



ELABORATI PROGETTUALI

- 1 6682.01 - Relazione Tecnica
- 2 6682.02 - Computo Metrico Estimativo
- 3 6682.03 - Quadro Economico
- 4 6682.04 - Cronoprogramma dei lavori
- 5 6682.05 - Incidenza della Sicurezza
- 6 6682.06 - Costi Specifici della Sicurezza
- 7 6682.07 - Fascicolo Sottoservizi
- 8 6682.08 - PSC

ELENCO ELABORATI GRAFICI

- 1 6682.01 - Inquadramento Territoriale
- 2 6682.02 - Stato di fatto
- 3 6682.03 - Stato di progetto
- 4 6682.04 - Particolari camerette
- 5 6682.05 - Scavi e Ripristini
- 6 6682.06 - Particolare Spingitubo



Provincia di Varese  
Comune di Castellanza (Va)

**PROGETTO  
DEFINITIVO/ESECUTIVO**

Lavori di estensione rete fognaria in zona  
non servita in zona via Borri e via Azimonti

Relazione Tecnica

R.U.P.  
Ing. Andrea Pasqualini - CAP Holding S.p.A.  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, n.A24951

PROGETTISTA  
Ing. Gabriele Bria - CAP Holding S.p.A.

012042.F.PRO.6682

Febbraio 2016

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

## INDICE

1.	Premessa.....	2
1.	Opere in progetto .....	2
2.	Opere in progetto .....	3
3.	Stima delle portate nere .....	4
4.	Stima delle portate meteoriche .....	6
5.	Verifica delle nuove tubazioni .....	9
6.	Scavi, condotte, opere d'arte ed accessori .....	12
8.	Interferenze con reti di sottoservizi .....	21
9.	Vincoli presenti – autorizzazioni e concessioni .....	21
10.	Cronoprogramma.....	21
11.	Verifica statica delle tubazioni.....	21

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

## Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti in comune di Castellanza (VA)

### 1. Premessa

Il presente progetto è stato predisposto con lo scopo di realizzare le opere idrauliche necessarie a collettare alla pubblica fognatura i reflui generati dagli insediamenti industriali e produttivi serviti da via Borri in Comune di Castellanza. Un nuovo tratto di rete innestato al precedente, consentirà la raccolta dei reflui prodotti dal complesso scolastico posto in adiacenza a via Azimonti e dalle utenze secondarie presenti lungo la Via. L'area oggetto di intervento sorge a sud del territorio di Castellanza.

I reflui saranno scaricati a gravità nella rete fognaria esistente di via Fratelli Vigorelli in Comune di Legnano.

Scopo dell'intervento è quello di risolvere le problematiche di carattere igienico-sanitario correlate agli insediamenti residenziali che insistono nell'area in oggetto. Ad oggi infatti gli esercizi commerciali e le abitazioni servite dalla Vie non risultano allacciate alla pubblica fognatura e pertanto i reflui civili non vengono collettati all'impianto di depurazione. I reflui vengono scaricati nel sottosuolo, previo trattamento in fosse Imhoff.

Le opere in oggetto rientrano nel Piano Triennale degli investimenti predisposto da Cap Holding Spa.

### 1. Opere in progetto

Gli interventi previsti in progetto sono previsti in due zone limitrofe del Comune di Castellanza e del Comune di Legnano. In particolare, in Castellanza le attività interesseranno via Azimonti e via Borri mentre in Legnano le attività di posa della nuova rete interesseranno via Edison e via Vigorelli.

Le vie interessate dal presente progetto sono inserite in una zona periferica di carattere prettamente industriale/commerciale (via Borri), con presenza di traffico veicolare significativo particolarmente durante gli orari di inizio e fine attività lavorativa. Via Borri collega i due Comuni di Legnano (a est) e Busto Arsizio (a ovest).

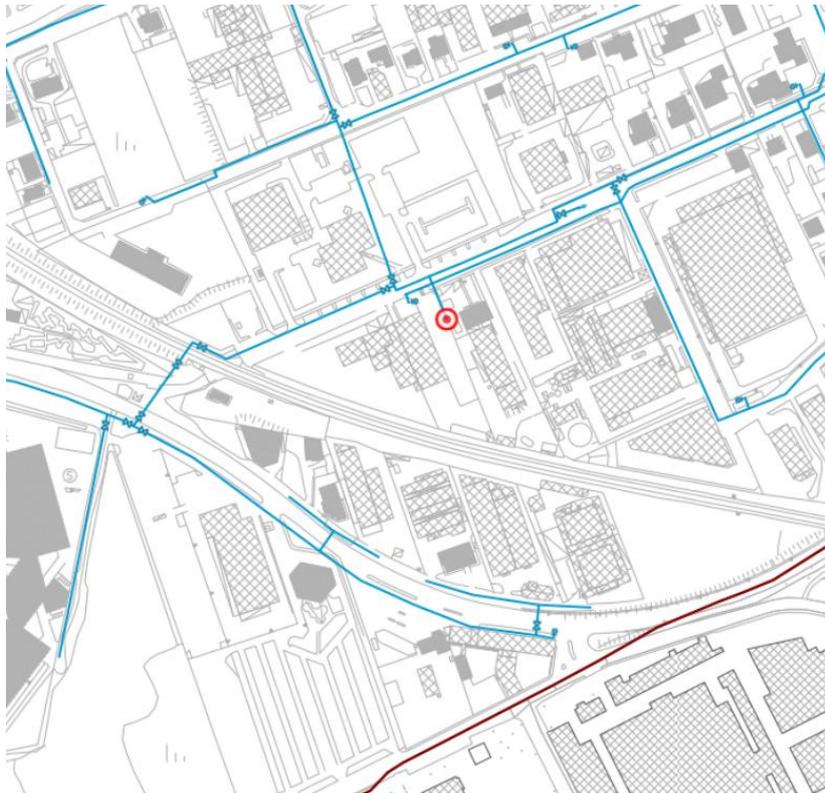
Dall'analisi del PGT Comunale si evince che l'area in oggetto è inserita in un tessuto urbano ormai "consolidato", in aree che prevalentemente hanno destinazione urbanistica "non residenziale"; lungo via Borri insistono prevalentemente insediamenti produttivi ed esercizi commerciali. Due ambiti di trasformazione urbanistica si estendono ad est ed a ovest di via Azimonti.

Si precisa che dal PGT Comunale nell'area oggetto di intervento sono assenti pozzi pubblici per l'approvvigionamento di acqua potabile.

Dall'analisi del rilievo di dettaglio dei tratti della rete di approvvigionamento e distribuzione realizzati dall'Ufficio Rilievi e Cartografia di CAPHOLDING Spa è stato rilevato un pozzo attivo di approvvigionamento di acque potabile in via Carlo Jucker.

Lungo via Borri (tratta P7-P14), lo sviluppo della rete fognaria in progetto è posto a circa 180 m dal pozzo esistente.

In questo tratto, la rete fognaria sarà realizzata mediante la posa di tubazioni in GRES e sarà realizzata e verificata dal punto di vista idraulico secondo quanto prescritto dalla Dgr del 10 aprile 2003 n.7/12693.



## 2. Opere in progetto

Saranno realizzati i seguenti tratti di fognatura con lo scopo di ricevere i reflui dagli insediamenti situati nella via oggetto di intervento.

Le opere in progetto, per entrambe le Vie, possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

- taglio e demolizione della pavimentazione esistente in corrispondenza della carreggiata stradale (larghezza demolizione carreggiata stradale esistente c.ca mt 1.5);
- scavi e movimenti terra per la posa delle nuove tubazioni. Profondità media di scavo -2.50 m da p.c. Scavi per la posa di n.26 camerette di ispezione;
- predisposizione letto di posa delle nuovi tubazioni mediante la posa nella trincea di scavo di sabbia/pietrisco (spessore medio 15 cm);
- posa dei nuovi tratti fognari in PVC DN 400 SN8 e in GRES DN 400 (tratto P7-P14 via Borri) .Pendenza media “via Azimonti P21-P04”:0,20 %, “via Borri P1-P20”: 0,25% lunghezza complessiva c.ca 1.100 m).

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

- Rifacimento tratta P19-P20 in via Vigorelli, Comune di Legnano, PVC DN630 pendenza 0,20%.
- posa della nuova tubazione mediante tecnica di spingitubo tratta P20-P21, c.ca 50 metri.
- Rinterro e rinfiacco delle nuove tubazioni con ghiaia (altezza media c.ca 10 cm dalla generatrice superiore del tubo). Rinterro con materiali di risulta dalle attività di scavo fino alla quota di progetto per la posa della massicciata stradale;
- ripristino provvisorio della pavimentazione stradale mediante la realizzazione di massicciata per il sottofondo stradale e la successiva posa di Binder.
- A valle degli assestamenti della trincea di scavo, è previsto il rifacimento del tappetino d'usura (previa scarifica) secondo le grandezze dei ripristini indicati nel computo metrico estimativo.

Al fine di limitare i disagi al traffico veicolare le attività relative ai movimenti terra, in corrispondenza dell'Incrocio stradale tra via Borri e via Thomas Edison, è prevista la posa della nuova rete mediante l'utilizzo della tecnica di "spingitubo". Precisamente tra le camerette n.14 e n.15 per circa 50 m lineari. In questo tratto saranno evitati scavi in trincea a cielo aperto. Le uniche opere di scavo saranno quelle necessarie alla realizzazione della buca di spinta (cameretta n. 14) e di arrivo (cameretta n. 15). Lo spingitubo avverrà mediante la posa preliminare di tubazioni in acciaio di protezione (camicia esterna) all'interno delle quali saranno successivamente posate le tubazioni in PVC preposte alla raccolta dei reflui.

### 3. Stima delle portate nere

Al fine di stimare il carico di refluo in ingresso alla rete si sono elaborati i dati relativi al PGT Comunale per la stima degli Abitanti Equivalenti di seguito sintetizzati.

ZONA 3 - VIALE BORRI (COMUNE DI CASTELLANZA) -

Mappale	Sup. fondiaria (m <sup>2</sup> )	Tipo insediamento	Tipo di attività	Destinazione P.G.T.	Indice P.G.T. (m <sup>2</sup> slp/ m <sup>2</sup> sf)	n. dipendenti	Sup. lorda di pavimento (m <sup>2</sup> )	Abitanti equivalenti * (sistema convenzionale)
comparto viale Borri - ferrovia-via Monsignor Colombo	29290	area con funzione non residenziale	-	non residenziale	0,6	-	17574,0	50
				residenza salvo per un max di 150 mq di Slp per unità			600,0	17
-	29290,0	-	-	-	-	-	-	67

\* calcolo abitanti equivalenti: 1 ab eq ogni 35 m<sup>2</sup> di superficie lorda di pavimento per gli insediamenti civili, arrotondato per eccesso o difetto all'unità; per gli insediamenti non residenziali ottenuto da tabelle specialistiche - per litostampa tipologia fabbrica o laboratorio artigianale si è considerato un abitante equivalente ogni 2 dipendenti, fissi o stagionali, durante la massima attività

	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
	<b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	

ZONA 2 - VIA AZIMONTI (COMUNE DI CASTELLANZA)

comparti	Sup. fondiaria (m <sup>2</sup> )	Tipo insediamento	Destinazione P.G.T.	Indice P.G.T. (m <sup>2</sup> slp/ m <sup>2</sup> sf)	Sup. lorda di pavimento (m <sup>2</sup> )	Abitanti equivalenti * (sistema convenzionale)
Ex Mostra del Tessile **	52830	Pluralità funzioni	Ambito trasformazione	0,4	21132,0	604
ITIS Facchinetti***	nd	Istruzione superiore	Attrezzature esistenti	esistente	nd	650
Parco Alto Milanese	nd	Servizi	Attrezzature esistenti	esistente	150,0	4
-	113930	-	-	-	21282,0	1258

\* calcolo abitanti equivalenti: 1 ab eq ogni 35 m<sup>2</sup> di superficie lorda di pavimento per gli insediamenti civili, arrotondato per eccesso o difetto all'unità

\*\* gli abitanti previsti per l'ex mostra del tessile sono quantificati in 113 dal PGT, che però prevede la possibilità di medie strutture di vendita non alimentari, terziario e funzioni a valenza sociale

\*\*\* per l'istruzione si considera la popolazione fluttuante massima di 2.520 unità (2390 studenti + personale scuola) per una presenza di 6/24mi giornaliera = 630 a.e.

comparti	Sup. fondiaria (m <sup>2</sup> )	Tipo insediamento	Destinazione P.G.T.	Indice P.G.T. (m <sup>2</sup> slp/ m <sup>2</sup> sf)	Sup. lorda di pavimento (m <sup>2</sup> )	Abitanti equivalenti * (sistema convenzionale)
viale Borri 15	nd	Commerciale	Commerciale	esistente	1035	160
ATU 5 viale Borri **	61100	Residenziale	Ambito trasformazione	predeterminato	15730	449
-	-	-	-	-	16765	609

L'ATU 5 deve essere messo in relazione ad analogo intervento di riqualificazione nel contiguo Comune di Legnano, pertanto potrebbero considerarsi i 315 abitanti teorici previsti dalla scheda di piano.

Per l'esercizio ad uso ristorante esistente si considera:

- superficie somministrazione mq 282 dichiarati
- 50 coperti ogni 60 mq = 235 coperti x 2 turni giornalieri = 470 coperti
- 10 addetti
- 1 a.e. ogni 3 coperti/addetti = 160 a.e.

Il calcolo della massima portata nera (portata nera di punta) è stato effettuato nel modo seguente:

$$\overline{Q_N} = \frac{\alpha \cdot (N_{ab} \cdot d_{idr}) \cdot \gamma + \beta_s}{3600 \cdot \beta} = [l/s]$$

Dove:

- $\overline{Q_N}$  = Portata delle acque nere
- $\alpha$  = Coefficiente di riduzione che tiene conto delle perdite solitamente pari a 0,8
- $N_{ab}$  = Numero degli abitanti che scaricano nella rete verificata
- $d_{idr}$  = Dotazione idrica giornaliera da studi si utilizzerà il valore di 300 l/abg
- $\gamma$  = Coefficiente di piena, tiene conto dei picchi di consumo solitamente pari a 2,4
- $\beta_s$  = contributo di sostanze solide non provenienti da acquedotto pari a 1,5
- $\beta$  = numero di ore durante le quali si ha assorbimento di acqua pari a 8

Da cui risulta che nell'assetto futuro la portata nera di punta defluente dall'area oggetto di intervento risulta:

	AE stimati	PORTATA l/s
<b>via Azimonti</b>	1258	25,16
<b>Via Vigorelli (compresi A.E. via Azimonti)</b>	1934	38,6

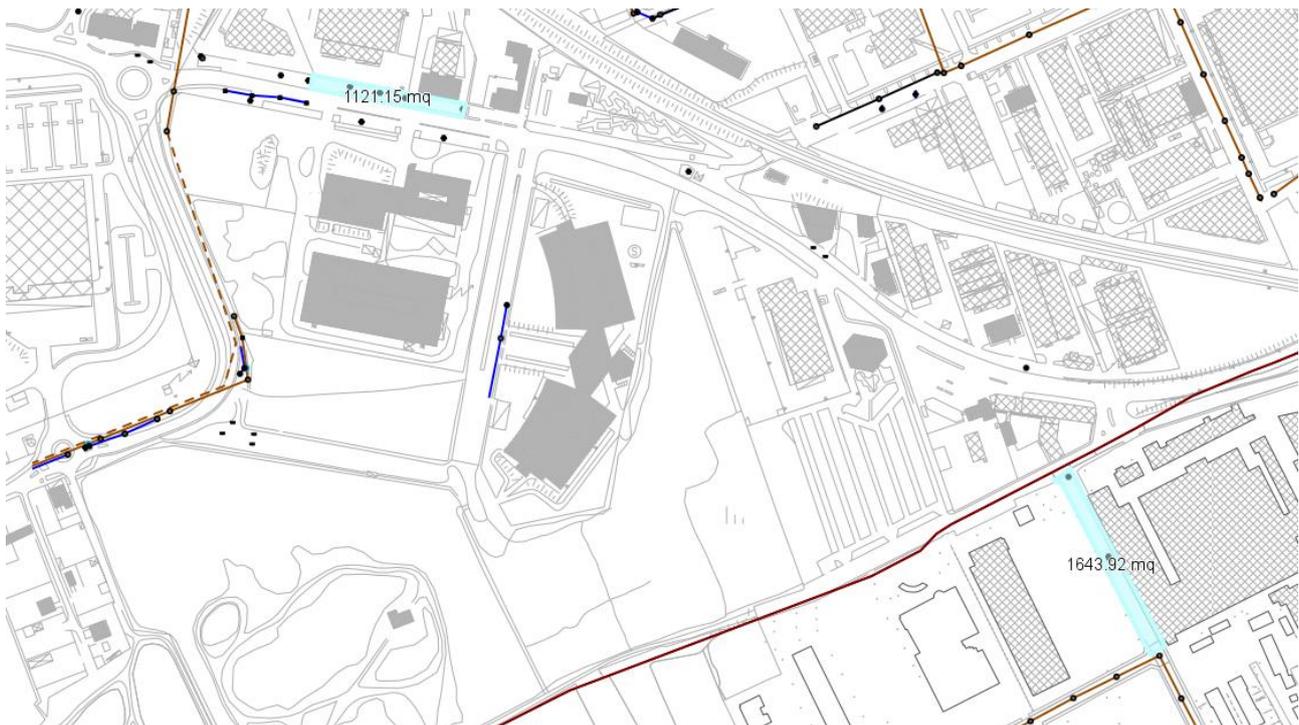
#### 4. Stima delle portate meteoriche

La superficie del bacino imbrifero considerato è quello costituito dalla carreggiata stradale che sottende la rete fognaria in progetto. Le sezioni di chiusura dei bacini corrispondono rispettivamente con il punto di allaccio della nuova rete alla fognatura esistente nel territorio comunale di Legnano. Via Azimonti è già dotata di una rete dedicata alla raccolta e allo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo. Su questa linea non è previsto alcun intervento.

Dunque limitatamente a via Borri e via Vigorelli, oltre alla raccolta delle acque reflue, è previsto l'allaccio delle caditoie stradali che attualmente recapitano nei pozzi perdenti alle nuove tubazioni al fine di limitare il fenomeno del deposito di sedimenti sul fondo delle tubazioni, fenomeno frequente per le fognature dedicate alla raccolta dei reflui civili. Tale soluzione nel caso in cui il tracciato planimetrico della nuova rete fognaria intercetti i pozzi perdenti esistenti.

La superficie scolante complessiva risulta:

- Via Vigorelli: c.ca 2.800 m<sup>2</sup>



Per il bacino imbrifero in esame, di limitate estensioni e deflussi relativamente rapidi, i tempi di concentrazione sono brevi, quindi le precipitazioni che interessano sono quelle di durata inferiore all'ora. Pertanto, nella determinazione delle portate di progetto, è stata considerata valida l'espressione della monomia di seguito individuata.

Per la carreggiata stradale è stato assunto un coefficiente di afflusso pari a 0,9.

La quantità di pioggia precipitata al suolo in un determinato evento è ovviamente da intendersi come dato statistico, essa infatti viene modellata su delle curve di probabilità partendo da dati rilevati, le curve sono espresse dalla seguente monomia.

$$h = a \cdot \theta^n$$

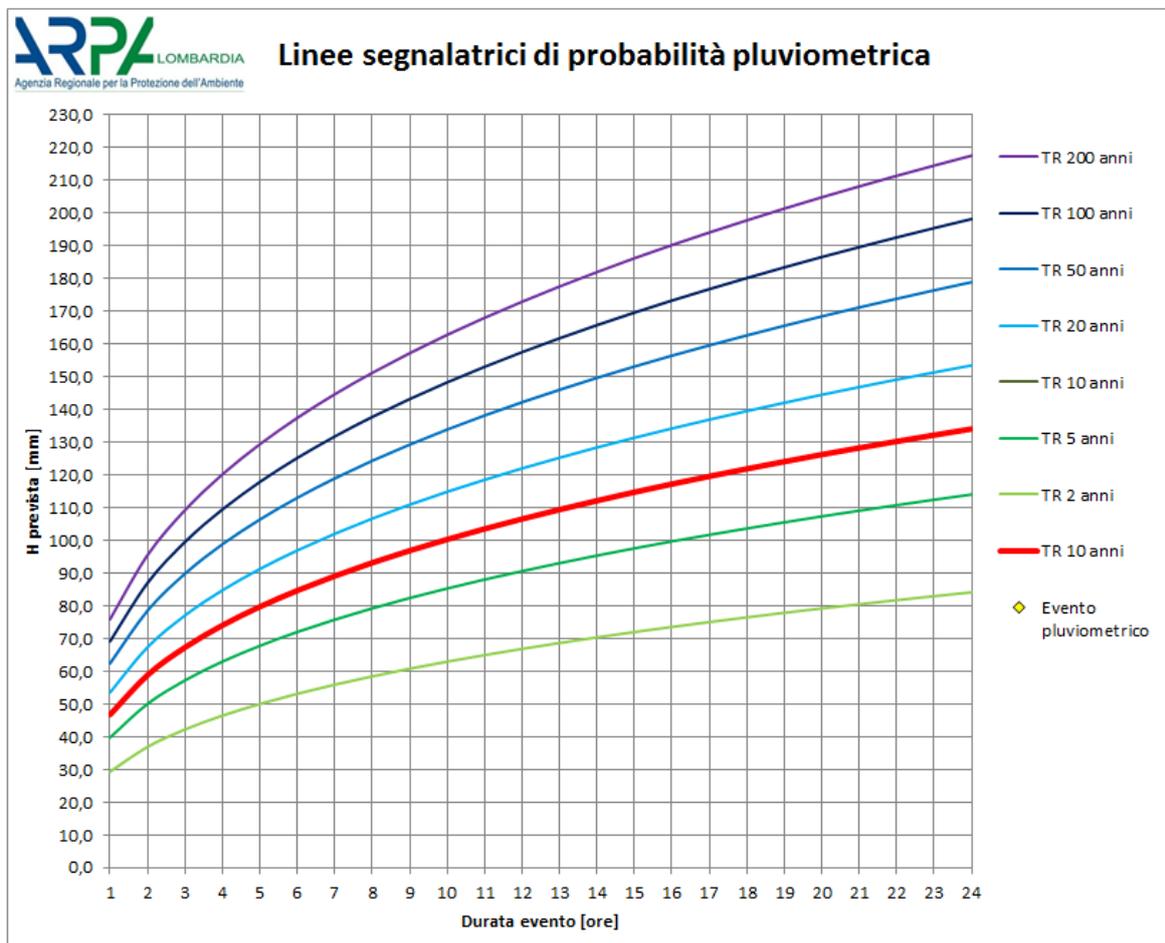
con:

- h = precipitazione in mm  
 a = massima precipitazione oraria in mm  
 $\theta$  = durata in ore  
 n = esponente di valore minore di 1

Il tempo di ritorno assegnato alla curva di possibilità climatica è stato assunto pari a 10 anni che equivale ad ipotizzare che i valori probabilistici scelti sono tali da garantire un superamento dell'evento 1 volta ogni 10 anni.

Da studi effettuati dal Servizio Idrografico di ARPA Lombardia e pubblicati online è possibile ricavare i dati per la zona ove ricadrà l'intervento; valutando anche il coefficiente di crescita KT:

KT <sub>ritorno</sub> (T=10anni)	a [mm]	n
1,489	46,80	0,3312



	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

Per calcolare le portate di scolo dal bacino imbrifero si è determinato l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi-aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot a \cdot \theta_c^{n-1}$$

Con:

- S** = superficie del bacino (area sottesa al ramo fognario) in ettari  
**2,78** = coefficiente di conversione 1(mm/ha)/h = 2,78 l/sec  
**a** = massima precipitazione oraria in mm  
**n** = esponente di valore minore di 1  
 **$\theta_c$**  = durata critica in ore

La durata critica è data dal metodo cinematico:

$$\theta_c = T_e + \frac{T_r}{1,5}$$

Con:

- $T_e$**  = tempo di ingresso in rete che convenzionalmente per i casi di idrologia urbana è pari a 5 minuti  
 **$T_r$**  = tempo di corrivazione della rete in condizioni di massimo riempimento (dato dal rapporto tra lunghezza tubatura e velocità a massimo riempimento)

$$T_r = \frac{L_{cond.}}{V_r} = \frac{L_{cond.}}{\chi \cdot (R \cdot i)^{0,5}}$$

- $\chi$**  = coefficiente di resistenza =  $K_s \times R^{1/6}$   
 **$K_s$**  = coefficiente di Strickler (nel caso specifico date le condizioni delle condotte sarà pari a 120 m<sup>1/3</sup>/s)  
**R** = Raggio idraulico della condotta (per Strickler pari a D/4) [m]  
**i** = Pendenza del fondo della condotta [m/m]

Nella tabella seguente si riassumono i principali dati di progetto.

Tratto	S [ha]	$\Phi$	$K_s$	$T_e$ [ore]	$T_r$	$\theta_c$	$Q_c$ [l/s]
Via Vigorelli	0,28	0.9	120	0,08	0,30	0,30	75

La portata complessiva di dimensionamento è stata assunta pari a 26 l/s (acque nere) in corrispondenza della sezione di chiusura di via Azimonti (cameretta P06) e di 115 l/s

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

(acque nere + meteoriche) in corrispondenza della sezione di chiusura di via Fratelli Vigorelli, nel punto di immissione in Comune di Legnano (cameretta n. 27).

Il ramo di progetto sarà costituito da tubazioni in PVC SN8 con diametro esterno, pari al diametro nominale di 400 mm (diametro interno 376,6 mm) ed avrà lunghezza complessiva pari a circa 1.100 m con pendenza pari al rispettivamente al 2,0 ‰ (tratto di via Azimonti P29-P6) e 2,5 ‰ (tratto via Borri P1-P28), con recapito finale nel collettore esistente di via Vigorelli in Comune di Legnano.

#### 5. Verifica delle nuove tubazioni

Si è provveduto a verificare idraulicamente la nuova tubazione in corrispondenza delle due sezioni di valle considerate. Da progetto le nuove tubazioni presenteranno le seguenti caratteristiche geometriche:

##### **Via Azimonti (tratto P21-P04)**

- Materiale: PVC
- Diametro Nominale (esterno): 400 mm;
- Diametro interno: 376,6 mm
- Pendenza: tratto P29-P6: 0,20%

##### **Via Borri/Vigorelli (tratto P01-P07, P14-P20)**

- Materiale: PVC
- Diametro Nominale (esterno): 400 mm;
- Diametro interno: 376,6 mm
- Pendenza: tratto P01-P27: 0,25%

##### **Via Borri (tratto P07-P14)**

- Materiale: GRES
- Diametro Nominale (interno): 400 mm;
- Diametro interno: 400 mm
- Pendenza: tratto P07-P14: 0,25%

Il franco è definito come la distanza tra il pelo libero ed il cielo interno della tubazione.

A tal fine ricorrendo alla scala delle portate normalizzata, reperibile in letteratura, si è calcolata l'altezza di moto uniforme corrispondente alle portate di progetto. L'espressione che fornisce l'altezza di moto uniforme calcolata con la formula di Gauckler-Strickler è la seguente:

$$Q_r = K_s \cdot A \cdot \left( \frac{D_{ic}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot j^{\frac{1}{2}} \cong 1,979 \cdot K_s \cdot r_{ic}^{\frac{8}{3}} \cdot j^{\frac{1}{2}},$$

dove:  $Q_r$  = portata in condizioni di completo riempimento della tubazione (m<sup>3</sup>/s);  
 $K_s$  = coefficiente di conduttanza di Gauckler-Strickler, pari a 120 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> (PVC)  
 100 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> GRES;

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

- $A = \pi \cdot (D_{int}/2)^2$  area della sezione trasversale della tubazione a completo riempimento ( $m^2$ );  
 $D_{ic}$  = diametro interno commerciale della tubazione (m).  
 $r_{ic}$  = raggio interno commerciale della tubazione (m).  
 $i$  = pendenza della tubazione (adimensionale);

Per il coefficiente di scabrezza delle tubazioni si è tenuto conto della seguente tabella reperibile in letteratura:

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

L'altezza di moto uniforme  $h$  è stata determinata entrando nella scala di deflusso con il valore  $Q/Q_r$ , essendo  $Q$  la portata di progetto, e ricavando il corrispondente  $h/r$ , che, moltiplicato per raggio interno commerciale della tubazione, ha fornito il valore di  $h$  cercato. La differenza fra  $D_{int}$  e  $h$  restituisce il valore del franco.

Il campo di velocità scelto è tale da evitare sia la formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili sia l'abrasione delle superfici interne della tubazione.

Per calcolare la velocità media  $V$  nella tubazione, si è utilizzata la scala delle velocità normalizzata per sezione circolare, reperibile in letteratura, che fornisce in forma adimensionale per diversi gradi di riempimento  $h/r$ , il valore  $V/V_r$ , (essendo  $r$  il raggio interno della tubazione,  $Q$  la portata corrispondente al tirante idrico  $h$  e  $V_r$  la velocità a completo riempimento della tubazione).

La velocità a completo riempimento è stata calcolata con la formula di Gauckler-Strickler:

$$V_r = K_s \cdot \left(\frac{D_{ic}}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cong 0,630 \cdot K_s \cdot \left(\frac{D_{ic}}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}},$$

- dove:  $V_r$  = velocità in condizioni di completo riempimento della tubazione (m/s);  
 $K_s$  = coefficiente di conduttanza di Gauckler-Strickler, pari a  $120 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ ;  
 $D_{ic}$  = diametro interno commerciale della tubazione (m).  
 $i$  = pendenza della tubazione (adimensionale);

La velocità media  $V$  è stata determinata entrando nella scala di deflusso con il valore  $h/r$  calcolato per la verifica del franco e ricavando il corrispondente  $V/V_r$ , che, moltiplicato per  $V_r$ , ha fornito il valore di  $V$  cercato.

I dati più significativi relativi alla verifica idraulica della nuova tubazione sono riassunti nella tabella seguente.

**RELAZIONE GENERALE****Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti****COMUNE DI CASTELLANZA (VA)**RELAZIONE GENERALE  
rev 00 febbraio 2016**Via Borri e via Azimonti – Comune di Castellanza (VA)**

<b>Tubazione</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>DI (mm)</b>	<b>I (%)</b>	<b>Q [l/s]</b>	<b>h [m]</b>	<b>Franco (mm)</b>	<b>% riempimento</b>	<b>Velocità (m/s)</b>
Tratto P14-P20 (PVC)	400	376,6	0,25	115	0,26	116	70	1,38
Tratto P07-P14 (GRES)	400	400	0,25	115	0,28	120	71	1,20
Tratto P29-P06	400	376,6	0,20	26	0,12	256	30	0,90

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

## 6. Scavi, condotte, opere d'arte ed accessori

### Scavi

Per gli scavi delle condotte fognarie è prevista, in relazione alla natura dei terreni presenti, agli spazi disponibili, alle esigenze di sicurezza e al tempo necessario per lo svolgimento di tutte le attività, l'adozione di una sezione tipo di scavo rettangolare, con armatura delle pareti nel caso in cui la profondità di scavo sia superiore a 1,5 m, sia per le camerette che per i condotti.

### Tubazioni

Per la **fognatura** è prevista la posa di due tipologie di condotti, entrambi circolari in PVC DN400/DN600 SN8 e GRES DN400 160 KN/m<sup>2</sup> materiali che oltre ad avere un'ottima resistenza meccanica, risultano avere anche un'ottima resistenza chimica necessaria dato la tipologia industriale dei reflui.

Il sottofondo avverrà su un letto di materiale granulare fine (sabbia o ghiaietto fine) e il rinfianco con il medesimo materiale, mediamente costipato.

### Camerette di ispezione

Le camerette di ispezione saranno del tipo monolitico in calcestruzzo vibrato con alta resistenza ai solfati.

### Ripristini

Una volta posate le tubazioni sarà eseguito il riempimento dello scavo con il medesimo materiale scavato previa verifica come da normativa vigente.

Il cassonetto sarà effettuato con materiale proveniente da cava opportunamente costipato per contenere al minimo gli assestamenti del piano stradale.

Per la zona di scavo in careggiata stradale si provvederà alla posa di uno strato con spessore di 10 cm. di tout-venant.

#### Verifica statica Tubazioni in PVC-U

Per la verifica statica delle tubazioni flessibili interrate si può fare riferimento alla norma AWWA (American Water Works Association) C950/88 (ultima versione) che si riferisce a "tubi in pressione in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro" ma che può essere ragionevolmente estesa a tutti i materiali plastici e flessibili in generale.

Poiché per i materiali plastici si ha un decadimento nel tempo delle caratteristiche meccaniche, occorre effettuare le verifiche considerando le caratteristiche di resistenza a lungo termine, ovvero dopo 50 anni o 100000 ore di servizio.

In particolare, il modulo elastico del PVC differito nel tempo è pari a circa la metà del modulo elastico istantaneo iniziale; per il PVC-U è stato considerato un valore di modulo

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

elastico iniziale pari a 3500 MPa e un valore di modulo elastico a lungo termine pari a 1750 MPa.

### Calcolo dei carichi agenti.

#### *Calcolo del carico dovuto al rinterro*

Nel caso di tubazioni flessibili il carico dovuto al rinterro può essere sempre calcolato come:

$$P_{ST} = \gamma_t HD$$

dove:

H è l'altezza del rinterro al di sopra della generatrice del tubo in m;

$\gamma_t$  è il peso specifico del rinterro in N/m<sup>3</sup>;

D è il diametro esterno del tubo in m;

#### *Carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili*

Per il calcolo dei sovraccarichi mobili si è utilizzata l'espressione prevista dalla normativa UNI 7517 che fornisce una stima dell'effetto di un sovraccarico mobile concentrato con la seguente espressione:

$$P_{vc} = p_v D \varphi$$

dove:

P<sub>vc</sub> è il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo in N/m

p<sub>v</sub> è la pressione verticale al livello della generatrice superiore del tubo, dovuta ai sovraccarichi mobili concentrati, in N/m<sup>2</sup> ed è ricavabile da grafici forniti dalla normativa;

D è il diametro esterno del tubo, in m;

$\varphi$  è il fattore dinamico e può essere stimato nel caso di strade e autostrade con la seguente espressione:

$$\varphi = 1 + 0,3/H$$

Nel caso in esame sono state considerate le condizioni di carico più onerose per la circolazione su strade ed autostrade che, secondo la legge n.313 del 5 maggio 1976, è quello connesso ad un convoglio HT45 (massa del convoglio 45 t; tre assi; sovraccarico ruota anteriore 7500 kgf; sovraccarico ruota posteriore 7500 kgf) per il quale può essere utilizzata la seguente relazione:

$$p_v = 43100H^{-1,206}$$

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

### Carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per tre quarti può essere calcolato, in base alla norma UNI 7517, con la formula:

$$P_a = 5788d^2$$

dove:

$P_a$  è il carico in N/m

$D$  è il diametro interno del tubo in m

### Carico dovuto alla pressione idrostatica esterna

In questo caso il livello della falda freatica è inferiore alla quota dei manufatti previsti nel progetto, pertanto si considera nullo il carico dovuto alla pressione idrostatica esterna.

### Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale

L'inflessione massima anticipata nella tubazione, con il 95% di probabilità, è fornita dalla seguente espressione:

$$\Delta y = \frac{(D_e W_C + W_L) K_x r^3}{E_t I + 0,061 K_a E_s r^3} + \Delta a$$

$\Delta y$  è l'inflessione diametrale del tubo in cm;

$D_e$  è il fattore di ritardo d'inflessione che tiene conto che il terreno continua a costiparsi nel tempo, ovvero:

TIPO DI RINTERRO E GRADO DI COSTIPAMENTO	$D_e$
Rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato ad elevato	2,0
Materiale scaricato alla rinfusa o grado di costipamento leggero (scarso)	1,5

$W_C$  è il carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza in N/cm;

$W_L$  è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza in N/cm;

$K_x$  è il coefficiente di inflessione, che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco inferiore di appoggio del tubo, ovvero:

TIPO DI INSTALLAZIONE	Angolo equival. di letto	$K_x$

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

	[gradi]	
Fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 95\%$ ) o materiale di letto e rinfiando di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità Proctor $\geq 70\%$ )	180	0,083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 85\%$ e $< 95\%$ ) o materiale di letto e rinfiando di tipo ghiaioso	60	0,103
Fondo piatto con materiale di riempimento sciolto posato ai fianchi del tubo (non raccomandato)	0	0,110

$r$  è il raggio medio del tubo, pari a  $(D-s)/2$  in cm;

$E_t/l$  è il fattore di rigidità trasversale della tubazione in Ncm;

$E_s$  è il modulo elastico del terreno che avvolge la tubazione in  $N/cm^2$  il cui valore può essere ricavato dalla tabella seguente:

TIPO DI MATERIALE CHE AVVOLGE LA TUBAZIONE	VALORI DI $E_s$ IN FUNZIONE DEL GRADO DI COMPATTAZIONE DEL MATERIALE CHE AVVOLGE LA TUBAZIONE [MPa]			
	SCARICATO ALLA RINFUSIONE	COSTIPAMENTO LEGGERO < 85% PROCTOR < 40% DENS. REL.	COSTIPAMENTO MODERATO 85-95% PROCTOR 40-70% DENS. REL.	COSTIPAMENTO ELEVATO > 95% PROCTOR > 70% DENS. REL.
a) Terreni a grana fine, con meno del 25% di particelle a grana grossolana; plasticità nulla	0,34	1,4	2,8	6,9
b) Terreni a grana fine, con più del 25% di particelle a grana grossolana; plasticità da media a nulla. Terreni a	0,69	2,8	6,9	13,8

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

grana grossolana con più del 12% di fini				
c) Terreni a grana grossolana con pochi fini o nessuno (<12% di fini)	1,4	6,9	13,8	20,7
d) Roccia frantumata	6,9	-	20,7	-

Appartengono al gruppo a) i seguenti terreni: argille inorganiche con plasticità da bassa a media, limo inorganico, sabbia molto fine

Appartengono al gruppo b) i seguenti terreni: quelli del gruppo a) ma con più del 25% di particelle a grana grossolana, miscele di ghiaia, sabbia e limo (o argilla) mal graduate, sabbie con limo

Appartengono al gruppo c) i seguenti terreni: misture di ghiaia e sabbia con pochi fini o nessuno, sabbie ghiaiose con pochi fini o nessuno

$K_a, \Delta_a$  sono parametri che consentono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statistica dell'inflessione, ovvero:

ALTEZZA $H$ DEL RINTERRO [m]	$\Delta_a$	$K_a$
$H \leq 4,9$ m	0	0,75
$H > 4,9$ m e materiale scaricato alla rinfusa e con leggero grado di costipamento	$0,02D$	1,0
$H > 4,9$ m e materiale con moderato grado di costipamento	$0,01D$	1,0
$H > 4,9$ m e materiale con elevato grado di costipamento	$0,005D$	1,0

Per tubazioni in PVC l'inflessione diametrale non deve superare il 5% del diametro iniziale della condotta.

La norma UNI EN 1401-2 classifica le tubazioni in PVC in 3 classi in base alla rigidità anulare SN espressa in kN/m<sup>2</sup>: SN 2, SN 4 e SN 8.

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>Lavori di estensione rete fognaria in zona non servita in zona via Borri e via Azimonti</b> <b>COMUNE DI CASTELLANZA (VA)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 febbraio 2016
---	--	--

La rigidità anulare è definita come  $SN \cdot D_m^3 = E_t I$  dove  $D_m$  è il diametro medio della condotta e vale  $D_m = D - s$ .

Scelta, pertanto, la classe di tubazione da posare si ricava il fattore di rigidità trasversale istantanea; poiché il PVC ha un decadimento nel tempo delle caratteristiche tale per cui il modulo elastico  $E_t$  si riduce di un fattore  $T$  pari a circa 2, per effettuare una verifica dell'inflessione diametrale nel lungo periodo occorre ridurre il fattore di rigidità dello stesso fattore  $T=2$ .

Risulta pertanto che nel lungo periodo:

$$(E_t I)_{lungoperiodo} = \frac{SN \cdot D_m^3}{T}$$

Per la verifica nel caso in esame si sono considerate le seguenti condizioni:

- Rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato ad elevato →  $D_e=2,0$
- Fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (Proctor  $\geq 95\%$ ) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (Proctor  $\geq 70\%$ ) →  $K_x = 0,083$
- Ricoprimento con sabbia molto fine con costipamento moderato 85-95% Proctor e 40-70% densità relativa →  $E_s = 2,8$   
MPa

### Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)

La norma ANSI-AWWA C950/88 fornisce la seguente espressione di stima della pressione ammissibile di buckling  $q_a$  in  $N/cm^2$ :

$$q_a = \left( \frac{1}{FS} \right) \left( 32 R_w B' E_s \frac{E_t I}{D^3} \right)^{1/2}$$

dove:

$FS$  è il fattore di progettazione, pari a 2,5;

$R_w$  è il fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente con

$$R_w = 1 - 0,33(H_w/H) \text{ con } 0 \leq H_w \leq H$$

$H$  è l'altezza del rinterro in cm;

$H_w$  è l'altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione;

$B'$  è il coefficiente empirico di supporto elastico fornito dalla relazione:

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0,213H})$$

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile di buckling  $q_a$  con la risultante della pressione dovuta ai carichi esterni applicati e nel caso in esame, in presenza di sovraccarichi mobili, deve valere:

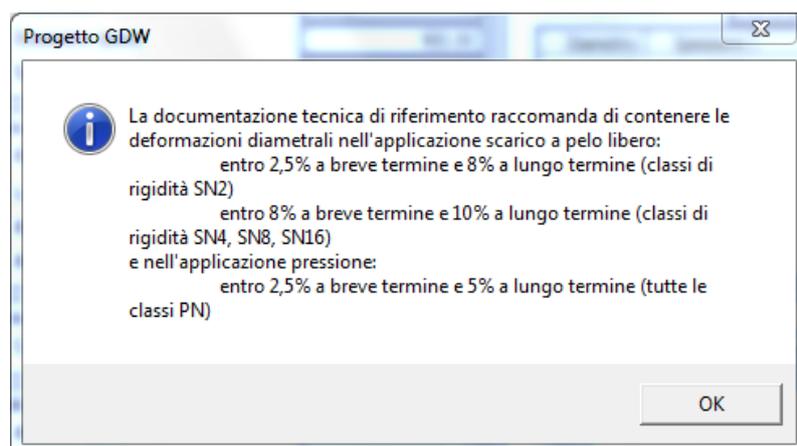
$$\gamma_w H_w + R_w \frac{W_c}{D} + \frac{W_L}{D} \leq q_a$$

Per la verifica statica si è utilizzato un programma di calcolo fornito da un produttore (Progetto GDW 2004) che implementa le formule sopra illustrate.

In funzione delle caratteristiche della condotta (materiale, diametro, spessore), del tipo di trincea (terreno di riempimento, dimensioni dello scavo), del tipo di compattazione, del tipo di traffico veicolare, viene calcolata la percentuale di deformazione per l'altezza di riempimento minima e massima nel breve e lungo periodo.

Per tubazioni in PVC l'inflessione diametrale non deve superare il 5% del diametro iniziale della condotta; nella tabella sottostante si riportano i dati in ingresso ed i risultati relativi alle percentuali di inflessione diametrale: si osserva che per le caratteristiche progettuali individuate le percentuali di deformazione risultano verificate.

Come evidenziato dalle figure seguenti, per il progetto in esame, sono state considerate le due condizioni più gravose, ovvero quelle in corrispondenza rispettivamente della cameretta n.P29 (piano di scorrimento -1,13 da p.c.) e della cameretta n. P10 (piano di scorrimento -3,13 m da p.c.).



Progetto GDW 2004

## GDW

### Fognature - Verifica

**Deflusso**

**Dil. Termica**

**Defomazione**

F1 per info sul campo selezionato.

<b>Condotta</b>		<b>Prodotti commerciali</b>	
Materiale	PVC-U	Linea prodotti PVC-U UNI EN 1401-1	
Diametro [mm]	400.00	Diametro	Spessore
Spessore [mm]	11.70	315.00	7.70
<b>Trincea</b>		315.00	9.20
Riempimento	Terreno sabbioso	355.00	7.00
Larghezza [mm]	1500	355.00	8.70
Altezza min [mm]	730	400.00	7.90
Altezza max [mm]	2730	400.00	9.80
<b>Posa</b>		400.00	11.70
Compattazione		450.00	8.80
Falda <i>(input facoltativo)</i>		450.00	11.00
Altezza [m]	0	<b>Traffico</b>	
Peso specifico [kg/m <sup>3</sup> ]	1000	Carico	Pesante
<b>Risultati breve periodo</b>		Tipo	Stradale
Altezza min [%]	3.43	<b>Risultati lungo periodo</b>	
Altezza max [%]	0.56	Altezza min [%]	7.72
		Altezza max [%]	1.23

Calcola
Salva
Help
Ritorna
Esci

Progetto GDW 2004

## GDW

### Fognature - Verifica

**Deflusso**

**Dil. Termica**

**Deformazione**

F1 per info sul campo selezionato.

**Condotta**

Materiale

Diametro [mm]

Spessore [mm]

---

**Trincea**

Riempimento

Larghezza [mm]

Altezza min [mm]

Altezza max [mm]

---

**Posa**

Compattazione

---

**Falda** *(input facoltativo)*

Altezza [m]

Peso specifico [kg/m³]

---

**Risultati breve periodo**

Altezza min [%]

Altezza max [%]

**Prodotti commerciali**

Linea prodotti

Diametro	Spessore	SDR	SN
500.00	12.30	41.00	4.00
500.00	14.60	34.00	8.00
630.00	12.30	51.00	2.00
630.00	15.40	41.00	4.00
630.00	18.40	34.00	8.00
710.00	13.90	51.00	2.00
710.00	17.40	41.00	4.00
710.00	20.70	34.00	8.00
800.00	15.70	51.00	2.00
800.00	19.60	41.00	4.00

---

**Traffico**

Carico

Tipo

---

**Risultati lungo periodo**

Altezza min [%]

Altezza max [%]

Calcola
Salva
Help
Ritorna
Esci

	<b>RELAZIONE GENERALE</b> <b>INTERVENTO DI RISOLUZIONE INFRAZIONE</b> <b>COMUNITARIA SU SP 241 TRATTO SARPOM</b> <b>ROTATORIA CIMITERO</b> <b>COMUNE DI ARLUNO (MI)</b>	RELAZIONE GENERALE rev 00 dicembre 2014
---	---	--

#### 8. Interferenze con reti di sottoservizi

In seguito a verifica attraverso il PUUGS Comunale, e presso gli Enti e Società gestori si è accertata la presenza delle reti di distribuzione indicate nell'apposita planimetria di progetto. Prima dell'inizio dei lavori, l'impresa esecutrice dovrà provvedere a contattare tutte le Società e gli Enti gestori interessati dalle opere in progetto ed a verificarne l'effettivo posizionamento e l'eventuale presenza di altre reti non indicate mediante saggi esplorativi.

#### 9. Vincoli presenti – autorizzazioni e concessioni

Non risultano essere presenti particolari vincoli.

Il tracciato planimetrico della nuova rete insiste sia su mappali in disponibilità del Comune di Castellanza e di Legnano.

All'Amministrazione Concedente dovrà essere effettuata richiesta di autorizzazione di manomissione suolo pubblico prima dell'inizio delle lavorazioni.

#### 10. Cronoprogramma

In fase di progettazione il tempo necessario per completare i lavori è stato stimato in 250 gg naturali consecutivi.

#### 11. Verifica statica delle tubazioni

##### Verifica statica Tubazioni in GRES

Di seguito si riportano le verifiche eseguite sulle tubazioni in GRES rispettivamente in corrispondenza della cameretta P7 e P14. La verifica statica del tratto di fognatura a gravità è basata sui principi di calcolo dei carichi ovalizzanti agenti sulla condotta, dovuti al rinterro ed ai sovraccarichi accidentali agenti sui tubi interrati rigidi e semi rigidi, secondo quanto previsto dalla UNI 7517.

Per quanto riguarda la fognatura in GRES (tubature rigide) tale verifica sarà a rottura.



**RELAZIONE GENERALE**  
**INTERVENTO DI RISOLUZIONE INFRAZIONE**  
**COMUNITARIA SU SP 241 TRATTO SARPOM**  
**ROTATORIA CIMITERO**  
**COMUNE DI ARLUNO (MI)**

RELAZIONE GENERALE  
 rev 00 dicembre 2014

**Via Borri - Sezione cameretta P7**

Di	sp	De	B	H	H/B	B/D	H/D	Trincea	K	Posa	$\mu_{sic.min}$	Classe	Q rott.	Q fess.				
mm	mm	mm	m	m								kN/m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m				
400	41	482	1,50	2,5	1,67	3,11	5,19	LARGA	1,5	1,5	160	64	42,88					
rintero												sovaccarichi mobili			Acqua			
yt	p	k	Ct	Qst	Ce	Qewt	Q	pv	$\varphi$	Pv	Pa	Qt	Qr	$\mu_{sicurezza}$				
kN/mc	[gradi]			kN/m		kN/m	kN/m	kN/mq		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m					
17,00	21	0,47	1,251	47,84	8,81	34,81	34,81	14	1,12	7,71	0,93	43,44	96	2,2	VERIFICATO			

**Via Borri - Sezione cameretta P14**

Di	sp	De	B	H	H/B	B/D	H/D	Trincea	K	Posa	$\mu_{sic.min}$	Classe	Q rott.	Q fess.				
mm	mm	mm	m	m								kN/m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m				
400	41	482	1,50	1,4	0,93	3,11	2,90	LARGA	1,5	1,5	160	64	42,88					
rintero												sovaccarichi mobili			Acqua			
yt	p	k	Ct	Qst	Ce	Qewt	Q	pv	$\varphi$	Pv	Pa	Qt	Qr	$\mu_{sicurezza}$				
kN/mc	[gradi]			kN/m		kN/m	kN/m	kN/mq		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m					
17,00	21	0,47	0,792	30,29	4,98	19,67	19,67	29	1,21	16,81	0,93	37,41	96	2,6	VERIFICATO			