

**COMUNE  
GRESSONEY-SAINT-JEAN**



Oggetto

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**LAVORI DI SOSTITUZIONE DI TRATTI DI ACQUEDOTTO NELLA LOCALITÀ  
RUE DEFFEYES NEL COMUNE DI GRESSONEY-SAINT-JEAN**  
**(CUP: J98B23000030002)**

Committente

**Amministrazione comunale di Gressoney-Saint-Jean**  
RUP: Arch. Germana Maida

Il progettista

Ogg. tavola

**RELAZIONE IDRAULICA**

*Studio di ingegneria*  
**Ing. GACHET Paolo**

Scala

--

Rev.

00

Data

12/2023

Tavola

Rif. pratica

OP.077

**1.3**

## 1. Sommario

1.	Sommario.....	1
1.	PREMESSA.....	2
2.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI.....	2
3.	CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO.....	2
3.1	Situazione insediativa attuale/ a breve termine.....	3
3.2	Popolazione di progetto (a lungo termine).....	3
3.3	Portate di progetto.....	4
3.3.1	Portata media annua $Q_a$ del fabbisogno idrico potabile.....	4
3.3.2	Dimensionamento condotte.....	4
4.	MODELLAZIONE .....	5
4.1	Legende dei simboli utilizzati nelle tabelle	7
5.	VERIFICHE IDRAULICHE TUBAZIONE .....	8
5.1	Condizione 1: Verifica tubazione nuova portata $Q=6,89$ l/s .....	8
5.2	Condizione 2: Verifica tubazione usata portata $Q=6.89$ l/s .....	9
5.3	Condizione 3: Verifica tubazione nuova portata minima $Q=0,40$ l/s .....	10
5.4	Condizione 4: Verifica tubazione usata portata minima $Q=0,40$ l/s .....	11
6.	VERIFICA SOVRAPRESSIONE COLPO D'ARIETE.....	12

## 1. PREMESSA

La seguente relazione riporta i risultati dei calcoli idraulici della rete in pressione del tratto di acquedotto comunale di Gressoney-Saint-Jean tratto in loc. Greschmatten.

## 2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

L'analisi della rete è stata condotta in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

D.M. LL.PP. 12/12/85, *"Norme tecniche relative alle tubazioni: progetto, costruzione e collaudo degli elementi che la costituiscono (tubi, giunti e pezzi speciali)."*

D.M. Sanità 26/03/91, *"Norme tecniche di prima attuazione del DPR 24 maggio 1988, n. 236, relativo all'attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi della legge 16 aprile 87, n.183."*

## 3. CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO

Ai fini del calcolo del fabbisogno idrico si è fatto riferimento alla dotazione idrica procapite giornaliera ad uso civile, fissata dalle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano Regolatore Generale di Gressoney-Saint-Jean (PRGC) sulla base di una specifica analisi di caratterizzazione qualitativa e quantitativa dell'utenza.

In particolare le (NTA) prevedono all'art.6 (*Infrastrutture e servizi*):

*c.4 Una sottozona si considera dotata delle infrastrutture a rete ritenute indispensabili, vale a dire dotata di viabilità, acquedotto, fognatura e energia elettrica, dimensionate adeguatamente alla insediabilità in atto e prevista, precisamente:*

*a) acquedotto capace di fornire litri 350,0 abitante/giorno. La disponibilità dell'acqua potabile deve essere procurata solo ed esclusivamente mediante allacciamento all'acquedotto comunale.*

Di conseguenza il fabbisogno idrico è stato calcolato in funzione di tale parametro, sulla base del numero di abitanti equivalenti insediati sul territorio e dagli abitanti fluttuanti.

### 3.1 Situazione insediativa attuale/ a breve termine

Per la valutazione della popolazione residente del Comune di Gressoney-Saint-Jean si sono utilizzati i dati ISTAT di censimento comunali.



Figura 1. Andamento della popolazione residente nel Comune di Gressoney-Saint-Jean 2001-2022. (Dati ISTAT)

L'andamento della popolazione di Gressoney-Saint-Jean negli ultimi 20 anni si è attestata su un numero che oscilla da 774 a 829 residenti.

La popolazione è insediata nei diversi nuclei con una elevata dispersione. Il territorio viene tradizionalmente suddiviso in tre parti distinte e morfologicamente riconoscibili: Untertheil – la parte inferiore; Mitteltheil – quella intermedia; Mitteltheil alto – quella superiore. Untertheil: nei 10 nuclei presenti sono insediati 119 residenti (14,6% del totale) con una media di 11,9 abitanti; Mitteltheil: nei 50 nuclei è insediata la maggior parte dei residenti, 647 pari al 79,3%, con una media di 12,9 abitanti; Mitteltheil alto: in questa parte sono presenti 9 nuclei con 50 residenti (6,1%) e una media di 5,6 abitanti. Nel 2011 la popolazione ammontava a 821 unità, di cui 441 residenti nelle zone A. Nel decennio 2001-2010 il saldo è stato positivo con l'acquisto di 32 unità, mentre nell'ultimo decennio (2013-2022) si registra un decremento di 32 unità. La popolazione turistica si attesta, come quella residente, nelle strutture ricettive della parte intermedia; complessivamente è stimata in 12.000 unità all'anno.

### 3.2 Popolazione di progetto (a lungo termine)

Dalle analisi effettuate e dalle previsioni presenti nel PRGC e' difficile pensare che nei prossimi decenni il Comune possa superare gli 850 abitanti: *“La domanda futura di insediamento di residenza primaria (circa 30 nuovi residenti nel prossimo decennio) può essere soddisfatta dalla disponibilità di edifici recuperabili e di aree libere ancora presenti nelle zone A come nelle zone B. La disponibilità realizzativa complessiva consente infatti l'insediamento di 379 abitanti (100 abitanti in A; 279 in B). Soddisfatta la residenza principale, rimangono pertanto a disposizione per quella secondaria circa 350 posti letto.”*

Il tratto di rifacimento dell'acquedotto, sito in loc. Greshmatten, è situato nella parte intermedia del Comune dove la popolazione residente più quella fluttuante è valutata in 250 abitanti con un possibile incremento nei prossimi decenni del 10%, vale a dire pari ad un totale di 275 abitanti.

### 3.3 Portate di progetto

#### 3.3.1 Portata media annua $Q_a$ del fabbisogno idrico potabile

Le reti idriche costituiscono sistemi complessi, in cui le condizioni operative e le caratteristiche di funzionamento dei singoli tratti sono fortemente condizionate dalle condizioni al contorno, ovvero dalle caratteristiche di funzionamento di tutto il distretto interessato.

Nota la popolazione servita e la dotazione idrica assegnata, il dimensionamento e verifica della rete idropotabile si basa sul calcolo empirico della **portata media annua  $\bar{Q}_a$  [l/s] del fabbisogno idrico-potabile:**

Il calcolo della portata media giornaliera annua  $Q_a$  è eseguito quindi sulla base del fabbisogno idrico-potabile come:

$$\bar{Q}_a = \frac{P \cdot d}{86400} \quad [\text{l/s}]$$

P = numero di abitanti serviti  
d = Fabbisogno giornaliero [l]  
P = n. abitanti

Nel caso specifico:

per popolazione attuale :  $\bar{Q}_a = (250 \cdot 350) / 86400 = 1,01 \text{ l/s}$

per popolazione a lungo termine:  $\bar{Q}_a = (275 \cdot 350) / 86400 = 1,11 \text{ l/s}$

#### 3.3.2 Dimensionamento condotte

Il dimensionamento e la verifica delle condotte adduttrici esterne alla rete idrica di distribuzione vengono effettuati considerando la portata media del giorno dei massimi consumi, determinata a partire dalla portata media giornaliera come:

$$\bar{Q}_g = \bar{Q}_a \cdot C_g \quad [\text{l/s}]$$

La portata di punta pertanto sarà pari a 5,90 l/s , dove il coefficiente di punta ( $C_g=4$ ) è ottenuto, a partire dal numero di abitanti ( $P$ =numero di abitanti in migliaia), come media dei valori ottenuti dalle formule di:

Formula di Gibbs	$C_g = 5/P^{1/6}$	= 6,30	(Con P espresso in migliaia)
Formula di Babbitt	$C_g = 5/P^{1/5}$	= 6,60	(Con P espresso in migliaia)
Formula di Rich	$CP = 15,85 \cdot P - 0,167$	= 6,30	
Formula Ten State Standards	$CP = (18 + P/1000)0,5 / [4 + (P/1000)0,5]$	= 4,11	
		Coeff. moltiplicativo = <b>5,83</b>	

per popolazione attuale:  $\bar{Q}_a = 1,01 \cdot 5,83 = 5,90 \text{ l/s}$

per popolazione a lungo termine:  $\bar{Q}_a = 1,11 \cdot 5,83 = 6,49 \text{ l/s}$

Alle suddette portate si sono aggiunte le portate delle due fontane presenti nel villaggio pari a 0,20 l/s ciascuna.

Pertanto le portate totali comprensive di fontane diventano:

per popolazione attuale:  $\bar{Q}_a = 5,90 + 2 \cdot 0,20 = \mathbf{6,30 \text{ l/s}}$

per popolazione a lungo termine:  $\bar{Q}_a = 6,49 + 2 \cdot 0,20 = \mathbf{6,89 \text{ l/s}}$

#### 4. MODELLAZIONE

Nell'esecuzione dei calcoli, è stato utilizzato il programma Hydronet 2000, prodotto dalla Newsoft s.a.s. di Cosenza.

La modellazione della rete è stata eseguita definendo le proprietà dei suoi elementi costituenti, quali i nodi e rami, nonché dei tipi di materiali, di pompe e di valvole, di cui diamo di seguito una breve descrizione, per introdurre alla lettura del tabulato di analisi.

I nodi sono i punti di incrocio dei rami della rete. Fra due nodi può essere definito un ramo di rete di caratteristiche omogenee. Su ogni nodo si assegna la portata in uscita dalla rete, dimensionata in base alle utenze da servire, ed è incognita l'altezza piezometrica. Al contrario, sui nodi di tipo serbatoio, è nota la quota piezometrica e risulta incognita la portata in ingresso o in uscita dal serbatoio.

I rami sono tratti di tubazione di caratteristiche omogenee, definiti fra due nodi. Su ogni ramo si suppone costante il diametro, il tipo di materiale e il suo stato di usura. Non è prevista una portata distribuita sul ramo, in quanto questa esigenza può essere realisticamente modellata infittendo i nodi e i rami sul particolare tronco di condotta. Su ogni ramo si può applicare un dispositivo, costituito da una pompa o da una valvola di regolazione. Questo non limita l'efficacia di modellazione del programma, in quanto la presenza di due o più dispositivi in serie su un tronco può essere modellata, come nel caso precedente, disponendo nodi intermedi e suddividendo il tronco in più rami.

I materiali definiscono le tipologie di tubi utilizzati nella rete, il loro stato di usura e la particolare formula della cadente idraulica da utilizzare. Assegnando ad ogni ramo il tipo di materiale se ne caratterizza compiutamente il comportamento idraulico. La formula assunta per la cadente è del tipo

$$J = (\alpha + k/D^{0.5})^2 \cdot Q^n/D^m$$

in cui i coefficienti  $\alpha$ ,  $k$ ,  $n$  ed  $m$  sono stati impostati per ogni materiale in funzione dello stato di usura.

Le tipologie delle valvole si caratterizzano assegnandone il diametro interno, il coefficiente per la perdita di carico localizzata funzione del quadrato della velocità e la perdita di carico costante. Una valvola così definita può essere applicata ad un ramo, assegnandola come dispositivo presente sul ramo.

I profili sono i percorsi scelti all'interno della rete, di cui si desidera il disegno in una vista altimetrica. La definizione dei profili non è quindi obbligatoria ai fini dell'analisi, ma è molto utile per il controllo grafico delle quote geometriche dei nodi e, una volta effettuata l'analisi, anche dei carichi piezometrici finali. I profili si definiscono assegnando una sequenza di nodi, tale da costituire un percorso continuo all'interno della rete.

##### Analisi

L'analisi è condotta in regime stazionario con l'ipotesi di fluido a comprimibilità e temperatura costanti. Tali ipotesi sono ritenute concordemente accettabili per l'analisi di reti di distribuzione, con un regime di consumi concomitanti ad un livello quasi-massimo.

Le equazioni di continuità nei nodi e le equazioni del moto turbolento nei rami portano alla impostazione di un sistema non lineare, la cui risoluzione è affrontata con un algoritmo iterativo autoadattativo alla Newton-Raphson.

Il processo risolutivo porta alla determinazione del carico incognito nei nodi, delle portate in uscita o in ingresso ai serbatoi e delle portate nei rami.

L'analisi è stata condotta sul tratto di rete di distribuzione dove avviene la sostituzione della condotta di distribuzione dal P01 al P07. La pressione della rete misurata nel pozzetto P01 è di 11,00 atm. In progetto è previsto la posa in opera di un riduttore di pressione con rapporto di riduzione pari a circa 1/2, posto nel pozzetto P01 a monte della rete di distribuzione.

Sono state analizzate condizioni di esercizio della tratta dell'acquedotto:

Condizione 1): Portata massima  $Q=6,89 \text{ l/s}$  tubazione nuova  $C=150$

Condizione 2): Portata massima  $Q=6,89 \text{ l/s}$  massima tubazione usata  $C=100$

Condizione 3): Portata minima  $Q=0.5 \text{ l/s}$  minima tubazione nuova  $C=150$

Condizione 4): Portata minima  $Q=0.5$  l/s minima tubazione usata  $C=100$   
Per le tubazioni nuove si è adottato un coefficiente di scabrezza  $C=150$

Il tempo di vita utile associato alla condizione di tubazione usata è di 40 anni  $C=100$ .

I presenti tabulato riportano i dati della modellazione eseguita e i risultati conseguiti dall'analisi.

**Tabella nodi**

**Nodo Pozzetto**

<b>1</b>	P. F.
<b>2</b>	Pe8
<b>3</b>	P01
<b>4</b>	P02
<b>5</b>	P03
<b>6</b>	P04
<b>7</b>	P05
<b>8</b>	P06
<b>9</b>	P07
<b>10</b>	P02.01
<b>11</b>	P02.02

**Tabella rami**

**Nodo Ramo**

<b>1-2</b>	P.F.-Pe8
<b>2-3</b>	Pe8-P01
<b>3-4</b>	P01-P02
<b>4-5</b>	P02-P03
<b>5-6</b>	P03-P04
<b>6-7</b>	P04-P05
<b>8-9</b>	P06-P07
<b>4-10</b>	P02-P02.1
<b>10-11</b>	P02.1-P02.2

\* Nel punto 1 (Punto fittizio) si è imposto una pressione di 11 atm.

## 4.1 Legende dei simboli utilizzati nelle tabelle

### Legenda dei tipi di materiali

Simbolo	Descrizione	Misura
n.	Indice del materiale	
Nome	Nome del tipo di materiale	
Stato	Stato di usura del materiale	
Formula	Tipo di formula utilizzata	
alfa	Coefficiente alfa della formula	
k	Coefficiente k della formula	
n	Coefficiente n della formula	
m	Coefficiente m della formula	

### Legenda dei tipi di valvole

Simbolo	Descrizione	Misura
n.	Indice del tipo valvola	
Nome	Nome del tipo valvola	
ø	Diametro interno della valvola	mm
k	Coefficiente di perdita localizzata	
Dh	Perdita di carico imposta	m

### Legenda dei nodi

Simbolo	Descrizione	Misura
n.	Indice del nodo	
Tipo	Tipo di nodo: generico o serbatoio	
X	Coordinata X del nodo	m
Y	Coordinata Y del nodo	m
Z	Coordinata Z del nodo	m
Hpi	Altezza piezometrica iniziale (solo per nodi serbatoi)	m
Q	Portata di servizio uscente dal nodo	l/s
Hs	Altezza statica nel nodo	m
Hp	Altezza piezometrica nel nodo	m
Ht	Quota piezometrica totale nel nodo	m
P	Pressione nel nodo	kg/mq

### Legenda dei rami

Simbolo	Descrizione	Misura
n.	Indice del ramo	
Nodi	Indici dei due nodi di estremità i - j	
Materiale	Indice e nome del materiale utilizzato	
L	Lunghezza del ramo	m
ø	Diametro interno della tubazione	mm
Q	Portata in transito nel ramo	l/s
V	Velocità media del flusso	m/s
dir	Direzione del flusso rispetto al verso i-j del ramo: + concorde, - discorde	
J	Cadente	%
DH'	Perdita di carico continua sul ramo: + per flusso da i->j	m
DH"	Perdita o guadagno di carico per effetto del dispositivo agente sul ramo - Nel caso di valvola la perdita DH" è di segno concorde con DH' - Nel caso di pompa il guadagno DH" è di segno discorde con DH'	m
DH	Perdita di carico totale sul ramo $DH = DH' + DH''$	m

### Legenda delle valvole

Simbolo	Descrizione	Misura
Ramo	Indice del ramo su cui agisce	
Tipo	Indice e nome del tipo di valvola utilizzato	
Pos	Posizione relativa sul ramo in % della lunghezza	%L
k	Coefficiente di perdita localizzata	
DHo	Perdita di carico fissa	m
Velocità	Velocità del flusso all'interno della valvola	m/s
DH	Perdita di carico localizzata nella valvola	m



## 5. VERIFICHE IDRAULICHE TUBAZIONE

### 5.1 Condizione 1: Verifica tubazione nuova portata Q=6,89 l/s

#### Dati generali della rete

Rete: **Greschmatten**  
Comune: **Gressoney-Saint-Jean**

#### Condizione 1: Tubazioni nuove C=150

Tipi di materiali: 1 PE100 SDR11-PN16

Tipi di valvole: 1 Riduttore di pressione

Numero di nodi: 11

Numero di rami: 9

Numero di valvole attive: 1 (Riduttore di pressione)

Portata totale distribuita: 0.017 mc/s

Volume totale di invaso: 4.958 mc

Lunghezza totale dei rami: 546.00 m

#### Tabella nodi

n.	Tipo	X m	Y m	Z m	Hpi m	Q l/s	Hs m	Hp m	Ht m	P kg/mq
1	serbatoio	8756,00	9615,00	1490,00	0,00	-6,89	0,000	0,000	1490,000	0,00
2	generico	8755,00	9614,00	1379,00		0,00	111,000	110,998	1489,998	110998,02
3	generico	8840,00	9373,00	1374,00		0,44	116,000	115,403	1489,403	115402,81
4	generico	8832,00	9417,00	1374,00		0,77	116,000	53,814	1427,814	53814,10
5	generico	8820,00	9449,00	1374,00		0,77	116,000	52,957	1426,957	52957,40
6	generico	8810,00	9467,00	1375,00		1,08	115,000	51,605	1426,605	51604,79
7	generico	8802,00	9488,00	1375,00		0,88	115,000	51,396	1426,396	51396,06
8	generico	8800,00	9507,00	1376,00		0,88	114,000	50,279	1426,279	50278,54
9	generico	8796,00	9533,00	1375,00		1,54	115,000	51,228	1426,228	51227,66
10	generico	8851,00	9417,00	1374,00		0,22	116,000	53,774	1427,774	53773,56
11	generico	8866,00	9420,00	1374,00		0,31	116,000	53,442	1427,442	53441,54

#### Tabella rami

n.	Nodi	Materiale	L m	ø mm	Q l/s	V m/s	dir	J %	DH' m	DH'' m	DH m
1	1 2	1: Materie plastiche	1,00	130,8	6,89	0,51	+	0,20	0,00	0,00	0,002
2	2 3	1: Materie plastiche	300,00	130,8	6,89	0,51	+	0,20	0,60	0,00	0,595
3	3 4	1: Materie plastiche	55,00	73,6	6,45	1,52	+	2,89	1,59	60,00	61,589
4	4 5	1: Materie plastiche	45,00	73,6	5,15	1,21	+	1,90	0,86	0,00	0,857
5	5 6	1: Materie plastiche	25,00	73,6	4,38	1,03	+	1,41	0,35	0,00	0,353
6	6 7	1: Materie plastiche	25,00	73,6	3,30	0,78	+	0,83	0,21	0,00	0,209
7	7 8	1: Materie plastiche	25,00	73,6	2,42	0,57	+	0,47	0,12	0,00	0,118
8	8 9	1: Materie plastiche	25,00	73,6	1,54	0,36	+	0,20	0,05	0,00	0,051
9	4 10	1: Materie plastiche	25,00	51,4	0,53	0,26	+	0,16	0,04	0,00	0,041
10	10 11	1: Materie plastiche	20,00	26,0	0,31	0,58	+	1,66	0,33	0,00	0,332

#### Tabella valvole

Ramo	Tipo	Pos %L	k	Dho m	Velocità m/s	DH m
3	1: Valvola1	5	0.001	60.00	1.28	60.00

## 5.2 Condizione 2: Verifica tubazione usata portata Q=6.89 l/s

### Dati generali della rete

Rete: **Greschmatten**

Comune: **Gressoney-Saint-Jean**

### Condizione 2: Tubazioni nuove C=100

Tipi di materiali: 1 PE100 SDR11-PN16

Tipi di valvole: 1 Riduttore di pressione

Numero di nodi: 11

Numero di rami: 9

Numero di valvole attive: 1 (Riduttore di pressione)

Portata totale distribuita: 0.007 mc/s

Volume totale di invaso: 4.958 mc

Lunghezza totale dei rami: 546.00 m

### Tabella nodi

n.	Tipo	X m	Y m	Z m	Hpi m	Q l/s	Hs m	Hp m	Ht m	P kg/mq
1	serbatoio	8756,00	9615,00	1490,00	0,00	-6,89	0,000	0,000	1490,000	0,00
2	generico	8755,00	9614,00	1379,00		0,00	111,000	110,998	1489,998	110997,75
3	generico	8840,00	9373,00	1374,00		0,44	116,000	115,323	1489,323	115322,70
4	generico	8832,00	9417,00	1374,00		0,77	116,000	53,521	1427,521	53520,90
5	generico	8820,00	9449,00	1374,00		0,77	116,000	52,549	1426,549	52549,28
6	generico	8810,00	9467,00	1375,00		1,08	115,000	51,149	1426,149	51149,36
7	generico	8802,00	9488,00	1375,00		0,88	115,000	50,913	1425,913	50912,64
8	generico	8800,00	9507,00	1376,00		0,88	114,000	49,779	1425,779	49779,35
9	generico	8796,00	9533,00	1375,00		1,54	115,000	50,722	1425,722	50721,64
10	generico	8851,00	9417,00	1374,00		0,22	116,000	53,475	1427,475	53474,91
11	generico	8866,00	9420,00	1374,00		0,31	116,000	53,098	1427,098	53098,36

### Tabella rami

n.	Nodi	Materiale	L m	Ø mm	Q l/s	V m/s	dir	J %	DH' m	DH'' m	DH m
1	1 2	1: Materie plastiche	1,00	130,8	6,89	0,51	+	0,23	0,00	0,00	0,002
2	2 3	1: Materie plastiche	300,00	130,8	6,89	0,51	+	0,23	0,68	0,00	0,675
3	3 4	1: Materie plastiche	55,00	73,6	6,45	1,52	+	3,28	1,80	60,00	61,802
4	4 5	1: Materie plastiche	45,00	73,6	5,15	1,21	+	2,16	0,97	0,00	0,972
5	5 6	1: Materie plastiche	25,00	73,6	4,38	1,03	+	1,60	0,40	0,00	0,400
6	6 7	1: Materie plastiche	25,00	73,6	3,30	0,78	+	0,95	0,24	0,00	0,237
7	7 8	1: Materie plastiche	25,00	73,6	2,42	0,57	+	0,53	0,13	0,00	0,133
8	8 9	1: Materie plastiche	25,00	73,6	1,54	0,36	+	0,23	0,06	0,00	0,058
9	4 10	1: Materie plastiche	25,00	51,4	0,53	0,26	+	0,18	0,05	0,00	0,046
10	10 11	1: Materie plastiche	20,00	26,0	0,31	0,58	+	1,88	0,38	0,00	0,377

### Tabella valvole

Ramo	Tipo	Pos %L	k	Dho m	Velocità m/s	DH m
3	1: Valvola1	5	0.001	60.00	1.28	60.00

### 5.3 Condizione 3: Verifica tubazione nuova portata minima Q=0,40 l/s

Dati generali della rete  
Rete: **Greschmatten**  
Comune: **Gressoney-Saint-Jean**

Condizione 3: Tubazioni nuove C=150  
Tipi di materiali: 1 PE100 SDR11-PN16  
Tipi di valvole: 1 Riduttore di pressione  
Numero di nodi: 11  
Numero di rami: 9  
Numero di valvole attive: 1 (Riduttore di pressione)

Portata totale distribuita: 0.003 mc/s  
Volume totale di invaso: 4.958 mc  
Lunghezza totale dei rami: 546.00 m

**Tabella nodi**

n.	Tipo	X m	Y m	Z m	Hpi m	Q l/s	Hs m	Hp m	Ht m	P kg/mq
1	serbatoio	8756,00	9615,00	1490,00	0,00	-3,40	0,000	0,000	1490,000	0,00
2	generico	8755,00	9614,00	1379,00		0,00	111,000	110,999	1489,999	110999,46
3	generico	8840,00	9373,00	1374,00		3,00	116,000	115,839	1489,839	115838,55
4	generico	8832,00	9417,00	1374,00		0,00	116,000	55,829	1429,829	55829,33
5	generico	8820,00	9449,00	1374,00		0,00	116,000	55,827	1429,827	55827,24
6	generico	8815,00	9467,00	1375,00		0,00	115,000	54,826	1429,826	54826,08
7	generico	8807,00	9488,00	1375,00		0,00	115,000	54,825	1429,825	54824,92
8	generico	8800,00	9507,00	1376,00		0,00	114,000	53,824	1429,824	53823,76
9	generico	8796,00	9533,00	1375,00		0,20	115,000	54,823	1429,823	54822,60
10	generico	8851,00	9417,00	1374,00		0,00	116,000	55,823	1429,823	55822,66
11	generico	8866,00	9420,00	1374,00		0,20	116,000	55,675	1429,675	55675,21

**Tabella rami**

n.	Nodi	Materiale	L m	Ø mm	Q l/s	V m/s	dir	J %	DH' m	DH'' m	DH m
1	1 2	1: Materie plastiche	1,00	130,8	3,40	0,25	+	0,05	0,00	0,00	0,001
2	2 3	1: Materie plastiche	300,00	130,8	3,40	0,25	+	0,05	0,16	0,00	0,161
3	3 4	1: Materie plastiche	55,00	73,6	0,40	0,09	+	0,02	0,01	60,00	60,009
4	4 5	1: Materie plastiche	45,00	73,6	0,20	0,05	+	0,00	0,00	0,00	0,002
5	5 6	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,00	0,00	0,00	0,001
6	6 7	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,00	0,00	0,00	0,001
7	7 8	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,00	0,00	0,00	0,001
8	8 9	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,00	0,00	0,00	0,001
9	4 10	1: Materie plastiche	25,00	51,4	0,20	0,10	+	0,03	0,01	0,00	0,007
10	10 11	1: Materie plastiche	20,00	26,0	0,20	0,38	+	0,74	0,15	0,00	0,147

**Tabella valvole**

Ramo	Tipo	Pos %L	k	Dho m	Velocità m/s	DH m
3	1: Valvola1	5	0.001	60.00	0.08	60.00

## 5.4 Condizione 4: Verifica tubazione usata portata minima Q=0,40 l/s

Dati generali della rete  
Rete: **Greschmatten**  
Comune: **Gressoney-Saint-Jean**

Condizione 4: Tubazioni nuove C=100  
Tipi di materiali: 1 PE100 SDR11-PN16  
Tipi di valvole: 1 Riduttore di pressione  
Numero di nodi: 11  
Numero di rami: 9  
Numero di valvole attive: 1 (Riduttore di pressione)

Portata totale distribuita: 0.003 mc/s  
Volume totale di invaso: 4.958 mc  
Lunghezza totale dei rami: 546.00 m

### Tabella nodi

n.	Tipo	X m	Y m	Z m	Hpi m	Q l/s	Hs m	Hp m	Ht m	P kg/mq
1	serbatoio	8756,00	9615,00	1490,00	0,00	-3,40	0,000	0,000	1490,000	0,00
2	generico	8755,00	9614,00	1379,00		0,00	111,000	110,999	1489,999	110999,39
3	generico	8840,00	9373,00	1374,00		3,00	116,000	115,817	1489,817	115816,90
4	generico	8832,00	9417,00	1374,00		0,00	116,000	55,806	1429,806	55806,44
5	generico	8820,00	9449,00	1374,00		0,00	116,000	55,804	1429,804	55804,07
6	generico	8815,00	9467,00	1375,00		0,00	115,000	54,803	1429,803	54802,75
7	generico	8807,00	9488,00	1375,00		0,00	115,000	54,801	1429,801	54801,44
8	generico	8800,00	9507,00	1376,00		0,00	114,000	53,800	1429,800	53800,12
9	generico	8796,00	9533,00	1375,00		0,20	115,000	54,799	1429,799	54798,80
10	generico	8851,00	9417,00	1374,00		0,00	116,000	55,799	1429,799	55798,87
11	generico	8866,00	9420,00	1374,00		0,20	116,000	55,632	1429,632	55631,64

### Tabella rami

n.	Nodi	Materiale	L m	ø mm	Q l/s	V m/s	dir	J %	DH' m	DH'' m	DH m
1	1 2	1: Materie plastiche	1,00	130,8	3,40	0,25	+	0,06	0,00	0,00	0,001
2	2 3	1: Materie plastiche	300,00	130,8	3,40	0,25	+	0,06	0,18	0,00	0,182
3	3 4	1: Materie plastiche	55,00	73,6	0,40	0,09	+	0,02	0,01	60,00	60,010
4	4 5	1: Materie plastiche	45,00	73,6	0,20	0,05	+	0,01	0,00	0,00	0,002
5	5 6	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,01	0,00	0,00	0,001
6	6 7	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,01	0,00	0,00	0,001
7	7 8	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,01	0,00	0,00	0,001
8	8 9	1: Materie plastiche	25,00	73,6	0,20	0,05	+	0,01	0,00	0,00	0,001
9	4 10	1: Materie plastiche	25,00	51,4	0,20	0,10	+	0,03	0,01	0,00	0,008
10	10 11	1: Materie plastiche	20,00	26,0	0,20	0,38	+	0,84	0,17	0,00	0,167

### Tabella valvole

Ramo	Tipo	Pos %L	k	Dho m	Velocità m/s	DH m
3	1: Valvola1	5	0.001	60.00	0.08	60.00

Nella condotta di distribuzione (Rami a valle di P01 compresi tra P01 e P07), la condizione con pressione massima si verifica con la condizione 3 (tubazione nuova, portata Q=0,40 l/s), condizione idraulica quasi stazionaria. Tale condizione si manifesta quando l'erogazione dell'acqua avviene solamente dalle due fontane pubbliche (tutte le altre utenze non erogano acqua), condizione che può manifestarsi di notte. La pressione massima nei pozzetti oscilla tra  $P_{max} = 5.4-5.6$  atm.

La pressione minima nella condotta di distribuzione oscilla tra  $P_{min} = 5,0-5,3$  atm si manifesta con la condizione 2 (tubazione usata portata massima Q=6,89 l/s sulla diretta e ). La pressione minima si manifesta nel pozzetto P07. Tale situazione si manifesterà in futuro, come detto, con tubazione usate e con le portate massime ipotizzate. Per regolare la pressione all'interno dell'abitato di Greschmatten si potrà comunque intervenire sulla regolazione del riduttore di pressione situato nel pozzetto P01.

## 6. VERIFICA SOVRAPRESSIONE COLPO D'ARIE

La verifica viene effettuata ipotizzando una chiusura/apertura di una saracinesca posta nel pozzetto P01 sulla linea principale. Tale tubazione dal P01 per un tratto di 300 m è in PE DN 160 PN16 L= 300 m, mentre per la restante parte, circa 1030 m, risulta essere in acciaio DN 125. La pressione statica in P01 è pari a 11,50 bar.

La condizione per la quale si genera sovrappressione in condotta per il fenomeno del colpo d'ariete si manifesta quando si effettua una manovra di chiusura/apertura nel pozzetto P01, con la massima velocità del fluido in condotta. La velocità massima del fluido in condotta si è calcolata ipotizzando la seguente portata:

Popolazione futura residente alimentata dalla condotta in oggetto pari a: 180 abitanti

Popolazione futura fluttuante alimentata dalla condotta in oggetto pari a: 500 abitanti

680 abitanti

Residenti + fluttuanti a lungo termine:  $\bar{Q}' = (680 \cdot 350) / 86400 = 2,75 \text{ l/s}$

Coeff. moltiplicativo calcolato come nel punto 3.2.2.  $\bar{Q}' = 2.75 \cdot 5,83 = 6,49 \text{ l/s} = 16.03 \text{ l/s}$

Di seguito si riportano la verifica delle sovrappressioni che si generano nella condotta per effetto di discontinuità nel moto del fluido dovuto conseguente a di manovre causate dall'apertura / chiusura di valvole.

Velocità di propagazione delle perturbazioni 
$$a = \frac{c_0}{\sqrt{1 + \frac{D_e E_a}{s E_s}}}$$

Tempo critico 
$$t_c = \frac{2L}{a}$$

Sovrappressioni per azioni brusche 
$$\Delta p_a = a \cdot v \cdot \rho_a$$

Sovrappressioni per operazioni lente 
$$\Delta p_a = \frac{2Lv\rho_a}{t_r}$$

Con :

$E_a$  = Modulo di compressibilità del fluido

$E_s$  = Modulo di elasticità a breve termine del materiale della tubazione

$D_e$  = Diametro esterno tubazione

$s$  = Spessore della tubazione

$c_0$  = Celerità del suono nel fluido

$v$  = Velocità dell'acqua

$\rho_a$  = Densità dell'acqua

Il tempo di regolazione della portata è stato valutato ipotizzando che la chiusura della saracinesca di linea avvenga manualmente con una velocità di chiusura (a favore di sicurezza) pari a 1 giro di volantino al secondo.

DN mm	L mm	Giri (*) n.
40	240	10.0
50	250	12.5
65	270	13.0
80	280	16.0
100	300	20.0
125	325	25.0
150	350	30.0
200	400	33.0
250	450	45.0
300	500	50.0

Figura 1: Tabella con indicante in n° di giri occorrenti per la chiusura di una saracinesca in funzione del diametro

Diametro nominale (esterno) del tubo in PEAD100	DN	=	160	[mm]
Spessore tubo	s	=	14,6	[mm]
Diametro interno del tubo	d <sub>i</sub>	=	130,8	[mm]
Lunghezza della tubazione a monte del punto di manovra	L*	=	1230	[m]
Tempo di regolazione della portata (ipotesi)	t <sub>r</sub>	=	30	[sec]
Modulo di elasticità a breve termine del materiale della tubazione	E <sub>s</sub>	=	0,90	[GPa]
Modulo di compressibilità del fluido	E <sub>a</sub>	=	2,03	[GPa]
Densità dell'acqua	ρ <sub>a</sub>	=	1000	[kg/m <sup>3</sup> ]
Velocità del suono nell'acqua a 15° C	C	=	1420	[m/sec]
Accelerazione di gravità pari	g	=	9,81	[m/sec <sup>2</sup> ]
Velocità del fluido	v	=	1,27	[m/sec]
Area sezione trasversale tubo	A	=	0,0134	[m <sup>2</sup> ]
Velocità di propagazione della perturbazione	c	=	280,01	[m/sec]
Tempo critico	t <sub>c</sub>	=	8,79	[sec]
Tipo manovra		=	t <sub>r</sub> > t <sub>c</sub>	Lenta
<b>Sovrappressione per operazioni lente (equazione di Michaud)</b>	<b>Δp<sub>a</sub></b>	=	106 157	[Pa]
<b>2*(L-l)*v/(g*t)</b>		=	<b>1,06</b>	<b>bar</b>

**Sovrappressione per operazioni brusche (equazione di Allievi)** Δp<sub>a</sub> = 355 607 [Pa]  
= **3,56** (10 m c.a.= 1 bar)

La massima pressione in condotta va calcolata come somma fra la pressione in condizioni stazionarie e la sovrappressione per colpo d'ariete.

$$P_{\max} = H_{\text{tot}} + \Delta p_a \text{ [m H}_2\text{O]}$$

Secondo le formule riportate sopra, la sovrappressione dovuta al colpo di ariete risulta pari a:

$$\Delta p_a = 2,85 \text{ bar}$$

$$P_{\max} = 11,50 + 1,06 = 12,56 \text{ bar}$$

I tubi utilizzati in progetto sono in PE 100 PN16 con condizioni di impiego pressione massima ammissibile PMA [bar] con temperatura del fluido minore di 20° pari a 16 bar:

Temperatura del fluido	Pressione massima di esercizio [bar]				
	PN 6	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 25
≤20	6,0	10,0	12,5	16,0	25,0
30	5,2	8,7	10,8	13,9	21,7
40	4,4	7,4	9,2	11,8	18,5

Pertanto:  $P_{\max} < PMA$  ----> 12,56 bar < 16 bar Verificato

Ing. Gachet Paolo