



REGIONE MOLISE

COMUNE DI CERRO AL VOLTURNO (IS)



PROGETTO PER IL RECUPERO DEL CENTRO STORICO

PROGETTO ESECUTIVO - DEFINITIVO

Progettista

Ing. Giovanni FARROCCO

Via Aldo Moro - 86072 Cerro Al Volturno (IS)

FIRMA

Consulenti alla progettazione

Arch. Massimo STERPETTI
Esperto conservatore

Arch. Antonio DI CERBO
Esperto paesaggista

Arch. Francesco CIAFARDINI
Pianificatore urbanista

Ing. Domenico FARROCCO
Integrazione delle prestazioni specialistiche

FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

Descrizione Tavola

RELAZIONE TECNICA-IDRAULICA

Tavola serie

R_02

Data
AGOSTO 1988

Scala disegni

N. rev

Nota di revisione

Data

Firma

Controllo

1

"CIS MOLISE"

INDICE

1. INTRODUZIONE
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO
3. CALCOLO DELLE PORTATA METEORICA DEL BACINO SCOLANTE
4. VALUTAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA E CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA
5. IL CALCOLO IDRAULICO
6. OPERE TIPO
7. VERIFICHE STATICHE
8. RIFERIMENTI NORMATIVI
9. BIBLIOGRAFIA UTILIZZATA

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è relativa al progetto esecutivo dell'intervento denominato: “Recupero del centro storico” ed illustra le modalità di calcolo adottate per il dimensionamento del tratto di rete fognante deputata al collettamento delle acque meteoriche che interesseranno la superficie pavimentata del parco urbano.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in questione riguarda la realizzazione della condotta fognante che si occuperà di drenare le acque di pioggia che cadranno sulla zona pavimentata del parco urbano .

La nuova condotta di progetto sarà allacciata alla rete esistente attraverso un pozzetto di colnvolgimento.

La portata raccolta non è soggetta al trattamento delle acque meteoriche in quanto il comune è servito da un sistema di tipo misto e subito a valle del pozzetto di convogliamento è presente uno scolmatore a sfioro laterale che avrà la funzione, durante gli eventi calamitosi più intensi , di sfiorare la portata in esubero direttamente nell'adiacente torrente Rio .

3. CALCOLO DELLE PORTATA METEORICA DEL BACINO SCOLANTE

Il calcolo della portata delle acque meteoriche è stato realizzato utilizzando il cosiddetto metodo della corrivazione. Tale metodo calcola la massima portata al colmo per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione (intero bacino collaborante)

La portata al colmo è data da :

$$Q_{\text{colmo}} = \varphi i S / 360 \text{ [m}^3 \text{ / h]}$$

dove

Q_{colmo} = portata massima al colmo [m³ / h]

φ = valore del coefficiente di afflusso del bacino [-]

i = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione del bacino [mm / h]

S = superficie del bacino [ha]

Per una fognatura urbana il tempo di corrivazione T_c viene determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata.

Il tempo di corrivazione è dato quindi da:

$T_c = T_a + T_r$ (s) dove:

T_a = tempo di accesso in rete

T_r = tempo di rete

Il tempo di accesso in rete è di solito di difficile determinazione, in quanto dipende dalla pendenza dell'area, dalla natura della stessa e dal livello di realizzazione dei drenaggi minori nonché dall'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto. Tuttavia per le aree di minore dimensione, come la nostra, in cui il bacino scolante è rappresentato solamente dalla zona pavimentata del parco urbano pari a **2248 mq**, viene di solito assunto pari a **5 minuti**.

Il T_r è dato dalla relazione L/V dove L è la lunghezza del tratto, pari a 50 m, mentre V è la velocità di moto uniforme che si ipotizza pari a 1 m/s., da cui deriva un T_r pari a 5,83 min.

Per quanto concerne il coefficiente di afflusso, trattandosi di un bacino omogeneo completamente lastricato e quindi impermeabile, può essere assunto un valore pari a **0,9**.

Per quanto attiene il valore dell'intensità di pioggia, per una durata di tempo pari a T_c viene stimata attraverso la valutazione della curva di possibilità pluviometrica come di seguito descritto

4. VALUTAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA E CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA

Per calcolare il valore della portata meteorica che affluisce in fognatura è necessario conoscere l'altezza di pioggia di un tempo al quale corrisponde l'evento critico, che coincide con il tempo di corrivazione che in genere non supera mai l'ora. E' necessario pertanto trovare una relazione che leghi l'intensità di pioggia alla durata della pioggia stessa, una volta che ne sia stabilita la frequenza (cioè il tempo di ritorno). E' tradizione della trattazione teorica italiana esprimere tale relazione con un'equazione monomia definita curva di possibilità climatica (Fantoli):

$$h(T_r) = a (T_r)^n \quad \text{dove:}$$

$h(T_r)$ è l'altezza massima probabile di precipitazione [mm] associata (funzione) ad un tempo di ritorno T_r (anni), relativa ad un evento meteorico di durata t [ore];

$a(T_r)$ e $n(T_r)$ parametri costanti della curva associati ad un tempo di ritorno T_r

Per i parametri a ed n riferiti della curva di possibilità climatica per le durate inferiori ad 1h sono stati assunti valori caratteristici di un regime tipicamente mediterraneo :

Tempo di ritorno	a	n
5	36,77	0,539
10	43,77	0,543
15	47,72	0,545
20	50,49	0,546
30	52,62	0,546
50	59,18	0,548

Considerando un tempo di ritorno $T_r = 30$ anni si avrà :

T_a	T_r	$T_{\text{corrivazione}}$ ($T_a + T_r$)	a	n	h $h=at^n$	Intensità di pioggia (i)
min	min	min	-	-	mm	mm/h
5	0,83	5,83	52,62	0,546	13,55	162,53

Dopodiché utilizzando la relazione

$$Q_{\text{colmo}} = \varphi i S / 360 \text{ [m3 / h]}$$

si ottiene

Area impermeabile		Coefficiente afflusso	Intensità di pioggia i	Portata al colmo	
mq	ha			mc/s	l/s
2248	0,2	0,9	151,64	0,085	85

5. IL CALCOLO IDRAULICO

Per il dimensionamento della sezione della condotta è stato ipotizzato, a favore di sicurezza, che nelle sezioni terminali dei condotti si instaurino condizioni di moto uniforme.

Per le verifiche idrauliche si è fatto riferimento alla ben nota relazione di Chezy per moto permanente a pelo libero, assumendo per χ la formula di Manning – Strickler, introducendo valori di scabrezza tipici per il materiale usato :

$$Q = \omega k R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

dove :

- ω Sezione bagnata (m^2)
- k coefficiente di scabrezza ($m^{1/3}s^{-1}$) = 90 per tubazioni in PVC
- R raggio idraulico
- I pendenza del collettore

I dati elaborati per la verifica idraulica sono stati calcolati con l'ausilio delle tabelle dei parametri geometrici delle sezioni circolari tratti dal manuale Colombo adimensionalizzate rispetto alle principali grandezze geometriche ed idrauliche (Q e V), in condizioni di moto uniforme.

5.1 Il dimensionamento della condotta

Il dimensionamento della rete avviene con il metodo della verifica: si ipotizza un valore iniziale del diametro e in funzione della pendenza e della portata di progetto si verifica se viene rispettato un grado di riempimento compreso tra il 50-80%.

Ipotizzando un Tubo in PVC DE 315 Sn8 si hanno i seguenti dati di ingresso:

DATI DI PROGETTO				VERIFICA			
DE	D _{int}	Pendenza	k	Q _{colmo}	Q _{bocca piena}	q/Q	h/D
mm	mm	i	-	l/s	l/s	-	%
315	296,6	1%	90	85	109	0,78	65- 70%

La Q_{colmo} risulta avere un grado di riempimento compreso tra il 65 ed il 70% e pertanto la sezione del tubo risulta verificata.

6. OPERE TIPO

Le accresciute esigenze di igiene pubblica e la necessità di tutelare il più possibile il patrimonio ambientale richiedono l'utilizzo di materiali di notevole qualità e che risultano soprattutto affidabili.

Risulta quindi fondamentale la scelta di materiali tecnicamente ed economicamente idonei alle varie necessità. Nel caso in esame si è previsto l'utilizzo di tubazioni in PVC DE 315 Sn8.

Le principali proprietà del PVC per fognature sono le seguenti:

- M.R.S. (secondo ISO/TR 9080) 25 MPa
- Peso specifico 1,39-1,42
- Carico unitario a snervamento ≥ 48 MPa
- Allungamento a snervamento $< 10\%$
- Modulo di elasticità 3.000 MPa
- Coeff. di dilatazione termica lineare 60-80 mm/m°C
- Conduttività termica 0,13 kcal/mh°C
- Resistenza all'abrasione
- Impermeabilità
- Resistenza meccanica
- Tenuta idraulica
- Velocità di auto pulizia

Lungo il tratto del nuovo collettore sono stati previsti pozzetti di ispezione in cls prefabbricati aventi sezione interna 70 cm x 70 cm del tipo pesante. I pozzetti saranno costituiti da un anello di base, da un'eventuale prolunga e da una soletta di copertura del tipo carrabile sormontata da un chiusino in ghisa D400.

I Pozzetti e le tubazioni costituiranno un sistema integrato che assicurerà alla rete idraulica una omogeneità di comportamento statico con garanzia di assoluta impermeabilità.

Il sistema di giunzione è composto da un anello elastomerico in gomma con anima in polipropilene rigida, preinserito nel bicchiere e difficilmente rimovibile. Con il sistema FlexBlock, l'anello elastomerico risulta correttamente inserito e fisso in sede, di conseguenza le fasi di accoppiamento sono più rapide, efficaci e sicure. L'installazione dell'anello di giunzione FlexBlock avviene direttamente in fabbrica durante il ciclo di produzione. Questo assicura un corretto ed affidabile posizionamento della giunzione in sede. Il sistema di giunzione così realizzato risulta pratico e semplice da utilizzare in cantiere, sicuro e garantito per tutta la durata di vita della condotta. La sicurezza deriva dalla inamovibilità della guarnizione nella sede bicchiere e quindi dalla impossibilità di determinare involontariamente nelle fasi di accoppiamento in cantiere “erniature” interne alla tubazione e assai pericolose. Inoltre il sistema di giunzione dei tubi è raccordabile e compatibile con l'intera gamma di raccordi e pezzi speciali facilmente reperibili sul mercato conformi a UNI EN 1401 e offre quindi la massima versatilità.

7. VERIFICHE STATICHE

Le sollecitazioni in un condotta interrata variano in funzione delle proprietà fisico-meccaniche del terreno in cui viene posata la tubazione, secondo la tipologia di posa ed in base alle caratteristiche tecniche dei materiali impiegati. I calcoli esposti nel seguente paragrafo sono relativi alle tubazioni in grès. Il carico statico agente sulla tubazione si calcola in base alla "teoria del silo", in cui l'azione dei carichi stradali (considerati in base alle Normativa italiana) è stata quantificata in base all'ipotesi di Boussinesq (diffusione di un carico circolare in un semispazio omogeneo e isotropo).

La sezione di verifica è stata scelta secondo il criterio di individuare le condizioni staticamente più gravose tenendo comunque presente che, in generale, quote di scorrimento particolarmente elevate determinano sforzi dovuti principalmente al peso proprio del terreno sovrastante, mentre quote di scorrimento superficiali inducono sollecitazioni causate prevalentemente dai veicoli in transito.

Il carico dovuto al peso del terreno tiene essenzialmente conto dell'azione di sostentamento che si sviluppa lungo le pareti dello scavo, che attenua l'effetto conseguente alla colonna di terreno gravante sulla tubazione. La larghezza dello scavo della trincea è comunque funzione sia delle

dimensioni della benna dello escavatore che realizza lo scavo che dello spazio necessario per effettuare il montaggio delle tubazioni. Il carico per unità di lunghezza del tubo dovuto al terreno, P_t , viene espresso come peso del prisma di terreno avente altezza H (m) pari alla distanza tra la generatrice del tubo ed il piano campagna:

$$P_t = C1 \times C2 \times \gamma \times H \times D \text{ (kg/ml)}$$

In cui: $C1$ = Coefficiente dimensionale dipendente da:

- peso specifico del terreno
- distanza tra la superficie stradale e l'estradosso del tubo
- larghezza dello scavo in corrispondenza dell'estradosso del tubo
- angolo formato dalla parete dello scavo con l'orizzontale
- angolo d'attrito del terreno della sezione di scavo: $\varphi = 27^\circ\text{-}30^\circ$
- rapporto tra la pressione orizzontale e la pressione verticale del terreno
- angolo d'attrito fra terreno di riporto e pareti della trincea
(gli ultimi due parametri dipendono dal grado di compattazione)

$C2$ = Coefficiente di concentrazione, ovvero rapporto fra la pressione verticale effettiva agente sulla tubazione e la pressione verticale media, dipendente da:

- distanza tra la superficie stradale e l'estradosso del tubo
- larghezza dello scavo in corrispondenza dell'estradosso del tubo
- deformabilità del terreno di rinfiacco e di reinterro
- diametro esterno della tubazione

γ = Peso specifico del terreno 2000 kg/m^3

D = Diametro esterno tubazione

Il carico mobile per unità di lunghezza del tubo dovuto al passaggio di automezzi sul piano stradale, P_a , è calcolato mediante l'equazione di Boussinesq (diffusione di un carico circolare in un semispazio omogeneo e isotropo), in base alle seguenti ipotesi di carico (da normative):

- Transito di un veicolo del tipo HT 45 (peso a pieno carico di 45 t e carico per ruota di 7500 kg)
ANSI A 21-50-81;
- Transito di un veicolo del tipo HT 60 (peso a pieno carico di 60 t e carico per ruota di 10000 kg)
DIN 1072;

$$P_a = C3 \times f \times P_s \times D$$

In cui P_s = Pressione esercitata sulla condotta dal carico stradale, dipendente da:

- carico massimo autotreno: $P=60$ t
- raggio medio equivalente della superficie di carico
- $C3$ = Coefficiente di ripartizione del carico,

dipendente da:

- raggio medio equivalente della superficie di carico
- distanza tra la superficie stradale e l'estradosso del tubo
- diametro esterno della tubazione
- diametro interno della tubazione

f = coefficiente dinamico assunto pari a 1.4

D = diametro esterno della tubazione

Il carico totale agente in trincea per unità di proiezione orizzontale di tubazione agente sulla condotta è uguale alla somma tra il carico dovuto al terreno P_t e quello dovuto agli automezzi P_a :

$$P_v = P_t + P_a$$

Questo valore va confrontato con il carico di snervamento della tubazione scelta.

Tale carico di snervamento, denominato tensione di buckling, è funzione del modulo elastico della tubazione e del terreno di rinterro .

Nel nostro caso si ha che la tensione di buckling è pari a 170 KN/m

Affinché il tubo sia verificato staticamente deve risultare un coefficiente di sicurezza tra P_r e P_v maggiore di 1,5.

L'analisi viene eseguita sulla sezione più critica in cui si ha una profondità di posa pari a 3 m.

Larghezza di scavo B	1,10	m
Altezza max di scavo	3,00	m
Diametro esterno	315	mm
Spessore tubazione	9,2	mm
Hrinterro max	2,48	m
Modulo elastico tubazione	1.500.000	KN/mq
Rigidezza anulare tubazione	8	KN/mq
γ_{medio} terreno	16,9	KN/mq

Modulo elastico terreno	21.000	KN/mq
Carico Terreno (Pt)	41,9	KN/m
Carico autoveicoli (Pa)	20	KN/m
Carico totale gravante (Pv)	61,9	
Tensione di Buckling (Pr)	170	KN/m
Coefficiente di sicurezza (Pr/Pv)	2,74	VERIFICATA

8. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'elenco delle regole e le norme tecniche da rispettare è così composto: utilizzate per la progettazione dell'opera sono le seguenti:

- **Circolare Ministero LL.PP. n° 11633 del 07/01/1974** *“Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”*
- **Delibera Ministero LL.PP. del 04/02/1977 – Allegato 4 (G.U.21/02/1977 n° 48 suppl.)** *“Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione”*
- **Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 (G.U. 14/03/1996 n° 62)** *“Disposizioni in materia di risorse idriche ”Capitolo 8: “Livelli minimi dei servizi che devono essere garantiti in ciascun ambito territoriale ottimale” Paragrafo 8.3: “Smaltimento”*
- **Decreto Ministero LL.PP. del 08/01/1997 n° 99 (G.U. 18/04/1997 n° 90)** *“Regolamento per la definizione dei criteri e del metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature”*
- **Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 (G.U. 14/04/2006 n° 88 suppl.)** *“Norme in materia di difesa ambientale – Parte Terza: norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche”*
- **Decreto Ministero LL.PP. del 12/12/1985 (G.U. 14/03/1986 n° 61)** *“Norme tecniche relative alle tubazioni”*
- **Circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 20/02/1986** *“Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”*
- **Piano di Tutela dell'acque della Regione Molise , D.G. R. n° 67/2015; Provvedimento del Direttore Generale Arpa Molise n. 77/2015;**

9. BIBLIOGRAFIA UTILIZZATA

FOGNATURE, Da Deppo;

LE PUBBLICHE FOGNATURE, Marco e Paolo Pocecco;

ESERCITAZIONI DI COSTRUZIONI IDRAULICHE, Becciu, Paoletti;

APPUNTI DI COSTRUZIONI IDRAULICHE, Ippolito