

Piano di Ambito dell'ATO della Provincia di Varese



**R09 – Simulazione idraulica
delle reti di acquedotto**

Sommario

1. Introduzione	2
2. Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet	6
2.1. Criteri metodologici	9
3. Risultati delle simulazioni	38

1. Introduzione

Per approfondire la conoscenza del funzionamento delle reti idriche esistenti ed individuare gli interventi migliorativi in grado di garantire il miglior equilibrio delle pressioni e delle portate circolanti nelle reti di distribuzione, in relazione anche alle previsioni di Piano in termini di dotazioni idriche e carichi piezometrici ottimali, sono state effettuate le verifiche idrauliche delle reti per le quali è stato possibile realizzare la modellazione idraulica utilizzando il software EPANET.

In particolare, essendo 4794 km la lunghezza complessiva delle reti di adduzione e distribuzione esistenti a servizio del territorio dell'Ambito, risulta che:

- gli schemi idrici modellati con il software EPANET presentano una lunghezza totale di 2085 km, corrispondente al 43% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'ATO;
- non è stato possibile procedere con la modellazione degli altri schemi di acquedotto esistenti in quanto durante la ricognizione non sono state acquisite le informazioni necessarie e sufficienti per l'applicazione delle metodologie su esposte.

Di seguito si riporta l'elenco dei n. 63 schemi idrici per i quali il funzionamento idraulico è stato verificato effettuando le simulazioni idrauliche secondo i criteri definiti nei paragrafi seguenti.

Tabella 1 – Elenco schemi di acquedotto/comuni serviti modellati con Epanet

ID Acquedotto	Denominazione	Comuni serviti
11001	ACQUEDOTTO di COCQUIO-TREVISAGO	COCQUIO-TREVISAGO
11002	ACQUEDOTTO di BREZZO DI BEDERO	BREZZO DI BEDERO
11004	ACQUEDOTTO di CASTELVECCANA	CASTELVECCANA
11005	ACQUEDOTTO di GERMIGNAGA	GERMIGNAGA
11008	ACQUEDOTTO di MACCAGNO	MACCAGNO
11012	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - Capoluogo	CASALZUIGNO - Capoluogo
11025	ACQUEDOTTO di CUGLIATE-FABIASCO	CUGLIATE-FABIASCO
11026	ACQUEDOTTO di CUNARDO	CUNARDO
11030	ACQUEDOTTO di FERRERA DI VARESE	FERRERA DI VARESE
11252	ACQUEDOTTO di MARNATE	MARNATE
11254	ACQUEDOTTO di FAGNANO OLONA	FAGNANO OLONA
11256	ACQUEDOTTO di OLGiate OLONA	OLGIATE OLONA
11261	ACQUEDOTTO di CASTRONNO	CASTRONNO
11266	ACQUEDOTTO di ARSAGO SEPRIO	ARSAGO SEPRIO

ID Acquedotto	Denominazione	Comuni serviti
11270	ACQUEDOTTO di GOLASECCA	GOLASECCA
11271	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO	SOMMA LOMBARDO
11272	ACQUEDOTTO di CASORATE SEMPIONE	CASORATE SEMPIONE
11274	ACQUEDOTTO di VIZZOLA TICINO	VIZZOLA TICINO
11500	ACQUEDOTTO di ARCISATE	ARCISATE
11501	ACQUEDOTTO di BESANO	BESANO
11508	ACQUEDOTTO di CARONNO PERTUSELLA	CARONNO PERTUSELLA
11510	ACQUEDOTTO di CASTIGLIONE OLONA	CASTIGLIONE OLONA
11511	ACQUEDOTTO di CISLAGO	CISLAGO
11515	ACQUEDOTTO di GERENZANO	GERENZANO
11516	ACQUEDOTTO di GORNATE OLONA	GORNATE OLONA
11522	ACQUEDOTTO di MARZIO	MARZIO
11524	ACQUEDOTTO di ORIGGIO	ORIGGIO
11527	ACQUEDOTTO di SARONNO	SARONNO
11528	ACQUEDOTTO di SOLBIATE ARNO	SOLBIATE ARNO
11529	ACQUEDOTTO di TRADATE	TRADATE
11530	ACQUEDOTTO di UBOLDO	UBOLDO
11531	ACQUEDOTTO di VEDANO OLONA	VEDANO OLONA
11748	ACQUEDOTTO di VIGGIU' - CLIVIO - SALTRIO	VIGGIU', CLIVIO e SALTRIO
11753	ACQUEDOTTO di LAVENO MOMBELLO	LAVENO MOMBELLO
11756	ACQUEDOTTO di SANGIANO	SANGIANO
11770	ACQUEDOTTO di CADREZZATE	CADREZZATE
11771	ACQUEDOTTO di BREBBIA	BREBBIA
11774	ACQUEDOTTO di RANCO	RANCO
11775	ACQUEDOTTO di ANGERA	ANGERA
11784	ACQUEDOTTO di DAVERIO	DAVERIO
11786	ACQUEDOTTO di VARANO BORGHI	VARANO BORGHI
11787	ACQUEDOTTO di VERGIATE	VERGIATE
11805	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO - fraz. Coarezza	SOMMA LOMBARDO - fraz. Coarezza
11806	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO - fraz. Case Nuove	SOMMA LOMBARDO - fraz. Case Nuove
11808	ACQUEDOTTO di CITTIGLIO	CITTIGLIO
11810	ACQUEDOTTO di DUNO e CUVEGLIO	DUNO e CUVEGLIO
11811	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - fraz. Arcumeggia	CASALZUIGNO - fraz. Arcumeggia
11812	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - fraz. Cariola	CASALZUIGNO - fraz. Cariola
11815	ACQUEDOTTO di MONVALLE	MONVALLE
11824	ACQUEDOTTO di GALLIATE LOMBARDO	GALLIATE LOMBARDO

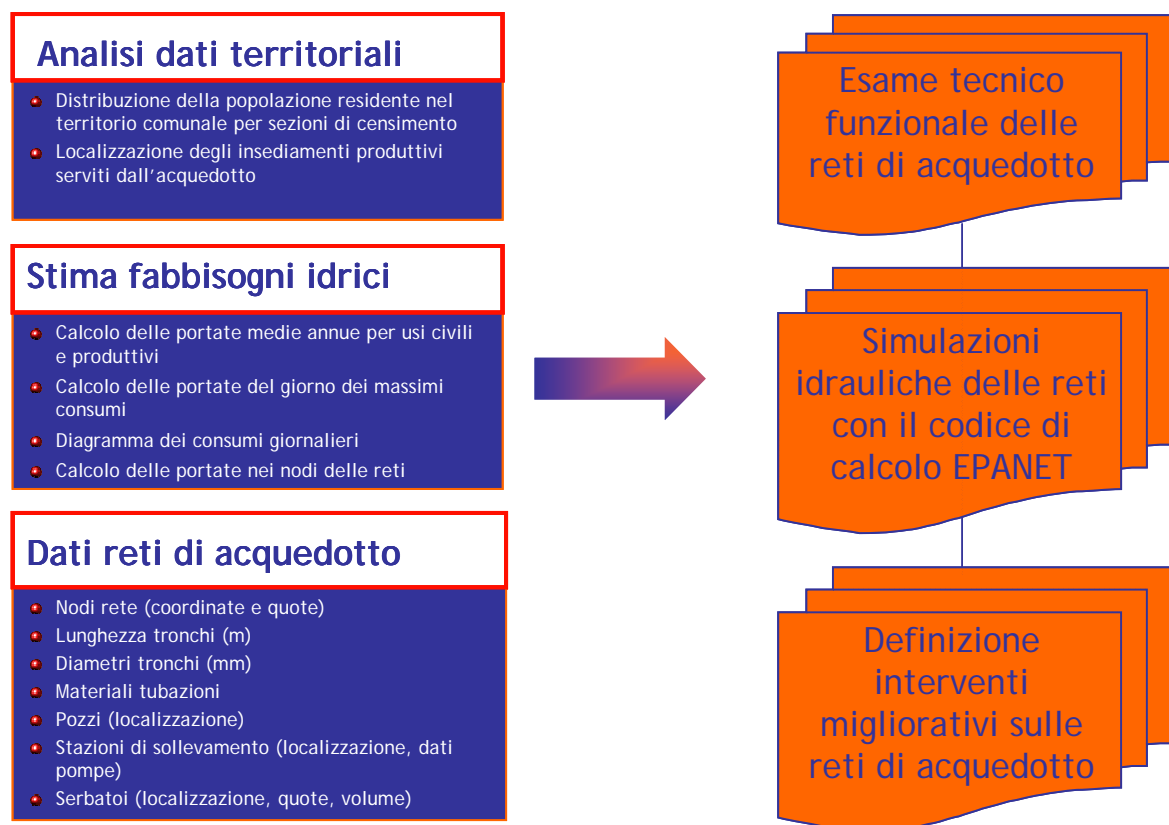
ID Acquedotto	Denominazione	Comuni serviti
11825	ACQUEDOTTO di CAZZAGO BRABBIA	CAZZAGO BRABBIA
11826	ACQUEDOTTO di INARZO	INARZO
11828	ACQUEDOTTO di LAVENO MOMBELLO - fraz. Casere	LAVENO MOMBELLO - fraz. Casere
11831	ACQUEDOTTO di JERAGO CON ORAGO	JERAGO CON ORAGO
11832	ACQUEDOTTO di BESNATE	BESNATE
11834	ACQUEDOTTO di CANTELLO	CANTELLO
11836	ACQUEDOTTO di LOZZA	LOZZA
11838	ACQUEDOTTO di AZZATE	AZZATE
11839	ACQUEDOTTO di GAZZADA SCHIANNO	GAZZADA SCHIANNO
11840	ACQUEDOTTO di BUGUGGIATE	BUGUGGIATE
11841	ACQUEDOTTO di CARONNO VARESINO	CARONNO VARESINO
11900	ACQUEDOTTO BARZA	
		ANGERA
		BREBBIA
		CADREZZATE
		CASALE LITTA
		CAZZAGO BRABBIA
		CROSIO DELLA VALLE
		fraz. CAPRONNO
		fraz. LENTATE
		GALLIATE LOMBARDO
		INARZO
		ISPRA
		MORNAGO
		OSMATE
		RANCO
		TERNATE
		TRAVEDONA MONATE
		VARANO BORGHI
11901	ACQUEDOTTO ARNONA	
		CARNAGO
		CASTIGLIONE OLONA
		GORNATE OLONA
		LONATE CEPPINO
		LOZZA
		MORAZZONE
		VEDANO OLONA
		VENEGONO INFERIORE

R09 – Simulazione idraulica delle reti di acquedotto

Dalle simulazioni e verifiche idrauliche effettuate è emerso che le condotte non adeguate a garantire una buona funzionalità dei sistemi idrici esaminati presentano una lunghezza complessiva di 691 km, corrispondente a circa il 14.% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'ATO.

2. Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet

Le diverse fasi di lavoro svolte per simulare il funzionamento idraulico delle reti di acquedotto comunali e intercomunali con il codice di calcolo EPANET sono sintetizzate nello schema seguente.



L'analisi dei dati territoriali per sezioni di censimento Istat 2001 svolta preliminarmente ha consentito di individuare in ogni comune le aree urbanizzate e quelle in cui sono localizzati gli insediamenti produttivi che si può ipotizzare siano serviti dagli acquedotti comunali.

Dalla stima del fabbisogno idrico annuo svolta a livello comunale, a partire dai dati di popolazione residente e fluttuante, dal numero di addetti delle unità locali, dalla estensione delle aree produttive e dalle dotazioni idriche, sono stati ricavati i valori delle portate medie annue, e da queste, adottando un set di coefficienti variabili in funzione della classe demografica del comune, sono state ricavate le portate di calcolo $Q[acq(civ)]$ e $Q[acq(prod)]$, riferite al giorno dei massimi consumi, utilizzate successivamente nella verifica idraulica delle reti di acquedotto. Tali portate sono state quindi distribuite nel territorio servito dall'acquedotto in esame in funzione della popolazione residente in ciascuna sezione di censimento.

I dati tecnici di base dell'acquedotto (materiali, diametri, lunghezze, ecc.) necessari per la schematizzazione delle reti con il codice di calcolo adottato, sono stati desunti dal SIT aggiornato.

Il codice di calcolo utilizzato per le verifiche idrauliche è EPANET, un programma che esegue simulazioni di lungo periodo del comportamento idraulico dell'acqua nei sistemi di distribuzione.

Le principali caratteristiche di EPANET, il cui motore di calcolo è stato sviluppato dalla Water Supply and Water Resources Division del National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development del U.S. Environmental Protection Agency, sono le seguenti:

- permette di definire il comportamento idraulico nelle reti in pressione per periodi di tempo estesi ed in corrispondenza di singoli eventi;
- richiede la schematizzazione della rete in un sistema di tubi, nodi, pompe, valvole, serbatoi, reservoir;
- calcola la portata in ogni tubo, la pressione ad ogni nodo, l'altezza d'acqua in ogni serbatoio durante il periodo di simulazione, con la possibilità di utilizzare più intervalli di tempo;
- permette di avere un ambiente di lavoro integrato sotto Windows in cui è agevole gestire sia l'input dei dati che definiscono la rete, sia le simulazioni di calcolo, sia la rappresentazione dei risultati finali in più formati grafici. Questi ultimi possono includere rappresentazioni della rete a colori per una più immediata comprensione dei risultati, tabelle riassuntive con i risultati della simulazione, curve di livello e grafici che descrivono l'andamento nell'intervallo temporale di simulazione delle grandezze di interesse .
- possiede le seguenti capacità:
 - o nessun limite nella estensione e nel numero di tratti della rete idraulica che deve essere analizzata;
 - o calcolo delle perdita di carico mediante l'utilizzo delle equazioni di Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning;
 - o calcolo delle perdite di carico dovute a curve, restringimenti, raccordi, etc.;
 - o utilizzo di pompe a velocità della girante costante o variabile;
 - o calcolo del consumo energetico e del costo dell'energia consumata per ogni pompa;

R09 – Simulazione idraulica delle reti di acquedotto

- possibilità di definire qualsiasi tipo di valvole incluse quelle di intercettazione, di controllo, regolatrici di pressione e di portata;
- possibilità di definire serbatoi di qualsiasi forma;
- possibilità di gestire la variazione temporale dei fabbisogni idrici nell'arco della giornata e, più in generale, nell'arco del periodo di simulazione;
- possibilità di definire sprinkler, diffusori, ugelli e manufatti simili;
- gestione delle prestazioni e delle caratteristiche operative della rete idrica in base alla definizione di controlli semplici (basati ad esempio sul livello idrico in un serbatoio) oppure di controlli avanzati.

Nella figura seguente è riportato lo sviluppo planimetrico delle reti di acquedotto nel territorio dell'ATO della Provincia di Varese.

Analisi dei dati territoriali

In tale fase preliminare a ciascuna sezione di censimento Istat 2001 servita dalla rete di acquedotto in esame sono state associate la popolazione residente e l'estensione degli insediamenti produttivi (industriali, commerciali, artigianali).

Calcolo delle portate di verifica delle reti di acquedotto

La portata di calcolo utilizzata nelle verifiche idrauliche delle reti di acquedotto comunali e intercomunali esistenti è stata determinata attraverso le elaborazioni descritte di seguito.

- Calcolo della *portata media annua Qma*, distinta tra usi civili e produttivi soddisfatti dall'acquedotto, ricavata dal fabbisogno idrico medio annuo (espresso in mc/anno) stimato a livello comunale (si veda a tal proposito l'Elaborato R05 - Analisi della domanda attuale e futura dei servizi idrici):
 - o $Q_{ma} [civ1]$ = portata media annua dovuta alla popolazione residente (a), stabile non residente (b) e fluttuante (c)
 - o $Q_{ma} [civ2]$ = portata media annua dovuta ai pendolari per studio e per lavoro (d)
 - o $Q_{ma} [prod]$ = portata media annua dovuta alle attività produttive servite dall'acquedotto (e-f)

Il calcolo della Q_{ma} a partire dal fabbisogno idrico stimato espresso in mc/anno è ottenuto applicando la seguente formula:

$$Q_{ma} [...] = \frac{\text{Fabbisogno idrico medio annuo [...]}}{365 \cdot 86,4} \quad [l/s]$$

Nella seguente tabella sono riportati i valori delle portate medie annue per tutti i comuni dell'ATO riferite allo scenario attuale (stime su dati Istat 2010):

Tabella 1 – Portate medie annue per usi civili e produttivi nello scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
COMUNE	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
	l/s	l/s	l/s
Agra	1,4	0,03	0,0
Albizzate	16,4	0,33	3,4
Angera	19,9	0,65	4,1
Arcisate	35,7	0,58	7,3
Arsago Seprio	14,8	0,35	3,0
Azzate	13,3	0,33	2,7
Azzio	2,3	0,03	0,5
Barasso	5,5	0,13	1,1
Bardello	4,7	0,09	1,0
Bedero Valcuvia	2,1	0,02	0,3
Besano	7,6	0,07	0,3
Besnate	17,1	0,31	3,5
Besozzo	30,7	0,66	6,3
Biandronno	10,1	0,18	2,0
Bisuschio	12,8	0,46	2,7
Bodio Lomnago	6,5	0,18	1,3
Brescia	10,4	0,18	2,1
Bregano	2,4	0,01	0,0
Brenta	5,4	0,04	0,5
Brezzo di Bedero	4,0	0,04	0,8
Brinzio	2,8	0,03	0,0
Brissago-Valtravaglia	4,1	0,13	0,8
Brunello	3,3	0,09	0,7
Brusimpiano	3,8	0,05	0,3
Buguggiate	9,8	0,32	2,0
Busto Arsizio	309,4	11,30	64,1
Cadegliano-Viconago	6,1	0,16	0,0
Cadrezzate	5,4	0,10	1,1
Cairate	25,8	0,52	5,3
Cantello	14,0	0,30	2,9
Caravate	8,1	0,14	1,7

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
COMUNE	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
	l/s	l/s	l/s
Cardano al Campo	49,1	0,76	10,0
Carnago	20,2	0,31	4,1
Caronno Pertusella	50,8	1,19	10,4
Caronno Varesino	14,8	0,21	3,0
Casale Litta	7,7	0,09	1,6
Casalzuigno	4,3	0,05	0,9
Casciago	12,5	0,23	2,5
Casorate Sempione	18,5	0,30	3,8
Cassano Magnago	74,4	1,55	15,2
Cassano Valcuria	2,0	0,01	0,4
Castellanza	52,8	3,47	11,2
Castello Cabiaglio	1,9	0,03	0,3
Castelseprio	3,9	0,07	0,8
Castelveccana	6,6	0,08	0,0
Castiglione Olona	26,4	0,49	5,4
Castronno	17,6	0,35	3,6
Cavaria con Premezzo	17,6	0,25	3,6
Cazzago Brabbia	2,5	0,09	0,5
Cislago	32,2	0,41	6,5
Cittiglio	12,6	0,46	2,6
Clivio	6,0	0,10	1,2
Cocquio-Trevisago	14,6	0,42	3,0
Comabbio	3,4	0,06	0,7
Comerio	8,3	0,14	0,9
Cremenaga	2,5	0,03	0,2
Crosio della Valle	1,8	0,02	0,4
Cuasso al Monte	11,1	0,12	0,0
Cugliate-Fabiasco	9,5	0,22	0,3
Cunardo	9,3	0,23	1,9
Curiglia con Monteviasco	0,7	0,01	0,0
Cuveglia	10,7	0,26	2,2
Cuvio	5,5	0,11	1,1
Daverio	9,0	0,29	1,9

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
COMUNE	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
	l/s	l/s	l/s
Dumenza	4,6	0,04	0,8
Duno	0,6	0,01	0,1
Fagnano Olona	39,6	0,63	8,1
Ferno	22,8	1,40	4,3
Ferrera di Varese	2,2	0,02	0,4
Gallarate	199,6	10,70	42,1
Galliate Lombardo	2,8	0,02	0,6
Gavirate	31,2	1,20	6,5
Gazzada Schianno	14,1	0,83	3,0
Gemonio	8,8	0,17	1,8
Gerenzano	34,9	0,82	7,2
Germignaga	11,7	0,21	2,4
Golasecca	8,0	0,13	1,6
Gorla Maggiore	16,7	0,26	3,4
Gorla Minore	27,9	0,52	5,7
Gornate-Olona	6,4	0,11	1,3
Grantola	4,0	0,05	0,8
Inarzo	2,9	0,03	0,6
Induno Olona	36,4	0,66	7,4
Ispra	17,6	0,40	3,6
Jerago con Orago	16,6	0,24	3,4
Lavena Ponte Tresa	18,6	0,54	0,2
Laveno-Mombello	30,8	0,82	6,3
Leggiuno	10,6	0,14	1,5
Lonate Ceppino	14,2	0,16	2,9
Lonate Pozzolo	43,1	0,84	8,8
Lozza	3,7	0,12	0,8
Luino	50,6	2,30	9,8
Luvinate	4,4	0,08	0,9
Maccagno	7,1	0,12	0,3
Malgesso	4,1	0,05	0,8
Malnate	59,2	1,09	12,1
Marchirolo	11,2	0,18	0,2

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
COMUNE	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
	l/s	l/s	l/s
Marnate	21,7	0,28	4,4
Marzio	1,1	0,01	0,0
Masciago Primo	0,9	0,01	0,2
Mercallo	5,5	0,06	1,1
Mesenzana	4,2	0,13	0,9
Montegrino Valtravaglia	4,3	0,03	0,6
Monvalle	6,0	0,07	1,2
Morazzone	13,2	0,20	2,7
Mornago	14,5	0,21	2,9
Oggiona con Santo Stefano	13,6	0,20	2,8
Olgiate Olona	42,1	0,92	8,6
Origgio	23,1	0,58	4,7
Orino	2,8	0,02	0,1
Osmate	2,1	0,02	0,4
Pino sulla Sponda del Lago Maggiore	0,9	0,02	0,0
Porto Ceresio	9,7	0,23	0,3
Porto Valtravaglia	8,3	0,11	1,7
Rancio Valcuvia	3,1	0,05	0,6
Ranco	4,3	0,05	0,2
Saltrio	9,2	0,10	1,1
Samarate	57,5	0,80	11,7
Saronno	136,4	8,36	29,0
Sesto Calende	39,4	1,40	8,2
Solbiate Arno	13,2	0,35	2,7
Solbiate Olona	19,0	0,33	3,9
Somma Lombardo	61,1	5,22	13,3
Sumirago	20,5	0,26	4,1
Taino	11,3	0,15	2,3
Ternate	7,3	0,11	1,5
Tradate	60,0	3,03	12,6
Travedona-Monate	11,6	0,19	2,4
Tronzano Lago Maggiore	1,0	0,01	0,0
Uboldo	36,2	0,53	7,4
Valganna	5,1	0,07	0,6

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
COMUNE	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
	l/s	l/s	l/s
Varano Borghi	7,3	0,10	1,5
Varese	321,0	21,73	64,5
Vedano Olona	25,5	0,51	5,2
Veddasca	1,0	0,01	0,2
Venegono Inferiore	21,3	0,45	4,4
Venegono Superiore	23,1	0,29	4,7
Vergiate	29,9	0,83	6,1
Viggiù	17,4	0,30	1,3
Vizzola Ticino	1,9	0,32	0,5
Sangiano	4,5	0,05	0,9
<i>Totale Provincia</i>	<i>3.027,33</i>	<i>103,85</i>	<i>594,49</i>

- Calcolo della *portata di punta Qmg [civ1]* relativa al giorno di massimo consumo e riferita alla popolazione residente (a), stabile non residente (b) e fluttuante (c), secondo quanto previsto nel PTUA:

$$Qmg [civ1] = Cg \times Qma [civ1] \quad [l/s]$$

dove Cg è il coefficiente da applicare per il giorno dei massimi consumi, variabile per ogni comune in funzione della popolazione residente come indicato nella seguente tabella:

Tabella 2 - Coefficienti di punta nei giorni di massimo consumo

Abitanti comune (P)	Coefficiente Cg
P < 50.000	1.5
50.000 < P < 100.000	1.4
P > 100.000	1.3

Fonte: PTUA Regione Lombardia

Nella tabella seguente sono indicate le portate di punta calcolate $Qmg [civ1]$ per tutti i comuni dell'ATO riferite allo scenario attuale (stime su dati Istat 2010):

Tabella 3 – Portate di punta Qmg [civ1] per usi civili nello scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c		
	Qma[civ1]	Cg	Qmg[civ1] = Cg*Qma[civ1]
COMUNE	l/s		l/s
Agra	1,4	1,5	2,0
Albizzate	16,4	1,5	24,7
Angera	19,9	1,5	29,8
Arcisate	35,7	1,5	53,6
Arsago Seprio	14,8	1,5	22,2
Azzate	13,3	1,5	20,0
Azzio	2,3	1,5	3,5
Barasso	5,5	1,5	8,3
Bardello	4,7	1,5	7,0
Bedero Valcuvia	2,1	1,5	3,1
Besano	7,6	1,5	11,4
Besnate	17,1	1,5	25,6
Besozzo	30,7	1,5	46,1
Biandronno	10,1	1,5	15,1
Bisuschio	12,8	1,5	19,2
Bodio Lomnago	6,5	1,5	9,7
Brescia	10,4	1,5	15,6
Bregano	2,4	1,5	3,7
Brenta	5,4	1,5	8,2
Brezzo di Bedero	4,0	1,5	6,0
Brinzio	2,8	1,5	4,2
Brissago-Valtravaglia	4,1	1,5	6,2
Brunello	3,3	1,5	5,0
Brusimpiano	3,8	1,5	5,8
Buguggiate	9,8	1,5	14,7
Busto Arsizio	309,4	1,4	433,1
Cadegliano-Viconago	6,1	1,5	9,1
Cadrezzate	5,4	1,5	8,2
Cairate	25,8	1,5	38,7
Cantello	14,0	1,5	21,0
Caravate	8,1	1,5	12,2

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c		
	Qma[civ1]	Cg	Qmg[civ1] = Cg*Qma[civ1]
COMUNE	l/s		l/s
Cardano al Campo	49,1	1,5	73,6
Carnago	20,2	1,5	30,2
Caronno Pertusella	50,8	1,5	76,2
Caronno Varesino	14,8	1,5	22,3
Casale Litta	7,7	1,5	11,6
Casalzuigno	4,3	1,5	6,5
Casciago	12,5	1,5	18,7
Casorate Sempione	18,5	1,5	27,7
Cassano Magnago	74,4	1,5	111,5
Cassano Valcuvia	2,0	1,5	3,0
Castellanza	52,8	1,5	79,1
Castello Cabiaglio	1,9	1,5	2,8
Castelseprio	3,9	1,5	5,8
Castelveccana	6,6	1,5	9,9
Castiglione Olona	26,4	1,5	39,6
Castronno	17,6	1,5	26,5
Cavaria con Premezzo	17,6	1,5	26,4
Cazzago Brabbia	2,5	1,5	3,8
Cislago	32,2	1,5	48,3
Cittiglio	12,6	1,5	18,8
Clivio	6,0	1,5	9,0
Cocquio-Trevisago	14,6	1,5	21,9
Comabbio	3,4	1,5	5,1
Comerio	8,3	1,5	12,5
Cremenaga	2,5	1,5	3,8
Crosio della Valle	1,8	1,5	2,7
Cuasso al Monte	11,1	1,5	16,7
Cugliate-Fabiasco	9,5	1,5	14,2
Cunardo	9,3	1,5	14,0
Curiglia con Monteviasco	0,7	1,5	1,1
Cuveglia	10,7	1,5	16,1
Cuvio	5,5	1,5	8,2
Daverio	9,0	1,5	13,4

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c		
	Qma[civ1]	Cg	Qmg[civ1] = Cg*Qma[civ1]
COMUNE	l/s		l/s
Dumenza	4,6	1,5	6,8
Duno	0,6	1,5	1,0
Fagnano Olona	39,6	1,5	59,4
Ferno	22,8	1,5	34,2
Ferrera di Varese	2,2	1,5	3,2
Gallarate	199,6	1,4	279,5
Galliate Lombardo	2,8	1,5	4,2
Gavirate	31,2	1,5	46,9
Gazzada Schianno	14,1	1,5	21,1
Gemonio	8,8	1,5	13,2
Gerenzano	34,9	1,5	52,4
Germignaga	11,7	1,5	17,6
Golasecca	8,0	1,5	11,9
Gorla Maggiore	16,7	1,5	25,1
Gorla Minore	27,9	1,5	41,9
Gornate-Olona	6,4	1,5	9,6
Grantola	4,0	1,5	6,0
Inarzo	2,9	1,5	4,4
Induno Olona	36,4	1,5	54,5
Ispra	17,6	1,5	26,4
Jerago con Orago	16,6	1,5	24,9
Lavena Ponte Tresa	18,6	1,5	27,8
Laveno-Mombello	30,8	1,5	46,2
Leggiuno	10,6	1,5	15,9
Lonate Ceppino	14,2	1,5	21,3
Lonate Pozzolo	43,1	1,5	64,6
Lozza	3,7	1,5	5,6
Luino	50,6	1,5	75,8
Luvinate	4,4	1,5	6,6
Maccagno	7,1	1,5	10,6
Malgesso	4,1	1,5	6,1
Malnate	59,2	1,5	88,8
Marchirolo	11,2	1,5	16,8

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c		
	Qma[civ1]	Cg	Qmg[civ1] = Cg*Qma[civ1]
COMUNE	l/s		l/s
Marnate	21,7	1,5	32,5
Marzio	1,1	1,5	1,7
Masciago Primo	0,9	1,5	1,4
Mercallo	5,5	1,5	8,3
Mesenzana	4,2	1,5	6,3
Montegrino Valtravaglia	4,3	1,5	6,5
Monvalle	6,0	1,5	9,0
Morazzone	13,2	1,5	19,8
Mornago	14,5	1,5	21,7
Oggiona con Santo Stefano	13,6	1,5	20,4
Olgiate Olona	42,1	1,5	63,2
Origgio	23,1	1,5	34,7
Orino	2,8	1,5	4,2
Osmate	2,1	1,5	3,2
Pino sulla Sponda del Lago Maggiore	0,9	1,5	1,4
Porto Ceresio	9,7	1,5	14,5
Porto Valtravaglia	8,3	1,5	12,4
Rancio Valcuvia	3,1	1,5	4,6
Ranco	4,3	1,5	6,4
Saltrio	9,2	1,5	13,8
Samarate	57,5	1,5	86,3
Saronno	136,4	1,5	204,6
Sesto Calende	39,4	1,5	59,1
Solbiate Arno	13,2	1,5	19,9
Solbiate Olona	19,0	1,5	28,5
Somma Lombardo	61,1	1,5	91,6
Sumirago	20,5	1,5	30,7
Taino	11,3	1,5	16,9
Ternate	7,3	1,5	11,0
Tradate	60,0	1,5	90,0
Travedona-Monate	11,6	1,5	17,5
Tronzano Lago Maggiore	1,0	1,5	1,4
Uboldo	36,2	1,5	54,3
Valganna	5,1	1,5	7,7

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c		
	Qma[civ1]	Cg	Qmg[civ1] = Cg*Qma[civ1]
COMUNE	l/s		l/s
Varano Borghi	7,3	1,5	11,0
Varese	321,0	1,4	449,4
Vedano Olona	25,5	1,5	38,2
Veddasca	1,0	1,5	1,5
Venegono Inferiore	21,3	1,5	32,0
Venegono Superiore	23,1	1,5	34,7
Vergiate	29,9	1,5	44,9
Viggiù	17,4	1,5	26,1
Vizzola Ticino	1,9	1,5	2,9
Sangiano	4,5	1,5	6,8
<i>Totale Provincia</i>	<i>3.027,33</i>		<i>4.457,99</i>

- Calcolo della *portata totale Q a livello comunale* come somma dei contributi calcolati in precedenza:

$$Q = Q[\text{civ}] + Q[\text{prod}] \quad [\text{l/s}]$$

dove:

$$Q[\text{civ}] = Q\text{mg}[\text{civ1}] + Q\text{ma}[\text{civ2}] \quad [\text{l/s}]$$

$$Q[\text{prod}] = Q\text{ma}[\text{prod}] \quad [\text{l/s}]$$

Nella tabella seguente si riportano per i comuni dell'ATO i valori delle portate totali Q calcolate e riferite allo scenario attuale (stime su dati Istat 2010):

Tabella 4 – Portate totali Q per usi civili e produttivi nello scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	e-f	Q = Q[civ]+Q[prod]
	Q[civ]		Q[prod]	
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]	
COMUNE	l/s	l/s	l/s	l/s
Agra	2,0	0,03	0,00	2,06
Albizzate	24,7	0,33	3,35	28,35
Angera	29,8	0,65	4,10	34,56
Arcisate	53,6	0,58	7,26	61,42
Arsago Seprio	22,2	0,35	3,03	25,59
Azzate	20,0	0,33	2,73	23,07
Azzio	3,5	0,03	0,47	4,01
Barasso	8,3	0,13	1,13	9,51
Bardello	7,0	0,09	0,95	8,05
Bedero Valcuvia	3,1	0,02	0,31	3,44
Besano	11,4	0,07	0,33	11,85
Besnate	25,6	0,31	3,47	29,38
Besozzo	46,1	0,66	6,28	53,03
Biandronno	15,1	0,18	2,05	17,32
Bisuschio	19,2	0,46	2,65	22,32
Bodio Lomnago	9,7	0,18	1,34	11,27
Brebbia	15,6	0,18	2,12	17,95
Bregano	3,7	0,01	0,00	3,67
Brenta	8,2	0,04	0,51	8,71
Brezzo di Bedero	6,0	0,04	0,77	6,79
Brinzio	4,2	0,03	0,00	4,19
Brissago-Valtravaglia	6,2	0,13	0,85	7,15
Brunello	5,0	0,09	0,69	5,80
Brusimpiano	5,8	0,05	0,32	6,14
Buguggiate	14,7	0,32	2,03	17,08
Busto Arsizio	433,1	11,30	64,13	508,55
Cadegliano-Viconago	9,1	0,16	0,00	9,25
Cadrezzate	8,2	0,10	1,11	9,38
Cairate	38,7	0,52	5,27	44,54
Cantello	21,0	0,30	2,86	24,19

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	e-f	
	Q[civ]		Q[prod]	
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]	
COMUNE	l/s	l/s	l/s	Q = Q[civ]+Q[prod] l/s
Caravate	12,2	0,14	1,66	14,03
Cardano al Campo	73,6	0,76	9,97	84,38
Carnago	30,2	0,31	4,09	34,64
Caronno Pertusella	76,2	1,19	10,40	87,78
Caronno Varesino	22,3	0,21	3,01	25,48
Casale Litta	11,6	0,09	1,57	13,28
Casalzuigno	6,5	0,05	0,87	7,38
Casciago	18,7	0,23	2,54	21,48
Casorate Sempione	27,7	0,30	3,75	31,75
Cassano Magnago	111,5	1,55	15,18	128,28
Cassano Valcuvia	3,0	0,01	0,40	3,39
Castellanza	79,1	3,47	11,24	93,84
Castello Cabiaglio	2,8	0,03	0,32	3,15
Castelseprio	5,8	0,07	0,79	6,71
Castelveccana	9,9	0,08	0,00	10,00
Castiglione Olona	39,6	0,49	5,38	45,50
Castronno	26,5	0,35	3,60	30,40
Cavaria con Premezzo	26,4	0,25	3,57	30,18
Cazzago Brabbia	3,8	0,09	0,53	4,42
Cislago	48,3	0,41	6,52	55,22
Cittiglio	18,8	0,46	2,61	21,91
Clivio	9,0	0,10	1,23	10,37
Cocquio-Trevisago	21,9	0,42	3,01	25,36
Comabbio	5,1	0,06	0,70	5,89
Comerio	12,5	0,14	0,89	13,54
Cremenaga	3,8	0,03	0,20	4,02
Crosio della Valle	2,7	0,02	0,37	3,13
Cuasso al Monte	16,7	0,12	0,00	16,84
Cugliate-Fabiasco	14,2	0,22	0,33	14,79
Cunardo	14,0	0,23	1,91	16,10
Curiglia con Monteviasco	1,1	0,01	0,00	1,13

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	e-f	
	Q[civ]		Q[prod]	
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]	
COMUNE	l/s	l/s	l/s	Q = Q[civ]+Q[prod] l/s
Cuveglia	16,1	0,26	2,19	18,51
Cuvio	8,2	0,11	1,12	9,48
Daverio	13,4	0,29	1,85	15,58
Dumenza	6,8	0,04	0,84	7,71
Duno	1,0	0,01	0,13	1,10
Fagnano Olona	59,4	0,63	8,05	68,12
Ferno	34,2	1,40	4,30	39,90
Ferrera di Varese	3,2	0,02	0,43	3,68
Gallarate	279,5	10,70	42,06	332,23
Galliate Lombardo	4,2	0,02	0,57	4,82
Gavirate	46,9	1,20	6,49	54,56
Gazzada Schianno	21,1	0,83	2,98	24,93
Gemonio	13,2	0,17	1,80	15,20
Gerenzano	52,4	0,82	7,15	60,37
Germignaga	17,6	0,21	2,39	20,18
Golasecca	11,9	0,13	1,62	13,69
Gorla Maggiore	25,1	0,26	3,40	28,74
Gorla Minore	41,9	0,52	5,69	48,09
Gornate-Olona	9,6	0,11	1,31	11,07
Grantola	6,0	0,05	0,81	6,87
Inarzo	4,4	0,03	0,59	5,04
Induno Olona	54,5	0,66	7,40	62,60
Ispra	26,4	0,40	3,60	30,43
Jerago con Orago	24,9	0,24	3,36	28,46
Lavena Ponte Tresa	27,8	0,54	0,16	28,55
Laveno-Mombello	46,2	0,82	6,33	53,36
Leggiano	15,9	0,14	1,49	17,49
Lonate Ceppino	21,3	0,16	2,88	24,36
Lonate Pozzolo	64,6	0,84	8,79	74,26
Lozza	5,6	0,12	0,77	6,49
Luino	75,8	2,30	9,79	87,92
Luvinate	6,6	0,08	0,90	7,57

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet

R09 – Simulazione idraulica delle reti di acquedotto

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	e-f	
	Q[civ]		Q[prod]	
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]	
COMUNE	l/s	l/s	l/s	Q = Q[civ]+Q[prod] l/s
Maccagno	10,6	0,12	0,28	11,00
Malgesso	6,1	0,05	0,83	7,00
Malnate	88,8	1,09	12,05	101,91
Marchirolo	16,8	0,18	0,19	17,19
Marnate	32,5	0,28	4,39	37,18
Marzio	1,7	0,01	0,00	1,72
Masciago Primo	1,4	0,01	0,19	1,60
Mercallo	8,3	0,06	1,12	9,50
Mesenzana	6,3	0,13	0,87	7,33
Montegrino Valtravaglia	6,5	0,03	0,60	7,11
Monvalle	9,0	0,07	1,22	10,34
Morazzone	19,8	0,20	2,68	22,69
Mornago	21,7	0,21	2,94	24,86
Oggiona con Santo Stefano	20,4	0,20	2,76	23,40
Olgiate Olona	63,2	0,92	8,61	72,68
Origgio	34,7	0,58	4,74	39,97
Orino	4,2	0,02	0,07	4,32
Osmate	3,2	0,02	0,43	3,66
Pino sulla Sponda del Lago Maggiore	1,4	0,02	0,00	1,37
Porto Ceresio	14,5	0,23	0,26	14,97
Porto Valtravaglia	12,4	0,11	1,67	14,17
Rancio Valcuvia	4,6	0,05	0,63	5,32
Ranco	6,4	0,05	0,18	6,63
Saltrio	13,8	0,10	1,15	15,05
Samarate	86,3	0,80	11,67	98,78
Saronno	204,6	8,36	28,95	241,93
Sesto Calende	59,1	1,40	8,16	68,63
Solbiate Arno	19,9	0,35	2,72	22,94
Solbiate Olona	28,5	0,33	3,87	32,73
Somma Lombardo	91,6	5,22	13,26	110,09
Sumirago	30,7	0,26	4,14	35,10
Taino	16,9	0,15	2,29	19,36
Ternate	11,0	0,11	1,48	12,56

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet



SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	e-f	
	Q[civ]		Q[prod]	
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]	
COMUNE	l/s	l/s	l/s	Q = Q[civ]+Q[prod] l/s
Tradate	90,0	3,03	12,60	105,60
Travedona-Monate	17,5	0,19	2,37	20,03
Tronzano Lago Maggiore	1,4	0,01	0,00	1,46
Uboldo	54,3	0,53	7,35	62,24
Valganna	7,7	0,07	0,57	8,36
Varano Borghi	11,0	0,10	1,48	12,55
Varese	449,4	21,73	64,47	535,63
Vedano Olona	38,2	0,51	5,20	43,92
Veddasca	1,5	0,01	0,20	1,68
Venegono Inferiore	32,0	0,45	4,36	36,81
Venegono Superiore	34,7	0,29	4,68	39,63
Vergiate	44,9	0,83	6,15	51,85
Viggiù	26,1	0,30	1,32	27,67
Vizzola Ticino	2,9	0,32	0,45	3,67
Sangiano	6,8	0,05	0,92	7,77
<i>Totale Provincia</i>	<i>4.457,99</i>	<i>103,85</i>	<i>594,49</i>	<i>5.156,33</i>
	<i>4.561,84</i>			

- Calcolo della *portata complessiva* $Q [acq]$ utilizzata nelle verifiche idrauliche delle reti derivante dalla somma dei seguenti contributi:

$$Q [acq] = Q[acq(civ)] + Q[acq(prod)] \quad [l/s]$$

dove:

- o $Q[acq(civ)]$ è ottenuta come una frazione del fabbisogno complessivo per usi civili $Q[civ]$ calcolato in precedenza e riferito a tutto il territorio comunale, considerando solo la popolazione residente nelle aree servite dallo schema di acquedotto in esame;
- o analogamente, $Q[acq(prod)]$ è ottenuta come una frazione del fabbisogno per usi produttivi $Q[prod]$ calcolato in precedenza e riferito a tutto il territorio comunale, considerando solo le utenze produttive servite dall'acquedotto in esame.

Nella seguente tabella sono indicati, per i soli schemi di acquedotto modellati con EPANET, i valori complessivi delle portate Q[acq] utilizzate per la verifica delle reti, calcolate secondo i criteri descritti in precedenza e riferiti allo scenario attuale:

Tabella 5 - Portate di verifica delle reti di acquedotto Q[acq] nello scenario attuale

ID Acquedotto	Denominazione	Comuni serviti	Portate di verifica
			Q [acq]
			l/s
11001	ACQUEDOTTO di COCQUIO-TREVISAGO	COCQUIO-TREVISAGO	41,0
11002	ACQUEDOTTO di BREZZO DI BEDERO	BREZZO DI BEDERO	7,4
11004	ACQUEDOTTO di CASTELVECCANA	CASTELVECCANA	9,6
11005	ACQUEDOTTO di GERMIGNAGA	GERMIGNAGA	21,1
11008	ACQUEDOTTO di MACCAGNO	MACCAGNO	11,1
11012	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - Capoluogo	CASALZUIGNO - Capoluogo	5,6
11025	ACQUEDOTTO di CUGLIATE-FABIASCO	CUGLIATE-FABIASCO	14,1
11026	ACQUEDOTTO di CUNARDO	CUNARDO	15,4
11030	ACQUEDOTTO di FERRERA DI VARESE	FERRERA DI VARESE	4,5
11252	ACQUEDOTTO di MARNATE	MARNATE	41,2
11254	ACQUEDOTTO di FAGNANO OLONA	FAGNANO OLONA	67,8
11256	ACQUEDOTTO di OLGiate OLONA	OLGiate OLONA	81,7
11261	ACQUEDOTTO di CASTRONNO	CASTRONNO	32,1
11266	ACQUEDOTTO di ARSAGO SEPRIO	ARSAGO SEPRIO	26,5
11270	ACQUEDOTTO di GOLASECCA	GOLASECCA	13,6
11271	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO	SOMMA LOMBARDO	97,2
11272	ACQUEDOTTO di CASORATE SEMPIONE	CASORATE SEMPIONE	31,0
11274	ACQUEDOTTO di VIZZOLA TICINO	VIZZOLA TICINO	1,5
11500	ACQUEDOTTO di ARCISATE	ARCISATE	67,6
11501	ACQUEDOTTO di BESANO	BESANO	14,1
11508	ACQUEDOTTO di CARONNO PERTUSELLA	CARONNO PERTUSELLA	86,0
11510	ACQUEDOTTO di CASTIGLIONE OLONA	CASTIGLIONE OLONA	43,2
11511	ACQUEDOTTO di CISLAGO	CISLAGO	55,2
11515	ACQUEDOTTO di GERENZANO	GERENZANO	56,3
11516	ACQUEDOTTO di GORNATE OLONA	GORNATE OLONA	10,5
11522	ACQUEDOTTO di MARZIO	MARZIO	1,5
11524	ACQUEDOTTO di ORIGGIO	ORIGGIO	38,2
11527	ACQUEDOTTO di SARONNO	SARONNO	236,0
11528	ACQUEDOTTO di SOLBIATE ARNO	SOLBIATE ARNO	31,1
11529	ACQUEDOTTO di TRADATE	TRADATE	106,2

R09 – Simulazione idraulica delle reti di acquedotto

ID Acquedotto	Denominazione	Comuni serviti	Portate di verifica
			Q [acq]
			l/s
11530	ACQUEDOTTO di UBOLDO	UBOLDO	58,8
11531	ACQUEDOTTO di VEDANO OLONA	VEDANO OLONA	47,5
11748	ACQUEDOTTO di VIGGIU' - CLIVIO - SALTRIO	VIGGIU', CLIVIO e SALTRIO	51,4
11753	ACQUEDOTTO di LAVENO MOMBELLO	LAVENO MOMBELLO	55,9
11756	ACQUEDOTTO di SANGIANO	SANGIANO	9,6
11770	ACQUEDOTTO di CADREZZATE	CADREZZATE	13,8
11771	ACQUEDOTTO di BREBBIA	BREBBIA	22,8
11774	ACQUEDOTTO di RANCO	RANCO	7,3
11775	ACQUEDOTTO di ANGERA	ANGERA	38,1
11784	ACQUEDOTTO di DAVERIO	DAVERIO	17,1
11786	ACQUEDOTTO di VARANO BORGHİ	VARANO BORGHİ	12,8
11787	ACQUEDOTTO di VERGIATE	VERGIATE	51,9
11805	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO - fraz. Coarezza	SOMMA LOMBARDO - fraz. Coarezza	4,5
11806	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO - fraz. Case Nuove	SOMMA LOMBARDO - fraz. Case Nuove	6,0
11808	ACQUEDOTTO di CITTIGLIO	CITTIGLIO	21,0
11810	ACQUEDOTTO di DUNO e CUVEGLIO	DUNO e CUVEGLIO	20,3
11811	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - fraz. Arcumeggia	CASALZUIGNO - fraz. Arcumeggia	0,3
11812	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - fraz. Cariola	CASALZUIGNO - fraz. Cariola	0,1
11815	ACQUEDOTTO di MONVALLE	MONVALLE	11,2
11824	ACQUEDOTTO di GALLIATE LOMBARDO	GALLIATE LOMBARDO	10,3
11825	ACQUEDOTTO di CAZZAGO BRABBIA	CAZZAGO BRABBIA	5,1
11826	ACQUEDOTTO di INARZO	INARZO	7,1
11828	ACQUEDOTTO di LAVENO MOMBELLO - fraz. Casere	LAVENO MOMBELLO - fraz. Casere	0,2
11831	ACQUEDOTTO di JERAGO CON ORAGO	JERAGO CON ORAGO	31,1
11832	ACQUEDOTTO di BESNATE	BESNATE	26,3
11834	ACQUEDOTTO di CANTELLO	CANTELLO	23,8
11836	ACQUEDOTTO di LOZZA	LOZZA	6,2
11838	ACQUEDOTTO di AZZATE	AZZATE	27,3
11839	ACQUEDOTTO di GAZZADA SCHIANNO	GAZZADA SCHIANNO	29,8
11840	ACQUEDOTTO di BUGUGGIATE	BUGUGGIATE	17,3
11841	ACQUEDOTTO di CARONNO VARESINO	CARONNO VARESINO	36,1
11900	ACQUEDOTTO BARZA	totale	80,3
11901	ACQUEDOTTO ARNONA	totale	22,6

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet



Distribuzione delle portate di verifica nei tronchi di rete e nei nodi

Per distribuire la portata complessiva calcolata e riferita sia agli usi civili che produttivi $Q[acq] = Q[acq(civ)] + Q[acq(prod)]$ nei nodi della rete di acquedotto esaminata si è fatto riferimento alla suddivisione del territorio in sezioni di censimento Istat.

Nei comuni serviti dall'acquedotto in esame sono state individuate le sezioni di censimento attraversate dai diversi tronchi della rete e successivamente sono stati acquisiti i seguenti dati disaggregati per area omogenea di appartenenza e per sezione di censimento:

- popolazione residente appartenente alla sezione considerata servita dall'acquedotto;
- superficie degli insediamenti produttivi presenti all'interno della sezione e serviti dall'acquedotto;
- lunghezza complessiva dei tronchi di rete che si sviluppano all'interno della sezione considerata.

Algoritmo di calcolo

Secondo l'algoritmo di calcolo previsto, sono stati "spezzati" tutti i tubi in corrispondenza dei confini delle sezioni censuarie, e ad ogni tratto di condotta è stato associato il codice della sezione censuaria e ricalcolata la lunghezza. Si è diviso il fabbisogno globale di ogni singola sezione censuaria per la lunghezza totale delle condotte presenti all'interno di ognuna, ottenendo la portata per metro lineare di condotta per sezione censuaria. Moltiplicando il dato così ottenuto per le lunghezze dei singoli spezzoni di tubo si è ricavata la portata di ogni tratta, e quindi, riaggregando per codice tubo i singoli spezzoni, e sommando le portate, si è ricavata la portata complessiva di ogni tubazione. Il passo successivo è stato quello di assegnare ai nodi iniziale e finale di ogni singola tubazione, il 50% della portata transitante. In ultimo, si sono sommate tutte le portate ai singoli nodi, aggregati per codice nodo, ottenendo così il fabbisogno per ognuno di loro.

Nella tabella che segue sono riportati gli elementi che il modello matematico alla base di EPANET gestisce:

Elementi dello schema	Parametri noti	Parametri incogniti
Tronco	Lunghezza, Diametro, Scabrezza	Portata, Perdita Di Carico
Nodo	Domanda, Quota Altimetrica	Carico
Maglia (sistemi chiusi)		Portata Circolante

Nella tabella che segue sono descritte le equazioni che governano il fenomeno idraulico e che il modello numerico risolve iterativamente:

Equazioni	Descrizione	Complessità della funzione matematica
Equazioni dei carichi nei tronchi	In ciascun tronco le perdite di carico sono legate alle portate transitanti	non lineari nelle incognite (portate nei tronchi)
Equazioni di continuità delle portate nei nodi	La somma algebrica delle portate entranti in un nodo è nulla	lineari nelle incognite (portate nei tronchi)
Equazioni dei carichi nelle maglie	La somma algebrica delle perdite di carico nei tronchi che formano un percorso chiuso è nulla	non lineari nelle incognite (portate nei tronchi)

Al termine della simulazione risultano determinate le effettive portate circolanti nelle condotte, le velocità e le perdite di carico.

Una volta note queste, risultano determinate le quote piezometriche in ogni nodo, partendo da quella nota del serbatoio.

Un altro dato che l'algoritmo richiede è la quota altimetrica di ogni nodo.

Pertanto una volta ricostruito l'andamento della superficie piezometrica, il simulatore restituisce la pressione in ogni nodo (espressa in m di colonna d'acqua), ottenuta per sottrazione della quota altimetrica dal carico idraulico totale.

Diagrammi di consumo giornaliero

Ai fini delle simulazioni nei nodi sono state inserite le portate medie nel giorno dei massimi consumi, calcolate secondo i criteri descritti in precedenza. Per simulare la

variazione dei consumi nell'arco delle 24 ore è stato introdotto il diagramma dei consumi giornaliero riportato in Tabella 6.

Indicando con:

$Q_g = Q[acq]$ La portata media giornaliera

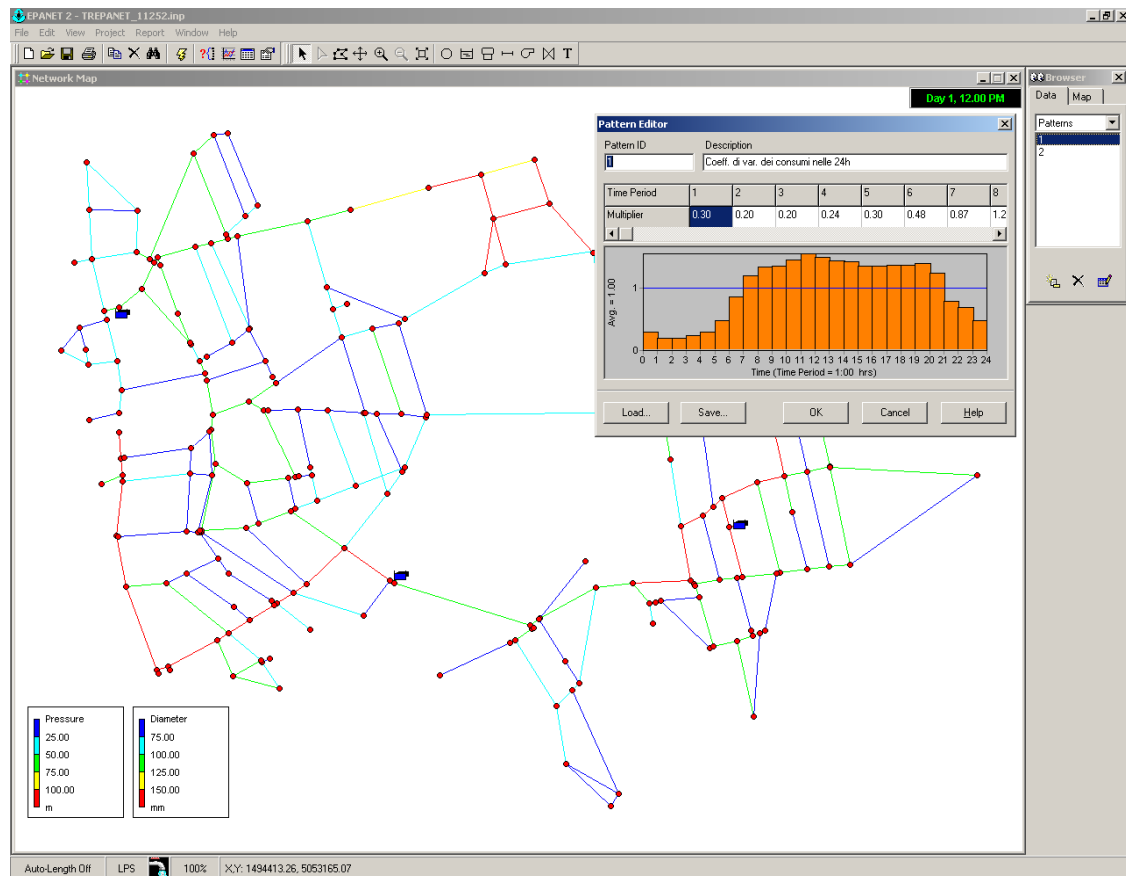
Q_h La portata media oraria

per un centro di media importanza (con popolazione inferiore a 100.000 abitanti residenti) risultano i seguenti valori di Q_h/Q_g nelle diverse ore del giorno:

Tabella 6 – Diagramma dei consumi giornalieri per un centro di media importanza

FASCIA ORARIA	Q_h/Q_g
0-1	0.30
1-2	0.20
2-3	0.20
3-4	0.24
4-5	0.30
5-6	0.48
6-7	0.87
7-8	1.20
8-9	1.35
9-10	1.36
10-11	1.46
11-12	1.56
12-13	1.50
13-14	1.45
14-15	1.43
15-16	1.36
16-17	1.36
17-18	1.37
18-19	1.38
19-20	1.40
20-21	1.25
21-22	0.80
22-23	0.70
23-24	0.48
Media	1.00

Figura 2 - Diagramma dei consumi giornalieri in EPANET



Condizioni di funzionamento analizzate

La verifica idraulica delle reti è stata effettuata sotto due condizioni piezometriche: nell'ora dei massimi e dei minimi consumi, in quanto ciascuna rete di distribuzione deve essere in ogni momento in grado di fornire agli utenti privati e ai pubblici servizi le quantità d'acqua richieste.

I risultati delle simulazioni idrauliche effettuate con EPANET per ogni rete sono stati analizzati verificando i valori dei seguenti parametri:

- le oscillazioni delle pressioni nei nodi in corrispondenza all'ora dei massimi e dei minimi consumi;
- le perdite di carico nelle condotte nell'ora dei massimi consumi.

Con riferimento alle *pressioni nei nodi*, le due condizioni piezometriche estreme considerate ai fini della verifica idraulica della rete di distribuzione sono le seguenti:

- a) *in situazione di massimo consumo* la quota piezometrica in tutti i punti della rete deve ancora superare di non meno di 10 m le quote di copertura degli edifici. In linea di massima questo limite corrisponde a circa 20 m dal piano stradale.

Con ciò è garantita la possibilità di derivazione da parte degli utenti in tutti i piani degli edifici, delle portate di normale consumo con un buon margine di pressione per sopperire alle perdite di carico negli impianti interni;

- b) *in situazione di consumo minimo*, le quote piezometriche non debbono superare per più di 70 m le quote stradali. Questa soglia serve a limitare le pressioni massime nelle tubazioni (specie nei loro punti deboli come le giunzioni) e quindi le perdite d'acqua, nonché a contenere le oscillazioni delle pressioni nell'arco della giornata entro i 25 m.

Con riferimento alle *perdite di carico nelle condotte* è stata considerata la *condizione di massimo consumo*, ipotizzando che in tutti i tronchi della rete di acquedotto le perdite di carico per unità di lunghezza non superino la soglia dei 3 m/km.

In questa fase sono state individuate quindi le carenze strutturali della rete, ipotizzando soluzioni di potenziamento orientate al raggiungimento di una riqualificazione del servizio.

Nelle figure seguenti si riporta un esempio di output di una simulazione relativa alle condizioni di verifica per lo schema di acquedotto di Laveno Mombello.

La semplicità dell'approccio è garantita dalla presenza dei colori, che permettono di individuare immediatamente i punti critici del sistema.

ESEMPIO DI OUTPUT SIMULAZIONE IDRAULICA DELLE RETI DI ACQUEDOTTO CON EPANET

Figura 3 – Schema della rete di acquedotto

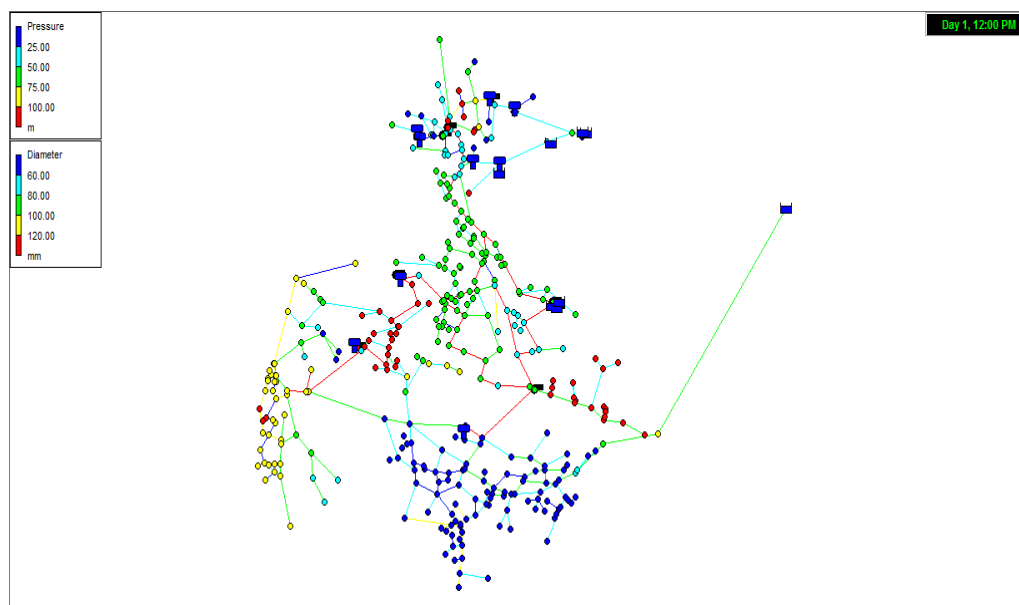


Figura 4 – Andamento della domanda nell'ora dei massimi consumi

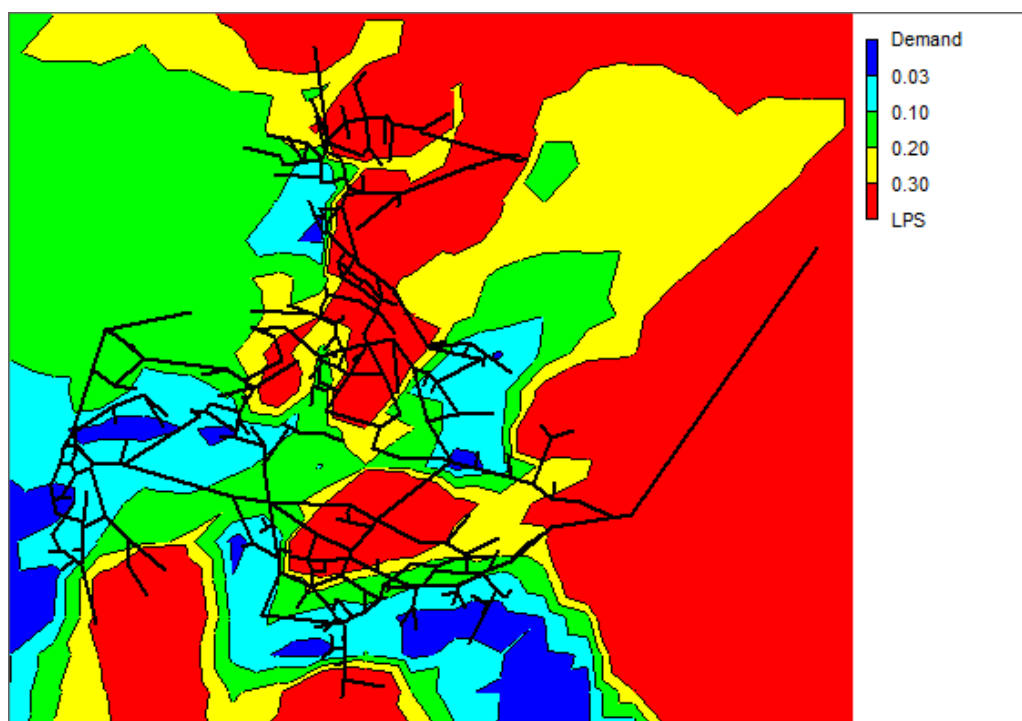


Figura 5 – Andamento della pressione nell'ora dei massimi consumi

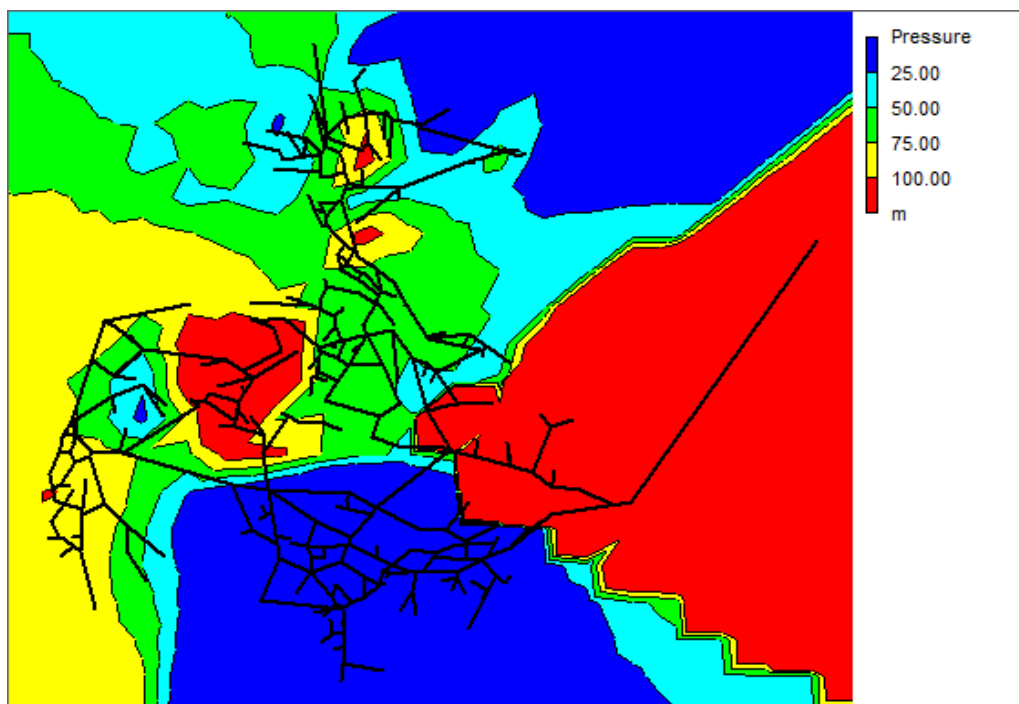
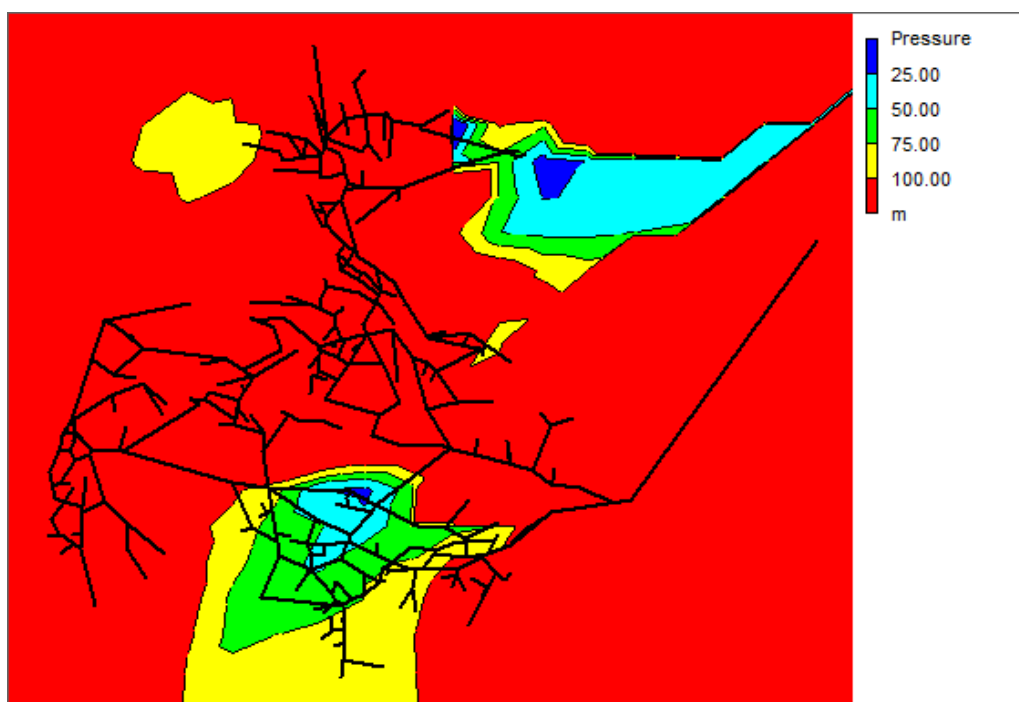


Figura 6 – Andamento delle pressioni nell'ora dei minimi consumi



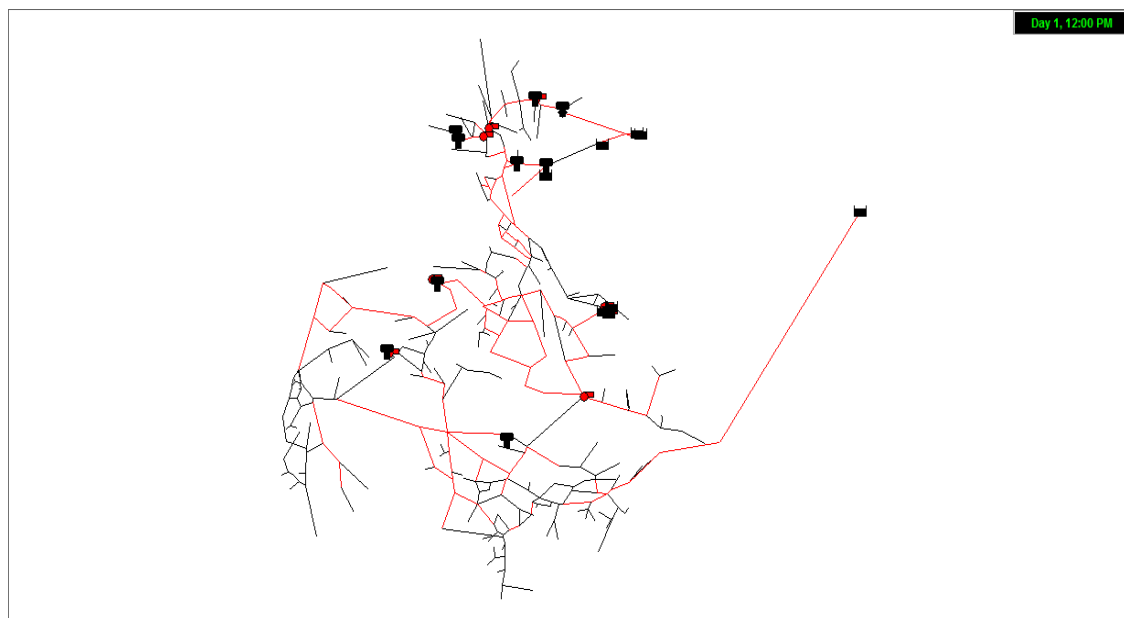
Dall'analisi dei risultati delle simulazioni effettuate risulta che:

- le simulazioni in *condizioni di massimo consumo* permettono di valutare la capacità della rete di convogliare le portate in gioco a fronte della distribuzione della domanda idrica sul territorio.
In questi casi si possono individuare interventi di ottimizzazione come la sostituzione delle alimentatrici con tubazioni di sezione più grande (per ridurre le perdite di carico) o semplicemente la chiusura di qualche maglia (per modificare il flusso e ottenere una più equilibrata distribuzione delle portate circolanti).
- le simulazioni in *condizioni di minimo consumo* permettono di valutare come si relaziona il territorio su cui si stende la rete con la quota piezometrica del serbatoio di carico.
Se da questa verifica emergono zone con carichi idraulici molto diversi, appare subito evidente la necessità di sezionare la rete in sottosistemi a diverse quote medie di servizio, valutando l'eventualità di inserire elementi di disconnessione (torrini piezometrici).

Definizione degli interventi sulle reti di acquedotto

Nella figura seguente, per la rete in esame risultano evidenziate in rosso le condotte per le quali, nell'ora dei massimi consumi, si è stimato che le perdite per unità di lunghezza sono superiori alla soglia fissata dei 3 m/km. Per tali condotte sarà da prevedere la sostituzione.

Figura 7 – Individuazione delle condotte con perdite di carico unitarie > 3 m/km di rete



Dal tabulato di output del software EPANET sono stati estratti i dati relativi alle condotte risultate insufficienti, riportati nella seguente tabella. In tabella sono anche stimati i valori dei diametri teorici necessari affinché le perdite di carico unitario si mantengano al di sotto della soglia prefissata e gli importi totali necessari alla realizzazione dell'intervento, calcolati a partire dai costi unitari parametrici medi (cfr. Allegato A04 - Stima dei costi elementari) delle nuove tubazioni .

I dati riportati in tabella e riferiti ai singoli tronchi della rete risultati insufficienti sono i seguenti:

1. codice identificativo del tronco;
2. lunghezza del tronco (m);
3. diametro del tronco (mm);
4. scabrezza della tubazione assunta nelle simulazioni;
5. portata circolante nel tronco (l/s) e velocità (m/s);
6. valore della perdita di carico unitaria (m/km) risultante dalla simulazione nella condizione di esercizio corrispondente alla condizione dei massimi consumi;
7. stima del diametro teorico (mm) necessario affinché la perdita di carico unitaria sia inferiore alla soglia prefissata pari a 3 m/km;
8. costo unitario (euro/m) adottato per le nuove tubazioni;
9. calcolo dell'importo per la sostituzione di ciascun tronco;
10. lunghezza totale della rete da sostituire ed importo totale dell'intervento.

In particolare, nel caso in esame risulta che su 67 km di rete di acquedotto è necessario prevedere la sostituzione di circa 29 km di rete, corrispondenti a circa il 43% della lunghezza totale.

R09 – Simulazione idraulica delle reti di acquedotto

Tabella 7 – Esempio di stima degli interventi sulle reti di acquedotto

TOTALE TUBAZIONI 66.978 m
 TUBAZIONI CON PERDITA DI CARICO > 3 m/Km 28.677 m
 PERCENTUALE RETE DA SOSTITUIRE 43%
 IMPORTO INTERVENTO I 4.032.893 EURO

RETE DI DISTRIBUZIONE DI: 11753									
work Table - Links at 12:00 Hrs									
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Diametro teorico mm	Costi unitari euro/ml	Importo intervento I euro
Pipe TA032689	24	80	100	6,50	1,29	41,40	150	€ 142,95	€ 3.407,44
Pipe TA032266	613	60	100	6,50	2,30	168,11	150	€ 142,95	€ 87.693,45
Pipe TA032267	91	60	100	4,81	1,70	96,09	125	€ 134,96	€ 12.347,03
Pipe TA032268	38	60	100	7,32	2,59	209,26	150	€ 142,95	€ 5.400,30
Pipe TA032269	101	60	100	7,28	2,57	206,95	150	€ 142,95	€ 14.426,64
Pipe TA032270	33	60	100	-4,67	1,65	91,11	125	€ 134,96	€ 4.450,13
Pipe TA032273	13	75	100	23,15	5,24	595,37	225	€ 169,86	€ 2.237,75
Pipe TA032274	50	75	100	-16,58	3,75	320,94	200	€ 160,37	€ 7.941,60
Pipe TA032275	46	75	100	-16,90	3,83	332,48	200	€ 160,37	€ 7.385,39
Pipe TA032276	29	75	100	17,10	3,87	339,57	200	€ 160,37	€ 4.659,77
Pipe TA032277	22	75	100	38,81	8,78	1.550,03	275	€ 190,57	€ 4.182,28
Pipe TA032278	48	75	100	10,75	2,43	143,90	175	€ 151,41	€ 7.266,03
Pipe TA032279	307	60	100	-7,51	2,66	219,33	150	€ 142,95	€ 43.875,31
Pipe TA032280	83	60	100	-6,65	2,35	175,28	150	€ 142,95	€ 11.889,93
Pipe TA032287	127	80	100	21,77	4,33	388,01	225	€ 169,86	€ 21.579,26
Pipe TA032288	152	100	100	19,31	2,46	104,74	200	€ 160,37	€ 24.370,24
Pipe TA032293	93	50	100	-0,62	0,32	5,30	75	€ 120,30	€ 11.172,66
Pipe TA032295	471	60	100	-6,54	2,31	169,74	150	€ 142,95	€ 67.377,56

[.....]

Pipe TA032591	86	80	100	3,61	0,72	13,9	125	€ 134,96	€ 11.653,02
Pipe TA032597	104	80	100	2	0,4	4,65	100	€ 127,42	€ 13.200,91
Pipe TA032600	382	60	100	-1,34	0,47	9,04	75	€ 120,30	€ 45.984,08
Pipe TA032602	52	80	100	-3,87	0,77	15,85	125	€ 134,96	€ 7.065,06
Pipe TA032603	554	80	100	-4,54	0,9	21,29	125	€ 134,96	€ 74.785,87
Pipe TA032605	232	80	100	-2,74	0,54	8,33	100	€ 127,42	€ 29.593,45
Pipe TA032606	250	60	100	0,83	0,29	3,71	75	€ 120,30	€ 30.020,18
Pipe TA032607	370	60	100	2,9	1,02	37,57	100	€ 127,42	€ 47.193,81
Pipe TA032609	180	60	100	1,14	0,4	6,7	75	€ 120,30	€ 21.647,86
Pipe TA032611	14	60	100	-1,28	0,45	8,3	75	€ 120,30	€ 1.636,03
Pipe TA032614	216	50	100	-0,99	0,5	12,46	75	€ 120,30	€ 26.006,83
Pipe TA032617	121	60	100	-0,83	0,29	3,74	75	€ 120,30	€ 14.512,59
Pipe TA032624	91	60	100	-0,77	0,27	3,23	75	€ 120,30	€ 10.975,06
Pipe TA032635	45	80	100	-2,9	0,58	9,26	100	€ 127,42	€ 5.785,04
Pipe TA032639	92	60	100	-0,78	0,28	3,32	75	€ 120,30	€ 11.031,30
Pipe TA032642	209	50	100	0,64	0,33	5,59	75	€ 120,30	€ 25.199,25
Pipe TA032657	298	60	100	1,53	0,54	11,49	75	€ 120,30	€ 35.904,81
Pipe TA032658	98	50	100	2,7	1,38	80,45	100	€ 127,42	€ 12.545,46
Pipe TA032660	58	50	100	1,02	0,52	13,13	75	€ 120,30	€ 6.948,95
Pipe TA032662	337	60	100	1,79	0,63	15,49	100	€ 127,42	€ 42.886,10
Pipe TA032663	189	60	100	1,76	0,62	14,91	100	€ 127,42	€ 24.119,46
Pipe TA032665	154	50	100	1,16	0,59	16,87	75	€ 120,30	€ 18.541,46
Pipe TA032666	154	60	100	1,49	0,53	11,03	75	€ 120,30	€ 18.495,86
Pipe TA032671	224	80	100	2,41	0,48	6,59	100	€ 127,42	€ 28.495,21
Pipe TA032672	339	80	100	1,63	0,32	3,2	100	€ 127,42	€ 43.152,15
Pipe TA032673	202	80	100	2,49	0,49	6,98	100	€ 127,42	€ 25.736,81
Pipe TA032553	152	80	100	3,4	0,68	12,48	100	€ 127,42	€ 19.375,20
Pipe TA046608	14	80	100	3,4	0,68	12,48	100	€ 127,42	€ 1.797,40
Pipe TA046607	2.596	80	100	10,14	2,02	94,23	175	€ 151,41	€ 393.023,51
Pipe TA032453	77	60	100	1,17	0,41	7,02	75	€ 120,30	€ 9.323,20
Pipe TA046702	99	60	100	1,75	0,62	14,71	100	€ 127,42	€ 12.568,49

Simulazione idraulica delle reti di acquedotto con Epanet



3. Risultati delle simulazioni

Nella seguente tabella è riportato l'elenco dei 31 schemi di acquedotto a servizio dei comuni dell'ATO della Provincia di Varese sottoposti a verifica idraulica con il software EPANET unitamente ai seguenti dati ricavati dalle simulazioni: lunghezza totale della rete esaminata, lunghezza delle condotte da sostituire in quanto dimensionalmente insufficienti (tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km), rapporto % tra la lunghezza delle sostituzioni rispetto alla lunghezza totale.

Dalle simulazioni effettuate per tali schemi è emersa la necessità di prevedere la sostituzione di circa 691 km di rete, corrispondenti a circa il 33% della lunghezza complessiva delle reti oggetto di verifica ed a circa il 14% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'ATO.

Tabella 8 – Risultati delle simulazioni idrauliche: lunghezza della rete da sostituire

IDACQSERV	CXACQSERV	Comuni serviti	Portata di verifica (l/sec)	Lunghezza rete (m)	Lunghezza rete da sostituire (m)	% sostituzione
11500	ACQUEDOTTO di ARCISATE	ARCISATE	67,6	49.671	29.105	59%
11030	ACQUEDOTTO di FERRERA DI VARESE	FERRERA DI VARESE	4,5	7.825	4.499	57%
11900	ACQUEDOTTO BARZA	ACQUEDOTTO BARZA (totale)	80,3	43.239	24.801	57%
11811	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - fraz. Arcumeggia	CASALZUIGNO - fraz. Arcumeggia	0,3	1.547	859	56%
11026	ACQUEDOTTO di CUNARDO	CUNARDO	15,4	19.241	10.622	55%
11786	ACQUEDOTTO di VARANO BORCHI	VARANO BORCHI	12,8	18.552	9.672	52%
11824	ACQUEDOTTO di GALLIATE LOMBARDO	GALLIATE LOMBARDO	10,3	8.035	3.838	48%
11839	ACQUEDOTTO di GAZZADA SCHIANNO	GAZZADA SCHIANNO	29,8	33.978	16.023	47%
11756	ACQUEDOTTO di SANGIANO	SANGIANO	9,6	7.628	3.550	47%
11501	ACQUEDOTTO di BESANO	BESANO	14,1	20.645	8.971	43%
11840	ACQUEDOTTO di BUGUGGIATE	BUGUGGIATE	17,3	17.702	7.677	43%
11008	ACQUEDOTTO di MACCAGNO	MACCAGNO	11,1	56.600	24.395	43%
11753	ACQUEDOTTO di LAVENO MOMBELLO	LAVENO MOMBELLO	55,9	66.978	28.677	43%
11012	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - Capoluogo	CASALZUIGNO - Capoluogo	5,6	17.199	7.324	43%
11774	ACQUEDOTTO di RANCO	RANCO	7,3	19.193	8.142	42%
11775	ACQUEDOTTO di ANGERA	ANGERA	38,1	52.567	22.284	42%
11025	ACQUEDOTTO di CUGLIATE-FABIASCO	CUGLIATE-FABIASCO	14,1	17.025	7.175	42%

IDACQSERV	CXACQSERV	Comuni serviti	Portata di verifica (l/sec)	Lunghezza rete (m)	Lunghezza rete da sostituire (m)	% sostituzione
11748	ACQUEDOTTO di VIGGIU' - CLIVIO - SALTRIO	VIGGIU', CLIVIO e SALTRIO	51,4	67.051	28.178	42%
11841	ACQUEDOTTO di CARONNO VARESE	CARONNO VARESE	36,1	25.647	10.776	42%
11004	ACQUEDOTTO di CASTELVECCANA	CASTELVECCANA	9,6	45.994	18.634	41%
11001	ACQUEDOTTO di COCQUIO-TREVISAGO	COCQUIO-TREVISAGO	41,0	50.114	20.145	40%
11831	ACQUEDOTTO di JERAGO CON ORAGO	JERAGO CON ORAGO	31,1	35.791	14.328	40%
11901	ACQUEDOTTO ARNONA	ACQUEDOTTO ARNONA (totale)	22,6	20.128	7.959	40%
11529	ACQUEDOTTO di TRADATE	TRADATE	106,2	80.747	31.326	39%
11787	ACQUEDOTTO di VERGIATE	VERGIATE	51,9	86.512	32.973	38%
11836	ACQUEDOTTO di LOZZA	LOZZA	6,2	7.557	2.840	38%
11528	ACQUEDOTTO di SOLBIATE ARNO	SOLBIATE ARNO	31,1	28.498	10.704	38%
11531	ACQUEDOTTO di VEDANO OLONA	VEDANO OLONA	47,5	44.277	16.555	37%
11771	ACQUEDOTTO di BREBBIA	BREBBIA	22,8	35.888	13.311	37%
11522	ACQUEDOTTO di MARZIO	MARZIO	1,5	12.123	4.397	36%
11256	ACQUEDOTTO di OLGiate OLONA	OLGIATE OLONA	81,7	51.518	18.657	36%
11511	ACQUEDOTTO di CISLAGO	CISLAGO	55,2	45.200	16.043	35%
11271	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO	SOMMA LOMBARDO	97,2	101.078	35.682	35%
11261	ACQUEDOTTO di CASTRONNO	CASTRONNO	32,1	26.287	9.123	35%
11838	ACQUEDOTTO di AZZATE	AZZATE	27,3	36.399	11.749	32%
11270	ACQUEDOTTO di GOLASECCA	GOLASECCA	13,6	22.198	7.032	32%
11806	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO - fraz. Case Nuove	SOMMA LOMBARDO - fraz. Case Nuove	6,0	7.162	2.198	31%
11510	ACQUEDOTTO di CASTIGLIONE OLONA	CASTIGLIONE OLONA	43,2	45.757	13.089	29%
11834	ACQUEDOTTO di CANTELLO	CANTELLO	23,8	23.786	6.595	28%
11815	ACQUEDOTTO di MONVALLE	MONVALLE	11,2	15.772	4.077	26%
11805	ACQUEDOTTO di SOMMA LOMBARDO - fraz. Coarezza	SOMMA LOMBARDO - fraz. Coarezza	4,5	6.685	1.709	26%
11266	ACQUEDOTTO di ARSAGO SEPRIO	ARSAGO SEPRIO	26,5	23.832	5.867	25%
11810	ACQUEDOTTO di DUNO e CUVEGLIO	DUNO e CUVEGLIO	20,3	29.762	7.144	24%
11808	ACQUEDOTTO di CITTIGLIO	CITTIGLIO	21,0	36.194	8.550	24%
11272	ACQUEDOTTO di CASORATE	CASORATE SEMPIONE	31,0	37.858	8.730	23%

IDACQSERV	CXACQSERV	Comuni serviti	Portata di verifica (l/sec)	Lunghezza rete (m)	Lunghezza rete da sostituire (m)	% sostituzione
	SEMPIONE					
11002	ACQUEDOTTO di BREZZO DI BEDERO	BREZZO DI BEDERO	7,4	25.742	5.761	22%
11254	ACQUEDOTTO di FAGNANO OLONA	FAGNANO OLONA	67,8	65.229	14.520	22%
11516	ACQUEDOTTO di GORNATE OLONA	GORNATE OLONA	10,5	18.242	4.004	22%
11832	ACQUEDOTTO di BESNATE	BESNATE	26,3	35.017	7.608	22%
11530	ACQUEDOTTO di UBOLDO	UBOLDO	58,8	43.696	9.227	21%
11770	ACQUEDOTTO di CADREZZATE	CADREZZATE	13,8	16.948	3.486	21%
11784	ACQUEDOTTO di DAVERIO	DAVERIO	17,1	18.133	3.699	20%
11527	ACQUEDOTTO di SARONNO	SARONNO	236,0	122.097	23.321	19%
11508	ACQUEDOTTO di CARONNO PERTUSELLA	CARONNO PERTUSELLA	86,0	69.802	13.043	19%
11812	ACQUEDOTTO di CASALZUIGNO - fraz. Cariola	CASALZUIGNO - fraz. Cariola	0,1	730	136	19%
11005	ACQUEDOTTO di GERMIGNAGA	GERMIGNAGA	21,1	24.568	3.926	16%
11515	ACQUEDOTTO di GERENZANO	GERENZANO	56,3	44.224	6.267	14%
11252	ACQUEDOTTO di MARNATE	MARNATE	41,2	33.232	4.281	13%
11828	ACQUEDOTTO di LAVENO MOMBELLO - fraz. Casere	LAVENO MOMBELLO - fraz. Casere	0,2	1.042	132	13%
11524	ACQUEDOTTO di ORIGGIO	ORIGGIO	38,2	35.028	4.238	12%
11826	ACQUEDOTTO di INARZO	INARZO	7,1	6.234	407	7%
11825	ACQUEDOTTO di CAZZAGO BRABBIA	CAZZAGO BRABBIA	5,1	10.793	564	5%
11274	ACQUEDOTTO di VIZZOLA TICINO	VIZZOLA TICINO	1,5	6.408	0	0%
		Totale	2042,4	2.084.605	690.607	33%

Ad integrazione di quanto esposto, per il dettaglio delle simulazioni attraverso il software EPANET, si rimanda all'ALLEGATO A2 - OUTPUT SIMULAZIONI IDRAULICHE RETI DI ACQUEDOTTO.