

Memoria per il Forum Telecontrollo

Verona – 24 e 25 Ottobre 2017

Gestione efficiente nella potabilizzazione dell'H2O grazie all'architettura PLC telecontrollata via standard IEC60870.

Autori:

Ing. Recchia Simone
General Manager Technical Department
Panasonic Electric Works Italia srl
simone.recchia@eu.panasonic.com
Tel. 045/6752744



P.I. Parronchi Lorenzo
Tecnico Automazione
Publiacqua
l.parronchi@publiacqua.it
Tel. 055/5322276



1. Premessa

La diffusione delle tecnologie digitali rappresenta un'opportunità di cambiamento per tutti i settori produttivi privati e pubblici, dall'industria manifatturiera alle reti di pubblica utilità e smart city. L'utilizzo di sensori e dispositivi intelligenti (PLC, interfacce uomo macchina...) integrati e interconnessi offrono l'opportunità di raccogliere, trasferire e analizzare informazioni in tempo reale ponendo i presupposti per il progresso continuo dei processi in termini di rinnovamento, efficienza e produttività.

L'innovazione e l'utilizzo delle più moderne tecnologie disponibili sono elementi fondamentali per lo sviluppo industriale ed economico.

Il ciclo idrico integrato è uno dei settori che può trarre benefici dall'impiego di componenti e sistemi automatizzati, digitalizzati e connessi per il miglioramento delle infrastrutture, delle risorse e dei servizi.

In questa memoria illustreremo le architetture di automazione installate sul campo e la soluzione di telecontrollo adottata dalla public utility Publiacqua, gestore unico del servizio idrico integrato nell'area fiorentina (che comprende la provincia di Firenze, Pistoia, Prato e alcune zone di Arezzo) per automatizzare e telecontrollare gli impianti di filtrazione nel processo di potabilizzazione dell'acqua.

La soluzione di automazione da adottare doveva tenere conto dei seguenti aspetti:

- integrazione con l'hardware e il software già presente. L'obiettivo era quello di apportare delle migliorie salvaguardando gli investimenti fatti ad oggi;
- possibilità di inserire automazioni che regolino i processi di filtrazione;
- connettività verso il centro di controllo tramite standard IEC60870, protocollo di comunicazione scelto da Publiacqua per lo scambio dati;
- scalabilità, in modo da rendere il processo adattabile alle dimensioni variabili degli impianti presenti;
- apertura ai BUS standard di campo più comuni col fine di poter raccogliere dati da dispositivi eterogenei;
- controllo dell'operazione di filtraggio sia in locale che da remoto.

2. L'impianto di filtrazione: principio di funzionamento.

Già da qualche anno si sentiva la necessità all'interno di Publiacqua di attuare un rifacimento strutturale e un miglioramento tecnologico in una serie di impianti esistenti. Tra questi, l'impianto di filtrazione (sia sabbia che carbone) del settore potabile ricopre un ruolo importante soprattutto in una azienda che utilizza acqua in prevalenza da fonti superficiali quali fiumi e laghi (Fig.1) o da sottosuolo (Fig.2) con necessità di trattamento per abbattere eventuali agenti inquinanti.

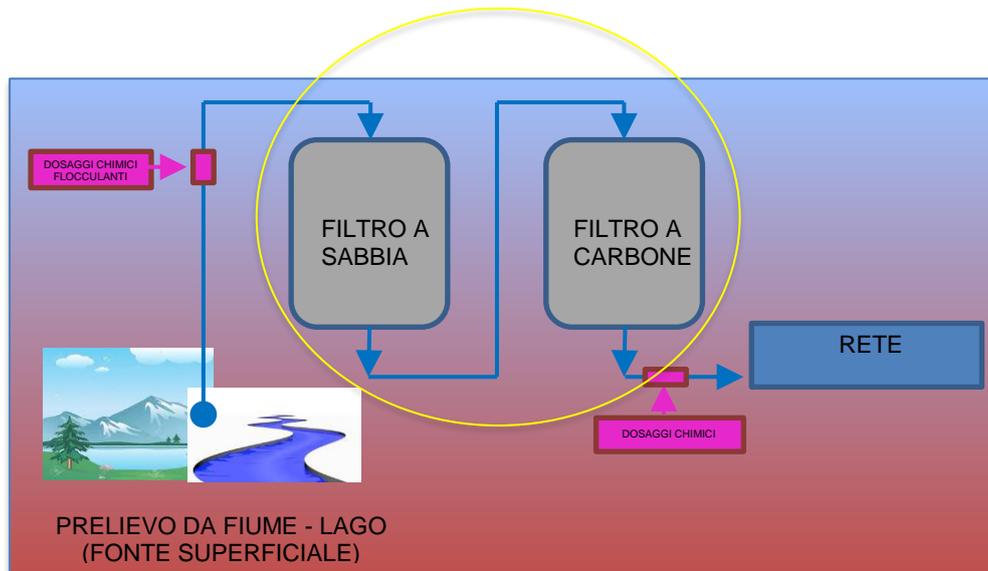


Fig.1 Prelievo da fiumi e laghi.

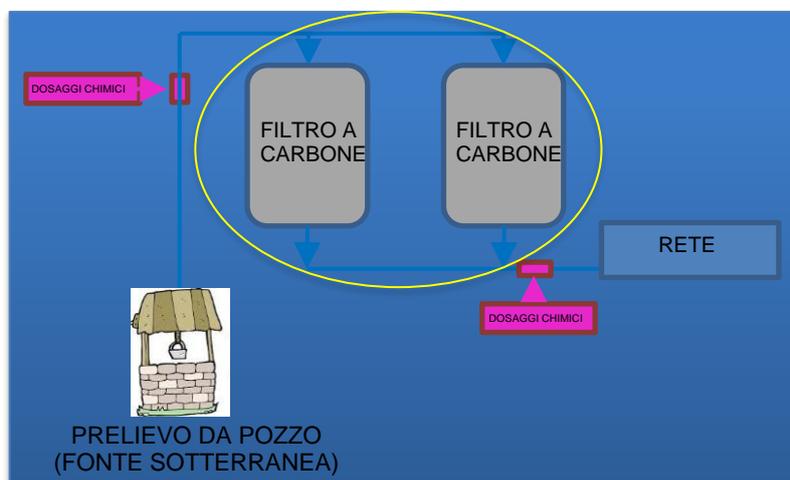


Fig.2 Prelievo da pozzo.

L'impianto di filtrazione può essere schematicamente rappresentato da un serbatoio che contiene l'elemento filtrante (sabbia o carbone), da una pompa e da un compressore essenziali per la fase di controlavaggio e da una serie di valvole utili per il controllo dei flussi di ingresso/uscita dell'acqua sia nella fase di filtrazione che in quella di lavaggio (Fig.3).

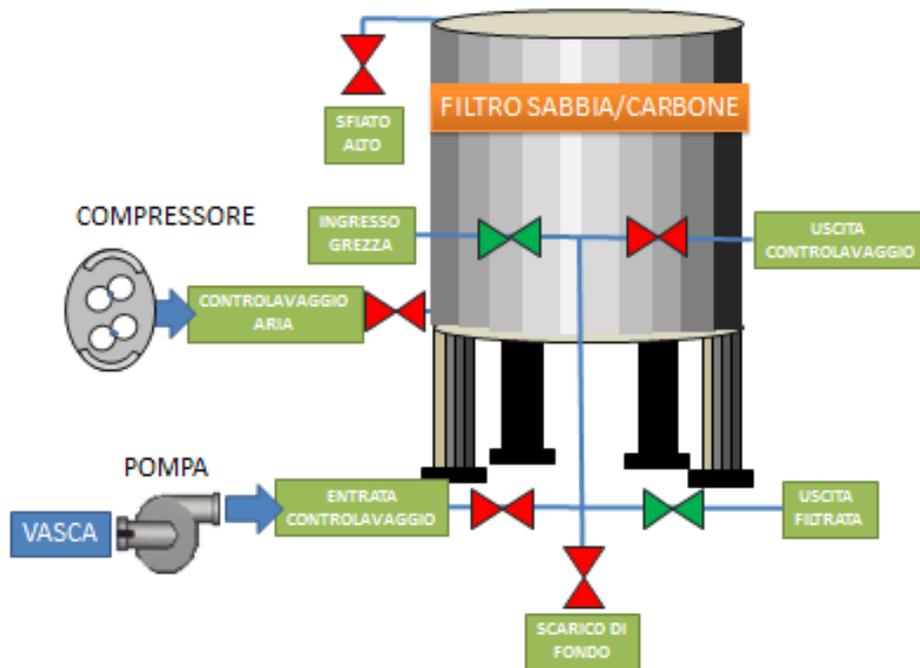


Fig.3 schema semplificato filtro a sabbia

Nella configurazione di un impianto si trovano solitamente più elementi filtranti in serie o in parallelo, questo dipende molto dal tipo di filtrazione e dalla portata nominale.

La gestione di questi apparati comprende una fase di funzionamento in filtrazione e un ciclo di "rigenerazione" (solitamente chiamato controlavaggio) per l'elemento filtrante.

Il processo di controlavaggio, prima dell'integrazione del sistema di telecontrollo e dell'automazione in campo, veniva eseguito manualmente sul posto (i filtri erano installati nei pressi di ogni punto di prelievo) necessitavano la presenza in loco del personale, che eseguiva le sequenze di manovre delle valvole (apri/chiodi) e l'azionamento della pompa e della soffiante per le operazioni di controlavaggio anche 1 volta la settimana. In questo modo si producevano diverse inefficienze che rendevano antieconomico lo sfruttamento di questi pozzi distribuiti su un'area vasta ma singolarmente con una portata modesta da 3 a 10 l/s.

Infatti, un'operazione manuale di controlavaggio di 10 filtri presentava i seguenti limiti:

- Impegno di un operatore: per circa 2 giorni lavorativi;
- tempi di controlavaggio con delle tolleranze consistenti tra un filtro e l'altro. La quantità d'acqua impiegata per il controlavaggio era funzione dell'operatore;
- cicli di controlavaggio a cadenza periodica, quindi anche quando non strettamente necessario;
- esecuzione del processo solo durante l'orario lavorativo quando la domanda d'acqua è maggiore.

Pertanto, i pozzi erano stati abbandonati e solo con la realizzazione del nuovo impianto di filtrazione completamente automatizzato, il loro utilizzo è tornato ad essere conveniente.

Le operazioni di controlavaggio prevedono fasi diverse, con durata temporale impostabile e, solitamente, per massimizzare il rendimento dell'impianto e contenere gli sprechi, devono essere attivate soltanto se necessarie.

L'obiettivo era di realizzare un sistema che rispondesse ai seguenti requisiti:

- automatico, per poter gestire tutte le fasi del filtraggio e controlavaggio senza la presenza di un operatore locale;
- flessibile, per l'integrazione con gli eventuali automatismi già presenti (revamping);
- modulabile, per potersi adattare alle diverse dimensioni e configurazioni che si trovano in questa tipologia di impianti;
- telecontrollato, per poter comunque inviare comandi e/o raccogliere informazioni utili ai fini statistici, manutentivi o di intervento in caso di anomalie.

3. La configurazione adottata ed i vantaggi

L'impianto si occupa di filtrare l'acqua proveniente da una serie di punti di prelievo distribuiti in un'area vasta (di circa 6 km²) che convogliano in un solo impianto di filtraggio/accumulo composto da:

- 10 elementi filtranti
- 80 valvole ad azionamento pneumatico
- 2 pompe di controlavaggio controllate da inverter (in parallelo caldo)
- 2 compressori volumetrici con azionamento diretto



Fig. 4 – impianto di filtrazione

Si è scelto di realizzare un quadro elettrico “QUADRO FILTRO” che potesse gestire indipendentemente un filtro e di replicarlo per il numero di filtri presenti (in questo caso 10). Inoltre è stato realizzato un “QUADRO MASTER” che gestisce l’impianto nella sua complessità (compresi i quadri filtro) e trasmette i dati al sistema di Telecontrollo aziendale (Fig.5).

Grazie a questa configurazione a “logica distribuita” ogni QUADRO FILTRO mantiene la sua autonomia operativa locale anche in caso di anomalia del QUADRO MASTER.

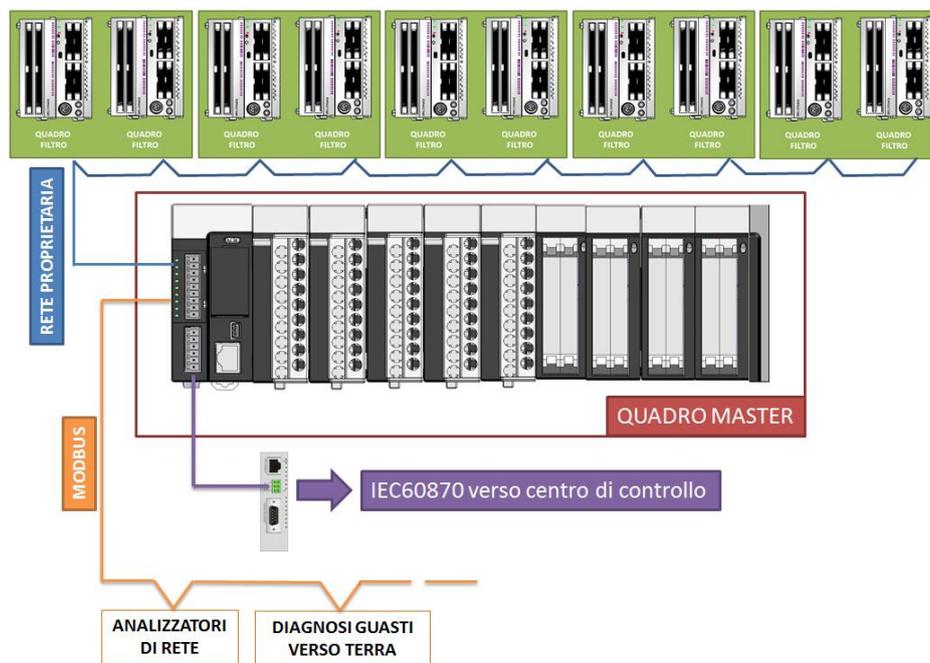


Fig. 5 – collegamenti presenti tra quadri filtri, quadro master e centro di controllo

Per semplicità tecnica ed esigenze di spazio fisico si sono accorpati due filtri in una sola carpenteria.

Il QUADRO FILTRO comanda tutte le valvole presenti, acquisisce lo stato delle stesse tramite i finecorsa e impartisce i comandi per la marcia delle utenze motorizzate condivise (pompa e compressore). Tale apparato è dotato di PLC con I/O digitali e interfaccia uomo-macchina per la gestione del filtro in locale. Il PLC si occupa della logica di funzionamento del filtro sia nella fase di filtraggio che in controlavaggio ed è collegato, mediante BUS di campo, al PLC che si trova nel quadro MASTER. In questo modo è connesso al centro di controllo dal quale può ricevere tutti i settaggi necessari ed inviare lo stato in cui si trova. Le fasi di lavoro, con tempi impostabili da interfaccia uomo-macchina locale o mediante il centro di telecontrollo vengono eseguite in sequenza preordinata, ad ogni comando impartito ad una valvola corrisponde un movimento e la verifica dell’effettivo posizionamento dell’apparato, così come per i comandi delle utenze motorizzate.

I controlli di feedback da parte dei finecorsa si possono escludere a seguito di un controllo visivo sul posto della valvola che ha evidenziato un funzionamento anomalo e l’accertamento che funziona correttamente. In questo modo è possibile ridurre il fuori servizio legati a guasti che non pregiudicano il corretto funzionamento delle apparecchiature.

Ogni filtro può essere controllato in locale utilizzando l'interfaccia uomo-macchina (condizione di emergenza). In questo caso, l'operatore prima di iniziare la fase di controlavaggio dovrà tenere conto dello stato in cui si trovano gli altri filtri per evitare sovrapposizioni.

Nel funzionamento remoto tutti i controlli/comandi vengono inviati dal QUADRO MASTER, la contemporaneità delle utenze condivise viene gestita con l'esecuzione di un lavaggio per volta in cascata, i criteri di lavaggio sono automatici e basati su molteplici algoritmi che tengono in considerazione i seguenti aspetti:

1. livello di "sporramento" dei filtri
2. tempo di massima attività senza lavaggio
3. numero di cicli di filtraggio settimanali/giornalieri
4. comandi manuali inviati da remoto
5. numero di filtri in funzione

I tempi di lavoro vengono impostati dal quadro master che ne permette la replica su tutti i filtri o la singola impostazione.

IL QUADRO MASTER è costituito da un PLC di taglia e velocità superiore che può gestire un elevato numero di ingressi analogici necessari principalmente al monitoraggio di pressione e portata a valle ed a monte delle valvole impiegate. Il PLC è inoltre connesso in rete Ethernet ad un pannello operatore principale che ha la funzione di concentrare il controllo locale di tutti i filtri installati.

I 10 QUADRI FILTRO sono installati in campo vicino agli elementi filtranti che distano dal QUADRO MASTER circa 120 metri, per questo si è adottato un BUS per lo scambio dati basato su RS485. La rete è del tipo multimaster, token-ring e permette lo scambio dati tra tutti i nodi connessi; nell'applicazione si è privilegiato lo scambio dati tra QUADRI FILTRO e QUADRO MASTER. Lo scambio avviene in modo bidirezionale con informazioni che vengono inviate dai QUADRI FILTRO e dal QUADRO MASTER.

Un altro aspetto fondamentale è l'acquisizione dei parametri elettrici e **l'analisi dei dati energetici** al fine di gestire l'impianto con maggiore efficienza.

L'infrastruttura è stata dotata di strumenti per la misura e la qualità dell'energia elettrica. I dati vengono raccolti dal PLC principale del QUADRO MASTER attraverso una connessione RS485 mediante protocollo standard Modbus e sono resi disponibili e archiviati sul server della sala di controllo per le successive analisi. E' importante analizzare le misure e le registrazioni dell'energia spesa; infatti un consumo eccessivo e non motivato di energia elettrica può indicare e prevenire l'insorgenza di qualche problema (malfunzionamenti meccanici ed elettrici delle pompe, presenza di guasti, variazioni fisiche avvenute nella rete...) con conseguente diminuzione dei costi di intervento sull'impianto (manutenzione o sostituzione delle apparecchiature) e sul costo dell'energia elettrica.

Inoltre, viene anche misurata la dispersione di corrente verso terra ed inviata anch'essa via Modbus RTU al QUADRO MASTER (Fig.5).

In Publiacqua sono in fase di sviluppo degli algoritmi specifici allo scopo di avviare un efficace servizio di manutenzione predittiva. Con l'acquisizione di queste misure, sarà possibile di attuare una analisi predittiva dei guasti che potranno presentarsi ed intervenire quindi con manutenzioni programmate che permetteranno di mantenere e gestire in modo efficiente il servizio senza dover reagire sul guasto.

Il Telecontrollo

In questo impianto, la funzione principale del telecontrollo è di gestire i filtri da remoto senza la presenza di un operatore in loco. Il QUADRO MASTER che è connesso verso il centro di controllo ha il compito di gestire/controllare i QUADRI FILTRI.

L'impostazione ed il controllo delle fasi di controlavaggio da remoto permette, assieme all'automazione, di eseguire l'operazione con una maggiore precisione ed in economicità. Inoltre, la possibilità di programmarla negli orari in cui il consumo d'acqua della rete è minore, tipicamente dopo la mezzanotte, assicura il minor impatto possibile sul servizio di distribuzione.

Il telecontrollo consente di intervenire tempestivamente in caso di anomalie interrompendo eventuali operazioni in corso per dare sempre la massima priorità alla distribuzione dell'acqua, casi tipici di questi interventi possono essere un allarme durante l'operazione di rigenerazione di un filtro o il posticipo di un'operazione di lavaggio programmata a causa della temporanea assenza di acqua.

Per lo scambio dati verso il centro di controllo Publiacqua ha scelto di utilizzare il protocollo **IEC60870-104**.

La connettività viene realizzata mediante dei router configurati per poter accedere al sistema UMTS APN aziendale.

La scelta di utilizzare lo standard IEC60870-104 è dovuta principalmente alla robustezza di tale protocollo che nasce con l'obiettivo di garantire il trasferimento dei dati al centro di controllo.

Il dato viene, infatti, bufferizzato all'interno del PLC prima di essere inviato e viene rimosso dal buffer solo dopo che lo SCADA ha ritornato l'acknowledge sulla ricezione. Questa sua caratteristica, assieme al fatto che ad ogni dato viene associato il time-stamp della sua occorrenza, permette un completo invio dei dati anche nelle condizioni di instabilità della rete Wireless.

Un altro aspetto a favore dell'impiego dell'IEC60870 è la sua caratteristica CLIENT-SERVER che permette la gestione di un alto numero di nodi ed un'occupazione della banda ottimizzata, infatti i dati vengono trasmessi secondo criteri impostabili e tipicamente vengono inviati al fronte di un cambiamento. In questo modo, le grandezze che cambiano lentamente nel tempo verranno processate con meno frequenza rispetto a quelle che presentano cambiamenti repentini.

Il protocollo IEC60870 è in grado di bufferizzare le occorrenze secondo delle priorità che permettono di discriminare gli allarmi dalle normali registrazioni dal campo. Gli allarmi vengono quindi collocati sempre nella parte iniziale del buffer ed inviati non appena si instaura la comunicazione con il centro di controllo.

Infine, l'utilizzo di uno standard garantisce la possibilità di accedere ai servizi di diversi produttori senza perdita di know-how lato centro di controllo.

4. Sviluppi futuri: supervisione e controllo da strumenti mobile

Lo step successivo a quanto realizzato potrebbe essere quello di sfruttare le informazioni di diagnostica già presenti a bordo del PLC per migliorare il processo di manutenzione e di creare pagine HTML per poter controllare localmente l'impianto anche mediante **dispositivi "mobile"** tramite un accesso Wi-Fi. Infatti, la disponibilità del web Server del PLC permette di gestire delle pagine di sistema e utente **HTML5 based**. Le pagine predefinite di sistema forniscono informazioni quali ad esempio la condizioni operativa della CPU, il livello della batteria e la tracciabilità cronologica degli eventi, quindi, informazioni disponibili in real time per una veloce diagnostica. Inoltre, grazie alla possibilità di realizzare delle pagine Web (utente) personalizzabili, ogni operatore abilitato potrà supervisionare e controllare l'impianto da qualsiasi dispositivo mobile (smartphone/tablet). Lo sviluppo delle pagine Web è facilitato da un tool dedicato, basato su tecnologia web standard HTML5, che offre l'opportunità di realizzare delle tradizionali pagine HMI mettendo a disposizione un'ampia scelta di oggetti preconfigurati (pulsanti, lampade, grafici), media player (MP3, Webm, Ogv/Ogg) e IP Camera.

5. Conclusioni

La scelta di questa architettura a logica distribuita anche se un po' articolata è stata adottata per facilitare l'integrazione nei revamping di impianti tra loro molto diversi. Infatti, nonostante dal punto di vista operativo tutti questi impianti risultassero molto simili fra di loro era necessario dover gestire situazioni tra loro eterogenee, per questo si è optato per una soluzione quanto più scalabile e flessibile.

Per esempio si è intervenuto su un impianto in cui erano presenti solo 6 filtri e con quadro elettrico esistente, ma che necessitava dell'acquisizione delle misure elettriche e del controllo tramite 4..20mA di un inverter per la pompa di lavaggio. In questo caso, in campo sono stati installati soltanto 3 QUADRI FILTRO, un QUADRO MASTER più ridotto nelle dimensioni e nei comandi utilizzati ed è stata impegnata soltanto una porta di comunicazione verso i strumenti di rilevamento energetico e per il controllo dell'inverter.

In un altro impianto c'erano solo 4 filtri, con quadro elettrico e periferica di connessione al centro di telecontrollo già esistente. In questo caso, sono stati installati soltanto 2 QUADRI FILTRO, il QUADRO MASTER non era collegato con i strumenti di campo via Modbus e si è interfacciato con l'apparecchiatura che gestiva il Telecontrollo sfruttando così il canale di comunicazione già in essere.

L'introduzione del telecontrollo e dell'automazione locale ha permesso di rendere più efficienti e economiche le operazioni di controlavaggio e di sfruttare così anche quelle sorgenti che, avendo portate ridotte, non erano convenienti da gestire.

La centralizzazione delle operazioni di filtraggio e una parametrizzazione temporale delle operazioni di controlavaggio ha consentito di condividere le stesse risorse operative quali filtri, pompe e compressori. In questo caso l'acqua veniva prelevata da 15 pozzi e mandata a 10 filtri rigenerati mediante una pompa ed un compressore. Risulta evidente l'abbattimento dei costi e l'ottimizzazione di tutte le risorse impiegate.

Le operazioni di lavaggio non comportano un grosso consumo di energia, in quanto le ore di funzionamento dei maggiori carichi presenti (pompe e compressori) sono relativamente poche nel corso di un mese e quindi l'efficiamento energetico non era l'obiettivo primario da raggiungere con l'automazione del sistema. Tuttavia, come risultato secondario è stato possibile ottimizzare i consumi energetici riducendo i lavaggi effettuati (solo a condizione e non più a tempo) ed effettuandoli nelle ore con minore costo dell'energia (nei giorni festivi o in orari notturni).

L'utilizzo di un'architettura PLC based aperta ai protocolli di comunicazione avanzati quali l'IEC60870-104, garantisce una maggiore flessibilità operativa in termini di scalabilità ma anche di integrazione con il campo in quanto offre protocolli standard Ethernet quali ad esempio Ethernet/IP, Modbus TCP, Profinet oltre ai fieldbus quali Profibus, Can Open...

L'IEC60870-104 è un protocollo standard di riferimento per il telecontrollo, per sua natura i dati non vengono mai persi ed inviati solo se necessario garantendo priorità agli allarmi rispetto al traffico standard.

L'impiego di protocolli standard e piattaforme di automazione aperte è una scelta vincente, perché garantisce una facile integrazione fra dispositivi di diversi fornitori.

Riassumendo, la fase di progettazione con Publiacqua ha portato ad una soluzione efficiente ed efficace sugli impianti, inizialmente contraddistinti da eterogeneità tecnologica.

PRIMA	DOPO
Lunga durata e imprevedibilità dei tempi di lavaggio (intervento manuale su ogni area dell'impianto)	Processo automatizzato, mediante algoritmi ottimizzati , gestito da remoto nelle fasce di minor consumo .
Portata nominale: 60 L/s	Valorizzazione: nuova portata nominale di 150L/s
Rigidità tecnologica.	<p>Scalabilità e gestione sostenibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - è possibile attingere da pozzi vicini condividendo lo stesso impianto di filtrazione - L'approccio modulare con logica distribuita permette di applicare la soluzione ad impianti di dimensioni tra loro diverse ma che per natura presentano diversi elementi in comune - Il controllo da remoto mediante protocollo standard rende flessibile l'utilizzo di tecnologie multi-brand - si può incrementare l'apporto tecnologico in fasi successive (IP camera, ecc.)
Alto numero di interventi manuali degli operatori	La previsione di guasti e il telecontrollo hanno ridotto al minimo il numero di interventi dell'operatore (solo in caso di guasti non prevedibili).
Assenza di controllo remoto	La scelta dell' IEC60870 che è un protocollo nato per il telecontrollo ha fatto sì che i dati non vengano mai persi ed inviati solo se necessario riducendo, quindi, il traffico superfluo e garantendo priorità agli allarmi rispetto al traffico standard.