

Il nuovo Sistema di Telecontrollo del Gruppo CAP:
*un'infrastruttura al servizio del territorio per la sostenibilità
e il risparmio energetico*

Michele Tessera

Gruppo CAP (www.capholding.it)

Marco Andrea Muzzatti

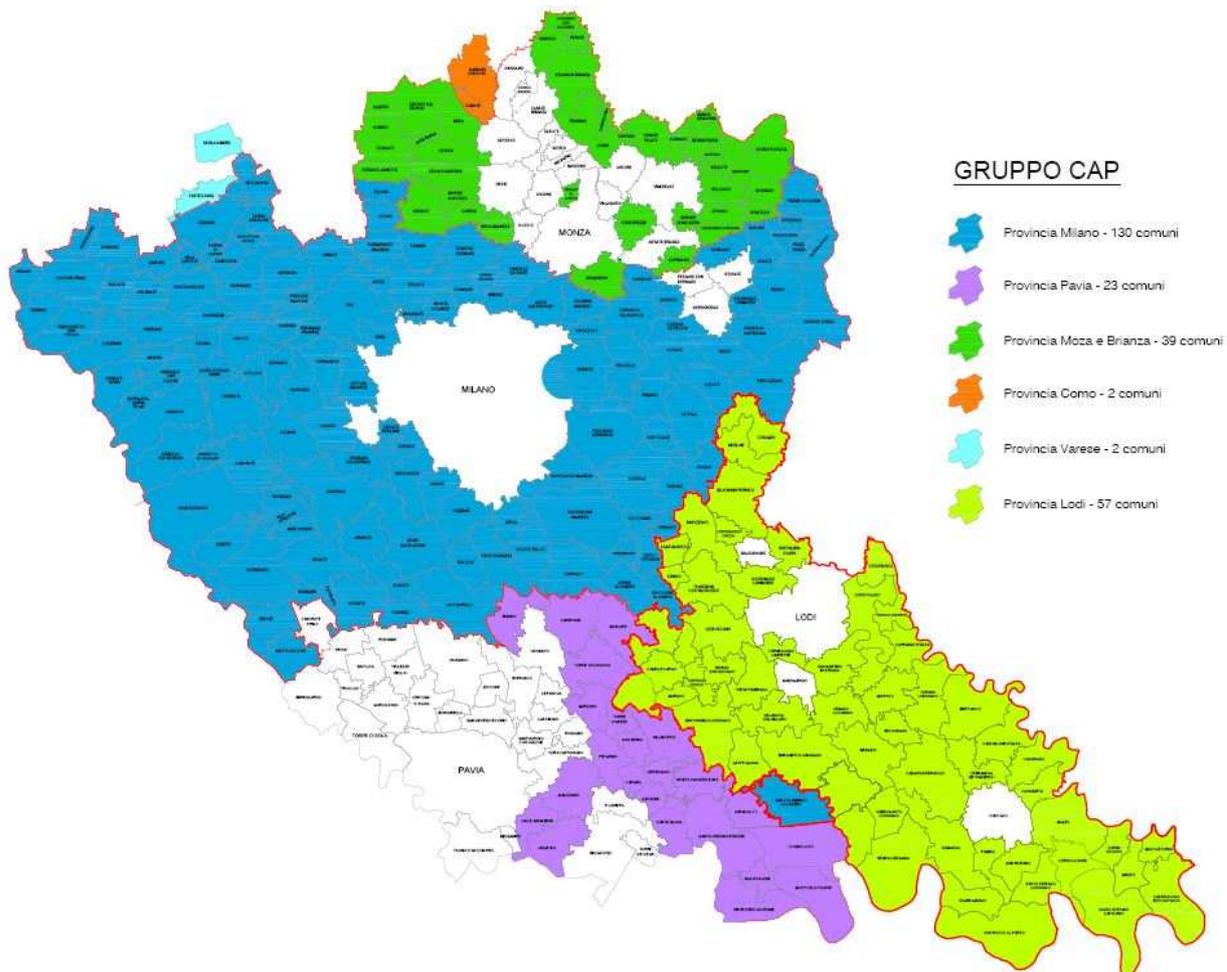
Gruppo CAP (www.capholding.it)

Giuliano Ceseri

ID&A Srl (www.idea-srl.it)

Il Gruppo CAP

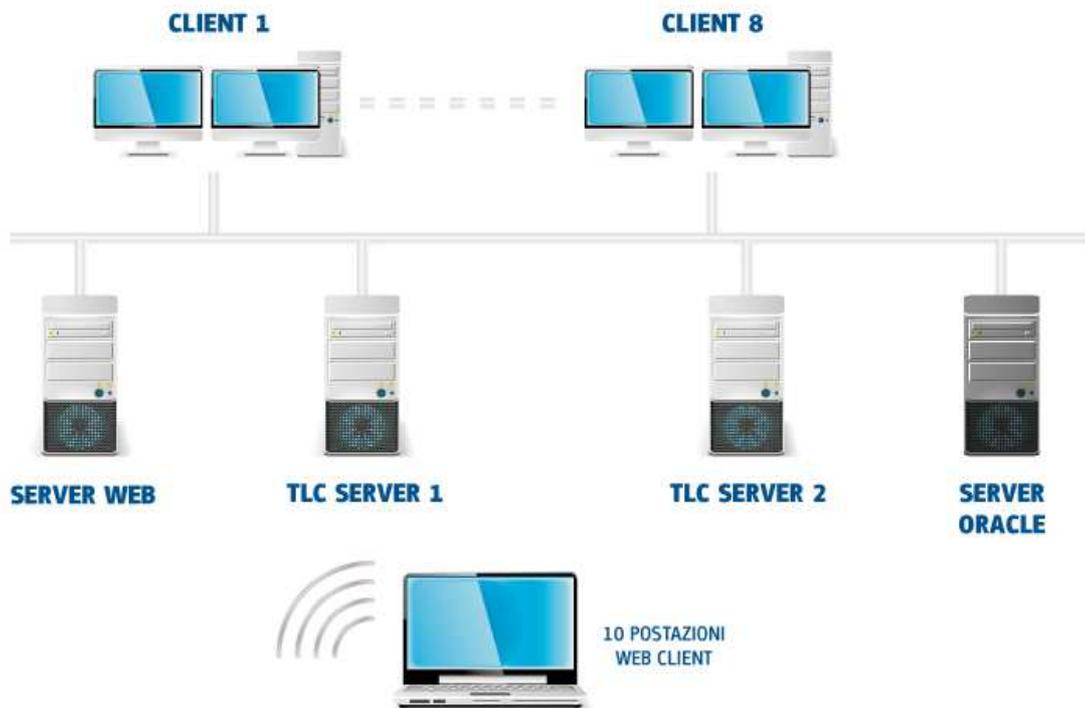
Il Gruppo CAP eroga il servizio idrico integrato in una vasta e popolosa area della Lombardia. Gestisce un acquedotto di 7.224 chilometri, una rete fognaria di 5.572 chilometri, 845 pozzi e 57 depuratori. I Comuni serviti sono 243 soci in 6 Province: Milano (133 Comuni), Varese, Como, Monza e Brianza, Lodi e Pavia. La popolazione servita supera i due milioni di abitanti e la produzione di acqua supera i 250 milioni di metri cubi all'anno. L'azienda impiega 800 dipendenti con un fatturato di 232 milioni di euro.



Il nuovo Sistema di Telecontrollo e l'obiettivo di competitività e sostenibilità

L'azienda si è dotata nel 2013 di un nuovo Sistema di Telecontrollo con le seguenti caratteristiche:

- 2 Server SCADA
- 1 Server Oracle
- 1 Server Web
- 8 postazioni Client interne
- 10 Web Client
- Parco di RTU multivendor (tre produttori principali) tutte dotate di energy-meter e connesse via GPRS.



Schema architetturale del Centro di Telecontrollo CAP Group



Interfaccia uomo-macchina del Centro di Telecontrollo CAP Group

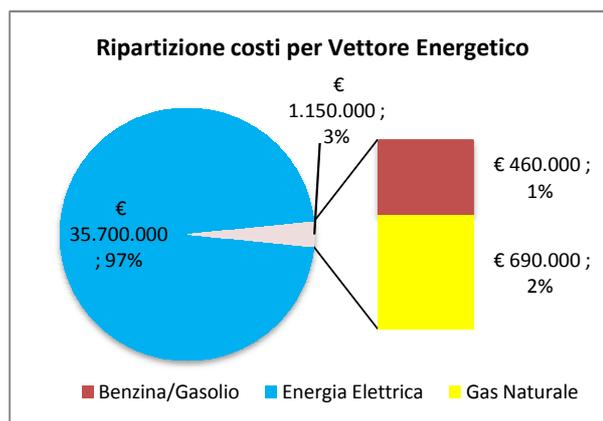
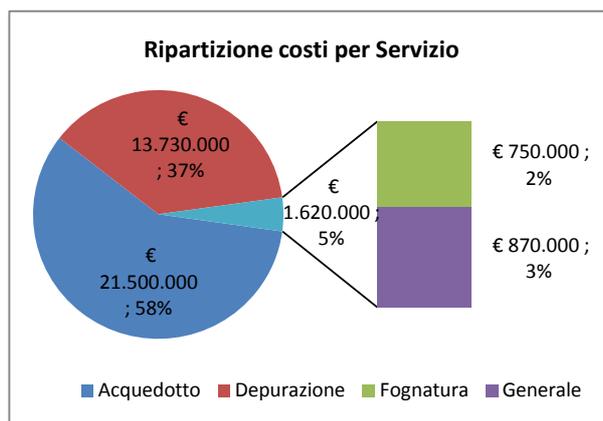
Ovviamente il Sistema di Telecontrollo svolge tutte le tipiche funzioni di gestione allarmi con inoltro a reperibili, presentazione di sinottici e trend, parametrizzazione da remoto degli apparati, telecomando, telecontrollo, storizzazione dati e generazione report. Tuttavia la problematica del risparmio energetico è uno dei fuochi strategici del progetto.

Infatti, come per tutte le aziende del ciclo idrico integrato operanti in orografia non favorevole, il costo energetico è il principale costo della struttura produttiva del Gruppo CAP, esso infatti pesa per

circa il 30% del 'Totale dei Costi della Produzione' e presenta un trend in crescita, in conseguenza dell'andamento globale del mercato energetico nazionale.

Inquadramento dei consumi energetici annui

Servizio	Usò	Vettore	Quantità	Costi
Generale	Autoveicoli	Benzina/Gasolio	280.000	€ 460.000
Generale	Riscaldamento/Raffrescamento	Gas Naturale	220.000	€ 160.000
Depurazione	Riscaldamento	Gas Naturale	150.000	€ 110.000
Depurazione	Essiccamento Fanghi	Gas Naturale	600.000	€ 420.000
Generale	Uffici	Energia Elettrica	1.500.000	€ 250.000
Acquedotto	Sollevamento e trasporto acqua in pressione	Energia Elettrica	117.000.000	€ 21.500.000
Depurazione	Sollevamento e trattamento acque reflue	Energia Elettrica	82.400.000	€ 13.200.000
Fognatura	Sollevamento e trasporto acque reflue in pressione	Energia Elettrica	3.500.000	€ 750.000



In considerazione di questo, si è avviato un intervento basato su un impiego avanzato del Sistema di Telecontrollo, in modo da conseguire un beneficio sul conto economico del Gestore e, contemporaneamente, svolgere un'azione al servizio della collettività, attraverso il raggiungimento di una maggiore sostenibilità ambientale.

Obiettivi del nuovo Telecontrollo nel comparto del risparmio energetico

Gli obiettivi attuali sono ovviamente solo il primo passo di un percorso a lungo termine.

Gli interventi di breve termine già definiti sono i seguenti:

1. Monitoraggio sistematico dei consumi energetici

E' chiaro che ogni intervento migliorativo sistematico deve partire dalla conoscenza della situazione esistente e dal monitoraggio continuo della sua evoluzione. Per questo motivo ogni stazione remota del Sistema di Telecontrollo (circa 250 a fine anno, molte di più a

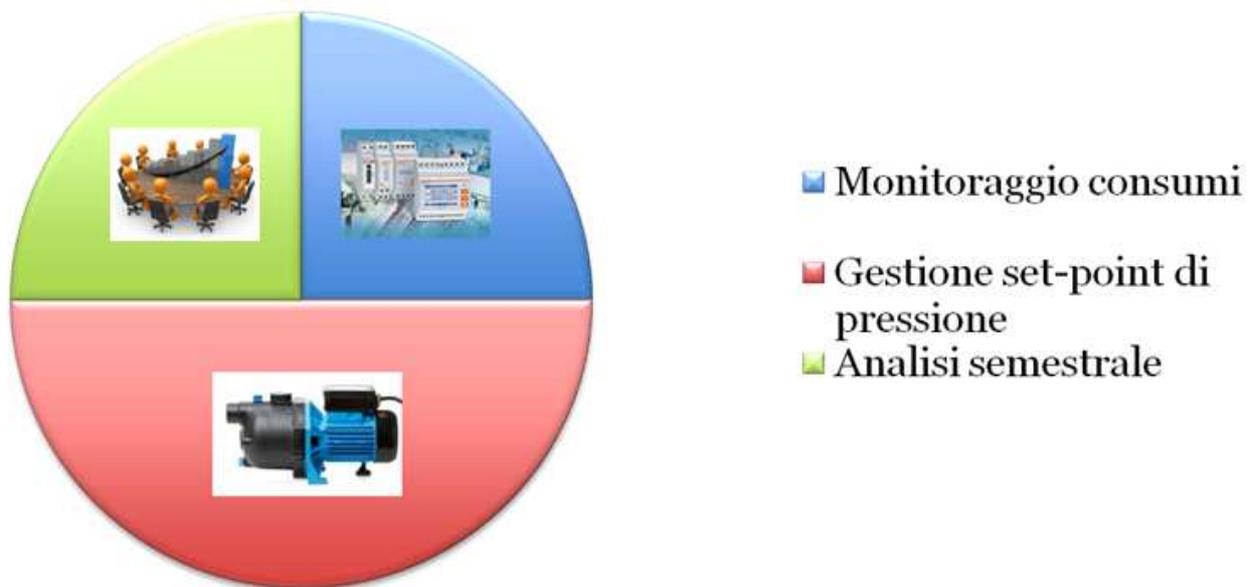
medio termine) è dotata di un Energy Meter a tre fasce connesso al Centro mediante vettore GPRS “always on” e acquisito con periodicità di un minuto.

2. **Gestione evoluta del set-point di pressione**

Attraverso una regolazione “network-wide”, ovvero basata sul monitoraggio della pressione “in rete” e non semplicemente all’uscita della stazione di pompaggio, contiamo di raggiungere assetti operativi meno energivori e di ridurre conseguentemente le perdite dovute a pressioni di rete eccessive. Quindi un beneficio doppio per la sostenibilità ambientale. Questo tema viene ampiamente approfondito nel prosieguo di questa Relazione.

3. **Comitato per il Risparmio Energetico riunito semestralmente per l’analisi dei consumi**

Il Data Base storico del Telecontrollo (Oracle nel nostro caso) non è un semplice deposito di dati tecnici, ma una preziosa Knowledge Base, da cui trarre, con opportuni strumenti di Business Intelligence, informazioni cruciali per comprendere come condurre la rete in modo efficiente, ma anche come indirizzare correttamente le attività di manutenzione e gli investimenti di rinnovamento. Semestralmente un Comitato per il Risparmio Energetico svolgerà un audit completo dei dati provenienti dal Telecontrollo.

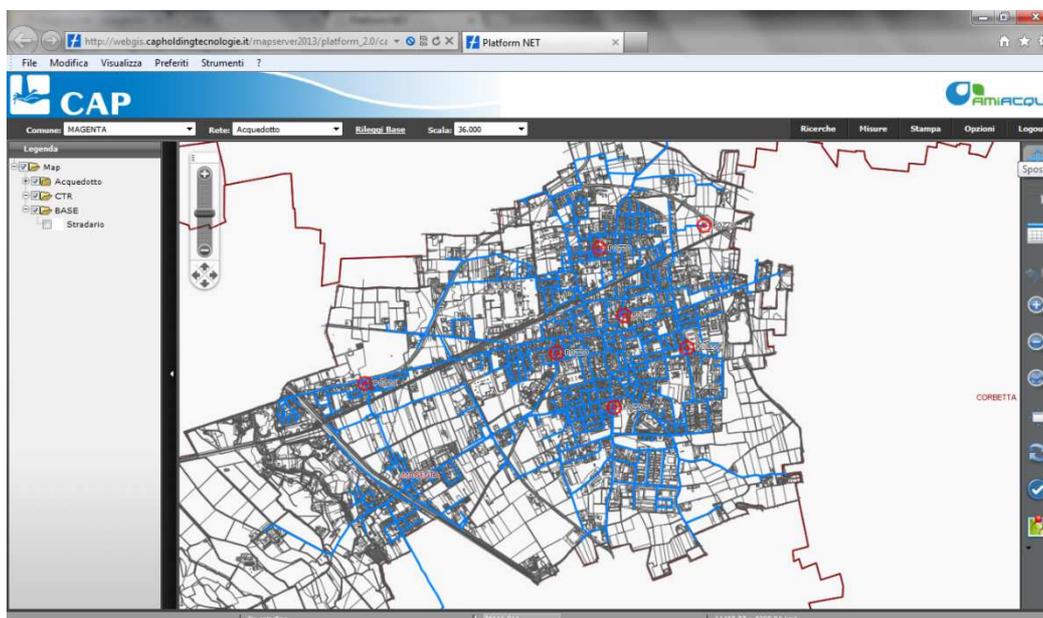


Interventi a breve per il risparmio energetico

Prima sperimentazione della regolazione della pressione di rete: l’Acquedotto di Magenta

Il Comune di Magenta è stato utilizzato come territorio pilota per la sperimentazione iniziale della regolazione della pressione a livello rete. La rete acquedottistica insiste su un territorio pianeggiante ed è alimentata da pozzi che immettono direttamente in rete, senza l’interposizione di serbatoi. Tutti

gli impianti del Comune sono tele controllati e il Telecontrollo usa da anni un algoritmo di controllo euristico che comandando 2 impianti principali dotati di inverter e 5 impianti secondari con avviamento diretto, regolano la pressione di rete secondo un set-point impostato su due fasce orarie.



Acquedotto del Comune di Magenta

Le condizioni di fornitura indicate nella Carta dei Servizi prevedono una pressione minima all'utenza "a rubinetto chiuso" pari a 2 bar.

Al fine di garantire la corretta pressione a tutte le utenze, anche le più sfavorite dal punto di vista altimetrico o della rete, in tutte le condizioni di carico della rete, gli impianti funzionano oggi con l'obiettivo di mantenere una pressione di rete di 3,5-4 bar.

L'obiettivo futuro del Sistema di Telecontrollo è di effettuare una modulazione evoluta del set-point di rete atta a conseguire la prescrizione prevista dalla Carta dei Servizi con il minimo dispendio possibile di energia elettrica.

L'evoluzione prevista è quindi quella illustrata nello schema seguente e verrà realizzata attraverso due interventi:

1. Installazione di misuratori di pressione in punti "critici" dell'acquedotto.
2. Studio, realizzazione e prova di un algoritmo di regolazione molto più evoluto di quello attualmente in uso.

Gestione attuale

- 2 bar a «rubinetto chiuso» come da Carta Servizi
- Set-point di pressione «di rete» a 3,5-4 bar



Gestione futura

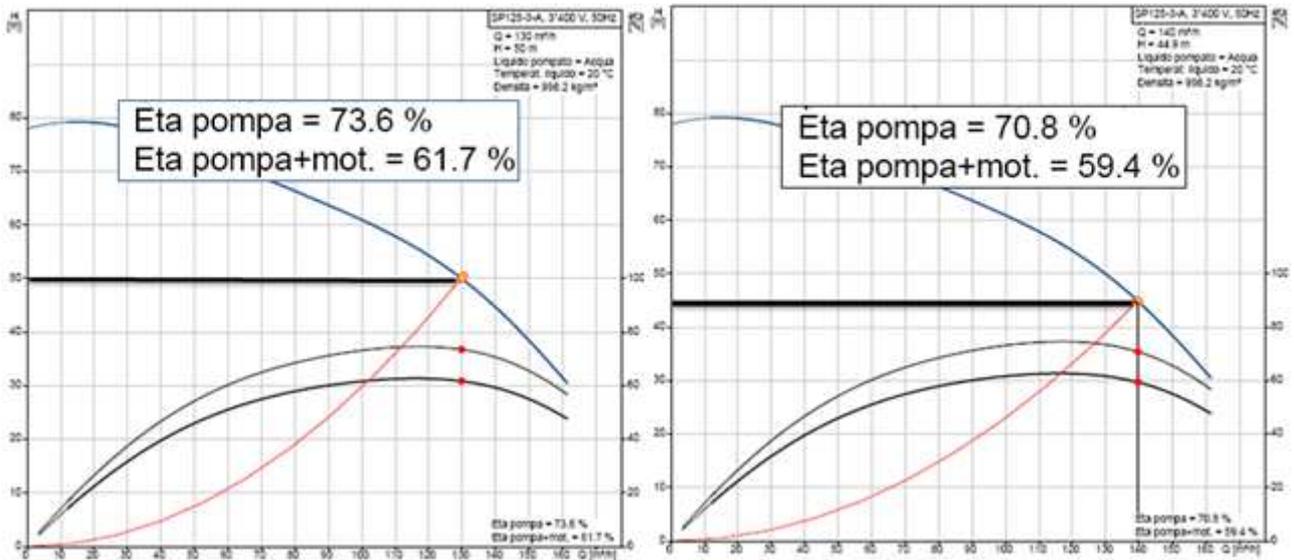
- 2 bar a «rubinetto chiuso» come da Carta Servizi
- Set-point di pressione «minima» atta a garantire quanto sopra
- Modulazione del set-point in base alla misura della pressione a utenze «sfavorite»

Evoluzione della gestione dell'Aquedotto di Magenta

La realizzazione di questo sviluppo è tuttora in corso, tuttavia sono stati eseguiti alcuni studi ed alcune rilevazioni di dati reali dalla rete che sono essenziali e propedeutici per lo sviluppo finale.

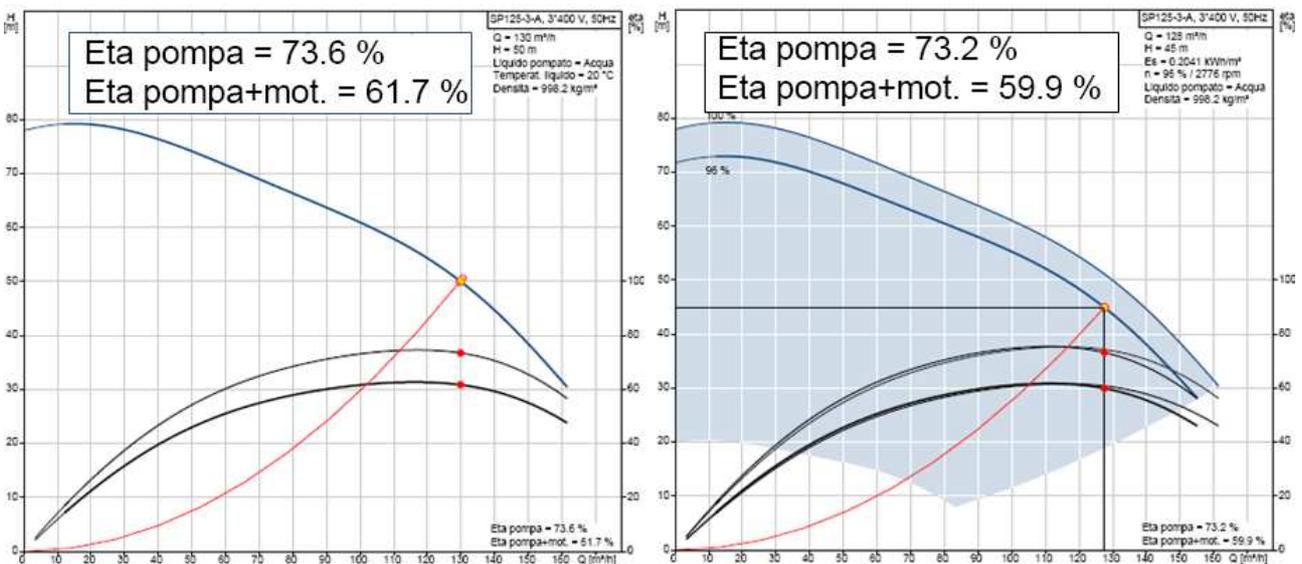
Innanzitutto ci siamo preoccupati di valutare il rendimento delle pompe con livelli diversi di pressione di rete e l'eventuale esigenza di dotarle tutte di inverter.

La riduzione delle pressioni di lavoro delle pompe porta in effetti le stesse a lavorare in un punto della curva caratteristica avente un **rendimento energetico** inferiore rispetto alle condizioni ottimali. Questo potrebbe quindi ridurre i benefici conseguibili. Analizzando i diagrammi successivi vediamo però che con le prevalenze in considerazione di 45-50 (si consideri che 10 derivano dal salto necessario per raggiungere la superficie terrestre) la riduzione di rendimento energetico non è così importante.



Rendimenti energetici diversi in condizioni di pressione diversa

Sarebbe ovviamente possibile migliorare il rendimento, installando inverter su tutte le macchine e trasformando le pompe a regime di rotazione fissa in pompe a regime variabile con funzionamento on/off, per evitare fenomeni di conflitto, e lasciando il compito di modulazione alle pompe principali. Però, nel nostro caso, il rendimento migliora, ma di poco; rendendo quindi l'intervento poco appetibile.



Incremento di rendimento energetico indotto dall'adozione di inverter

Questi dati ci hanno portato a considerare come fenomeno di secondo ordine, ovviamente ribadiamo non come principio generale ma nel nostro caso specifico, il problema della massimizzazione del rendimento energetico. Ci siamo quindi focalizzati sulla ottimizzazione della vera funzione obiettivo del nostro Telecontrollo che è la "Resa Energetica" e non il Rendimento Energetico come schematizzato dalla figura seguente.

LA RESA ENERGETICA
(PORTATA RAPPORATA AL CONSUMO ENERGETICO)

È DIVERSA

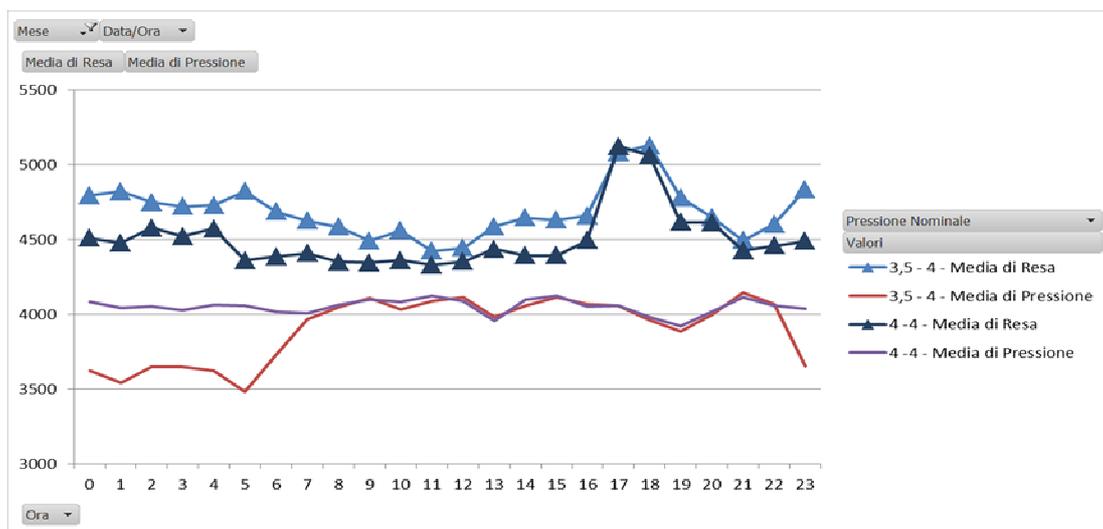
DAL RENDIMENTO ENERGETICO
(ENERGIA DATA AL FLUIDO RAPPORATA AL CONSUMO ENERGETICO)

**A NOI INTERESSA PERÒ IL MINOR CONSUMO, A
PARITÀ DI PORTATA, CON LA PRESSIONE ADEGUATA
IN RETE**

La funzione obiettivo della regolazione della pressione di rete

Disponendo di un sistema di telecontrollo flessibile e già predisposto per la parametrizzazione del set-point di «pressione di rete», abbiamo quindi intrapreso subito una fase di sperimentazione per verificare le rese energetiche del sistema e delle singole pompe, al variare della pressione di rete.

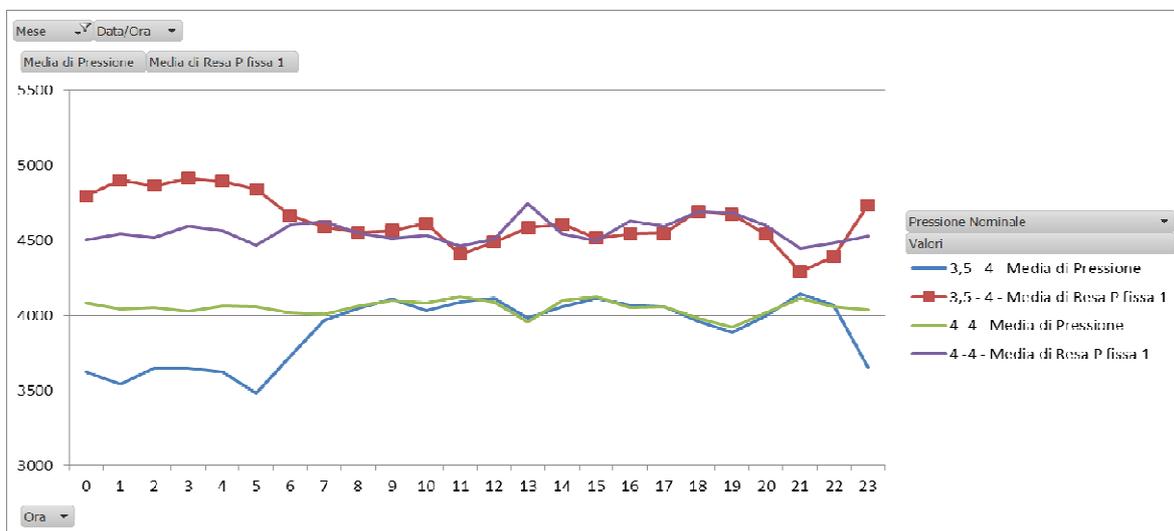
La rete, priva di stoccaggi, è controllata in base al valore real time della pressione di rete, calcolata come media delle pressioni di uscita degli impianti. In orario diurno si opera con set-point di 4 bar; per valutare l’impatto di una modulazione “intelligente” del set-point si è quindi cominciato a sperimentare una pressione notturna a 3,5 bar.



Resa energetica media nelle varie ore del giorno

Si è rilevato sperimentalmente che la resa aumenta di circa il 7% (prudenzialmente assumiamo il 5%) durante l'orario notturno, calando il set point di pressione da 4 a 3,5 bar.

L'aspetto più interessante della sperimentazione è stato che si è rilevato un miglioramento nella Resa Energetica anche sulle pompe fisse, sebbene venissero fatte operare fuori dal punto di massimo rendimento.



Resa energetica di una pompa fissa con i due set-point impostati

Questo ha una rilevanza assoluta, perché permette di ottenere primi risultati importanti col solo Telecontrollo, senza neppure l'installazione di ulteriori inverter.

Già questi primi risultati, ottenuti sul Telecontrollo "as is" (senza gli interventi migliorativi già pianificati del controllo della pressione), assumono una valenza estrema. Perché se si riuscisse a generalizzare un efficientamento del 5% in orario notturno, non considerando i vincoli di tipologia di rete idraulica (non omogenea nel nostro territorio), l'impatto ambientale ed economico sarebbe il seguente.

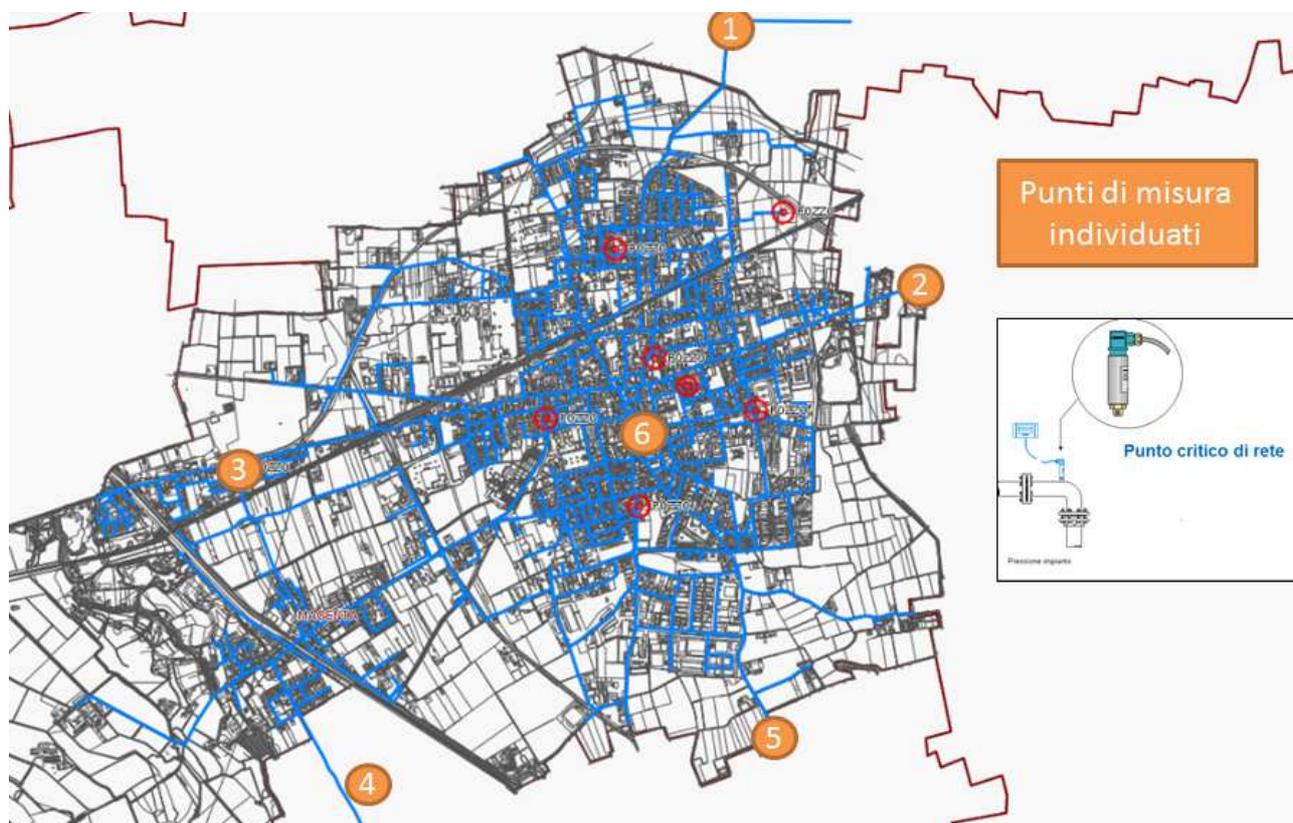
Media Portata Giornaliera fascia notturna		3.313
Media Portata Giornaliera totale		13.000
Notturna/Giornaliera		25%
Consumi totali Amiacque (euro)	€	21.500.000
Consumi notturni (euro) (fascia F3)	€	4.931.273
Saving con riduzione pressione %		5%
Saving economico (considerando F3)	€	246.564
Saving di consumo diretto (kWh)		1.490.850
Saving CO2 (kg CO2)		720.081

Come si può vedere si tratta già di un risultato importante, ma i risultati finali che ci attendiamo saranno sicuramente più alti perché contiamo di estendere la regolazione su un set-point più basso

anche in orario diurno e contiamo di apportare notevoli migliorie all'algoritmo di controllo, oggi per altro abbastanza limitato.

Come primo passo di ottimizzazione del controllo, stiamo predisponendo nell'area di Magenta l'installazione di 6 misuratori di pressione in "punti critici di rete". Questo con lo scopo di conseguire due obiettivi:

1. Migliorare la qualità del "set-point" usato per la regolazione
2. Fissare dei "vincoli al contorno" operativi, che potrebbero preludere anche all'introduzione di elementi "adattivo-predittivi" nella tecnica di controllo.



Punti di misura di pressione aggiuntivi in posizioni critiche di rete

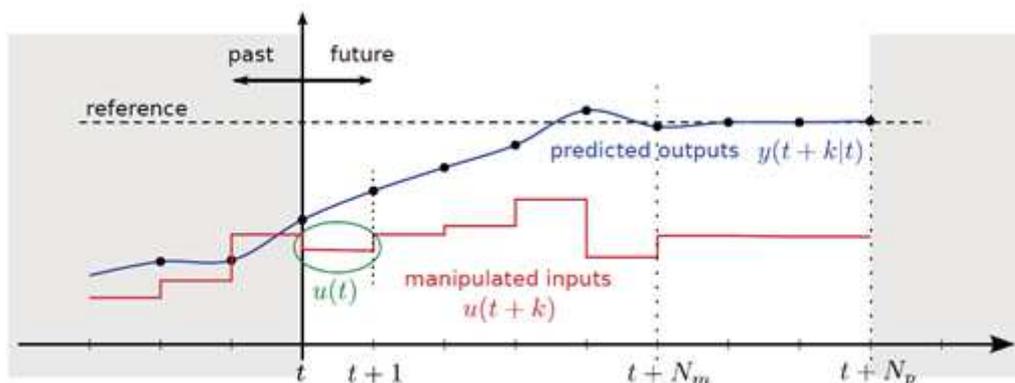
Procederemo poi con una revisione "a tappeto" dell'algoritmo di controllo, che presenta sicuramente ampi spazi di miglioramento. È infatti evidente che, pur dovendo adottare tecniche di controllo con un forte carattere euristico a causa della carenza di dati (misure ottenute da medie, estrapolazione di parametri, assenza di modelli numerici), è possibile fare vari interventi per ottenere algoritmi che sfruttino meglio le misure ricevute dalla rete per regolare il set-point di pressione. Banalmente, per esempio, è limitante adottare due sole fasce orarie per il "set-point", come mostra la figura seguente che traccia la portata oraria in tre fasce logiche diverse.



Portata complessiva dell'acquedotto

Va tenuto conto inoltre del fatto che un Sistema di Telecontrollo, anche grazie alla sua interoperabilità Internet, ha accesso in tempo reale ad un insieme di dati interni ed esterni all'azienda: consumi stagionali, trend dei consumi, dati meteo. È quindi ampiamente prevedibile che questo insieme di dati fornisca opportunità ulteriori di affinamento del controllo.

Riteniamo sia poi estremamente interessante valutare con ambienti di Ricerca (magari nel contesto di progetti UE) la possibilità di sperimentare tecniche di regolazione e controllo innovative, che sostituiscano l'approccio "reattivo" con un approccio "predittivo/adattivo" come quelle del MPC (Model Predictive Control).



Schematizzazione del Model Predictive Control

Bisognerà infine procedere all'identificazione di tutte le tipologie di Acquedotti presenti nel territorio di interesse per il Gruppo CAP, per identificare tecniche di controllo adeguate per ognuna di esse. Va infatti tenuto conto che Magenta ha un territorio pianeggiante e un acquedotto alimentato da pozzi e privo di serbatoi. È chiaro che acquedotti diversi per orografia e gestione, richiederanno necessariamente tecniche di controllo diverse.