



COMUNE DI PALERMO
Settore Opere Pubbliche
Servizio Viabilità

VALIDAZIONE
PROT. 18/A.I.T. DEL 19 SET 2005

Il Responsabile Unico
del Procedimento
Capo Area
Infrastrutture e territorio
Ing. Concetto Di Mauro



Progetto per il completamento dei lavori di costruzione del raddoppio della Circonvallazione di Palermo - 2° stralcio - lotto B - da via Altofonte e via Belgio. Decreto di trasferimento del Commissario ad Acta n: 2514 del 24/03/1994. Progetto ex Agensud 32/8/B.

Progetto svincolo di via Perpignano. Sovrappassi pedonali.

		PROGETTO ESECUTIVO	
		ELABORATO:	
NUMERO TAVOLA:		Relazione Impianto fognario	
R10		SCALA:	DATA:  SET. 2005

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Il Coordinatore: Ing. Massimo Verga

Ing. Marisa Bellomo

Geol. Giuseppe Vinti

E.Geon. Filippo Aragona

E.Geon. Arch. Antonino Salamone

E.Geon. Giovanni Seghini

E.Prog. Dario Gueci

Arch. Gabriella Minaudo

CONSULENTE PER LE STRUTTURE:

Prof. Scibilia Ing. Nunzio

CONSULENTE PER LA GEOTECNICA:

Ing. Giovanni Margiotta

CONSULENTE PER GLI IMPIANTI:

Ing. Edoardo Romano

EDUARDO ROMANO
N. 3020

NOTA: L'elaborato del progetto esecutivo non conforme a quello del progetto definitivo per il maggior dettaglio;

Rilievo planoaltimetrico:

Geom. Giuseppe La Spesa

Geom. Salvatore Simonetti

RELAZIONE TECNICA

1. Generalità

La rete fognaria mista esistente nella corsia di valle di Viale Regione Siciliana presenta una notevole disomogeneità nei vari tratti riguardo sia ai materiali costituenti che alle dimensioni e tipologia delle sezioni. Gli interventi manutentivi parziali, succedutisi nel tempo, hanno finito con il rendere i collettori non più adeguati alle presenti esigenze, né, a maggior ragione, alle nuove istanze derivanti dalla riconfigurazione del nodo di via Perpignano. Il ramo fognario in questione è per la maggior parte costituito da elementi in cemento, e quindi soggetto all'aggressione chimica del liquame trasportato.

In accordo anche con le esigenze manifestate dall'Azienda AMAP, in fase progettuale si è pertanto prevista la razionalizzazione dell'intero tratto di rete in questione, che, come già detto, non assicura più margini di funzionalità e capacità adeguata alla nuova sistemazione idraulica del sottopasso di via Perpignano.

2. Materiali

Nell'ambito della razionalizzazione citata in premessa, necessita dismettere la rete fognaria esistente nella corsia di valle di Viale Regione Siciliana in direzione TP, dall'incrocio di Via Perpignano fino all'incrocio con Via E. Di Blasi. In corrispondenza di detto incrocio esiste un by-pass che funge da ripartitore tra la Via Evangelista Di Blasi e il prolungamento della rete lungo la corsia di valle direzione TP. Questo collettore sarà sostituito con un tratto fognario di dimensioni tali da essere sufficiente a ricevere anche la nuova immissione delle acque meteoriche provenienti dal sottopasso, una parte delle acque che defluiscono dal "solettone" di copertura del sottopasso ed una frazione delle acque provenienti in tempo di pioggia dal tratto a monte di via Perpignano.

Sarà inoltre necessario sostituire il tratto fognario servente la Via Perpignano fino al pozzetto esistente con Via Nina Siciliana, considerato che da qui fino a Piazza Principe di Camporeale la sezione della fognatura esistente ha dimensioni adeguate; all'incrocio con Viale Regione Siciliana corsia di valle verrà realizzato un pozzetto ripartitore in opera.

Il nuovo tratto di fognatura verrà realizzato con tubazione di pvc a parete strutturata di Φ 710 e classe di rigidità anulare SN 4 (kN/mq), completata da pozzetti di ispezione prefabbricati; a parità di diametro esterno con altre tipologie di tubazioni questa presenta una maggiore sezione idraulica utile interna.

Questo tipo di tubazione presenta parete non piena, ma costituita da un profilo sagomato secondo una forma che conferisce all'elemento la rigidità desiderata; la parete del tubo viene infatti realizzata secondo una particolare struttura ad alveoli disposti in senso

longitudinale, ciò conferisce ottime caratteristiche di resistenza alle deformazioni e sollecitazioni meccaniche.

La tubazione in pvc a parete strutturata, insieme a pozzetti e camere di ispezione, costituisce un sistema integrato che assicura alla rete idraulica omogeneità di comportamento statico con garanzia di assoluta impermeabilità e risulta praticamente inerte all'azione corrosiva operata dai liquami di scarico urbano.

Questo tipo di tubazione consente altresì una particolare facilità di movimentazione all'interno del cantiere ed una grande facilità di posa, obiettivo essenziale nel nostro caso.

Tale tipo di tubazione è poi disponibile per diverse classi di rigidità anulare, nel nostro caso considerati i carichi e la profondità di posa è sufficiente il tipo SN 4 (kN/mq).

In definitiva le caratteristiche strutturali delle tubazioni in pvc strutturato si possono così sintetizzare:

- assoluta resistenza all'abrasione;
- assoluta resistenza alle aggressioni chimiche;
- capacità di autopulizia e basso coefficiente di scabrezza;
- assoluta impermeabilità;
- caratteristiche di rigidità garantite;
- durata nel tempo, oltre cinquanta anni in esercizio.

Il ramo fognario che dall'incrocio con Via Perpignano verrà realizzato lungo la corsia di valle di Viale Regione Siciliana fino al pozzetto esistente con Via Di Blasi, avrà una pendenza dell'1,64%, mentre il tratto di Via Perpignano fino al pozzetto esistente all'incrocio con Via Nina Siciliana avrà pendenza del 2,37%.

3. Il sistema

Come specificato precedentemente, l'attuale configurazione del sistema fognario è insufficiente a servire il nuovo assetto idraulico della zona. Come può rilevarsi dalla tavola dei sottoservizi esistenti (cfr. tavola "A6 planimetria con ubicazione sottoservizi") il tratto di fognatura attualmente in servizio lungo la corsia di valle di viale Regione Siciliana, dall'incrocio con Via Perpignano fino all'incrocio con via Evangelista Di Blasi, presenta tratti disomogenei a sezione variabile, con un punto di conflitto nel pozzetto di confluenza e ripartizione all'incrocio con Via Evangelista Di Blasi. In corrispondenza di questo pozzetto, in cui confluiscono la fognatura proveniente da monte della Via E. Di Blasi e tutto il tratto della corsia di valle di viale Regione Siciliana con inizio da Via Pitrè, in caso di pioggia, risulta evidente l'inadeguatezza del sistema con le attuali condizioni di deflusso (cfr. particolare tavola "A6 planimetria con ubicazione sottoservizi"), e, a maggior ragione

con le condizioni future, quando anche le acque meteoriche del sottopasso vi saranno convogliate.

È necessario quindi dare un nuovo assetto a questo tratto del sistema fognario.

Il sistema fognario del tratto di Viale Regione Siciliana (corsia di valle), compreso tra Via Perpignano Via Evangelista Di Blasi, verrà razionalizzato in modo da realizzare una equa ripartizione delle acque per tutta la rete esistente, al fine di non arrecare un aumento del carico al nodo di Piazza Einstein. In previsione della futura realizzazione del Collettore Sud-Orientale, considerato che i tratti di fognatura interessati dall'intervento avranno come recapito finale il suddetto Collettore, si farà in modo che le acque provenienti in tempo asciutto dalla corsia di Valle di Viale Regione Siciliana (tratto del collettore a monte dell'incrocio con la via Pitrè) giungano sempre al nodo di Via E. Di Blasi ed in tempo di pioggia devino per 2/3 verso Via Perpignano (tramite il pozzetto ripartitore all'incrocio di Via Perpignano) per non appesantire il nodo di piazza Principe di Camporeale, mentre al nodo di Via Di Blasi giungeranno le acque nere, 1/3 delle acque meteoriche della Corsia di valle di Viale Regione Siciliana a monte di via Perpignano, le acque meteoriche del sottopasso e quelle del "solettone" relative alla porzione che compete al bacino in esame (circa 2/3 della superficie del "solettone" che copre il sottopassaggio).

4. Dimensionamento e verifica dei collettori

In base alle portate di calcolo riportate nella "Relazione idraulica" in "Allegato 2" si è effettuato il calcolo degli specchi. Si riporta di seguito per esteso, a titolo esemplificativo, il calcolo di verifica del ramo fognario del tipo misto della corsia di valle di Viale Regione Siciliana afferente al nodo di Via E. Di Blasi.

È opportuno, al fine del calcolo delle portate, prendere in considerazione separatamente il tratto a monte dell'incrocio con via Perpignano (tratto 1-2) ed il tratto a valle dello stesso (tratto 2-3). Come specificato, in tempo di pioggia, al nodo di via Di Blasi confluirà 1/3 della portata del tratto 1-2 e l'intera portata del bacino servito dal tratto 2-3.

Per il dimensionamento dei collettori, bisognerà sommare alla portata in tempo asciutto, la portata dovuta agli eventi meteorici.

Il ramo 1-2 serve circa 5000 abitanti (che si affacciano lungo la corsia di valle di Viale Regione Siciliana), pertanto in accordo con il contenuto del PARF vigente per una dotazione

$$d = 432 \text{ l/ab} \times g$$

ed un coefficiente di utilizzazione

$$\Phi = 0.80$$

Si ottiene una portata in tempo asciutto pari a :

$$q_n = 20 \text{ l/sec}$$

il contributo delle precipitazioni per il bacino contribuente (corsia laterale a valle di Viale Regione Siciliana) per un'area pari a mq 11.200 (V. Relazione Idraulica) è :

$$q_{p1} = 265,26 \text{ l/sec}$$

Anche una porzione della carreggiata centrale a valle, per una lunghezza di circa 532 metri, è servita dal collettore del tratto 1-2, e contribuisce con una portata pari a:

$$q_{p2} = 201,59 \text{ l/sec}$$

a queste portate si deve sommare la portata q_{s1} relativa alla porzione del solettone:

$$q_{s1} = 30,10 \text{ l/sec}$$

pertanto

$$Q_{1-2} = q_n + q_{p1} + q_{p2} + q_{s1} = 516,95 \text{ l/sec}$$

CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO			
Collettore corsia laterale di valle			
Tratto a monte di via Perpignano			
(bacino utenza 5000 ab)			
Portata specifica nera (5000 ab)			
$q_n =$	20	[l/s]	
Portata specifica di pioggia (tratto 1-2)			
$q_{p1} =$	265,26	[l/s]	
Portata specifica di pioggia (tratto n° 9)			
$q_{p2} =$	201,59	[l/s]	
Portata solettone (Porzione A)			
$q_{s1} =$	30,10	[l/s]	
Portata Totale tratto 1-2			
$Q_{1-2} =$	516,95	[l/s]	

Il ramo 2-3 serve circa 500 abitanti pertanto:

$$q_n = 2 \text{ l/sec}$$

il contributo delle precipitazioni per il bacino tra via Perpignano e via Di Blasi, per un'area pari a mq 4.900 (cfr relazione "R6: Relazione Idraulica"), è :

$$q_p = 116,05 \text{ l/sec}$$

a queste portate si deve sommare la portata q_{s1} relativa alla porzione del solettone:

$$q_{s2} = 62,07 \text{ l/sec}$$

al ramo 2-3 confluiscono anche le acque provenienti dal sottopasso, quantificabili in funzione della portata dell'impianto di sollevamento nelle condizioni di funzionamento regolare (3 pompe da 180 l/s)

$$q_{soll} = 3 \times 180 = 540 \text{ l/sec}$$

pertanto

$$q_{2-3} = q_n + q_p + q_{s1} + q_{soll}$$

quindi

$$Q_{2-3} = 1/3 Q_{1-2} + q_{2-3} = 892,44 \text{ l/s}$$

CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO			
Collettore corsia laterale di valle			
Tratto tra via Perpignano e via Di Blasi			
(bacino utenza 500 ab)			
Portata specifica nera (500 ab)			
$q_n =$	2	[l/s]	
Portata specifica di pioggia (tratto 2-3)			
$q_p =$	116,05	[l/s]	
Portata solettone (Porzione B)			
$q_{s2} =$	62,07	[l/s]	
Portata impianto di sollevamento (3 pompe da 180 l/s)			
$q_{soll} =$	540,00	[l/s]	
1/3 Portata tratto (1-2) = 1/3 Q_{1-2}			
1/3 $Q_{1-2} =$	172,32	[l/s]	
Portata Totale tratto 2-3			
$Q_{2-3} =$	892,44	[l/s]	

Nell'ipotesi, a vantaggio di sicurezza, di moto uniforme, per il calcolo dei tiranti idrici si adotta la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$Q = K \sigma R^{2/3} i^{1/2}$$

K = coefficiente di Strickler

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza della fogna

σ = sezione idrica (m²)

Q = portata defluente in moto uniforme (l/s)

La scelta del diametro viene effettuata verificando che i valori delle velocità corrispondenti al deflusso non superino il limite massimo dei 3,5 m/s, con l'ausilio delle scale di deflusso, per data portata e per data pendenza e per tubazione in pvc-U con parete strutturata SN4, diametro esterno 710 mm (diametro interno 668 mm) si ottiene

$$v = 3,46 \text{ m/s}$$

Pertanto la sezione risulta verificata.

Dalle tabelle in allegato, si deducono le seguenti caratteristiche degli spechi:

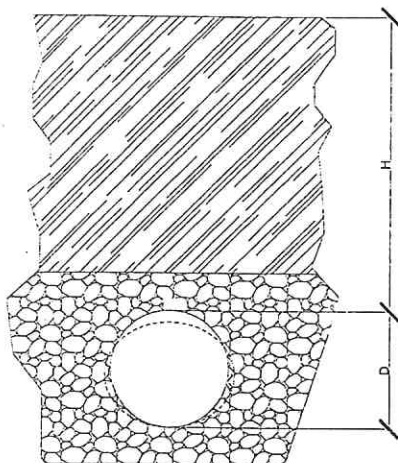
PER IL TRATTO 2-3 SI ADOTTERÀ UN DIAMETRO $\Phi = 710$ mm

PER IL TRATTO S3 SI ADOTTERÀ UN DIAMETRO $\Phi = 500$ mm

PER LE DISCENDERIE SI ADOTTERÀ, PER ESIGENZE RELATIVE ALLA
MANUTENZIONE E PULIZIA DELLE CONDOTTE, UN DIAMETRO MINIMO $\Phi = 315$ mm

5. Calcolo di verifica statica della deformazione anulare

Si fa riferimento ai simboli indicati nella figura seguente



Nel calcolo statico delle condotte in PVC l'unico parametro da tenere in considerazione è la deformazione diametrale dei tubi. Nel senso che prima di pervenire ad un collasso del materiale si avrà una deformazione incompatibile con il corretto utilizzo del sistema.

A tale proposito per ottenere i migliori risultati è indispensabile:

- Utilizzare per il sottofondo, il rinfiango ed il ricoprimento i materiali più adatti (sabbia o ghiaia);
- Procedere al loro compattamento nel modo più valido;
- Provvedere che la trincea presenti la minor larghezza possibile;

Il tubo flessibile, quale tipicamente è il tubo in PVC, deformandosi sul piano orizzontale provoca una reazione laterale del terreno, di conseguenza da un carico radiale si passa ad una sollecitazione di compressione sulle pareti del tubo del tutto analoga a quella tipica dell'arco.

La resistenza meccanica dei tubi destinati alle fognature è determinata dai carichi esterni (Q) e non dalla pressione idraulica interna accidentale.

I carichi esterni di cui tenere conto sono:

- q_t carico del terreno;
- q_m carico di traffico e carichi mobili;

- Carico del terreno

Il carico del terreno sul tubo flessibile si determina ipotizzando che il carico del terreno gravi interamente sul tubo e si determina utilizzando la seguente formula

$$q_t = g \cdot H$$

in cui:

- g = peso specifico del terreno (Kg/mc)
- H altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo

- B larghezza della trincea misurata in corrispondenza della generatrice superiore del tubo

Nel caso in esame la peggiore condizione si ha per il fondo fogna posto a 3,10 ml per cui $H=2,40$ mt. Per un peso specifico del materiale valutato in sicurezza pari a 2000 Kg/mc fornisce il carico sulla generatrice per metro lineare vale $q_t=2000*2,40= 4800$ kg/mq. A vantaggio della sicurezza si è trascurato il benefico effetto della componente d'attrito che il materiale di riempimento esercita sulle pareti dello scavo.

- Carichi mobili

Il carico mobile si ricava dalla formula:

$$q_m = \frac{3}{2 * \pi} * \frac{P}{(H + D/2)^2} * \varphi$$

ove

- P = carico concentrato posto pari a 12000 Kg (caso in cui sono previsti passaggi di autovetture o di autocarri)
- D = diametro nominale esterno del tubo (0,710) in metri, (diametro interno 668 mm)
- H = Altezza del riempimento a partire dalla generatrice del tubo pari a 2,40 mt;
- φ = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto dinamico dei carichi indicati con P. Esso si assume pari a $1+0,3/H = 1+0,3/2,40=1,125$

Da quanto sopra si ricava che il massimo carico sulla generatrice vale 849,67 Kg/mq.

- Dimensionamento

Al fine di dimensionare il condotto appare opportuno limitare la deformazione radiale del tubo al 5%, per il calcolo della deformazione radiale si utilizzano la formula di Spangler che fornisce la deformazione radiale Dx di un anello elastico sottoposto ad un carico.

Si ha:

$$\frac{\Delta x}{D} \% = \frac{0,125 * T * Q}{\frac{E}{T} * (s/D)^3 + 0,0915 * E_1}$$

Dove

- Q= (849,67 x D) kg/m , carico sul tubo
- $(s/D)^3$ (s = spessore del tubo 21 mm e D = diametro) momento d'inerzia del tubo
- E=modulo di elasticità del materiale costituente il tubo ($30.000*10^4$ Kg/mq)
- E_1 =modulo elastico del terreno di riempimento valutando una compattazione del materiale di riempimento, eseguita con adatto macchinario ed all'umidità ottima fino al raggiungimento su uno strato di spessore non inferiore a 20 cm di una densità

non inferiore al 95% della densità massima ottenuta in laboratorio con la prova AASHTO modificata.

- T = coefficiente di sicurezza posto pari a 2 (valore normalmente raccomandato) per tenere conto dell'assestamento del tubo nel tempo sotto carico
- I valori di E_1 si possono calcolare in base all'espressione

$$E_1 = 9 \times 10^4 / \alpha' (H+4) \text{ kg/mq} = 2777,78 \text{ kg/mq}$$

Dove H = altezza di riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo (m), α' = fattore dipendente dalla compattazione del rinfiamento del tubo. Esso è collegato (sperimentalmente) alla prova Proctor dalla seguente tabella:

Prova Proctor	α'
95%	1,0
90%	1,5
85%	$1,5^2$
80%	$1,5^3$
75%	$1,5^4$

Nel nostro caso $\alpha' = 1,5^4$ a vantaggio di sicurezza

Dai conteggi si ottiene che nelle peggiori condizioni il valore $\Delta_x/D = 3,5\% < 5\%$ in linea con quanto desiderato.

6. Pozzetto ripartitore

Dovendo fare in modo, come accennato in precedenza, che le acque provenienti in tempo asciutto dalla corsia di Valle di Viale Regione Siciliana giungano al nodo di Via E. Di Blasi e che in tempo di pioggia devino per 2/3 verso Via Perpignano, mentre al nodo di Via Di Blasi continua ad essere recapitato il restante 1/3 delle acque, si è scelto di realizzare tale condizione tramite un pozzetto ripartitore posto all'incrocio di Via Perpignano.

La definizione geometrica di tale manufatto ha tenuto conto sia delle diverse quote altimetriche di recapito e di partenza dei tre collettori (rispetto al piano stradale: collettore esistente -1,50 m, collettore via Perpignano -3,38 m, collettore corsia di valle Viale Regione Siciliana -2,38 m) che della condizione di suddivisione a frazione fissa delle portate.

Per soddisfare quest'ultima istanza progettuale si realizzerà, in un unico pozzetto di dimensioni interne 3,80 m x 2,30 m, uno stramazzo a larga soglia (ampiezza della soglia di dimensioni poco superiori al battente relativo alla portata massima).

L'altezza del battente è stata calcolata considerando:

$$Q = 0,385 \cdot h \cdot L \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

Q = portata massima;

h = altezza del battente sulla soglia;

L = lunghezza della soglia;

ottenendo, per la portata massima e per una larghezza di soglia di 2,30 m, un valore di 30 cm circa di battente.

Le acque provenienti dal collettore a monte del pozzetto confluiranno quindi in primo settore del manufatto, una sorta di vasca di calma di dimensioni ridotte che consentirà di "normalizzare" il deflusso sulla soglia. La soglia sarà ripartita nel suo sviluppo longitudinale L, per mezzo di un setto ortogonale alla stessa, in due porzioni pari a 1/3 L e a 2/3 L, facendo in modo che la portata affluente venga suddivisa proprio secondo tali frazioni. Le due portate defluiranno quindi in due comparti distinti e con quota di fondo diversa dai quali partiranno rispettivamente il collettore della via Perpignano e quello che confluisce al nodo di via Di Blasi.

Per i particolari del pozzetto si rimanda alle tavole dei grafici esecutivi.

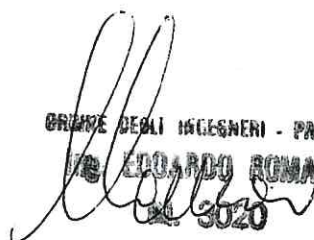
Allegato 1

Verifica specchi collettori fognari

Tratto 2-3: via Perpignano - via Di Blasi		
Diametro esterno =	710	[mm]
Diametro interno =	668	[mm]
Raggio r =	0,334	[m]
Area sezione piena =	0,35046351	[m ²]
β =	2,365503155	[rad]
% riempimento p =	0,735005566	[%]
Sezione bagnata σ =	0,257592631	[m ²]
Contorno bagnato C =	1,308505839	[m]
Raggio idraulico R =	0,196860131	[m]
Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler		
$Q = K \sigma R^{2/3} i^{1/2}$		
K =	80	
pendenza i =	0,0164	[%]
Portata Q =	0,893066622	[m ³ /s]
Velocità =	3,466972716	[m/s]

Tratto S3: via Perpignano ($\phi = 500$)		
Diametro esterno =	500	[mm]
Diametro interno =	473,8	[mm]
Raggio r =	0,2369	[m]
Area sezione piena =	0,176311238	[m ²]
$\beta =$	2,525625803	[rad]
% riempimento p =	0,689985611	[%]
Sezione bagnata $\sigma =$	0,121652217	[m ²]
Contorno bagnato C =	0,890165847	[m]
Raggio idraulico R =	0,136662418	[m]
Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler		
$Q = K \sigma R^{2/3} i^{1/2}$		
K =	80	
pendenza i =	0,0237	[%]
Portata Q =	0,397512011	[m ³ /s]
Velocità =	3,267610081	[m/s]

discenderia ($\Phi = 315$; $p = 1,59\%$) SN 2		
Diametro esterno =	315	[mm]
Diametro interno =	302,6	[mm]
Raggio r =	0,1513	[m]
Area sezione piena =	0,071916365	[m ²]
$\beta =$	3,286361675	[rad]
% riempimento p =	0,453998986	[%]
Sezione bagnata $\sigma =$	0,032649957	[m ²]
Contorno bagnato C =	0,453419416	[m]
Raggio idraulico R =	0,07200829	[m]
Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler		
$Q = K \sigma R^{2/3} i^{1/2}$		
K =	80	
pendenza i =	0,0159	[%]
Portata Q =	0,057006734	[m ³ /s]
Velocità =	1,745997223	[m/s]


 ORDINE DEGLI INGEGNERI - PALERMO
 ING. EDOARDO ROMANO
 N. 3020