



ACQUA NOVARA.VCO S.p.A.

Sede Legale

Via Triggiani Leonardo, 9
28100 Novara -NO- Italia

STUDIO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. A.PARMIGIANI

Via Monte Bianco, 24
28062 Cameri (NO)

Tel e Fax 0321/510644
e-mail: achille.parmigiani@gmail.com

OGGETTO:

**REALIZZAZIONE DI RETE IDRICA
DI ADDUZIONE TRA I COMUNI
DI GARBAGNA E NIBBIOLA**

- Progetto definitivo -

ELABORATO N°

DT.02

CONTENUTO DELL'ELABORATO:

Relazione idraulica

DATA

Aprile 2017

AGGIORNAMENTI:

a Rev.2

b

c

SCALA

INDICE

1.	INTRODUZIONE	2
2.	PARAMETRI IDRAULICI DI PROGETTO.....	2
2.1.	NUMERO DI ABITANTI E DOTAZIONE GIORNALIERA	2
2.2.	PORTATA MEDIA ANNUA	4
2.3.	PORTATA MEDIA MENSILE	4
2.4.	PORTATA GIORNALIERA MASSIMA.....	4
2.5.	PORTATA ORARIA MASSIMA	4
2.5.1.	<i>Formulazione di Gibbs</i>	5
2.6.	PORTATE DI PROGETTO.....	5
3.	PROGETTO TRONCO GARBAGNA – NIBBIOLA.....	5
4.	PROGETTO ATTRAVERSAMENTO N° 2 SUL TORRENTE ARBOGNA.....	6
5.	PROGETTO DELLA DISTANZA DEGLI APPOGGI PER L'ATTRAVERSAMENTO N° 2.....	6

1. Introduzione

L'opera in progetto si pone l'obiettivo di collegare la rete idrica esistente nel paese di Nibbiola con quella di Garbagna Novarese. Tale intervento oggetto di questo progetto si inserisce in un più ampio studio di un collegamento idrico intercomunale tra i comuni di Nibbiola, Garbagna, Granozzo, Novara, Tornaco e limitrofi al fine di ottimizzare lo sfruttamento e la distribuzione della risorsa idrica mediante la realizzazione di reti di adduzione, serbatoi di rilancio, reti di distribuzione che possono garantire la dotazione idrica di ogni comune in ogni situazione critica (emergenza idrica, rottura di un pozzo cittadino, rottura di tubazioni di adduzione ecc.).

2. Parametri idraulici di progetto

2.1. Numero di abitanti e dotazione giornaliera

La scelta del quantitativo giornaliero medio annuo d'acqua assegnato per ciascun abitante, ossia la dotazione, è senza dubbio un aspetto centrale da cui dipendono in maniera significativa sia la progettazione idraulica della rete e dei manufatti, sia il costo dell'intera opera.

Tale parametro è funzione di molti parametri e i dati di letteratura indicano che quest'ultimo cresce al crescere del numero di abitanti della città, in relazione soprattutto alla qualità della vita della popolazione. A seguito dell'intensa campagna di ricerca perdite effettuata dal gestore sui comuni interessati, si è potuto verificare dall'analisi delle portate registrate in uscita dal pozzo di Nibbiola, una diminuzione della dotazione giornaliera rispetto al parametro di 400 l/giorno·abitante utilizzato nel progetto definitivo. Si è quindi concordato con la committenza di imporre una dotazione idrica pari a 300 l/giorno·abitante.

Per completezza si riportano di seguito le tradizionali classificazioni dei principali autori italiani.

PIANO REGOLATORE ACQUEDOTTI ALL'ANNO 2015			
Classe	Popolazione	Dotazione idrica minima q [l/g × ab.]	Dotazione idrica massima q [l/g × ab.]
1	Case sparse	80	100
2	<5000	120	150
3	5000÷10000	150	200
4	10000÷50000	200	250
5	50000÷100000	250	400
6	>100000	400	400
7	Grandi città	Indicazioni dei provvedimenti regionali delle opere pubbliche	
Popolazione fluttuante stagionale			200
Popolazione fluttuante giornaliera			100

Tab. 1. Classificazione dei centri abitati proposta dal Piano Regolatore delle Acque.

CLASSIFICAZIONE DI ARREDI			
Classe	Tipo di Comune	Dotazione idrica minima q [l/g x ab.]	Dotazione idrica massima q [l/g x ab.]
1	Roma, Milano, Torino	400	550
2	Capoluogo di reg. >250000	350	450
3	Capoluogo di provincia	250	300
4	Comuni ordinari	150	200

Tab. 2. Classificazione dei centri abitati proposta da Arredi.

PRESCRIZIONI ATTUALI			
Classe	Popolazione	Dotazione idrica minima q [l/g x ab.]	Dotazione idrica massima q [l/g x ab.]
1	Case sparse	120	160
2	<5000	150	220
3	5000÷10000	180	250
4	10000÷20000	200	270
5	20000÷50000	220	300
6	50000÷100000	250	400
7	100000÷250000	400	500
8	250000÷1000000	450	550
9	>1000000	500	750
Popolazione fluttuante stagionale: valore di poco inferiore ai residenti			
Popolazione flutt. giornaliera		100	200

Tab. 3. Classificazione dei centri abitati e prescrizioni attuali della Regione Lombardia.

Il numero di abitanti attuali dei Comuni interessati e la corrispondente previsione per l'anno 2031 sono indicati nella tabella successiva:

Comune	Abitanti 2001	Abitanti 2031
Nibbiola	678	700

Tab. 4. Abitanti attuali e previsione di sviluppo futuro.

Come si osserva dai dati tabulati, i Comuni interessati presentano un esiguo numero di abitanti e si possono considerare dei centri rurali; all'esiguo numero di abitanti si contrappone la notevole esigenza irrigua dell'area (orti e giardini) la quale addizionata alle esigenze di sviluppo ha condotto alla scelta di un elevato valore di dotazione giornaliera.

2.2. Portata media annua

La portata media annua richiesta dal singolo centro abitato è definita dalla seguente relazione:

$$Q_a = \frac{d \cdot N}{86400} \quad [\text{l/s}]$$

ove si ha:

d è la dotazione giornaliera

n è il numero di abitanti futuri stimati.

2.3. Portata media mensile

La portata media mensile del mese di massimo consumo è definita dalla seguente relazione :

$$Q_{m,\max} = K_m \cdot Q_a$$

ove si ha.

K_m è il coefficiente di punta mensile

Il coefficiente di punta mensile è legato alle dimensioni del centro abitato, alla tipologia dello stesso (paese, città, località turistica, etc.) e allo stile di vita.

Nel caso in questione si è assunto $K_m = 1.25$

2.4. Portata giornaliera massima

La portata giornaliera massima del giorno di massimo consumo è definita dalla seguente relazione :

$$Q_{g,\max} = K_g \cdot Q_{m,\max}$$

ove si ha.

K_g è il coefficiente di punta giornaliero

Nel caso in questione si è assunto $K_g = 1.8$

2.5. Portata oraria massima

La portata oraria massima è definita dalla seguente relazione :

$$Q_{h,\max} = K_h \cdot Q_{g,\max}$$

ove si ha.

K_h è il coefficiente di punta orario.

Nel caso in questione si è assunto $K_h = 2.2$

2.5.1. Formulazione di Gibbs

Nel caso di piccoli centri abitati e/o rurali, la letteratura e le osservazioni fatte consentono di utilizzare la relazione di *Gibbs*, nella quale il coefficiente di punta orario è così definito:

$$\alpha_h = \frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/6}}$$

ove N è il numero di abitanti futuri espresso in migliaia.

2.6. Portate di progetto

La rete a maglie chiuse in fase di studio si classifica come “*rete distributiva*” alla quale si potranno collegare le singoli reti dei centri abitati: per questa ragione la portata di progetto è necessariamente la portata oraria di punta del giorno di massimo consumo, definita al paragrafo precedente, assumendo il massimo valore ottenuto dalle due formulazioni proposte.

La tabella successiva riassume i valori delle portate di progetto, rimandando l’analisi dettagliata all’allegato.

Comune	Q _{h,max} [l/s]
Nibbiola	12

Tab. 5. Portate di progetto.

3. Progetto tronco Garbagna – Nibbiola

Lo studio idraulico descritto ai punti precedenti, unitamente alla scelta del percorso della condotta, ha portato all’assunzione di un diametro pari a $d_N = 150$ mm.

La lunghezza del percorso è pari a 3442 m, il materiale utilizzato è la ghisa sferoidale la cui scabrezza a tubi usati si assume pari a $K_s = 105 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$.

La portata massima giornaliera richiesta da Nibbiola è di 12,00 l/s.

Le perdite di carico stimate si ottengono dalla relazione:

$$\Delta h = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^{5/3}} \cdot L = 3,63 \text{ ml}$$

Considerando una pressione in partenza presso l’impianto di Garbagna pari a circa 3,5 bar (da letture rilevate da telecontrollo), valutate in circa 0,22 ml le perdite di carico concentrate dovute principalmente alle curve a 90°, ai Tee, alle saracinesche di linea, si arriva ad una perdita di carico in condizioni di massimo consumo pari a circa 3,85 ml. La pressione attesa a Nibbiola è quindi pari a circa 3,10 bar sufficienti a mantenere la piezometrica agli attuali livelli. La velocità con tale portata è pari a 0,68 m/s. In ogni caso per qualsiasi problematica legata a maggiori richieste idriche che farebbero scendere la piezometrica al di sotto del livello di sicurezza per un corretto servizio, verrà lasciata all’arrivo nel locale di Nibbiola, idonea predisposizione

per un futuro inserimento di un booster in linea alimentato da inverter capace di garantire una pressione di rete costante ed adeguata.

Nei periodi invernali di bassi consumi con una portata calcolata da telecontrollo pari a circa 3,2 l/s e con la tubazione DN 150, si avrebbe una velocità minima pari a 0,20 m/s necessaria ad evitare sedimenti in condotta.

4. Progetto attraversamento n° 2 sul torrente Arbogna

Il tratto di acquedotto dal pozzetto P2 al pozzetto P3 è fissato al manufatto che attraversa una sezione del torrente Arbogna. La tubazione in ghisa sferoidale DN 150 non interferisce con il comportamento idraulico del corso d'acqua, infatti la distanza tra il pelo libero e l'intradosso del ponte si mantiene inalterata e la posizione dei pozzetti P2 e P3 è compatibile sia con i sottoservizi esistenti e con l'invariabilità delle sponde del torrente. In particolare il pozzetto P2 dista 4,06 m dal manufatto e il pozzetto P3 dista 3,40 m.

5. Progetto della distanza degli appoggi per l'attraversamento n° 2

La tubazione in ghisa sferoidale è fissata al manufatto esistente per mezzo di appositi sistemi di ancoraggio in acciaio zincato a caldo. La distanza tra questi appoggi è stata utilizzando la seguente espressione:

$$L = \sqrt[4]{\frac{384}{5} \cdot \frac{F \cdot E \cdot I}{P}} = 2,2 \text{ m}$$

Essendo:

$P = P_{\text{tubo}} + P_{\text{acqua}}$	[kg/ml]
$P_{\text{tubo}} = 31,69 \text{ kg/ml}$	peso al metro lineare della tubazione;
$\rho_{\text{acqua}} = 1000 \text{ kg/mc}$	peso specifico acqua;
$P_{\text{acqua}} = \rho_{\text{acqua}} \cdot \pi \cdot d^2/4$	[kg/ml]
$F = 0,05 \text{ mm}$	Freccia massima;
$E = 170\,000 \text{ N/mm}^2$	Modulo di elasticità della ghisa sferoidale;
$I = [\pi (D^4 - d^4) / 64] \text{ mm}^4$	Momento d'inerzia;
$D = 168 \text{ mm}$	Diametro esterno;
$d = 150 \text{ mm}$	Diametro interno;

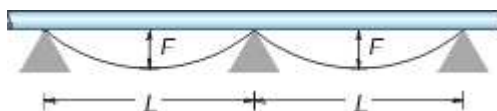


Fig. 1 - Schema per calcolo distanza appoggi

La freccia massima corrispondente alla distanza di progetto degli appoggi ha un valore compatibile con il buon funzionamento della condotta.

Un'ultima verifica è stata effettuata sulla sezione della tubazione in ghisa maggiormente sollecitata a flessione. Il momento massimo calcolato in mezz'era tra due appoggi è pari a:

$$M_{\max} = P \cdot L^2/8 = 887,16 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Dove:

$P = P_{\text{tubo}} + P_{\text{acqua}}$	[kg/ml]
$P_{\text{tubo}} = 31,69 \text{ kg/ml}$	peso al metro lineare della tubazione;
$\rho_{\text{acqua}} = 1000 \text{ kg/mc}$	peso specifico acqua;
$P_{\text{acqua}} = \rho_{\text{acqua}} \cdot \pi \cdot d^2/4$	[kg/ml]
$L = 2,2 \text{ m}$	
$d = 150 \text{ mm}$	diametro interno;
$D = 170 \text{ mm}$	diametro esterno;

La sollecitazione massima di esercizio è pari a:

$$\sigma = M_{\max} / (W) = 0,10 \text{ kg/mm}^2$$

essendo W il momento resistente calcolato con la seguente espressione:

$$W = [\pi (D^4 - d^4) / (32 \cdot D)] = 189\,974 \text{ mm}^3$$

La sollecitazione massima di flessione longitudinale che può sopportare una tubazione in ghisa è pari a 420 MPa, quindi molto maggiore dello sforzo a cui è soggetta la tubazione in esercizio.