valore medio del tempo di accesso pari a 10 minuti.

Il tempo di rete è stato calcolato utilizzando la seguente espressione:

$$t = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

dove:

L_i = è la lunghezza del tratto di rete preso in considerazione ed è espresso in metri;

V_{ui} = è la velocità di moto uniforme che assume la portata di piena in ogni singola canalizzazione, espressa in m/s.

I valori dei coefficienti di deflusso ϕ_i sono ottenuti attraverso una media pesata, rispetto all'area, dei coefficienti di deflusso ϕ relativi alle diverse zone. In particolare, la scelta dei diversi valori da assegnare è stata effettuata alla luce delle reali caratteristiche del territorio, dell'effetto antropico su di esso e delle pendenze che lo caratterizzano.

Per i valori caratteristici del coefficiente si è fatto riferimento a quanto proposto da Marchetti (1963) e che appresso si riporta (si veda Tab. 8.2 "Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione" edizione Hoepli):

TIPOLIGIA URBANA	ϕ
Parti centrali delle antiche città, con densa fabbricazione, con strade strette e lastricate	0,70÷0,90
Zone urbane destinate a restare con scarse aree scoperte	0,50÷0,70
Zone urbane destinate al tipo di città giardino	0,25÷0,50
Zone urbane destinate a restare non fabbricate e non pavimentate	0,10÷0,30
Prati e parchi	0,00÷0,25

Pertanto, con riferimento alla rete pluviale oggetto del presente progetto, si è proceduto alla individuazione delle aree servite dalla stessa. In particolare, si sono individuate tre aree scolanti e definiti i tempi di concentrazione per ogni singola tratta pervenendo quindi alla determinazione della portata in transito.

Per quanto riguarda i valori di pendenza di cui tener conto in fase progettuale, per le tratte caratterizzate da diversa pendenza si è proceduto ad effettuare il dimensionamento considerando il valore minimo della stessa; quindi si è validata l'adeguatezza della scelta verificando il grado di riempimento e i valori di velocità. Si precisa che come pendenza

minima si è assunto il valore dello 0.2% mentre per quanto riguarda i valori della velocità massima, questi non dovranno di norma superare i 5 m/s.

Per il dimensionamento degli spechi prescelti, con le diverse pendenze assunte, si è fatto riferimento alla formula di Chèzy, utilizzando per il coefficiente di attrito l'espressione di Gauckler Strickler. Pertanto la formula ha assunto l'espressione:

$$Q = \omega c R^{2/3} i^{1/2}$$

ove

- ω è la sezione liquida in m²;
- c è il coefficiente di resistenza al moto, m^{1/3}/s⁻¹;
- R il raggio idraulico in m;
- i è la pendenza del fondo.

Il coefficiente di resistenza al moto di Gauckler Strickler è stato assunto pari a 80 m^{1/3}/s in considerazione più di una eventuale cattiva manutenzione delle fogne che non della scabrezza delle condotte che, per il tipo prescelto, avrebbe potuto assumere valore ben più elevato.

Nella tabella 7 si riportano, per i tronchi in progetto, i dati di input e i risultati del processo di dimensionamento con riferimento alla pendenza minima di ogni singola tratta.

Si precisa che nella presente tabella sono indicati i tronchi (Tr 2 dal picch1 al 5, Tr. 2.1 dal picch. 1 al 5, Tr 2.3 e Tr 2.4 dal picc. 1 al 2) che a seguito dell'aggiornamento al prezzario ufficiale della Regione Puglia ed. 2008 non sono stati previsti nel presente progetto esecutivo.

Tronco	Sezione di controllo		Caratteristiche bacino						Tc	i	Q	DN	Lung. Tronco	Pend. tronco	Tirante idrico	Vel.	% riemp
	Identificativo	Area totale	Area bacino	Area edificata	$\phi_{\text{Area-edif.}}$	Area non edificata	$\phi_{\text{Area-non edif.}}$	ϕ_{MEDIA}									
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha									
Tr 1,4 Picchetti da 1-3	1	1,00	1,00	0,20	0,4	0,80	0,2	0,24	673,91	108,1	0,07	500x600	68,0	0,30%	0,15	0,92	25%
Tr 1,4,1	2	2,36	2,36	0,94	0,4	1,42	0,2	0,28	665,00	109,0	0,20	500x600	78,0	0,30%	0,33	1,20	55%
Tr 1,4 Picchetti da 3-5	3	3,65	0,29	0,03	0,4	0,26	0,2	0,26	722,75	103,4	0,28	500x600	63,0	0,30%	0,44	1,29	73%
Tr 1,3	4	0,74	0,74	0,07	0,4	0,67	0,2	0,22	746,82	101,3	0,05	300	72,0	0,30%	0,22	0,88	73%
Tr 1 Picchetti da 1-4	5	2,16	2,16	1,73	0,6	0,43	0,2	0,52	675,76	107,9	0,34	600	150,0	0,68%	0,35	1,98	58%
Tr 1 Picchetti da 4-8	6	4,46	2,30	0,35	0,4	1,96	0,2	0,37	783,06	98,3	0,45	700	147,0	0,23%	0,56	1,37	80%
Tr 1 Picchetti da 8-10	7	4,99	0,53	0,42	0,6	0,11	0,2	0,39	845,56	93,7	0,50	800	90,0	0,23%	0,52	1,44	65%
Tr 1 Picchetti da 10-13	8	9,96	0,58	0,46	0,6	0,12	0,2	0,34	894,80	90,4	0,84	800	97,0	0,40%	0,63	1,97	79%
Tr 1,2 Picchetti da 1-2	9	0,20	0,2	0,18	0,6	0,02	0,2	0,56	644,44	111,1	0,03	300	40,0	0,41%	0,14	0,90	47%
Tr 1,2,1	10	0,59	0,59	0,53	0,6	0,06	0,2	0,56	640,44	111,6	0,10	300	74,0	1,32%	0,22	1,83	73%
Tr 1,2 Picchetti da 2-6	11	1,35	0,56	0,56	0,6	0,00	0,2	0,58	710,22	104,5	0,23	500	148,0	1,20%	0,27	2,25	54%
Tr 1 Picchetti da 13-14	12	11,31	0,05	0,05	0,6	0,00	0,2	0,37	913,71	89,2	1,03	900	35,0	0,30%	0,71	1,85	79%
Tr 1,1	13	0,73	0,73	0,73	0,6	0,00	0,2	0,60	650,36	110,5	0,13	400	69,0	0,30%	0,28	1,37	70%
Tr 1 Picchetti da 14-22	14	12,04	2	2,00	0,6	0,00	0,2	0,48	1033,41	82,5	1,33	1000	237,0	0,30%	0,80	1,98	80%
Tr 1,5 Picchetti da 1-7	15	2,28	2,28	1,82	0,6	0,46	0,2	0,52	725,67	103,1	0,34	600	235,0	0,59%	0,37	1,87	62%
Tr 1,5,1	16	1,13	1,13	1,13	0,6	0,00	0,2	0,60	718,37	103,8	0,20	400	232,0	1,00%	0,3	1,96	75%
Tr 1,5 Picchetti da 7-8	17	3,50	0,09	0,09	0,6	0,00	0,2	0,55	741,42	101,7	0,54	600	43,0	1,29%	0,4	2,73	67%

Tab 7: risultati del dimensionamento dei tronchi in progetto con riferimento alla pendenza minima

Tronco	Sezione di controllo		Caratteristiche bacino						Tc	i	Q	DN	Lung. Tronco	Pend. tronco	Tirante idrico	Vel.	% riemp
	Identificativo	Area totale ha	Area bacino ha	Area edificata ha	$\phi_{\text{Area-edif.}}$	Area non edificata ha	$\phi_{\text{Area-non edif.}}$	ϕ_{MEDIA}									
Tr 1 Picchetti da 22-26	18	16,17	0,63	0,60	0,6	0,03	0,2	0,50	1071,74	80,7	1,82	1000	133,0	1,00%	0,63	3,47	63%
Tr 2 Picchetti da 1-5	19	1,40	1,40	1,19	0,6	0,21	0,2	0,54	725,00	103,2	0,22	500x600	170,0	0,40%	0,32	1,36	53%
Tr 2 Picchetti da 5-10	20	18,41	0,84	0,80	0,6	0,04	0,2	0,51	1114,67	78,7	2,05	1000	164,0	1,20%	0,65	3,82	65%
Tr 2 Picchetti da 10-15	21	19,85	1,44	1,22	0,6	0,22	0,2	0,51	1183,36	75,8	2,13	1000	215,0	0,75%	0,80	3,13	80%
Tr 2,1 Picchetti da 1-5	22	1,12	1,12	0,95	0,6	0,17	0,2	0,54	689,33	106,5	0,18	500	134,0	0,50%	0,29	1,50	58%
Tr 2,1,1	23	1,64	1,64	1,23	0,6	0,41	0,2	0,50	641,83	111,4	0,25	500	87,0	0,95%	0,29	2,05	58%
Tr 2,1 Picchetti da 5-11	24	5,96	3,2	2,56	0,6	0,64	0,2	0,52	767,07	99,6	0,85	700	220,0	1,00%	0,51	2,83	73%
Tr 2,1,2	25	0,87	0,87	0,44	0,6	0,44	0,2	0,40	621,56	113,7	0,11	300	47,0	1,90%	0,20	2,18	67%
Tr 2,1 Picchetti 11-13	26	7,08	0,25	0,25	0,6	0,00	0,2	0,51	785,28	98,1	0,98	700	65,0	1,66%	0,47	3,57	67%
Tr 2 Picchetti da 15-17	27	27,21	0,28	0,17	0,6	0,11	0,2	0,51	1200,94	75,1	2,89	1200	61,0	0,75%	0,83	3,47	69%
Tr 2,2	28	1,37	1,37	1,16	0,6	0,21	0,2	0,54	732,26	102,5	0,21	500	205,0	0,50%	0,32	1,55	64%
Tr 2 Picchetti da 17-20	29	29,02	0,44	0,07	0,6	0,37	0,2	0,51	1226,73	74,1	3,03	1200	90,0	0,75%	0,86	3,49	72%
Tr 2,3	30	1,55	1,55	0,47	0,6	1,09	0,2	0,32	749,30	101,1	0,14	500	212,0	0,50%	0,25	1,80	50%
Tr 2 Picchetti da 20-22	31	30,81	0,24	0,00	0,6	0,24	0,2	0,50	1244,11	73,4	3,13	1200	61,0	0,75%	0,88	3,51	73%
Tr 2,4	32	1,17	1,17	0,35	0,6	0,82	0,2	0,32	766,15	99,7	0,10	500	216,0	0,50%	0,21	1,30	42%
Tr 2,5	33	1,27	1,27	0,38	0,6	0,89	0,2	0,32	793,48	97,5	0,11	500	267,0	0,55%	0,21	1,38	42%
Tr 2 Picchetti da 22-24	34	33,55	0,30	0,00	0,6	0,30	0,2	0,48	1261,39	72,8	3,27	1200	61,0	0,75%	0,92	3,53	77%

Tab 7: risultati del dimensionamento dei tronchi in progetto con riferimento alla pendenza minima .

3.2 Vasca raccolta e trattamento acque

Come specificato nella relazione generale, il presente progetto prevede la realizzazione di una vasca di trattamento in cui verranno convogliate sia le acque di prima pioggia che le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia.

La vasca di raccolta e trattamento acque di pioggia consta di:

- trattamento di grigliatura;
- trattamento di dissabbiatura.

Per la descrizione del suo funzionamento si rinvia alla relazione generale; qui si riporta una breve descrizione.

La grigliatura è di tipo grossolano e avviene a mezzo di griglia con spaziatura di 3 cm; mentre per la dissabbiatura è stato dimensionato un bacino in grado di assicurare la sedimentazione di particelle di diametro equivalente pari a 0.5 mm.

Per quanto riguarda il dimensionamento si è assunta la velocità di sedimentazione rinveniente dalla legge di Stokes, valida in regime laminare:

$$v_s = \frac{g}{18} (\gamma_s - \gamma_a) \frac{D^2}{\mu}$$

in cui:

- γ_s = peso specifico relativo delle particelle
- γ_a = peso specifico relativo dell'acqua
- D = diametro equivalente delle particelle
- μ = viscosità cinematica dell'acqua

Nota il tirante idrico nel tratto del canale immediatamente a monte della vasca di trattamento è stato possibile desumere il tempo massimo disponibile affinché la generica particella in ingresso possa sedimentare. Per avere la sedimentazione di una particella di assegnato diametro e peso specifico, il suo tempo di caduta verticale deve essere inferiore o al più uguale al tempo di percorrenza orizzontale. In base a questa considerazione la lunghezza minima della vasca sarà quella che determina un tempo di percorrenza pari al tempo di caduta. La tabella 8 esplicita i risultati ottenuti:

γ	γ_s	μ (cm^2/s)	V_s (m/s)	L min <i>m</i>	L effettiva <i>m</i>
1.00	1.40	1.306	0.04	15,67	17.0

Tab. 8 parametri per il dimensionamento del sedimentatore

In essa si è assunto di voler far sedimentare, in acqua a temperatura di 10° ($\mu = 1,306$) particelle di diametro equivalente pari a 0,5 mm aventi peso specifico relativo pari a 1,4 corrispondente a quello medio per solidi sedimentabili presenti nei liquami.