Progetto di un acquedotto a Pergine Valsugana

Corso di Costruzioni Idrauliche

Studenti:
Matteo Franzoi
Andrea Rebellato

Docente:
Prof. Riccardo Rigon

Esercitatori:
Niccolò Tubini
Daniele Della Torre

Università degli Studi di Trento
Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e meccanica
Laurea Magistrale in Ingegneria Civile
Anno Accademico 2018/2019

giugno 2019

Indice

1. Inquadramento
2. Progetto dell'acquedotto
3. Analisi della rete
4. Analisi antincendio
5. Analisi rottura
6. Computo metrico estimativo
7. Fine

Scelta dell'area

- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- parte dell'area in comune con il progetto della fognatura pluviale
- superficie di 1.05 km^2

Scelta dell'area

- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- parte dell'area in comune con il progetto della fognatura pluviale
- superficie di 1.05 km^2

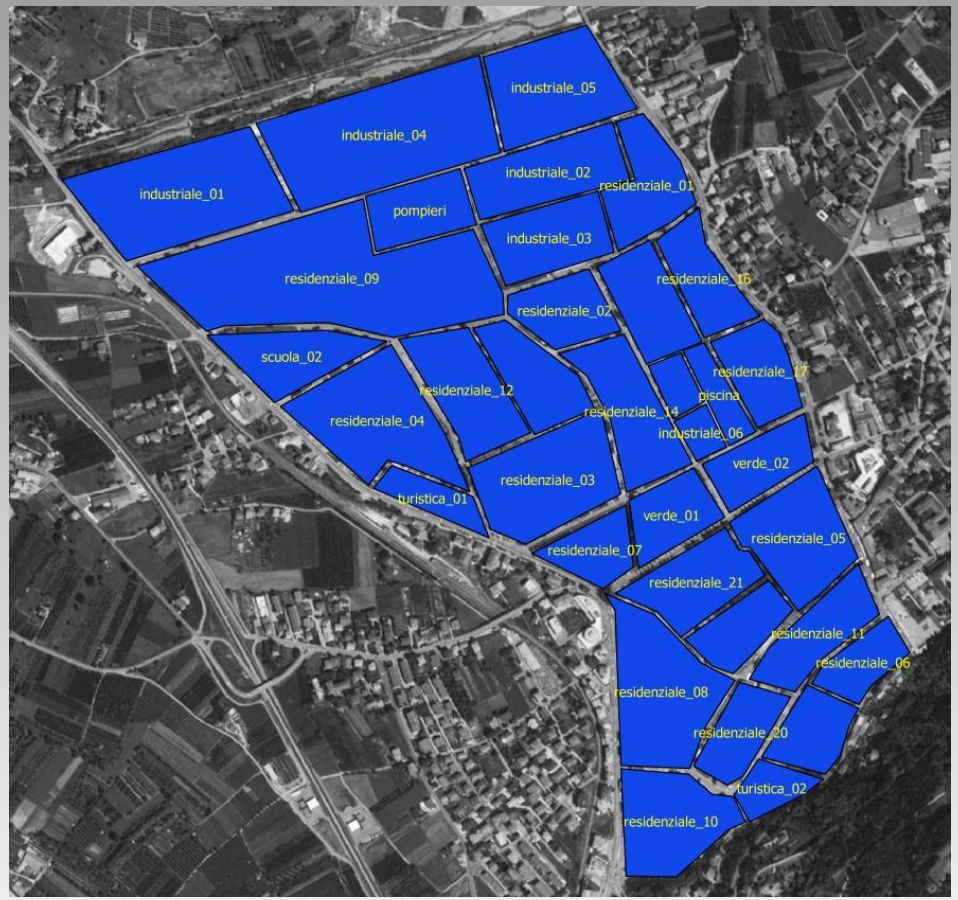
Scelta dell'area

- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- parte dell'area in comune con il progetto della fognatura pluviale
- superficie di 1.05 km^2

Scelta dell'area

- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- parte dell'area in comune con il progetto della fognatura pluviale
- superficie di 1.05 km^2

Analisi delle aree omogenee



- divisione della zona nelle principali aree omogenee:
  - residenziale
  - turistica
  - industriale
  - verde
- ulteriore analisi per aree particolari quali:
  - poli scolastici
  - piscina comunale
  - caserma dei vigili del fuoco permanenti

Sorgenti

- sorgente:
  - nome: *ciomba 4*
  - quota: 660.97 m
  - portata: 0.6 $l/_s$
- pozzo:
  - ipotesi progettuale
  - falda freatica
  - profondità falda: 50 m
  - portata: 1 $l/_s$
  - utilizzo di una pompa sommersa

Sorgenti

- sorgente:
  - nome: *ciomba 4*
  - quota: 660.97 m
  - portata: 0.6 $l/_s$
- pozzo:
  - ipotesi progettuale
  - falda freatica
  - profondità falda: 50 m
  - portata: 1 $l/_s$
  - utilizzo di una pompa sommersa

Ipotesi progettuali

- rete a maglia mista
- anello principale esterno
- anelli secondari interni
- rete posta a 1.20 m sotto il piano stradale
- impiego di *tubi in acciaio* $L235$ con:
  - protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante (secondo la UNI ISO 5256/87)
  - protezione interna epossidica (conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004)
  - giunto a bicchiere

Ipotesi progettuali

- rete a maglia mista
- anello principale esterno
- anelli secondari interni
- rete posta a 1.20 m sotto il piano stradale
- impiego di *tubi in acciaio* $L235$ con:
  - protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante (secondo la UNI ISO 5256/87)
  - protezione interna epossidica (conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004)
  - giunto a bicchiere

Ipotesi progettuali

- rete a maglia mista
- anello principale esterno
- anelli secondari interni
- rete posta a 1.20 m sotto il piano stradale
- impiego di *tubi in acciaio* $L235$ con:
  - protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante (secondo la UNI ISO 5256/87)
  - protezione interna epossidica (conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004)
  - giunto a bicchiere

Ipotesi progettuali

- rete a maglia mista
- anello principale esterno
- anelli secondari interni
- rete posta a 1.20 m sotto il piano stradale
- impiego di *tubi in acciaio* $L235$ con:
  - protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante (secondo la UNI ISO 5256/87)
  - protezione interna epossidica (conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004)
  - giunto a bicchiere

Ipotesi progettuali

- rete a maglia mista
- anello principale esterno
- anelli secondari interni
- rete posta a 1.20 m sotto il piano stradale
- impiego di *tubi in acciaio* $L235$ con:
  - protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante (secondo la UNI ISO 5256/87)
  - protezione interna epossidica (conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004)
  - giunto a bicchiere

Pompa

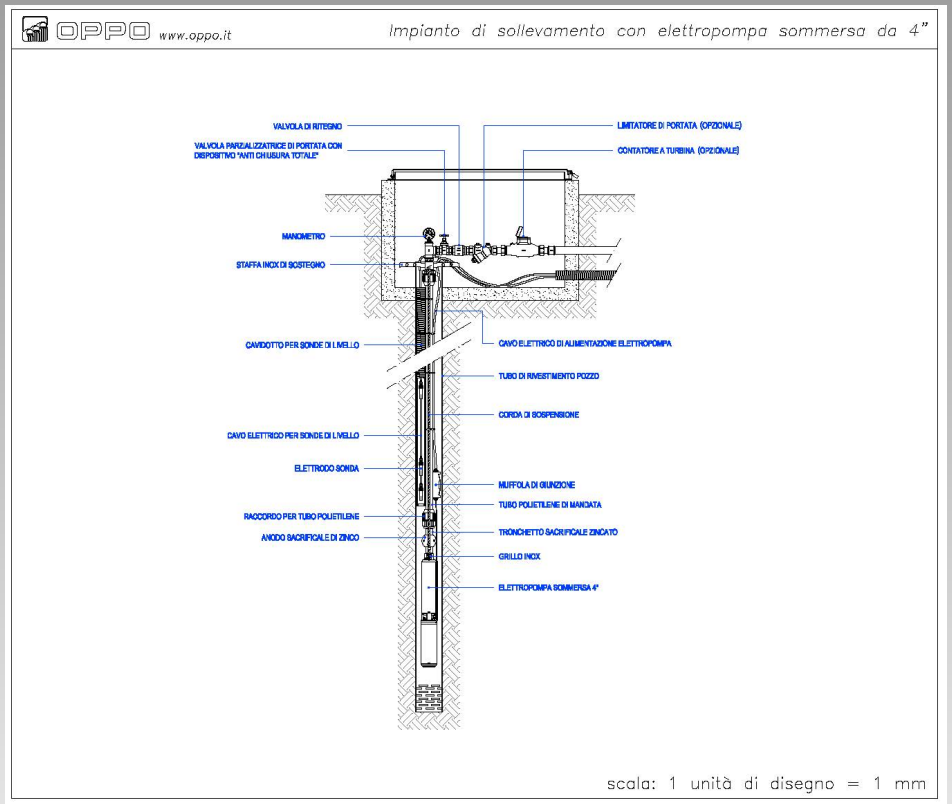
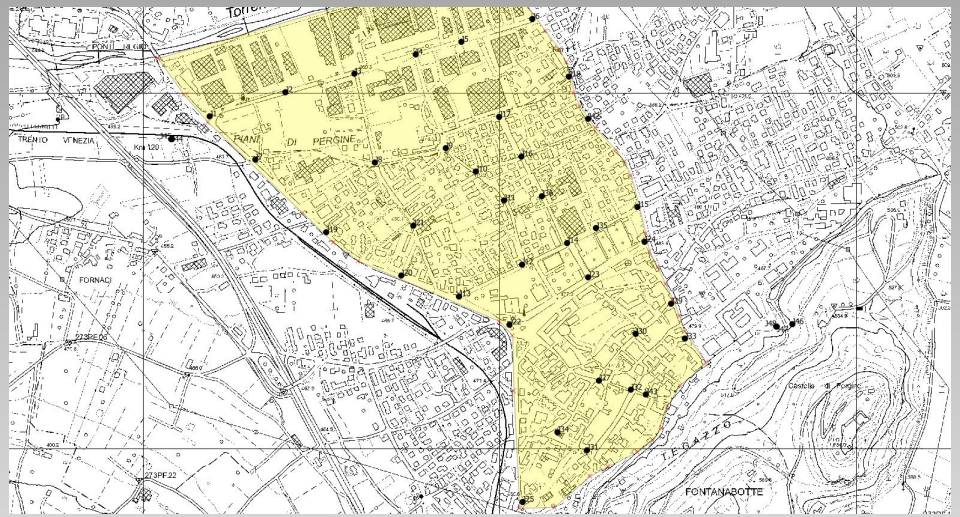


Figura: Fonte: `www.oppo.it`

- elettropompa sommersa centrifuga *8GS30*
- portata fino a 160 $l/_{min}$
- potenza: 3 kW
- alimentazione: 400 V
- portata: $[58 - 183]$ $l/_{min}$
- prevalenza: $[123 - 42]$ m
- prezzo: 1145 €

Creazione della rete su QEpanet

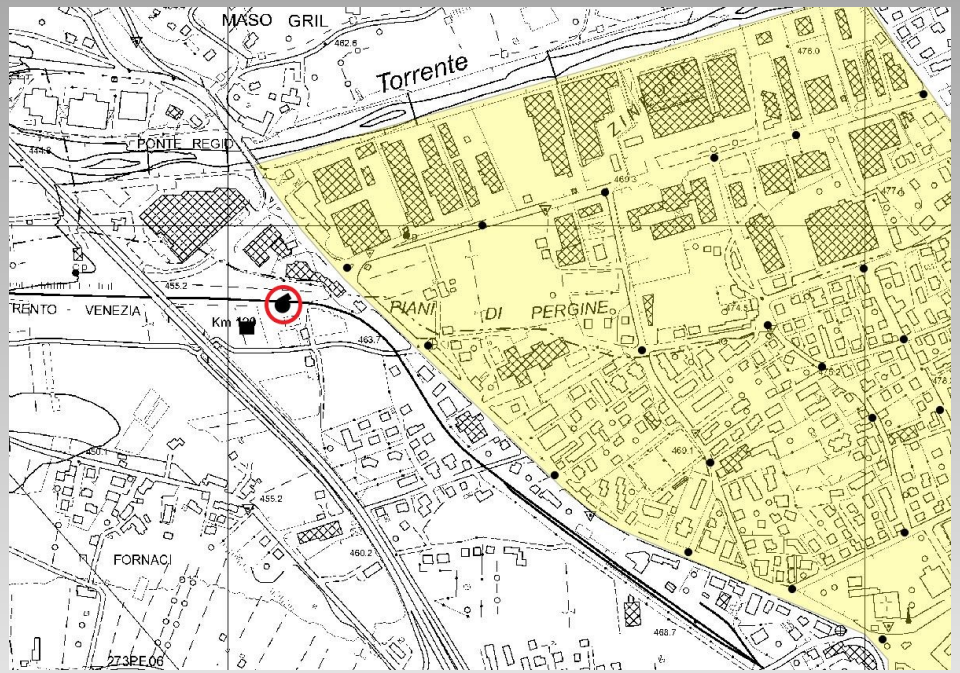


- posizionamento delle 43 *junctions*, di cui 35 per la distribuzione idrica
- posizionamento del serbatoio cilindrico di diametro 20 m e altezza 12 m
- posizionamento della pompa *8GS30* (da `www.oppo.it`)
- creazione delle condotte per un totale di 10.12 km

Creazione della rete su QEpanet

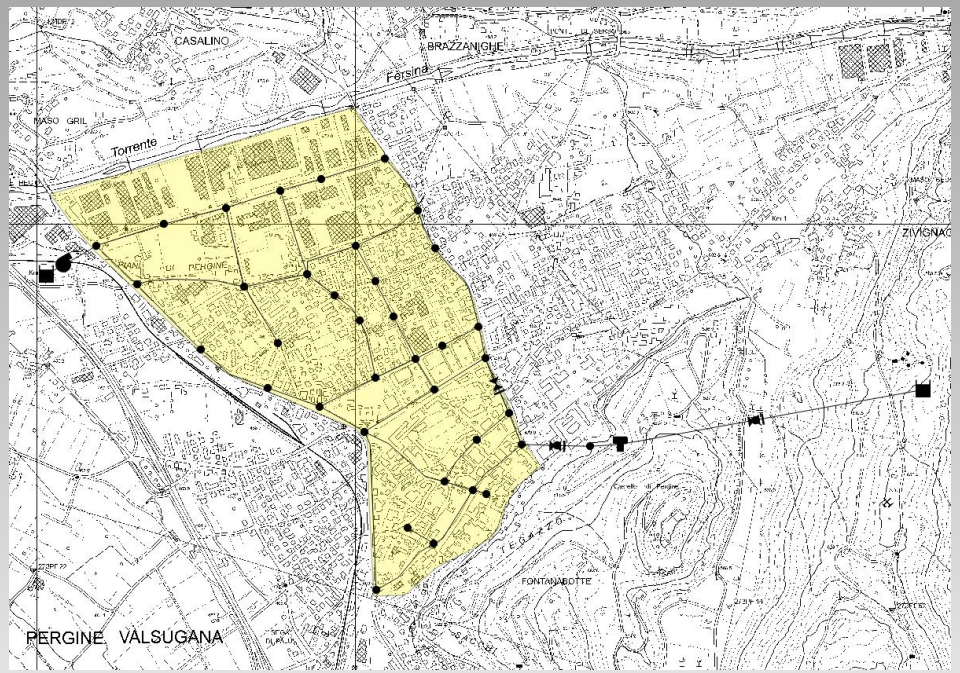
- posizionamento delle 43 *junctions*, di cui 35 per la distribuzione idrica
- posizionamento del serbatoio cilindrico di diametro 20 m e altezza 12 m
- posizionamento della pompa *8GS30* (da `www.oppo.it`)
- creazione delle condotte per un totale di 10.12 km

Creazione della rete su QEpanet



- posizionamento delle 43 *junctions*, di cui 35 per la distribuzione idrica
- posizionamento del serbatoio cilindrico di diametro 20 m e altezza 12 m
- posizionamento della pompa *8GS30* (da `www.oppo.it`)
- creazione delle condotte per un totale di 10.12 km

Creazione della rete su QEpanet



- posizionamento delle 43 *junctions*, di cui 35 per la distribuzione idrica
- posizionamento del serbatoio cilindrico di diametro 20 m e altezza 12 m
- posizionamento della pompa *8GS30* (da `www.oppo.it`)
- creazione delle condotte per un totale di 10.12 km

Tabelle per i consumi idrici giornalieri I

Usi	Fabbisogni			Consumi assoluti		
	tipologia di abitazione			tipologia di abitazione		
	popolare	media	lussuosa	popolare	media	lussuosa
Uso domestico	75	105	160	7	12	17
Altri usi	30	50	85	7	13	30
Totale	105	155	245	14	25	47
Consumi assoluti in % dei fabbisogni				13,3%	15,1%	19,2%

Utenza	Minimo	Medio	Massimo	Consumo assoluto
Ospedali e cliniche (l/d posto letto)	128	768	1868	15-40
Scuole (l/d alunno)	20	40	90	6-13
Prigioni (l/d persona)	60	90	120	
Caserme (l/d persona)		160		
Ospizi, orfanotrofi, etc. (l/d persona)	50	300	600	
Uffici (l/d persona)	40	60	130	

Servizi	Fabbisogni	Consumi assoluti
Lavaggio serbatoi e rete distribuzione (1% fabb. globale)		
Lavaggio fogne (m^3/d pozzetto di lavaggio)	2	0
Lavaggio strade (l/d m^2)	2-4	10-50%
Innaff. strade (l/d m^2) per 100 giorni/anno	1,5-2	75-85%
Innaff. verde pubblico (l/d m^2) per 180 giorni/anno	4-6	100%
Fontanine pubbliche (m^3/d)	5-15	20-50%
Piscine (fabb. giornal. da 1/6 a 1/10 del volume della piscina)		
Servizio antincendio (da 2,5 a 5 l/s per idrante)		
Mercati (l/d mq superficie coperta)	10	
Stazioni ferroviarie, porti, aeroporti, etc. (variabili)		
Parchi di mezzi pubblici di trasporto (l/d mezzo)	300-600	4-10%
Macelli (l/capo di bestiame grosso)	300	

- zona residenziale:
  - $105\, l/_{gg\ ab}$ per zone periferiche
  - $155\, l/_{gg\ ab}$ in centro storico e zone limitrofe
  - densità di $0.0125\, ab/m^2$ (fonte *PRG Pergine Valsugana*)
- poli scolastici:
  - $50\, l/_{gg\ alunno}$
  - scuola primaria: 14 classi (fonte *Istituto Comprensivo di Pergine 1*), da 20 alunni (ipotesi) per un totale di 280 studenti
  - scuola secondaria: 16 classi da 20 alunni per un totale di 320 studenti

Tabelle per i consumi idrici giornalieri II

Usi	Fabbisogni			Consumi assoluti		
	tipologia di abitazione			tipologia di abitazione		
	popolare	media	lussuosa	popolare	media	lussuosa
Uso domestico	75	105	160	7	12	17
Altri usi	30	50	85	7	13	30
Totale	105	155	245	14	25	47
Consumi assoluti in % dei fabbisogni				13,3%	15,1%	19,2%

Utenza	Minimo	Medio	Massimo	Consumo assoluto
Ospedali e cliniche (l/d posto letto)	128	768	1868	15-40
Scuole (l/d alunno)	20	40	90	6-13
Prigioni (l/d persona)	60	90	120	
Caserme (l/d persona)		160		
Ospizi, orfanotrofi, etc. (l/d persona)	50	300	600	
Uffici (l/d persona)	40	60	130	

Servizi	Fabbisogni	Consumi assoluti
Lavaggio serbatoi e rete distribuzione (1% fabb. globale)		
Lavaggio fogne (m^3/d pozzetto di lavaggio)	2	0
Lavaggio strade (l/d m^2)	2-4	10-50%
Innaff. strade (l/d m^2) per 100 giorni/anno	1,5-2	75-85%
Innaff. verde pubblico (l/d m^2) per 180 giorni/anno	4-6	100%
Fontanine pubbliche (m^3/d)	5-15	20-50%
Piscine (fabb. giornal. da 1/6 a 1/10 del volume della piscina)		
Servizio antincendio (da 2,5 a 5 l/s per idrante)		
Mercati (l/d mq superficie coperta)	10	
Stazioni ferroviarie, porti, aeroporti, etc. (variabili)		
Parchi di mezzi pubblici di trasporto (l/d mezzo)	300-600	4-10%
Macelli (l/capo di bestiame grosso)	300	

- zona industriale:
  - $100\, l/_{gg\ addetto}$
  - numero di addetti da `https://it.kompass.com/`
- caserma dei vigili del fuoco:
  - consumo di $160\, l/_{gg\ persona}$
  - 89 persone (fonte `https://www.vvf-perginevalsugana.it/chi-siamo`)
- zona turistica:
  - zona turistica 1: consumo di $30\, l/_{gg\ m^2}$
  - zona turistica 2:
    - consumo di $30\, l/_{gg\ pasto}$
    - ipotesi di $80\, pasti/_{g}g$

Tabelle per i consumi idrici giornalieri III

Usi	Fabbisogni			Consumi assoluti		
	tipologia di abitazione			tipologia di abitazione		
	popolare	media	lussuosa	popolare	media	lussuosa
Uso domestico	75	105	160	7	12	17
Altri usi	30	50	85	7	13	30
Totale	105	155	245	14	25	47
Consumi assoluti in % dei fabbisogni				13,3%	15,1%	19,2%

Utenza	Minimo	Medio	Massimo	Consumo assoluto
Ospedali e cliniche (l/d posto letto)	128	768	1868	15-40
Scuole (l/d alunno)	20	40	90	6-13
Prigioni (l/d persona)	60	90	120	
Caserme (l/d persona)		160		
Ospizi, orfanotrofi, etc. (l/d persona)	50	300	600	
Uffici (l/d persona)	40	60	130	

Servizi	Fabbisogni	Consumi assoluti
Lavaggio serbatoi e rete distribuzione (1% fabb. globale)		
Lavaggio fogne (m^3/d pozzetto di lavaggio)	2	0
Lavaggio strade (l/d m^2)	2-4	10-50%
Innaff. strade (l/d m^2) per 100 giorni/anno	1,5-2	75-85%
Innaff. verde pubblico (l/d m^2) per 180 giorni/anno	4-6	100%
Fontanine pubbliche (m^3/d)	5-15	20-50%
Piscine (fabb. giornal. da 1/6 a 1/10 del volume della piscina)		
Servizio antincendio (da 2,5 a 5 l/s per idrante)		
Mercati (l/d mq superficie coperta)	10	
Stazioni ferroviarie, porti, aeroporti, etc. (variabili)		
Parchi di mezzi pubblici di trasporto (l/d mezzo)	300-600	4-10%
Macelli (l/capo di bestiame grosso)	300	

- piscina comunale:
  - fabbisogno di $1/_6$ del volume di acqua totale
  - ipotesi di 3 piscine per un totale di 1400 m^3
  - consumo giornaliero di 230 l
- aree verdi: consumo di 5 $l/_{gg}$ per irrigazione

Calcolo del fabbisogno idrico giornaliero

Definizione dei nodi di emungimento per ogni area e della portata ai nodi necessaria, attraverso i dati ricavati in precedenza.

areeomogen	area	consumo idrico	unità di misura	consumo idrico giornaliero [l/gg]			portata [l/s]	nodo
industriale_01	55987.64841	100	l/g addetto	2000	20	dip	0.023148148	J2
industriale_02	28497.24549	100	l/g addetto	1500	15	dip	0.017361111	J5
industriale_03	24265.01968	100	l/g addetto	1000	10	dip	0.011574074	J17
industriale_04	69662.90585	100	l/g addetto	8000	80	dip	0.092592593	J3
industriale_05	37838.15052	100	l/g addetto	3000	30	dip	0.034722222	J6
industriale_06	5166.11532	100	l/g addetto	1500	15	dip	0.017361111	J14
piscina	8744.726849	230	l/g	230			0.002662037	J35
pompieri	18552.04212	160	l/g persona	14240	89	pers	0.164814815	J4
residenziale_01	22548.2157	105	l/g ab	29594.53311	0.0125	ab/mq	0.342529318	J18
residenziale_02	18005.30655	105	l/g ab	23631.96484	0.0125	ab/mq	0.273518112	J9
residenziale_03	39036.48729	105	l/g ab	51235.38957	0.0125	ab/mq	0.593002194	J13
residenziale_04	42656.97077	105	l/g ab	55987.27414	0.0125	ab/mq	0.648000858	J19
residenziale_05	31285.93797	155	l/g ab	60616.50481	0.0125	ab/mq	0.701579917	J29
residenziale_06	12960.30554	155	l/g ab	25110.59199	0.0125	ab/mq	0.290631852	J33
residenziale_07	14035.89721	105	l/g ab	18422.11509	0.0125	ab/mq	0.213218925	J22
residenziale_08	41424.00099	155	l/g ab	80259.00191	0.0125	ab/mq	0.928923633	J34
residenziale_09	97912.31405	105	l/g ab	128509.9122	0.0125	ab/mq	1.487383243	J1
residenziale_10	30197.52466	155	l/g ab	58507.70403	0.0125	ab/mq	0.6771725	J25
residenziale_11	20824.58542	155	l/g ab	40347.63425	0.0125	ab/mq	0.466986507	J30
residenziale_12	27434.70075	105	l/g ab	36008.04473	0.0125	ab/mq	0.416759777	J21
residenziale_13	20811.67145	105	l/g ab	27315.31878	0.0125	ab/mq	0.316149523	J10
residenziale_14	27866.66806	105	l/g ab	36575.00183	0.0125	ab/mq	0.42332178	J11
residenziale_15	21230.45858	105	l/g ab	27864.97688	0.0125	ab/mq	0.322511306	J16
residenziale_16	18438.81558	105	l/g ab	24200.94545	0.0125	ab/mq	0.280103535	J42
residenziale_17	18211.16943	105	l/g ab	23902.15988	0.0125	ab/mq	0.276645369	J15
residenziale_18	15651.63777	105	l/g ab	20542.77457	0.0125	ab/mq	0.2	J43
residenziale_19	15251.06087	105	l/g ab	20017.01739	0.0125	ab/mq	0.231678442	J27
residenziale_20	15941.10628	155	l/g ab	30885.89342	0.0125	ab/mq	0.357475618	J32
residenziale_21	23923.26457	155	l/g ab	46351.32511	0.0125	ab/mq	0.53647367	J23
scuola_01	6344.425402	50	l/g alunno	14000	280	alunni	0.162037037	J36
scuola_02	21211.10427	50	l/g alunno	16000	320	alunni	0.185185185	J7
turistica_01	10178.74512	30	l/g m^2	305362.3535			3.534286499	J20
turistica_02	9188.399248	30	l/g pasto	2400	80	pasti	0.027777778	J31
verde_01	16844.04455	5	l/g m^2	84220.22273			0.974771096	J12
verde_02	17433.2017	5	l/g m^2	87166.00852			1.008865839	J24

Calcolo del fabbisogno idrico giornaliero

Coefficiente di punta giornaliero

Calcolo del coefficiente di punta giornaliero, pari a

$$K_g = 1.15$$

Riepilogo delle dotazioni e dei coefficienti di punta riferiti al 2041

Popolazione	f	K_m	K_g	K_h	f_g	f_h
$< 5\ 000$	235	1.30	1.15	2.0	350	700
$5\ 001 \div 10\ 000$	280	1.25	1.15	2.0	400	800
$10\ 001 \div 30\ 000$	325	1.20	1.15	1.7	450	765
$30\ 001 \div 100\ 000$	420	1.15	1.15	1.5	550	825
$> 100\ 000$	455	1.15	1.15	1.5	600	900
nuclei e case sparse	205	1.30	1.15	2.0	300	600
fluttuante stagionale					460	

Calcolo del fabbisogno idrico giornaliero

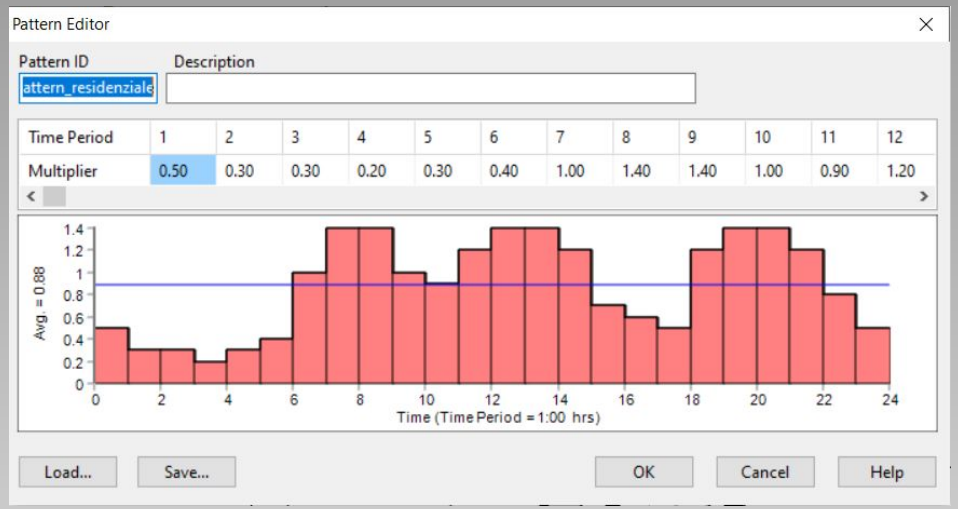
Fabbisogno idrico finale

Il fabbisogno giornaliero totale è di

$$1617480.369 \frac{l}{gg} = 18.72 \frac{l}{s}$$

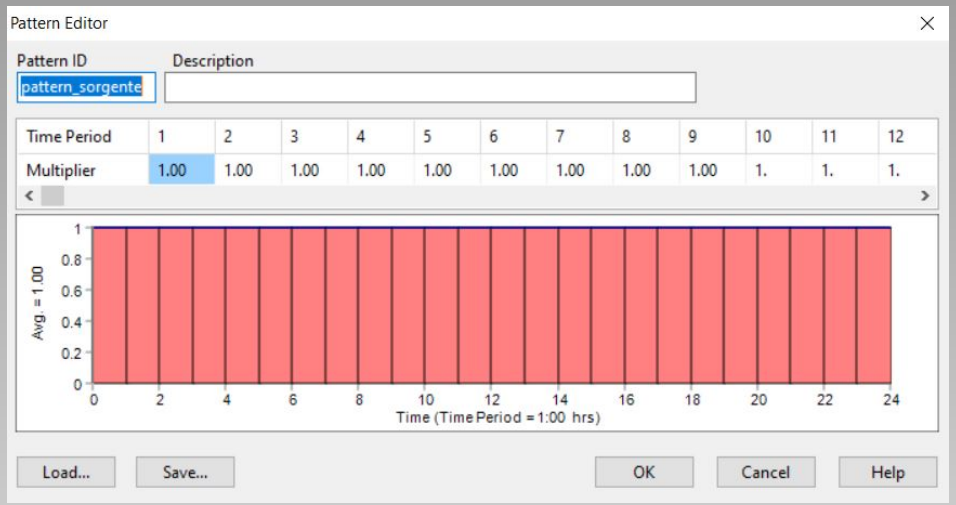
totale	1406504.669	l/gg	1617480.3690
	16.27898922	l/s	18.7208376
kg	1.15		

Creazione dei pattern



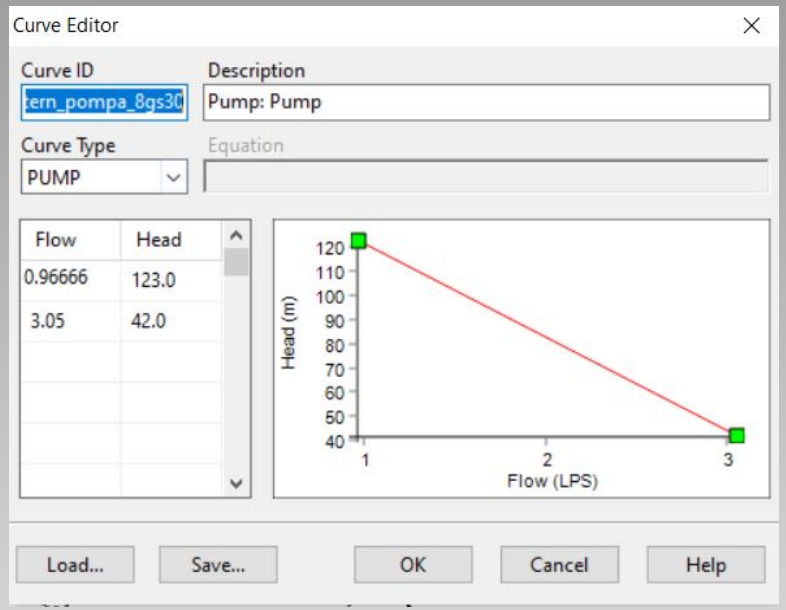
- creazione dei pattern per ogni area omogenea
- creazione di un pattern per sorgente e pozzo
- definizione della curva della pompa (fonte oppo.it)

Creazione dei pattern



- creazione dei pattern per ogni area omogenea
- creazione di un pattern per sorgente e pozzo
- definizione della curva della pompa (fonte oppo.it)

Creazione dei pattern



Portata fino a 160 litri/min								
8GS07	0,75	1	230/400	58-183	29-9	2"	677	603,00
8GS11	1,1	1,5	230/400	58-183	40-13	2"	774	682,00
8GS15	1,5	2	230/400	58-183	58-18	2"	871	817,00
8GS22	2,2	3	230/400	58-183	88-30	2"	1.078	1.012,00
8GS30	3	4	400	58-183	123-42	2"	1.188	1.145,00
8GS40	4	5,5	400	58-183	169-57	2"	1.494	1.408,00
8GS55	5,5	7,5	400	58-183	232-77	2"	1.852	1.621,00
8GS75	7,5	10	400	58-183	306-101	2"	2.397	2.143,00

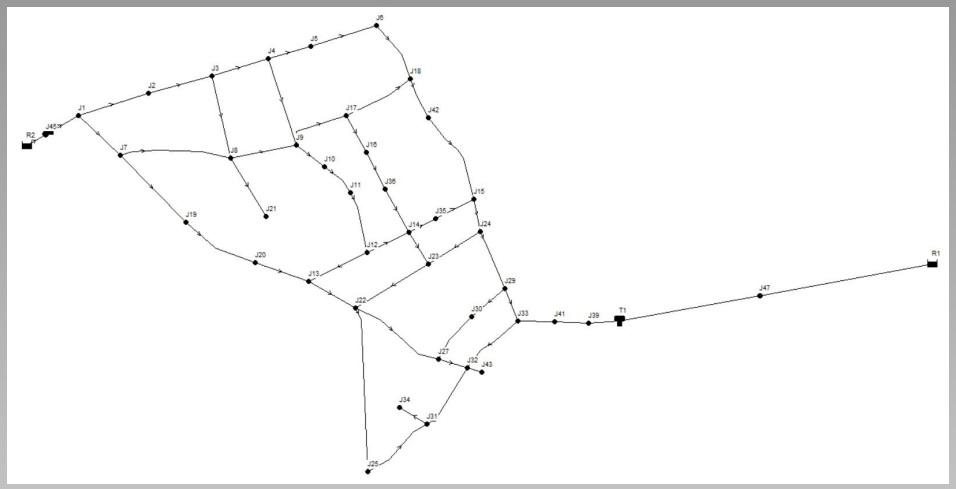
- creazione dei pattern per ogni area omogenea
- creazione di un pattern per sorgente e pozzo
- definizione della curva della pompa (fonte oppo.it)

Dimensionamento delle tubazioni

Tabella: Da oppo.it

posizione	$D_N\,[mm]$	$\Phi_{ext}\,[mm]$	$s\,[mm]$
anello esterno	100	114.3	3.2
anelli interni	80	88.9	2.9
adduzione pozzo	100	114.3	3.2
adduzione sorgente-serbatoio	250	273	5.6
adduzione dopo serbatoio	125	139.7	3.6
adduzione pozzo	100	114.3	3.2

Analisi su Epanet

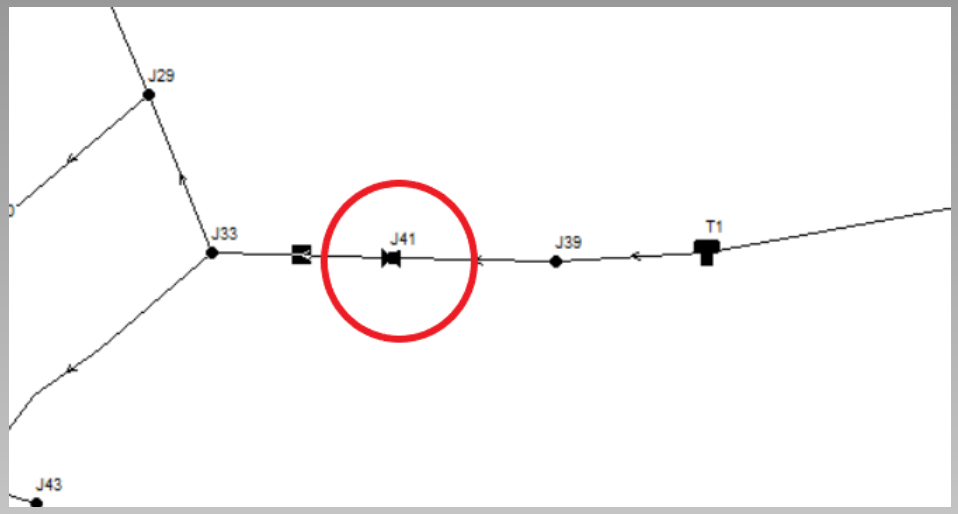


Status Report

```
Page 1                                    Thu Jul 04 16:18:16 2019

******************************************************************
*                           E P A N E T                          *
*                   Hydraulic and Water Quality                  *
*                   Analysis for Pipe Networks                   *
*                          Version 2.00.12                       *
******************************************************************

Analysis begun Thu Jul 04 16:18:16 2019


Hydraulic Status:
-----------------------------------------------------------------------
   0:00:00: Balancing the network:
            Trial  1: relative flow change = 1.510025
            Trial  2: relative flow change = 0.221863
            Trial  3: relative flow change = 0.072631
            Trial  4: relative flow change = 0.012102
            Trial  5: relative flow change = 0.001738
            Trial  6: relative flow change = 0.000077
   0:00:00: Balanced after 6 trials
   0:00:00: Reservoir R1 is closed
   0:00:00: Reservoir R2 is emptying
   0:00:00: Tank T1 is closed at 8.00 m

 WARNING: Negative pressures at 0:00:00 hrs.
 WARNING: Pump P1 open but exceeds maximum flow at 0:00:00 hrs.

   0:30:00: Balancing the network:
            Trial  1: relative flow change = 0.000016
   0:30:00: Balanced after 1 trials
```

- così com'è, la rete risulta **non verificata** (pressioni negative)
- inserimento *valvola PRV* di $D_N = 100\,mm$ dopo il serbatoio
- anche se migliorata, la rete non è verificata
- si può notare che è presente un tratto con criticità maggiore degli altri

Analisi su Epanet



Valve V1

Property	Value
*Valve ID	V1
*Start Node	J40
*End Node	J41
Description	
Tag	
*Diameter	100
*Type	PRV
*Setting	0.0
Loss Coeff.	0.0
Fixed Status	Open
Flow	7.93
Velocity	1.01
Headloss	0.00
Quality	0.00
Status	Open

- così com'è, la rete risulta **non verificata** (pressioni negative)
- inserimento *valvola PRV* di $D_N = 100\,mm$ dopo il serbatoio
- anche se migliorata, la rete non è verificata
- si può notare che è presente un tratto con criticità maggiore degli altri

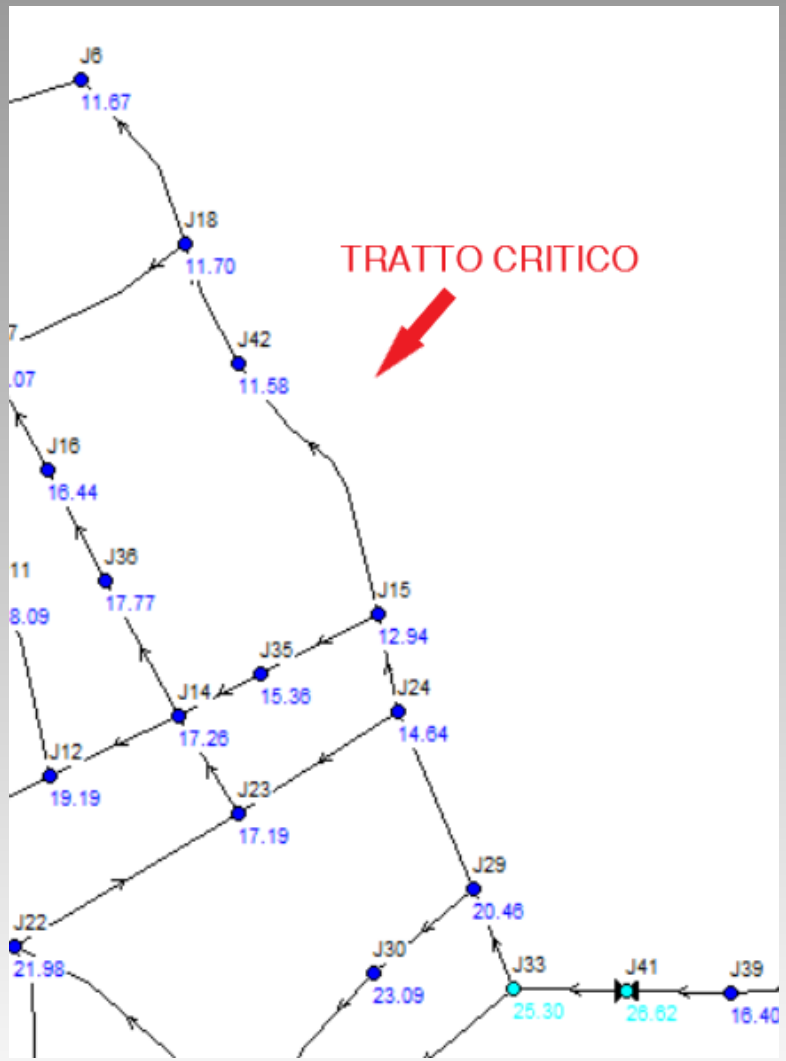
Analisi su Epanet

Status Report

```
17:00:00: Balancing the network:
          Trial  1: relative flow change = 0.137677
          Trial  2: relative flow change = 0.017598
          Trial  3: relative flow change = 0.001575
          Trial  4: relative flow change = 0.000033
17:00:00: Balanced after 4 trials

17:30:00: Balancing the network:
          Trial  1: relative flow change = 0.000257
17:30:00: Balanced after 1 trials

18:00:00: Balancing the network:
          Trial  1: relative flow change = 0.396271
          Trial  2: relative flow change = 0.016766
          Trial  3: relative flow change = 0.001608
          Trial  4: relative flow change = 0.000024
18:00:00: Balanced after 4 trials

18:29:24: Balancing the network:
          Trial  1: relative flow change = 0.000248
          Pipe L54 switched from open to closed
          Trial  2: relative flow change = 1.945437
          Trial  3: relative flow change = 0.148057
          Trial  4: relative flow change = 0.012440
          Trial  5: relative flow change = 0.000237
18:29:24: Balanced after 5 trials
18:29:24: Tank T1 is closed at 5.00 m
18:29:24: Pipe L54 changed from open to temporarily closed

WARNING: Negative pressures at 18:29:24 hrs.
WARNING: Pump P1 open but exceeds maximum flow at 18:29:24 hrs
```

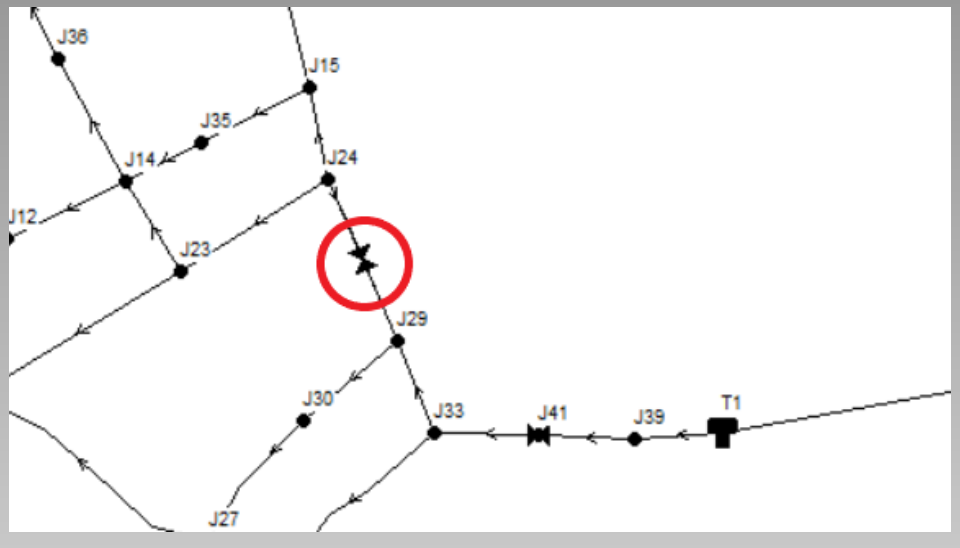
- così com'è, la rete risulta **non verificata** (pressioni negative)
- inserimento *valvola PRV* di $D_N = 100\,mm$ dopo il serbatoio
- anche se migliorata, la rete non è verificata
- si può notare che è presente un tratto con criticità maggiore degli altri

Analisi su Epanet



- così com'è, la rete risulta **non verificata** (pressioni negative)
- inserimento *valvola PRV* di $D_N = 100\,mm$ dopo il serbatoio
- anche se migliorata, la rete non è verificata
- si può notare che è presente un tratto con criticità maggiore degli altri

Analisi su Epanet

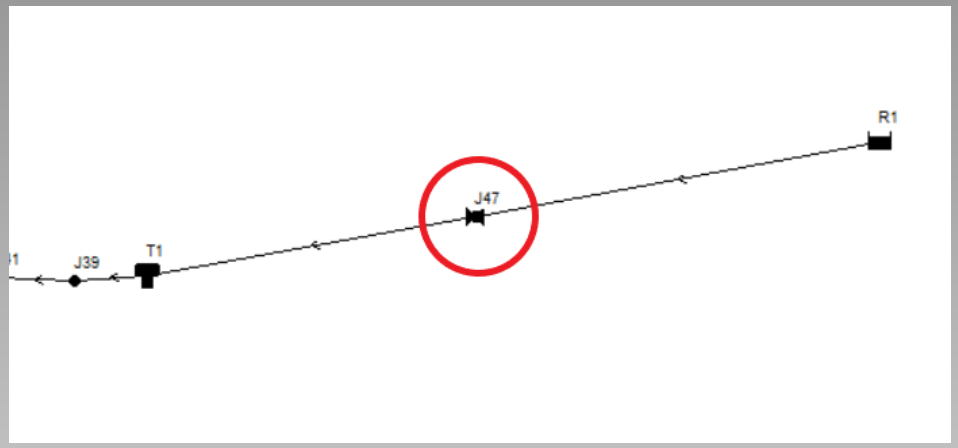


Valve V2

Property	Value
*Valve ID	V2
*Start Node	J29
*End Node	J24
Description	
Tag	
*Diameter	80
*Type	PSV
*Setting	
Loss Coeff.	0.0
Fixed Status	Open
Flow	3.95
Velocity	0.79
Headloss	0.00
Quality	0.00
Status	Open

- inserimento di una *PSV* di $D_N = 80\,mm$ per aumentare il carico nel tratto critico ed evitare la cavitazione
- inserimento di una *valvola TCV* di $D_N = 100\,mm$ sulla condotta di adduzione della sorgente per ridurre la velocità dell'acqua

Analisi su Epanet

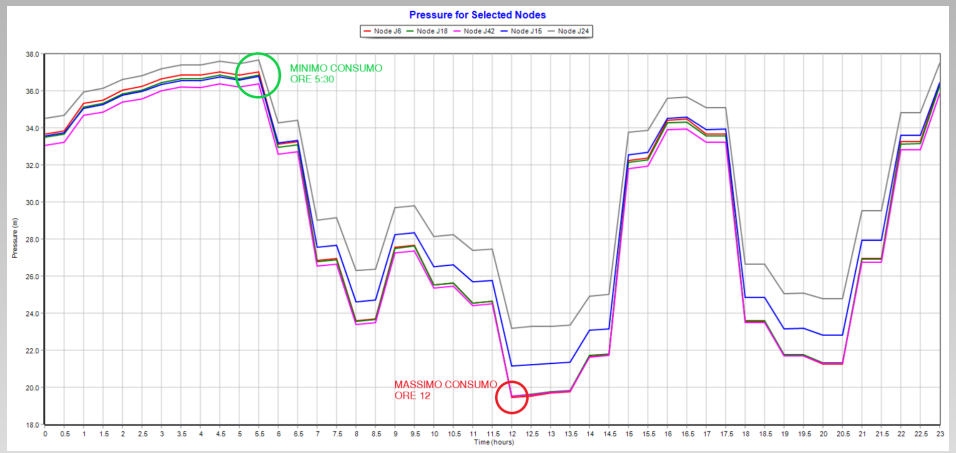


Valve V3

Property	Value
*Valve ID	V3
*Start Node	J46
*End Node	J47
Description	
Tag	
*Diameter	100
*Type	TCV
*Setting	0
Loss Coeff.	15.0
Fixed Status	Open
Flow	100.10
Velocity	12.74
Headloss	124.11
Quality	0.00
Status	Open

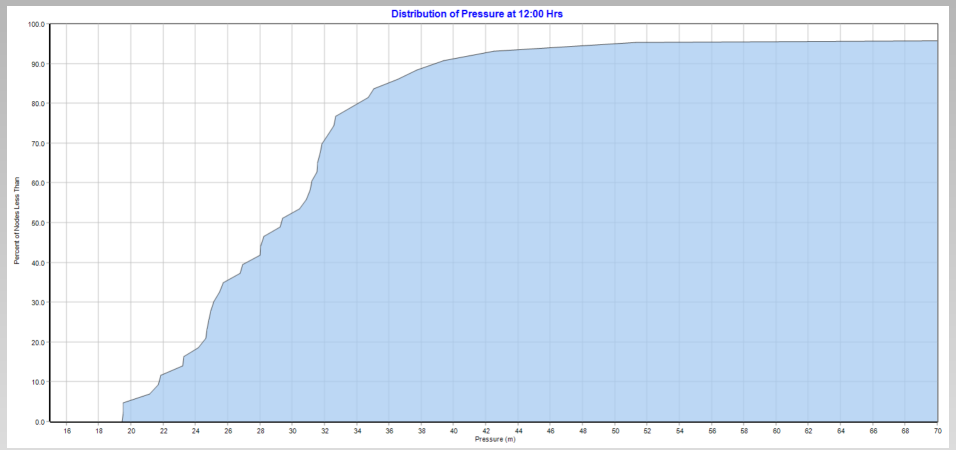
- inserimento di una *PSV* di $D_N = 80\,mm$ per aumentare il carico nel tratto critico ed evitare la cavitazione
- inserimento di una *valvola TCV* di $D_N = 100\,mm$ sulla condotta di adduzione della sorgente per ridurre la velocità dell'acqua

Analisi su Epanet



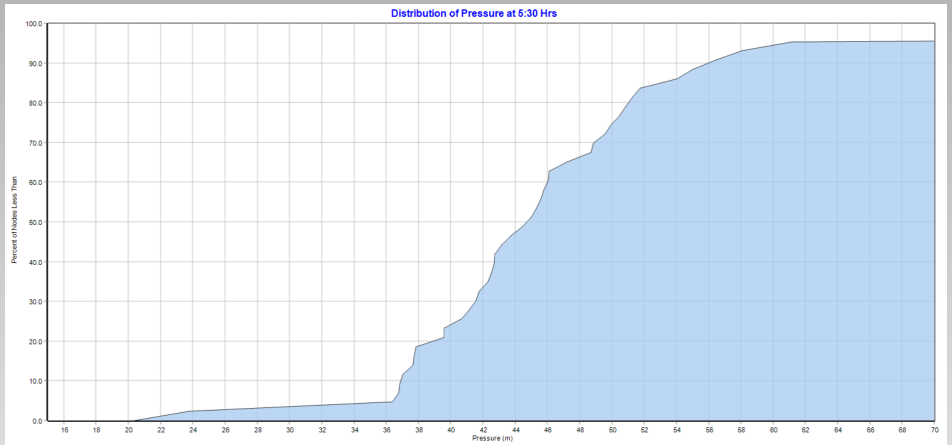
- in questa configurazione, il massimo e il minimo consumo si hanno rispettivamente alle 12:00 e alle 5:30 del mattino
- nelle ore di massimo consumo, la distribuzione delle pressioni risulta maggiore di 18 m di colonna d'acqua per tutti i nodi della rete
- nelle ore di minimo consumo, la percentuale di nodi con pressioni inferiori a 70 m di colonna d'acqua è di oltre il 90%, fatta eccezione per nodi ausiliari (pompa, valvole, etc.)

Analisi su Epanet



- in questa configurazione, il massimo e il minimo consumo si hanno rispettivamente alle 12:00 e alle 5:30 del mattino
- nelle ore di massimo consumo, la distribuzione delle pressioni risulta maggiore di 18 m di colonna d'acqua per tutti i nodi della rete
- nelle ore di minimo consumo, la percentuale di nodi con pressioni inferiori a 70 m di colonna d'acqua è di oltre il 90%, fatta eccezione per nodi ausiliari (pompa, valvole, etc.)

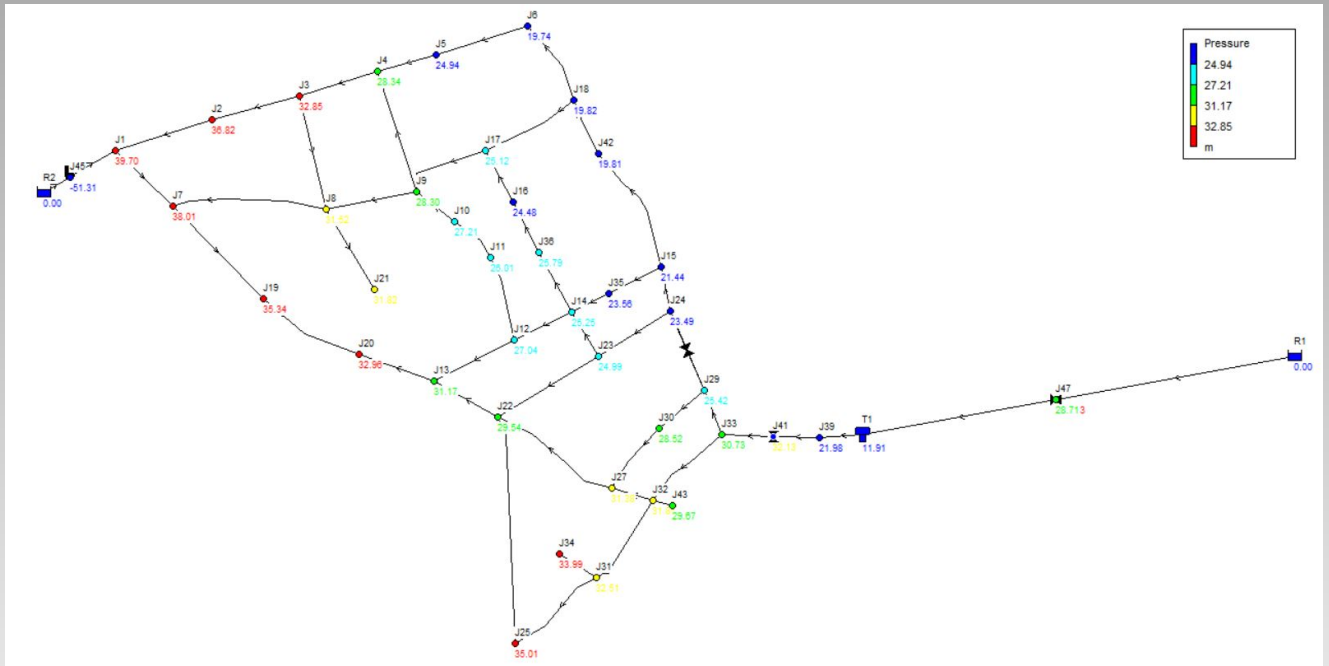
Analisi su Epanet



- in questa configurazione, il massimo e il minimo consumo si hanno rispettivamente alle 12:00 e alle 5:30 del mattino
- nelle ore di massimo consumo, la distribuzione delle pressioni risulta maggiore di 18 m di colonna d'acqua per tutti i nodi della rete
- nelle ore di minimo consumo, la percentuale di nodi con pressioni inferiori a 70 m di colonna d'acqua è di oltre il 90%, fatta eccezione per nodi ausiliari (pompa, valvole, etc.)

Analisi su Epanet

Massimo consumo: ore 12:00

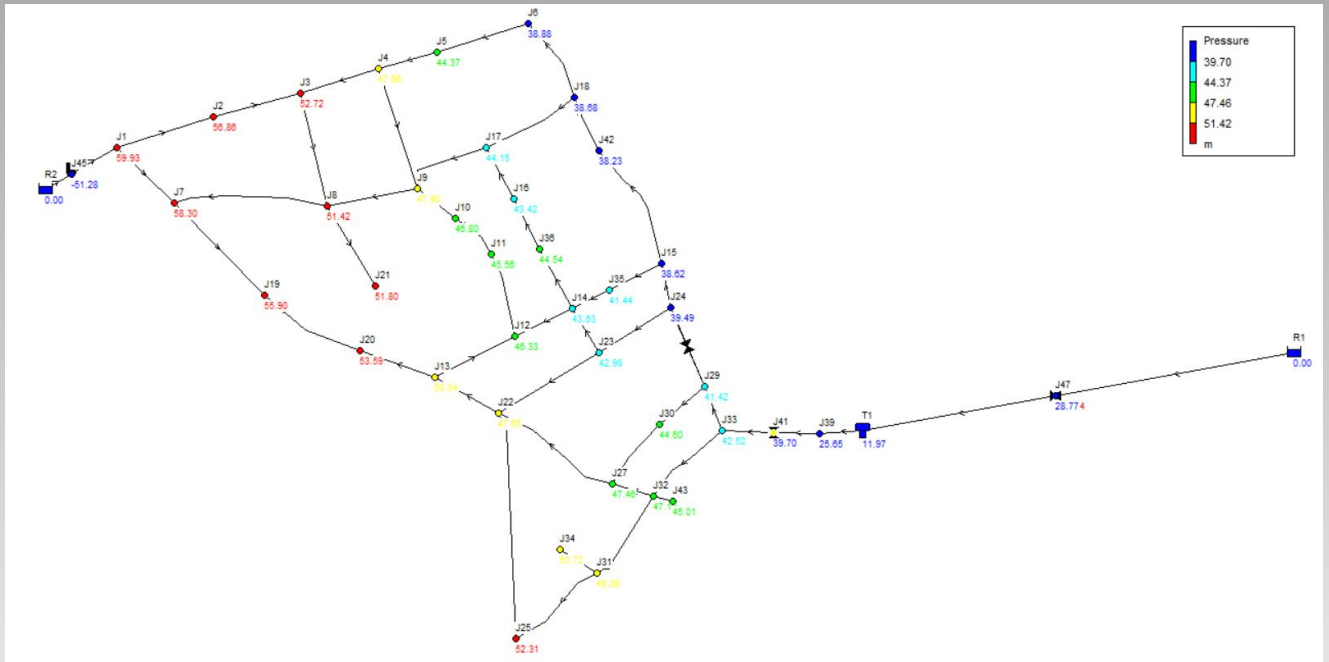


pressioni $\in [15, 70]\ m$

velocità $< 2\ \dfrac{m}{s}$

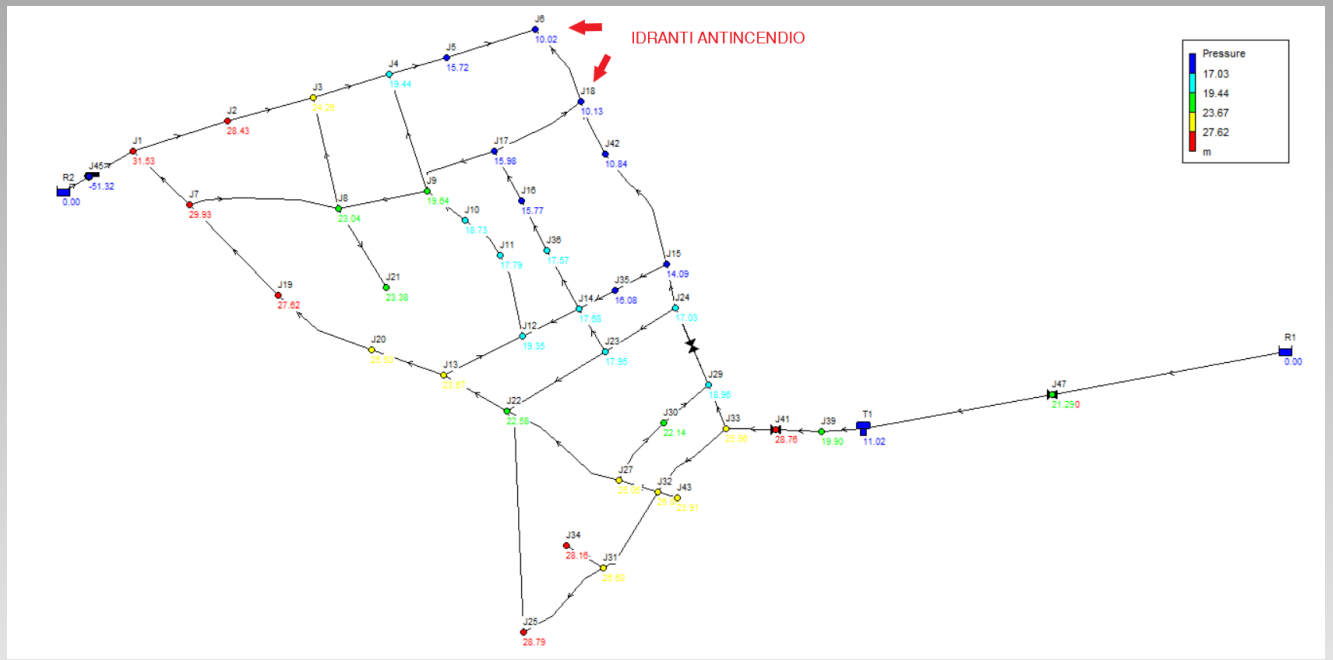
Analisi su Epanet

Minimo consumo: ore 5:30



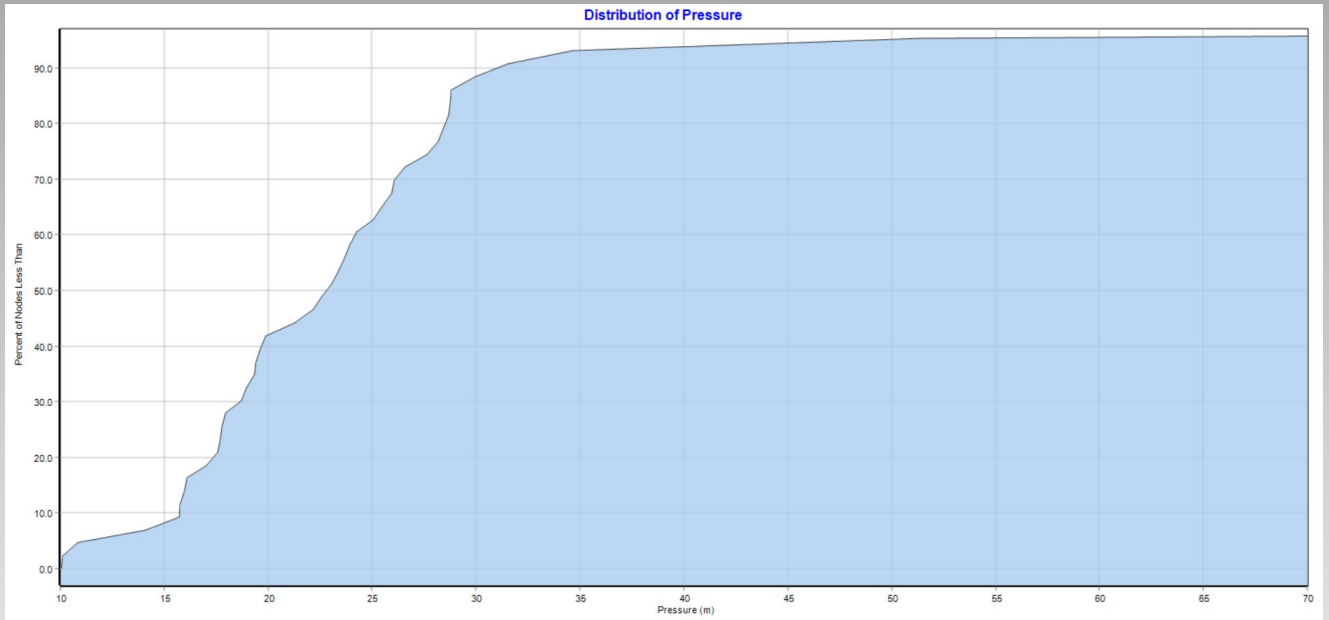
- pressioni $\in [15, 70]\ m$
- velocità $< 2\ \dfrac{m}{s}$

Verifica antincendio



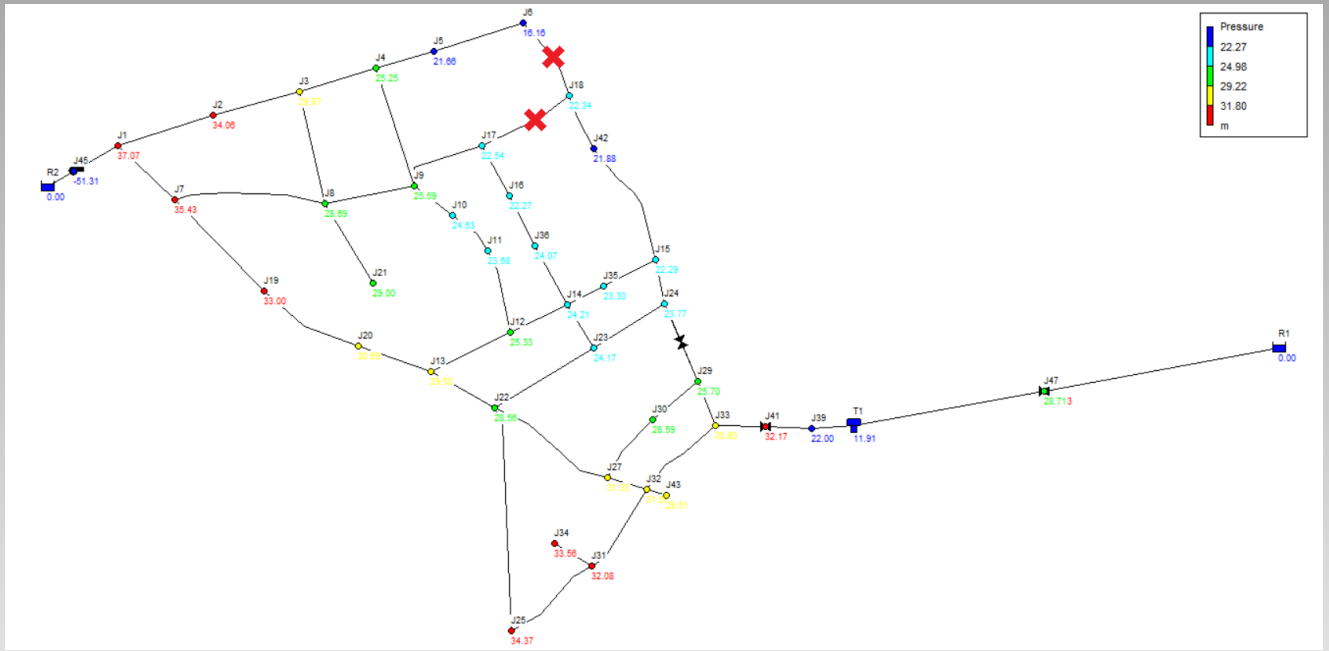
- n. 2 idranti
- portata supplementare di $5\,l/_s$ ai nodi critici per 1 ora
- circa il 90% dei nodi hanno carico $> 15\,m$
- tutti i nodi hanno carico $> 10\,m$
- $\approx 1\,l/s/m$ lungo stradale

Verifica antincendio



- n. 2 idranti
- portata supplementare di $5\,l/_s$ ai nodi critici per 1 ora
- circa il 90% dei nodi hanno carico $> 15\,m$
- tutti i nodi hanno carico $> 10\,m$ sopra al piano stradale

Verifica alla rottura



- n. 2 rotture nella zona critica
- la rete è verificata

Configurazione finale delle tubazioni

Tubazione	Nodi iniziale	Nodo finale	Lunghezza [m]	Diamtro interno [mm]	Diametro esterno [mm]	Profondità scavo [m]	Larghezza fondo scavo [m]	Larghezza sommità scavo [m]	Volume scavo [m^3]
L1	J1	J2	223.23	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	346.76
L10	J13	J22	162.36	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	252.21
L11	J6	J18	195.38	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	303.50
L12	J18	J17	227.24	86	88.9	1.40	0.6	1.5	335.05
L13	J17	J9	198.57	86	88.9	1.40	0.6	1.5	292.78
L14	J4	J9	276.25	86	88.9	1.40	0.6	1.5	407.31
L15	J9	J8	201.83	86	88.9	1.40	0.6	1.5	297.58
L16	J3	J8	255	86	88.9	1.40	0.6	1.5	375.98
L17	J7	J8	339.99	86	88.9	1.40	0.6	1.5	501.29
L18	J8	J21	206.73	86	88.9	1.40	0.6	1.5	304.81
L19	J9	J10	107.26	86	88.9	1.40	0.6	1.5	158.15
L2	J2	J3	199.65	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	310.14
L20	J10	J11	114.68	86	88.9	1.40	0.6	1.5	169.09
L21	J11	J12	187.96	86	88.9	1.40	0.6	1.5	277.13
L22	J12	J13	197.43	86	88.9	1.40	0.6	1.5	291.10
L23	J12	J14	140.02	86	88.9	1.40	0.6	1.5	206.45
L25	J17	J16	127.07	86	88.9	1.40	0.6	1.5	187.36
L28	J15	J24	100.2	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	155.65
L29	J24	J23	186.36	86	88.9	1.40	0.6	1.5	274.77
L3	J3	J4	180.25	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	280.00
L30	J23	J22	257.03	86	88.9	1.40	0.6	1.5	378.97
L31	J23	J14	112.98	86	88.9	1.40	0.6	1.5	166.58
L32	J24	J29	188.53	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	292.86
L33	J29	J30	131.4	86	88.9	1.40	0.6	1.5	193.74
L34	J30	J27	167.32	86	88.9	1.40	0.6	1.5	246.70
L35	J22	J27	301.1	86	88.9	1.40	0.6	1.5	443.95
L39	J22	J25	501.59	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	779.17
L4	J4	J5	133.31	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	207.08
L40	J25	J31	235.48	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	365.79
L41	J31	J32	212.12	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	329.51
L42	J33	J32	210.79	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	327.44
L43	J33	J29	106.18	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	164.94
L44	J27	J32	92.98	86	88.9	1.40	0.6	1.5	137.09
L45	J31	J34	96.85	86	88.9	1.40	0.6	1.5	142.80
L46	J14	J35	91.57	86	88.9	1.40	0.6	1.5	135.01
L47	J35	J15	130.12	86	88.9	1.40	0.6	1.5	191.85
L48	J16	J36	124.92	86	88.9	1.40	0.6	1.5	184.19
L49	J36	J14	149.62	86	88.9	1.40	0.6	1.5	220.60
L5	J5	J6	209.52	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	325.47
L54	T1	J39	94.87	136.1	139.7	1.45	0.6	1.6	155.05
L56	J39	J40	102.78	136.1	139.7	1.45	0.6	1.6	167.97
L57	J41	J33	111.3	136.1	139.7	1.45	0.6	1.6	181.90
L6	J1	J7	176	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	273.40
L63	J32	J43	44.74	86	88.9	1.40	0.6	1.5	65.97
L64	J18	J42	130.27	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	202.36
L65	J42	J15	291.81	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	453.30
L67	J44	J1	113.41	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	176.17
L68	R2	J45	85.64	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	133.03
L69	R1	J46	554.44	267.4	273	1.60	0.8	1.8	1159.16
L7	J7	J19	284.82	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	442.44
L70	J47	T1	433.16	267.4	273	1.60	0.8	1.8	905.60
L8	J19	J20	246.95	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	383.61
L9	J20	J13	173.28	111.1	114.3	1.43	0.6	1.6	269.17

Costo delle tubazioni

Costi derivanti dall'elenco prezzi della Provincia Autonoma di Trento

Fornitura e posa in opera di tubazioni in acciaio saldato bitumate

Tipo	Codice	DN [mm]	Prezzo unitario[€/m]	Quantità	Lunghezza [m]	Prezzo totale
Fornitura e posa in opera di tubazioni in acciaio saldato bitumate	E.03.05.0060.010	80	27.74	26	4467.02	123,915.13 €
	E.03.05.0060.015	100	35.12	22	4360.77	153,150.24 €
	E.03.05.0060.020	125	44.45	3	308.95	13,732.83 €
	E.03.05.0060.035	250	107.64	2	987.6	106,305.26 €
				totale	10124.34	397,103.47 €

Costo dei pozzetti

Costi derivanti dall'elenco prezzi della Provincia Autonoma di Trento

Fornitura e posa in opera di fondo DN 120 per la realizzazione di pozzetto prefabbricato, in calcestruzzo vibro compresso, non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali, di forma interna circolare, con elemento di finitura ad incastro per la realizzazione di pozzetto prefabbricato, per l'accesso e l'aerazione fornito con guarnizione di tenuta incorporata conforme alle norme UNI EN 681.

Tipo	Codice	DN [mm]	Prezzo unitario[€/cad]	Quantità	Prezzo totale
Fornitura e posa in opera di un pozzetto prefabbricato	E.03.06.0075.005	120	419.20	41	17,187.20 €

Costo dello scavo

Costi derivanti dall'elenco prezzi della Provincia Autonoma di Trento

Scavo a sezione ristretta, in terreno ordinario di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza d'acqua con tirante inferiore a *cm* 20, eseguibile con mezzi meccanici, esclusa la roccia, compresi gli oneri [...] per la demolizione di pavimentazioni e sottofondi stradali di qualsiasi tipo non riutilizzabili, per la livellazione dei piani di scavo, per il deposito a fianco dello scavo del materiale, per il rinterro con materiale proveniente dagli scavi, [...]

Tipo	Codice	Profondità [m]	Prezzo unitario[€/m^3]	Volume [m^3]	Prezzo totale
Scavo a sezione ristretta in terreno ordinario	E.03.04.0041.005	fino a 1.50	14.26	13865.23	197,718.11 €
	E.03.04.0041.010	da 1.51 a 2.50	15.83	2064.76	32,685.16 €
			totale	15929.99	230,403.27 €

Costo dell'impianto di pompaggio

Costo derivante da https://www.oppo.it/impianti/imp_pompa_somm_4.html

Impianto di sollevamento su pozzo trivellato, profondità fino a 100 metri. Elettropompa sommersa centrifuga pluristadio 4" a giranti flottanti, camicia esterna, albero e testata in acciaio inox, motore 380V trifase, potenza $3\,kW$, raccordo filettato 1" $1/4F$

Elettropompa tipo	Potenza	Prezzo installazione unitario [€/cad]	Quantità	Prezzo installazione totale
Trifase 380 V	da 3 - 5.5 kW	2.717,00	1	2,717.00 €

Elettropompa Trifase 380 V	**Tubo PE** mm	**Cavo elettrico** mm^2	**Prezzo** Euro
fino a 1,1 kW	40	4 x 1,5	1.643,00
da 1,5 - 2,2 kW	40	4 x 2,5	2.021,00
da 1,5 - 2,2 kW	63	4 x 2,5	2.188,00
da 3 - 5,5 kW	40	4 x 4,0	2.717,00
da 3 - 5,5 kW	63	4 x 4,0	2.970,00

Costo delle valvole

Costo derivante da

https://www.oppo.it/materiali/valvole/valvola_rid_press.html

Valvola regolatrice di pressione a membrana

Valvola tipo	DN [mm]	Prezzo unitario [€/cad]	Quantità	Prezzo totale
Valvola regolatrice di pressione a membrana	80	639.90	1	639.90 €
	100	814.40	2	1,628.80 €
		totale	3	2,268.70 €

DN mm	L mm	H mm	Portata min. m3/h	Portata max m3/h	Prezzo Euro/cad.
50	200	166	0,5	40	557,00
80	200	200	5	60	639,90
100	302	230	30	150	815,40
150	390	314	50	300	1.547,80
200	385	350	50	350	1.661,20
250	535	445	80	800	3.109,80

Costo totale dell'opera

Il costo totale dell'opera, tenendo conto anche di una percentuale del 5% per gli imprevisti, risulta di

Costo totale opera	649,679.64 €	+ 5% di imprevisti	682,163.62 €
Costo medio al metro	64.17 €		

Fine

Grazie per l'attenzione!

Acquedotto di Sangano in Val di Susa