

# 2012

comune di brusciano - na

## PUC COMPONENTE strutturale

(L.R. n.16/2004 e Regolamento di Attuazione n.5/2011)

### QCA.1.16 - RELAZIONE RETE IDRICA COMUNALE

Adottato con delibera di G.M. n°67-12/04/2012

Adeguato alle osservazioni con delibera di G.M. n°110-01/08/2012

sindaco

dr. Angelo Antonio Romano

ass. all'urbanistica

arch. Francesco Maione

resp. ufficio di piano

arch. Gaetano D'Amore

coordinatore scientifico L.U.P.T. univ.di napoli

prof.arch. Salvatore Visone

---

studi tematici:

arch. Guido Grosso

supporto progetto puc e vas

arch.Santina Calabrese

studio acustico

geol.Giovanni De Falco

studio geologico

ing. Antonio De Falco

studio idraulico

dr.Marco Bellucci

studio agronomico

arch. Tommaso Napolitano

elaborazioni programmatiche

geol. Giovanni Sposito

rilievo topografico



## INDICE

1	Generalità.....	2
2	Topologia della rete .....	2
3	Dati di input .....	3
4	Calcoli idraulici .....	8
5	Verifica della rete .....	12

# Relazione Rete Idrica

## 1 Generalità

Nella seguente relazione è descritta la verifica delle rete idrica del comune di Brusciano onde valutarne la compatibilità e gli eventuali adeguamenti da apportare a valle della adozione del nuovo piano urbanistico.

La modellazione della rete è avvenuta per fasi ed in particolare:

- disegno della topologia della rete;
- stima degli abitanti serviti dai tratti di rete;
- calcolo delle portate probabili;
- verifica della rete con idoneo software.

## 2 Topologia della rete

La rete di distribuzione del comune di Brusciano, realizzata con tubazioni in parte in ghisa (grigia e sferoidale) ed in part in acciaio, si presenta magliata per la sua interezza eccetto alcuni tratti di estremità e presenta tre punti di alimentazione:

- serbatoio sopraelevato ubicato a Sud del Comune alimentato mediante una presa realizzata sulla tubazione DN 1100 dell'acquedotto ex-Casmez (nodo 25);
- presa, ubicata nei pressi di piazza San Giovanni, sulla condotta adduttrice principale (nodo 11);
- presa, ubicata all'incrocio tra via Semola e Via Padula, sulla condotta adduttrice principale DN 250 (nodo 14).

In particolare, si precisa che il serbatoio sopra citato consta di una parte pensile e di una interrata aventi capacità rispettivamente pari a 450 mc e 3650 mc. La seconda interviene, mediante un sistema di pompaggio, qualora si verificino punte superiori a tre ore oppure in concomitanza di interruzioni dell'acquedotto esterno fornitore.

Il serbatoio pensile, posizionato in un'area caratterizzata da una quota topografica pari a 49 m.s.l.m.m., presenta una quota di sfioro pari a 32 metri rispetto al piano campagna.

Lo schema di funzionamento è stato studiato in maniera tale da consentire, qualora sia necessario, l'alimentazione diretta dal DN 1100.

Da quanto sopra emerso si evince che la condizione minima di carico è rappresentata dalla quota geodetica del serbatoio pensile.

Per quanto riguarda gli altri due punti di alimentazione della rete cittadina è stata effettuata una misurazione della pressione onde poter ottenere le condizioni al contorno necessario per la corretta modellazione della rete.

### **3 Dati di input**

La determinazione delle portate idriche è stata effettuata suddividendo preliminarmente il territorio in aree omogenee in funzione della densità abitativa.

In particolare sono state individuate le seguenti zone:

- centro avente densità media pari a 300 ab/Ha
- zone periferica avente densità media pari a 70 ab/Ha
- aree agricole avente densità media pari 10 ab/Ha.
- aree con urbanizzazione quasi nulla avente densità media pari a 2 ab/Ha.

Al fine di valutare la portata da distribuire e quindi i carichi piezometrici nei vari nodi è stata considerata una dotazione pro-capite pari a 300 l/abxg, in accordo a quanto riportato nel Piano d'Ambito dell'ATO 3 Sarnese-Vesuviano, quindi, la portata idrica richiesta dalla porzione specifica di territorio è stata calcolata moltiplicando la dotazione base per il numero di abitanti specifico per zona. La portata così calcolata è stata, successivamente, distribuita su tutti i nodi di calcolo appartenenti alla zona come indicato in tabella 1.

Per la determinazione del coefficiente di punta è stata utilizzata la formula di Babbitt:  $C_p = 5 \times P^{-1/5}$  (dove P è la popolazione espressa in migliaia), che per il numero di abitanti delle previsioni di piano è pari a 2.88.

Distribuzione delle portate nelle condizioni attuali					
NODO	AREA (ha)	DENSITA' (ab/ha)	Abitanti	Qmed	note
1	61.14	1	61.14	0.21	
2	7.54	70	527.8	1.83	
3	3.32	300	996	3.46	
4	3.59	300	1077	3.74	
5	5.26	10	52.6	0.18	
6	11.35	70	794.5	2.76	
7	29.34	1	29.34	0.10	
8	0	0	0	0.00	non distribuisce
9	7.05	70	493.5	1.71	
10	12.59	70	881.3	3.06	
11	0	0	0	0.00	PRESA
12	12.61	0	0	0.00	non distribuisce
13	6.26	70	438.2	1.52	
14	1.14	70	79.8	0.28	
15	3.37	300	1011	3.51	
16	16.66	10	166.6	0.58	
17	0	0	0	0.00	non distribuisce
19	3.28	300	984	3.42	
20	3.27	300	981	3.41	
21	3.47	300	1041	3.61	
22	0	0	0	0.00	non distribuisce
23	5.26	70	368.2	1.28	
24	29.56	1	29.56	0.10	
25	0	0	0	0.00	SERBATOIO
26	5.27	70	368.9	1.28	
28	3.26	300	978	3.40	
29	2.55	10	25.5	0.09	
30	6.87	10	68.7	0.24	
31	2.57	300	771	2.68	
32	6.34	10	63.4	0.22	
33	0	0	0	0.00	non distribuisce
34	1.13	300	339	1.18	
35	1.98	70	138.6	0.48	
36	3.66	70	256.2	0.89	
37	1.63	300	489	1.70	
38	8.21	10	82.1	0.29	
41	56.4	1	56.4	0.20	
42	9.96	70	697.2	2.42	
43	2.27	70	158.9	0.55	
44	1.85	300	555	1.93	
45	59.96	1	59.96	0.21	
46	3.8	1	3.8	0.01	
47	117.56	1	117.56	0.41	
48	4.01	1	4.01	0.01	non distribuisce
49	3.38	10	33.8	0.12	
50	10.81	10	108.1	0.38	
51	20.37	10	203.7	0.71	

Tabella 1: portata distribuita nei nodi nelle condizioni attuali

Inoltre, al fine di verificare la rete nelle future previsioni di piano, si sono portati in conto gli incrementi previsti dal PUC, nelle zone di completamento B2, B3, C, CE e CEM e nei piani di zona. In particolare sono stati previsti incrementi della densità abitativa per le aree afferenti ai nodi 5,7,12,24,32,41,45,46,48,50,51 (vedere allegati di calcolo rete idrica).

E' d'uopo precisare che per quanto concerne le zone contraddistinte dalle sigle D3 e D4, in virtù degli ingenti quantitativi di portata che le attività che si insedieranno probabilmente richiederanno e dei ridotti diametri della rete nei tronchi terminali, si è ipotizzato un'alimentazione diretta dalle condotte di adduzione regionale. Dalla sovrapposizione cartografica del Piano Regolatore Generale e della planimetria delle condotte adduttrici, difatti, si è evinto che tale soluzione risulta sempre perseguibile.

Distribuzione delle portate nelle previsioni di PUC					
NODO	AREA (ha)	DENSITA' (ab/ha)	Abitanti	Qmed	note
1	61.14	2	122.28	0.42	
2	7.54	70	527.8	1.83	
3	3.32	300	996	3.46	
4	3.59	300	1077	3.74	
5	5.26	15	78.9	0.27	
6	11.35	70	794.5	2.76	
7	29.34	15	440.1	1.53	
8	0	0	0	0.00	non distribuisce
9	7.05	70	493.5	1.71	
10	12.59	70	881.3	3.06	
11	0	0	0	0.00	PRESA
12	12.61	10	126.1	0.44	
13	6.26	70	438.2	1.52	
14	1.14	70	79.8	0.28	
15	3.37	300	1011	3.51	
16	16.66	10	166.6	0.58	
17	0	0	0	0.00	non distribuisce
19	3.28	300	984	3.42	
20	3.27	300	981	3.41	
21	3.47	300	1041	3.61	
22	0	0	0	0.00	non distribuisce
23	5.26	70	368.2	1.28	
24	29.56	5	147.8	0.51	
25	0	0	0	0.00	SERBATOIO
26	5.27	70	368.9	1.28	
28	3.26	300	978	3.40	
29	2.55	10	25.5	0.09	
30	6.87	10	68.7	0.24	
31	2.57	300	771	2.68	
32	6.34	15	95.1	0.33	
33	0	0	0	0.00	non distribuisce
34	1.13	300	339	1.18	
35	1.98	70	138.6	0.48	
36	3.66	70	256.2	0.89	
37	1.63	300	489	1.70	
38	8.21	10	82.1	0.29	
41	56.4	5	282	0.98	
42	9.96	70	697.2	2.42	
43	2.27	70	158.9	0.55	
44	1.85	300	555	1.93	
45	59.96	5	299.8	1.04	
46	3.8	5	19	0.07	
47	117.56	2	235.12	0.82	
48	4.01	5	20.05	0.07	
49	3.38	10	33.8	0.12	
50	10.81	5	54.05	0.19	
51	20.37	15	305.55	1.06	

Tabella 2: portata distribuita nei nodi nelle condizioni future



#### 4 Calcoli idraulici

Le verifiche sono state effettuate con il software Epanet Realease 2.00 dell'EPA che consente di modellare reti complesse.

Di seguito si riportano le indicazioni di come deve essere schematizzata la rete idrica per poter interagire con "EPANET".

L'acquedotto deve essere visto come composto da archi (LINKS), connessi tra di loro tramite nodi (NODES); gli archi possono essere di tre tipi:

- tubi;
- pompe;

i nodi possono essere:

- semplici punti di giunzione tra tubazioni;
- punti di consumo (nodi di domanda);
- punti di immissione (nodi sorgente);
- punti di conservazione dell'acqua (nodi di deposito).

Di seguito si riportano alcune indicazioni circa i singoli componenti della rete :

- **tubi (PIPES):** essi trasportano l'acqua da un nodo all'altro; la direzione di scorrimento del flusso va dall'estremità a carico maggiore a quello a minor carico; si esprime la perdita di carico dovuta all'attrito incontrato nel passaggio all'interno dei tubi tramite la relazione:

$$h_L = a \cdot q^b$$

dove:

- h è la perdita di carico;
- q è la portata;

- a e b sono due coefficienti dipendenti dalla formula di resistenza e dall'unità di misura.

EPANET può utilizzare tre tipi di formule di resistenza: la formula di Hazen-Williams, di uso più diffuso; quella di Daircy-Weisbach, più adatta a flussi in moto laminare e ad fluidi diversi dall'acqua; quella di Chezy-Manning, comunemente usata in canali aperti.

- **Nodi (Junction):** è necessario fornire per ciascuno di essi l'altezza sul livello del mare affinché possa essere calcolato il contributo al valore della pressione dovuto all'altitudine; devono essere inoltre fornite al programma tutte le informazioni riguardanti il consumo o l'immissione di nuova acqua per ogni nodo che non sia un serbatoio. Sono classificati come nodi anche i serbatoi (TANKS) e le cisterne (RESERVOIRES) (in entrambi esiste una superficie di pelo libero, tuttavia nelle seconde il livello dell'acqua rimane costante); EPANET rappresenta la variazione nel livello dell'acqua di un serbatoio con la formula

$$\Delta y = (q / A) \cdot \Delta t$$

Dove  $\Delta y$  rappresenta la variazione del livello d'acqua,  $q$  è la portata entrante/uscente,  $A$  è la sezione trasversale del serbatoio e  $\Delta t$  rappresenta l'intervallo di tempo.

E' inoltre necessario fornire al programma il valore minimo e massimo consentito per il livello d'acqua all'interno dei serbatoi. Notiamo infine che, per come sono stati descritti, i "reservoirs" rappresentano fonti esterne d'acqua, cioè sono laghi o fiumi, pertanto non deve essere associato loro alcun consumo o immissione d'acqua stessa.

- **time patterns:** EPANET considera che il consumo, la fornitura esterna e la composizione dell'acqua rimangano costanti per un intervallo di tempo (detto hydraulic time-step, fissato per default ad un ora ma modificabile), potendo tuttavia mutare da un intervallo all'altro.

La routine che il programma utilizza per la risoluzione della rete è la seguente:

per ogni serbatoio viene risolto il seguente sistema di equazioni:

$$\frac{dy_s}{dt} = \frac{q_s}{A_s} \quad 1)$$

$$q_s = \sum_i q_{is} - \sum_j q_{sj} \quad 2)$$

$$h_s = E_s + y_s \quad 3)$$

mentre per ogni arco che collega i nodi "i" e "j" ed ogni nodo "k" vengono risolte le:

$$h_i - h_j = f(q_{ij}) \quad 4)$$

$$\sum_i q_{ik} - \sum_j q_{kj} - Q_k = 0 \quad 5)$$

dove:

- $y_s$  è l'altezza del livello dell'acqua immagazzinata al nodo "s";
- $q_s$  è la portata entrante nel nodo "s";
- $q_{ij}$  è la portata che passa nell'arco che unisce i nodi "i" e "j";
- $h_i$  è la quota piezometrica al nodo "i";
- $A_s$  è l'area trasversale del serbatoio "s";
- $E_s$  è l'altitudine al nodo "s";
- $Q_k$  è la portata fornita (-) o consumata (+) al nodo "s";

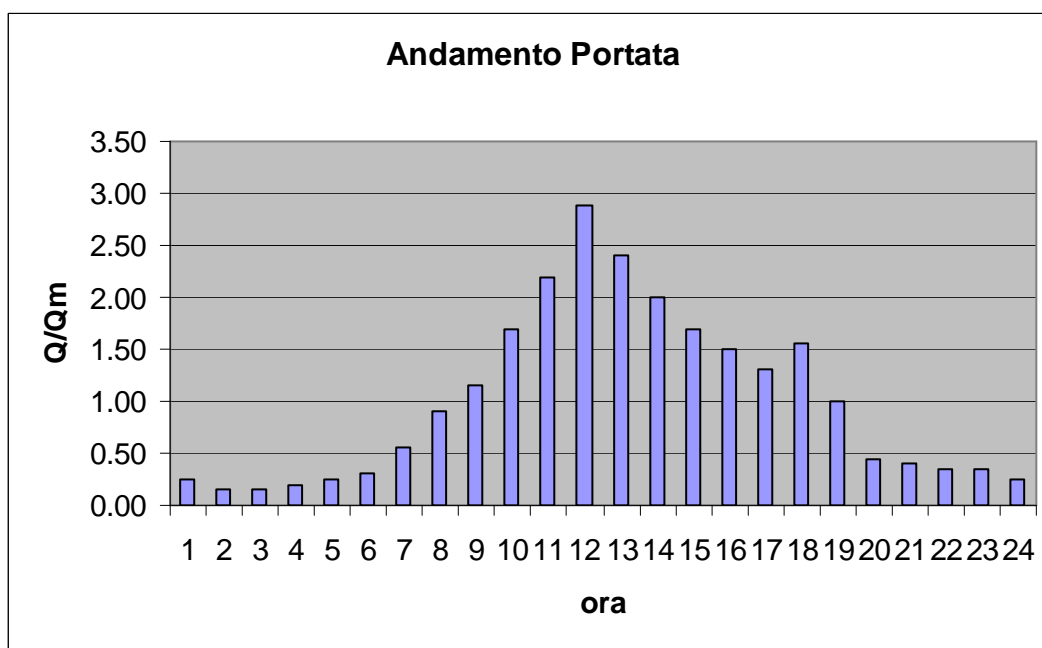
- $f()$  è la relazione esistente tra la portata e le perdite di carico lungo l'arco.

L'equazione numero (1) esprime la conservazione del volume d'acqua in un serbatoio, la (2) e la (5) hanno la stessa funzione ma per i punti di giunzione tra tubi; la numero (4) dà, invece, la perdita o il guadagno di energia dovuta al passaggio dell'acqua lungo un arco.

Noti i valori di  $y_s$  all'istante iniziale, si possono risolvere le equazioni (4) e (5) usando la (3) come condizione al contorno. Queste operazioni consistono in un "bilancio idraulico" della rete e sono realizzate dal programma tramite un metodo iterativo; dopo questa fase, EPANET passa a trovare la quantità  $q_s$  tramite la (2) per poterla poi inserire nella (1) al fine di trovare il nuovo livello d'acqua nel serbatoio dopo un tempo  $dt$ . Infine, i passaggi sopra elencati vengono ripetuti per tutti gli intervalli di tempo nei quali è stata divisa la simulazione (per default EPANET opera con intervalli di un ora ma la loro durata può essere modificata a piacimento).

## 5 Verifica della rete

La verifica di una rete idrica di distribuzione non può prescindere dall'analisi delle variazioni di consumo che si presentano nel corso della giornata che spesso oltre ad essere di entità notevole risultano funzione di una serie di fattori molto variabili da caso a caso. Lo studio attento di una serie di dati inerenti aree caratterizzate da richieste simili di portata, consente di affermare che una punta di consumo la si riscontra dalle ore 10 alle ore 12 con consumi minimi durante le ore notturne. In particolare per centri abitati come Brusciano caratterizzati da circa 20000 abitanti, è ipotizzabile una variazione della portata rispetto a quella media come sintetizzato nel grafico successivo:



Dall'andamento, si deduce che la portata massima la si ottiene in corrispondenza delle ore 12, quella minima tra le 2 e le 3.

Nell'allegato alla relazione idrica sono riportati i calcoli idraulici inerenti le caratteristiche idrauliche dei nodi principali considerando le variazioni di portata durante le 24 ore nella condizione a tubi usati. In particolare, si riportano le risultanza dei calcoli

idraulici con riferimento sia agli insediamenti presenti allo stato attuale sia a quelli previsti nel Piano.

Suddette tabelle, sviluppate per ciascuna ora di calcolo, sono riportate nell'allegato: "Calcoli idraulici rete idrica".

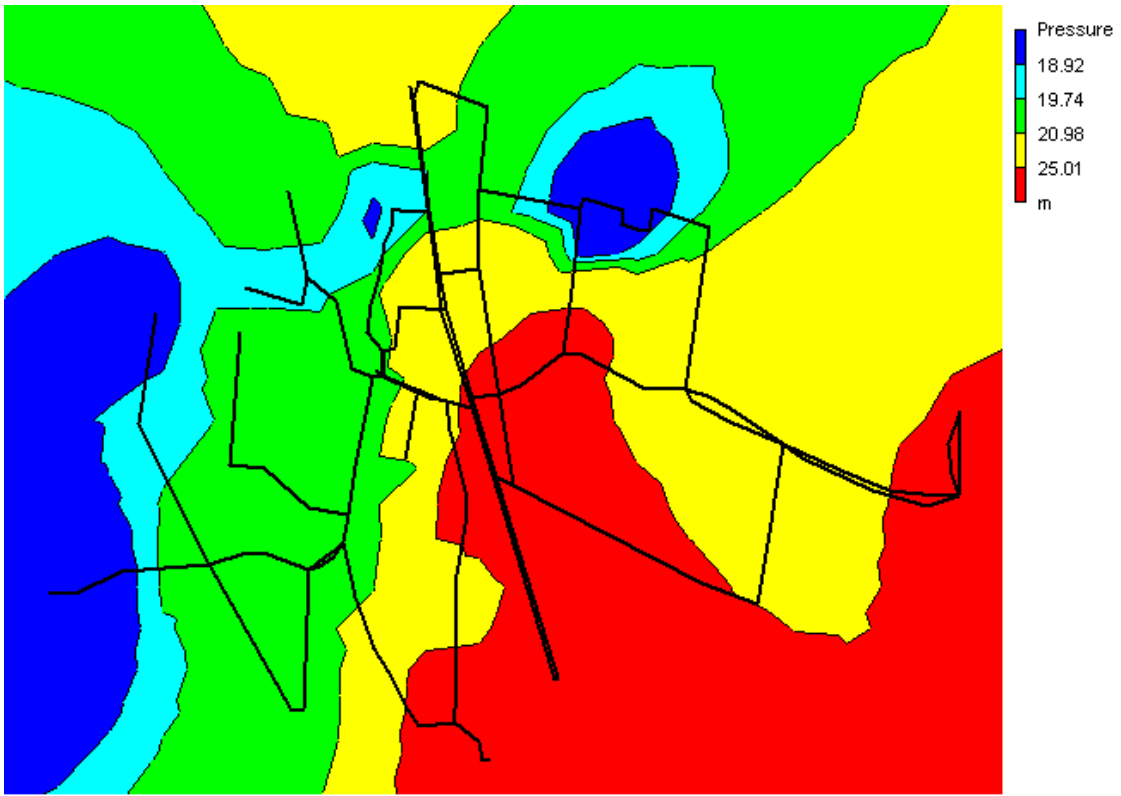
Nello specifico, le tabelle sono composte da tre sottosezioni:

**Sottosezione 1 "Link - Node Table"**: nella prima colonna è riportato il numero identificativo della tubazione, nella seconda e terza i numeri dei nodi di partenza e di arrivo del tronco, nella quarta la lunghezza del tratto, nella quinta, infine, il relativo diametro interno.

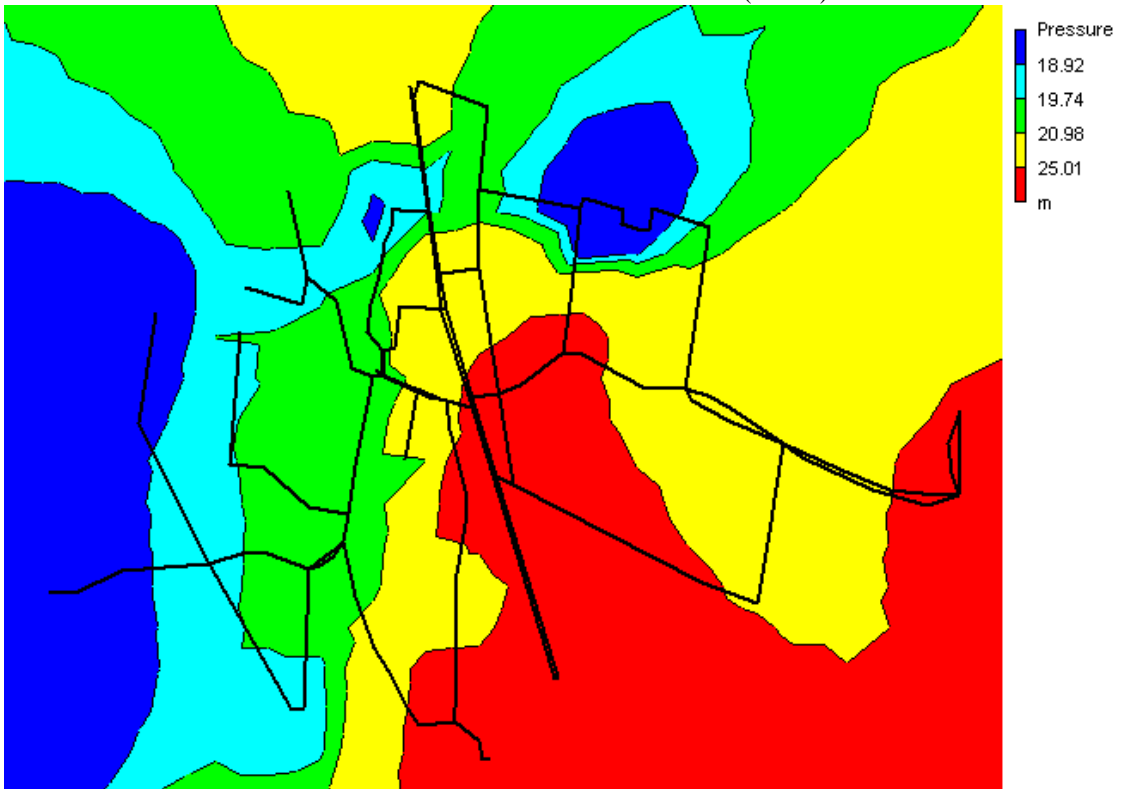
**Sottosezione 2 "Node Results"**: nella prima colonna è riportato il numero identificativo del nodo, nella seconda la portata erogata, nella terza il carico complessivo, nella quarta, infine, il valore del carico riferito alla quota del piano campagna.

**Sottosezione 3 "Link Results"**: nella prima colonna è riportato il numero identificativo della tubazione, nella seconda la portata espressa in l/s, nella terza il valore della velocità, nella quarta le perdite di carico espresse in m/km.

Di seguito si riportano le distribuzioni di pressione in entrambe le condizioni di calcolo sopra menzionate in corrispondenza della punta di richiesta (ore 12).



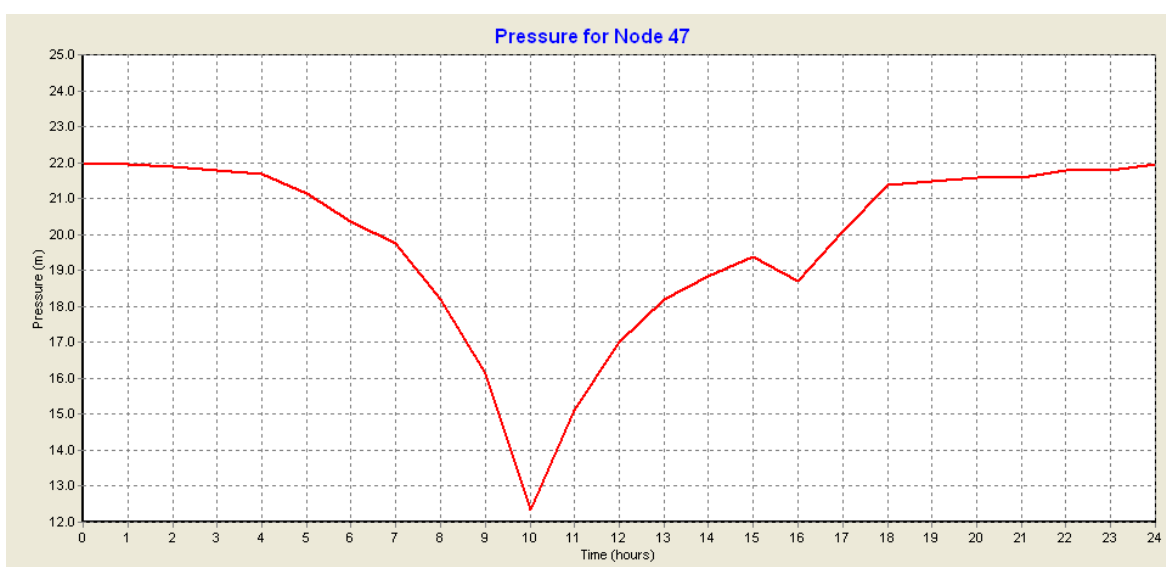
Condizioni di funzionamento attuali (ore 12)



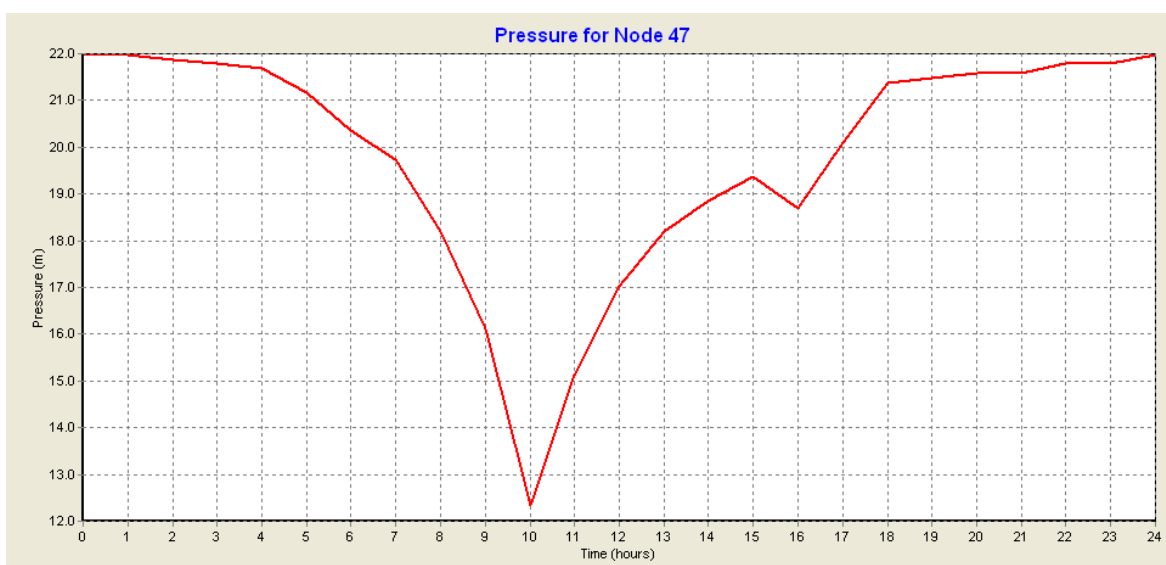
Condizioni di funzionamento future

Dall'analisi di suddette tabelle si evince che il nodo più sfavorito è quello identificato con il numero 47; in particolare il valore minimo di pressione che si ottiene è pari a 13.82 m nelle condizioni attuali e pari a 12.34 prevedendo le erogazioni aggiuntive in accordo alle previsioni di piano.

Di seguito si riportano due diagrammi nei quali è rappresentato l'andamento delle pressioni nel nodo 24 durante le 24 ore.



Condizioni di funzionamento attuali



Condizioni di funzionamento future



Dal confronto tra le pressioni utili e gli edifici presenti (massimo tripiano) sul territorio comunale risulta che la rete è idonea a servire le utenze con un sufficiente carico idraulico anche nelle condizioni di ampliamento previste dal PUC.