

Oggetto	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO PER LE RETI IDRICHE E PER LE RETI DI RACCOLTA FOGNARIA		Pagina 1 di 21
data	25 novembre 2008	ns.rif.	del

Rosario Cod. Elaborato

ATO IDRICO 9 - AGRIGENTO

CONSORZIO DI AMBITO AGRIGENTO – SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO PER LE RETI IDRICHE E PER LE
RETI DI RACCOLTA FOGNARIA

OGGETTO

>



ELABORAZIONE	APPROVAZIONE

Sommario

1. Premessa

- 1.1 Generalità
- 1.2 Obiettivi
- 1.3 Prestazioni

2. Monitoraggio delle reti idriche

- 2.1 Introduzione
- 2.2 Tempi di realizzazioni e priorità
- 2.3 I punti mobili di monitoraggio
- 2.4 I punti fissi di monitoraggio: infrastrutture e grandezze oggetto del controllo

3. Monitoraggio delle reti di raccolta fognaria

- 3.1 Controllo degli scarichi inquinanti in fognatura
- 3.2 Depuratori
- 3.3 Infiltrazione di acque

4. Il sistema di telecontrollo

- 4.1 Caratteristiche ed architettura
- 4.2 Il sistema di supervisione
- 4.3 Le reti idriche e gli impianti controllati
- 4.4 Le reti di drenaggio e gli impianti controllati

1. Premessa

1.1. Generalità

Il presente documento è redatto in accordo al paragrafo 3.4 del disciplinare tecnico e costituisce un allegato del “Piano di razionalizzazione e miglioramento del servizio” ed ha lo scopo di descrivere il programma di monitoraggio per le reti idriche e per le reti di raccolta fognaria.

1.2. Obiettivi

Obiettivi del programma di monitoraggio sono l’acquisizione in tempo reale di:

- - tutte le grandezze necessarie al corretto funzionamento del sistema di controllo;
- - tutti i parametri per la corretta gestione del servizio;
- - dati statistici per la ricerca di perdite, furti, anomalie fisiche del sistema.

1.3. Prestazioni

Il piano di monitoraggio garantisce:

Controllo in tempo reale:

- monitoraggio continuo dello stato di funzionamento e di efficienza del SII;
- monitoraggio continuo della qualità delle acque nelle varie fasi del processo;
- segnalazione di anomalie ed allarmi di processo e degli apparati, in relazione sia allo stato di funzionamento che ai parametri di qualità delle acque;
- visibilità sull’andamento della gestione amministrativa degli impianti;

Gestione dell’informazione off-line:

- raccolta, elaborazione ed archiviazione dei dati;
- confronto ed associazioni tra i dati correntemente rilevati e quelli d’archivio;
- trasportabilità dei dati verso i centri di gestione dell’informazione per la pianificazione territoriale;
- interagibilità tra dati raccolti e quelli calcolati dai modelli matematici finalizzata al tuning del modello matematico;
- informazioni relative agli interventi manutentivi;

Supporto alla decisione:

- conoscenza strutturata sullo stato dei servizi;
- disponibilità e visualizzazione contemporanea di dati in relazione allo svolgimento dei processi decisionali;
- attività di simulazione tramite modelli;

Razionalizzazione e standardizzazione:

- pianificazione ed organizzazione delle attività del personale addetto (turni, reperibilità);
- pianificazione degli interventi ed interazione tra settori aziendali (permessi di lavoro, ecc.);
- standardizzazione della tipologia e delle metodologie di rilevamento dei dati e delle modalità di archiviazione.

Verifica della qualità del processo:

- conoscenza dei parametri di qualità (regolamentati per legge) a monte ed a valle degli impianti;
- controllo continuo degli standard qualitativi, in conformità con i parametri di gestione (continuità di esercizio).

2. Monitoraggio delle reti idriche

2.1 Introduzione

La conoscenza è alla base di ogni processo umano.

Essere in grado di conoscere i parametri di funzionamento delle reti di pubblica utilità è di fondamentale importanza per la corretta gestione e per ogni forma di approccio alla ottimizzazione ed alla qualità. Nella gestione di risorse idriche, è indispensabile disporre di un gran massa di dati per conoscere in ogni momento:

- la *consistenza*, le *caratteristiche* e lo *status* di tutti gli impianti gestiti (sorgenti, pozzi, acquedotti, centri di distribuzione, alimentatrici primarie di zona, reti di distribuzione);
- lo *stato di funzionamento* delle singole apparecchiature installate nel complesso degli impianti (paratoie, saracinesche, valvole di regolazione, impianti di pompaggio, valvole di non ritorno);
- *l'andamento dei flussi idrici* in ogni momento ed in ogni punto caratteristico del sistema;
- *le quantità di acqua disponibili*, sia come portate istantanee, che come volumi di compenso (livelli di acquedotto, livelli delle vasche di carico, valore delle portate in entrata ed in uscita dai centri di distribuzione, valori delle portate sollevate dagli impianti di pompaggio, livelli nelle singole vasche di accumulo);
- *piezometriche di esercizio* in ogni punto caratteristico (nodi sensibili) della rete di distribuzione.

Per il monitoraggio e la gestione in tempo reale di tali dati devono essere adoperati strumenti di elaborazione per ottenere:

- la conoscenza in tempo reale delle condizioni di esercizio dell'intero sistema in ogni singola parte;
- indicazioni per definire cambiamenti di assetto per adeguare la quantità di acqua da convogliare in ogni zona per il soddisfacimento delle esigenze delle utenze;
- la segnalazione tempestiva (early warning) e la registrazione di eventi perturbanti (valori fuori limite relativi ai parametri di potabilità, di portate di livelli, di piezometriche, nonché fuori servizio, danni alle apparecchiature, ecc.)

Il concetto di monitoraggio basato sulla conoscenza (Knowledge Based Monitoring) esprime l'integrazione - in un dominio di riferimento - tra un monitoraggio di dati di processo e un corrispondente Modello di Conoscenza in grado di trasformare l'insieme di dati acquisiti ad informazioni esplicite e mirate, rispetto agli obiettivi preposti.

Nel presente documento viene descritto il programma di monitoraggio con particolare riferimento alle infrastrutture e alle grandezze oggetto di monitoraggio.

In particolare vengono definite:

- le grandezze che saranno acquisite
- i criteri per selezionare i punti di controllo
- una analisi di priorità nella relativa implementazione
- le finalità del sistema di monitoraggio

Il monitoraggio, oltre a costituire una funzione intrinsecamente importante per la gestione della qualità del servizio è una delle componenti essenziali del sistema di supervisione e telecontrollo: non può esistere telecontrollo senza la funzione di monitoraggio

Con il monitoraggio si terranno quindi sotto controllo le grandezze fisiche relative alle pressioni, alle portate ed alle masse di acqua accumulate e della relativa qualità (Cloro residuo, PH conducibilità etc.

Tali dati oltre allo stato degli impianti (valvole, pompe etc) saranno utilizzati sia per il controllo in tempo reale che per studi ed analisi finalizzati all'ottimizzazione della gestione e del servizio.

2.2 Tempi di realizzazione e priorità

In esito alle attività legate al "Progetto conoscenza", si proseguirà con il controllo delle grandezze chimiche e fisiche con le seguenti priorità

- portate emunte dai pozzi
- pressioni e portate delle stazioni di sollevamento
- portate in ingresso ed uscita dei serbatoi finalizzata alla realizzazione del bilancio idrico
- livelli nei serbatoi
- misura del cloro residuo nei punti di clorazione

Successivamente si procederà ad inserire il sistema di monitoraggio nelle reti di distribuzione con particolare riferimento ai punti strategici per la gestione ed ai punti salienti di distrettualizzazione per la individuazione delle perdite.

Nelle reti di distribuzione sostanzialmente si misureranno le portate erogate e le rispettive pressioni.

2.3 I punti mobili di monitoraggio

Poichè non tutta la rete potrà essere capillarmente monitorata saranno installati dei punti di misura mobili finalizzati alla distrettualizzazione per la ricerca delle perdite in aggiunta ai punti fissi prima definiti e in seguito dettagliati.

Saranno utilizzati prevalentemente misuratori di pressione e di portata in configurazione data logger e trasmettitori.

Questi potranno essere installati temporaneamente nei punti di studio ed interesse e effettueranno la memorizzazione dei dati e la relativa trasmissione ad un sistema di acquisizione al fine di verificare le curve di lavoro della rete.

Si procederà in maniera analoga per l'analisi dei parametri chimici della qualità dell'acqua nei punti di interesse dove non è possibile o non sono ancora installati i punti fissi di misura previsti.

In questo modo, a fronte di un numero limitato di apparecchi di misura portatili, si avrà la possibilità di conoscere i parametri di funzionamento di diversi punti della rete anche al fine di elaborare il modello matematico della stessa.

2.4 I punti fissi di monitoraggio : infrastrutture e grandezze oggetto del controllo

Postazioni periferiche

Qualora necessario saranno definite ed installate postazioni di controllo periferiche per le quali sarà garantito il monitoraggio e la verifica di anomalie:

Grandezze oggetto di monitoraggio

Segnali (allarmi)

- mancanza comunicazione con il centro;
- mancanza alimentazione elettrica;
- intrusione locale;
- manomissione quadro;
- manomissione periferica.

Comandi

- Modalità comando, locale-remoto-automatico.

Pozzi e sorgenti

Gli impianti acquedottistici attualmente esistenti risultano articolati in un complesso sistema di approvvigionamento idrico costituito sia da fonti di tipo naturale (sorgenti e pozzi) che artificiali (invasi).

La gestione di tale articolazione acquedottistica primaria (approvvigionamento) e secondaria (adduzione a servizio dei serbatoi di testata dei comuni consorziati), impone una attenta e adeguata programmazione territoriale connessa sia all'istituzione del servizio idrico integrato previsto dalla Legge 36/94 sia alla tutela e salvaguardia dall'inquinamento delle acque connesse alle attività di coordinamento previste dal D.Lgs 11 maggio 1999 n°152 tra le "autorità d'ambito" e la Regione.

Secondo gli indirizzi di modifica dell'art.4 del D.P.R. 24 maggio 1988 n°236 introdotti con l'art.21 del D.Lgs 152/99, si procede alla individuazione delle "aree di salvaguardia" per le diverse fonti di approvvigionamento idrico, sviluppando ed individuando le tematiche connesse agli habitat ambientali attualmente riscontrabili in raffronto anche alla rinnovabilità e allo sviluppo ecosostenibile delle risorse idriche.

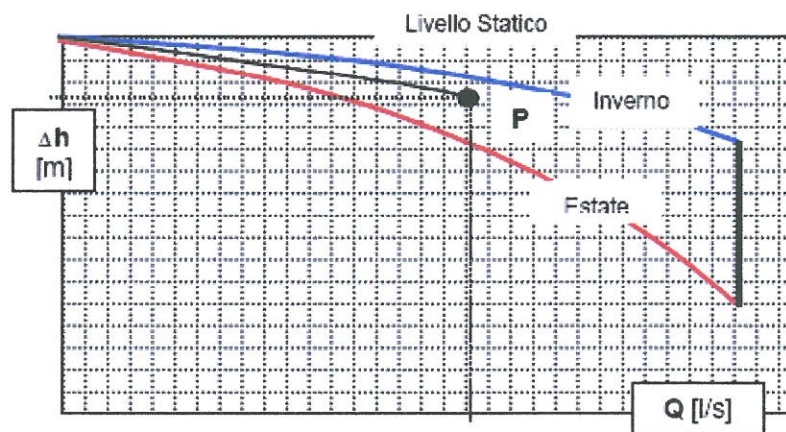
Attraverso la tipicizzazione di qualità delle acque, nello studio, vengono anche affrontate le problematiche legate alla individuazione del futuro sviluppo normativo che regione e comuni interessati dovranno seguire per il conseguimento degli obiettivi di qualità prefissati dagli articoli 4 e 5 del D.Lgs 152/99.

Inoltre l'approvvigionamento idrico civile basato prevalentemente sulla risorsa idrica sotterranea può portare ad estesi fenomeni di sovrasfruttamento ed inquinamento idrico sotterraneo con le conseguenti criticità. Il sovrasfruttamento è un processo fisico che s'instaura in un acquifero quando vi sia un eccesso di prelievo, rispetto all'alimentazione naturale. Il fenomeno viene segnalato da continui abbassamenti del livello piezometrico distinto da quello legato alle variazioni pluriennali o stagionali.

Ad ogni pozzo è associata una portata ottimale cui corrisponde l'esercizio più economico e conveniente agli effetti della conservazione del pozzo stesso, soprattutto dal punto di vista dell'insabbiamento, tanto più facile ed accentuato quanto maggiore è l'abbassamento dinamico provocato dal prelievo di acqua.

In generale, il funzionamento di un pozzo in falda freatica è definito fondamentalmente dalla caratteristica idrodinamica (diagrammi portate-abbassamenti dinamici) e da un'area di lavoro ottimale caratteristica (delimitata dalle caratteristiche idrodinamiche min-max con riferimento ad es.all'anno).

Per interrompere un processo di sovrasfruttamento occorre un intervento gestionale in grado di agire sulle voci del bilancio idrogeologico, in modo da introdurre condizioni di riequilibrio: in genere, si può intervenire nella razionalizzazione dei consumi idrici, diversificazione dei prelievi con acque superficiali, nella ricarica artificiale della falda, ecc.



Saranno così monitorati in remoto via modem i livelli dei pozzi di produzione ed i piezometri su falde artesiane e freatiche.

Il monitoraggio utilizzerà i dati ottenuti in esito alla *fase conoscitiva*, da cui si otterrà la definizione delle caratteristiche dei pozzi. In particolare:

- la morfologia della superficie piezometrica;
- le escursioni piezometriche;
- l'entità dei prelievi;
- le variazioni dello stato chimico indotto dai prelievi;
- i vincoli al contorno (eventuali movimenti verticali del livello del suolo connesse all'estrazione di acqua, variazioni delle portate delle sorgenti naturali delle acque sotterranee, ecc.).

I pozzi attualmente in esercizio (v. tab. 7.1.2 del Piano d'ambito) da monitorare sono elencati nella tabella che segue:

codice gestore	denominazione acquedotto di appartenenza	denominazione risorsa	n. pozzi	Q media [l/s]	Volume annuo derivato [m3]	potabilizzazione	Anno entrata in esercizio	profondità [m]	diametro [mm]
G0031	ACQUED. DI CAMMARATA	POZZO N.2		6,5	204.984	no	1980	250	300
G0031	ACQUED. DI CAMMARATA	POZZO N.3		6,5	204.984	no	1980	250	300
G0033	ACQUED. DI CANICATTI'	POZZO ALAIMO	1	7	220.000	no	1985	165	300
G0033	ACQUED. DI CANICATTI'	POZZO LA MARCA	1	5	158.000	no	1985	208	250
G0033	ACQUED. DI CANICATTI'	POZZO PANTANO	1	7	220.000		1985	180	300
G0033	ACQUED. DI CANICATTI'	POZZO GIARDINA	1	3	95.000	no	1985	95	210
G0039	ACQUED. DI FAVARA	POZZO 1	1	12	189.216	no	1950		
G0039	ACQUED. DI FAVARA	POZZO 2	1	12	189.216	no	1950		
G0045	ACQUED. DI MENFI	POZZO N.1 FEUDOTTO	1	4	122.472	no		270	300
G0045	ACQUED. DI MENFI	POZZO N.2 FEUDOTTO	1	5	163.296	no		264	300
G0045	ACQUED. DI MENFI	POZZO N.3 FEUDOTTO	1	14	427.107	no		300	300
G0051	ACQUED. DI RACALMUTO	POZZO N.1	2	10	315.360		1991	80	500
G0057	ACQUED. DI S.BIAGIO PLATANI	POZZO GARIPÌ	1	5	126.000		1960		
G0058	ACQUED. DI SAN GIOVANNI GEMINI	POZZO SANTA LUCIA N.1	2	1	15.750	no		280	400
G0058	ACQUED. DI SAN GIOVANNI GEMINI	POZZO SANTA LUCIA N.2	2	1	15.750	no		280	400
G0060	ACQUED. DI S.MARGHERITA BELICE	POZZO N.1	1	2	63.072	no		70	300
G0060	ACQUED. DI S.MARGHERITA BELICE	POZZO N.2	1	2,5	78.840	no		70	300
G0063	ACQUED. DI SCIACCA	POZZO CARBOJ	5	80	2.522.880		1983		
G1001	ACQUED. ACAV	POZZI OCCHIO DEL PANTANO	3	10	315.000	no			
G3001	ACQUED. FAVARA DI BURGIO	POZZI FAVARA DI BURGIO	6	200	6.307.000	no			
G3001	ACQUED. CAMASTRA	POZZO RINAZZI	1	10	315.000	no			
G3001	ACQUED. CASALE	POZZI CALLISI	1	15	473.000	no	1984		
G3001	ACQUED. DI S.STEFANO DI QUISQUINA	POZZO PRISA	1	18	568.000	no	1978		
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZI TREMOLE N.1 e 2	2	5,3	55.000			70	250
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZO BARACCA	1	1,4	3.700			70	250
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZO GRANDE	1	14	441.650			150	250
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZO SAVOCHELLO ALTO	1	0,6	3.000			120	250
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZO SAVOCHELLO	2	0,4	14000			70	250
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZO SAVOCHELLO						35	250
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	POZZO PANEPINTO	1	0,6	2.300			152	250

Le sorgenti attualmente sfruttate (v. tab. 7.1.3 del Piano d'ambito) da sottoporre a monitoraggio sono:

cod. Gestore	denominazione acquedotto di appartenenza	denominazione risorsa	Q media [l/s]	Volume annuo [m3]	potabilizzazione	Anno entrata in esercizio	Quota prelievi [m s.l.m.]
G0024	Acqued.Cons. ALESSANDRIA DELLA ROCCA-CIANCIANA	SORGENTE INNAMORATA n°1	24	756.800	no	1901	625
G0026	ACQUED. DI BIVONA	SORGENTE n°1	10	315.360			674
G0026	ACQUED. DI BIVONA	SORGENTE n°2	10	315.360			678
G0027	ACQUED. DI BURGIO	SORG. CHIARABE'	2	63.000			600
G0027	ACQUED. DI BURGIO	SORG. GALLINE	2	63.000			700
G0045	ACQUED. DI MENFI	SORGENTE n°1 URGO DEL DRAGO	8	237.625	no		325
G1001	ACQUED.ACAV	SORG. FICO GRANATELLI	18	360.000	no		510
G1001	ACQUED.ACAV	SORG. GRAVOTTA	0	-	no		700
G1001	ACQUED.ACAV	SORG. CAPO FAVARA	45	1.400.000	no		700
G1002	ACQ. TRE SORGENTI	SORGENTE 1	53	1.671.408	no		626
G3001	ACQUED.CASALE	SORG. CASALE	24	757.000	no		710
G3001	ACQUED. FANACO DELL'EAS	SORG. CHIRUMBA N.452	3	95.000	no	1986	735
G3001	ACQUED.FAVARA DI BURGIO	SORG.N.453	3	95.000			
G3001	ACQUED. SALTO	SORG. BIANCA	1	32.000	no		630
G3001	ACQUED. SALTO	SORG. CATAFALDI	1	32.000	no		630
G3001	ACQUED. SALTO	SORG. SALTO	2	63.000	no		240
G3001	ACQUED. SALTO	SORG. FICARELLA	1	31.000	no	1956	440
G3001	ACQUED. DI S.STEFANO DI QUISQUINA	SORG. PRISA n°2	1	31.000	no	1950	795
G3001	ACQUED.EAS MONTESCURO OVEST	SORG. GRANCIO	15	473.000	no		
G3001	ACQUED. DI S.STEFANO DI QUISQUINA	SORG.PRISA n°1	1	31.536	no	1956	790
G3001	ACQUED.EAS.AGRIGENTINO	SORG.SAN MATTEO	13	410.000	no		690
G5003	ACQUED. CdB 3 AG.	SORGENTE n°1	3	86.724			910

Nelle tabelle sopra riportate il codice di riferimento al gestore riportato dal Piano d'ambito è il seguente:

Cod. Gestore	Denominazione Gestore
G0024	ALESSANDRIA DELLA ROCCA
G0026	BIVONA
G0027	BURGIO
G0031	CAMMARATA
G0033	CANICATTI'
G0039	FAVARA
G0045	MENFI
G0051	RACALMUTO
G0057	COMUNE DI SAN BIAGIO PLATANI
G0058	SAN GIOVANNI GEMINI
G0060	SANTA MARGHERITA DI BELICE
G0063	SCIACCA
G1001	AZ. CONSORTILE ACQ. VOLTANO
G1002	TRE SORGENTI
G3001	EAS
G5003	CdB 3 AGRIGENTO
G6001	SOFIP S.P.A.
G6002	COGEDIS

Grandezze oggetto di monitoraggio

Misure

- livello falda pozzo;
- portata idrica (per ciascuna pompa);
- pressione (per ciascuna pompa se immette in rete);
- parametri elettrici (per ciascuna pompa);
- stato marcia-arresto-scatto protezione termica (per ciascuna pompa).

Comandi

- avvio pompa;
- arresto pompa.

Segnali (allarmi)

- intervento protezione;
- dati non congruenti.

<i>Serbatoi e torrini piezometrici</i>

Grandezze oggetto di monitoraggio

Misure

- livello serbatoio o torrino;
- portata all'arrivo per ciascun ingresso;
- portata in uscita per ciascuna condotta di uscita.

Segnali (allarmi)

- stato livello;
- allarmi su livelli e portate(max, min);
- stato attuatori aperto/chiuso/scatto termico/percentuale apertura.

Comandi

- apertura/chiusura valvole motorizzate;
- variazione percentuale apertura valvole motorizzata;
- impostazione portata in uscita..

Nodi di distribuzione

Una rete idrica è un sistema le cui condizioni rappresentate da parametri di processo (portata, pressione e temperatura), dalle caratteristiche qualitative (pH, redox, conducibilità, ecc.) dell'acqua trasportata, dallo stato degli organi di intercettazione e di sollevamento, sono in continua evoluzione.

Le condizioni di esercizio sono pertanto caratterizzate da continue variazioni dei parametri operativi, più o meno rapide: il sistema è quasi sempre in condizioni transitorie di funzionamento.

Un sistema in grado di realizzare il monitoraggio e controllo in tempo reale di una rete idrica è appropriato; tuttavia un controllo di questo tipo di impianti (numero elevato di nodi) porta "naturalmente" all'aumento esponenziale dei dati da gestire.

Le funzione del sistema di acquisizione dati e di telecontrollo è:

- l'acquisizione e valutazione dei dati;
- la presentazione dati su pagine video grafiche-alfanumeriche
- la produzione di tabulati e giornale della stazione di controllo;
- l'archiviazione per le analisi storiche-statistiche;
- l'invio di comandi e regolazioni manuali.

L'obiettivo finale del monitoraggio è quello di garantire il controllo della quantità e della qualità delle acque destinate al consumo umano (secondo la normativa di riferimento), dalla fonte di approvvigionamento fino all'utenza.

L'approccio basato sulla conoscenza prevede, nel caso di una rete idrica di distribuzione dell'acqua potabile, che si proceda preliminarmente ad una analisi di "sensività" della rete, sottoponendola a differenti carichi idrostatici e idrodinamici (situazioni estreme ed intermedie di funzionamento corrispondenti ai possibili casi di alimentazione, distribuzione e consumo di acqua potabile).

Dalla analisi di sensitività è possibile individuare le zone di funzionamento critico della rete e i nodi che maggiormente hanno dimostrato sensibilità piezometrica alle variazioni di alimentazione imposte alla rete. Questi nodi, nei quali è massima la differenza fra la pressione idrostatica-idrodinamica e vengono chiamati *Nodi Sensibili*.

<i>Nodi Sensibili</i>	RETE IDRICA
Piezometrica	Min 8 m.c.a. Max 80 m.c.a. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (idrostatica idrodinamica) = 20 m.c.a.
Temperatura --	
pH --	
ORP --	
Conducibilità --	
Torbidità --	
Portata	Portata minima al nodo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 4 l/s

L'importanza di questi nodi - che in genere sono una minima parte del totale dei nodi di una rete idrica - risiede nel fatto che essi sono rappresentativi dello stato di funzionamento della intera rete, in quanto è possibile correlare l'escursione piezometrica caratteristica del nodo al funzionamento di una più ampia di sottorete circoscritta.

In tal modo, il monitoraggio dell'intera rete sarà ricondotto a poche stazioni di monitoraggio realmente indispensabili.

In generale, i *Nodi Sensibili*:

- sono rappresentativi dello stato idrodinamico della intera rete secondo un modello matematico-statistico di simulazione: sarà possibile, quindi, risalire indirettamente alla individuazione di eventuali anomalie di funzionamento (prelievi abusivi, o perdite);

- sono rappresentativi rispetto al rischio di inquinamento per infiltrazione nella rete, in quanto nei nodi sensibili possono verificarsi situazioni di funzionamento in depressione o, al contrario, di sovrappressione, con possibili problemi di tenuta delle condotte

In definitiva, il monitoraggio, adeguato rispetto sia alla quantità che alla qualità delle acque della rete idrica, terrà conto di tutti i parametri quantitativi (portata e livello) e qualitativi (pH, rH, conducibilità, temperatura, ossigeno disciolto, ecc.) coinvolti:

$$Q(P)\text{nodo sensibile} = \Phi(pH, rH, Q, \text{Temperatura, conducibilità, } \dots)$$

Nel dettaglio:

Grandezze oggetto di monitoraggio

Misure

- portata dei tubi adduttori;
- portata delle derivazioni;
- pressione sulle varie diramazioni.

Segnali (allarmi)

- stato attuatori aperto/chiuso/scatto termico.

Comandi

- apertura/chiusura attuatore.

Qualità dell'acqua

Grandezze oggetto di monitoraggio

Misure

- pH;
- redox;
- cloro residuo.

3. Monitoraggio delle reti di raccolta fognaria

3.1 Controllo degli scarichi inquinanti in fognatura.

Tale tipo di problema è decisamente complesso in quanto normalmente ci si accorge che nella rete sono state scaricate sostanze "anomale" quando le stesse, arrivando al sollevamento iniziale dell'impianto di depurazione, sprigionano odori e/o colori particolari tali da allertare gli operatori.

Anche nel caso che gli impianti siano dotati di sistemi di allarme in automatico (ad esempio con principio tossicologico), la risposta che farebbe attivare gli automatismi di "salvaguardia" arriverebbe sempre in ritardo, impedendo quindi solo parzialmente l'ingresso dell'inquinante nelle vasche.

Anche se l'allarme è immediato, diventa comunque estremamente difficile per una squadra di intervento riuscire a individuarne la fonte a causa dei tempi di ritenzione fognaria dovuti alla portata del momento e alla distanza dell'insediamento dal depuratore; molto probabilmente lo scarico anomalo, quando viene rilevato all'impianto, ha già esaurito la sua azione fuori norma. Inoltre, la rete fognaria a monte di un impianto di depurazione ha generalmente un profilo complesso e può comprendere, tra i suoi allacci, innumerevoli insediamenti produttivi.

I depuratori sono "macchine complesse" che funzionano bene a condizione che sia rispettata una serie di requisiti progettuali e gestionali; tra questi ultimi si deve annoverare il controllo degli scarichi industriali che, se arrivano al depuratore in grandi quantità senza rispettare i limiti tabellari previsti da leggi e regolamenti, determinano l'avvelenamento dei fanghi e il conseguente malfunzionamento dell'impianto.

Per tale motivo il Gestore preposto al controllo degli scarichi industriali sorveglierà i siti produttivi dell'area di sua competenza, organizzando gli interventi in base alle dimensioni e alla pericolosità potenziale dello scarico ai fini dell'inibizione del processo biologico di depurazione.

Tuttavia, può risultare gravoso orientarsi in un'indagine che coinvolge un intero sistema fognario, con insediamenti industriali variamente dislocati sul territorio e di diversa tipologia.

Il piano di monitoraggio prende avvio dalla raccolta di informazioni su:

- la frequenza degli eventi inquinanti sugli impianti;
- certificazioni tramite analisi da parte di laboratori qualificati sulla caratteristica dell'evento inquinante;
- individuazione da parte delle squadre di manutenzione della fognatura dei pozzetti che rechino segni di presenza inquinante (colori, odori o residui particolari rilevati durante lavori di manutenzione ordinaria).

Utilizzo di autocampionatori che inizialmente impostando il campionamento su base esclusivamente temporale, riducendo al minimo gli intervalli di prelievo per evitare che si possano perdere inquinamenti significativi.

Qualora il sistema risultasse particolarmente oneroso o per motivi organizzativi non praticabile, si ricorrerà all'utilizzo sonde multiparametriche posizionate nella vasca di ingresso degli impianti di

depurazione in osservazione, per verificare un'eventuale corrispondenza tra i valori di COD e le grandezze chimico-fisiche misurate dallo strumento (pH, conducibilità, Redox).

Tale indagine sarà poi estesa ai vari collettori afferenti all'impianto.

Saranno costituito un registro degli insediamenti industriali suddivisi in alcune categorie principali (industrie chimiche, alimentari, galvaniche, tipografiche, ecc.). Un laboratorio competente appronterà un protocollo analitico per ogni tipologia di industria in modo da identificare rapidamente i parametri da controllare a seconda che uno scarico origini da un insediamento piuttosto che da un altro; lo stesso elenco permetterà la georeferenziazione degli insediamenti produttivi con inserimento nel Sistema Informativo Territoriale in uso in azienda, permettendo di associare ogni industria al bacino d'utenza del depuratore che ne riceve lo scarico.

Collegando la sonda multiparametrica al campionatore tramite un software di gestione che permetta la registrazione dei dati e la trasformazione degli stessi in grafici, potranno essere evidenziati i possibili comportamenti fuori norma.

Lo studio dei picchi registrati dalla strumentazione potrà fornire le indicazioni per organizzare controlli a scopo preventivo e repressivo.

3.2 Depuratori

Per i nodi "depuratori" è previsto un controllo specifico in quanto si tratta di impianti particolari sia per la complessità stessa degli impianti che per la tipologia delle grandezze da monitorare.

Un nodo "depuratore avrà un sistema di monitoraggio ed automazione proprio indipendente del sistema di telecontrollo per il quale sarà server delle informazioni.

Tutte le informazioni reperite in locale e necessarie per il corretto funzionamento del processo saranno registrate in loco e trasmesse ad un centro di controllo principale al fine di avere una situazione aggiornata dello stato degli impianti sia per l'analisi on line dei dati che per gli studi statistici e le relative trasmissioni agli organismi di controllo previsti dalla normativa.

Saranno quindi monitorate da remoto :

Grandezze oggetto di monitoraggio

- quantità di prodotto in entrata
- qualità del prodotto in entrata
- quantità di prodotto in uscita
- qualità di prodotto in uscita.

Sarà effettuata la stima reflu prodotto da ciascun Comune con totalizzazioni su periodi annuali e stagionali.

3.3 Infiltrazioni di acque

Verifica delle infiltrazioni di acque piovane per affluenza di rete bianca in nera.

Particolare attenzione sarà posta nella verifica della effettiva separazione di acque bianche e nere e nella ricerca di eventuali infiltrazioni o tracimazioni delle acque bianche verso la rete fognaria 'nera'.

Verifica acque parassite. In questa sede si intende con tale termine indicare qualsiasi infiltrazione “evitabile” di fluido non refluo all’interno della rete di drenaggio e, in ultima analisi, al sistema depurativo. Tale significato è evidentemente esteso rispetto a quello comunemente adottato e verte in direzione di un “acque evitabili” che comprende quindi anche portate di esaurimento dovute a invaso in grandi collettori di acque miste o immissioni che si possono definire con un neologismo “di gestione”, accettate temporaneamente al fine di garantire l’utilizzo del territorio per le attività umane in attesa di migliori soluzioni alternative.

A titolo di esempio si pensi a non infrequenti connessioni di rete di bonifica e rete mista o a provvisorie connessioni di scarichi di rete di acque bianche in fognatura mista. Tali anomalie puntuali, connesse alle rotture concentrate, sono risultate di gran lunga le maggiormente dannose e certamente quelle che devono essere affrontate in prima istanza, visto l’elevatissimo rapporto costo-beneficio dell’intervento.

In esito al Progetto conoscenza, essendo stata ricostruita in buona parte la rete si può iniziare a pianificare una campagna di misure. Le misure di portata, hanno lo scopo di individuare portate anomale cioè non in linea con lo schema fognario delineato. Potranno essere presi in esame altri parametri del refluo, quali quelli chimici o fisici (temperatura, torbidità per esempio) quando ritenuto tecnicamente utile.

I dati prelevati dai data logger verranno sottoposti ad attenta valutazione e analisi, confrontando i valori di minimo di portata con valori attesi di portata per la zona sottesa al punto di misura. La portata transitante stimata si determina modulando i valori delle letture ai contatori degli utenti con la portata erogata dalla centrale d’acquedotto nel periodo in esame.

In caso di aree con più interconnessioni si creeranno dei distretti ponendo punti di misura a monte, in corrispondenza di immissioni da altre zone. Sottraendo tali immissioni alla portata uscente si ottiene la portata di bacino.

Nei casi in cui si rilevi un’anomalia inspiegabile nella portata rilevata, si procede creando dei microbacini più piccoli, sezionando la rete in punti intermedi. Il metodo, dicotomico, porterà rapidamente alla restrizione della zona geografica interessata dal fenomeno. Quando questa sarà sufficientemente limitata, osservando anche le attività e che avvengono in superficie, si potrà individuare la fonte del problema e procedere, se necessario, ad una video ispezione.

4. Il sistema di telecontrollo

4.1 Caratteristiche ed architettura

Per ottenere il livello di controllo sugli impianti, tale da consentire al gestore del SII di perseguire ciascuna delle direttive gestionali indicate, è indispensabile essere in condizione di modificare e quindi regolare la configurazione di esercizio degli impianti stessi. E' altresì indispensabile dotarsi di strumenti evoluti di acquisizione e rappresentazione delle informazioni provenienti dal campo e che utilizzi modelli numerici che consentano la simulazione di diversi scenari, permettendone la comparazione degli effetti, al fine di determinare preventivamente la migliore strategia di intervento.

Il funzionamento coordinato delle diverse reti tecnologiche, interconnesse nei punti di controllo dell'impianto (Serbatoi, stazioni di rilancio, valvole, punti di rilevamento, impianti di trattamento...), consente la regolazione dei volumi idrici trasportati nella rete di approvvigionamento idropotabile e permette il controllo della captazione, trattamento e distribuzione dei volumi idropotabili distribuiti.

Il sistema tecnologico complesso che sarà realizzato, è costituito da reti tecnologiche che convogliano flussi appartenenti a domini differenti (le reti idriche in pressione e a superficie libera, la rete elettrica, la rete dati ...) ed è altresì un sistema dinamico e variante: dinamico perché le variabili da cui dipende, come la domanda dei volumi idropotabili, i livelli nei serbatoi o gli afflussi meteorici sono funzione del tempo; variante perché anche i parametri che descrivono il suo stato, come scabrezze e diametri delle condotte, capacità di trasporto dei canali drenanti e rendimento degli impianti di rilancio, sono anch'essi funzione del tempo a causa del processo di invecchiamento degli impianti.

Diverse sono le cause perturbanti lo stato dell'impianto e diversi sono i tempi caratteristici delle variazioni di stato provocate dalle cause stesse; ad esempio l'invecchiamento della rete, la variabilità giornaliera della domanda e la diminuzione improvvisa della capacità di trasporto, per un evento accidentale, provocano conseguenze sull'impianto che hanno evidenza su scale temporali rispettivamente di anni, ore e secondi.

La conoscenza del sistema e della sua tendenza evolutiva, attraverso il rilevamento degli indicatori di processo, permette l'utilizzazione di modelli al fine di simulare l'effetto delle diverse strategie gestionali. La valutazione degli effetti di diverse possibili strategie permette, sia utilizzando tecniche euristiche sia algoritmi di ottimizzazione, la determinazione della migliore strategia di intervento.

Il rilevamento degli indicatori di processo e il controllo dell'impianto sarà realizzato mediante l'utilizzo di sensori ed attuatori controllati da unità periferiche di campo, *Programmable Logic Controller (PLC)* e/o *Remote Terminal Unit (RTU)*. Queste unità sono costituite da controllori digitali programmabili di notevole affidabilità che coordinano l'automazione locale della parte di impianto sottesa. L'operato delle singole unità è supervisionato da un sistema di controllo centralizzato, *Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)*.

Il sistema di supervisione ha tipicamente funzione diagnostica e di telegestione.

Il sistema integrato rileva l'andamento temporale dello stato del sistema, valuta se vi sono diminuzioni di resa dell'impianto nei confronti dei criteri gestionali che si vogliono perseguire, valuta quali strategie gestionali sono più opportune e coordina l'attività delle logiche di campo perché seguano le nuove direttive.

Il sistema di telecontrollo che sarà realizzato consentirà di gestire a regime il Sistema Idrico Integrato dell'ATO della provincia di Agrigento, per il controllo e la gestione informatizzata delle reti idriche, delle sorgenti, dei serbatoi, dei pozzi e dei sollevamenti al fine di ottemperare agli obiettivi primari proposti dal Piano d'Ambito, come indicato in tabella 1.

Il sistema verrà esteso, di volta in volta a seconda della realizzazione degli interventi previsti nei singoli progetti.

Tabella 1. Obiettivi primari indicati nel Piano d'Ambito

Obiettivo di piano

● Estensione della rete di monitoraggio e telecontrollo per interventi più rapidi
● Corretta funzionalità degli impianti di disinfezione per limitare le interruzioni di servizio
● Corretta funzionalità dei serbatoi per limitare le interruzioni di servizio
● Corretta funzionalità degli impianti di pompaggio per limitare le interruzioni di servizio
● Raggiungimento di livelli di funzionalità delle condotte in grado di garantire adeguatamente il servizio
● Raggiungimento di livelli di funzionalità dei sollevamenti in grado di garantire adeguatamente il servizio
● Corretta conservazione delle reti al fine di limitare le interruzioni di servizio
● Abbattimento delle perdite
● Estensione della rete di monitoraggio e telecontrollo agli impianti per interventi più rapidi
● Corretta conservazione dei serbatoi al fine di limitare le interruzioni di servizio;
● Corretta conservazione degli impianti di pompaggio al fine di limitare le interruzioni di servizio;
● Corretta conservazione degli impianti di potabilizzazione per garantire la qualità dell'acqua immessa in rete;
● Corretta conservazione delle condotte per garantire adeguatamente il servizio
● Corretta conservazione dei sollevamenti in grado di garantire adeguatamente il servizio

4.2 Il sistema di supervisione

La supervisione ha principalmente finalità diagnostiche e di telegestione, in particolare si richiede possano essere rilevate le eventuali anomalie verificatesi durante l'esercizio degli impianti e vi si possa porre rimedio comandando le opportune variazioni alla configurazione stessa.

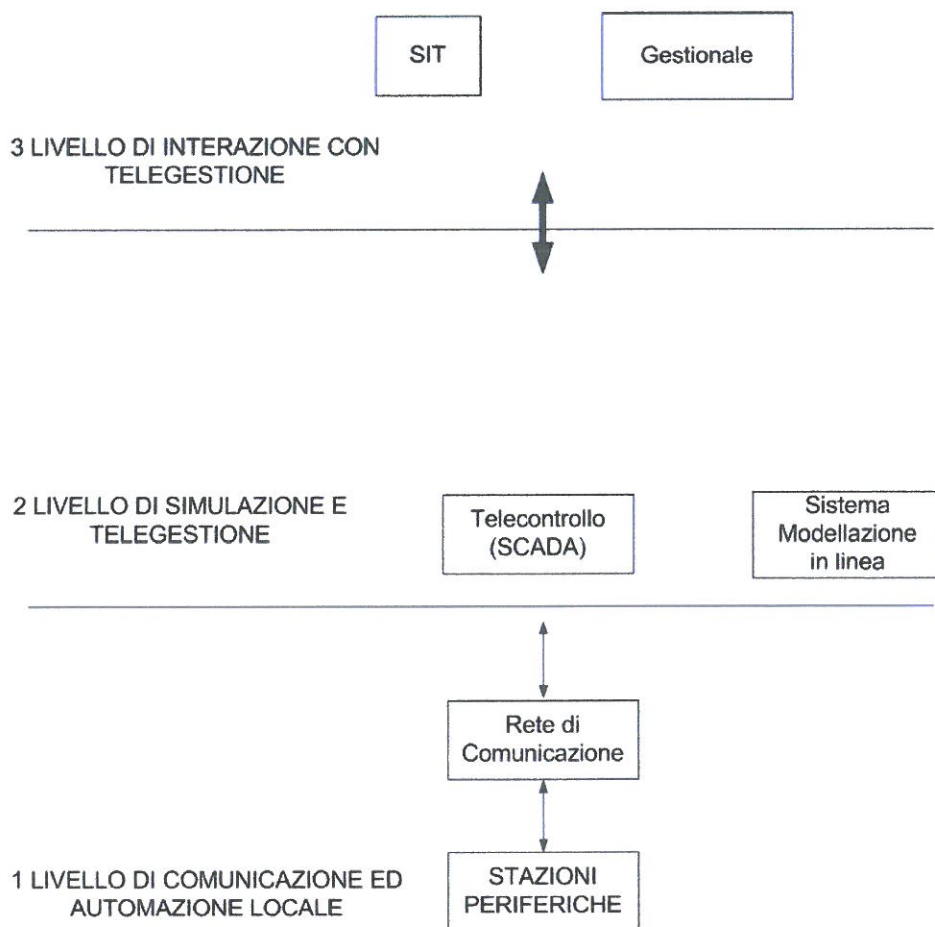
Per ottemperare al compito imposto il sistema di controllo è così strutturato:

livello 3 (livello superiore) rappresentato dal centro di supervisione e telegestione ubicato a Agrigento;

livello 2 (livello superiore) rappresentato da eventuali (anche non decentrati) centri operativi;

livello 1 (livello intermedio) rappresentato dalle unità periferiche in campo (PLC) e dalla infrastruttura di telecomunicazioni;

livello 0 (livello inferiore) rappresentato dalla strumentazione elettronica di misura e dalle apparecchiature elettromeccaniche esistenti in campo;



Sistema di gestione integrata – schema logico

La struttura specificata rappresenta un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ed è costituita da prodotti software e hardware di supervisione e controllo, di automazione e comunicazione.

Consente di conoscere, in tempo reale, la configurazione del sistema idrico ed agire su qualsiasi parte di essa per modificarne lo stato. Il sistema SCADA permette la rappresentazione del processo acquisendo e controllando l'impianto in alcuni punti (controllo puntuale dell'impianto).

Ciascuna unità periferica appartenente al *livello 1* sottende un'area nella quale sono collocati diversi strumenti di misura ed attuatori, elementi del *livello 0*. L'area sottesa rappresenta una unità funzionale dell'impianto. L'insieme di strumenti di misura ed attuatori presenti nell'area e quindi nell'unità di impianto deve essere consistente con le politiche di controllo che è utile attuare e quindi funzionale al grado di controllo sia della singola unità di impianto sia, conseguentemente, dell'intero sistema idrico.

La *messa in sicurezza* delle unità di impianto è garantita da logiche implementate nelle stesse unità periferiche ed indipendenti dagli elementi di supervisione, in modo tale da rendere particolarmente robusta e stabile l'architettura del sistema di controllo.

Le logiche di controllo sono parametrizzate sui segnali di riferimento, altrimenti detti *set-point*. Variando i valori dei *set-point* è possibile adattare la logica alle diverse esigenze di esercizio dell'impianto.

Le unità periferiche appartenenti al *livello 1* sono supervisionate a gruppi da singoli supervisori appartenenti al *livello 2*, i quali a loro volta sono gestiti da ulteriori elementi di coordinamento, funzionalmente sempre appartenenti al *livello 2*, connessi ad una unica sala di controllo al *livello 3*. Si ottiene così un *sistema di controllo gerarchico a molti livelli*, nel quale dai livelli più elevati è possibile definire i *set-point* per i livelli inferiori. La tecnica di stratificazione per sottolivelli degli elementi di *livello 2* permette di ridurre la complessità di controllo, permettendo agli operatori di interagire con rappresentazioni schematiche attraverso le quali è possibile attivare logiche complesse che coinvolgono l'intero sistema idrico o sue componenti, demandando al sistema di controllo la responsabilità della traduzione nelle singole istruzioni di impianto e quindi di componente.

La struttura gerarchica per livelli del sistema di controllo è intrinsecamente *fault-tolerant* in quanto le logiche relative al corretto funzionamento degli impianti sono codificate nei livelli più bassi della gerarchia di elementi di supervisione. E' responsabilità dei livelli più alti di supervisione il coordinamento dei sottosistemi idrici affinché la gestione complessiva risulti ottima. Nel caso in cui un evento accidentale renda impossibile la comunicazione tra il centro di controllo e la periferia e quindi non sia possibile coordinare le attività dei sottosistemi idrici e dei singoli impianti,

comunque i livelli inferiori del sistema di controllo ne assicureranno il corretto funzionamento e la messa in sicurezza a scapito esclusivamente del rendimento complessivo.

L'uso coordinato e integrato del Sistema Informativo Territoriale (GIS) e di modelli, sia per i sistemi in pressione sia per i sistemi a superficie libera, adatti a finalità progettuali permette di verificare e validare la migliore strategia gestionale.

La pianificazione degli interventi gestionali ha valido supporto nell'utilizzo di modelli numerici delle componenti dell'ambito. I modelli hanno quale obiettivo la simulazione di ipotesi di intervento e quindi la loro validazione.

4.3 Le reti idriche e gli impianti controllati

Gli impianti di cui si prevede il telecontrollo sono stati individuati come segue:

- Sorgenti e punti di controllo
- Serbatoi e pozzi
- Impianti di sollevamento
- Adduttori controllati

Il sistema informativo integrato permetterà quindi di avere continuamente sotto controllo tutta la situazione relativa allo stato di:

Fonti di approvvigionamento idrico e opere di captazione (sorgenti, punti di controllo, pozzi)

Fonti di approvvigionamento:

- livelli
- portate
- allarmi per avarie o effrazione
- analisi dei principali parametri qualitativi

Impianti e condotte di alimentazione

Impianti di sollevamento:

- portata sollevata
- stato e comandi start/stop delle pompe
- pressioni
- ore di funzionamento
- voltaggio, amperaggio assorbito
- livelli in vasca

- Condotte di adduzione:
 - allarmi per avarie o effrazione
 - portata nei vari tronchi
 - pressione in alcuni punti di controllo
- Serbatoi, piezometri e ripartitori:
 - livelli dell'acqua in vasca
 - portata in entrata e in uscita
 - livelli del cloro residuo e dosaggi
 - allarmi per avarie o effrazione

4.4 Le reti di drenaggio e gli impianti controllati

Le stazioni di sollevamento e gli impianti di depurazione saranno inserite nel sistema di telecontrollo in modo progressivo e legato alla realizzazione di singoli progetti.

Oltre quindi alle procedure automatiche di controllo e supervisione già previste nella realizzazione dei sistemi di depurazione, è possibile la realizzazione di interfacce utente che serviranno a tenere sotto controllo alcuni parametri di primaria importanza sui principali impianti di depurazione nell'ambito del Sistema Informativo Unificato.

Sarà possibile monitorare le caratteristiche qualitative delle acque drenate in condizioni di piena, controllando che le acque drenate siano restituite al corpo ricettore con indici qualitativi costantemente ottemperanti alla normativa sanitaria vigente.