

<p style="text-align: center;"><b>COMUNE DI CANOSA di PUGLIA (BT)</b> <b>"Riqualificazione dell'area del Museo Archeologico Provinciale</b> <b>I° stralcio funzionale</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>

**RELAZIONE DI CALCOLO IDRAULICO**

**1. PREMESSA**

L'intervento ha per oggetto il Museo Archeologico Provinciale la cui area è attraversata da un antico cunicolo di fogna pluviale che versa in condizioni di avanzato degrado e da altre condotte fognarie.

Il progetto prevede, sostanzialmente,:

- rimozione del tratto pluviale che collega via Talamo con via Giunio Ospitale attraversando il sito archeologico e sua sostituzione con una tubazione PVC DE 500 mm. che si snoda lungo il perimetro interno dell'area a tergo della recinzione esistente (via Metastasio);
- rimozione del tratto di fogna nera che impegna la stessa area museale, lambendo il Battistero antico e recapita nella fogna di via Piano San Giovanni, con un nuovo tratto parallelo a quello precedentemente descritto costituito da una tubazione PVC con diametro variabile tra DE 315 e DE 400 mm.
- rimozione del cunicolo in muratura proveniente da via Ospitale (speco 130x160), che attraversa anch'esso l'area del museo e sua sostituzione con una tubazione in Pead Spiralato diametro 2.000 mm.
- sistemazioni esterne lungo la cinta esterna dell'area museale con percorsi pedonali, piantumazioni ed altre opere accessorie.

La relazione di calcolo idraulico si riferisce al dimensionamento del collettore pluviale che sostituisce il vecchio cunicolo del tratto terminale di via Ospitale che attualmente percorre il limite orientale dell'area museale convogliando le acque provenienti da monte (cunicolo di Villa Comunale) nel collettore scatolare di via agli Avelli.

Si omette il calcolo dei tratti di fogna nera e del tronco di pluviale che collega le caditoie di via Talamo al cunicolo di via Ospitale in quanto deputati al trasporto di portate irrilevanti ed i cui diametri sono stati prefissati con dimensioni di opportunità per assicurare l'areazione degli spechi e le cui

pendenze assicurano senz'altro lo scorrimento a velocità sufficiente per scongiurare fenomeni di setticizzazione anche alle velocità minime.

## **2. METODOLOGIA DI CALCOLO IDRAULICO**

La progettazione e' stata eseguita in conformita' alla vigente normativa per i lavori pubblici e con particolare riferimento alle seguenti norme ed istruzioni specifiche riguardanti le opere di fognatura :

- Circ. LL.PP. 7.1.74

Istruzioni per la progettazione delle fognature n.11633 e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.

- L. 319/10.05.76

Norme per la tutela della acque dall'inquinamento.

- Delibera 04.02.77

Criteri ,metodologia e norme tecniche generali di cui all'art.2 lettere b),d) ed e) della L.319/76,recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

- D.M. 12.12.85

Norme tecniche relative alle tubazioni.

- D.M. 5.2.90 n.616

Misure urgenti per il miglioramento qualitativo e per la prevenzione delle acque dall'inquinamento.

- UNI 9183

Sistemi di scarico delle acque usate.

- D.L.vo 11.05.99 n.152

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva n. 91/271/CEE.

- D.L.vo18.08.00 n.258

Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n.152 sulla tutela delle acque dall'inquinamento a norma dell'art.1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n.128.

- Legge n. 36/94

che prevede gli interventi per la separazione delle reti pluviali dalle reti fognarie, al fine di favorire il risparmio e il riutilizzo delle acque.

Il calcolo idraulico del tronco finale di collettore finale di via Ospitale è condizionato dalla portata massima pluviale proveniente da monte confluyente nel nuovo speco attraverso il collettore scatolare proveniente dalla Villa Comunale che ha inizio in corrispondenza dell'incrocio con via Rossi (Ufficio Postale).

La nuova conformazione della rete già in fase di costruzione prevedeva il recapito di gran parte della portata raccolta nel centro dell'abitato dalla dorsale di via Saffi, via Kennedy, via A.Doria e Villa Comunale, all'interno della tubazione di via De Gasperi che avrebbe dovuto recapitare in via gli Avelli. Talchè, era stato previsto un nuovo manufatto di derivazione, da realizzarsi con un appalto in corso, nell'incrocio antistante l'Ufficio Postale cui si è fatto cenno, che avrebbe potuto operare una partizione della notevole portata in arrivo che prevede un'aliquota massima di calcolo proveniente dal cunicolo della Villa pari a circa 8,00 mc/sec.

La probabilità di nuovi ritrovamenti archeologici durante la esecuzione della fogna di via De Gasperi, ha determinato la scelta da parte dell'Amministrazione di non eseguire più le relative opere, e, pertanto, tutta la portata confluyente nel nodo dell'Ufficio postale dovrà, necessariamente, defluire nella tratta di via Ospitale, modificando, quindi, l'idraulica dei tratti di valle, ossia i tronchi esistenti in via Ospitale ed il collettore circolare da posare nell'area museale in luogo del vecchio cunicolo.

Nella verifica idraulica è stato, altresì, considerato il bacino sotteso allo scatolare di via Ospitale e le aliquote provenienti da via Metastasio e via Talamo..

Nel calcolo si sono considerati i seguenti aspetti :

- i valori dei coefficienti di scabrezza sono stati assegnati tenendo conto della vetustà dei vecchi manufatti, del rilevante trasporto solido rilevato in essi e della presenza di alcuni pozzetti di salto.
- I gradi di riempimento limite sono stati prefissati in 85% per le sezioni rettangolari e 70% per quelle circolari.
- La legge di pioggia adottata è quella monomia indicata nella relazione idrologica allegata.

## RELAZIONE DI CALCOLO

La rete fognaria in oggetto è costituita da 7 picchetti e da 6 tratti.

### Legge di probabilità pluviometrica

La legge di probabilità pluviometrica che interessa la zona in cui ricade la rete da progettare è la seguente:

$$h=40.00 \times d^{0.41}$$

dove  $h$  è l'altezza di pioggia,  $d$  è la durata di pioggia, in ore. E' stato considerato l'effetto di riduzione dell'area, che tiene conto del fatto che sulle aree circostanti l'area servita da un pluviografo l'altezza di pioggia, connessa ad un evento piovoso di durata  $d$ , risulta inferiore alla massima altezza che il pluviografo registra quando su di esso passa il centro di pioggia. Il metodo proposto da Puppini prevede la modifica dei coefficienti della legge di pioggia nel modo seguente:

$$d' = a * \left( 1 - 0.052 * \frac{A}{100} + 0.002 * \frac{A^2}{100} \right)$$

$$n' = n + 0.0175 * \frac{A}{100}$$

con  $A$  espressa in [ha].

E' stata considerata anche la *variabilità temporale del coefficiente di afflusso phi*, per portare in conto la quale si considera come esponente di pioggia al posto di  $n$   $n_0=4/3*n$  (variazione proposta da Fantoli).

### **Metodo di calcolo**

Per la verifica idraulica della rete è stato utilizzato il **metodo della corrivazione** (con precisione 0.00500). Si preferisce questo metodo di calcolo in quanto il bacino è caratterizzato da tratti a forte pendenza. Tale metodo tiene conto per il calcolo delle portate pluviali del tempo necessario affinché la pioggia, caduta in una certa zona del bacino, raggiunga la sezione terminale di un tratto della rete drenante.

Il bacino imbrifero è visto come un dispositivo atto a trasformare gli afflussi (input) in deflussi (output), con modalità dipendenti da ipotesi di linearità e stazionarietà; la portata, transitante attraverso la sezione terminale considerata, si valuta come somma dei contributi delle aree elementari gravanti a monte della sezione stessa. Tale metodo non considera quindi la capacità d'invaso della rete ma solo la sua capacità di trasferimento.

Il tempo di corrivazione  $t_c$ , cioè il tempo necessario affinché una goccia precipitata nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura, è valutato indipendentemente dalla possibile interferenza nel deflusso della goccia con altre particelle d'acqua.

I processi di trasferimento sono indipendenti dalla condizione in rete.

Nel caso di una rete di fognatura  $t_c = t_r + t_p$  dove:

tr = tempo di ruscellamento indica il tempo che impiega la particella per raggiungere il collettore,

tp = tempo di percorrenza. che dipende dalla velocità che si viene ad instaurare nel collettore fognario.

In genere a tr si assegna un valore dell'ordine della decina di minuti. Il peso di tr sulla valutazione di tc decresce allo aumentare del tempo tp; è chiaro che quindi un eventuale errore sulla determinazione di tr si risente sui primi tratti e poi va via via attenuandosi.

Si ammette che la pioggia critica, per una data sezione di fognatura, abbia una durata pari al tc dell'acqua caduta nel punto più lontano del bacino sotteso dalla sezione.

Il procedimento è iterativo in quanto il tempo di percorrenza, non disponibile, se non a progettazione avvenuta del collettore, viene ipotizzato a priori, verificandolo in un secondo momento a progettazione avvenuta, e correggendolo iterativamente finchè i due valori risultano pressochè uguali.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle sezioni utilizzate, le tabelle contenenti i dati di progetto, le tabelle dei risultati (tabella pioggia e tabella verifiche). Ogni tabella è corredata di legenda

TABELLA SEZIONI CIRCOLARI

N.	Nome	Diametro	Formula	Scabrezza
		[m]		
1	POSTA	1.60	GS	70.00
2	DN 2000	2.00	GS	70.00

TABELLA SEZIONI SCATOLARI

N.	Nome	Base	Altezza	Pendenza a Fondo	Formula	Scabrezza
		[m]	[m]	[%]		
1	SCAT 250 X 170	2.50	1.70	0	GS	60
2	SCAT 200 X 100	2.00	1.00	0	GS	80
3	VILLA	3.10	2.70	0	GS	60
4	CUN120X120	1.20	1.20	0	GS	60

Legenda Formule di resistenza

GS = formula di Gauckler-Strickler:  $V=KsR^{(2/3)}j^{(1/2)}$

TABELLA DATI TRATTI

Nome	Pic1	Pic2	Sez	Lungh.	Pend	Ac	Phi	Wo	Tr
				[m]	[-]	[ha]		[mc/ha]	[min]
1-3	1	3	CUN120X120	305.00	0.010	10.00	0.70	30.00	5.00
2-3	2	3	VILLA	300.00	0.010	40.00	0.70	30.00	5.00
3-4	3	4	POSTA	40.00	0.030	0.50	0.70	30.00	5.00
4-5	4	5	SCAT 250 X 170	300.00	0.025	5.00	0.80	30.00	5.00
5-6	5	6	DN 2000	85.00	0.010	0.50	0.30	30.00	5.00
6-7	6	7	SCAT 200 X 100	12.00	0.015	0.50	0.70	30.00	5.00

Legenda Tabella Trattti

Sez = nome della sezione assegnata al tratto

L = lunghezza del tratto

Pend = pendenza del tratto

Ac = area colante che grava sul tratto

phi = coefficiente di afflusso; indica l'aliquota impermeabile dell'area gravante che effettivamente contribuisce alla formazione della portata nel tratto

Wo = volume dei piccoli invasi; rappresenta la quantità di acqua che resta invasata sul terreno prima che possa cominciare a defluire

Tr = tempo di ruscellamento; rappresenta il tempo che una goccia d'acqua caduta nel punto più sfavorito del bacino impiega per arrivare alla rete

TABELLA PIOGGIA

Nome	Sez	Actot	Phim	a	n'	Wp	u	tc	intensità	Qp
		[ha]		[mm/h^n]		[mc]	[l/s/ha]	[min]	[mm/h]	[mc/s]
1-3	CUN120X120	10.00	0.70	39.79	0.55	227.71	203.40	6.86	104.60	2.03
2-3	VILLA	40.00	0.70	39.18	0.56	659.70	204.11	6.35	104.97	8.16
3-4	POSTA	50.50	0.70	38.97	0.56	941.81	194.01	6.95	99.78	9.80
4-5	SCAT 250 X 170	55.50	0.71	38.87	0.56	1488.53	185.62	7.83	94.25	10.30
5-6	DN 2000	56.00	0.71	38.86	0.57	1667.85	181.65	8.13	92.71	10.17
6-7	SCAT 200 X 100	56.50	0.71	38.85	0.57	1688.72	181.22	8.16	92.50	10.24

Legenda Tabella Pioggia

Sez = nome della sezione assegnata al tratto

Actot = area colante totale, intesa come somma delle aree dei bacini che gravano, con i loro afflussi, sul tratto in esame; in presenza di scaricatori è l'area ridotta che effettivamente concorre alla piena;

Phim = coefficiente di afflusso medio delle aree gravanti sul tratto; indica l'aliquota impermeabile media delle aree gravanti sul tratto che effettivamente contribuisce alla formazione della portata

a = coefficiente della legge di pioggia

n' = esponente della legge di pioggia – con correzione Fantoli

Wp = volume proprio totale invasato dalla rete; è la sommatoria dei volumi propri invasati in tutti i tratti a monte fino al tratto in esame incluso

u = coefficiente udometrico; rappresenta il contributo di piena per unità di superficie Q/A

tc = tempo di corrivazione; rappresenta il tempo necessario affinché una goccia precipitata nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura

Qp = portata di pioggia che defluisce lungo il tratto in esame

1<sup>a</sup> TABELLA VERIFICHE

Nome	Sez	L	i	Qp
		[m]	[-]	[mc/s]
1-3	CUN120X120	305.00	0.010	2.03
2-3	VILLA	300.00	0.010	8.16
3-4	POSTA	40.00	0.030	9.80
4-5	SCAT 250 X 170	300.00	0.025	10.30
5-6	DN 2000	85.00	0.010	10.17
6-7	SCAT 200 X 100	12.00	0.015	10.24

Legenda 1° Tabella Verifiche

L = lunghezza del tratto

i = pendenza del tratto

Qp = portata di pioggia totale che affluisce al tratto in esame

2<sup>a</sup> TABELLA VERIFICHE

Nome	Sez	Qt	hmin	hmax	Grmax	Vmax
		[mc/s]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
1-3	CUN120X120	2.03	0.000	0.62	51.85	2.72
2-3	VILLA	8.16	0.000	0.71	26.27	3.71
3-4	POSTA	9.80	0.000	1.02	64.04	7.20
4-5	SCAT 250 X 170	10.30	0.000	0.73	42.88	5.65
5-6	DN 2000	10.17	0.000	1.27	63.64	4.82
6-7	SCAT 200 X 100	10.24	0.000	0.85	85.00	5.89

Legenda 2° Tabella Verifiche

Sez = nome della sezione assegnata al tratto

Qt = portata totale

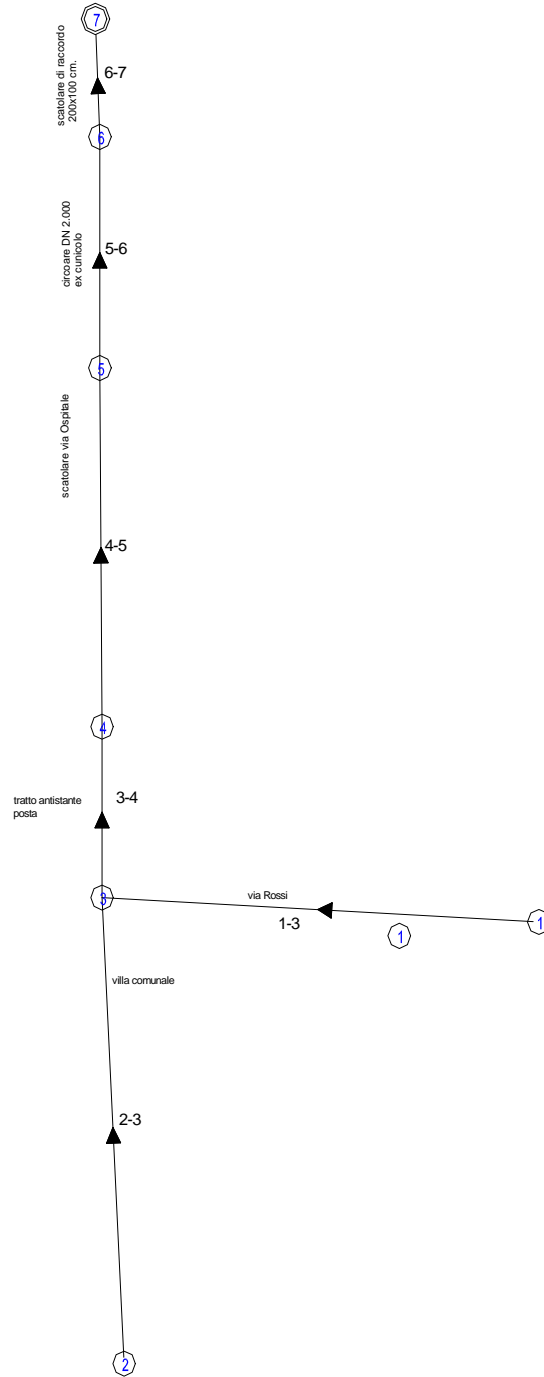
hmin = tirante minimo inteso come valore dell'altezza idrica con cui la portata nera defluisce lungo il tratto in esame

hmax = tirante massimo inteso come valore dell'altezza idrica con cui la portata totale defluisce lungo il tratto in esame

Grmax = grado di riempimento massimo

Vmax = velocità massima





Il recapito finale della nuova condotta di via Ospitale è il tratto di collettore scatolare 300x170 di via Piano San Giovanni il cui collegamento avviene attraverso il gruppo di tre tubazioni DN 1.200 in vetroresina realizzate dall'Impresa Valerio per attraversare un ritrovamento archeologico. I tre tubi, per motivi di adattamento ai reperti da preservare, sono disposti con i centri corrispondenti ai vertici di un triangolo. La pendenza di posa è circa  $i = 0,050$ . La accentuata pendenza di posa consente ai soli due tubi inferiori di smaltire portate notevolmente superiori a quella proveniente dalla nuova tubazione di via Ospitale a cui si somma quella del bacino di via Piano San Giovanni (circa 10,00 mc/s) come dalla scala di deflusso di seguito riportata.

CANALE CIRCOLARE - singolo tubo DN 1.200 mm.

Dati canale:      Diametro= **1,2** metri  
                                  Area    1,130 m<sup>2</sup>  
                                  Pendenza canale= **0,05** m/m      in % **5**  
                                  Coeff Scabrezza G.-Strickler= **75**  
                                  Portata di progetto= **5,00** mc/s      Singola tubazione

% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
5%	51,68	0,90	0,06	0,54	0,10	<b>0,210</b>	0,060	3,720
10%	73,74	1,29	0,11	0,77	0,15	<b>0,527</b>	0,120	4,660
15%	91,15	1,59	0,17	0,95	0,18	<b>0,899</b>	0,180	5,301
20%	106,26	1,85	0,23	1,11	0,20	<b>1,311</b>	0,240	5,798
25%	120,00	2,09	0,28	1,26	0,22	<b>1,754</b>	0,300	6,204
30%	132,84	2,32	0,34	1,39	0,24	<b>2,221</b>	0,360	6,547
35%	145,08	2,53	0,40	1,52	0,26	<b>2,708</b>	0,420	6,841
40%	156,93	2,74	0,45	1,64	0,28	<b>3,211</b>	0,480	7,097
45%	168,52	2,94	0,51	1,76	0,29	<b>3,726</b>	0,540	7,320
50%	180,00	3,14	0,57	1,88	0,30	<b>4,250</b>	0,600	7,516
55%	191,48	3,34	0,62	2,01	0,31	<b>4,780</b>	0,660	7,685
60%	203,07	3,54	0,68	2,13	0,32	<b>5,314</b>	0,720	7,831
65%	214,92	3,75	0,74	2,25	0,33	<b>5,847</b>	0,780	7,954
70%	227,16	3,96	0,79	2,38	0,33	<b>6,376</b>	0,840	8,054
75%	240,00	4,19	0,85	2,51	0,34	<b>6,896</b>	0,900	8,129
80%	253,74	4,43	0,90	2,66	0,34	<b>7,399</b>	0,960	8,178
85%	268,85	4,69	0,96	2,82	0,34	<b>7,876</b>	1,020	8,193
90%	286,26	5,00	1,02	3,00	0,34	<b>8,308</b>	1,080	8,162
95%	308,32	5,38	1,07	3,23	0,33	<b>8,653</b>	1,140	8,053
100%	360,00	6,28	1,13	3,77	0,30	<b>8,500</b>	1,200	7,516

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

<b>57%</b>	<b>196,23</b>	<b>3,42</b>	<b>0,65</b>	<b>2,05</b>	<b>0,31</b>	<b>5,000</b>	<b>0,685</b>	<b>7,748</b>
------------	---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------