

COMUNE DI MONOPOLI

PROVINCIA DI BARI

RECUPERO IDROGEOLOGICO DEI SOTTOPASSI FERROVIARI

- PROGETTO ESECUTIVO - 1° stralcio
Sistemazione via Arenazza



PROGETTAZIONE:

Studio Romanazzi - Boscia e Associati S.r.l.

Prof. Ing. Eligio ROMANAZZI (Direttore Tecnico)

Dott. Ing. Giovanni F. BOSCIA (Direttore Tecnico)

Dott. Ing. Sebanino GIOTTA

Dott. Ing. Fabio PACCAPELO

IL R.U.P.:

Geom. Marino MUOLO

ALLEGATO

Relazione di calcolo idraulico

A.2

AGG.

00 Elaborazione progetto esecutivo 1° stralcio
01 Integrazioni richieste con nota R.F.I. n.13/0000122 del 11/01/2013
02 Rielaborazione a seguito di richiesta FF.S 18/06/2015
03 Emesso per consegna finale

DATA

Maggio 2012
Febbraio 2013
Giugno 2015
Novembre 2015

SCALA

INDICE

1. STUDIO IDROLOGICO DEL BACINO	1
1.1. Indagine sul regime delle piogge	1
1.2. Delimitazione del bacino e coefficienti di afflusso	4
1.3. Scelta della frequenza delle piogge critiche	5
2. CALCOLI IDRAULICI	6
2.1. Rete di fognatura pluviale	6
2.2. Trattamento di dissabbiatura	9

INDICE ALLEGATI

- 1 - Dati stazione pluviometrica di Polignano a Mare
- 2 - Elaborazione dati pluviometrici 5 min – 1 ora
- 3 - Elaborazione dati pluviometrici 1 ora – 24 ore
- 4 - Calcolo e verifica rete fognatura pluviale $Tr = 5$ anni
- 5 - Calcolo portata delle “acque di prima pioggia”

1. STUDIO IDROLOGICO DEL BACINO

La presente relazione riguarda i calcoli per il dimensionamento della rete di fognatura pluviale a servizio della parte di abitato compresa fra via Aldo Moro, Via Arenazza e Via Amleto Pesce e delle relative opere terminali (manufatto di dissabbiatura e grigliatura).

Lo scopo dello studio idrologico è di pervenire alla valutazione delle principali grandezze idrologiche che intervengono nei calcoli di dimensionamento e della rete di fognatura pluviale e delle opere terminali di progetto.

Lo studio è così articolato:

- Indagine sul regime delle piogge ed elaborazione dei dati pluviometrici occorrenti per le verifiche idrauliche;
- Delimitazione dei bacini principali e sottobacini con determinazione dei coefficienti di afflusso.

Si fa presente che nel calcolo delle portate afferenti alla rete pluviale è stato determinato il bacino tributario che contiene la sede ferroviaria e, di conseguenza, la fognatura pluviale così dimensionata ricomprende anche le acque meteoriche provenienti dalla sede ferroviaria.

1.1. *Indagine sul regime delle piogge*

Per i dati pluviometrici si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica di Polignano a Mare che presenta una serie cronologica di dati (v. allegato in appendice) sufficientemente ampia.

Il dato fondamentale da cui partire nell'elaborazione statistica è costituito dall'altezza delle precipitazioni riferite ad un intervallo di tempo, da scegliere in funzione dell'ampiezza dell'area interessata e delle sue caratteristiche di impermeabilità.

Infatti, la durata della pioggia più pericolosa cresce all'aumentare della superficie ed al diminuire del coefficiente di afflusso.

Le reti di fognatura pluviale, che come quella di progetto interessano una superficie relativamente piccola con valori elevati del coefficiente di afflusso, presentano tempi di corrivazione molto inferiori alle 24 ore. Pertanto, si sono presi in considerazione i dati relativi alle piogge di minore durata, precisamente le "precipitazioni di notevole intensità e breve durata" ed i massimi annuali delle "precipitazioni orarie di durata 1÷24 ore".

Le "precipitazioni di notevole intensità e breve durata" sono però riportate negli annali per una durata variabile, per cui, per la necessaria omogeneità dei dati, i valori di altezza di pioggia sono stati rapportati alla durata di 5, 10, 30 minuti, con il criterio delle "altezze ragguagliate" (v. allegato in appendice).

Supponendo l'intensità di pioggia costante per tutta la durata **T** della pioggia stessa, l'altezza di pioggia **h_t**, relativa alla durata generica **t**, si ricava dalla relazione:

$$h_t = h_T \times \frac{t}{T}$$

per durate $t > T$ si assumerà l'altezza ht , se questa risulta maggiore di quella ragguagliata alla pioggia di durata $T' > T$.

I dati sono stati poi elaborati accettando l'ipotesi che i massimi h delle diverse durate siano interpretati dalla distribuzione probabilistica di Gumbel 1.

Con riferimento a tempi di ritorno di 1, 5, 10, 15, 20 e 50 anni si sono ricavati i valori corrispondenti a ciascuna durata, mediante la relazione:

$$h = u - \frac{1}{a} \times \ln \left[\ln \left(\frac{Tr - 1}{Tr} \right) \right]$$

essendo:

$$u = m(h) - \frac{0,5771}{a}$$

$$a = \frac{1,283}{s(h)}$$

$$m(h) = \sum_i \frac{h_i}{N}$$

$$s(h) = \sqrt{\sum_i \frac{[h_i - m(h)]^2}{N - 1}}$$

La adattabilità dei dati di osservazione alla legge probabilistica del valore estremo è stata poi provata attraverso il metodo del χ^2 di Pearson che, suddiviso il campione in k classi, considera la grandezza statistica:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Ni - Npi)^2}{Npi}$$

che esprime il divario fra l'osservazione e la teoria, dove N_i rappresenta la frequenza dei valori empirici ed N_{pi} il numero dei valori della stessa grandezza che scaturiscono dall'ipotesi teorica di distribuzione.

Confrontando tale grandezza con quella (χ^2) che deriva dal grado di libertà (f) del sistema e dal livello di significatività prescelto (0,05), si può concludere circa l'adattabilità dei dati empirici all'ipotesi di Gumbel.

Il test del χ^2 di Pearson mostra, per la stazione pluviometrica di Polignano a Mare, una buona adattabilità dei dati di osservazione alla legge di Gumbel. Infatti il valori del χ^2 per le durate prescelte risulta sempre più basso del χ^2 .

Per ciascun tempo di ritorno la determinazione del legame funzionale fra le altezze di pioggia h e le durate T si ottiene adottando un'espressione monomia del tipo:

$$h = a \times t^n$$

¹ E.J.Gumbel: "Statistics of extremenes" - Columbia University Press, New York, 1967

che nel piano logaritmico si trasforma nella retta di equazione:

$$\log(h) = \log(a) + n \times \log(t)$$

La regolarizzazione dei dati compresi in ciascun intervallo è stata infine ottenuta con il metodo dei minimi quadrati risolvendo il sistema:

$$\begin{aligned} n \sum (\log(t))^2 + \log(a) \times \sum (\log(t)) &= \sum (\log(t) \times \log(h)) \\ n \sum (\log(t)) + m \times \log(a) &= \sum (\log(h)) \end{aligned}$$

dove m è il numero delle durate prese in esame ed a e n sono rispettivamente il coefficiente e l'esponente delle curve di possibilità pluviometrica.

In tal modo si sono ottenuti i parametri a ed n riferiti alle durate 5min-3h e 1h-24h che hanno mostrato valori caratteristici di un regime tipicamente mediterraneo, simili a quelle riscontrate per territori limitrofi.

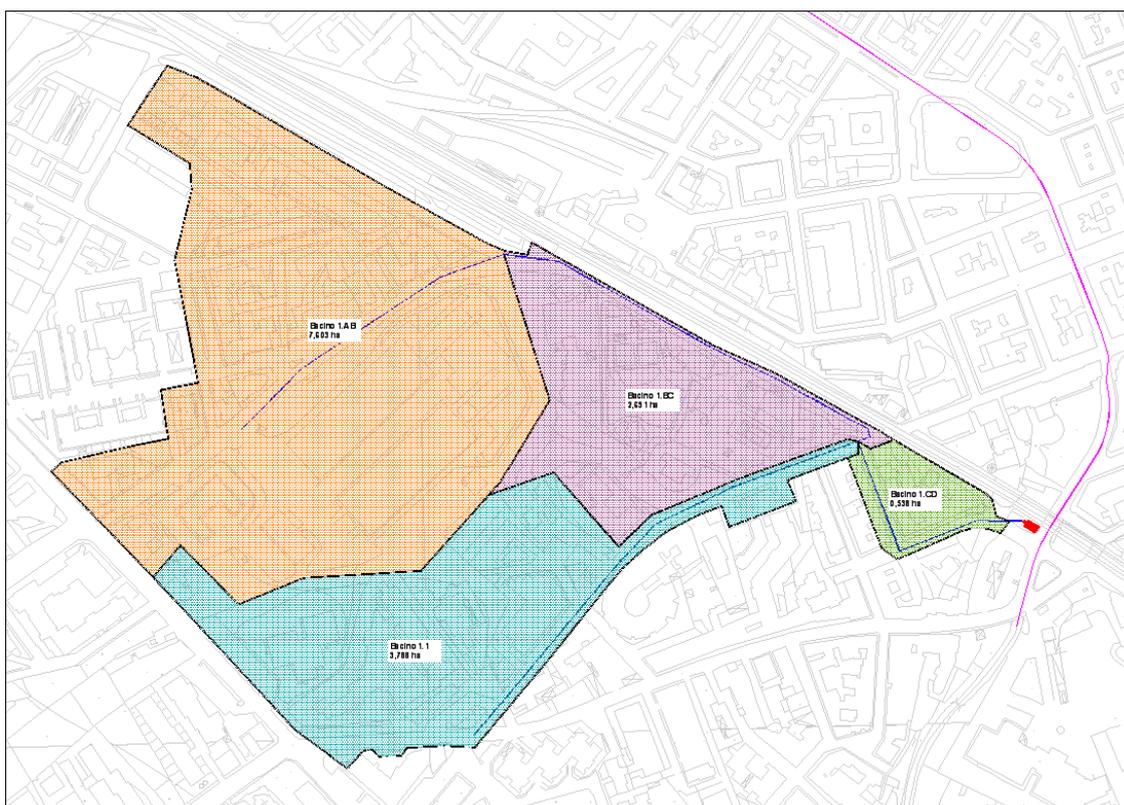
Per tenere conto del *fattore di ragguaglio*, per cui l'altezza di pioggia media diminuisce all'aumentare dell'area del bacino si sono utilizzate le formule del Puppini valide per bacini superiori ai 10 ha.

$$\begin{aligned} a' &= a \times \left(1 - 0,052 \times \frac{A}{100} + 0,02 \times \left(\frac{A}{100} \right)^2 \right) \\ n' &= n + 0,0175 \times \frac{A}{100} \end{aligned}$$

In tal modo sono stati ottenuti i parametri **a** ed **n** riferiti alle durate 5min-1h e 1h-24h utilizzati per il dimensionamento della rete di fognatura pluviale e del manufatto di trattamento delle acque.

1.2. Delimitazione del bacino e coefficienti di afflusso

In funzione dell'andamento planimetrico dell'area servita dalla rete fognante e dei deflussi stradali si è individuato il bacino principale della rete fognante che è stato poi suddiviso, in base alla configurazione degli isolati e all'andamento altimetrico, in sottobacini di più piccole dimensioni ciascuno di competenza di un tronco della rete.



Stabilita tale suddivisione si sono determinati i coefficienti di afflusso assumendoli pari a ²:

- 0,70 per le zone intensamente edificate;
- 0,50 per le zone ad edilizia estensiva
- 0,40 per le zone di espansione e quelle adibite a servizi di quartiere
- 0,30 per le aree a verde.

Per i tronchi della rete che sottendono bacini caratterizzati da diverse tipologie urbanistiche, si è assunto un coefficiente di afflusso proprio ottenuto come media ponderale

Al fine di tener conto dell'influenza dell'altezza di pioggia sul coefficiente di afflusso si è utilizzata la formula di Fantoli per cui:

$$\Phi' = \Phi_1 \times T^{n/3}$$

2 V. Nanni : "La moderna tecnica delle fognature" - Ed. Hoepli o M. Marchetti : "Fognature urbane" - Politecnico di Torino

1.3. Scelta della frequenza delle piogge critiche

Elaborate le curve o le equazioni di possibilità pluviometrica, caratterizzate da valori costanti di frequenza e quindi di probabilità, occorre scegliere la frequenza adatta al tipo di opere da progettare.

Per il calcolo della fognatura non risulta possibile considerare le piogge più forti, con frequenza minima o periodo massimo, verificatesi una (o poche volte) nell'intero periodo di osservazione, poiché i condotti avrebbero dimensioni tecnicamente ed economicamente non ammissibili; tra l'altro il loro inserimento nel corpo stradale risulterebbe notevolmente più problematico.

Si devono perciò ammettere insufficienze periodiche, che si mantengano in limiti tollerabili.

A tal proposito il D.P.C.M. 4 marzo 1996, che detta *Disposizioni in materia di risorse idriche*, ha prescritto in tema di periodo di ritorno per le fognature la seguente norma:

“Ai fini del drenaggio delle acque meteoriche 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”

Sulla base di quanto innanzi per il tempo di ritorno, e di conseguenza per le curve di possibilità pluviometrica utilizzate per le verifiche idrauliche, si è assunto il valore di **Tr = 5 anni**

2. CALCOLI IDRAULICI

2.1. Rete di fognatura pluviale

Per i calcoli idraulici della rete di fognatura è stata utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

essendo:

Q, la portata

A, la sezione liquida

R, il raggio idraulico

i_f , la pendenza del fondo

χ , il coefficiente di attrito

Per esprimere quest'ultimo si è stata utilizzata l'espressione di Chezy:

$$\chi = \frac{87}{\sqrt{R} / (\gamma + \sqrt{R})}$$

dove γ , coefficiente di scabrezza, si è assunto pari a 0,16 per le tubazioni in Polipropilene corrugato.

Il progetto e la verifica della rete di progetto è stata effettuata utilizzando un modello matematico basato sul metodo dell'invaso, sviluppato dallo “**Studio Romanazzi – Boscia e Associati s.r.l.**”, che consente il dimensionamento e la verifica della rete in funzione dei diversi eventi meteorici.

Chiamando:

p la portata che affluisce nella rete nell'istante t;

q la portata che ne defluisce nello stesso istante t;

v il volume d'acqua invasato nel tempo dt,

partendo dall'equazione di continuità, nell'ipotesi di pioggia d'intensità costante e di funzionamento sincrono ed autonomo della rete, si ottiene la relazione:

$$V = \frac{T \cdot Q}{\ln(\Sigma/1 - \Sigma)} \quad (1)$$

di Supino

con:

$$\Sigma = K \cdot a \cdot T^{n-1} \cdot \frac{A}{Q} \quad (2)$$

essendo:

- V il volume d'invaso somma del volume invasato nella rete a monte del tronco in esame, del volume invasato nel tronco stesso, del volume degli invasi superficiali e del velo idrico; questi ultimi due globalmente valutati in 50 mc/ettaro.
- K il coefficiente di afflusso ottenuto come media ponderale dei coefficienti di afflusso relativi ai singoli bacini parziali sottesi dai tronchi a monte;
- Q la portata che defluisce dal tronco;
- A l'area totale, somma dell'area propria del tronco e di quella relativa ai bacini sottesi dai tronchi di monte.

La precedente equazione, che sinteticamente si può scrivere:

$$V = V(T) \quad (3)$$

consente di calcolare il volume d'invaso V in funzione della durata T della pioggia, per cui il massimo volume d'invaso lo si ottiene derivando la precedente rispetto al tempo e risolvendo l'equazione:

$$\frac{dV(T)}{dt} = 0 \quad (4)$$

Nella prima fase il modello di calcolo consente, con la risoluzione del sistema formato dalla (3) e (4), di determinare la sezione circolare teorica che, con un determinato franco (che si è assunto pari al 20%), realizza un volume d'invaso uguale a quello massimo necessario. Il tutto con un ordine di approssimazione percentuale di qualche millesimo.

Nella seconda fase lo stesso modello esegue la verifica della rete con le sezioni di progetto utilizzata per i singoli tratti.

Per tenere conto del fattore di ragguglio, per cui l'altezza di pioggia media diminuisce all'aumentare dell'area del bacino, il modello utilizza le formule del Puppini valide per bacini superiori ai 10 ha.

$$a' = a \times \left(1 - 0,052 \times \frac{A}{100} + 0,02 \times \left(\frac{A}{100} \right)^2 \right)$$

$$n' = n + 0,0175 \times \frac{A}{100}$$

mentre al fine di considerare l'influenza che l'altezza di pioggia esercita sul coefficiente di afflusso, utilizza la formula di Fantoli:

$$\Phi' = \Phi_1 \times T^{n/3}$$

Nelle tabelle in appendice si riportano i calcoli di progetto e verifica della rete pluviale secondo quanto detto nel precedente paragrafo.

Nel nostro caso, con un tempo di ritorno di 5 anni, corrispondono due curve pluviometriche valutate tenendo conto degli eventi meteorici di durata compresa tra i 5 minuti ed un ora:

$$h = 34,70 \times t^{0,503}$$

E tenendo conto degli eventi contraddistinti da durate comprese tra 1 e 24 ore:

$$h = 33,08 \times t^{0,264}$$

Utilizzando la metodologia su esposta ed utilizzando tubazioni in Polipropilene corrugato, caratterizzate da una scabrezza di Bazin di 0,16, si è giunti alla determinazione delle reti di fognatura pluviale come di seguito riportate:

- tronchi di fognatura pluviale posti lungo Via Aldo Moro, Via Arenazza e Via Amleto Pesce in Polipropilene per una lunghezza totale di circa 710,00 ml:
 - Tronco 1.AB DN interno 600 L = 258,50
 - Tronco 1.BC DN interno 700 L = 274,10
 - Tronco 1.CD DN interno 700 L = 160,60
- tronchi di fognatura pluviale di futura realizzazione posti lungo Via Amleto Pesce per una lunghezza totale di circa 365,50 ml
 - Tronco 1.1 DN interno 500 L = 356,50

2.2. Trattamento di dissabbiatura

I criteri per la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, di cui all'art.29 del D.lgs 152/99 sono stati riportati dalla regione Puglia nel Piano Direttore del giugno 2002, redatto nell'ambito delle attività finalizzate alla redazione del Piano di Tutela delle Acque.

Successivamente alcuni dei principi generali e delle definizioni introdotte nel suddetto documento sono state riformulate con l'emanazione delle "linee guida per la redazione dei regolamenti di attuazione del PTA" approvate con delibera di Consiglio Regionale della Puglia n.230 del 20/10/2009.

Le linee guida, al paragrafo 3.2 – "Criteri generali", definiscono "*Acque di prima pioggia: le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:*

- *di 5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili, inferiore o uguale a 10.000 mq;*
- *compresa tra 2,5 e 5 mm per le superfici di estensione rientranti tra 10.000 e 50.000 mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di accesso alla vasca di raccolta;*
- *di 2,5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili, superiori a 50.000 mq."*

al paragrafo 3.3 - "Disciplina e trattamento degli scarichi delle acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate", prevedono che "*le acque di prima pioggia derivanti dagli scarichi di acque meteoriche di dilavamento di superfici esterne di insediamenti destinati alla residenza o ai servizi, strade, piste, rampe e piazzali sulle quali si effettua il transito, la sosta e il parcheggio di mezzi di qualsiasi tipo, nonché la movimentazione ed il deposito di materiali e sostanze non pericolose devono essere sottoposte, prima del loro smaltimento, ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura. L'Autorità competente potrà richiedere, in funzione della pericolosità e dell'estensione delle superfici di raccolta anche un trattamento di disoleazione. E' consentito l'utilizzo di sistemi di trattamento diversi delle acque suddette, purché gli stessi assicurino risultati almeno equivalenti."*

Calcolo della portata di prima pioggia

Traendosi di un bacino di estensione limitata, complessivamente pari a circa 14,6 ha, per il calcolo della portata delle acque di prima pioggia si è utilizzata una altezza di precipitazione di 5 millimetri che, ai sensi di quanto disposto dal paragrafo 2.2 delle "linee guida", dovrebbe essere uniformemente distribuita non sull'intera superficie del bacino, ma solo sulla parte "carrabile" di questo.

Poiché la superficie "carrabile" del bacino non è esattamente definibile, per il calcolo della portata di prima pioggia, si è fatto riferimento all'intera superficie del bacino stesso (14,6 ha), assumendo un coefficiente di afflusso pari a quello utilizzato per il dimensionamento della rete ed ipotizzando che l'altezza di precipitazione si verifichi in quindici minuti.

Definita l'altezza di pioggia critica (5 mm) e la relativa durata (15 min), il calcolo della portata affluente all'impianto di trattamento, può essere condotto con la stessa metodologia (modello matematico basato sul metodo dell'invaso) utilizzata per la verifica della rete fognante, facendo riferimento alla curva di probabilità pluviometrica corrispondente a quel tempo di ritorno che fornisce, per la durata di 15 minuti, un'altezza di pioggia di 5 millimetri.

Dall'elaborazione statistica dei dati di meteorici della zona si ricava che la curva di probabilità pluviometrica, che fornisce per la durata di 15 minuti un'altezza di pioggia di 5 millimetri, corrisponde a quella relativa ad un tempo di ritorno di poco maggiore a 1 anno che si esprime con la seguente curva monomia:

$$h = 11,03 \times t^{0,295}$$

Inserendo nel modello matematico della rete di progetto la suddetta curva monomia si ricava che la portata in arrivo al dissabbiatore è pari a:

$$q_{\text{dissabbiatore}} = 128,00 \text{ lt/sec}$$

come risulta dai tabulati di calcolo in appendice.

Il trattamento di grigliatura e dissabbiatura

Il trattamento di grigliatura e dissabbiatura avverrà in due manufatti separati. Il primo, posto a monte, sarà in conglomerato cementizio armato, gettato in opera, e sarà dotato di una griglia manuale in acciaio inox AISI 304. La griglia sarà formata da piatti principali 50x15 mm, posti ad un interasse di 65 mm, resi solidali, da ulteriori piatti perimetrali da 50x15 mm e da tondini trasversali da 15 mm posti ad interasse non superiore a mm. 500; gli elementi di appoggio dei pannelli costituiti da travi di bordo in acciaio inox saranno realizzate mediante procedimento di saldatura di tre profili piatti 100x8 a formare un profilo ad I, e gli ancoraggi alle murature verranno effettuati tramite tasselli in acciaio inossidabile del diametro di 12 mm e lunghezza massima di 40 mm.

Attraversata la griglia, le acque meteoriche defluiranno in un canale dotato al fondo di un orifizio che devia le acque di prima pioggia al manufatto di dissabbiatura, mentre le portate eccedenti defluiscono direttamente nel condotto emissario, costituito da una tubazione in PP del Di 700 che by-passa la dissabbiatura e scarica direttamente nel canale tombato della "Lama Belvedere".

Per il trattamento di dissabbiatura si è previsto un apposito manufatto monoblocco prefabbricato realizzato in C.A.V., con calcestruzzo di classe C25/30 e acciaio B450C, delle dimensioni di 5,55x 2,10 x 2,40 (h) m, dotato di copertura carrabile e chiusini in ghisa sferoidale di classe D400, ed avente una capacità di separazione delle sabbie (aventi un diametro > 0,2mm) con una portata di trattamento di 200 l/sec, maggiore di quella strettamente necessaria.

Il manufatto di dissabbiatura sarà dotato di opportuni setti verticali che generano un flusso che costringe la corrente ad una prima fase di discesa nella quale le sostanze pesanti vengono depositate sul fondo (dissabbiatura), e ad una successiva fase di risalita attraverso pacchi coalescenti che

consentono di effettuare anche la disoleazione, che è una fase di ulteriore trattamento non specificatamente prevista dalle norme vigenti. Infatti, le “linee guida per la redazione dei regolamenti di attuazione del PTA” prescrivono solo la grigliatura e la dissabbiatura e prevedono che il trattamento di disoleazione possa essere richiesto solo *“in funzione della pericolosità e dell’estensione delle superfici di raccolta”*.

Al termine del manufatto di dissabbiatura, le “acque di prima pioggia” confluiscono in un pozzetto dal quale si diparte una tubazione in PP del Di 400 che si collega al condotto emissario del Di 700 che scarica direttamente nel canale tombato della “Lama Belvedere”.



REGIONE PUGLIA
PRESIDENZA
SETTORE PROTEZIONE CIVILE

Ufficio Idrografico e Mareografico

Stazione: POLIGNANO A MARE

lat. 40°59'31,7"

long. 17°13'11,0"

Tabella piogge intense valore Max

ANNI	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1963	>>	>>	>>	24,6	31/08/1967	29,0	31/08/1967	30,0	31/08/1967	39,4	02/12/1967	49,8	02/12/1967
1964	21,2	29/05/1968	20	32,6	04/09/1968	33,8	04/09/1968	42,4	02/11/1968	63,8	02/11/1968	85,8	01/11/1968
1965	8,2	21/03/1969	15	15,2	25/09/1969	20,2	25/09/1969	39,2	12/12/1969	61,0	12/12/1969	77,8	12/12/1969
1966	10,4	05/11/1970	10	33,4	30/08/1970	37,2	30/08/1970	48,0	05/11/1970	49,4	05/11/1970	49,4	05/11/1970
1967	>>	>>	>>	16,2	21/06/1971	19,8	21/06/1971	20,0	21/06/1971	20,0	21/06/1971	22,6	13/12/1971
1968	23,0	20/09/1972	20	40,0	25/08/1972	51,4	25/08/1972	51,8	25/08/1972	54,4	25/08/1972	100,6	25/08/1972
1969	40,0	02/08/1973	40	43,6	02/08/1973	65,8	02/08/1973	66,8	02/08/1973	72,0	02/08/1973	73,2	02/08/1973
1970	6,2	19/09/1974	10	20,2	19/09/1974	30,2	01/05/1974	34,6	19/09/1974	49,8	18/10/1974	71,4	18/10/1974
1971	>>	>>	>>	17,0	04/01/1975	26,4	04/01/1975	45,0	04/01/1975	52,4	04/01/1975	57,6	04/01/1975
1972	>>	>>	>>	16,0	16/10/1976	22,2	27/02/1976	28,2	27/02/1976	34,6	22/02/1976	55,6	22/02/1976
1973	18,0	02/09/1977	10	24,6	02/09/1977	28,6	02/09/1977	46,8	02/09/1977	55,6	02/09/1977	60,2	02/09/1977
1974	20,0	14/10/1978	35	28,6	31/08/1978	60,0	14/10/1978	76,4	14/10/1978	78,4	14/10/1978	78,4	14/10/1978
1975	9,2	06/10/1979	10	22,6	09/11/1979	33,2	03/07/1979	39,6	09/11/1979	44,4	09/11/1979	50,8	03/07/1979
1976	14,8	21/12/1980	15	26,2	20/11/1980	49,6	20/11/1980	56,2	20/11/1980	84,4	20/11/1980	102,6	19/11/1980
1977	25,2	04/09/1981	30	28,8	04/09/1981	43,8	04/09/1981	62,8	04/09/1981	66,8	04/09/1981	84,0	03/09/1981
1978	20,8	28/08/1982	20	20,8	28/08/1982	32,0	12/08/1982	35,0	12/08/1982	35,0	12/08/1982	38,4	14/02/1982
1979	44,8	24/09/1983	30	46,8	24/09/1983	49,6	24/09/1983	49,6	24/09/1983	62,4	24/09/1983	68,4	19/10/1983
1980	10,0	20/02/1984	10	23,2	10/11/1984	28,0	16/03/1984	40,0	16/03/1984	65,4	16/03/1984	71,2	16/03/1984
1981	12,4	03/10/1985	45	12,4	03/10/1985	12,4	03/10/1985	12,4	03/10/1985	20,2	10/11/1985	25,2	10/11/1985
1982	33,2	11/08/1986	35	34,2	11/08/1986	39,2	11/08/1986	40,0	11/08/1986	42,8	26/08/1986	43,0	26/08/1986
1983	11,0	03/11/1987	15	20,0	03/11/1987	29,6	03/11/1987	38,2	02/11/1987	41,8	02/11/1987	50,4	09/12/1987
1984	29,6	14/04/1988	30	33,8	14/04/1988	38,4	14/04/1988	57,4	15/04/1988	81,2	14/04/1988	81,2	14/04/1988
1985	17,6	24/10/1989	5	34,4	24/10/1989	40,8	24/10/1989	40,8	24/10/1989	51,0	24/10/1989	54,0	24/10/1989
1986	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	40,6	05/11/1990
1987	7,2	13/10/1991	10	14,4	03/07/1991	24,0	04/03/1991	28,0	22/11/1991	30,6	22/11/1991	36,0	22/11/1991
1988	10,2	27/02/1992	12	15,0	27/02/1992	21,6	22/10/1992	34,8	27/02/1992	45,8	27/02/1992	46,2	27/02/1992
1989	10,8	10/08/1993	5	23,6	10/08/1993	24,0	10/08/1993	25,0	10/08/1993	25,0	10/08/1993	25,2	10/08/1993
1990	11,2	16/11/1994	7	26,8	16/11/1994	32,4	16/11/1994	39,8	16/11/1994	56,0	16/11/1994	75,4	16/11/1994
1991	9,6	29/07/1995	5	30,6	22/10/1995	40,0	22/10/1995	59,8	22/10/1995	64,8	21/10/1995	69,4	21/10/1995
1992	10,4	05/10/1996	5	23,4	05/10/1996	27,6	05/10/1996	28,6	05/10/1996	30,6	05/10/1996	48,2	01/01/1997
1994	3,0	12/04/1998	5	12,4	07/11/1998	15,0	15/02/1998	28,0	15/02/1998	39,0	15/02/1998	48,0	15/02/1998
	4,4	14/06/1998	15										
	8,0	07/11/1998	30										
1995	20,0	31/07/1999	15	32,4	31/07/1999	35,0	07/01/1999	35,2	07/01/1999	37,4	07/01/1999	51,4	06/01/1999
	31,2	31/07/1999	30										
1996	17,4	28/06/2000	15	24,6	13/09/2000	41,6	13/09/2000	41,6	13/09/2000	47,6	08/02/2000	79,6	08/02/2000
	22,8	13/09/2000	30										
1997	24,0	09/10/2001	15	26,4	09/10/2001	32,0	14/11/2001	40,0	24/11/2001	41,4	14/11/2001	43,8	24/09/2001
	26,0	09/10/2001	30										
1998	15,8	09/07/2002	5	30,4	09/07/2002	36,2	23/11/2002	47,4	23/11/2002	65,0	23/11/2002	93,0	23/11/2002
	25,0	09/07/2002	15										
	26,0	09/07/2002	30										
1999	12,6	18/06/2003	5	38,6	18/06/2003	46,6	18/06/2003	51,0	18/06/2003	51,2	18/06/2003	55,0	17/06/2003
	26,8	18/06/2003	15										
	34,4	18/06/2003	30										
2000	9,0	03/10/2004	5	19,4	03/10/2004	20,6	03/10/2004	28,4	03/10/2004	40,8	03/10/2004	51,2	10/02/2004
	11,6	03/10/2004	15										
	16,2	03/10/2004	30										
2001	6,8	14/11/2005	5	12,2	14/11/2005	15,4	15/11/2005	23,8	14/11/2005	37,6	14/11/2005	52,0	14/11/2005
	11,4	14/11/2005	15										
	11,4	14/11/2005	30										
2002	13,6	20/07/2006	5	46,8	20/07/2006	58,2	27/07/2006	59,4	27/07/2006	92,0	27/07/2006	107,6	27/07/2006
	33,2	20/07/2006	15										
	44,8	20/07/2006	30										
2003	10,8	30/09/2007	5	43,2	30/09/2007	45,4	30/09/2007	45,4	30/09/2007	47,2	09/09/2007	53,4	25/01/2007
	26,4	30/09/2007	15										
	30,0	30/09/2007	30										
2004	12,0	27/09/2008	5	29,4	27/09/2008	35,4	27/07/2008	54,6	27/07/2008	58,4	27/07/2008	59,2	27/07/2008
	26,6	27/09/2008	15										
	28,8	27/09/2008	30										
2005	7,8	25/09/2009	5	28,6	25/09/2009	56,6	24/09/2009	64,0	24/09/2009	79,0	24/09/2009	96,2	24/09/2009
	14,8	25/09/2009	15										
	19,4	12/07/2009	30										
		25/09/2009											

Elaborazione dati pluviometrici - Stazione di Polignano a Mare (5min -1h)

ANNO	5 min	15 min	30 min	45 min	60 min
1963	2,1	6,2	12,3	18,5	24,6
1964	5,3	15,9	21,2	24,5	32,6
1965	2,7	8,2	8,2	11,4	15,2
1966	5,2	10,4	16,7	25,1	33,4
1967	1,4	4,1	8,1	12,2	16,2
1968	5,8	17,3	23,0	30,0	40,0
1969	5,0	15,0	30,0	40,0	43,6
1970	3,1	6,2	10,1	15,2	20,2
1971	1,4	4,3	8,5	12,8	17,0
1972	1,3	4,0	8,0	12,0	16,0
1973	9,0	18,0	18,0	18,5	24,6
1974	2,9	8,6	17,1	21,5	28,6
1975	4,6	9,2	11,3	17,0	22,6
1976	4,9	14,8	14,8	19,7	26,2
1977	4,2	12,6	25,2	25,2	28,8
1978	5,2	15,6	20,8	20,8	20,8
1979	7,5	22,4	44,8	44,8	46,8
1980	5,0	10,0	11,6	17,4	23,2
1981	1,4	4,1	8,3	12,4	12,4
1982	4,7	14,2	28,5	33,2	34,2
1983	3,7	11,0	11,0	15,0	20,0
1984	4,9	14,8	29,6	29,6	33,8
1985	17,6	17,6	17,6	25,8	34,4
1987	3,6	7,2	7,2	10,8	14,4
1988	4,3	10,2	10,2	11,3	15,0
1989	10,8	10,8	11,8	17,7	23,6
1990	8,0	11,2	13,4	20,1	26,8
1991	9,6	9,6	15,3	23,0	30,6
1992	10,4	10,4	11,7	17,6	23,4
1994	3,0	4,4	8,0	9,3	12,4
1995	6,7	20,0	31,2	31,2	32,4
1996	5,8	17,4	22,8	22,8	24,6
1997	8,0	24,0	26,0	26,0	26,4
1998	15,8	25,0	26,0	26,0	30,4
1999	12,6	26,8	34,4	34,4	38,6
2000	9,0	11,6	16,2	16,2	19,4
2001	6,8	11,4	11,4	11,4	12,2
2002	13,6	33,2	44,8	44,8	46,8
2003	10,8	26,4	30,0	32,4	43,2
2004	12,0	26,6	28,8	28,8	29,4
2005	7,8	14,8	19,4	21,5	28,6

Elaborazione dati pluviometrici - Stazione di Polignano a Mare (5min -1h)

		5 min	15 min	30 min	45 min	60 min
///	m(h)	6,52	13,79	18,86	22,13	26,67
///	s(h)	3,93	7,13	9,75	9,01	9,38
///	a(h)	0,3262	0,1798	0,1316	0,1424	0,1368
///	u(h)	4,75	10,58	14,47	18,07	22,45
	Tr = 1 anni	2,07	5,72	7,83	11,93	16,05
	Tr = 5 anni	9,35	18,92	25,87	28,61	33,41
	Tr = 10 anni	11,65	23,09	31,58	33,88	38,90
	Tr = 15 anni	12,95	25,45	34,79	36,85	42,00
	Tr = 25 anni	14,56	28,36	38,78	40,54	45,83
	Tr = 50 anni	16,71	32,28	44,13	45,48	50,97

=

=

Elaborazione dati pluviometrici - Stazione di Polignano a Mare (5min -1h)

N =	41	K =	8	Npi =	5,125	f =	7	
Classi	P(i)	P(hi+1)	U(i+1)	5 min h(i+1)	15 min h(i+1)	30 min h(i+1)	45 min h(i+1)	60 min h(i+1)
1	0,1250	0,13	-0,732	2,51	6,51	8,91	12,93	17,10
2	0,1250	0,25	-0,327	3,75	8,76	11,99	15,78	20,06
3	0,1250	0,38	0,019	4,81	10,69	14,62	18,21	22,59
4	0,1250	0,50	0,367	5,87	12,62	17,26	20,65	25,13
5	0,1250	0,63	0,755	7,07	14,78	20,21	23,38	27,97
6	0,1250	0,75	1,246	8,57	17,51	23,94	26,82	31,56
7	0,1250	0,88	2,013	10,92	21,77	29,78	32,21	37,17
8	0,1250	1,00	∞	∞	∞	∞	∞	∞

=====

FREQUENZE

Classi	5 min	15 min	30 min	45 min	60 min
1	5	7	7	9	9
2	6	3	8	2	2
3	4	6	2	5	2
4	9	6	5	4	7
5	2	1	3	5	3
6	4	8	4	6	6
7	6	3	6	4	6
8	5	7	6	6	6

=====	X^2	5,63	8,37	5,63	5,63	8,76	=====
	X°^2	14,07					

CURVE INTERPOLATRICI (5 - 60)

=====

Tr = 1 anni	a = 15,26	n = 0,792
Tr = 5 anni	a = 34,70	n = 0,503
Tr = 10 anni	a = 40,88	n = 0,479
Tr = 15 anni	a = 44,36	n = 0,468
Tr = 25 anni	a = 48,68	n = 0,457
Tr = 50 anni	a = 54,47	n = 0,446

Elaborazione dati pluviometrici - Stazione di Polignano a Mare (1h - 24 h)

ANNO	60 min	180 min	360 min	720 min	1.440 min
1963	24,6	29,0	30,0	39,4	49,8
1964	32,6	33,8	42,4	63,8	85,8
1965	15,2	20,2	39,2	61,0	77,8
1966	33,4	37,2	48,0	49,4	49,4
1967	16,2	19,8	20,0	20,0	22,6
1968	40,0	51,4	51,8	54,4	100,6
1969	43,6	65,8	66,8	72,0	73,2
1970	20,2	30,2	34,6	49,8	71,4
1971	17,0	26,4	45,0	52,4	57,6
1972	16,0	22,2	28,2	34,6	55,6
1973	24,6	28,6	46,8	55,6	60,2
1974	28,6	60,0	76,4	78,4	78,4
1975	22,6	33,2	39,6	44,4	50,8
1976	26,2	49,6	56,2	84,4	102,6
1977	28,8	43,8	62,8	66,8	84,0
1978	20,8	32,0	35,0	35,0	38,4
1979	46,8	49,6	49,6	62,4	68,4
1980	23,2	28,0	40,0	65,4	71,2
1981	12,4	12,4	12,4	20,2	25,2
1982	34,2	39,2	40,0	42,8	43,0
1983	20,0	29,6	38,2	41,8	50,4
1984	33,8	38,4	57,4	81,2	81,2
1985	34,4	40,8	40,8	51,0	54,0
1987	14,4	24,0	28,0	30,6	36,0
1988	15,0	21,6	34,8	45,8	46,2
1989	23,6	24,0	25,0	25,0	25,2
1990	26,8	32,4	39,8	56,0	75,4
1991	30,6	40,0	59,8	64,8	69,4
1992	23,4	27,6	28,6	30,6	48,2
1994	12,4	15,0	28,0	39,0	48,0
1995	32,4	35,0	35,2	37,4	51,4
1996	24,6	41,6	41,6	47,6	79,6
1997	26,4	32,0	40,0	41,4	43,8
1998	30,4	36,2	47,4	65,0	93,0
1999	38,6	46,6	51,0	51,2	55,0
2000	19,4	20,6	28,4	40,8	51,2
2001	12,2	15,4	23,8	37,6	52,0
2002	46,8	58,2	59,4	92,0	107,6
2003	43,2	45,4	45,4	47,2	53,4
2004	29,4	35,4	54,6	58,4	59,2
2005	28,6	56,6	64,0	79,0	96,2

Elaborazione dati pluviometrici - Stazione di Polignano a Mare (1h - 24 h)

		60 min	180 min	360 min	720 min	1.440 min
///	m(h)	26,67	34,85	42,34	51,60	62,01
///	s(h)	9,38	12,69	13,61	17,15	21,04
///	a(h)	0,1368	0,1011	0,0943	0,0748	0,0610
///	u(h)	22,45	29,14	36,22	43,89	52,55
	Tr = 1 anni	11,27	14,01	20,00	23,45	27,47
	Tr = 5 anni	33,41	43,98	52,13	63,93	77,14
	Tr = 10 anni	38,90	51,40	60,09	73,96	89,45
	Tr = 15 anni	42,00	55,59	64,58	79,62	96,39
	Tr = 25 anni	45,83	60,78	70,14	86,64	104,99
	Tr = 50 anni	50,97	67,74	77,60	96,04	116,53

=

=

Elaborazione dati pluviometrici - Stazione di Polignano a Mare (1h - 24 h)

N =	41	K =	8	Npi =	5,125	f =	7	
Classi	P(i)	P(hi+1)	U(i+1)	60 min h(i+1)	180 min h(i+1)	360 min h(i+1)	720 min h(i+1)	##### h(i+1)
1	0,1250	0,13	-0,732	17,10	21,90	28,46	34,10	40,54
2	0,1250	0,25	-0,327	20,06	25,91	32,76	39,52	47,19
3	0,1250	0,38	0,019	22,59	29,33	36,43	44,14	52,86
4	0,1250	0,50	0,367	25,13	32,76	40,11	48,78	58,56
5	0,1250	0,63	0,755	27,97	36,61	44,23	53,98	64,93
6	0,1250	0,75	1,246	31,56	41,46	49,43	60,54	72,97
7	0,1250	0,88	2,013	37,17	49,06	57,57	70,80	85,56
8	0,1250	1,00	∞	∞	∞	∞	∞	∞

=====

FREQUENZE

Classi	60 min	180 min	360 min	720 min	1.440 min
1	9	7	8	5	5
2	2	3	2	6	3
3	2	5	4	4	9
4	7	5	7	4	5
5	3	5	3	5	2
6	6	5	5	4	4
7	6	4	6	7	7
8	6	7	6	6	6

=====	X^2	8,76	2,51	5,63	1,73	6,80	=====
	X°^2	14,07					

CURVE INTERPOLATRICI (60 - 1440)

=====

Tr = 1 anni	a = 11,03	n = 0,295
Tr = 5 anni	a = 33,08	n = 0,264
Tr = 10 anni	a = 38,54	n = 0,261
Tr = 15 anni	a = 41,62	n = 0,260
Tr = 25 anni	a = 45,43	n = 0,259
Tr = 50 anni	a = 50,55	n = 0,258

Calcolo e verifica rete fognatura pluviale Tr = 5 anni

N. progressivo tronco	1	2	3	4
Codice tronco	1.AB	1.BC	1.01	1.CD
Tronchi confluenti n.	-	1	-	2-3
Area bacino proprio (ha)	7,647	2,647	3,788	0,538
Area bacino tributario (ha)	0	7,647	0	14,082
Area bacino totale (ha)	7,647	10,294	3,788	14,62
Coeff. di afflusso proprio	0,6	0,4	0,6	0,6
Coeff. di afflusso totale	0,6	0,5486	0,6	0,5638
Lunghezza (m.)	258,4	274,1	356,5	160,6
Pendenza (%)	1	0,4	0,8	0,8
Franco di calcolo (%)	20	20	20	20
Gamma (Bazin)	0,16	0,16	0,16	0,16
Diametro teorico (mm)	534	661	421	667
Tipo di sezione di progetto	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare
Diametro o larghezza sezione di progetto (mm)	600	700	500	700
Portata di progetto (mc/sec)	0,482	0,535	0,23	0,775
Altezza di riempimento (mm)	376	491	284	500
Sezione liquida (mq)	0,1864	0,2885	0,1153	0,2943
Velocità (m/sec)	2,59	1,86	1,99	2,63
Tempo di riempimento (hh/mm/ss)	0/28/38	0/38/26	0/32/10	0/39/ 9
Curva di calcolo	1	1	1	1
a'	34,7	34,515	34,7	34,438
n'	0,6707	0,6707	0,6707	0,6707
epsilon	1,17118	1,17118	1,17118	1,17118
Volume invasato a monte (mc)	0	48,158	0	168,366
Volume invasato nel tronco (mc)	48,158	79,09	41,118	47,271

Calcolo portata "acque di prima pioggia - Tr = 1 anno"

N. progressivo tronco	1	2	3	4
Codice tronco	1.AB	1.BC	1.O1	1.CD
Tronchi confluenti n.	-	1	-	2-3
Area bacino proprio (ha)	7,647	2,647	3,788	0,538
Area bacino tributario (ha)	0	7,647	0	14,082
Area bacino totale (ha)	7,647	10,294	3,788	14,62
Coeff. di afflusso proprio	0,6	0,4	0,6	0,6
Coeff. di afflusso totale	0,6	0,5486	0,6	0,5638
Lunghezza (m.)	258,4	274,1	356,5	160,6
Pendenza (%)	1	0,4	0,8	0,8
Franco di calcolo (%)	20	20	20	20
Gamma (Bazin)	0,16	0,16	0,16	0,16
Diametro teorico (mm)	283	336	223	342
Tipo di sezione di progetto	Circolare	Circolare	Circolare	Circolare
Diametro o larghezza sezione di progetto (mm)	600	700	500	700
Portata di progetto (mc/sec)	0,089	0,095	0,042	0,132
Altezza di riempimento (mm)	147	176	114	180
Sezione liquida (mq)	0,0538	0,0756	0,0336	0,078
Velocità (m/sec)	1,66	1,18	1,25	1,69
Tempo di riempimento (hh/mm/ss)	0/55/32	1/17/32	1/ 0/ 8	1/15/40
Curva di calcolo	1	1	1	1
a'	11,03	10,971	11,03	10,947
n'	0,3933	0,3933	0,3933	0,3933
epsilon	1,65349	1,65349	1,65349	1,65349
Volume invasato a monte (mc)	0	13,893	0	46,597
Volume invasato nel tronco (mc)	13,893	20,728	11,976	12,533